

**Universidad Nacional de Ingeniería
Facultad de Ingeniería Mecánica**



**SUSTITUCION DEL PETROLEO DIESEL 2 POR
GLP COMO COMBUSTIBLE PARA UNA
CALDERA PIROTUBULAR DE 50 BHP**

**INFORME DE SUFICIENCIA
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECANICO**

ALEJANDRO AQUIJE CARRILLO

PROMOCION 81-1

LIMA-PERU

2006

DEDICATORIA

A mi Padre que esta en el cielo,
A mi Madre, Hermanos y Sobrinos
por el apoyo brindado.

A Nelly por su apoyo, paciencia
perseverancia, tenacidad.

A mis Asesores

A mi Alma Mater

INDICE

Prólogo

CAPITULO I	INTRODUCCIÓN	3
1.1	OBJETIVO	4
1.2	ALCANCE	4
1.3	JUSTIFICACION	5
1.4	BREVE RESEÑA DE LA EMPRESA	5
CAPITULO II	CARACTERÍSTICAS, USOS DE LOS COMBUSTIBLES, GAS NATURAL, GLP Y PETRÓLEO DIESEL 2	7
2.1	DEFINICION DEL TIPO DE COMBUSTIBLE	7
2.1.1	GAS NATURAL	15
2.1.2	GLP	17
2.1.3	PETROLEO DIESEL 2	20
2.2	APLICACIÓN DE LOS COMBUSTIBLES	23
2.3	PRODUCCION Y ABASTECIMIENTO	34
2.4	ANALISIS DEL SECTOR HIDROCARBUROS Y GAS NATURAL	40

CAPITULO III CALDEROS PIROTUBULARES y ACUOTUBULARES	56
3.1 DEFINICION	56
3.1.1 CÁMARA DE AGUA	56
3.1.2 CÁMARA DE VAPOR	58
3.2 TIPOS	58
3.2.1 CLASIFICACIÓN DE ACUERDO A SU DISEÑO	58
3.2.2 CLASIFICACIÓN DE ACUERDO A SU APLICACIÓN	72
3.2.3 DE ACUERDO A OTRAS CARACTERÍSTICAS ESPECIALES	75
3.2.4 COMPARACIÓN ENTRE LOS DIVERSOS TIPOS DE CALDERAS	78
3.3 USO ESPECÍFICO EN LA EMPRESA	82
CAPITULO IV QUEMADORES INDUSTRIALES A GAS NATURAL	84
4.1 FUNDAMENTOS DE LA COMBUSTIÓN	87
4.2 SUSTITUCION DEL QUEMADOR DIESEL 2 POR GAS NATURAL	99

4.3 PARAMETROS DE SELECCIÓN	99
4.3.1 CALCULO PARA SELECCIONAR EL QUEMADOR A GAS	100
4.3.1.1 DETERMINAR LA NECESIDAD CALORICA	100
4.3.1.2 EXPERIMENTO CON GAS GLP	100
4.3.1.3 CONSUMO DE COMBUSTIBLE COMPARADO	106
4.4 INSTALACIÓN	107
CAPITULO V VENTAJAS DEL CAMBIO DE USO A GAS NATURAL	121
5.1 ENERGETICA	121
5.2 ECONOMICAS	125
5.3 AMBIENTALES	132
5.4 COMPARATIVAS	133
5.5 SEGURIDAD	135
5.6 FUTURO	139
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	140
BIBLIOGRAFÍA	143
PLANOS Y APÉNDICE	

PROLOGO

El Gas Natural se formó hace muchos años, a raíz de la descomposición de plantas y animales bajo tierra, y debido a la acumulación del lodo, arena, y tierra, se formaron capas de roca que se encontraban bajo tierra a una gran profundidad, la presión causada por el peso sobre estas capas, más el calor de la tierra transformaron lentamente el material orgánico en petróleo crudo y en gas natural. Hace miles de años, en Persia, la gente rendían culto a la combustión del gas natural que salían de la tierra. La gente en China quemaba gas natural para evaporar el agua de mar y obtener sal. Los italianos usaban gas natural para iluminar las calles el año de 1802. Para 1626, en América del Norte, unos misioneros descubrieron por primera vez gas natural en Nueva York y Canadá. Para 1825, la gente había ideado cómo transportar el gas a las ciudades para alumbrado.

En el Perú el Gas Natural llega principalmente de nuestros yacimientos gasíferos de Camisea, en el departamento del Cusco, lo que nos permite vislumbrar un futuro de desarrollo industrial y económico, mejorando nuestra Balanza Comercial con un crecimiento sostenido.

Actualmente es el momento oportuno para hacer la sustitución del combustible y migrar hacia el gas natural en el contexto de uso masivo, ventajas económicas y competitivas, ventajas ambientales y sociales y es por ello que se pretende explicar con el presente informe las ventajas y la facilidad de uso del gas natural en los calderos piro tubulares.

El presente informe se ha dividido en cinco capítulos:

Capítulo I Introducción, indica los objetivos, los alcances, la justificación y en la forma como se analiza el estudio; una breve reseña de la empresa.

Capitulo II Características y usos de los combustibles, gas natural y petróleo diesel 2, es el marco teórico de la información de los combustibles, la producción, abastecimiento y análisis económico del sector hidrocarburos y gas natural, y ver en que contexto se desenvuelve.

Capítulo III Calderos Piro tubulares y Acuotubulares, conocer los diferentes tipos de calderos existentes con énfasis en el caldero pirotubular objeto de análisis, para hacer posible la sustitución del combustible del quemador industrial.

Capitulo IV Quemadores industriales a gas natural, estudio de la combustión, describe los parámetros a seleccionar para cambiar el quemador diesel por uno gas natural, y los criterios para su instalación y puesta a punto

Capítulo V Ventajas del cambio de uso a gas natural, explica todos los beneficios futuros que conlleva al realizar el cambio de uso del combustible diesel 2 por gas natural

Conclusiones y recomendaciones que se ha llegado por una cultura del gas natural.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El País actualmente presenta un panorama de dependencia de consumo de combustible en el desarrollo de las actividades industriales, comerciales, domésticos y de transportes, cuya demanda se ha ido incrementando en éstos últimos años, puesto que su producción no abastece totalmente la demanda nacional lo que obliga a cubrir su déficit con la importación de hidrocarburos, afectando enormemente la balanza comercial de hidrocarburos (de 1 029 millones de dólares el año 2004, de 1 300 millones de dólares en el año 2005, de 1 100 millones de dólares proyectado al año 2006) cuyos precios se han elevado en forma desproporcionada en donde el barril de petróleo a nivel mundial se ha incrementado cerca del 150% desde el enero 2003 (28 dólares por barril) hasta junio 2006 (70 dólares por barril).

La dependencia actual hacia los hidrocarburos en la industria y el comercio como el consumo del combustible diesel 2, en los quemadores de los calderos pirotubulares, cuyo costo se ha elevado debido a la escasez mundial del crudo, nos plantea la necesidad de la sustitución dicho

combustible por otro alternativo como es el Gas natural que tenemos, y analizar los beneficios que ello conlleva, para lo cual se elige los parámetros que se considere necesarios para el reemplazo más conveniente del quemador diesel por uno de gas natural, viendo la seguridad por su uso, el conexionado hacia las redes de distribución que ya se comercializa en Lima a través de la empresa Calidda.

Las ventajas comparativas y competitivas se dan en lo económico y ambiental puesto que el Gas natural es un combustible limpio y ecológico se pretende que con el presente informe permita explicar su uso en los quemadores de gas natural en los calderos piro tubulares sea simple, segura, cumpliendo las normas establecidas actuales, y en lo económico trascienda en la rentabilidad futura de las empresas.

1.1 OBJETIVO

Mejorar la rentabilidad, reducir los costos, disminuir el impacto ambiental, mejorar la seguridad de una empresa de servicios debido a la sustitución del petróleo diesel 2 por gas natural como combustible

1.2 ALCANCE

El presente informe permite brindar los criterios necesarios para hacer posible la sustitución del combustible en una caldera pirotubular, considerando las normas y reglamentos para su ejecución en lo técnico, ambiental y económico

1.3 JUSTIFICACION

La sustitución del combustible diesel 2 por gas natural se considera el factor de competitividad importante ya que reduce los costos del valor final del servicio.

Contribuye al mantenimiento y la creación del empleo.

Afecta en su conjunto a la sociedad, aumentando el bienestar a través del uso de una energía de mejor calidad y seguridad, respetuoso del medio ambiente y mejorando la economía en su totalidad.

1.4 RESEÑA DE LA EMPRESA

Baños Turcos Palace es una empresa de servicios creado hace 29 años con la finalidad de ofrecer a sus clientes en un ambiente apropiado para la recuperación tanto física como mental, mediante la utilización integral del agua, baños de vapor medicinal, fisioterapia y de estética personal.

La Misión es llegar a ser una gran empresa diversificada en los servicios de baños sauna, de masajes, de relax y salud física, generando productos y servicios innovadores competitivos, satisfaciendo las necesidades del cliente externo e interno, en un desarrollo sostenible.

La Visión es ser la empresa líder reconocida en el sector servicio de baños turcos y sauna a nivel nacional, con el compromiso de ofrecer calidad y excelencia, que son los principios que guían el deseo de satisfacer las necesidades de nuestros clientes.

Filosofía: Kaizen (mejora continua), innovación.

Valores en lo laboral: Responsabilidad, Orden, Puntualidad, Compromiso organizacional, Trabajo en equipo, Honestidad, Sinceridad, Constancia, Disciplina, capacidad, Participativo, Motivación.

Valores en lo social: Respeto (sempai), Amabilidad, Solidaridad, Tolerancia, Justicia, Empatía, Integridad, Auto disciplina, prudencia.

Equipamiento actual de la empresa de servicios

La empresa posee una caldera piro tubular de 50 BHP, generando vapor para sus instalaciones, sus cámaras seca y de vapor, hidromasaje, tanque de agua caliente para sus duchas, sistema de lavandería (lavadora, secadora, planchadora) , la cocina del restaurante, la calefacción.

CAPITULO II

CARACTERÍSTICAS, USOS DE LOS COMBUSTIBLES

GAS NATURAL, GLP Y PETROLEO DIESEL2

2.1 DEFINICION DEL TIPO DE COMBUSTIBLE

El combustible fósil proviene de restos orgánicos vegetales y animales y se extrae de la naturaleza. Ellos son el carbón, el petróleo y el gas natural. El petróleo es una excelente materia prima para obtener, mediante su refinación y tratamiento, otras sustancias de mayor importancia industrial como los gases licuados de petróleo, naftas, gas-oil, fuel-oil, y otros productos.

Según su origen se clasifican en comerciales y especiales.

Combustibles comerciales

Naturales o primarios

- **Sólidos:** carbón, madera, biomasa, algunos metales (costo muy elevado), Uranio (elemento radiactivo que genera la fisión en un reactor nuclear)
- **Líquidos:** Petróleo y sus derivados
- **Gases:** Gas natural, Gas licuado de petróleo (GLP)

Artificiales o secundarios

- **Sólidos:** coque (destilado de carbón de hulla), carbón vegetal (destilado de la madera a 250°C), Aglomerado de hulla, Biomasa residual (basura y residuos urbanos, estiércol, etc.)
- **Líquidos:** Alcoholes (destilados de la biomasa), Aceites de nafta y benzol (destilados de petróleo)
- **Gaseosos:** Destilados de madera, Destilados de la hulla, Destilados de naftas de petróleo

Combustibles especiales

Este tipo de combustibles generalmente se utilizan para impulsar cohetes o en usos militares.

- **Líquidos:** H_2 líquido + O_2 líquido; Kerosene + O_2 líquido; Dimetilhidracina [$NH_2-N(CH_3)_2$] + N_2O_4

- **Sólidos:** Perclorato amónico (NH_4ClO_4);
Pólvora (NaNO_3 o KNO_3 ,+ S + C)

Propiedades de los combustibles

Composición: Conocer la composición de un combustible permite determinar los parámetros característicos estequiométricos de la reacción de combustión y conocer si existen sustancias que contamine o sean nocivos de los productos de reacción.

La forma más común de indicar la composición de un combustible gaseoso es como porcentaje en volumen de cada uno de sus componentes en condiciones normales.

Para un combustible gaseoso tipo hidrocarburo, la fórmula general es :



y sus componentes mas habituales son :

CO_2 , CO , H_2 , O_2 , N_2 , SO_2 SH_2 y H_2O como vapor

Si X_i es la fracción molar, se expresara como:

$[X_i] = \text{Kmol del componente } i / \text{Kmol de combustible}$

y debe cumplirse que $\sum_{i=1}^p X_i = 1$ si el gas tiene p componentes

Para un combustible líquido o sólido, la forma mas común de indicar la composición es expresar la cantidad de C, H, S , N , O , H₂O y cenizas en porcentaje de masa referida a un kg de combustible.

Si m_i es la masa del componente i se expresara como:

[m_i] = kg del componente i / kg de combustible con cenizas

y deberá cumplirse que $\sum_{i=1}^p m_i = 1$ si hay p componentes

Esta expresión se denomina también composición en "base húmeda"

Para expresar la composición en base seca será:

$m_i = m_i \frac{1}{1 - m_a}$, siendo m_a la fracción másica del agua

Composición de un Gas Natural

i	N ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	i C ₄ H ₁₀	n C ₄ H ₁₀
X _i	0.0071	0.8425	0.1477	0.0025	0.0001	0.0001

Poder Calorífico: El poder calorífico (PC) de un combustible es la cantidad de energía desprendida en la reacción de combustión, referida a la unidad empleada de combustible (Kg, Kmol, m³)

De acuerdo a como se expresa el estado del agua en los productos de reacción se puede dividir en:

Poder calorífico Superior (PCS): Expresa la cantidad de calor que se desprende en la reacción completa de la unidad de combustible con el agua de los humos en forma líquida a 0 °C y 1 atm.

Poder calorífico Inferior (PCI): Expresa la cantidad de calor que se desprende en la reacción completa de la unidad de combustible con el agua de los humos en estado de vapor.

Viscosidad: La viscosidad tiene gran importancia en los combustibles líquidos a efectos de su almacenamiento y transporte. Su determinación es experimental y los valores típicos se encuentran tabulados para los distintos combustibles industriales líquidos.

Densidad: Se determina experimentalmente y para el caso de los combustibles gaseosos se utiliza la densidad relativa al aire. En la práctica es muy importante conocer este parámetro para saber si el gas combustible se acumula en el techo o en el suelo, en caso de una fuga en un local cerrado.

La densidad absoluta del aire en condiciones normales es de 1,293 kg/m³

Para los combustibles líquidos, en forma aproximada se puede utilizar la siguiente fórmula

Densidad = $250 + 9.13 m_c + m_h$ expresada en kg / m³ a 15 °C

donde m_c y m_h son las masas respectivas de carbono e hidrógeno.

También es muy frecuente emplear una unidad convencional llamada "G" que se mide en °API y se calcula como

$$G = (141.5 / \text{densidad}) - 131.5 \text{ con la densidad en kg/ m}^3$$

Limite de inflamabilidad: Esta propiedad es característica a los combustibles gaseosos y establece la proporción de gas y aire necesaria para que se produzca la combustión, indicando un límite superior y uno inferior.

Punto de inflamación: Para que una reacción de combustión se produzca, la mezcla de combustible y comburente debe alcanzar una temperatura mínima necesaria, que recibe el nombre de punto de inflamación, la cual depende del comburente, por lo que su valor no es el mismo si se utiliza oxígeno o aire.

Una vez iniciada la reacción, el calor mantendrá la temperatura por encima de la inflamación y la reacción continuara hasta agotarse el combustible. Otra temperatura importante es la temperatura de combustión o de llama máxima, que se alcanza en la combustión.

GENERALIDADES DE LOS COMBUSTIBLES GASEOSOS

Los combustibles gaseosos están formados por hidrocarburos, que son, compuestos moleculares de carbono e hidrógeno. Las propiedades y características de los diferentes gases dependen del número y disposición de los átomos de carbono e hidrógeno de sus moléculas. Todos estos gases

son inodoros en estado puro, por eso es necesario añadir compuestos de azufre al gas comercial; estos compuestos, que a veces están presentes de forma natural en el gas, tienen un olor desagradable y sirven para advertir un escape en las tuberías o en equipos de gas. Los dispositivos empleados para quemar gas y producir calor o iluminación constan de una tobera de combustión y de algún sistema de premezcla aire con el gas.

El combustible gaseoso más empleado en la actualidad es el gas natural, extraído de yacimientos subterráneos de gas, y los gases embotellados, compuestos por los hidrocarburos más ligeros. **Los yacimientos de gas natural de petróleo generalmente llevan asociados una cierta cantidad de gas natural, que sale a la superficie junto con él cuando se perfora un pozo.** Sin embargo, existen pozos que proporcionan solamente gas natural. Éste contiene elementos orgánicos importantes como materias primas para la industria petrolera y química. Antes de emplear el gas natural como combustible se extraen los hidrocarburos más pesados, como el butano y el propano. **El gas que queda, el llamado gas seco,** se distribuye a usuarios domésticos e industriales como combustible. Este gas, libre de butano y propano, también se encuentra en la naturaleza. Está compuesto por los hidrocarburos más ligeros, metano y etano, y también se emplea para fabricar plásticos, fármacos y tintes. Varios hidrocarburos como el propano, el butano y el pentano, o mezclas de esos gases, se licuan para emplearlos como combustible. Los gases embotellados, se almacenan en balones o tanques metálicos, pueden utilizarse cocinas o estufas en

localidades carentes de suministro de gas. Estos gases embotellados se producen a partir del gas natural y el petróleo.

La comercialización del gas natural implica que este reúna unas características especiales que lo hacen apto para su transporte y consumo, tanto industrial como doméstico. Estas características están reguladas en el contrato que se establece en la venta del gas.

Los principales parámetros que exigirá el comprador respecto del gas que le están suministrando serán: El poder calorífico que este posee. La presión de suministro. La humedad del gas. Temperatura del gas. La cantidad de sólidos que arrastra. La no presencia de elementos indeseables como el anhídrido carbónico o el sulfuro de hidrógeno. En los contratos de compra de gas suelen definir el poder calorífico inferior del gas que suele situarse en 1000 BTU/pie³. Por tanto la diferencia entre PCS y PCI es igual por definición al calor de condensación del vapor de agua resultante de la combustión del combustible. La relación PCI/PCS depende de la proporción de los elementos carbono e hidrogeno presentes en gas combustible. Para los gases combustibles más usuales el valor de PCI/PCS ronda el valor de 0.9. El gran número de combustibles gaseosos de origen diverso y distintas categorías ha hecho que se clasifiquen en diferentes categorías. Se clasifica los gases combustibles según un parámetro, llamado índice de Wobbe, que resulta del cociente entre el poder calorífico superior y la raíz cuadrada de la densidad relativa del gas,

condiciones a 15 ° C y 1013 mbar. Los que tienen el mismo índice se dicen que son intercambiables entre si, y se clasifican en:

Primera familia: El gas manufacturado, el gas de coquería y el gas mezcla de hidrocarburo aire de bajo índice de wobbe (aire metanado o propano).

Segunda familia: Los gases naturales y las mezclas hidrocarburo aire de alto índice de wobbe (aire propanado).

Tercera familia: Los GLP, gases licuados del petróleo (Propano y butano).

FAMILIA DE GASES	MÍNIMO (MJ/m³)	MÁXIMO (MJ/m³)
Primera	19.13	27.64
Segunda	39.10	54.70
Tercera	72.90	87.30

2.1.1 EL GAS NATURAL

El Gas natural es un combustible gaseoso constituido por una mezcla de hidrocarburos livianos cuyo componente principal es el metano (CH₄). Se denomina con el término Natural porque en su constitución química no interviene ningún proceso; es limpio, sin color y sin olor.

Se le agrega un odorizante el THT (tetrahidrotiofeno) para la distribución sólo como medida de seguridad. El gas natural es más ligero que el aire, por lo que de producirse un escape de gas, éste tenderá a elevarse y a disiparse en la atmósfera a diferencia del GLP que es más pesado que el aire.

Se suministra a través de tuberías en forma similar al agua potable.

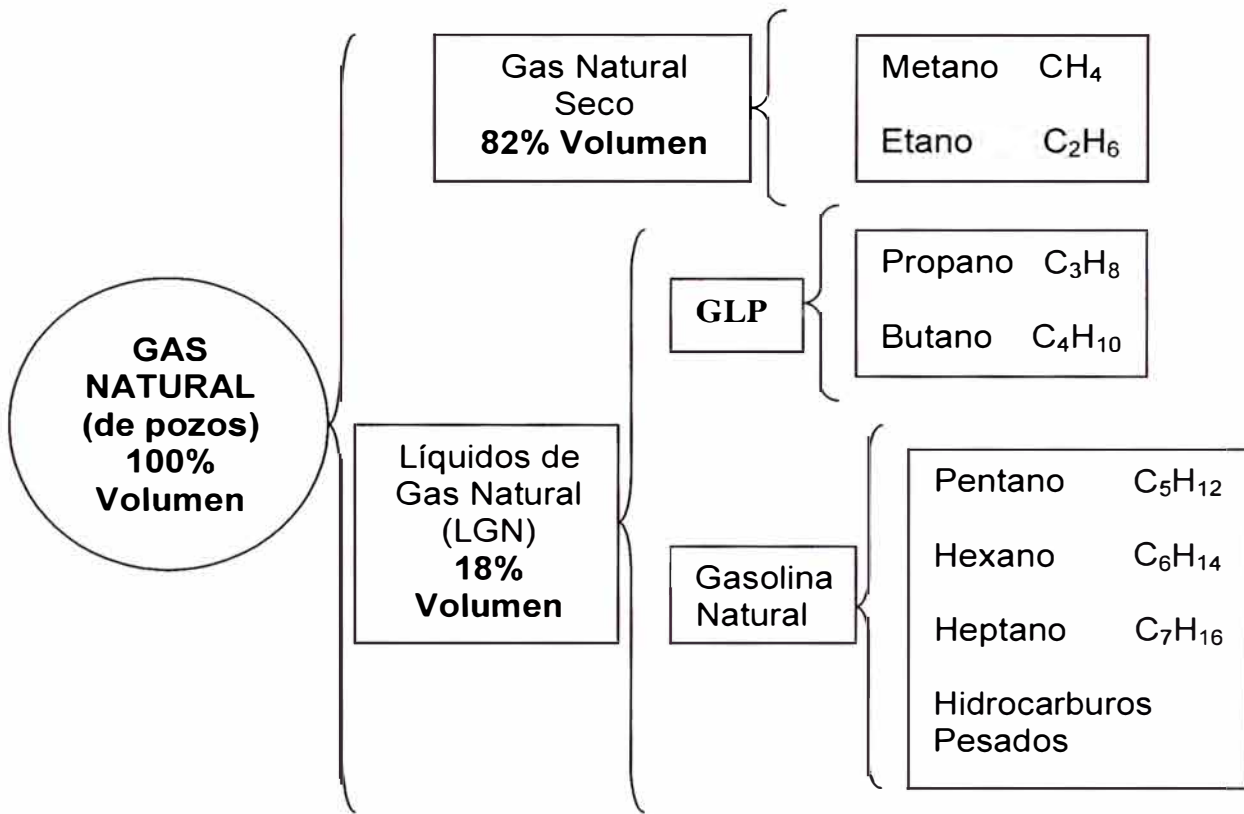
Componentes del gas natural

Es un combustible fósil formado por un conjunto de hidrocarburos que en condiciones de reservorio en los yacimientos se encuentran en estado gaseoso (gas natural no asociado) o acompañado con el petróleo (gas natural asociado).

Propiedades

Densidad relativa con respecto al aire	0.6175	
Poder Calorífico Superior	38.044 MBTU /m ³	9 586.94 kcal /m ³
Poder Calorífico Inferior	34.387 MBTU /m ³	8 665.39 kcal /m ³
Índice de Wobbe	48.41 MBTU /m ³	12.20 kcal/ m ³
Temperatura de condensación	-161 ° C	
Velocidad de llama (m/s)	0.36	

GAS NATURAL: Referencia de % volumen del gas de Camisea



2.1.2 EL GLP

El Gas Licuado de Petróleo es una mezcla de hidrocarburos volátiles. Formados por compuestos tipo propano y butano en proporciones ideales de 40 y 60 %; es obtenido mediante procesos de refinación de petróleo crudo y Gas Natural.

El GLP es elaborado en base a estándares de calidad internacional y nacional.

- NORMA AMERICANA AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS ASTM D1835

- NORMA TÉCNICA PERUANA - INDECOPI

Características

- Combustión limpia, la eficiencia de combustión permite que se quemara sin formación de humo, hollín o cenizas.
- Mezcla ideal de proporciones propano – butano, lo que resulta en un elevado poder calorífico por unidad de peso y volumen.
- Mínimo contenido de azufre.
- Protege el medio ambiente, la eficiencia de la combustión es óptima.
- Reducción de emisiones tóxicas de óxidos de carbono e hidrocarburos no quemados.
- Reducción del mantenimiento de los equipos, maximizando la economía.

Usos

- Doméstico: cocinas, termas, calefacción
- Industrial: hornos, calderos, quemadores, generación eléctrica
- Automotriz: automóviles, camiones

Calidad Típica GLP

ENSAYOS	RESULTADOS	Método ASTM
VOLATIVILIDAD		
Gravedad específica a 15.6/15.6 ° C	0.535-0.560	D-1657, D-2598
Presión de vapor a 37.8° C, psig	116-140	D-1267, D-2598
COMPOSICIÓN		
Hidrocarburos C3	45-60	D-2163
Hidrocarburos C4	55-40	D-2163
MATERIA RESIDUAL		
Residuo evaporación de 100 ml. ml	0.03	D-2158
Prueba de la mancha de aceite	Pasa	D-2158
CORROSIVIDAD		
Corrosión lámina de cobre, 1 h a 37.8° C, N°	1 ^a	D-1838
PODER CALORÍFICO, BTU /GAL	97 200	Calculado

Fuente: PETROPERU

2.1.3 PETROLEO DIESEL 2

El Petróleo Diesel 2 es un combustible elaborado a través de un proceso de refinación de petróleo y posee un elevado número de cetano con bajo contenido de azufre, contiene aditivos que mejoran la eficiencia de la combustión.

El petróleo diesel 2 es elaborado bajo los estándares internacionales y nacionales de calidad:

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS ASTM D-975
- SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS SAE J-313
- NORMA TÉCNICA PERUANA – INDECOPI

Características

- Elevado índice de cetano lo que asegura una excelente ignición, arranque rápido..
- Bajo contenido de azufre protegiendo el equipo.
- Protege el medio ambiente, posee un elevado poder calorífico y balanceado rango de destilación, garantizando una eficiente combustión, minimizando la emisión de gases tóxicos.

- Máxima economía al proporcionar un mejor rendimiento, reduciendo los gastos de mantenimiento

Usos

- En motores del ciclo diesel: automóviles, camiones, ómnibus, tractores
- En los equipos de construcción, embarcaciones de menor calado.
- En quemadores de calderos, en plantas de generación eléctrica
- Grupos electrógenos

Calidad Típica Petróleo Diesel 2

ENSAYOS	RESULTADOS	Método ASTM
APARIENCIA		
Color ASTM	1.5	D-1500
VOLATIVILIDAD		
Gravedad API a 15.6° C	33.6	D-287
Punto de inflamación, ° C	65	D-93
Destilación		D-86
50% V recuperado	295	

90% V recuperado	350	
FLUIDEZ		
Viscosidad cinemática a 37.8° C	4.2	D-445
Punto de escurrimiento, ° C	-9	D-97
COMPOSICIÓN		
Azufre, % masa	0.31	D-4294
Residuo carbón Conradson, 10% fondos, % masa	0.02	D-189
CONTAMINANTES		
Agua y sedimentos, % Vol	0.0	D-1796
Cenizas, % masa	0.001	D-482
CORROSIVIDAD		
Corrosión lámina de Cu, 3h a 50° C, N°	1ª	D-130
COMBUSTIÓN		
Índice de cetano	50	D-976
Poder calorífico, BTU /GAL	139 500	Calculado

Fuente :PETROPERU

2.2 APLICACIÓN DE LOS COMBUSTIBLES

Se usa para la generación eléctrica, como combustible en las industrias, comercios, residencias y en el transporte.

Principales usos del gas natural por sector productivo.

SECTOR	COMBUSTIBLE QUE PUEDE SUSTITUIR	APLICACIÓN / PROCESO
Industrial	<ul style="list-style-type: none"> • Carbón • Fuel Oil • Gas Licuado • Kerosene • Leña 	Fundición de metales Hornos de Fusión Secado Industria del cemento Industria de alimentos Generación de vapor Tratamientos térmicos Temple y recocido de metales Cogeneración Cámaras de combustión Producción Petroquímicos Sistema de Calefacción
Generación Eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> • Carbón • Fuel Oil 	Centrales térmicas Cogeneración eléctrica
Comercial	<ul style="list-style-type: none"> • Carbón • Gas ciudad • Gas licuado 	Aire acondicionado Cocción/preparación alimentos Agua caliente Calefacción central
Residencial	<ul style="list-style-type: none"> • Gas Ciudad • Gas licuado • Kerosene • Leña 	Cocina Calefacción Agua Caliente Aire Acondicionado
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Gasolina • Diesel 	Taxis Buses

Fuente: Dirección General de Hidrocarburo - MINEM

➤ Gas Natural para la Generación Eléctrica

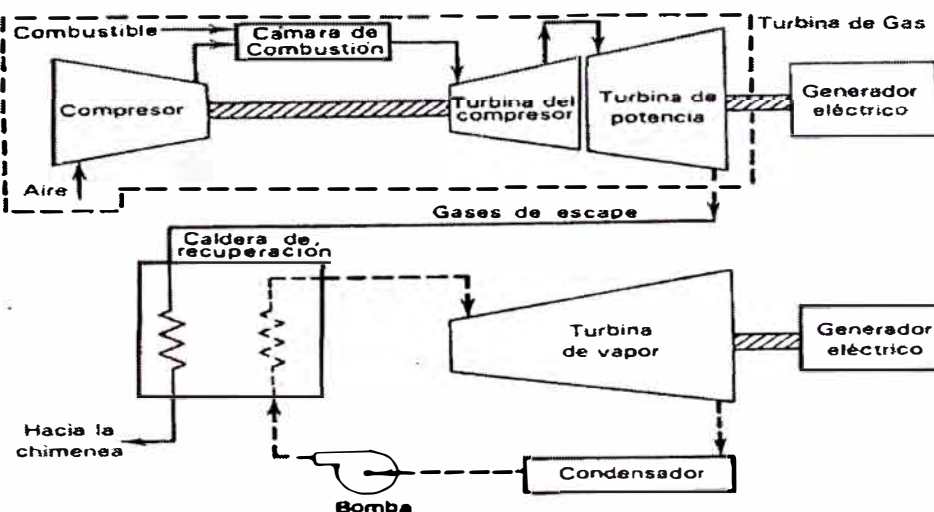
El gas natural es el combustible más económico para la generación de electricidad, mejora la economía, aumenta el rendimiento y reduce el impacto ambiental.

Estas ventajas pueden conseguirse tanto en las grandes centrales termoeléctricas así como en las pequeñas.

Una central de ciclo combinado de gas

Se basa en la producción de energía a través de ciclos diferentes, una turbina de gas y otra turbina de vapor. El calor no utilizado por uno de los ciclos se emplea como fuente de calor del otro. De esta forma los gases calientes de escape del ciclo de turbinas de gas entregan la energía necesaria para el funcionamiento del ciclo de vapor acoplado. Esta configuración permite un muy eficiente empleo del gas natural.

