

*UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA*  
*FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA Y MANUFACTURERA*



**“ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA EL CAMBIO DE  
COMBUSTIBLE DIESEL 1 POR RESIDUAL 6 EN EL PROCESO DE  
SECADO DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DE  
DETERGENTES”**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO QUÍMICO**

Por la modalidad de: Actualización de conocimientos

**PRESENTADO POR :**

**JULIO CESAR BILBAO PINEDA**

**UNI, ABRIL DEL 2002**

*Con mucho cariño, amor y aprecio dedico el esfuerzo del desarrollo de este informe a mis padres, hijos, esposa, hermanos y familiares más allegados.*

## AGRADECIMIENTO

*“ Unos de los aspectos más gratificantes de escribir y desarrollar un trabajo como este, consiste en la oportunidad de agradecer a todas aquellas personas que han contribuido en el logro que ello implica.*

*Sin embargo, la lista de las personas a las que se agradece su contribución, sin importar que tan extensa sea, es siempre incompleta e imprecisa.*

*Por eso a través de este informe, de manera muy simple y en primer lugar deseo agradecer a mis padres, por su gran apoyo incondicional y paciencia al haberme dado la guía y oportunidad de estudiar y acabar mi carrera profesional como Ingeniero Químico.*

*Así mismo deseo agradecer a todos