La energía obtenida puede ser utilizada, para la generación eléctrica, para calefacción y para la obtención de vapor de proceso.



La cogeneración

La cogeneración es la producción simultánea de energía eléctrica y energía térmica utilizando un único combustible como el gas natural.

Las plantas de Cogeneración producen electricidad y calor para aplicaciones descentralizadas y donde se requieran. Estas plantas tienen una óptima eficiencia en las transformaciones energéticas y con mínimas contaminaciones ambientales.

Una planta de cogeneración está compuesta por un motor de combustión interna de ciclo Otto (o turbina de gas) que acciona un alternador (generador eléctrico).

A este conjunto generador se le puede aprovechar la energía térmica liberada a través de la combustión de los gases, mediante intercambiadores de calor instalados en los circuitos de refrigeración de camisas, de aceite lubricante, más un aprovechamiento extra en una caldera de recuperación de gases de escape.

Ventajas de las centrales térmicas de gas con respecto al diesel

La sustitución de centrales convencionales de diesel por centrales de ciclo combinado que utilizan gas natural es una manera efectiva de contribuir a la reducción del efecto invernadero. Por otro lado, la tecnología de ciclo combinado consume un 35% menos de combustible fósil que las convencionales, lo que aporta, de hecho, la mejor solución para reducir las emisiones de CO₂ a la atmósfera y, por tanto, contribuir a preservar el entorno medioambiental. Respecto al resto de contaminantes, la emisión

unitaria por kWh producido a través de plantas de ciclo combinado es, en general, sensiblemente menor, aunque destaca especialmente la reducción de emisión de dióxido de azufre, que es despreciable frente a la de una central alimentada por fuel.

También resulta significativa la menor cantidad de agua que se utiliza en el proceso, ya que la turbina de gas no precisa de refrigeración alguna y únicamente se requiere agua para el ciclo de vapor, lo que supone que una central de ciclo combinado con gas natural necesita tan sólo un tercio del agua que se precisa en un ciclo simple de fuel.

➤ **Gas Natural para la Industria**

Reemplaza ventajosamente a otros combustibles. Ideal para procesos industriales, como la industria de la cerámica, del cemento y la fabricación de vidrio. En la fabricación del acero puede ser usado como reductor siderúrgico en lugar del coque (Hierro esponja). Es también utilizado como materia prima en la industria petroquímica y para la producción de amoníaco, urea en la industria del fertilizante

Las industrias que se puede usar el gas natural

Cerámica

El gas natural ofrece a la industria cerámica ventajas, en la fabricación de azulejos, porcelana, gres o refractarios, su utilización se traduce en un importante aumento de la producción, la mejora en la calidad de los productos y la optimización en la economía de la empresa.

El gas natural disminuye la formación de manchas y decoloraciones de los artículos durante la cocción y secado; mejorando la calidad de los productos.

Metalurgia

El gas natural tiene un gran número de aplicaciones en este sector de la industria; sus características lo hacen apto para todos los procesos de calentamiento de metales, tanto en la fusión como en el recalentamiento y tratamientos térmicos.

Vidrio

El gas natural se utiliza en la industria del vidrio, infusión, feeders, arcas de recogido y decoración, máquinas automáticas, etc. El estudio conjunto de las propiedades físico-químicas del gas natural y de las condiciones de funcionamiento que requiere el perfecto calentamiento del horno de fusión de cristal, ha permitido la construcción de quemadores para gas natural con unas características de la llama que le permiten obtener la luminosidad y la radiación necesarias para conseguir una óptima penetración y transmisión de la energía desprendida en la masa de cristal.

Textil

El uso del gas natural como combustible en las calderas de vapor, son múltiples los procesos donde el gas encuentra aplicaciones tan específicas como aplicaciones de acción directa de la llama (chamuscado de hilos, chamuscado de tejidos); aplicaciones de calentamiento por contacto (abrasado, calandrado); aplicaciones de calentamiento por radiación (presecado, polimerización); aplicaciones de calentamiento directo por convección en secadores y rames, en sustitución del tradicional sistema de

calentamiento mediante fluidos intermedios, con el consiguiente ahorro energético (entre el 20 y el 30%); la posibilidad de calentamiento directo de los baños líquidos mediante tubos sumergidos o por combustión sumergida.

Química

El gas natural encuentra uno de los campos más amplios de utilización en la industria química. El gas natural como fuente de energía, tanto para la producción de vapor como para el calentamiento de las unidades de cracking y de reforming, permite una perfecta regulación de la temperatura; por el ajuste de la relación aire-gas y la uniformidad de composición del gas natural, presenta una nula corrosión de los haces tubulares gracias a la ausencia de impurezas, y facilita la posibilidad de utilización del gas natural con mezcla variable de otros gases residuales disponibles en la industria gracias a la ductibilidad de los quemadores.

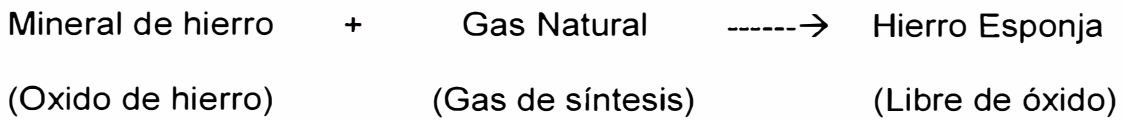
El metano y etano constituyen la materia base en procesos fundamentales de la petroquímica, tan importantes como por ejemplo la producción de hidrógeno, de metanol, de amoníaco, de acetileno, de ácido cianhídrico, etc. Todos estos fabricados se consideran punto de partida para la obtención de una amplia gama de productos comerciales.

Otras actividades industriales

Es una energía muy usada en todos los procesos de fabricación que requieren calor, como por ejemplo la industria del papel, alimentaria, etc.

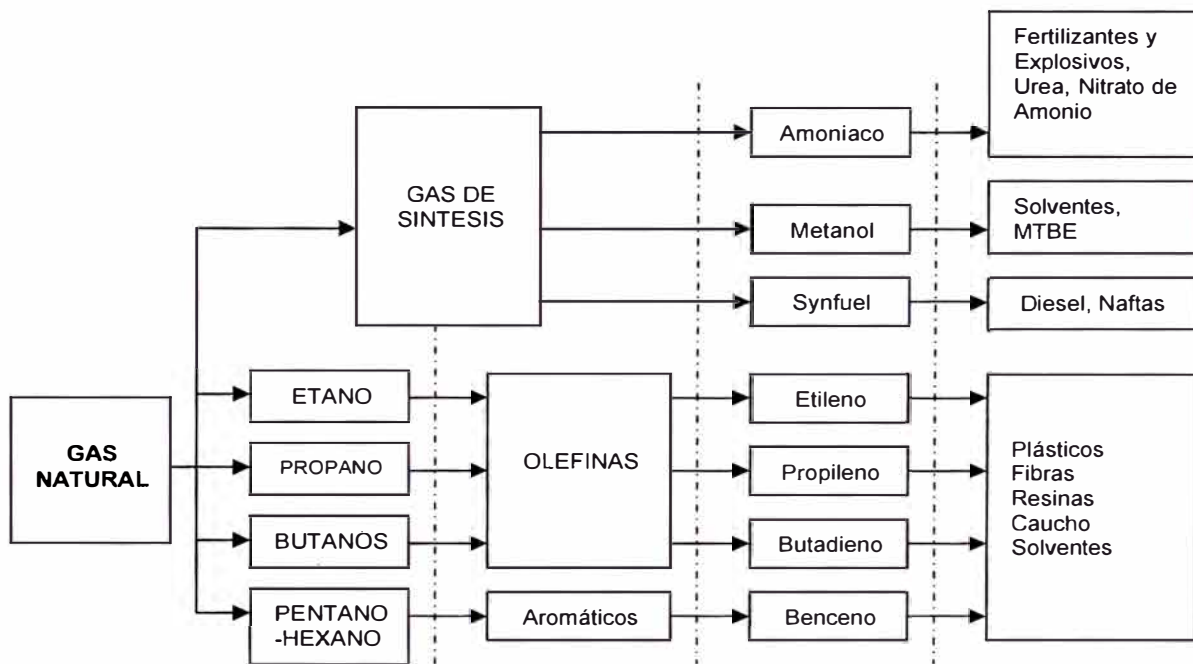
En sistemas de refrigeración por absorción.

Producción de hierro esponja



En la petroquímica

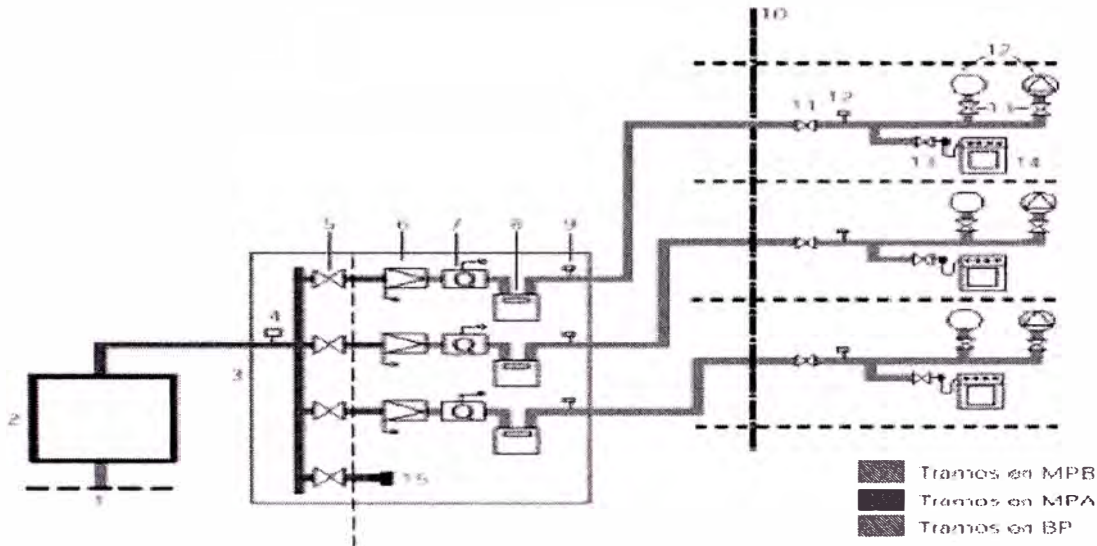
Productos petroquímicos producidos a partir del gas natural



➤ Gas natural para uso comercial y doméstico

- **En el sector comercial:** Se utiliza como combustible en restaurantes, panaderías, lavanderías, hospitales y demás usuarios colectivos para cocción de alimentos, servicio de agua caliente, y calefacción.

Una instalación normal de suministro de gas natural a un consumidor comercial.



1. Conexión del armario de regulación con el tramo en media presión B (MPB)
2. Armario de regulación
3. Centralización de contadores
4. Toma de presión a la entrada de la centralización de contadores
5. Llave de abonado. Hace las funciones de llave de entrada del contador.
6. Regulador de presión para cada usuario.
7. Limitador de caudal insertado en la rosca de entrada del contador.
8. Contador.
9. Toma de presión a la salida del contador.
10. Limite de vivienda.
11. Llave de vivienda.
12. Toma de presión en vivienda (alternativo).
13. Llave de conexión del aparato.

MPA: Media presión A comprendida entre 0.05 y 0,4 bar.

BP: Baja presión menor o igual a 0.05 bar.

➤ **Gas natural para uso vehicular**

El gas natural comprimido (GNC)

Generalmente es solo metano y se usa como combustible en vehículos con motores de combustión interna en reemplazo de las gasolinas, tiene bajo costo y menor incidencia en la contaminación ambiental.

Dispositivos se instalan para el suministro de GNC

1. Punto de recarga.
2. Cilindros para almacenar gas.
3. Selector de combustible indicador de combustible.
4. Filtro.
5. Tubería
6. Regulador de presión.
7. Carburador o mezclador aire-combustible

Vehículos convertidos a GNC

Se pueden convertir a GNC los automóviles alimentados con gasolina, ya sea que tengan carburador o posean sistema de inyección, Es importante que el automóvil que se pretenda transformar a GNC esté en buenas condiciones de funcionamiento, especialmente en lo que respecta a encendido e instalación eléctrica.

Las ventajas de usar GNC

Las ventajas del GNC respecto de la gasolina son:

- 1) El costo inferior del GNC.
- 2) La menor contaminación ambiental, debido a la ausencia total de plomo y benceno en el GNC.
- 3) La mayor duración del motor.
- 4) Mayor duración del aceite, debido a la menor carbonización.

Costo de instalación de un equipo de GNC

El costo de instalación de un equipo de GNC varía de acuerdo al tipo de automóvil, si utiliza carburador, o tiene un sistema de inyección.

Varía también de acuerdo con la capacidad de los tanques que se instalan.

Suministro del GNC a los vehículos

El suministro de GNC a los vehículos se realiza en las estaciones de servicio (gasocentros de GNC) que está compuesto básicamente por el compresor, tanques de almacenamiento y los surtidores.

1. **Red de gas natural.-** Son las redes de distribución disponibles para conectarse a las estaciones de servicio de GNC.
2. **Estación de compresión.-** es un equipo que se instala para elevar la presión de entrada del gas hasta 250 bar. y entregar bajo esa presión a las baterías de tanques de almacenamiento.
3. **Almacenamiento.-** esta formado por múltiples cilindros conectados entre si, tiene como objetivo acumular GNC que viene del compresor y realizar la entrega hacia el surtidor.
4. **Surtidor.-** es el dispositivo que permite cargar el GNC a los vehículos hasta una presión de 200 bar.

2.3 PRODUCCIÓN Y ABASTECIMIENTO

Zonas del Perú que se producen gas natural

El gas natural se produce en las áreas geográficas:

En el Noroeste En el área de Talara se usa el gas natural como combustible en la generación de electricidad (Central Térmica de EEP SA), en las operaciones de las industrias petroleras de la zona y también como combustible residencial (aproximadamente 350 viviendas). Existe la posibilidad de que se desarrollen proyectos de distribución en las ciudades de Talara, Sullana y Piura.

En la Selva Central En el área de Pucallpa se usa el gas natural como combustible para la generación eléctrica (Central Térmica de Aguaytía Energy) y en las operaciones petroleras.

Las Reservas probadas existentes en el Perú son:

AREAS	TCF
Noroeste (Talara)	0,320
Aguaytía	0,290
Camisea (Lote 88)	9,300
Total País	9,910

Tcf : 10^{12} pies cúbico. (Datos a 2003)

Normas legales rigen las actividades de la industria del gas natural en el Perú

Las actividades en el Subsector Hidrocarburos en el Perú están normados por la Ley N° 26221, Ley Orgánica de Hidrocarburos y sus Reglamentos. En relación a las actividades del gas natural existen las siguientes normas:

- Ley 27133, Ley de Promoción del Desarrollo de la Industria del Gas Natural y su Reglamento D.S. N° 040-99-EM

(ver <http://www.minem.gob.pe/hidrocarburos/legislacion/ds040-99.pdf>) y modificatorias.

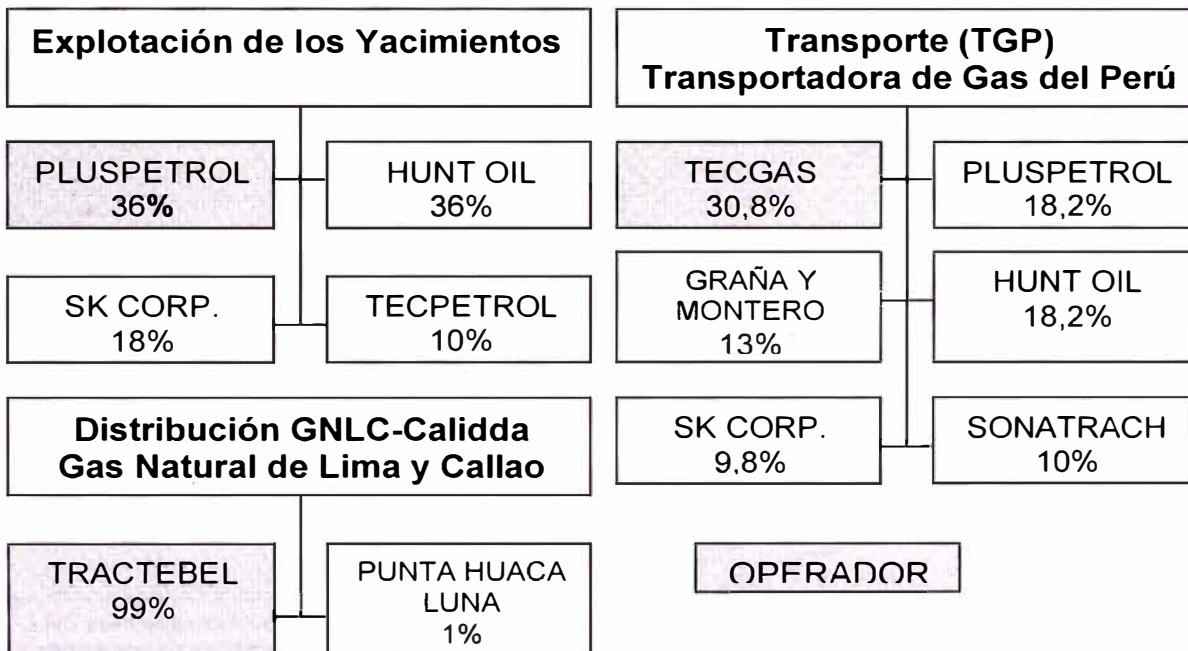
- Reglamento de Transporte de Hidrocarburos por Ductos D.S. N° 041-99-EM (ver <http://www.minem.gob.pe/hidrocarburos/legislacion/ds041-90.pdf>) y modificatorias.

- Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos D.S. N° 042-99-EM (ver <http://www.minem.gob.pe/hidrocarburos/legislacion/ds042-99.pdf>) y modificatorias.

Gas de Camisea

Los yacimientos de gas están ubicados aproximadamente a 500 kilómetros al este de Lima, en la Cuenca Ucayali, dentro del departamento del Cusco, provincia de la Convención, distrito de Echarate. Para los efectos del Lote 88 solo se consideran los yacimientos San Martín y Cashiriari.

Empresas contratistas que están a cargo del proyecto Camisea

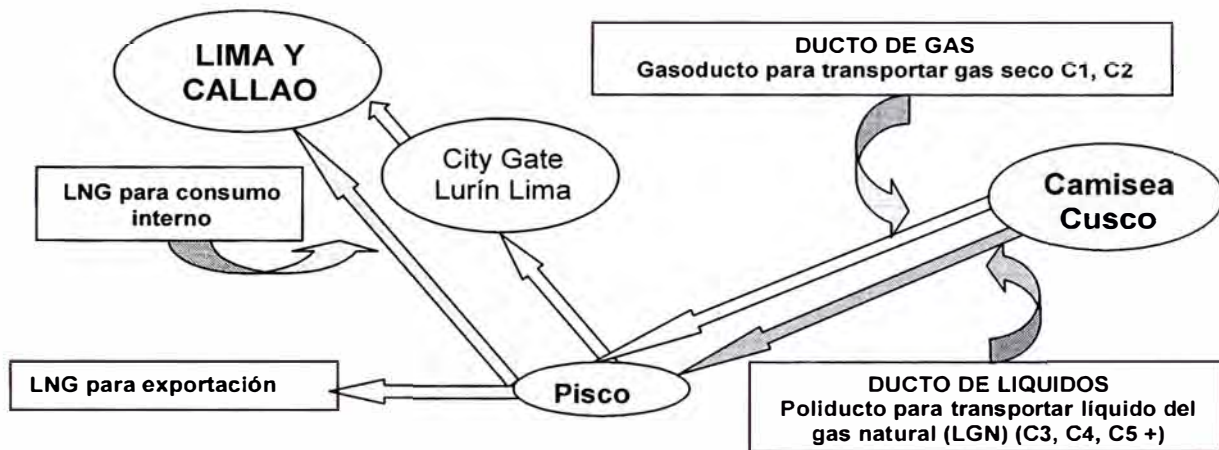


El Proyecto consiste en extraer el gas natural de los yacimientos San Martín y Cashiriari para ser procesados en una Planta de Separación ubicada en Malvinas (orillas del río Urubamba). En esta planta se separarán los líquidos de gas natural y se eliminarán el agua y las impurezas. El gas natural se acondicionará y se transportará por un gasoducto hasta la costa, mientras que el gas excedente será reinyectado a los reservorios productivos.

Por otro lado, los líquidos del gas obtenidos en la Planta de Separación serán conducidos mediante un Ducto de Líquidos hasta una planta de fraccionamiento ubicada en Pisco, donde se obtendrán productos de calidad comercial (GLP, Gasolina natural) para despacharlos al mercado a través de buques y/o camiones cisterna.

Finalmente en Lima y Callao se instalará una red de ductos para distribución del gas natural, la que en primera instancia se orientará principalmente al

suministro de gas a la industria y a las plantas de generación de electricidad y mas adelante se ampliará esta red para suministro residencial, comercial y transporte.



Longitud que tienen los ductos de Camisea

Para transportar los hidrocarburos de Camisea hasta la Costa Central se construyó dos ductos, los cuales atraviesa zonas de selva, luego los Andes superando alturas de mas de 4,500 metros para finalmente descender por los terrenos desérticos de la costa, estos ductos son:

- Un gasoducto de aproximadamente 700 km. de longitud, desde los yacimientos hasta el "City Gate" en Lima.
- Un poliducto para los LGN (líquidos de gas natural) de aproximadamente 550 km. de longitud, desde los yacimientos hasta la planta de fraccionamiento y terminal de exportación (Pisco).

Empresas como consumidores iniciales del gas natural

Las empresas que firmaron el contrato Take or Pay con el productor.

Empresa	Capacidad diaria contractual total(*) (en miles de metros cúbico por día)	Número de plantas
Electroperú SA (ETEVENSA)	1982,00	Determina posteriormente
Alicorp SA	56,45	2
Sudamericana de Fibras SA	79,00	1
Cerámica Lima SA	100,00	2
Vidrios Industriales SA	58,20	2
Corporación Cerámica SA	31,00	2
Cerámicas San Lorenzo SAC	36,80	1

(*)Capacidad contratada total en contratos de suministro de Gas con el Productor

Inversiones Proyectadas en Camisea (US\$ Millones)

Etapas	Inicial (*)	Adicional	Total
Exploración	600	400	1000
Transporte	900	500	1400
Distribución	100	100	200
Total	1600	1000	2600

(*)hasta la fecha de puesta en operación comercial.

Precio Gas de Camisea Precio máximo (Inicio de extracción comercial)

Precio	Generación - electricidad (US\$ / MMBTU)	Otros usuarios (US\$ / MMBTU)
Boca de pozo *	1,00	1,80
Servicio de transporte **	0,876	1,135
Servicio de distribución	0,144	0,216
Total	2,020	3,331

(*) Precios máximos según Contrato de Licencia

(**) Estimados por Comisión de Tarifas de Energía de OSINERG depende del desarrollo del mercado

Ventajas aporta el gas de Camisea para el Perú

Energía que reemplaza a los combustibles tradicionales e importados.

Promueve el crecimiento económico del país y mejora la Balanza Comercial.

Genera ingreso para el Estado y las regiones por concepto de Canon.

Crea puestos de trabajo, creará nuevas industrias, incrementa exportación.

Mejorara la imagen del Perú como receptor de inversión extranjera.

Contribuirá a mejorar el ambiente.

2.4 ANALISIS EN EL SECTOR DE HIDROCARBUROS Y GAS NATURAL

A. ANALISIS A NIVEL MUNDIAL

Fuente: Bruce Thomson, en: www.egroups.com/group/RunningOnEmpty

La escasez del petróleo es inminente:

- La extracción de crudo será insuficiente para suplir la demanda mundial (consumo año 2005 de 84 millones BPD, estimado año 2025 de 120 millones BPD).
- Las fuentes alternativas de energía, como la nuclear o el gas natural, no podrán compensar la vaticinada escasez de crudo.
- Se esperan interrupciones generalizadas en el transporte y la economía, alrededor del año 2010, cuando el punto máximo de extracción mundial de combustibles líquidos, sea seguido por un constante declive de la producción

Consecuencias más significativas:

- Cortes graduales y permanentes del suministro de combustible para el transporte y la maquinaria industrial. El comercio mundial declinará substancialmente.
- La Agricultura, depende en gran medida de los fertilizantes y los productos químicos hechos con petróleo.
- Escasez de los otros 500.000 productos derivados del crudo.
- Por consiguiente, se producirá una virtual reducción de casi toda la actividad comercial y gubernamental.

Dificultades de adaptación: Una sustancial parte del problema reside en el hecho de que la mayor parte del equipamiento existente está diseñado solamente para combustibles fósiles. Por ejemplo, los 11.000 aviones de transporte del mundo no pueden funcionar con gas natural, energía nuclear o carbón.

Derivados del petróleo: El costo y la disponibilidad decreciente de los 500,000 productos derivados del petróleo: fertilizantes (que proporcionan la alimentación), medicinas, plásticos, aisladores, computadoras, asfalto, tinturas, pinturas, colas, solventes, antisépticos, pelotas del golf, CDs, bolsas de basura, esmalte para uñas, detergentes, chicles, etc.

Problema oculto: No sólo bajará el suministro de petróleo, sino que la escasez y el aumento de los precios dificultarán los intentos de la industria por reconvertir la sociedad hacia otras formas de energía.

Pruebas inminentes de escasez: La literatura desinformada opina que el crudo es abundante y que el mejoramiento de las formas de extracción, mantendrá durante décadas el suministro adecuado. Sin embargo, este informe revela: Una clara tendencia, mantenida durante cuarenta años, hacia la disminución en los descubrimientos de petróleo, y asimismo, una merma en el rendimiento de los pozos que están en un continuo proceso de vaciamiento.

Una engañosa información de los inventarios de crudo, por parte de los países extractores de petróleo.

Porque las fuentes alternativas de energía no podrán evitar la escasez.

Se han estudiado los combustibles alternativos. Como reemplazantes del petróleo, son inadecuados, tanto por la cantidad, como por la versatilidad de su uso. No hay tiempo suficiente para prevenir fuertes impactos.

Cuándo y cuán negativo: Año en el que el suministro no alcanzará a cubrir la demanda mundial: 2010, aproximadamente

Tasa de disminución del suministro mundial de crudo: Desde 2010 en adelante, será del 3% anual.

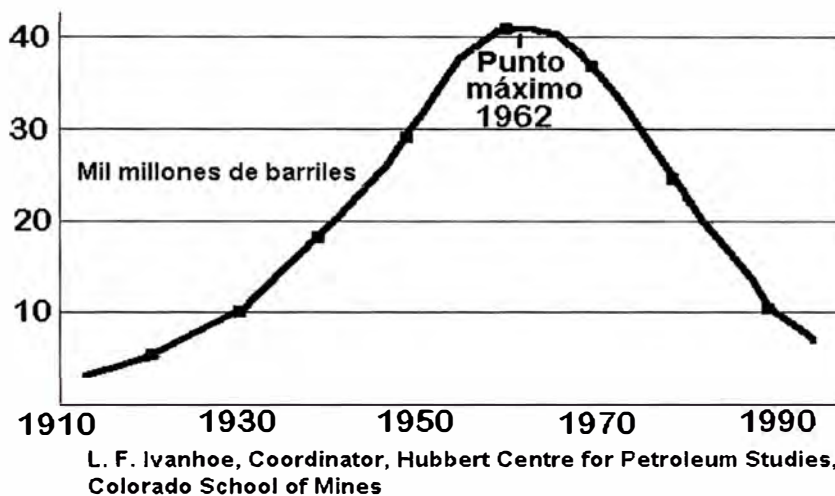
Duración de la tendencia declinante: Para siempre. El petróleo tarda millones de años en formarse, en condiciones geológicas muy especiales.

Barriles consumidos por año en el mundo: En 1999 se consumieron más de 22 000 millones BP, en 2005 se consumieron 30 000 millones BP.

Barriles descubiertos globalmente por año: Aproximadamente 5 billones de barriles anuales. El descubrimiento de crudo fluctúa cada año, pero alcanzó su máximo nivel en los años sesenta y ha declinado a un promedio aproximado de 9 billones de barriles descubiertos por año durante los últimos 40 años. Hemos vaciado inmensos y antiguos yacimientos los cuales tienen una antigüedad promedio de 35 años, y algunos de más de 50 años.

La ASPO (Asociación para el Estudio del Cenit del Petróleo y del Gas), la comunidad de investigadores pronostica aplicando la técnica del pico de Hubbert, que a partir de año 2010 habrá un declive a nivel mundial de la producción de barriles de petróleo, por consiguiente la elevación de los precios.

Disminución mundial de los descubrimientos de crudo
Promedio de cada década



Estudiado por el geólogo Sr. King Hubbert (Pico de Hubbert)

Petróleo descubierto antes de 1973 que esta siendo utilizado en la actualidad: Más de 70% del actual suministro global fue descubierto antes de 1973.

Proporción de crudo consumida respecto a la que se descubre cada año: En el 2005: De 5 barriles consumidos por cada uno que se descubre.

Proporción de energía global Proporcionada por el petróleo en los países desarrollados: En 2005: 36%

Oferta mundial de energía

36% petróleo; **23%** carbón mineral; **21%** gas natural; **10.8%** biomasa (forestal, residuo animal); **6.6%** nuclear; **2.1%** hidráulica; **0.5%** otras (alternativas: solar, eólica)

Las fuentes del carbono cubren el 80% de la necesidad mundial de energía.

Todas las energías cubre la demanda de 6500 millones habitantes del planeta.

La Insuficiencia de las soluciones esperadas:

La idea de "invertir más para encontrarlo" Crudo aún por descubrir en el mundo: Después de un siglo de exploración, la geología terrestre y los recursos de petróleo son, en general, bien conocidos. Cuando los yacimientos se van vaciando, el dinero sólo ayuda a recoger el crudo restante, más difícil de alcanzar. Hay 210 billones de barriles todavía por descubrir y 1000 billones de barriles aún por extraer. Esto queda evidenciado por la tendencia declinante de los descubrimientos durante los últimos 40 años. Ningún monto de dinero creará petróleo que simplemente, no existe.

Número de pozos en el mundo/ EE.UU.: En el mundo hay más de 500.000. En Estados Unidos, el 80% de los pozos producen actualmente menos de tres barriles por día.

Porcentaje de crudo recuperado de un pozo petrolero tipo: Entre el 20% y el 60%. Guarda relación, principalmente, con la densidad del petróleo. Se extrae un menor porcentaje cuando el crudo es pesado que cuando es ligero, porque el primero se queda adherido al depósito.

Un desafío para la tecnología: Para compensar el 3% de disminución en la producción que se espera para el 2010.

(Basándose en los 30 billones de barriles anuales que se producen actualmente), se deberían crear e instalar, suministros permanentes de energía transportable, equivalentes a 660 millones de barriles de crudo anuales. Luego, debido a que el petróleo continuará disminuyendo permanentemente, esta nueva fuente energética debería aumentar, hasta reemplazar el 36% del suministro mundial (siempre basándonos en los 30

billones de barriles anuales), o reducir la demanda de energía en forma equivalente a los aumentos de la población de casi un cuarto de millón de personas diarias.

Energía Nuclear: Actualmente, la energía nuclear está siendo abandonada en el mundo cubre el **6.8 %**.

(International Energy Agency 1999). La capacidad de la energía nuclear para suavizar el impacto de la caída de la producción de crudo es muy problemática, debido a que: Han ocurrido muchos accidentes en el pasado y existen riesgos de que se susciten más en el futuro, incluso provocados por grupos terroristas. Serían necesarios muchos más reactores. Deberían ser transportados, a riesgo del público, toneladas de materiales radiactivos. Los desechos nucleares son todavía el mayor problema irresuelto, sobre todo el de los reactores que producen plutonio, cuyo promedio de vida es de 24.000 años. Todos los reactores abandonados permanecerán en estado radiactivo durante décadas o milenios. La energía Nuclear no puede implementarse en forma directa con aviones ni vehículos. La adaptación de la energía nuclear para hacer hidrógeno u otros combustibles sería un proyecto enorme y de alto costo energético. Después de 40 años de investigación y miles de millones de dólares invertidos, todavía no se ha podido avanzar en el área de la fusión nuclear.

Gas natural: Proporción de energía global suministrada por el gas: **21 %** de suministro global (2006.)

Como reemplazante del crudo: El gas también comenzará a disminuir desde 2020 en adelante. La demanda de gas natural está sobrepasando al suministro, en especial, debido a que las empresas generadoras de energía utilizan el gas natural aún existente para generar electricidad. El gas no es adecuado para los aviones Jet, barcos, vehículos y equipos para la agricultura y otros productos. La conversión consumirá grandes cantidades de energía así como de dinero. El gas natural tampoco proporcionaría la enorme serie de derivados químicos para los que dependemos del petróleo.

Hidroelectricidad: Uso actual: **2.1%** de suministro global de energía

Como reemplazante del crudo: Muy limitado, comparado con el 36% proporcionado hoy por el petróleo. Inadecuado para los aviones y los 722 millones de vehículos existentes.

Carbón: Uso global actual: **23%** del suministro global.

Como reemplazante del crudo: Es entre el 50% y el 200% más pesado que el crudo por unidad de energía. Es espeso y sucio. Requeriría de la expansión de la minería carbonífera y conduciría a la ruina de la tierra y a aumentar las emisiones de gas invernadero. Es fácil controlar las cantidades de petróleo o gas utilizadas, pero con el carbón es diferente, se lo utiliza en las centrales generadoras de energía para generar electricidad, gastando la mitad de su contenido energético. Las operaciones en las minas de carbón

se realizan con combustibles fósiles. Las maquinarias actualmente utilizadas para la extracción y transporte del carbón no consumen carbón, sino combustibles fósiles.

Problemas medio ambientales, la polución: (Humo, gases de invernadero y lluvia ácida).

Combustibles líquidos del carbón: Son muy ineficientes requieren grandes cantidades de agua.

Energías Solar y eólica.

Uso solar global: Aproximadamente **0.5%** del suministro de energía global. La energía producida varía constantemente con el clima y entre el día y la noche. No se puede almacenar ni transportar como el crudo o el gas natural, por lo que es muy inadecuado para los actuales vehículos y la industria. Las baterías son voluminosas, caras e inutilizables entre los 5 y 10 años de uso.

El Equipo solar fotovoltaico (4 dls. Por vatio) es eficiente aproximadamente en un 15%, y produce unos 100 vatios de 1 kilovatio por metro cuadrado expuesto al sol luminoso (suficiente para una bombilla). Sin embargo, una serie de placas solares tipo para agua, puede calentar entre el 50% y el 85% del agua de una casa. Usar algo de crudo que aún existe como combustible para fabricar equipos solares y eólicos puede ser una sabia decisión.

Uso global de la energía eólica: En 1990 fue de **0.07%** del suministro de energía. Esta energía, al igual que la solar, varía mucho con el clima y no se

puede almacenar ni transportar como el petróleo y el gas. Cada turbina de viento, produce en Dinamarca un promedio de 698 kilovatios anuales.

Hidrógeno: Uso global actual: En Estados Unidos (sólo), en 1998, el consumo fue del **0.01%** de la energía.

Como reemplazante del crudo: En la actualidad el hidrógeno es fabricado a partir del gas metano. Su producción consume más energía que la que finalmente proporciona. Es por consiguiente un "portador" de energía y no una fuente. El hidrógeno líquido ocupa entre cuatro y once veces más volumen que su equivalente en gasolina o diesel. Los vehículos, los aviones y los actuales sistemas de distribución no son apropiados. El hidrógeno solar podría ser una opción en algunos países cálidos.

Otras fuentes de energía:

Opciones: el metano, el etano, la biomasa (de vegetación), etc.

Su Efectividad como reemplazantes del crudo: Su aprovechamiento requiere de grandes inversiones en investigación e infraestructura, como así también de grandes cantidades de petróleo. Los mayores problemas son: que no podrán ser explotados antes de que el impacto que ocasionará la falta de crudo, impida la su puesta en marcha de estos proyectos, y que la tasa de extracción es muy lenta como para suplir la enorme demanda de energía global.

B. ANALISIS A NIVEL PAIS

Fuente: DGH-MINEM

Balanza Comercial de Hidrocarburos 2005 – 2014

➤ **Evolución de la Balanza Comercial de Hidrocarburos 1982 – 2004**

En la evolución de la Balanza Comercial de Hidrocarburos se identifica una primera etapa entre los años 1982 y 1987 en la que el valor de las exportaciones era mayor que el de las importaciones y una segunda etapa, a partir de 1988 hasta la actualidad, en la que los resultados se tornaron negativos (Cuadro 1 y Gráfico 1).

Principales causas que dieran lugar a estos resultados:

- Continúa disminución de la producción nacional de petróleo crudo.
- En general las refinerías nacionales, tienen una gran producción de residuales e insuficientes instalaciones para el procesamiento de estos. Esta situación da lugar a que haya una alta producción de residuales que se tiene que exportar a bajo precio.
- Crecimiento de la demanda interna de derivados del petróleo, principalmente del Diesel 2, que las refinerías nacionales no pueden abastecer.

En la Balanza Comercial de Hidrocarburos alcanzó un déficit de

US \$ 1 029 millones en el año 2004, de US \$ 1 300 millones en el año 2005

➤ **Pronóstico de la Balanza Comercial de Hidrocarburos 2005 -2014**

Balanza Volumétrica

Petróleo Crudo

Se estima que se tendrá un déficit constante de petróleo crudo. Se espera que el déficit para el año 2014 llegue a ser de -79,3 MBPD.

Gas Licuado de Petróleo (GLP)

Se espera que el balance volumétrico del GLP arroje saldos exportables en el año 2005 por efecto de la comercialización del Gas Natural de Camisea que se inició en el año 2004, así como por el efecto de sustitución del gas natural, revirtiéndose nuestra condición de importadores al incrementarse la producción de este derivado. Así, se estiman volúmenes de exportación de 5,4 MBPD en el año 2005 y de 19,4 MBPD en el año 2014.

Gasolinas

El balance volumétrico de las Gasolinas reporta un superávit constante en el período 2006–2014. Para el año 2014 se espera un superávit de 8,8 MBPD.

Diesel 2

El Perú actualmente es un país deficitario en Diesel; se espera disminuir el déficit con el efecto de sustitución del gas natural en el sector industria.

Asimismo, se prevé que a futuro el parque automotor se renueve con unidades operadas con GLP o GNV (Gas Natural Vehicular). No obstante, se prevé un déficit de Diesel 2 en todo el período de estudio, -25,1 MBPD en el año 2005 y -31,9 MBPD en el año 2014.

Kerosene / Turbo

Entre los años 2005 y 2014, tendremos saldos exportables de este derivado gracias al efecto de Sustitución de Gas Natural y al reemplazo de Kerosene por GLP principalmente en el Sector Residencial – Comercial. Así se prevé un superávit de 4,0 MBPD en el año 2005 y de 15,4 MBPD en el año 2014.

Petróleos Industriales

En el período 2005–2014 se pronostica exportaciones del orden de 18,4 MBPD en el año 2005 y de 20,6 MBPD en el año 2014, gracias al efecto de Sustitución del Gas Natural de Camisea en el sector industrial, principalmente en Lima Metropolitana y Callao.

Las cifras de la balanza comercial volumétrica de derivados y de petróleo crudo se presentan en el Cuadro 2 (Gráficos 2).

➤ Balanza Comercial a nivel país

Se espera que a partir del año 2009 la Balanza Comercial se vuelva positiva por el efecto del inicio de las operaciones del proyecto de exportación y por que se espera obtener producción de petróleo crudo de nuevos yacimientos (Cuadro 3, Grafico 3).

Cuadro 1

BALANZA COMERCIAL DE HIDROCARBUROS: 1982 - 2004
(MBPD)

	Exportaciones	Importaciones	Balanza Comercial
1982	62,4	-1,5	60,8
1983	56,1	-6,0	50,1
1984	65,4	-1,9	63,5
1985	73,3	-0,6	72,7
1986	60,6	-4,4	56,3
1987	50,5	-18,7	31,8
1988	43,4	-37,7	5,5
1989	42,1	-29,2	12,9
1990	42,7	-32,4	10,3
1991	44,9	-44,4	0,5
1992	49,6	-48,5	1,0
1993	45,3	-41,0	4,4
1994	39,7	-44,1	-4,4
1995	50,9	-80,0	-29,1
1996	55,7	-85,0	-29,4
1997	68,6	-109,0	-40,5
1998	70,6	-115,7	-45,1
1999	47,7	-85,5	-37,8
2000	40,8	-96,7	-56,1
2001	55,5	-100,9	-45,4
2002	57,1	-103,4	-46,3
2003	67,5	-122,1	-54,6
2004	59,9	-120,3	-60,3

BALANZA COMERCIAL DE HIDROCARBUROS: 1982 - 2004
(Millones de US \$)

	Exportaciones	Importaciones	Balanza Comercial
1982	505,2	-18,4	486,8
1983	227,2	-66,6	160,6
1984	195,0	-20,3	174,7
1985	275,8	-6,1	269,7
1986	250,5	-31,5	218,7
1987	290,9	-156,8	134,0
1988	173,1	-237,4	-64,3
1989	222,4	-215,2	7,2
1990	262,7	-315,2	-52,5
1991	177,6	-362,7	-185,2
1992	214,7	-402,4	-187,7
1993	199,2	-323,5	-124,3
1994	175,3	-317,2	-141,9
1995	266,6	-589,8	-323,2
1996	348,0	-720,1	-372,2
1997	381,4	-832,9	-451,5
1998	234,0	-615,4	-381,4
1999	238,6	-591,2	-352,6
2000	380,3	-1093,5	-713,2
2001	402,5	-906,3	-503,8
2002	471,1	-963,0	-491,9
2003	662,6	-1388,5	-725,8
2004	685,7	-1714,4	-1028,8

Cuadro 2

BALANZA COMERCIAL : 2005 - 2014 (M\$P\$)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Exportaciones										
Petróleo Crudo	16.2	15.3	14.3	12.0	10.0	8.0	6.0	4.0	2.0	
GLP	5.4	6.2	5.2	7.2	25.6	23.7	22.2	21.1	20.1	19.4
Gasolina		2.4	5.9	6.6	7.3	7.6	7.9	8.1	8.5	8.8
Diesel										
Kerosene / Turbo	4.0	9.0	13.4	13.7	14.0	14.3	14.5	14.9	15.1	15.4
Residuales	18.4	15.6	22.6	23.1	23.3	23.5	22.9	22.2	21.5	20.6
Gasolina Natural	13.8	12.9	11.9	16.2	30.5	29.6	26.9	28.2	27.6	27.5
LNG (1)					104.2	104.2	104.2	104.2	104.2	104.2
Otros	11.4	11.9	12.3	12.1	11.9	11.7	11.5	11.2	11.0	10.8
Exportaciones	69.2	73.2	85.6	92.8	226.7	222.6	218.1	213.9	210.1	206.7
Importaciones										
Petróleo Crudo	-77.2	-89.1	-111.4	-114.3	-106.8	-104.3	-101.8	-94.4	-86.9	-79.3
GLP										
Gasolina	-0.8									
Diesel	-25.1	-20.4	-15.6	-16.8	-15.7	-18.3	-21.6	-25.0	-28.4	-31.9
Kerosene / Turbo										
Residuales										
Gasolina Natural										
LNG										
Otros										
Importaciones	-103.13	-109.52	-126.98	-131.17	-122.48	-122.60	-123.40	-119.38	-115.31	-111.24
Balanza Comercial	-34.0	-36.4	-41.4	-38.4	104.2	100.0	94.7	94.5	94.8	95.5

(1) 6 MPC de Gas Natural = 1 Barril equivalente de Petróleo

Cuadro 3

BALANZA COMERCIAL : 2005 - 2014 (Millones de US\$) (1)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Exportaciones										
Petróleo Crudo	197.2	162.2	150.9	125.9	104.3	82.9	63.4	43.1	21.9	
GLP	65.6	65.1	54.3	95.7	263.6	242.6	232.2	224.8	218.7	215.1
Gasolina		40.9	100.1	111.3	122.9	126.8	134.0	141.0	150.3	158.7
Diesel										
Kerosene / Turbo	74.4	147.2	219.2	221.9	225.3	228.9	237.5	247.1	256.3	265.6
Residuales	229.2	167.7	242.1	245.2	246.1	247.1	244.9	242.2	239.8	234.1
Gasolina Natural (2)	221.7	181.4	166.9	224.5	421.3	406.9	404.5	402.5	400.9	405.8
LNG (3)					533.8	533.8	533.8	533.8	533.8	533.8
Otros	210.0	192.0	197.2	192.5	188.0	183.5	183.6	183.6	183.4	183.1
Exportaciones	998.2	956.5	1130.6	1217.1	2105.3	2052.5	2033.9	2018.0	2005.2	1996.1
Importaciones										
Petróleo Crudo	-1235.7	-1279.8	-1592.9	-1526.7	-1512.1	-1468.5	-1454.7	-1369.6	-1279.3	-1164.5
GLP										
Gasolina	-17.7									
Diesel	-545.5	-396.6	-321.4	-323.2	-299.6	-349.7	-417.9	-489.7	-665.6	-844.8
Kerosene / Turbo										
Residuales										
Gasolina Natural										
LNG										
Otros										
Importaciones	-1798.86	-1676.42	-1894.28	-1949.98	-1811.65	-1817.24	-1872.60	-1859.30	-1844.76	-1829.28
Balanza Comercial	-800.7	-719.9	-763.6	-732.9	293.7	235.2	161.3	158.7	160.4	166.9

(1) Se considera que el costo total del transporte de la Costa del Golfo USA - Calao es como sigue:

GLP: 5,6 US\$/Bil. Combustibles Líquidos: 4,5 US\$/Bil. Petróleos Industriales: 5,7 US\$/Bil.

(2) Se considera que el precio de la gasolina natural es el 98 % del precio del crudo WT. Fuente: BAPNES AND CLICK ENERGY PRICE DATA

(3) Se considera un precio de US\$ 2.34/ MPC. Fuente: PERU LNG - Setiembre 2004.

GRAFICO 1

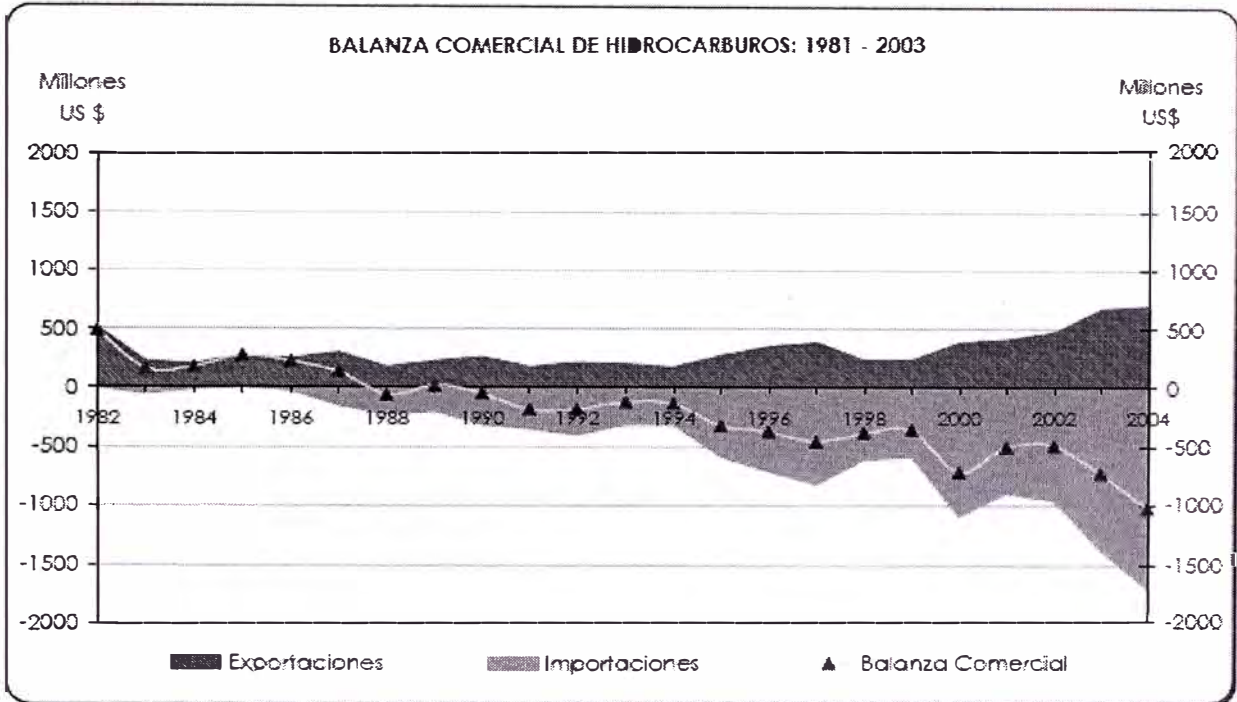


GRAFICO 2

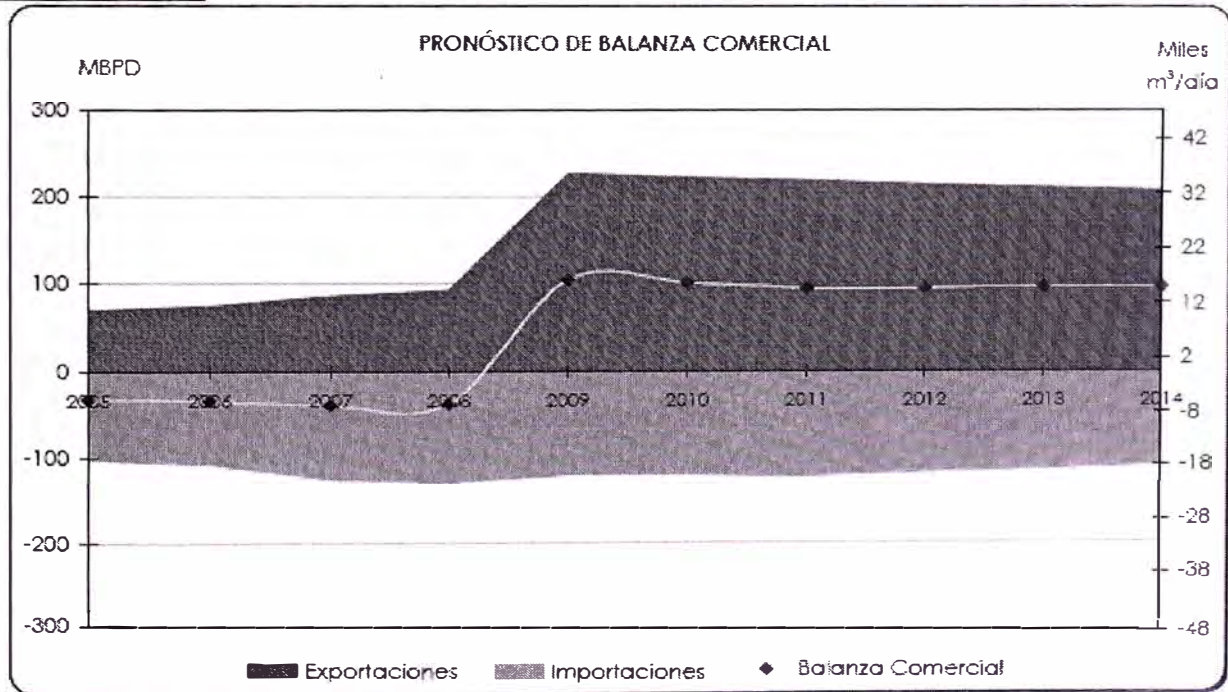
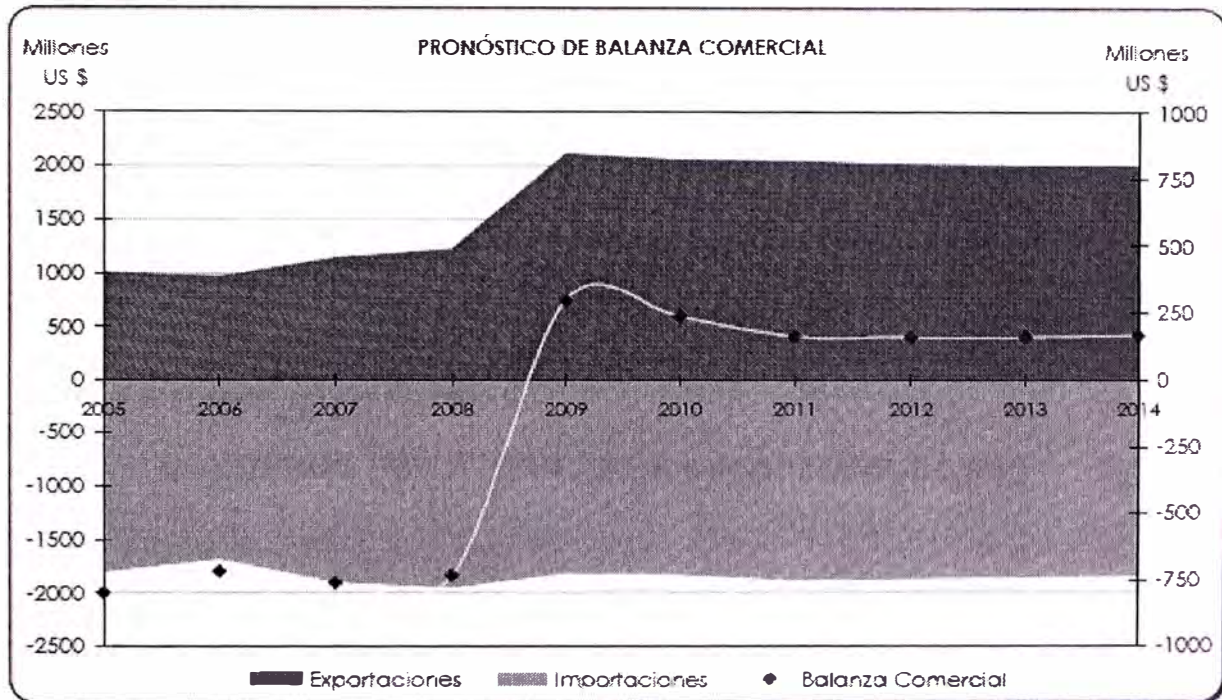


GRAFICO 3



Pronostico del gas natural

- A nivel nacional se estima que el mercado de demanda del gas natural alcanzará los 265,1 MMPCD para el año 2008, de los cuales 178,6 MMPCD serán destinados a la generación eléctrica y 86,5 MMPCD principalmente al sector industrial.
- El mercado para generación eléctrica incluirá: 8,1 MMPCD del gas de Talara, 29,0 MMPCD del gas de Aguaytía y 141,5 MMPCD del gas de Camisea.
- El gas Natural reemplazará principalmente al diesel y residual, en un volumen de 32,2 MBPD; y al kerosene y GLP en 1,1 MBPD para el año 2008

CAPITULO III

CALDEROS PIROTUBULARES y ACUOTUBULARES

3.1 Definición

Las Caldera es un aparato generador de vapor de agua, aplicando el calor de un combustible sólido, líquido o gaseoso, vaporizan el agua generando vapor para aplicaciones en la industria.

Cuando el vapor es producido pasando gases calientes por un conjunto de tubos que atraviesan un tanque de agua, el caldero es **PIROTUBULAR**; cuando el vapor es producido pasando agua por un conjunto de tubos que atraviesan una cámara de combustión, el caldero es **ACUOTUBULAR**. En cualquiera de los dos que soportan, controlan y dirigen el flujo térmico que se genera en el quemador y transmiten los gases de combustión.

Las calderas de vapor, básicamente constan de 2 partes principales:

3.1.1. Cámara de agua.

- Es por el espacio que ocupa el agua en el interior de la caldera.

- Nivel de agua: 15 cm por encima de los tubos de humo superiores.
- Según la razón que existe entre la capacidad de la cámara de agua y la superficie de calefacción, se distinguen calderas de gran volumen, mediano y pequeño volumen de agua.
- Las calderas de gran volumen de agua son sencillas, se componen de uno a dos cilindros unidos entre sí y tienen una capacidad de agua por cada m² de superficie de calefacción.
- Las calderas de mediano volumen de agua tienen varios tubos de humo y también de algunos tubos de agua, con lo cual aumenta la superficie de calefacción, sin aumentar el volumen total del agua.
- Las calderas de pequeño volumen de agua están formadas por numerosos tubos de agua de pequeño diámetro, con los cuales se aumenta considerablemente la superficie de calefacción.
- Las calderas de gran volumen de agua tienen la cualidad de mantener más o menos estable la presión del vapor y el nivel del agua, pero tienen el defecto de ser muy lentas en el encendido, y debido a su reducida superficie producen poco vapor. Son muy peligrosas en caso de explosión y poco económicas.
- La caldera de pequeño volumen de agua, por su gran superficie de calefacción, son muy rápidas en la producción de vapor, tienen muy buen rendimiento y producen grandes cantidades de vapor. Debido a esto requieren especial cuidado en la alimentación del agua y regulación del fuego, pues de faltarles alimentación, pueden secarse y quemarse en breves minutos.

3.1.2. Cámara de vapor.

Es el espacio ocupado por el vapor en el interior de la caldera, en ella debe separarse el vapor del agua que lleve una suspensión. Cuanto más variable sea el consumo de vapor, tanto mayor debe ser el volumen de esta cámara, de manera que aumente también la distancia entre el nivel del agua y la toma de vapor.

3.2 TIPOS

La American Society of Mechanical Engineers (ASME) tiene una norma para clasificar a todos los tipos de calderas más empleadas en la industria, como:

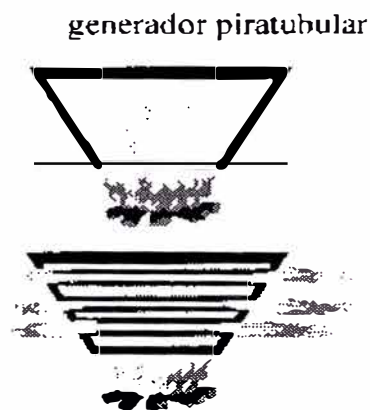
- Caldera acuotubular para alta temperatura (HTHW: high-temperature hot-water system)
- Caldera pirotubular horizontal (HRT boiler: horizontal- return-tubular boiler)
- Caldera horizontal de hogar interior ondulado y de dos pasos (SM boiler: scotch marine boiler)
- Caldera pirotubular vertical (VT boiler: vertical tubular boiler)
- Caldera atómica de agua hirviente (BWR: boiling water reactor) y la (PWR: pressurized water reactor) de agua a presión, como las más usadas.

3.2.1. Clasificación de acuerdo a su diseño

Según el diseño y el uso, las calderas se clasifican en 4 grupos a saber:

A. **Calderas Piro tubulares:** Es el fuego que va a través del tubo y el agua está a su alrededor. En las piro tubulares la transmisión de calor se realiza por contacto de un cuerpo caliente a otro (conducción).

Las calderas piro tubulares se subdividen en: clásicas, modernas y especiales.

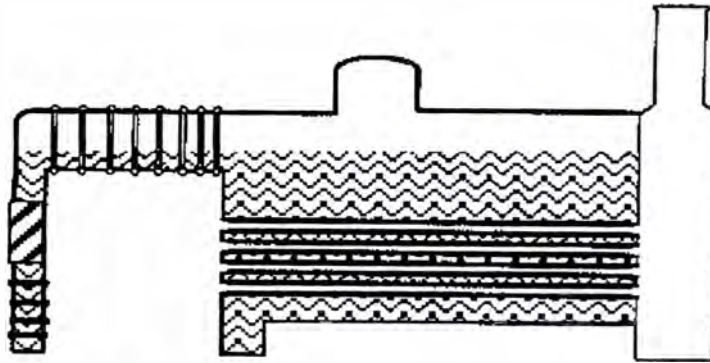


a. Clásica

- Cilíndrica o Marina o caldera Escocesa: caldera cilíndrica de gran diámetro y corta longitud, que tiene dos o más hogares internos (doble frente) y tubos de humos que van a la cámara de combustión rodeada de agua por la parte posterior. Los humos retornan por haces de tubos a la caja de humos o colector de la caldera situado en la parte delantera.
- Locomotora: Tipo de caldera que se usó en las locomotoras de vapor; aún hoy se conservan en algunas empresas. Consiste en un hogar, tipo caja (cofre) de fuego, interna en un extremo del cuerpo cilíndrico horizontal, desde el cual los gases

calientes son llevados por medio de tubos de humos a través de los espacios de agua hasta la caja de humos de la parte anterior de la caldera.

Generador tipo locomotora

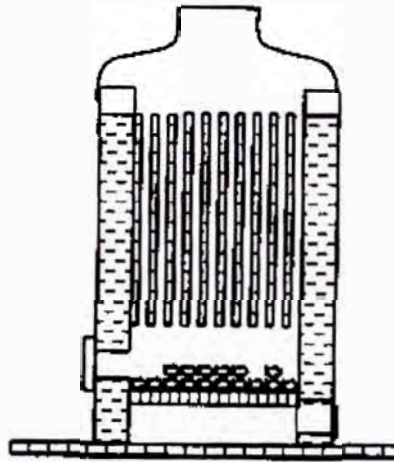


b. Moderna

Calderas de simple construcción y de bajo costo, se pueden dividir en los siguientes tipos:

- Circulación horizontal: De tubos horizontales de circulación activada, sin caja de fuegos
- Cilíndrica vertical: Caldera de vapor provista de un cuerpo vertical cilíndrico y una caja de fuegos formando cúpula, de la que (en general) un haz de tubos conduce a la de humos y a la chimenea, generalmente utilizada para pocas capacidades o usos auxiliares.

Caldera vertical



c. Características generales

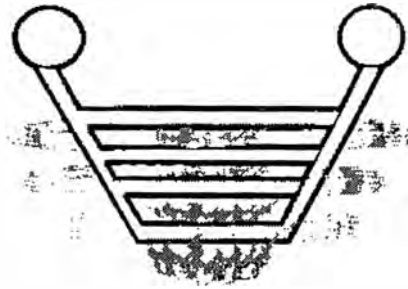
Estas calderas constan básicamente de:

- Una cámara de fuego horizontal limitada en uno de sus extremos por una placa porta-tubos.
- Un número considerable de tubos de diámetro pequeño, introducidos entre placa y placa.
- Un forro exterior (shell) en lámina pesada herméticamente sellada a las placas porta-tubos
- Tuberías de tomas de vapor, válvulas de seguridad y manómetros

B. Calderas Acuotubulares: Cuando las demandas de vapor son altas, la caldera pirotubular deja de ser eficiente, la opción entonces es la acuotubular. La forma de la caldera normalmente es la de un Paralelepípedo, en el cual sus 4 paredes verticales, el techo y el piso, están formados por líneas de tubería que conectan el domo inferior con el domo

superior, dejando en el centro una cavidad donde va a tener lugar la combustión bien sea de carbón, gas y aceites livianos o pesados del petróleo.

Generador acuotubular



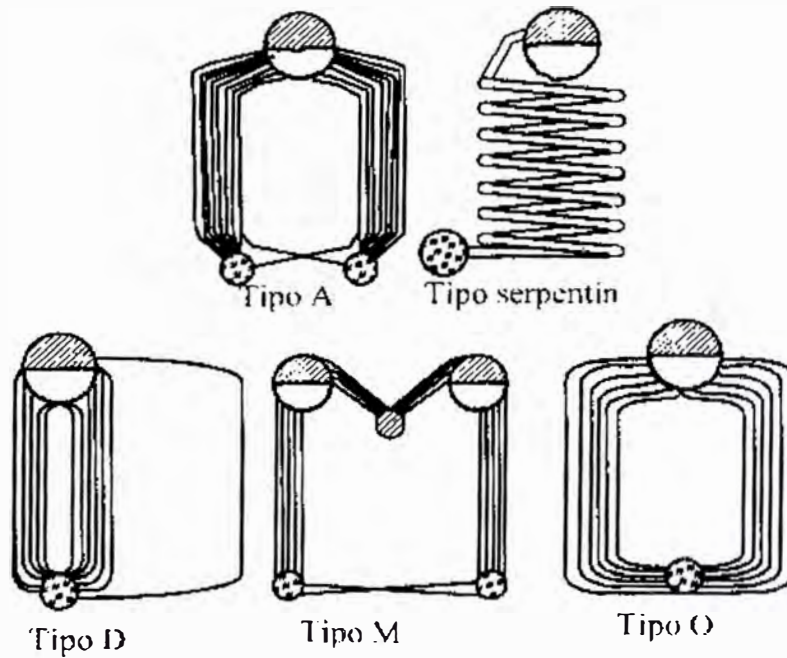
En las calderas Acuotubulares la transmisión de calor se realiza por radiación y convección. En la mayoría, al llenarse la caldera de agua por el domo inferior (tambor de lodos) se llena a la misma altura por el fenómeno de vasos comunicantes. Con la combustión en el hogar se produce una corriente de agua descendente y otra ascendente, que al juntarlas conforman el ciclo de evaporación.

Al iniciar el ciclo, el domo superiores llena de vapor saturado (húmedo) y de allí se extrae para su uso, cuando llega a la presión y temperaturas requeridas.

Las calderas pequeñas tienen un movimiento de circulación de agua natural, pero en las calderas grandes se precisa en bombeo especial para hacer el flujo forzado.

Las calderas acuotubulares se clasifican en: clásicas, modernas

Formas de tubos de generadores acuotubulares



a. Clásicas

- Tubos verticales de tubos rectos en forma de A
- De tubos curvos en forma de A
- Tubos sub verticales en haces de serpentín

b. Modernas

Circulación natural

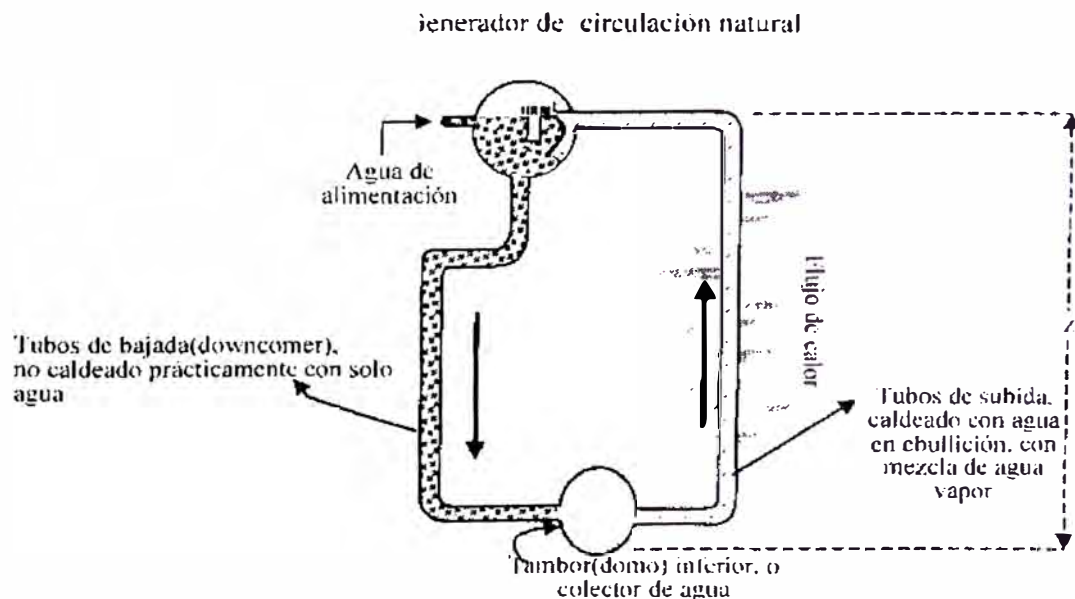
- Tubos en forma de la letra D
- Tubos en forma de la letra M
- Vaporización indirecta

Circulación forzada

- Del agua
- Del vapor

- Del agua y vapor
- Del agua con cámara de combustible cerrada y turbina de escape

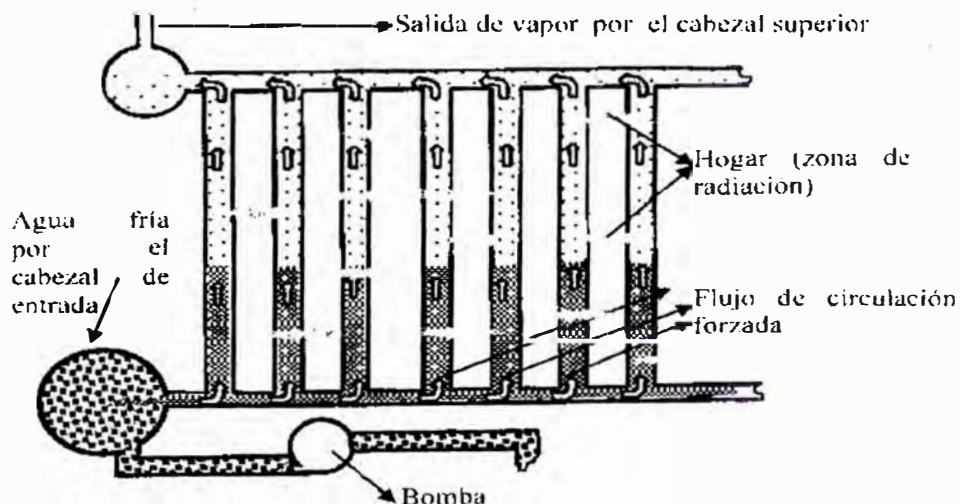
Circulación natural: El nivel del agua se tiene un poco por debajo del centro del tambor de vapor. Algo por debajo del nivel se alimenta del agua "fría" que por su peso va al tambor de lodos y de aquí al cabezal inferior. El calor del hogar (trasmitido principalmente por radiación) es absorbido por el agua-vapor rica en vapor, se colectan en el cabezal superior. El vapor pasa por un purificador (que lo seca y le elimina sales minerales) y sale al proceso. En resumen, la diferencia de la densidad del agua y el vapor hace que el sistema circule. Esta circulación natural es esencial en el buen funcionamiento de la unidad, y para que la circulación exista, es necesario que la cabeza de altura Z , sea mayor que las pérdidas de fricción.



Circulación forzada: El agua fría se alimenta a un cabezal de donde parten tubos que rodean el hogar, de manera que el agua se va calentando y evaporando, y una vez toda convertida a vapor, se recoge en un cabezal (distinto del de entrada) y se lleva al proceso. Cuando hay circulación forzada, la fricción y otras pérdidas del sistema agua-vapor dentro de la unidad son vencidas, dando mayor presión a la bomba de alimentación de agua y se requiere un mayor gasto de energía en la bomba de agua, gasto que puede ser muy apreciable.

Las calderas de circulación forzada es indispensable el uso en las grandes centrales térmicas que requieren vapor a condiciones críticas, en donde el agua y al vapor tienen la misma densidad..

Generador de circulación forzada



c. Características

- Uso: Industrial y producción de fluido eléctrico

- Capacidad: 5.000 (2.3 t) a 9.000.000 lb./ hora (4082. t)
- Presión de vapor: de 400 – 1800 – 2400 – 5000 psi
- Temperatura de vapor: De 400 a 1000 ° F (200 a 550 ° C)
- Combustible: Carbón – bagazo- Gas- Derivados del petróleo, derivados químicos (licor negro)
- Operación Automática: Vapor saturado y vapor sobrecalentado.
- Salida del vapor se conduce a un tambor superior; se encuentra a la temperatura correspondiente a la presión de saturación.
- Teóricamente (y prácticamente) sólo existe la fase vapor.
- Si el proceso necesita vapor a mayor temperatura, se aumenta la presión de la unidad, por unos pocos grados más en la temperatura hay que aumentar la presión.
- La solución es, sin aumentar la presión, conducir el vapor saturado del tambor por tubos que son sometidos a la corriente de los gases. Como ya no hay agua presente en el vapor, el calor absorbido se gasta en aumentar su temperatura hasta la deseada. El grupo de tubos que logra este efecto se denomina "sobrecalentador".
- El Hogar: En las de tipo paquete o compactas y en las verticales de gran capacidad, el hogar está compuesto por refractarios y

paredes de tubería, que conducen agua para refrigeración y obtención de vapor.

En las que queman bagazo, el hogar es de ladrillo refractario, el aire que entra para la combustión es forzado y los gases que se desprenden son inducidos en la chimenea. En las calderas que usan ciclones de carbón pulverizado, el aire secundario es recalentado, y estos ciclones prácticamente son pequeños hogares que actúan como quemador acoplado a la caldera propiamente dicha.

- Residuos: En los hogares que utilizan carbón no pulverizado, éste se introduce por tolvas a parrillas fija o en movimiento. En las primeras, el avance del carbón hacia el interior de la caldera se hace mecánico por rastrillos, y en las segundas, la parrilla avanza hacia el interior y automáticamente se voltea, para que la ceniza caiga al recolector, que a su vez las enfría con agua antes de bombear la mezcla hacia el exterior.

Este tipo de calderas requieren trampas para cenizas volátiles (cuando queman carbón atrapan partículas no quemadas y las vuelven a inyectar en el hogar para consumirlas).

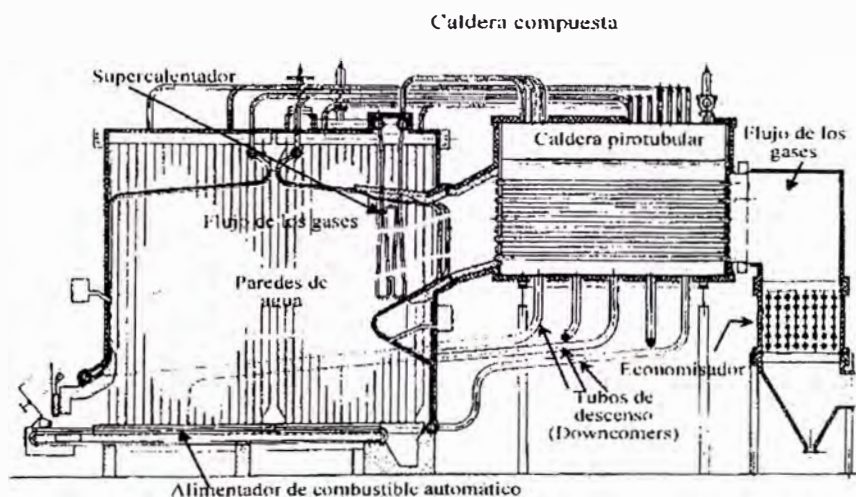
Con precipitadores electrostáticos o de baño de agua se eliminan los gases nocivos contaminantes. Estos equipos son costosos, pero se hacen necesarios para impedir el aumento de la contaminación del aire.

- El agua: Daños considerables se presentan en las calderas Acuotubulares cuando no existe tratamiento del agua.

El sistema de precipitación no es aconsejable por su poca capacidad, pero se asume que entrando el agua más o menos pura y libre de lodos, se puede iniciar el procedimiento con resinas de Zeolita. En este procedimiento el calcio y el magnesio presentes en las aguas y causantes de la corrosión e incrustaciones, son atrapados en la resina y transformados en sales de sodio y carbonatos de Calcio y Magnesio que en esta forma no son tan perjudiciales a la caldera. Estos elementos al ser calentados se precipitan en el domo inferior de las calderas, se purgan en forma de lodos manual o automáticamente.

Para calderas de gran tamaño se usan baterías de desmineralización, tienen resinas que atrapan los sólidos en suspensión, transformándolos en elementos poco nocivos a la caldera para ser después extraídos del domo de lodos periódicamente.

C. Calderas Compuestas: Las calderas compuestas son calderas que combinan las dos primeras clasificaciones. Estas calderas se pueden utilizar en las industrias que tienen gran cantidad de desechos orgánicos, como por ejemplo: los desechos vegetales como el bagazo de la caña, de uva, café, pelusas de algodón, los desechos animales como pelo de ganado, plumas, etc. Además de los combustibles comunes como el carbón, líquidos y los gaseosos.



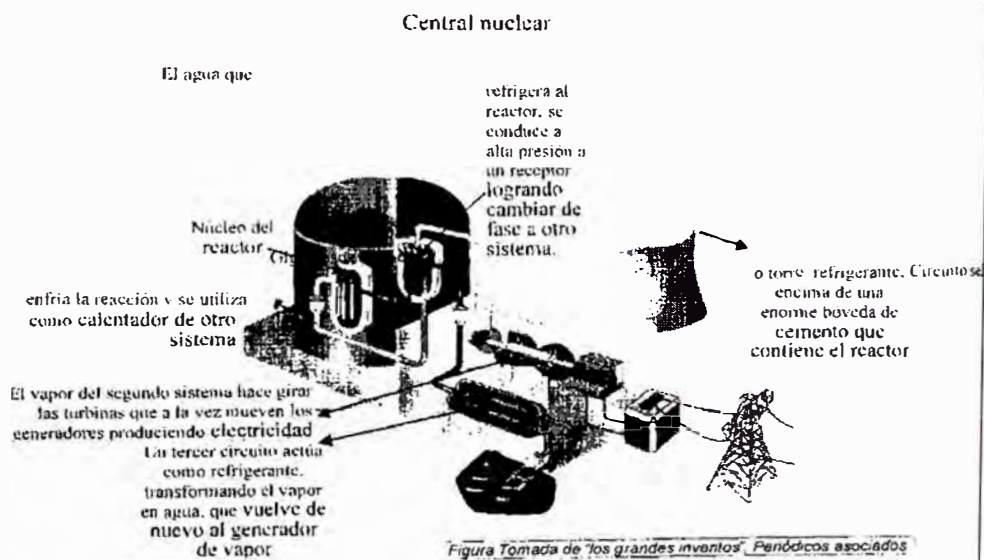
D. Calderas Atómicas: Se usa la energía atómica, donde se utiliza el calor que se desprende de la desintegración atómica del Uranio. La fisión nuclear se produce cuando un neutrón choca contra el núcleo de un átomo inestable, es decir, que tiene poca energía, como el uranio- 235. Cuando se desintegra un núcleo, los protones y neutrones se reordenan ellos mismos, formando dos nuevos átomos más pequeños (de bario 142 y criptón 91), emitiendo energía en forma de rayos gamma y neutrones, en dicho proceso.

La emisión de una parte de los neutrones despedidos, chocan con los núcleos de nuevos átomos cercanos, produciéndoles lo que se conoce como "una reacción en cadena".

Si existe suficiente material radioactivo, la reacción en cadena continuará hasta que todos los núcleos de uranio hayan sido divididos. Esta enorme cantidad de energía es controlada a través de los reactores nucleares que retardan el proceso.

En los reactores nucleares, la fisión es cuidadosamente controlada, el calor obtenido puede ser utilizado en generadores de vapor y producir electricidad.

Las reacciones nucleares calientan el agua, la cual fluye dentro de un generador de vapor. Este líquido, calentado a 3000 ° C, permite la entrada de un segundo suministro de agua para hervir. El vapor resultante hace girar una turbina que genera electricidad. El agua fría realimenta los dos sistemas.



a. Características

- Uso: Centrales termoeléctricas de gran tamaño. Propulsión de barcos y submarinos con generación eléctrica.
- Capacidad: La planta, por su costo inicial, hasta el momento no justifica la inversión si no es superior a un millón de lbs. /hora, a menos que el costo por kilovatio no sea tan importante como el servicio que pueda prestar, por ejemplo un submarino.
- Presión Vapor: 2500 libras por pulgada cuadrada

- Temperatura del Vapor: Según el diseño que se adopte puede ser de 2000 a 5500 ° F (1090 a 3040 ° C)
- Combustible: Uranio natural que contenga mínimo 0.7% de Uranio 235. Plutonio y Uranio – U 233.
- Operación: Automática. Con múltiples parámetros de seguridad para control manual
- El Hogar: Sería El Reactor, en donde tiene lugar la fisión atómica. El calor resultante de esta fisión es controlado mediante barras de grafito, gases enfriadores como el Helio, o grandes cantidades de agua que circula a alta presión. Por lo general el Reactor está rodeado de gruesas paredes de concreto y su cuerpo es de acero inoxidable.
- Residuos: Constituyen el inconveniente principal que ha frenado el desarrollo de la generación eléctrica basándose en plantas atómicas
- El Agua: Existen 2 sistemas separados de suministro de agua a un reactor nuclear para la producción de vapor. El primero actúa simplemente como un enfriador del reactor, entra por su parte superior a gran presión y sale por la parte inferior. El enfriamiento se hace a través de una serie de tubos y camisas, que rodean la estructura externa del reactor.

El segundo sistema de suministro de agua al reactor lo constituye un ciclo donde el agua vaporizada es enviada a

alguna distancia en forma de vapor súper calentado. Para accionar una turbina generadora de electricidad. Una vez condensada el agua puede usarse para refrigerar el reactor.

Ambos sistemas, por desarrollarse a alta temperatura, requieren un tratamiento especial del agua para evitar sales de precipitación.

b. El polémico futuro de los reactores nucleares

La dificultad de la remoción de los residuos radioactivos, por ser esto supremamente complicado y porque aún, en el presente, no hay un método económico y seguro para desactivar estos residuos, la radiación mortal, cuyos niveles de peligrosidad pueden durar miles de años, ha malogrado el futuro de la producción de energía atómica.

3.2.2 Clasificación de acuerdo a su aplicación

En la pequeña industria son frecuentes los casos en que hay que obtener una producción de vapor restringida pero rápida, mediante un aparato poco voluminoso, fácil de instalar y donde la aplicación es más importante que la eficiencia térmica que puedan dar al servicio.

A. **Magnitud de la cámara de agua:** Las grandes cámaras o las de reducida cámara volumen de agua presentan sus ventajas y sus inconvenientes.

a. De gran volumen de agua

Proporcionan grandes cantidades de vapor sin que disminuya mucho la presión, y cuando el consumo es pequeño, la presión no se eleva excesivamente, actuando la cámara de agua como reguladora de los consumos irregulares propios de estos tipos de industrias.

Ventajas:

- Favorables a la constancia de la presión y de la producción de vapor
- Es más difícil que el nivel descienda peligrosamente

Inconvenientes:

- Más lenta en conseguir determinada presión
- Menos económica por pérdidas de calor en cada parada
- Más peligrosas en caso de explosión

Apropiadas para siderúrgicos, laminación, azucareras, fábricas de almidón y minas.

b. De pequeño volumen de agua

En las fábricas donde se interrumpe constantemente el trabajo pero que cuando se requiere, es necesario que funcionen con la mayor rapidez

Ventajas:

- Alcanzan la presión con rapidez

- Pierden pocas calorías en los paros
- Menos peligrosas en casos de explosión

Inconvenientes:

- Reclaman una regularidad de combustión, agua, de marcha y de consumo de vapor, que rara vez se encuentra en la práctica; por tanto son más difíciles de manejar y más peligrosas.

B. Fuentes de calor:

- a. Fuego de algún producto combustible
 - Sólidos
 - Líquidos
 - Gaseosos
 - Combinadas
- b. Gases calientes de desperdicios de otros procesos
 - Suministro de calor de una reacción química
 - Empleo de energía nuclear
 - La aplicación de energía eléctrica

C. Uso y Portabilidad

- Paquete
- Móviles
- Estacionarias

- Portátiles y auxiliares

D. Por la presión de trabajo

- Baja presión de 0 a 1,75 atmósferas
- Media presión entre 1,75 y 275 atmósferas
- Alta presión por encima de 275 atmósferas

3.2.3 De acuerdo a otras características especiales

Tienen algunas diferencias prácticas por sus funciones, época, usos y características propias.

- a. Caldera de Babcock & Wilcos: Caldera tubular de tubos de agua que consiste, en un tambor horizontal, del cual están suspendidos un par de colectores que sostienen entre sí un haz inclinado de tubos rectos.
- b. Caldera de Benson: Caldera de alta presión del tipo de hervidores, en el cual el agua es impulsada sucesivamente por los distintos elementos de la superficie de caldeo, siendo calentada por gas, aceite o carbón en polvo.
- c. Caldera de vaporización instantánea o de Benson: Caldera de vapor que consiste en un tubo largo enrollado de acero que se suele calentar con mecheros de petróleo; en ella se va evaporando el agua a medida que pasa, impulsada por la bomba de alimentación.
- d. Caldera de Cornualles: Caldera horizontal compuesta de una cámara cilíndrica, provista de un solo hogar y tubos de humo longitudinal.

- e. Caldera de Electrodo: Caldera en la cual se obtiene el calor por el paso de la corriente a través del líquido que debe ser calentado.
- f. Caldera de Fondo Seco: Tipo de caldera que tiene uno o más hogares que comunican con una cámara posterior de la que un haz de tubos de humos lleva a éstos al colector de la cara delantera.
- g. Caldera de Lancáster: Caldera de vapor cilíndrica, que tiene dos hogares longitudinales tubulares, que llevan parrillas internas en su parte delantera. Después de abandonar los hogares, los gases pasan hacia el frente, a lo largo de un conducto de humos inferior y vuelven a la chimenea por otros conductos laterales.
- h. Caldera de Termosifón: Caldera de forma angular adosada a un lado de una cocina económica para proporcionar agua caliente a una instalación de Termosifón.
- i. Caldera de Tipo Radiante: Caldera acuotubular con uno o más cuerpos y un sistema de circulación que consiste en unos haces de tubos verticales u horizontales, que caldean a la superficie de los tubos de agua desnudos o protegidos que forman las paredes de la cámara de combustión.
- j. Caldera de Tubos de Boquilla: Caldera con recuperación de calor, que consiste en un colector de agua anular, del que sobresalen unos tubos cortos en forma de boquilla o bolsa hacia el conducto central, por lo que pasan los productos calientes del escape.
- k. Caldera Galloway: Caldera cilíndrica de tipo de Lancáster, en la que se unen los conductos de humos de los dos hogares, a corta distancia de

las parrillas, formando uno solo, en arco, el cual es atravesado por los tubos de agua.

- l. Caldera La Mont: Caldera de circulación de agua o de vaporización semi instantánea, en la cual el agua de alimentación llega a los extremos superiores de unos tubos largos y muy juntos entre sí, de pequeño diámetro, de los cuales pasan agua y el vapor a un tambor de separación.
- m. Caldera Löffler: Caldera de alta presión, que emplea circulación forzada, impulsando así el vapor a través de tubos de diámetro pequeño. Parte del vapor a alta temperatura es devuelto al colector de agua, para proporcionar el suministro de vapor saturado a la bomba.
- n. Caldera Niclausse: Caldera marina francesa que consiste en un cuerpo horizontal que contiene el agua y el vapor, y de los que están suspendidos colectores verticales dobles que llevan haces de tubos hervidores, ligeramente inclinados hacia abajo.
- ñ. Caldera Serpollet: Caldera de vaporización instantánea, usada en los antiguos automóviles de vapor serpollet.
- o. Caldera Vélox: Caldera de circulación forzada, se obtiene muy elevados producción y transmisión de calor, empleando un hogar con compresor y grandes velocidades de tiro, peso excepcionalmente bajo y de gran rendimiento.

3.2.4. Comparación entre los diversos tipos de calderas

En el estudio de una caldera de vapor deben considerarse numerosos elementos: Seguridad, Economía, Facilidad de servicio, Limpieza y conservación, Estabilidad de la marcha, Humedad del vapor, Peso, Espacio ocupado, Gasto de instalación.

Todos los sistemas presentan sus ventajas y sus inconvenientes:

- a. Las de Hogar Exterior: Los hornos construidos con mampostería, ocupan mucho espacio y su instalación exige considerables gastos y accesorios, además ocurren notables pérdidas de calor por las paredes de refractario, porque penetran notables cantidades de aire enfriando los gases de combustión disminuyendo el tiro, las paredes del hogar, de ladrillos refractario se deterioran rápidamente bajo la acción del calor, de las escorias adherentes, de los golpes del mantenimiento y de los movimientos, determinados por la dilatación del cuerpo de acero de la caldera. Por estas razones el rendimiento de estas calderas es inferior en 5 a 10% de las calderas de hogar interior.
- b. Las de Hogar Interior y Recirculación: Son exigentes en lo que respecta a un perfecto paso por los tubos de humo de uno a otro conducto; la circulación se deberá realizar en condiciones perfectamente determinadas.

El enfriamiento exterior es menos considerable, porque los gases de combustión están rodeados por todos lados del agua y sólo las paredes de la caldera están apuestas al enfriamiento.

Las calderas de hogar interior presentan, generalmente, un peligro del que hay que procurar guardarse con todo cuidado: El tubo mayor que está expuesto a la llama directa es sumamente susceptible de arruinarse, y es preciso que no baje jamás el nivel, para que éste no reciba el golpe de fuego sin su respectiva refrigeración del agua. Un descuido, aún durante corto tiempo, basta para que se produzca una avería.

c. Las Verticales: Son de poca duración.

Bajo rendimiento por sus pérdidas por enfriamiento exterior y por la combustión que normalmente se hace incompleta.

Dificultad para su limpieza, en el momento que sea necesario, retirar el hollín de sus tubos, como también muchas dificultades para sus reparaciones.

En caso de explosión, son más destructoras que las horizontales. La sección de almacenamiento de vapor está restringida al nivel del agua, esto exige atender continuamente a la alimentación. El más pequeño descuido puede tener fatales consecuencias.

En las interfaces agua vapor, por ser esta de baja altura y comparativamente menor que la columna de agua inferior, ocasiona una ebullición tumultuosa y favorece la salida de vapor húmedo y hace difícil el control a los aparatos de control y seguridad.

Pero resultan ventajosas por presentar bajo volumen, relativamente exiguo en su superficie de caldeo y una potencia considerable. Son menos voluminosas, pero contienen generalmente menos agua y su funcionamiento, por consiguiente, es menos estable.

d. Elección de una caldera

Si se trata de producir vapor en gran cantidad, serán preferibles las calderas Acuotubulares. Si la producción de vapor debe limitarse a la alimentación de una pequeña industria, son recomendables las calderas Pirotubulares.

Para los diversos sistemas el vapor aproximado de la razón de la superficie de calentamiento al área ocupada por la caldera, o lo que es lo mismo, el número de metros cuadrados de superficie de calefacción por metro cuadrado del área horizontal ocupada, es la siguiente:

Cal. De gran volumen.	5m ² a 9m ²
Cal. Pirotubulares de bajo volumen	9m ² a 12m ²
Cal. Pirotubulares de mediano volumen	10m ² a 15m ²

Calderas Pirotubulares de alto volumen 2m^2 a 3m^2

Calderas Verticales 3m^2 a 5m^2

Una característica de una caldera de vapor es su rendimiento, es decir, la cantidad de agua vaporizada por kilogramo de combustible. El rendimiento de un mismo generador puede variar en más del 50% según la combustión efectuada en el hogar. El rendimiento depende de la temperatura a que los gases de combustión se separan de la caldera, cualquiera que sea el tipo de generador.

Por regla general, se debe utilizar el 70% de las calorías dadas por la combustión, perdiéndose aproximadamente un tercio por irradiación, arrastre de gases no quemados, tiro, etc.

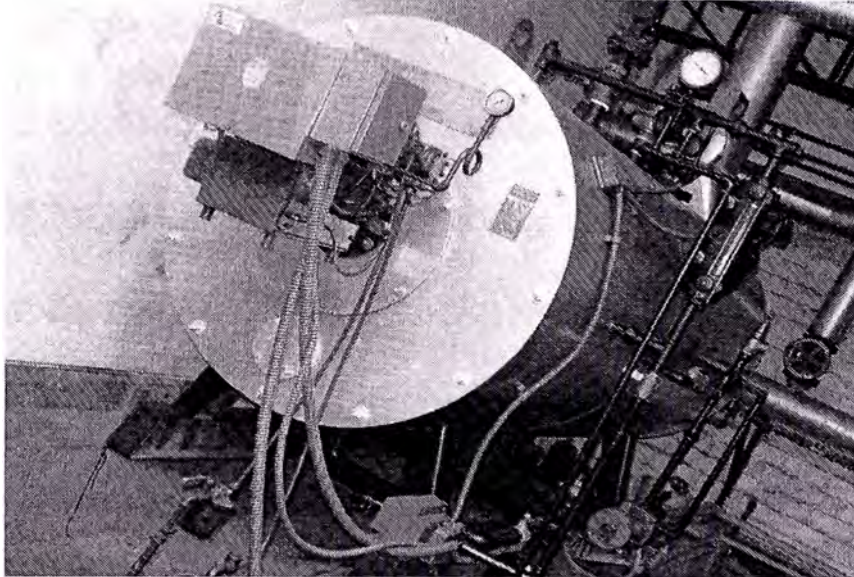
La carga mecánica ha realizado un progreso en las instalaciones, como en las grandes estaciones eléctricas, se alcanza hasta el 80%.

Podría atenuarse la pérdida por los gases quemados, reduciendo un poco el volumen de aire necesario para la combustión, pero en ningún caso parece posible traspasar por este procedimiento el límite del 85%.

Mientras más potentes calderas de menor volumen de pocos metros de superficie de calentamiento, superan en potencia las de gran superficie.

3.3 USO ESPECÍFICO EN LA EMPRESA

Generador de Vapor Piro-tubular Horizontal de 3 Pasos



Esta foto vemos un generador moderno de vapor piro-tubular horizontal de tres pasos, el cual puede quemar petróleo diesel o gas, estando completamente equipado con controles automáticos, ventiladores de tiro forzado, y otros accesorios. La unidad va montada sobre un bastidor que facilita su instalación y transporte. La cámara de combustión se prolonga a lo largo de la caldera; los gases son dirigidos por placas divisoras, de forma que siguen tres pasos. En este generador de vapor, los tubos son accesibles desde tapas y puertas desmontables situadas en la parte anterior y posterior. Por otra parte, la buena mezcla entre el combustible y el aire se consigue mediante planchas deflectoras colocadas en la entrada del aire.

MARCA DEL CALDERO YORK FACTORY YF-50

POTENCIA DE	50 BHP
PRODUCCION DE VAPOR	1725 lb/hora
PRESION DE DISEÑO	150 lb/pulg ²
PRESION DE TRABAJO ACTUAL	80 lb/pulg ²
SUPERFICIE DE CALENTAMIENTO	250 pie ²
CONTROL	HONEYWELL
QUEMADOR Monotobera On/Off	AMERICAN BURNER CORP. PR-3
COMBUSTIBLE	DIESEL- 2
CONSUMO MÁXIMO	20 galones/hora
CONSUMO ACTUAL	6 galones/hora

DIMENSIONES

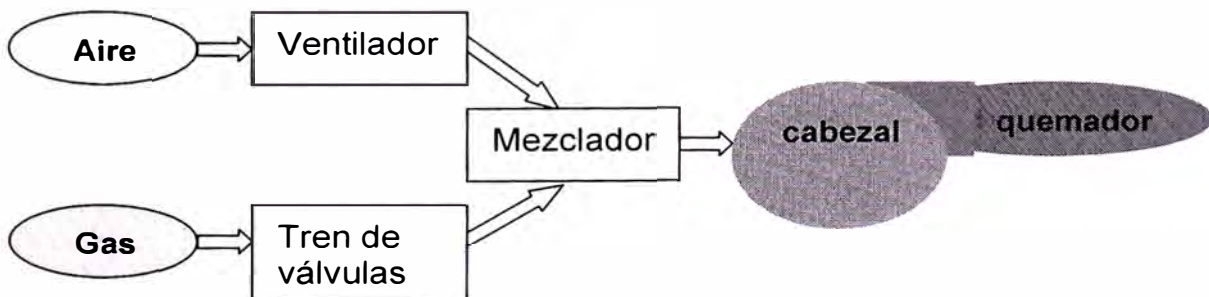
- FONDO 104 pulg (2.60 m)
- ANCHO 47 pulg (1.18 m)
- ALTO 50 pulg (1.25 m)
- CHIMENEA 135 pulg (3.50 m)

CAPITULO IV

QUEMADORES INDUSTRIALES A GAS NATURAL

Los equipos de combustión son dispositivos mediante los cuales el gas es puesto en contacto con el aire a fin de provocar la combustión y lograr de este modo el efecto térmico buscado.

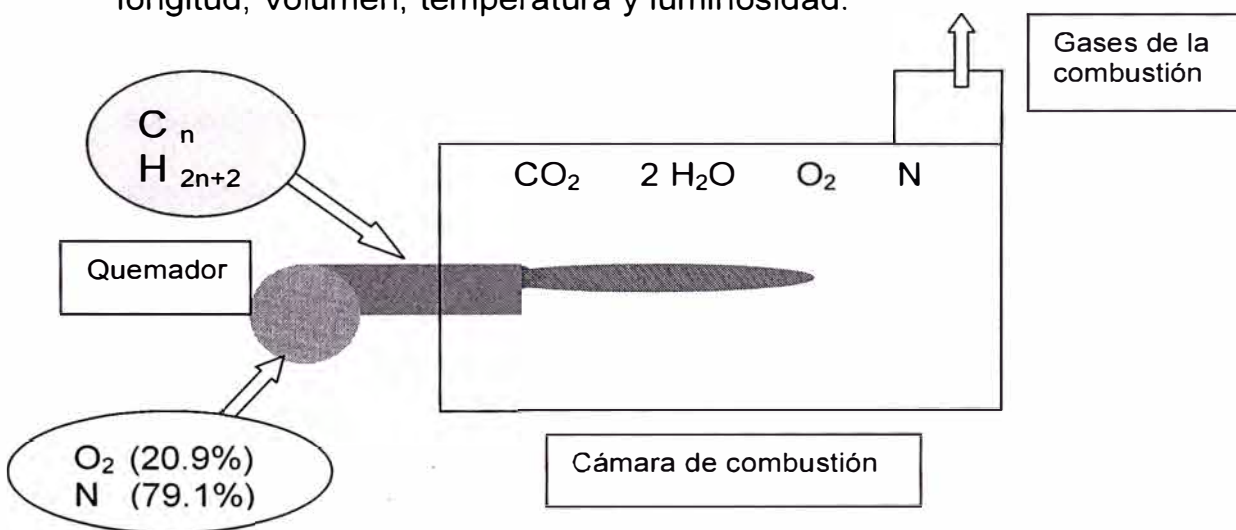
Los equipos de combustión se puede dividir en dos partes fundamentales: el quemador y el tren de válvulas.



El quemador debe cumplir 5 funciones fundamentales en el proceso de combustión:

- Aportar combustible en las condiciones adecuadas para su encendido y combustión

- Aportar la cantidad de oxígeno del aire necesario para la combustión
- Hacer la mezcla proporcional de aire y combustible en el instante necesario.
- Encender y quemar la mezcla
- Adaptar la llama al uso en particular de la aplicación, dándole longitud, volumen, temperatura y luminosidad.



Los quemadores son de dos tipos:

- sin ventilador (atmosféricos)
- con ventilador : premezcla (premix), vena de aire (nozzle mix), paquete, registro

Los sistemas de control de temperatura, básicamente son de tres tipos:

- Tipo todo o nada, es una válvula de control de suministro de gas que intermitentemente abre o cierra el suministro dentro de límites prefijados de funcionamiento normal.
- Tipo modulante, es una válvula de control que regula el suministro de gas en todo el rango, desde la posición abierta hasta la posición cerrada.
- Tipo alto y bajo fuego, se les denomina semi modulante, en donde el actuador de la válvula regula según el funcionamiento normal, llama alta, llama baja o cerrado.

La secuencia de operación del quemador de gas es como sigue:

1. Prebarrido
2. Verificación de presión de aire
3. Verificación de presión de gas
4. Detección de llama
5. Encendido automático de llama baja (piloto)
6. Encendido automático de llama alta (quemador)

Los tiempos de seguridad del quemador (en segundos):

Prebarrido	Encendido	Detección de llama	Por falta de llama	Por falta de aire	Cierre de válvulas
45 s	4 s	1 s	1 s	1 s	1 s

El tren de válvulas es importante:

- Los sistemas de control de quemadores se diseñan teniendo en cuenta la seguridad de las instalaciones y de las personas.
- Los elementos de seguridad están de acuerdo a la potencia térmica del equipo a instalar.
- Los requerimientos de los componentes de seguridad están bajo las normas internacionales como la ASME CSD-1, NFPA 8501 y IRI
- Los sistemas de seguridad a implementar deben tener la capacidad de dejar fuera de servicio al equipo, mediante el bloqueo del flujo de gas a los quemadores, utilizando las válvulas automáticas de cierre.

4.1 FUNDAMENTOS DE LA COMBUSTIÓN

La reacción de combustión se basa en la reacción química exotérmica de una sustancia o mezcla de sustancias llamada combustible con el oxígeno. Es característica de esta reacción la formación de una llama, que es la masa gaseosa incandescente que emite luz y calor, que esta en contacto con la sustancia combustible.

La reacción de combustión puede llevarse a cabo directamente con el oxígeno o bien con una mezcla de sustancias que contengan oxígeno, llamada comburente, siendo el aire atmosférico el comburente más habitual.

La reacción del combustible con el oxígeno origina sustancias gaseosas entre las cuales las más comunes son CO_2 y H_2O . Se denominan en forma genérica productos, humos o gases de combustión. Es importante destacar que el combustible solo reacciona con el oxígeno y no con el nitrógeno, el otro componente del aire. Por lo tanto el nitrógeno del aire pasará íntegramente a los productos de combustión sin reaccionar.

Entre las sustancias más comunes que se pueden encontrar en los productos o humos de la reacción se encuentran:

CO_2	H_2O vapor	N_2	O_2	CO	H_2	Carbono hollín	SO_2
---------------	----------------------------	--------------	--------------	-------------	--------------	----------------	---------------

De acuerdo a como se produzcan las reacciones de combustión, estas pueden ser de distintos tipos:

Combustión completa: En la combustión completa se queman las sustancias combustibles del combustible hasta el máximo grado posible de oxidación. En este tipo de reacción no se encontraran sustancias combustibles en los humos o gases de combustión.

Las reacciones químicas que se utilizan en el estudio de las combustiones técnicas tanto si se emplea aire u oxígeno, son muy sencillas y las principales son:

$C + O_2 \text{ -----} \rightarrow CO_2$	$S + O_2 \text{ -----} \rightarrow SO_2$
$CO + \frac{1}{2} O_2 \text{ -----} \rightarrow CO_2$	$SH_2 + \frac{3}{2} O_2 \text{ -----} \rightarrow SO_2 + H_2O$
$H_2 + \frac{1}{2} O_2 \text{ -----} \rightarrow H_2O$	

Estas reacciones corresponden a reacciones completas de sustancias que pueden pertenecer a un combustible gaseoso, líquido o sólido y se expresan para 1 mol o 1 Kmol de sustancia combustible.

También es muy común realizar otros cálculos **estequiométricos** definiendo distintas relaciones a saber:

- Composición de humos secos
- Composición de humos húmedos
- Kg de aire / Kg de combustible
- Kmol de aire / Kmol de combustible
- Kg de humos secos / Kg de combustible
- Kg de humos húmedos / Kg de combustible

Todas estas relaciones se utilizan para efectuar un balance másico completo de una reacción de combustión.

Combustión incompleta: Se produce cuando no se alcanza el grado máximo de oxidación y hay presencia de sustancias combustibles en los gases o humos de la reacción.

Esta reacción se caracteriza por la presencia de sustancias combustibles llamados inquemados, en los gases de combustión como son el carbono como hollín, CO, H₂ y también aparecen pequeñas cantidades de los hidrocarburos que se utilizan como combustibles.

En la reacción de combustión en la que se produce únicamente CO en los gases de combustión, se conoce con el nombre de Combustión de Ostwald y la reacción que produce CO y H₂ se conoce como Combustión de Kissel.

Se denominan así debido del uso de los diagramas de estos autores utilizan para determinar las respectivas reacciones de combustión, siendo evidente que la reacción de Ostwald es un caso particular de la reacción de Kissel.

En la práctica se debe tener cuidado en los ambientes donde ocurre la reacción que genera el CO, ya que es un gas imperceptible al olfato, se debe tener cuidado en la ventilación de los ambientes. El CO es un elemento nocivo para el cuerpo humano y puede producir la muerte, debido al bloqueo del transporte de oxígeno, generado por la molécula de hemoglobina, una proteína compleja presente en la sangre, donde el CO ejerce un efecto competitivo con el O₂, produciendo la carboxihemoglobina e impidiendo la transferencia y el transporte de oxígeno en el cuerpo, produciéndose la muerte debido a una anoxia cerebral.

Combustión estequiométrica o teórica: Es la combustión que se lleva a cabo con la cantidad mínima de aire para que no existan sustancias combustibles en los gases de reacción. En este tipo de combustión no hay

presencia de oxígeno en los humos, debido a que este se ha empleado íntegramente en la reacción.

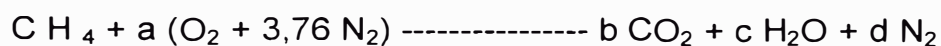
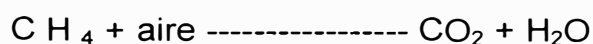
Combustión con exceso de aire: Es la reacción que se produce con una cantidad de aire superior al mínimo necesario. Cuando se utiliza un exceso de aire, la combustión tiende a no producir sustancias combustibles en los gases de reacción. En este tipo de combustión es típica la presencia de oxígeno en los gases de combustión.

La razón por la cual se utiliza normalmente un exceso de aire es hacer reaccionar completamente el combustible disponible en el proceso.

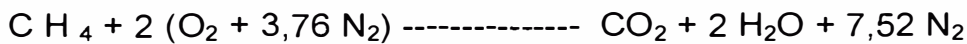
Combustión con defecto de aire: Es la reacción que se produce con una menor cantidad de aire que el mínimo necesario. En este tipo de reacción es característica la presencia de sustancias combustibles en los gases o humos de reacción.

Las reacciones de combustión son de dos tipos:

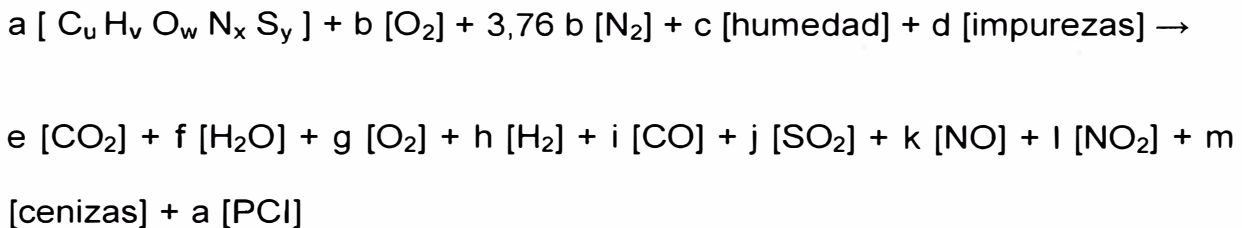
Reacción teórica: La reacción teórica para una combustión completa, convirtiéndose todo el C a CO₂ y el H₂ a H₂O, utilizando aire como comburente es del tipo:



Siendo la ecuación química estequiométrica balanceada



Reacción real genérica

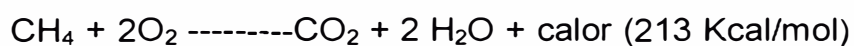


Donde: $[\text{C}_u \text{H}_v \text{O}_w \text{N}_x \text{S}_y]$ es un mol de materia combustible (compuesto o mezcla) donde suele tomarse $a=1$ (por mol de combustible) o bien $e + f + g + h + i + j + k + l = 1$ (por mol de producto gaseoso)

Esta reacción representa una reacción real que se produce en un reactor de combustión teniendo en cuenta todas las variables que se presentaran inclusive la humedad, impurezas y cenizas.

COMBUSTION DEL METANO

La llama de el metano es de color azul, debido a que la combustión con exceso de oxigeno es en general completa. El metano se oxida a CO_2 y H_2O pero si la combustión es incompleta se forma CO , H_2O y un residuo carbonoso, llamado negro de humo.



Aplicaciones de las reacciones de combustión

Las reacciones de combustión son útiles para la industria de procesos ya que permiten disponer de energía útil, y ello se realiza en equipos de proceso como hornos, calderas y todo tipo de cámaras de combustión, utilizando distintas tecnologías y dispositivos para llevar a cabo la reacción.

Un dispositivo denominado **quemador**, produce una llama característica para cada combustible empleado. Este dispositivo debe mezclar el combustible y un agente oxidante en proporciones que se encuentren dentro de los límites de inflamabilidad para el encendido y así lograr una combustión constante, asegurando el funcionamiento continuo en el sistema de alimentación del combustible y el desplazamiento de la llama.

Los quemadores se clasifican en dos tipos, de premezcla donde el combustible y el oxidante se mezclan antes del encendido y el quemador directo, donde el combustible y el oxidante se mezclan en el punto de ignición o encendido. Se debe tener en cuenta para su operación los parámetros como estabilidad de la llama, retraso de ignición y velocidad de la llama, los cuales deben mantenerse dentro de los límites de operación.

Para el quemado de combustibles líquidos, en general estos atomizados o vaporizados en el aire de combustión. En los quemadores de vaporización, el calor de la llama convierte continuamente el combustible líquido en vapor en el aire de combustión y así se auto mantiene la llama.

En los combustibles gaseosos, se utilizan distintos diseños que pueden ser circulares o lineales con orificios, que permiten la salida del gas combustible y un orificio por donde ingresa el aire mediante tiro natural o forzado.

Es importante comprender que como resultado de una combustión, mediante la operación de estos dispositivos, se pueden producir sustancias nocivas y contaminantes, las cuales deberán ser perfectamente controladas, reduciéndolas a concentraciones permitidas o eliminadas, de acuerdo a la legislación vigente sobre el tema.

Comburente: El aire El comburente es el agente que aporta el oxígeno a una reacción de combustión y la fuente usual y económica de oxígeno disponible es el aire.

Si dos reactivos participan en una reacción y uno de ellos es considerablemente más costoso que el otro, es muy común que el reactivo más económico se utilice en exceso con respecto al reactivo más caro. Esto se justifica a efecto de aumentar la conversión del reactivo más caro a expensas del costo del reactivo en exceso. Como el reactivo más económico es el aire, que además es gratis, las reacciones de combustión se realizan invariablemente con más aire del que se necesita, para asegurarse en proporcionar oxígeno en cantidad estequiométrica al combustible.

Aire teórico: Es la cantidad de aire que contiene el oxígeno teórico

Oxígeno teórico: Son las moles (en proceso intermitente) o la velocidad de flujo molar (en proceso continuo) de oxigeno que se necesitan para efectuar la combustión completa del combustible en el reactor, en que todo el carbono del combustible se oxida para formar CO₂ y todo el H₂ se oxida para formar H₂O.

Exceso de aire: Es la cantidad de aire en exceso con respecto al teórico o requerido para una combustión completa.

Para su cálculo pueden emplearse las siguientes expresiones equivalentes:

% de exceso de aire = $(O_2 \text{ que entra al proceso} - O_2 \text{ requerido} / O_2 \text{ requerido}) \times 100$

% de exceso de aire = $(O_2 \text{ de exceso} / O_2 \text{ de entrada} - O_2 \text{ de exceso}) \times 100$

COMBUSTIBLE	EXCESO DE AIRE (%)	EFICIENCIA (%)
GAS NATURAL	10 - 15	90
DIESEL 2	15 - 20	85

Para los cálculos de aire teórico y aire en exceso deben tenerse presente:

El aire teórico requerido para quemar una cierta cantidad de combustible no depende de la cantidad que realmente se quema. El combustible puede reaccionar parcialmente y puede quemarse parcialmente para formar CO y CO₂ pero el aire teórico es aquel que se requeriría para reaccionar con todo el combustible para formar solo CO₂

- El valor del porcentaje de aire en exceso depende solo del aire teórico y de la velocidad de alimentación de aire y no de cuanto O_2 se consume en el reactor o bien de que la combustión sea completa o parcial.

Composición del aire atmosférico

componente	% en volumen	usual	% en peso	Usual
Nitrógeno	78,03	79	75,45	76,8
Oxígeno	20,99	21	23,20	23,2
Argón	0,94		1,30	
CO ₂	0,03		0,05	
gases varios	0,01			
Peso molecular	Kg / Kgmol		28,967	29

En los cálculos de combustión se acepta utilizar la composición simplificada a 79 % de N_2 y 21 % de O_2 en **base molar**: un Kmol de aire contiene 0,21 Kmol de oxígeno y 0,79 Kmol de nitrógeno, siendo la relación de $79/21 = 3,76$ Kmol de N_2 / Kmol de O_2 o también puede expresarse como la cantidad de 4,76 Kmol de aire / Kmol de oxígeno que equivale a la cantidad de aire necesaria para contener 1 Kmol de oxígeno.

En términos de composiciones de masa o kilogramos, estas cantidades son diferentes: 1 kg de aire contiene 0,233 kg. de oxígeno y 0,766 kg. de nitrógeno y la cantidad de aire necesaria para contener 1 kg. de oxígeno es de 4,292 kg. de aire.

Composición en base seca o análisis de Orsat: Es la composición de todos los gases que resultan del proceso de combustión sin incluir el vapor de agua.

Composición en base húmeda: Es la composición de todos los gases que resultan del proceso de combustión incluido vapor de agua. La composición se expresa mediante el Análisis de Orsat, el análisis de gases en el que los volúmenes de los gases respectivos se miden sobre y en equilibrio con agua.

Temperatura teórica de combustión: Se define como la temperatura máxima que teóricamente se puede alcanzar en la combustión perfecta de un gas.

Gas combustible	Temperatura teórica de combustión (° C)
Gas Natural	1 950
Propano comercial	1 980
Butano comercial	2 005

Temperatura de inflamación: Es aquella que sin la necesidad de la presencia de un punto de ignición, llama o chispa, se inflama una mezcla de gas y aire.

Gas combustible	Temperatura de inflamación (° C)
Gas Natural	510
Propano comercial	468
Butano comercial	410

Límites de inflamabilidad: Se denomina así a la composición de la mezcla gas y aire, a presión y temperatura ambiente, para que la mezcla sea inflamable.

Gas combustible	Limite inferior de inflamabilidad (%)	Límite superior de inflamabilidad (%)
Gas Natural	4.7	13.7
Propano	2.4	9.5
Butano	1.8	8.4

Velocidad de propagación de la llama Cuando la mezcla gas y aire se encuentra dentro de los límites de inflamabilidad, la combustión se propaga con una cierta velocidad, este fenómeno se conoce como deflagración. Si la velocidad es inferior a la de propagación, se produce un retroceso de la llama hacia el interior del quemador y si es superior se tiene un desprendimiento de la misma que trae consigo su extinción.

Gas combustible	Velocidad de llama (m / s)
Gas Natural	0.36
Propano	0.47
Butano	0.45

4.2 SUSTITUCION DEL QUEMADOR DIESEL 2 POR GAS NATURAL

La decisión de sustituir combustible líquido a gas implica el cambio del quemador pues las exigencias para facilitar la quema de cada uno de estos combustibles son totalmente diferentes, se debe tener en cuenta la facilidad de suministro, la incidencia en la producción, el costo y el impacto ambiental.

4.3 PARAMETROS DE SELECCIÓN

Criterios para la selección de quemadores

Capacidad del quemador en BTU/hora, este dato se obtiene de:

- La placa del equipo
- El catálogo del equipo
- Por el fabricante del equipo
- El área de transferencia de la caldera
- Presión en la cámara de la caldera
- Altura de operación del equipo, determinar la presión barométrica y la temperatura del aire de alimentación.
- El turndown (alto /bajo fuego) indica la capacidad de un quemador para responder en altas y baja demandas de calor.

4.3.1 CALCULO PARA SELECCIONAR EL QUEMADOR A GAS

4.3.1.1 DETERMINAR LA NECESIDAD CALORICA

La Caldera de 50 BHP, se analizará la viabilidad técnica, la rentabilidad económica, en el uso del Gas Natural

Potencia..... 50BHP

Tipo..... Pirotubular

Presión de Vapor..... 150 Psig

T-Ingreso Agua.....25 °C

Producción de Vapor..... 1725 lb. / h = 784 kg. / h

Ubicación de la caldera..... a nivel del mar.

Consumo en **BTU/hora**.....mínimo: **690 000** máximo: **2 000 000**

4.3.1.2 EXPERIMENTO CON GAS GLP

Situación actual con el combustible DIESEL 2

- Excesivo hollín
- Elevada temperatura de gases de chimenea
- Pérdidas de combustible por fugas
- Baja eficiencia de combustión
- Consumo actual 5.69 galones diesel / hora
- Eficiencia del 87%

Análisis de los gases de la combustión con DIESEL 2

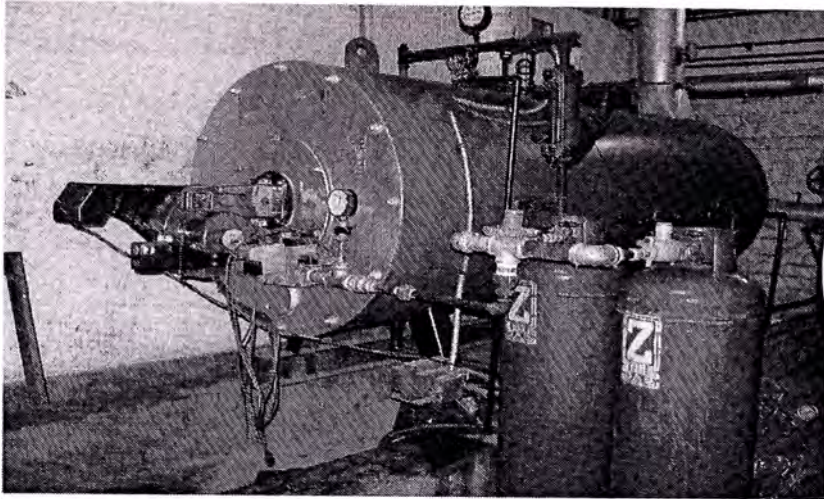
PARAMETROS DE ANALISIS	RESULTADOS	
	VALOR ACTUAL	VALOR RECOMENDADO
O2 (%)	10.4	2.5 - 5.5
CO2 (%)	7.6	9.2 - 13.2
CO (ppm)	0	100 máx.
Temp. de Gases (°C)	203	200 máx.
Exceso de Aire	19.3	20
Eficiencia (%)	87	88 mín.
Realizado por GASTECNIC SRL		
obtenido de un analizador electrónico		

REQUERIMIENTOS PARA LA CONVERSION A GAS

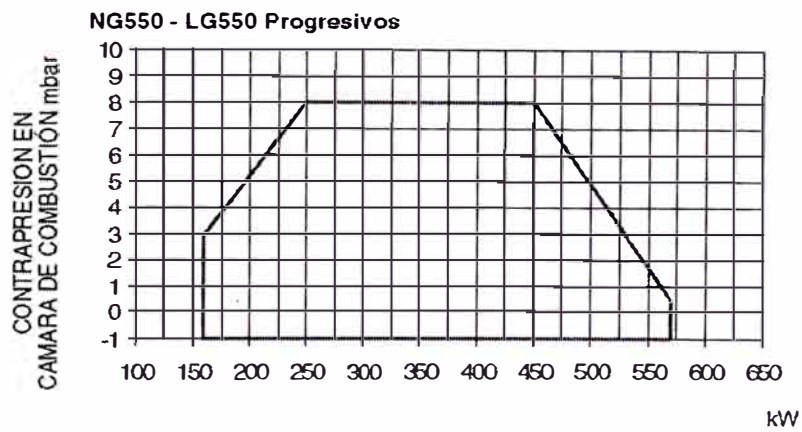
Características del Quemador CIBUNIGAS Modelo NG550

Contacto: Arban Carlo<dce@cibunigas.it>; Carlo Arban<info@cibunigas.it>

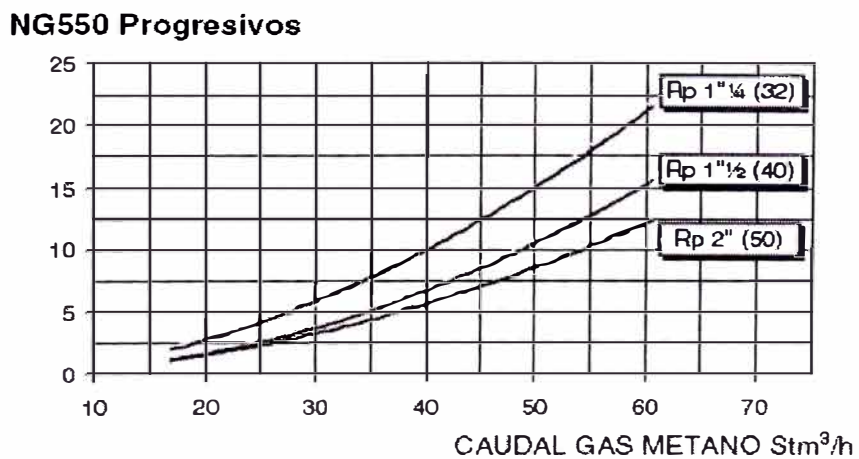
- Quemador de 2 llamas progresivo
- Potencia: Mínima: 160 kW (137 600 kcal / h) (545 997 BTU / h)
Máxima: 570 kW (490 200 kcal / h) (1 945 114 BTU / h)
- Combustible: Gas Natural
- Caudal de gas: min- max: 17 – 60(Sm³ / h) (15°C, 1013 mbar)
- Presión de gas: min – max: 20 – 360 mbar
- Alimentación eléctrica total: 0.92 kW
- Motor Eléctrico (2800 gr / m). 0.62 kW
- Peso aproximado: 55 kg
- Diámetro de válvulas: 1 ½”
- Conexión de gas: Rp 1 ½”
- Tipo de regulación: Progresivo
- Precio: 2380 euros (tobera larga), 50 euros (Kit de adaptación a GLP), 250 euros (embarque vía aérea) valor equivalente a 4650 dólares incluyendo todos los impuestos de ley.
- Instalación, materiales y mano de obra 550 dólares
- Tota inversión de equipo **5 200** dólares



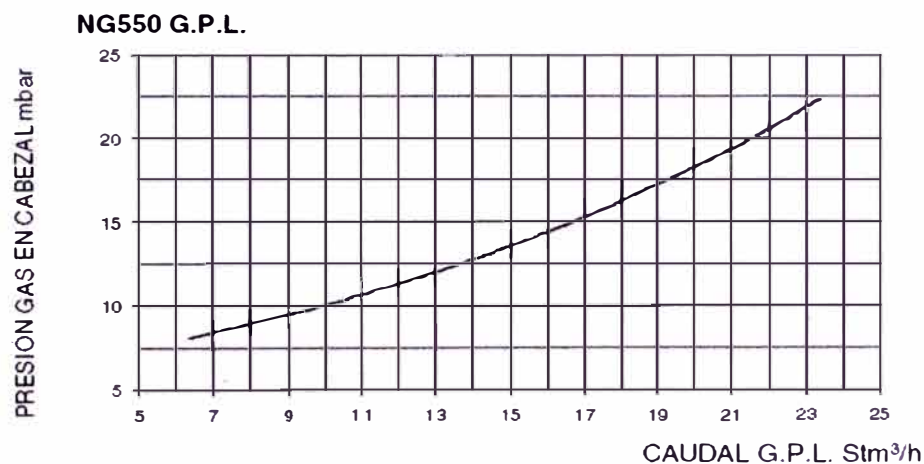
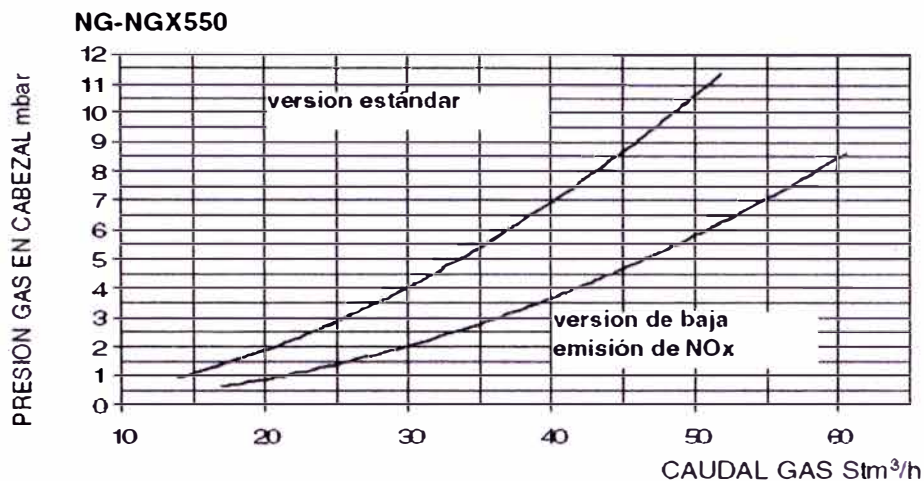
Campo de aplicación



Curva de presión – Caudal en la red (Presión mínima en la red en mbar)



Curvas de presión – Caudal en cabezal de combustión



- Otros gastos (Precio Total estimado: **2 600** dólares): Equipos y accesorios complementarios para la instalación, es como sigue:

Estación reductora de presión (Precio: **1 750** dólares): Mangueras flexibles de Cu conexión tipo mariposa para 6 balones de 45 kg., 6 válvulas gas PN25 ½" independiente, 2 válvulas gas PN25 ½" una para cada 3 balones de 45 kg., 1 válvula reduce alta presión para el manifold desde 90 psi. hasta 5 – 15 psi. , 1 manifold de Cu alta presión de 1" ϕ con 6 conexión para 6 balones con 3 codos y reducción, 1 tubería tipo K de 1" ϕ para la red desde estación reductora de alta presión hasta la válvula reductora de baja presión de 60 mbar, incluido codos, uniones y accesorios, 1 válvula reductora de baja presión de 60 mbar, 1 tubería de Cu tipo K de ½" ϕ para la red de la

reductora de baja presión hasta el quemador, 1 manómetro de baja presión a la salida de las válvulas de baja presión de 0 a 200 mbar.

Automatización progresiva del quemador y la caldera (Precio: 850 dólares): Reinstalación de tablero eléctrico contactor, relay térmico, borneras, lámparas de señalización de energía stand by, cableado eléctrico, conexión terminales, reinstala red eléctrica desde equipos del caldero hasta el quemador a gas, desde el tablero y viceversa de: la electrobomba, la columna de nivel de agua, presostato de control de presión de vapor, presostato de control de modulación progresivo, instala damper de regulación de gases calientes de salida por la chimenea evitando pérdidas, pruebas y puesta en funcionamiento del sistema de control eléctrico.

Resultado de medición de los gases de la combustión con GLP

- Kit de adaptación a GLP
- Combustible: GLP
- Caudal de gas: min- max: 6.2 – 22 (Sm³ / h) (15°C, 1013 mbar)
- Presión de gas: min – max: 30 – 360 mbar

ANALISIS	VALOR ACTUAL	VALOR RECOMENDADO
O ₂ (%)	4.2	2.5 - 5.5
CO ₂ (%)	11	9.2 - 13.2
CO (ppm)	0	100 máx.
Temp. de Gases (°C)	195	200 máx.
Exceso de Aire	15	20
Eficiencia (%)	93	88 mín.
Realizado por GASTECHNIC SRL obtenido de un analizador electrónico		

Resultado recomendado de los gases de la combustión con GN

ANALISIS	VALOR ACTUAL	VALOR RECOMENDADO
O ₂ (%)		2.5 - 5.5
CO ₂ (%)		menor 9.75
CO (ppm)		80 máx.
Temp. de Gases (°C)		200 máx.
Exceso de Aire		10 a 15
Eficiencia (%)		88 mín.

La experiencia se realizó utilizando el Analizador de Gas Electrónico MOT-1500

El Equipo digital portátil cuenta con display de cristal líquido, que realiza análisis de gases de la combustión: el modelo MOT-1500 realiza análisis de CO₂, O₂, CO, SO₂, NO_x, eficiencia y temperatura



Resultados del experimento con GLP

PROYECCION ANUAL DE AHORRO ECONOMICO CON EL USO DE GAS GLP

<u>Resultados consumo de combustibles real</u>	real	experimento	proyectado
	<u>D2</u>	<u>GLP</u>	<u>GLP</u>
	<u>GI</u>	<u>Balón 45</u>	<u>granel</u>
		<u>Kg.</u>	<u>galon</u>
Consumo real promedio diario	66,5	4	95
Consumo real promedio (domingo a viernes)	399	24	569
Consumo real promedio día sábado	113,5	6	142
Consumo real promedio semanal	512,5	30	711
Consumo real promedio mensual	2.050	120	2844
Consumo real promedio anual	24600	1440	34129

<u>Análisis Económico Real</u>	<u>D2</u>	<u>Gas GLP</u>	<u>Gas GLP</u>
	<u>Galón</u>	<u>Balón 45</u>	<u>galon</u>
		<u>Kg.</u>	
Precios de los combustibles a la fecha	10	137	5,7
Consumo anual de combustibles	24.600	1.440	34129
Costo anual de combustibles	246.000	197.280	194.535
Ahorro en Soles anual		48.720	51.465
Ahorro en Dólares anual	3,25	14.990,77	15.835,29

4.3.1.3 CONSUMO DE COMBUSTIBLE COMPARADO

FECHA 01-06-06

Empresa Baños Turcos Palace
Hecho por: Ing. Alejandro Aquije

Asunto Informe Tecnico Economico Petroleo Diesel2 & GLP & GN

Analisis Tecnico y Economico que nos permitirá determinar el combustible mas económico que se debe utilizar en los quemadores de calderas de 50 BHP , por lo siguiente:

DATOS HISTORICOS REALES

Consumo promedio de petroleo D2 mensual actual promedio : 2050 galones

consumo promedio de petroleo D2 anual actual promedio : 24,600 galones

Datos técnicos

Poder Calorifico BTU/GL al 100%
Poder Calorifico BTU/m³ al 100%
Rendimiento eficiencia
Poder Calorifico BTU/GL S/ eficiencia
Poder Calorifico BTU/m³ S/ eficiencia
Consumo real promedio mensual actual galones
Consumo real promedio mensual actual m³ de gas natural
BTU Total Mensual del D2
BTU Total Mensual del GLP
BTU Total Mensual del GN
Consumo proyectado Anual de combustible galones
Consumo proyectado Anual en m³ de gas natural
Consumo galon/hora (12 mes/año, 30 dia/mes, 12 hora/dia)
Consumo m³ / hora GN

	<u>Diesel 2</u>	<u>GLP</u>	<u>GN</u>
	139500	97200	
			35314
	87%	90%	93%
	121365	87480	
			32842
	2050	2844	
			7576
	248798250		
		248798250	
			248798250
	24600	34129	
			90907
	5,69	7,90	
			21,04
	10,00	5,70	
	3,08	1,75	
	22,06	18,04	3,90
			0,14
			0,45
	24600	34129	
			90907
	246000,00	194533,61	40690,55
	75692,31	59856,50	12520,17
		51466,39	205309,45
	3,25		
		15835,81	63172,14

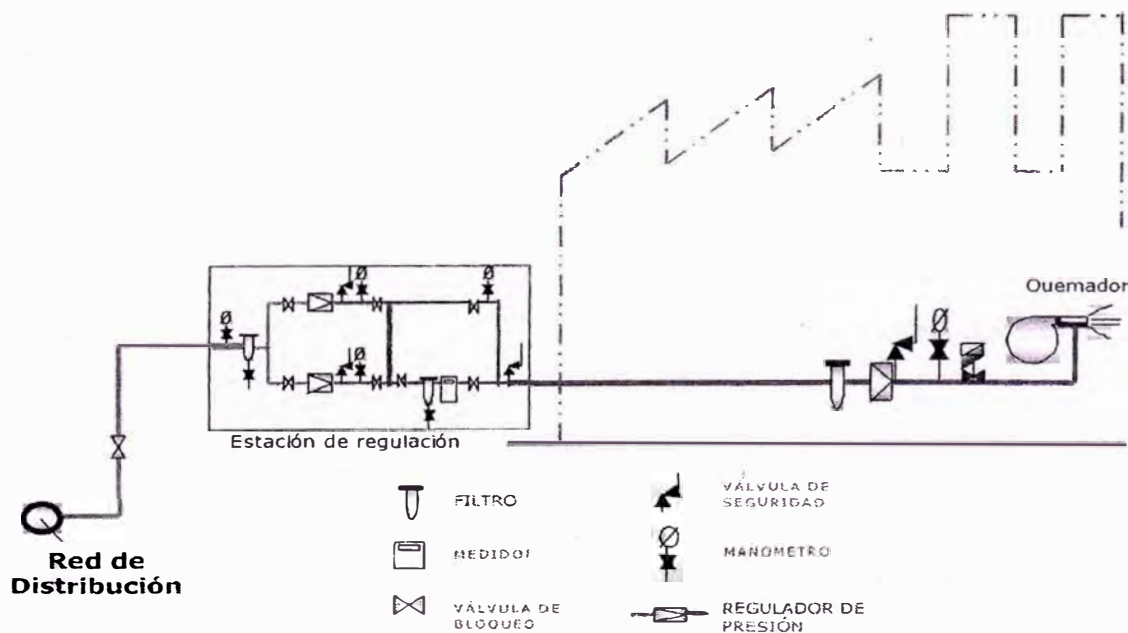
Análisis Económico Anual

Precios de los combustibles por galon en soles
Precios de los combustibles por galon en dolares
Precio equivalente US\$ / MMBTU
Precios del combustible en dolares/ m³ de gas natural
Precios del combustible en soles / m³ de gas natural
Consumo anual de combustibles en galones
Consumo anual de gas natural en m³
Costo anual de combustibles en soles
Costo anual de combustibles en dolares
Diferencial - Ahorro en Soles
T/C
Diferencial - Ahorro en Dolares anual

Fuente: Elaboración Propia

- Los cálculos se han realizado en base al consumo real de combustible diesel 2, es en este sentido que no se ha tenido en cuenta la potencia ni el rendimiento de la caldera.
- Según los cálculos utilizando el combustible GLP se ahorraría anualmente alrededor de US\$ 15 836 dólares, entonces la inversión se recupera en el primer año.
- En caso de trabajar con Gas natural, se calcula que el ahorro será mucho mayor en el orden aproximado a US\$ 63 172
- Para comprobar sin hacer mayor inversión, se realizó un proyecto piloto experimental con la utilización de un quemador de gas italiano utilizando GLP de un cilindro de 100 libras.

4.4 INSTALACION



GENERALIDADES DE LA INSTALACION

La instalación de gas natural se inicia a partir de la instalación de una estación reductora de presión y el sistema de medición de caudales definido por la empresa distribuidora.

A partir de la Estación de Regulación y Medición Primaria (ERMP), se proyectara las tuberías de distribución interna hasta los locales de utilización y equipo de combustión.

Cuando la presión de utilización de los equipos difiere de la presión regulada en la estación principal, será necesario instalar una estación de regulación secundaria.

La ERMP tiene la finalidad de reducir la presión de la red secundaria de distribución a la presión de uso en la red interna de gas natural de la planta, además de medir el caudal que se consume a través del medidor, el cual se facturará dicho consumo en forma mensual.

La ERMP debe contar con válvula de aislamiento a la entrada y salida de la estación; la de salida permite aislar el sistema en situaciones de emergencia.

Para el dimensionar la ERMP, se considera el diseño para suministrar en forma simultánea gas natural a todos los equipos de la planta que la consumen (capacidad nominal) incluyendo las futuras ampliaciones.

De conformidad a lo establecido en el artículo 71 del Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos, la concesionaria de

distribución de gas natural de Lima y Callao (Callidda), es responsable de la instalación, operación y mantenimiento de la Acometida y la ERMP.

Los componentes de una ERMP son: Sistema de Filtrado (polvo y líquido), Sistema de Calentamiento (solo aquellas estaciones en que sea necesario calentar previo a la regulación), Sistema de Regulación, Sistema de Medición, Sistema de seguridad.

El sistema de tuberías que salen de ERMP son de distribución interna y pueden ser tuberías principales o secundarias de distribución, pueden ser instalados en forma aérea, enterradas o con canaletas.

A la salida de la ERMP, se deberá instalar una válvula general de bloqueo. Si la ERMP tiene recinto, esta se ubicará en la parte externa y si se encuentra al aire libre, la válvula deberá ubicarse a una distancia mínima de 15 metros.

En las instalaciones internas industriales se podrán utilizar los siguientes materiales: acero (AC), cobre (Cu) y polietileno (PE)

La selección del material está en función de: a) lugar donde se ubicará la tubería, b) la presión, c) el diámetro requerido, d) los riesgos de corrosión, e) disponibilidad de material en el mercado.

Para las tuberías de acero y polietileno no hay límites de diámetro, mientras que para las tuberías de cobre no debe exceder de 29 milímetros.

Las tuberías y los accesorios de una instalación anterior en caso del GLP, se podrán utilizar, siempre que cumplan las normas NTP.

Cuando las tuberías alimentan varios puntos de la planta, se colocará en la parte exterior de cada punto en forma visible, una válvula de bloqueo manual

El trazado de tuberías las distancias mínimas de separación de una tubería vista con respecto a otras tuberías, conductos o suelos serán:

Tubería de otros servicios	Curso paralelo (cm.)	Cruce (cm.)
Conducción agua caliente	3	1
Conducción eléctrica	3	1
Conducción de vapor	5	5
Chimeneas	5	5
Suelo	10	-

La posición relativa de la tubería de gas natural con respecto a otros servicios cuando se instalen en un mismo plano vertical es: Primero el gas natural, Segundo la electricidad, Tercero los líquidos, Cuarto el suelo.

Para instalaciones aéreas se puede utilizar: acero pintado con pintura anticorrosiva, o cobre.

Las tuberías aéreas deben tener los suficientes anclajes o soportes para: prevenir los esfuerzos indebidos en los equipos conectados a la misma,

resistir los esfuerzos causados por cambios de dirección, prevenir o amortiguar las vibraciones excesivas.

Las tuberías enterradas serán permitidos cuando no atraviesen lugares de trabajo, y se pueden utilizar: acero revestido con polietileno, polietileno, cobre revestido con polietileno.

En caso de usarse material de acero, este deberá quedar aislado de los que se instalen en forma aérea, por medio de juntas dieléctricas.

Cuando la presión de utilización difiere de la regulada es necesaria una subestación de regulación. Esta subestación opcionalmente podrá contar con medidores de flujo aguas abajo del regulador el cual debe estar instalado de preferencia con un sistema by pass de válvulas. Las subestaciones deben estar ubicadas en lugares accesibles y estar adecuadamente protegidas.

Deben contar con los siguientes elementos: válvulas manuales de cierre, filtro, regulador de presión, manómetros con sus respectivas válvulas de bloqueo, válvulas de seguridad tipo shut off o de alivio.

Condición básica de dimensionamiento

Toda la instalación deberá estar dimensionada para conducir el caudal requerido por los equipos de consumo en el momento de máxima demanda.

La tubería de gas natural se dimensiona dependiendo de los siguientes factores: máxima cantidad de gas requerido por los equipos, demanda

futura, caída de presión permitida, longitud de tubería y cantidad de accesorios, densidad y poder calorífico del gas, velocidad permisible del gas.

El tramo de tubería comprendida entre la válvula de bloqueo de servicio del distribuidor de gas y la entrada a los reguladores de la ERMP, se calculará con una caída de presión máxima no superior al 10 % de la presión mínima de suministro.

Los tramos de la red interna comprendidos entre dos etapas de regulación se calcularán con una caída máxima del 20 % de la presión regulada al comienzo de los tramos.

Los tramos de tubería que alimentan directamente los equipos de consumo, serán calculados de tal manera que la caída de presión entre el regulador que los abastece y los equipos no exceda el 10 % de la presión regulada.

En todos los puntos de la instalación la velocidad de circulación del gas debe ser siempre inferior a 30 m/s para evitar las vibraciones y ruidos excesivos en el sistema de tuberías.

- Cálculo del consumo del gas natural de un equipo térmico:

$$Q = \frac{P_n}{\eta \cdot PCS}$$

Donde:

Q = caudal nominal volumétrico (m³ / h) = **55** de diseño.

P_n = potencia nominal del equipo térmico (k cal / h)= **490 200**

η = eficiencia de funcionamiento del equipo (%)= **93 %**

PCS = poder calorífico superior, (k cal/m³)= **9 586.94**

Para el dimensionado de las tuberías, se admiten fórmulas de cálculo reconocidos:

- Fórmula de Poole para presiones hasta un máximo de 5 kPa (50 mbar)

$$Q = \sqrt{\frac{D^5 \cdot h}{2 \cdot s \cdot l}}$$

Donde:

Q = caudal en m³ / h (condiciones estandar)

D = diámetro en cm.

h = pérdida de carga en mm. de columna de agua.

s = densidad relativa del gas

l = longitud de tubería en metros, incluyendo la longitud equivalente de los accesorios que la componen.

- Fórmula de Renouard para presiones en el rango de 0 kPa a 400 kPa (0 bar a 4 bar); válida para $Q/D < 150$

$$P_A^2 - P_B^2 = 48600 \cdot s \cdot L \cdot \frac{Q^{1.82}}{D^{4.82}}$$

Donde:

P_A y P_B = presión absoluta en ambos extremos del tramo, en kg / cm² a

P_B = presión absoluta en kg / cm² a = **0.3672** (360 mbar)

s = densidad relativa del gas = **0.6175**

L = longitud del tramo en km., incluyendo la longitud equivalente de los accesorios que la componen = **0.040** (redondeando)

Longitud del tubería = 17.5 metros

Longitud por accesorios (4 codos, 2 uniones, 2 válvulas compuerta) =
(4x1.23) +(2x1.23) + (2x6.83) = 21.04 metros (Norma NTP 111.010)

Q = caudal en m³ / h (condiciones estándar) = **55**

D = diámetro en mm. = **48.3** (1 ½" φ tubo de acero cedula 40)

Presión calculada en el extremo de la entrada:

P_A = presión absoluta en kg / cm² a = **0.3851** (378 mbar)

- Cálculo de velocidad de circulación del gas natural

$$v = \frac{365,35 \cdot Q}{D^2 \cdot P}$$

Donde:

Q = caudal en m^3 / h (condiciones estándar) = **55**

P = presión de cálculo en kg / cm^2 absoluta = **0.3851** (378 mbar)

D = diámetro interior de la tubería en mm. = **48.3**

v = velocidad lineal en m / s = **22.36 < 30** (Norma NTP 111.010)

- Cálculo de longitudes equivalentes de accesorios

Elemento	Longitud equivalente (L / D)
Codo a 45°	14
Codo a 90° - radio corto	30
Codo a 90° - radio largo	12.5
Te – Paso directo	16
Te – desviación lateral	47
Reducción	7
Uniones y acoplamientos	2
Válvula esférica o de bola	150

Donde: D = diámetro interior de la tubería

- **Espesores de tuberías:** Definido el diámetro, material y presión de diseño, se debe especificar el espesor de la pared, de manera que cumpla con las pruebas de estanqueidad y condiciones operativas.

El espesor mínimo de las paredes de las tuberías de acero de diámetro menor a 2 pulgadas, debe ser conforme a la cédula 40.

El espesor mínimo de la pared de las tuberías de cobre deberá ser de 1 mm. y el diámetro máximo de 29 mm.

- La ventilación del local en forma directa desde el exterior de donde están instalados los equipos de consumo, se harán con aberturas y rejillas de protección a la intemperie libre mínima de 50 cm² por cada 10 kW. de potencia nominal instalada.

Diámetro nominal tubo de acero		Espesor mínimo de la pared
milímetros	pulgadas	milímetros
13.7	1/4	2.2
17.1	3/8	2.3
21.3	1/2	2.8
26.7	3/4	2.9
33.4	1	3.4

42.2	1 1/4	3.6
48.3	1 1/2	3.7
60.3	2	3.9

Precio aproximado del tubo de acero cédula 40 de 1 1/2" ϕ es de 7.00 dólares el metro.

- Planilla de cálculo

PLANILLA DE CÁLCULO

Tramo	Caudal (m ³ /h)	Longitud (m)		Presiones (bar a)		Pa - Pb (bar a)	Diámetro nominal (mm)	Velocidad (m/s)	Observa.	Unión
		Real	Calculo	Pa	Pb					
A-B	55	17.5	40.0	0.378	0.360	18	48.3	22.36	Tubería AC Calibre 40	Soldada

Generalidades de los ensayos de la instalación del sistema de tuberías

Prueba de Resistencia

- Tiene la finalidad de asegurar que la tubería será lo suficiente resistente para funcionar en condiciones normales de operación.
- La prueba se realiza con aire, nitrógeno, o cualquier gas inerte, y por ningún caso se usará oxígeno o gas combustible.
- La prueba de presión deberá ser de 1.5 veces la presión admisible de operación (MAPO) por un lapso no menor de 2 horas.

- En el caso de sistemas de tuberías con una MAPO de 60 mbar o menos, la presión mínima para la prueba será de 100 mbar.

Prueba de Hermeticidad

- Se realiza al finalizar la prueba de resistencia, para ello se reduce la presión hasta el 90 % del valor de la presión de prueba de resistencia.
- La prueba de hermeticidad tiene el propósito de localizar y eliminar toda posibilidad de pérdida en la instalación, se realiza con aire a la presión máxima admisible de operación (MAPO), verificando mediante una solución jabonosa mientras se encuentra bajo presión, por un período no menor de 24 horas

Procedimiento de habilitación de suministro

1. El usuario debe tener la aprobación escrita de CALIDDA de la solicitud de factibilidad de suministro.
2. El usuario debe tener firmado el Contrato de Suministro.
3. Debe contactar a una empresa Instaladora y Certificadora.
4. El usuario debe presentar el documento donde contiene: Cronograma de actividades, Plano Layout, Plano Isométrico, Planos mecánicos de la estación de regulación y medición primaria, Diseño de la protección catódica, si fuera necesario, Proceso de soldadura y especificaciones

de las juntas soldadas, Consideraciones generales para el dimensionado y selección de materiales y equipos.

5. El documento debe ser aprobado por la empresa Certificadora y constatado por CALIDDA.
6. Durante la construcción el usuario debe entregar los siguiente documentos a la empresa Certificadora: Certificado de cumplimiento con las normativas de los materiales y equipos empleados, para cada punto de consumo los planos correspondientes, certificado de homologación de los instaladores, registro de inspección visual de la tuberías soldadas, certificados de pruebas de resistencia y hermeticidad, plano isométrico conformidad de obra, registro de comisionado de equipos, registro de parámetros del equipo empleado en la soldadura de acero y polietileno.
7. Concluido la construcción de las instalaciones internas, el Usuario deberá presentar a CALIDDA, previa aprobación por la Empresa certificadora lo siguiente: Análisis de riesgos de las instalaciones de gas natural, procedimientos operacionales al uso de gas natural, elaboración e implementación del plan de contingencias, establecer un programa de mantenimiento preventivo de las instalaciones involucradas con el gas natural, copia de planos conforme de obra.

8. El usuario esta listo para iniciar el consumo de gas natural, presentará ante CALIDDA la Solicitud de Habilitación de la Estación de Regulación y Medición Primaria.
9. El usuario debe designar a un Responsable de la Operación Técnica, que estará a cargo de la puesta en marcha de las instalaciones internas.
10. CALIDDA informará a OSINERG la fecha programada para la habilitación de gas natural a las instalaciones.
11. Inmediatamente después de la habilitación de la ERMP, se procederá a la habilitación de la Instalación Interna
12. Una vez concluida la habilitación del sistema de medición, se sentará el Acta de habilitación de Sistema de Medición, el cual deberá ser firmada por CALIDDA y el representante del Usuario.
13. CALIDDA, mantendrá el expediente por cada Usuario, así como sus actualizaciones realizadas mientras mantenga habilitado el suministro de gas.
14. En caso de modificación o ampliación del servicio, el Usuario o el instalador en su nombre, deberá efectuar todo el procedimiento antes señalado.

CAPITULO V

VENTAJAS DEL CAMBIO DE USO A GAS NATURAL

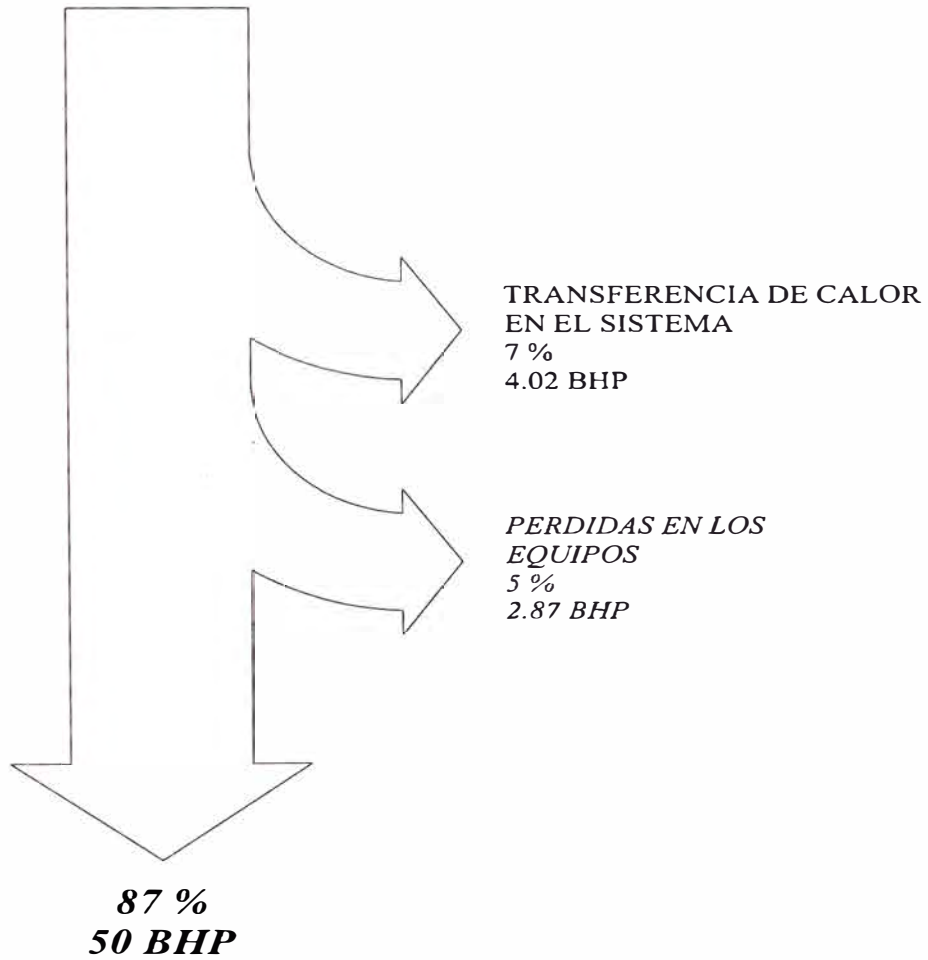
5.1 ENERGETICA

- El Gas Natural tiene menor poder calórico que el gas licuado: un metro cúbico de Gas Natural tiene 9.300 calorías y un metro cúbico de gas licuado (en estado gaseoso) tiene 22.550 calorías
- Los quemadores requieren una cierta cantidad de energía para funcionar, independiente del combustible que se utilice, si se tiene un consumo de 200 kcal / h, en una hora puede ocupar 8.9 metros cúbicos de gas licuado ó 21.5 metros cúbicos de Gas Natural, significa que se consume la misma cantidad de energía.
- Los quemadores de las calderas piro tubulares, se debe tener en cuenta que la cantidad de gas natural a suministrar es de 2, 5 veces mas en volumen que el GLP, por lo se debe de adecuar aumentando la cantidad de combustible y regulando el exceso de aire, para obtener la misma necesidad calórica por hora.

- Diagramas de Balance Energético Sankey para Diesel 2, GLP, GN

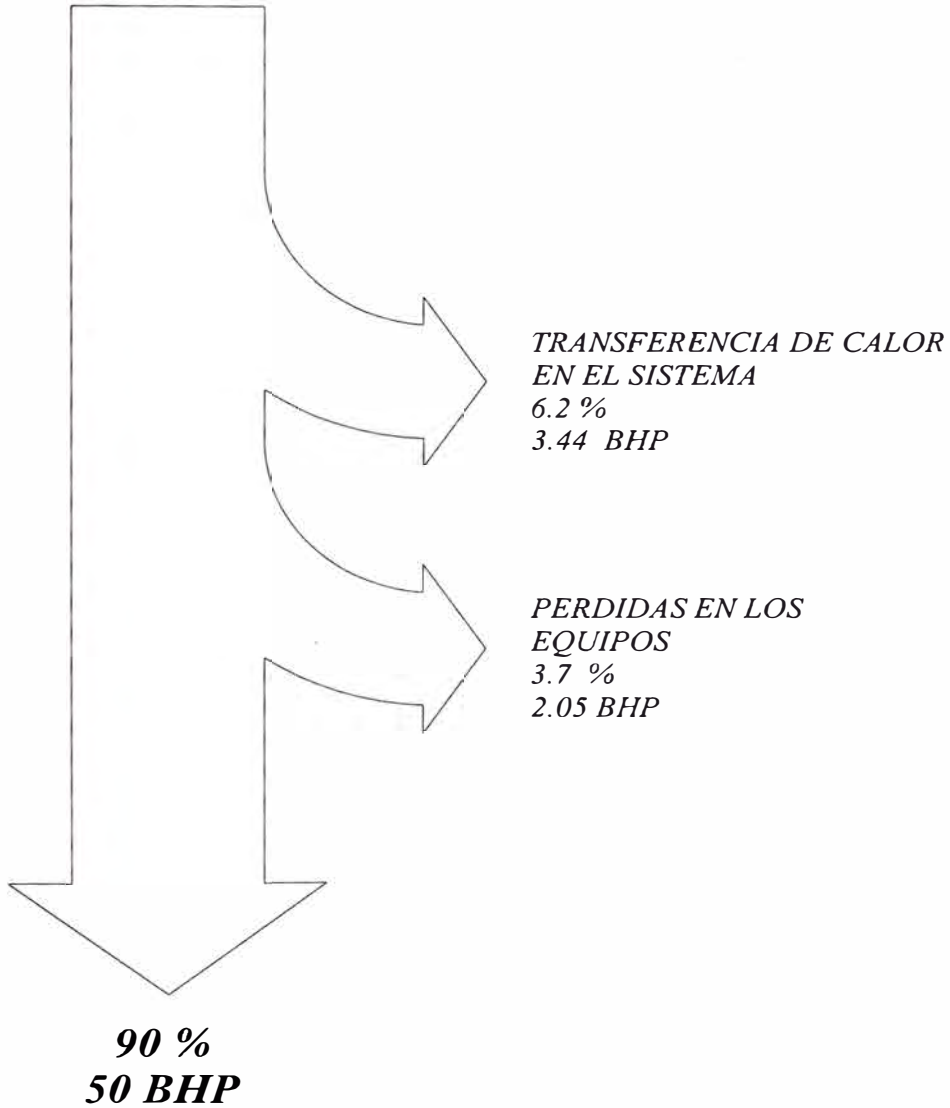
DIESEL 2

**100 %
2050 G/año
57.47 BHP**



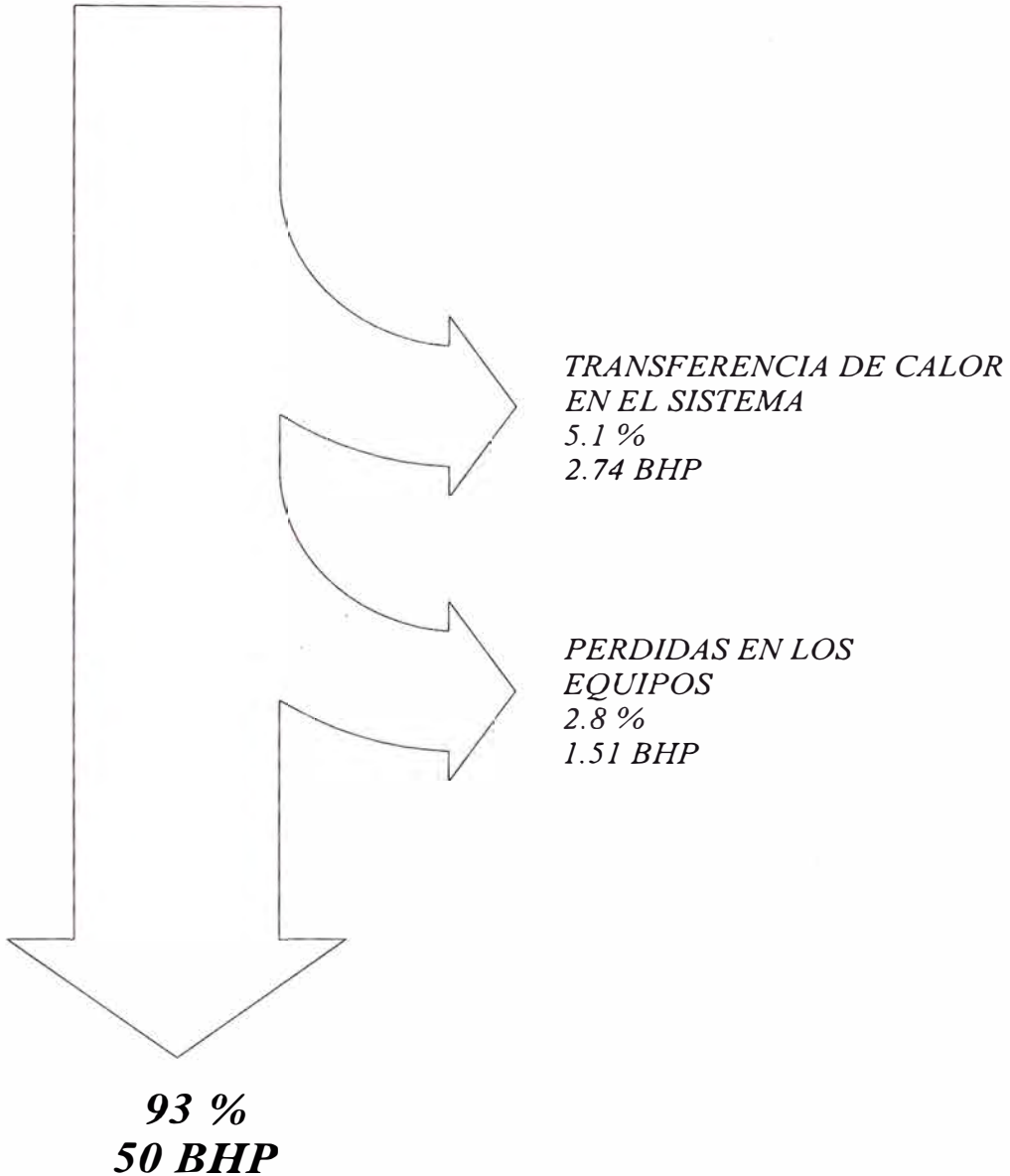
GLP

**100 %
2844 Gl/año
55.55 BHP**



GN

***100 %
7576 m³/año
53.46 BHP***



5.2 ECONOMICAS

Beneficio derivado por las propiedades del gas, posee grandes ventajas y se sigue los criterios de evaluación en el análisis del combustible:

- Inversión inicial referidas a los equipos
- Adquisición del área para su instalación (tanque almacenamiento)
- Costo de operación y de mantenimiento
- Costo por manejo de inventario de combustibles
- Incidencia en la producción
- Costo ambiental
- Costo de la prima del seguro por las instalaciones

Beneficio por diferencia de precio comparado con otros combustibles:

- Para nuestro país, el costo por unidad energética del gas natural es más bajo que el resto de combustibles para uso industrial, el cual influye en la rentabilidad de la empresa, e incide en forma importante en la toma de decisión para sustituir el diesel 2 por el gas natural, por lo tanto permite recuperar la inversión por la conversión.

Los precios de los combustibles son sólo comparables si se expresan por unidad de energía consumida (**ver tabla en el apéndice**)

Análisis del ahorro y recupero de la inversión (ver tabla página 106)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EL QUEMADOR*	TIPO DE COMBUSTIBLE	
	PETROLEO	GAS
Control de la Combustion y la Eficiencia	Quincenal	Semestral
Limpieza y Verificacion del Filtro del Combust.	Quincenal	Semestral
Limpieza y Verificacion de Electroodos	Quincenal	Semestral
Limpieza y Verificacion de Boquillas	Quincenal	Semestral
Verificacion de Valvulas Solenoides	Quincenal	Semestral
Verificacion de Presostatos	Quincenal	Semestral
Limpieza y Verificacion de Mirilla	Quincenal	Semestral
Limpieza y Verificacion de Platos Reflectores	Quincenal	Semestral
Limpieza y Verificacion de la Fococelda IR/UV	Quincenal	Semestral
Verificacion del Programador de Llama	Quincenal	Quincenal
Verificacion del Transformador de Encendido	Quincenal	Quincenal
Verificacion de la Presion del Combustible	Diario	Diario
Limpieza de la Chimenea y Ductos de Gases (150 dólares/vez)	Semestral	Anual
DOLARES	4450	496
Fuente: Elaboración Propia		

Ahorro combustible anual	63 172
Ahorro mantenimiento anual	3 954
* Ahorro estimado anual (dólares)	67 126

- Gasto , mantenimiento e inventario con diesel 2

Consumo Combustible anual	75692
Mantenimiento anual	4450
* Total gasto anual con diesel 2 (dólares)	80142
Total gasto mensual con diesel 2	6678

Inventario de combustible 15 días	3154
* Total mensual con diesel 2 (dólares)	9833

- Gasto, inversión y mantenimiento con gas natural

Inversión en el quemador a GN e instalación	5200
Otros gastos (accesorios, tramites, otros) estimado	2600
Consumo Combustible GN anual	12520
Mantenimiento anual	496
* Total anual con GN (dólares)	20816

No necesita inventario de combustible almacenado

No se consideró la acometida

- **Se recupera la inversión en 4 semanas**

Flujo de caja semanal:

En la siguiente tabla se esta considerando que los ingresos semanales son los costos de combustible y mantenimiento con Diesel 2 (D2), y los egresos semanales son los costos de combustible y mantenimiento con Gas Natural (GN), la recuperación de la inversión inicial (US\$ 7 800) se puede calcular

con la diferencia entre ingresos y egresos semanal, lo que nos da el ahorro semanal, la inversión se recuperará totalmente en 4 semanas.

	Inversión Inicial	1ra semana	2da semana	3ra semana	4ta semana
Ingresos (Costo semanal con D2)	US\$	2458.13	2458.13	2458.13	2458.13
Egresos (Costo semanal con GN)	7800	1084.67	1084.67	1084.67	1084.67
Costos de inversión	7800				
Costos operativos		1084.67	1084.67	1084.67	1084.67
Flujo Financiero	7378.00	2186.96	2186.96	2186.96	2186.96

Cálculo del VAN:

Para el cálculo del VAN vamos a considerar una tasa de interés referencial de 24.94% anual para moneda extranjera, este valor lo obtenemos de la siguiente tabla.

**TASAS DE INTERÉS PROMEDIO DEL SISTEMA BANCARIO
TASAS ACTIVAS ANUALES DE LAS OPERACIONES REALIZADAS
EN LOS ÚLTIMOS 30 DÍAS ÚTILES
POR TIPO DE CRÉDITO¹
hasta 28/12/2006**

	COMERCIAL	MICROEMPRESAS²	CONSUMO³	HIPOTECARIO
Moneda Nacional	9.33%	37.63%	38.48%	10.03%
Moneda Extranjera	9.64%	24.94%	15.24%	9.25%

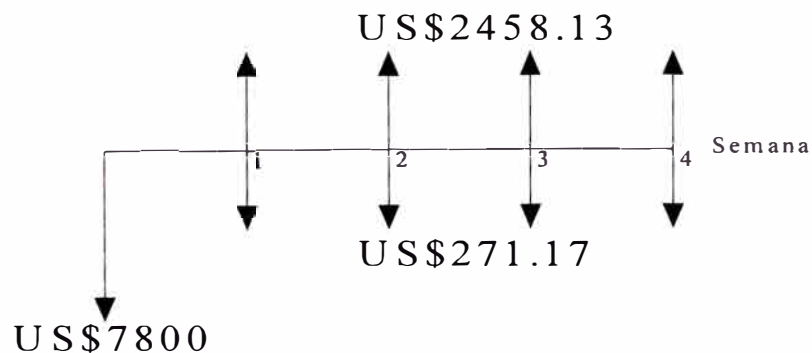
(1) Los conceptos de créditos comerciales, a microempresas (MES), de consumo e hipotecarios, corresponden a las definiciones señaladas en la Resolución S.B.S. N°572-97.

(2) Corresponde a los créditos otorgados a las personas naturales o jurídicas que tengan activos (sin considerar inmuebles) no mayores a US \$ 20 000 y deudas que no excedan el mismo monto o su equivalente en moneda nacional.

(3) El promedio considera a los créditos de Banca Personal, a los créditos de Banca de Consumo, a las tarjetas de crédito convencionales y a las tarjetas de crédito de uso limitado a algún establecimiento comercial en particular.

Transformando la tasa de interés anual a semanal tenemos **0.46496% semanal**

En la siguiente gráfica podemos ver el flujo de caja semanal, en donde se puede ver la inversión inicial y las series de ingresos y egresos:



Para calcular el valor presente de cada ingreso y egreso, usamos la siguiente fórmula:

$$VP = \frac{VF}{(1+i)^n}$$

Donde:

VP: Valor Presente del ingreso o egreso

VF: Valor Futuro del ingreso o egreso

i: Tasa de interés

n: Número de periodos de capitalización

Utilizando la fórmula para cada ingreso y egreso obtenemos los siguientes resultados:

Valor Presente de Ingresos

VP ingreso 1ra semana	2446.75
VP ingreso 2da semana	2435.43
VP ingreso 3ra semana	2424.16
VP ingreso 4ta semana	2412.94
VP (ingresos)	US\$ 9719.28

Valor presente de Costos

VP egreso 1ra semana	269.92
VP egreso 2da semana	268.67
VP egreso 3ra semana	267.42
VP egreso 4ta semana	266.18
VP (egresos)	US\$ 1072.18

VAN = VP(ingresos) -VP(costos) – Inversión Inicial = US\$ 847.09

Como el VAN a resultado positivo, podemos concluir que se ha realizado una excelente inversión dado la rápida recuperación del capital.

Cálculo del TIR:

Para el calculo del TIR vamos a pasar a valor presente la serie de ahorro semanal (US\$ 2 186.96), luego este valor presente lo tenemos que igualar con la inversión inicial con lo cual obtenemos una ecuación que nos permitirá hallar el TIR.

La formula para hallar el valor presente de los ingresos es la siguiente:

$$VP = R * \left(\frac{(1 + i)^n - 1}{i * (1 + i)^n} \right)$$

Donde:

VP: Valor presente de la serie

R: Valor de la serie

$$R = 2458.13 - 271.17 = 2186.96 \text{ (Ahorro semanal)}$$

n: Número de periodos de capitalización (4 para nuestro caso)

$$2186.96 * \frac{(1 + TIR)^4 - 1}{TIR * (1 + TIR)^4} = 7800$$

Resolviendo esta ecuación obtenemos el valor del TIR

TIR = 4.75055% semanal

El TIR es un valor alto comparado con la tasa de interés promedio de la banca, por lo tanto se demuestra que la inversión es altamente rentable.

5.3 AMBIENTALES

- No emite partículas sólidas
- No contiene plomo
- No contiene azufre
- Produce un 25% menos de dióxido de carbono durante la combustión
- En la industria permite la reducción de emisiones de dióxido de carbono en un 50%, en dióxido de azufre y óxidos nitrosos en un 80%
- Mayor eficiencia en la combustión
- Evita la contaminación el aire atmosférico, mejorando la calidad del aire que respiramos, ahorrando en medicamentos para la salud de la población.
- Evitamos el efecto invernadero, así apoyaremos en minimizar el cambio climático en el mundo en que vivimos.
- Se cumple con la normas ambientales a nivel mundial, ya que el Perú está suscrito al Protocolo de Kyoto
- Un beneficio ambiental clave consistirá en la mejora de la calidad del aire en centros industriales de Lima y Callao a través de la reducción de las emisiones generadas por la combustión, como los gases de monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), dióxidos de azufre (SO₂), hidrocarburos, y dióxido de carbono (CO₂).

- Se estima que el proyecto reducirá en forma significativa el nivel de contaminación del aire, al suministrar gas natural (que es una fuente de energía limpia de bajo costo) como sustituto del diesel 2 como fuente de combustión.
- Esto podría determinar beneficios económicos directos para los usuarios industriales y aumentar la competitividad de la industria peruana, con el consiguiente aumento del nivel de vida en el Perú.
- Se prevé que en el mediano y largo plazo se utilice gas natural como combustible industrial, con el consiguiente incremento de las repercusiones positivas en cuanto a calidad del aire.

5.4 COMPARATIVAS.

- Para comparar los precios de los combustibles debe tener presente que la unidad de medida de uso común de cada combustible es diferente y como cada combustible tiene, además, diferente cantidad de calorías (energía) por unidad de medida, los precios de dos combustibles sólo se pueden comparar si se expresan por cantidad de calorías consumidas.
- Se debe tener presente que la cantidad de calorías necesarias para calentar una caldera, es siempre la misma independiente del tipo de combustible que se utilice (gas licuado, gas natural, diesel, etc.), por

lo tanto, lo que realmente se paga al calentar una caldera, son las calorías consumidas.

- Convertir los equipos a Gas Natural, los ahorros serán efectivos porque el consumo del Gas Natural se mantiene siempre competitivo con todos los combustibles que se utilizan en el sector residencial, comercial e industrial por lo que tendrá que ser siempre convenientes en términos de precio.
- Los equipos que usan Gas Natural comparado con los equipos a gas licuado están diseñados para consumir cierta cantidad de energía en un tiempo determinado.
- Cuando un equipo cambia el tipo de gas utilizado, se regulan y/o adaptan los quemadores, de modo que la cantidad de energía por unidad de tiempo permanece constante independiente del combustible consumido. Por lo tanto, mediante la conversión a Gas Natural el equipo entregará las calorías necesarias igual que antes.
- El proceso de conversión de un comercio o pequeña industria a Gas natural se debe adaptar los equipos de combustión en cada caso en particular, que con la participación conjunta desde el diseño e implementación y hasta los permisos correspondientes entre el propietario de la industria y la distribuidora Calidda, pueda cumplir con los requisitos de las normas de instalación.

- Al cambiar el quemador actual por uno diseñado para Gas Natural, el equipo queda en óptimas condiciones comparado con el quemador anterior de diesel 2.
- La empresa Calidda garantiza la conversión de los equipos, los cuáles son sometidos a un control de calidad realizado por una entidad autorizada.
- El tiempo demora la conversión de equipo depende de la complejidad de las instalaciones, su estado y cantidad de los equipos, se deberá hacer un cronograma del proyecto.
- Calidda ejecuta los trabajos necesarios para que el sector intervenido por sus contratistas quede en condiciones a lo menos similares a las existentes antes de las obras.

5.5 SEGURIDAD

- No es tóxico, por lo tanto, en caso de escape no produce intoxicación.
- Al ser más liviano que el aire, en caso de escape se desvanece en la atmósfera disminuyendo el peligro de asfixia y explosión.

- Por su composición, el Gas Natural es menos inflamable que otros combustibles, es decir, se necesita mayor proporción de Gas Natural en el aire para que se inflame.
- Aunque es inodoro, se le agrega un potente odorante para que sea reconocible fácilmente.
- Es importante destacar que el Gas Natural es el combustible natural menos contaminante disponible en Perú.
- Es importante tener presente que el Gas Natural es un combustible, por lo que se debe manipular tomando las debidas precauciones.
- Todas las empresas distribuidoras tienen planes de contingencia en casos de siniestros.
- Está demostrado que los sistemas de distribución de Gas Natural, por los materiales y sistemas constructivos, son sumamente confiables.
- Además de que no hay almacenamiento de gas, la tecnología moderna utiliza tuberías de plástico, las cuáles son muy flexibles y difíciles de romper en caso de terremotos.
- Es importante tener presente también que estas nuevas instalaciones cuentan con sistemas de emergencia capaces de detectar cualquier falla en la red.

- En el caso que si existe una disminución en la presión, los sistemas de emergencia cortan el suministro de gas, evitando con esto que el gas se escape y pueda llegar a ocasionar explosiones.
- El mantenimiento de la red interior de gas es responsabilidad del usuario, tanto la red interior como los equipos a gas conectados a ella, deben ajustarse a la normativa, a fin de contar con un correcto y seguro funcionamiento.
- La responsabilidad de CALIDDA llega sólo hasta el límite de propiedad del negocio.

Plan de emergencia

- **Primeros auxilios Inhalación:** A elevadas concentraciones puede causar asfixia, los síntomas puede incluir la perdida de la conciencia o de la movilidad, la víctima puede no haberse dado cuenta de la asfixia; A bajas concentraciones puede tener efectos narcotizantes, los síntomas pueden incluir vértigos, dolor de cabeza, nauseas y pérdidas de coordinación. Retirar a la víctima a un área no contaminada llevando colocado el equipo de respiración autónoma, mantener a la víctima caliente y en reposo, llamar al doctor, aplicar la respiración artificial si se para la respiración.
- **Medidas de lucha contra incendios:** En caso de incendio, pueden producirse humos peligrosos, el fuego puede iniciarse a cierta distancia de la fuga, la exposición al fuego puede causar la rotura o

explosión de los recipientes, la combustión incompleta puede formar monóxido de carbono. Medios de extinción adecuados para extinguir incendios, se puede utilizar todos los extintores conocidos, si es posible detener la fuga, colocarse lejos del recipiente y enfriarlo con agua desde un lugar protegido, no extinguir una fuga de gas inflamada si no es absolutamente necesario, se puede producir la reignición espontánea explosiva, extinguir otros fuegos, en espacios confinados se debe utilizar equipos de respiración autónoma de presión positiva.

- **Medidas en caso de fuga accidental:** Utilizar equipos de respiración autónoma cuando entren al área a menos que está probado que la atmósfera es segura, evacuar el área, asegurar la adecuada ventilación de aire, eliminar las fuentes de ignición, intentar parar el escape, ventilar la zona.
- **Control de la exposición y protección personal:** Asegurar una ventilación adecuada, no fumar cuando se manipule el producto, uso de equipo respiratorio adecuado, uso de guantes, uso equipo protector de la piel adecuado, uso de gafas de seguridad. Entrenamiento y capacitación del personal en caso de emergencias.

5.6 FUTURO

Por lo analizado debemos ser consciente de la necesidad de optimizar nuestro recurso el gas natural como una ventaja competitiva en el corto, mediano plazo, y así poder afrontar la futura escasez de los hidrocarburos en los tiempos venideros, es por ello que debemos de adaptar nuestros equipos de uso industrial, comercial y domestico a esta energía, que por su naturaleza es la más manejable y versátil en la actualidad que otro tipo de energía sustituible lo que repercute en las economías de los países del orbe y también se refleja en nuestra balanza comercial de hidrocarburos, por lo que no debemos dejar pasar esta inmejorable oportunidad hasta buscar una nueva fuente de energía que reemplace a los combustible derivados de la fuente del carbono que actualmente cubre el 80% de la dieta energética mundial.

CONCLUSIONES

Conclusión en lo técnico

- Incremento de la eficiencia de la caldera
- Mayor vida de la caldera
- Eliminación de pérdidas por fugas de combustible
- Eliminación de la corrosión ácida
- Mínimo exceso de aire, que se traduce en reducidas pérdidas de calor por la chimenea, mayor transferencia de calor radiante y mínima producción de in quemados (hollín y monóxido de carbono).
- Mayor eficiencia de la combustión y de la caldera, ya que el gas se aprovecha en más del 90% al quemarse.

- Menores residuos, impurezas e incrustaciones que dañan las superficies metálicas y el refractario.
- No se produce corrosión ácida en los tubos y el material refractario debido a la ausencia del SO_x en el gas
- Quemadores son muy seguros, de buena tecnología y excelente eficiencia.
- Los gases de combustión con el gas evitan la formación de depósitos que se adhieren las superficies metálicas de intercambio de calor.
- Menor frecuencia de mantenimiento de los equipos por ser el gas un combustible relativamente limpio hacen que se alarguen la vida de los equipos.
- El quemador de gas natural se abastece de la tubería de distribución por lo que no requiere de almacenamiento y evita el riesgo contaminación y de accidentes.

Conclusión en lo económico

- Reducido costo de mantenimiento, ya que disminuyen los residuos.
- Bajan los costos del gas natural por no tener un inventario de combustible almacenado.
- Ahorros operativos y administrativos.

- Reducción del costo de la producción de vapor por menor precio del gas natural.
- Ahorro proyectado anual por el gas natural es de \$US 67 126.00
- Recuperación de la inversión en cuatro semanas por el gas natural.

Conclusión en lo ambiental

- Gases de combustión limpios, no contaminan el medio ambiente
- Las emisiones de CO₂ , NOx en los gases de combustión con el gas natural o GLP son menores que los emitidos en el Petróleo Diesel 2, el Dióxido de Carbono (CO₂), es el componente que afecta el calentamiento global del planeta, el Oxido de Nitrógeno (NOx) que promueve la lluvia ácida,
- El gas natural o GLP no arroja polvo u otros contaminantes que produce Smog.

RECOMENDACIONES

- Sustituir el combustible diesel 2 por gas natural o GLP por beneficios económicos, técnicos y ambientales que ello conlleva.
- Instalar un quemador a gas natural o GLP tipo progresivo marca CIBUNIGAS de origen italiano modelo NGX 550.

BIBLIOGRAFÍA

- Beltrán, Arlette: Evaluación Privada de Proyectos, Ed. Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico, 2001
- Cáceres Vergara, Julio: El Gas Natural, Caminando al desarrollo, Ed. Colinper.com, 2005
- Chávez, Angel: Diseño e Instalación de Redes Internas Industriales de Gas Natural, Abril 2005
- E. Roberts Alley & Associates, Inc.: Manual de control de la calidad del aire, Tomo I, II, Ed. Mc Graw-Hill Interamericana 2001
- Galvis Barrera, Hernando: Gas Natural Uso Industrial, Curso Taller Internacional, Auditorio CIP LIMA, Diciembre 2004
- Hennings Otoyá, Julio: Coyuntura Nacional, Petróleo, El Contador Público, Julio 2005
- Norma Técnica Peruana NTP 111.010: GAS NATURAL SECO. Sistema de tuberías para instalaciones internas industriales, Diciembre 2003
- OTERG-MEM Balance Nacional de Energía 2004, Ministerio de Energía y Minas, 2005
- Primer Simposio Internacional: Gas de Camisea: Retos y Perspectivas, SINDES Lima Perú, Mayo 2001
- Smith, J.M. : Introducción a la Termodinámica en I.Q. Mc Graw Hill, 5ta Edición, México 2001
- Valenzuela Oblitas, Danilo: Gas Natural Ventajas Competitivas del Proyecto Camisea: Exportar o Desarrollar el Mercado Interno, Ed. Tecnilibros S.A., 2004
- **CIB UNIGAS** S.p.A. Tel. 049/9200944 - Telefax 049/9200945 - 9201269
Via C. Colombo, 9 (Zona Industriale)
35011 CAMPODARSEGO (Padova) Italy

www.inei.gob.pe

www.minem.gob.pe

www.osinerg.gob.pe

www.petroperu.com.pe

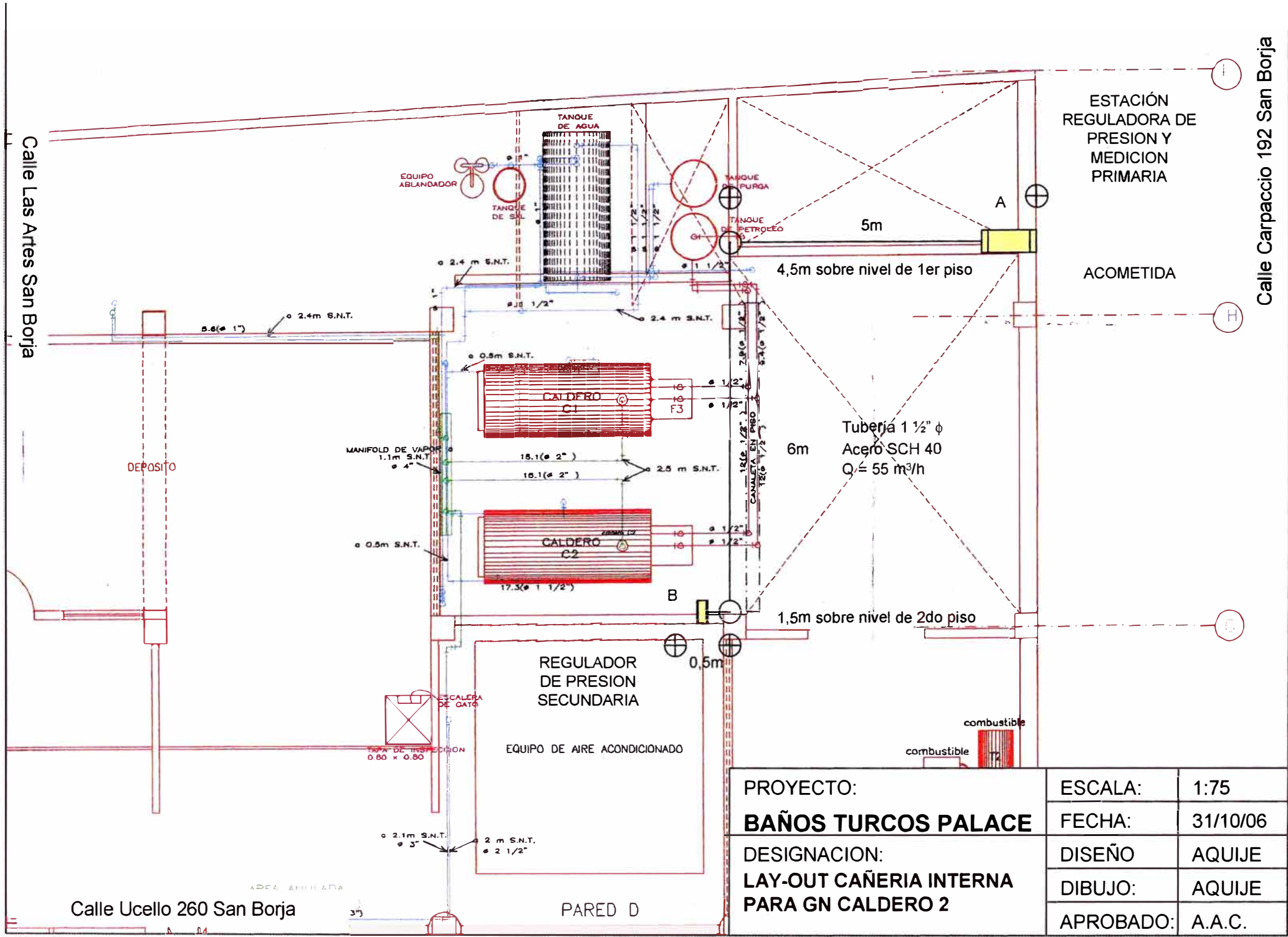
www.bp.com (BP Statistical Review of World Energy June 2006)

www.egroups.com/group/RunningOnEmpty

PLANO

Calle Las Artes San Borja

Calle Carpaccio 192 San Borja



ESTACIÓN REGULADORA DE PRESION Y MEDICION PRIMARIA

ACOMETIDA

PROYECTO:
BAÑOS TURCOS PALACE
 DESIGNACION:
LAY-OUT CAÑERIA INTERNA PARA GN CALDERO 2

ESCALA:	1:75
FECHA:	31/10/06
DISEÑO:	AQUIJE
DIBUJO:	AQUIJE
APROBADO:	A.A.C.

Calle Ucello 260 San Borja

PARED D

APÉNDICE

(TABLAS CONVERSIÓN, CATALOGO)

TABLAS DE EQUIVALENCIAS

UNIDADES DE VOLUMEN

	m ³	cf = ft ³	litro	US gal
1 metro cúbico (m ³)	1	35.33	1000	264.17
1 pie cúbico (cf = ft ³)	0.0283	1	28.3	7.4805
1 litro	0.001	0.0353	1	0.2642
1 galón americano (US gal)	0.003785	0.1336	3.785	1

1 US barril = 42 galones = 0.1590 m³

UNIDADES DE ENERGÍA

GAS NATURAL	BTU	kcal	kilowatt-hora
1 pie cúbico (cf = ft ³)	1000	252	0.29
1 metro cúbico (m ³)	35314	8899.12	10.27

1 BTU = 1.054 kJ

	kWatt	BTU / h	kcal / h
1 kcal / h	0.001163	3.968	1
1 BTU / h	0.000293	1	0.252
1 kWatt	1	3412.14	860

1 BHP = 33446 BTU / h = 9.802 kW

1HP = 2545 BTU / h = 0.7458 kW

UNIDADES DE PRESION

	bar	atm	Kg / cm ²	psi	kPa
1 bar	1	0.987	1.02	14.5	100
1 atmósfera (atm)	1.013	1	1.03	14.7	101.3
1 kgf / cm ²	0.981	0.968	1	14.2	98.1
1 lbf / in ² (psi)	0.069	0.068	0.07	1	6.9

1 atm = 29.92 pulgada mercurio = 33.9 pies agua = 10.33 metro agua

TABLA COMPARATIVA DE LOS COMBUSTIBLES POR CONTENIDO

ENERGETICO PARA EL EQUIVALENTE DE 1MMBTU =1 millón de BTU

Gas Natural	GLP	Kerosene	Diesel	Residual	Residual	Carbón mineral	Leña	Electricidad
cf	gal	gal	gal	gal	gal	kg	kg	kW-h
1000	10.43	7.87	7.63	6.98	6.97	34.4	69.6	290.7

Fuente: Petroperú

PRECIOS APROXIMADO DE LOS COMBUSTIBLES EN EL PERU (2006)

COMBUSTIBLE	CANTIDAD REQUERIDA PARA 1 MMBTU	US\$ / MMBTU
GLP	2.1 balón= 21 kilos= 10.4 galón= 37.8 litros	20
DIESEL 2	7.63 galón= 27.6 litro	24
RESIDUAL	7.1 galón	10
ELECTRICIDAD	293 kWh	77
CARBON	34.4 kg	6.5
GN comercial	28.3 m ³	5.7
GN industrial menor	28.3 m ³	4.4

Comparación entre los costos de utilización de los diferentes tipos de energía del Gas Natural y GLP

Comparación entre los costos de utilización de diferentes tipos de energía para la cocina

Artefacto	Combustible	Consumo Mensual	Costo Actual	Costo Eq con Gas Natural	Ahorro S/.	% Ahorro
Cocina a gas	Gas licuado de Petróleo (GLP)	1.3 Balones de 10 kg.	S/. 39.00	S/. 17.89	S/. 21.11	54%
Cocina Eléctrica	Eléctricidad	28.5 Horas	S/. 63.23	S/. 18.04	S/. 45.18	71%

Fuente del precio de la energía eléctrica (nov.2004): Ministerio de Energía y Minas
 Precio del balón de gas licuado de petróleo considerado (10 Kg) = S/. 30

Comparación entre los costos de utilización de diferentes tipos de energía para el calentamiento de agua

Artefacto	Combustible	Consumo Mensual	Costo Actual	Costo Eq con Gas Natural	Ahorro S/.	% Ahorro
Terma de Acumulación de 50 lts	Gas Licuado de Petróleo (GLP)	1 Balón de 10 Kg.	S/. 29.70	S/. 13.62	S/. 16.08	54%
Terma de Paso de 10 lts./min.	Gas Licuado de Petróleo (GLP)	2.4 Balones de 10 Kg.	S/. 72.01	S/. 33.02	S/. 38.99	54%
Terma Eléctrica de 50 lts	Electricidad	30 Horas	S/. 15.55	S/. 4.44	S/. 11.11	71%

Fuente del precio de la energía eléctrica (nov.2004): Ministerio de Energía y Minas
 Precio del balón de gas licuado de petróleo considerado (10 Kg) ó S/. 30

Fuente: Cálida

SIGLAS

AGA	American Gas Association
AIA	American Insurance Association for Fire Protection
ANSI	American National Standards Institute
API	American Petroleum Institute
ASME	American Society of Mechanical Engineers
ASTM	American Society for Testing and Materials
CEN	Comité Europeo de Normalización
AWS	American Welding Society
ISO	International Organization for Standardization
MSS	Manufacturers Standardization Society of the Valve and Fiting Industry
NACE	National Association of Corrosion Engineers
NFPA	Nacional FIRE Protection Association
EN	European Norm (emitidas por el CEN)
IRI	Industrial Risk Insures
SAE	Society of Automotive Engineers
OSINERG	Organismo Supervisor de la Inversión en Energía
INDECOPI	Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual
NTP	Normas Técnicas Peruanas



CIB UNIGAS

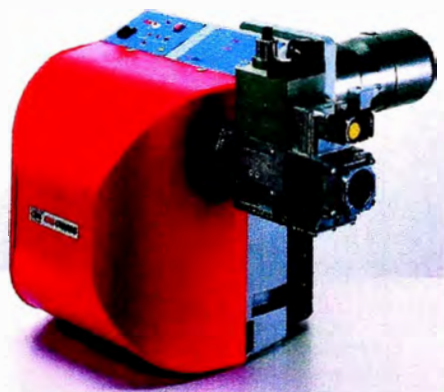
QUEMADORES DE GAS y G.P.L.

SERIE IDEA

NG550

LG550

NGX550



MANUAL DE INSTALACIÓN - USO - MANTENIMIENTO

ADVERTENCIA

EL MANUAL DE INSTALACIÓN, USO Y MANTENIMIENTO FORMA PARTE INTEGRANTE Y ESENCIAL DEL PRODUCTO Y COMO TAL DEBE SER SUMINISTRADO AL USUARIO.

LAS ADVERTENCIAS CONTENIDAS EN ESTE CAPÍTULO ESTÁN DIRIGIDAS TANTO AL USUARIO COMO AL PERSONAL QUE DEBERÁ REALIZAR LA INSTALACIÓN Y EL MANTENIMIENTO DEL PRODUCTO.

EL USUARIO ENCONTRARÁ ULTERIORES INFORMACIONES RESPECTO DEL FUNCIONAMIENTO Y DE LAS LIMITACIONES DE USO EN LA 2ª PARTE DE ESTE MANUAL, EL QUE ACONSEJAMOS LEER ATENTAMENTE.

CONSERVAR CUIDADOSAMENTE EL PRESENTE MANUAL A FIN DE PODERLO CONSULTAR EN CASO DE NECESIDAD.

1) ADVERTENCIAS GENERALES

- La instalación debe ser efectuada respetando las normativas vigentes en materia y según las instrucciones del fabricante, ésta debe ser efectuada por personal profesionalmente cualificado.
 - Por personal profesionalmente cualificado se entiende aquel capacitado técnicamente en el sector de aplicación del equipo (civil o bien industrial) y, especialmente, el personal de los centros de asistencia autorizados por el fabricante.
 - Una instalación equivocada podría provocar daños a personas, animales o cosas. Daños o accidentes que no podrán ser imputables al fabricante, el cual no es responsable de éstos.
 - Después de haber desembalado, controlar que el contenido esté íntegro.
- En caso de dudas al respecto, no utilizar el equipo y diríjase directamente al vendedor.
- Los elementos que forman parte del embalaje (jaula de madera, clavos, grapas, bolsas de plástico, poliestrol expando, etc.) no deben ser dejados al alcance de niños porque constituyen potenciales fuentes de peligro para éstos.
- Antes de efectuar cualquier operación de limpieza o de mantenimiento, desconectar el equipo de la red de alimentación interviniendo en el interruptor del equipo y/o en los correspondientes órganos de interceptación.
 - Evitar de obstruir las rejillas de aspiración o de escape.
 - En caso de avería y/o malfuncionamiento del equipo, desactivarlo, absteniéndose de realizar cualquier intento de reparación o de intervenir directamente.

Diríjase solamente a personal profesionalmente cualificado. La eventual reparación del equipo y/o piezas deberá ser realizada solamente por un centro de asistencia autorizado por la empresa fabricante y utilizando solamente repuestos originales.

El incumplimiento de lo antedicho puede comprometer la seguridad del equipo.

A fin de garantizar la eficacia del equipo y de su correcto funcionamiento, es indispensable que el mantenimiento periódico sea efectuado sólo por personal profesionalmente cualificado y respetando las indicaciones entregadas por el fabricante

- Si se decide no utilizar más el equipo, es necesario que aquellas partes del mismo, que podrían ser potenciales fuentes de peligro, sean eliminadas.
- Si el equipo se vende o se cede a otro propietario o bien en caso de mudanza deba ser dejado, es necesario controlar que el presente manual quede siempre junto con el equipo a fin que pueda ser siempre consultado por un eventual nuevo propietario y/o por el instalador.
- Para todos los equipos con piezas opcionales o kit (incluso aquellas eléctricas), se deberán utilizar solamente accesorios originales.
- Este equipo deberá ser destinado sólo para el uso explícitamente previsto. Cualquier otro uso debe ser considerado impropio y, por dicho motivo, peligroso.

El fabricante declina cualquier responsabilidad contractual y extra contractual imputable a daños provocados por errores durante la fase de instalación y durante el uso y, de cualquier modo, por el incumplimiento de las instrucciones entregadas por el mismo.

2) ADVERTENCIAS ESPECIALES RESPECTO DE LOS QUEMADORES

- El quemador debe ser instalado en un local adecuado con aperturas que garanticen la ventilación mínima, según cuanto prescrito por las normativas vigentes y, de cualquier modo, suficientemente aptas para obtener una perfecta combustión.
- Deben utilizarse solamente quemadores fabricados según las normativas vigentes.
- Este quemador deberá ser destinado sólo al uso para el cual ha sido explícitamente previsto.
- Antes de conectar el quemador cerciorarse que los datos indicados en la placa correspondan con aquéllos de la red de alimentación (eléctrica, gas, gasóleo o bien de cualquier otro combustible).
- No tocar las partes calientes del quemador. Normalmente éstas, posicionadas cerca de la llama y del eventual sistema de precalentamiento del combustible, se calientan durante el funcionamiento y lo permanecen incluso después que el quemador ha sido apagado.

Si se decide definitivamente que el quemador no se utilizará, deberán ser efectuadas sólo por personal profesionalmente cualificado, las siguientes operaciones:

- a) desconectar la alimentación eléctrica quitando el cable de alimentación del interruptor general.
- b) cerrar la alimentación del combustible mediante la válvula manual de interceptación; quitar los volantes de mando de su alojamiento.

Advertencias especiales

- Controlar que quien ha realizado la instalación del quemador lo haya fijado sólidamente al generador de calor, de modo que la llama se genere dentro de la cámara de combustión del generador.
- Antes de poner en marcha el quemador, y por lo menos una vez al año, encargar a personal profesionalmente cualificado las siguientes operaciones:
 - a) calibrar el caudal del combustible del quemador en base a la potencia requerida por el generador de calor.
 - b) regular el caudal del aire comburente a fin de obtener un valor de rendimiento de combustión que por lo menos sea igual al del mínimo impuesto por las normativas vigentes.
 - c) efectuar el control de la combustión a fin de evitar la formación de incombustos nocivos o contaminantes que superen los límites permitidos por las normativas vigentes.
 - d) controlar que dispositivos de regulación y de seguridad funcionen correctamente.
 - e) controlar que el conducto de evacuación de los productos de combustión funcione correctamente.
 - f) controlar, una vez que se hayan terminado las regulaciones, que todos los sistemas de bloqueo mecánico de los dispositivos de regulación estén bien apretados.
 - g) controlar que en el local caldera estén también presentes las instrucciones de uso y de mantenimiento del quemador.
- En caso que se replatan muchas veces paradas debido a bloqueo del quemador, no insistir con los procedimientos de rearme manual; diríjase a personal profesionalmente cualificado a fin que éstos resuelvan la situación anómala.
- El uso y el mantenimiento deben ser efectuados exclusivamente por personal profesionalmente cualificado, en respeto de cuanto indicado por las disposiciones vigentes.

3) ADVERTENCIAS GENERALES EN FUNCIÓN DEL TIPO DE ALIMENTACIÓN

3a) ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA

- La seguridad eléctrica del equipo se obtiene solamente cuando éste ha sido correctamente conectado con una eficaz conexión de tierra realizada como previsto por las normativas de seguridad vigentes.
- Es necesario controlar que se cumpla con este fundamental requisito de seguridad. En caso de dudas, solicitar un escrupuloso control de la instalación eléctrica por parte de personal profesionalmente cualificado; el fabricante no es responsable por eventuales daños provocados por la omisión de una conexión de tierra del equipo.
- Hacer controlar por parte de personal profesionalmente cualificado que la instalación eléctrica sea adecuada a la potencia máxima absorbida por el equipo indicada en la placa, controlar especialmente que la sección de los cables de instalación sean del tipo idóneo con la potencia absorbida por el equipo.
- Para la alimentación general del equipo de la red eléctrica no está permitido el uso de adaptadores, tomas múltiples y/o alargadores.
- Para la conexión con la red es necesario prever un interruptor omnipolar, tal como previsto por las normativas de seguridad vigentes.
- El uso de cualquier componente que funcione con energía eléctrica comporta el respeto de alguna reglas fundamentales, tales como:
 - no tocar el equipo con partes del cuerpo que estén mojadas o húmedas y/o estar descalzo.
 - no tirar de los cables eléctricos.
 - no dejar el equipo expuesto a condiciones atmosféricas (luvia, sol, etc.) a menos que no esté explícitamente previsto.
 - no permitir que el equipo sea utilizado ni por niños ni por personas inexpertas.
- El cable de alimentación del equipo no debe ser sustituido por el usuario. Si se daña el cable, apagar el equipo. Para sustituirlo sívase exclusivamente de personal profesionalmente cualificado.

Si se decide no utilizar el equipo durante un determinado periodo, es necesario apagar, mediante el interruptor eléctrico de alimentación, todos los componentes que utilizan energía eléctrica (bombas, quemador, etc.).

3b) ALIMENTACIÓN CON GAS, GASÓLEO U OTROS COMBUSTIBLES

Advertencias generales

- La instalación del quemador debe ser efectuada sólo por personal profesionalmente cualificado y en conformidad con las normativas y disposiciones actualmente vigentes; una errada instalación puede provocar daños a personas, animales o cosas respecto de las cuales el fabricante no puede ser considerado responsable.
- Antes de la instalación es oportuno realizar una esmerada limpieza interna de todas las tuberías del equipo de aducción del combustible, a fin de eliminar que eventuales residuos puedan provocar un malfuncionamiento del quemador.
- Para la primera puesta en marcha del quemador es necesario que personal profesionalmente cualificado realice los siguientes controles:
 - el control de estanqueidad interna y externa del equipo de aducción del combustible.
 - la regulación del caudal del combustible en base a la potencia requerida por el quemador.
 - que el quemador esté alimentado por el tipo de combustible para el cual está predispuesto.
 - que la presión de alimentación del combustible corresponda con aquellos valores indicados en la placa.
 - que el equipo de alimentación del combustible corresponda con las dimensiones para el caudal necesario al quemador; que esté equipado con todos los dispositivos de seguridad y de control prescritos por las normativas vigentes.
- Si se decide no utilizar el quemador por un determinado periodo, cerrar el/los grifos de alimentación del combustible.

Advertencias especiales para uso del gas

Hacer que personal profesionalmente cualificado controle:

- que la línea de aducción y la rampa gas cumplan los requisitos de las normativas y prescripciones vigentes.
 - la estanqueidad de todas las conexiones gas.
 - que las aperturas de aireación del local caldera tengan las dimensiones requeridas a fin de garantizar aflujo de aire establecido por las normativas vigentes y, de cualquier modo, que sean suficientes para obtener una combustión perfecta.
 - No utilizar los tubos del gas como vehículo de conexión de tierra para los aparatos eléctricos.
 - No dejar el quemador inútilmente en función cuando no se utiliza; cerrar siempre el grifo del gas.
 - En caso de prolongada ausencia del usuario, cerrar el grifo principal de aducción del gas al quemador.
- Si se advierte olor de gas:**
- no activar interruptores eléctricos ni el teléfono ni cualquier otro objeto que pueda provocar chispas.
 - abrir inmediatamente puertas y ventanas a fin de crear una corriente de aire que purifique el local.
 - cerrar los grifos del gas.
 - solicitar la intervención de personal profesionalmente cualificado.
 - No obstruir las aperturas de aireación del local donde esté instalado un aparato de gas a fin de evitar situaciones peligrosas, tales como la formación de mezclas tóxicas y/o explosivas.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

QUEMADORES DE UNA ETAPA		NG550	NG550	NG550	LG550	LG550	LG550
		M-TN...D.32	M-TN...D.40	M-TN...D.60	L-TN...D.32	L-TN...D.40	L-TN...D.50
Potencialidad	min. kW	245	245	245	245	245	245
	máx. kW	570	570	570	570	570	570
	min. kcal/h	210.700	210.700	210.700	210.700	210.700	210.700
	máx. kcal/h	490.200	490.200	490.200	490.200	490.200	490.200
Combustible		Gas natural	Gas natural	Gas natural	G.P.L.	G.P.L.	G.P.L.
Categoría		I _{2h}	I _{2h}	I _{2h}	I ₃	I ₃	I ₃
Caudal de gas mín. - máx.	(Stm ³ /h)	26 - 60	26 - 60	26 - 60	9.4 - 22	9.4 - 22	9.4 - 22
Presión de gas mín. - máx.	mbar	26 - 360	20 - 360	20 - 360	30 - 360	30 - 360	30 - 360
Alimentación eléctrica		230V - 50Hz	230V - 50Hz	230V - 50Hz	230V - 50Hz	230V - 50Hz	230V - 50Hz
Potencia eléctrica total	kW	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Motor eléctrico (2800g/m)	kW	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62
Protección		IP40	IP40	IP40	IP40	IP40	IP40
Peso aproximado	Kg	55	55	55	55	55	55
Diámetro de las válvulas		1" 1/4	1" 1/2	2"	1" 1/4	1" 1/2	2"
Conexión gas		Rp 1 1/4	Rp 1 1/2	Rp 2	Rp 1 1/4	Rp 1 1/2	Rp 2
Tipo de regulación		de una etapa	de una etapa	de una etapa	de una etapa	de una etapa	de una etapa
Destinación		España	España	España	España	España	España

QUEMADORES DE DOS LLAMAS, PROGRESIVOS Y MODULANTES		NG550	NG550	NG550	LG550	LG550	LG550
		M-xx...D.32	M-xx...D.40	M-xx...D.50	L-xx...D.32	L-xx...D.40	L-xx...D.50
Potencialidad	min. kW	160	160	160	160	160	160
	máx. kW	570	570	570	570	570	570
	min. kcal/h	137.600	137.600	137.600	137.600	137.600	137.600
	máx. kcal/h	490.200	490.200	490.200	490.200	490.200	490.200
Combustible		Gas natural	Gas natural	Gas natural	G.P.L.	G.P.L.	G.P.L.
Categoría		I _{2h}	I _{2h}	I _{2h}	I ₃	I ₃	I ₃
Caudal de gas mín. - máx.	(Stm ³ /h)	17 - 60	17 - 60	17 - 60	6.2 - 22	6.2 - 22	6.2 - 22
Presión de gas mín. - máx.	mbar	26 - 360	20 - 360	20 - 360	30 - 360	30 - 360	30 - 360
Alimentación eléctrica		230V - 50Hz	230V - 50Hz	230V - 50Hz	230V - 50Hz	230V - 50Hz	230V - 50Hz
Potencia eléctrica total	kW	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Motor eléctrico (2800g/m)	kW	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62
Protección		IP40	IP40	IP40	IP40	IP40	IP40
Peso aproximado	Kg	55	55	55	55	55	55
Diámetro de las válvulas		1" 1/4	1" 1/2	2"	1" 1/4	1" 1/2	2"
Conexión gas		Rp 1 1/4	Rp 1 1/2	Rp 2	Rp 1 1/4	Rp 1 1/2	Rp 2
Tipo de regulación		Progresivo	Progresivo	Progresivo	Progresivo	Progresivo	Progresivo
Destinación		España	España	España	España	España	España

Quemadores de baja emisión de NOx

QUEMADORES DE DOS LLAMAS, PROGRESIVOS Y MODULANTES		NGX550 M-xx...0.32	NGX550 M-xx...0.40	NGX550 M-xx...0.50
Potencia	min. kW	132	132	132
	máx. kW	490	490	490
Caudal de gas	min. kcal/h	113.500	113.500	113.500
	máx. kcal/h	421.400	421.400	421.400
Combustible		Gas natural	Gas natural	Gas natural
Categoría		I _{2h}	I _{2h}	I _{2h}
Caudal de gas mín.- máx.	(Stm ³ /h)	17 - 60	17 - 60	17 - 60
Presión de gas mín.* - máx.	mbar	26 - 360	20 - 360	20 - 360
Alimentación eléctrica		230V - 50Hz	230V - 50Hz	230V - 50Hz
Potencia eléctrica total	kW	0.92	0.92	0.92
Motor eléctrico (2800g/m)	kW	0.62	0.62	0.62
Protección		IP40	IP40	IP40
Peso aproximado	Kg	55	55	55
Diámetro de las válvulas		1" ¹ / ₄	1" ¹ / ₂	2"
Conexión gas		Rp 1 ¹ / ₄	Rp 1 ¹ / ₂	Rp 2
Tipo de regulación		Progresivo	Progresivo	Progresivo
Destinación		España	España	España

Nota: todos los caudales gas (Stm³/h) se refieren a condiciones estándar: presión 1013 mbar y temperatura de 15° C.

Los caudales de gas G.P.L. se refieren a una mezcla de gas con poder calorífico inferior (P.C.I.) equivalente a 93.55 MJ/Stm³.

* Presión mínima para obtener el caudal máximo con cualquier contrapresión en la cámara de combustión prevista en el campo de trabajo específico. El quemador funciona correctamente aún a presiones más bajas, siempre que éstas puedan garantizar el caudal de gas necesario.

IDENTIFICACIÓN DE LOS QUEMADORES

Los quemadores se identifican por tipo y modelo. Seguidamente se ilustran los modelos.

Tipo	NG550	Modelo	G-	PR.	S.	ES.	A.	0	50
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)		

(1) QUEMADOR TIPO

NG550

NG - Quemador de gas natural

LG - Quemador de G.P.L.

NGX - Quemadores de baja emisión de NOx

(2) COMBUSTIBLE

M - Gas natural

L - GPL

(3) FUNCIONAMIENTO Versiones disponibles

TN - De 1 etapa

PR - Progresivo

(4) TOBERA

S - Standard

L - Larga

(5) PAIS DE DESTINO

ES - España

(6) VERSION

A - Standard

(7) EQUIPAMIENTO

0 - 2 válvulas

1 - 2 Válvulas + control de estanqueidad (opcional para potencias < 1200 kW)

(8) DIÁMETRO RAMPA

32 = 1" ¹/₄ 40 = 1" ¹/₂ 50 = Rp2

DIMENSIONES EN mm QUEMADORES ESTÁNDAR

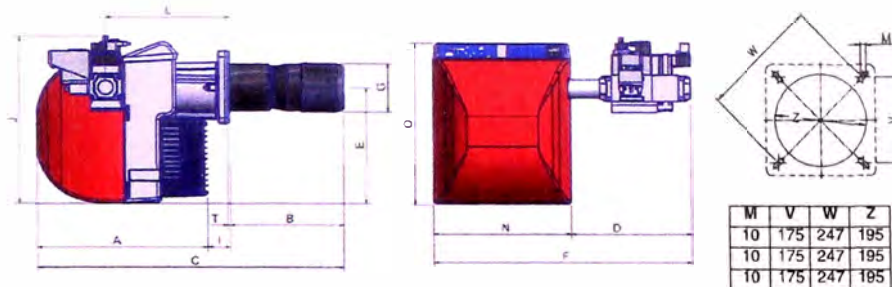


Fig. 1

Tipo	Modelo	A	B	BL	C	CL	D	E	F	G	GL	I	L	J	N	O	T
NG/LG550	x-...0.32	519	252	352	841	941	296	384	722	155	159	70	378	543	426	536	7
NG/LG550	x-...0.40	519	252	352	841	941	369	384	795	155	159	70	378	553	426	536	7
NG/LG550	x-...0.50	519	252	352	841	941	369	384	795	155	159	70	378	603	426	536	7

QUEMADORES DE BAJA EMISIÓN DE NOx

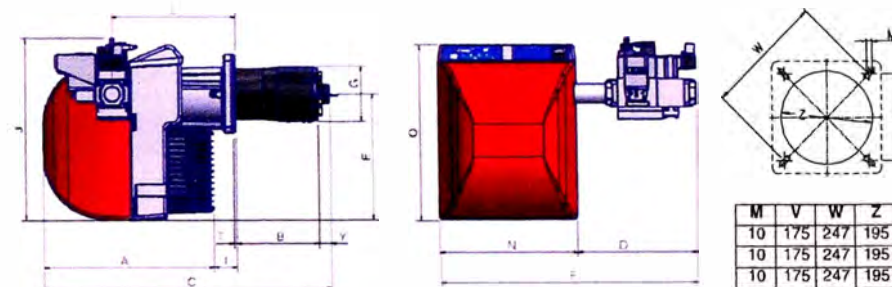


Fig. 2

Tipo	Modelo	A	B	BL	C	CL	Y	D	E	F	G	I	L	J	N	O	T
NGX550	M-...0.32	519	252	352	878	978	37	296	384	722	167	70	378	543	426	536	7
NGX550	M-...0.40	519	252	352	878	978	37	369	384	795	167	70	378	553	426	536	7
NGX550	M-...0.50	519	252	352	878	978	37	369	384	795	167	70	378	603	426	536	7

CAMPOS DE APLICACIÓN

NG550 - LG550 Monoetapicos

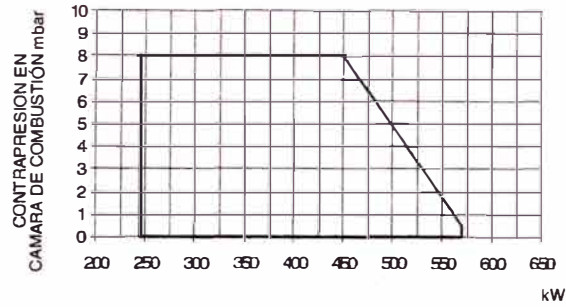


Fig. 3a

NG550 - LG550 Progresivos

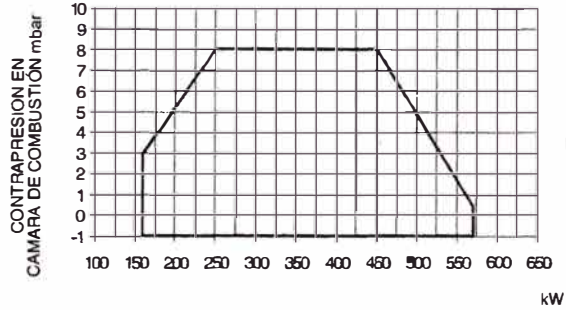


Fig. 3b

Quemadores de baja emisión de NOx NGX550

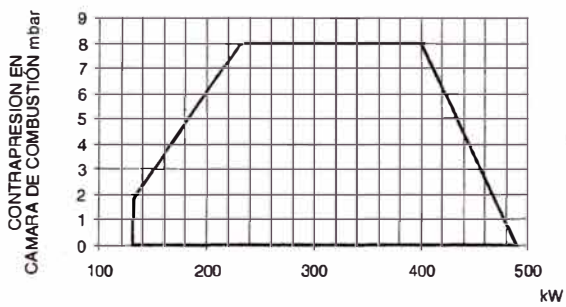


Fig. 3c

CURVAS DE PRESIÓN - CAUDAL EN CABEZAL DE COMBUSTIÓN

¡Las curvas se refieren a presión = 0 en la cámara de combustión!

Las curvas presión - caudal se refieren al quemador en combustión (3% de O₂), con cabezal de combustión en su máxima apertura, servomando al máximo y mariposa del gas a la máxima apertura. Véase la Fig. 4, la cual indica el modo correcto para medir la presión del gas, tomando en consideración los valores de contrapresión en la cámara de combustión.

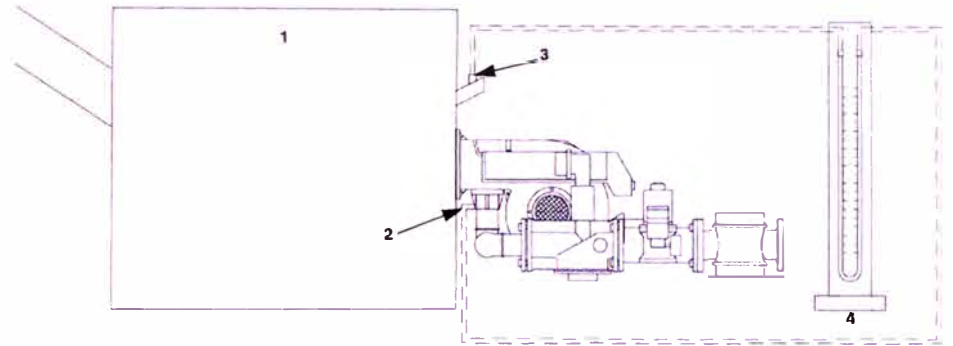


Fig. 4

Leyenda

- 1 Caldera
- 2 Toma de presión gas válvula de mariposa
- 3 Toma de enfriamiento mirilla de la caldera
- 4 Manómetro de columna de agua

NOTA: LAS CURVAS PRESIÓN-CAUDAL SON SOLAMENTE INDICATIVAS; PARA REGULAR CORRECTAMENTE EL CAUDAL DEL GAS, VEÁSE LA LECTURA DEL CONTADOR.

NG-NGX550

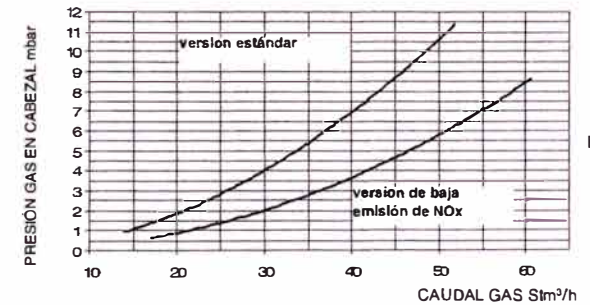


Fig. 5

NG550 G.P.L.

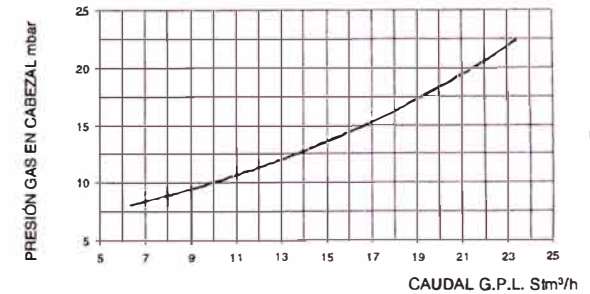


Fig. 6

CURVAS DE PRESIÓN - CAUDAL EN LA RED

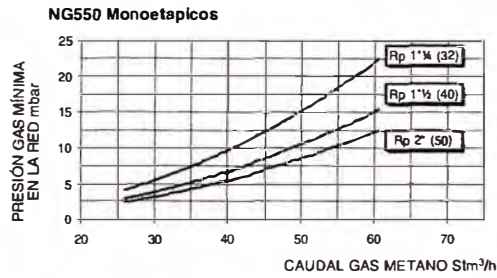


Fig. 7

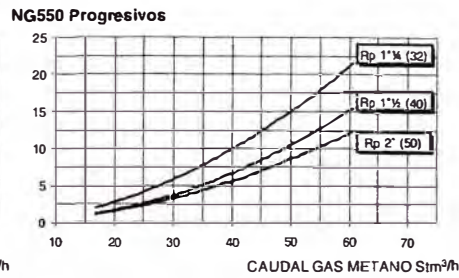


Fig. 8

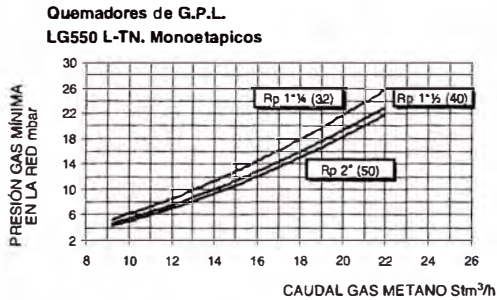


Fig. 9

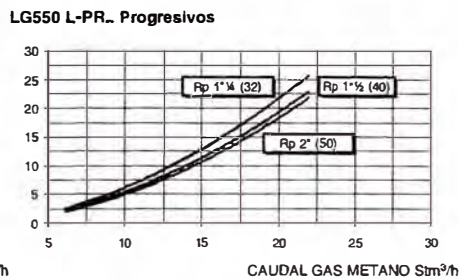


Fig. 10

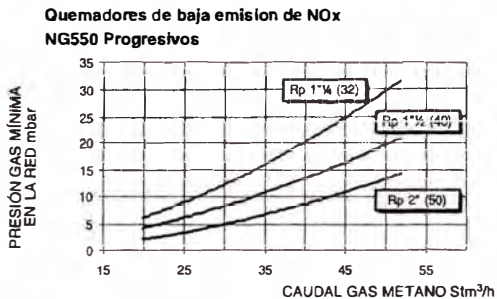


Fig. 11

MONTAJE Y CONEXIONES

Embalajes

Los quemadores se entregan en embalajes de cartón con las siguientes dimensiones: 1045 x 765 x 555 (L x A x P). Dichos embalajes se perjudican con la humedad y no puede superarse la cantidad máxima de embalajes superpuestos indicados en la parte exterior del mismo. En el interior de cada embalaje hay:

- 1 quemador con rampa de gas;
- 1 junta a colocar entre el quemador y la caldera;
- 1 sobre con este manual.

Para eliminar el embalaje del quemador y en el caso de desguace de este último, siga los procedimientos previstos por las leyes vigentes relativas a la eliminación de los materiales.

Montaje del quemador a la caldera

Una vez terminado el montaje del quemador en la caldera, sellar el espacio entre la tobera y el refractario moldeado con pisón con un especial material aislante (cordón de fibra resistente a la temperatura o cemento refractario).

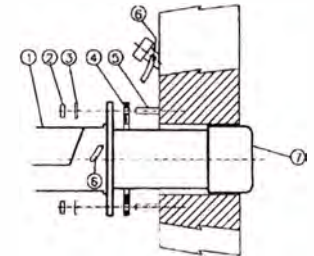


Fig. 12

Leyenda

- 1 Quemador
- 2 Tuerca de fijación
- 3 Arandela
- 4 Junta
- 5 Tomillo prisionero
- 6 Tubo limpieza vidrio
- 7 Tobera

Acoplamiento del quemador a la caldera

Los quemadores descritos en este manual han sido probados en cámaras de combustión que corresponden a las normativas EN676, cuyas dimensiones están descritas en el diagrama de la Fig. 13. Si el quemador debe ser acoplado a calderas con cámaras de combustión de diámetro o de longitud inferior a aquellas descritas en el diagrama, sírvase tomar contacto con el fabricante para poder controlar que sea adecuado para la aplicación prevista.

Para acoplar correctamente el quemador a la caldera, controlar que la potencia necesaria y la presión en la cámara de combustión estén dentro del campo de trabajo. Si no corresponden, deberá ser evaluada nuevamente, conjuntamente con el Fabricante, la selección del quemador.

Para elegir la longitud de la tobera es necesario atenerse a las instrucciones del fabricante de la caldera. En ausencia de éstas será necesario seguir las siguientes indicaciones:

- Calderas de fundición, calderas de tres conductos de humo (con el primer conducto en la parte trasera): la tobera debe entrar en la cámara de combustión no más allá de 100 mm.
- La longitud de las toberas no siempre cumple con este requisito, por lo cual podría ser necesario utilizar un distanciador de medida adecuada, que sirve para alejar el quemador en modo de conseguir la medida más arriba solicitada.
- Calderas presurizadas de inversión de llama: en este caso la tobera deberá penetrar en la cámara de combustión por al menos 50 - 100 mm, respecto de la placa de las tuberías.

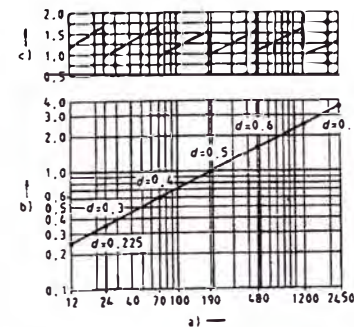


Fig. 13
Potencia térmica, diámetro y longitud del hogar de prueba en función de la potencia quemada Q.

Leyenda

- a) Potencia Q en kW
- b) Longitud del hogar en metros
- c) Potencia térmica específica del hogar MW/m³
- d) Diámetro de la cámara de combustión (m)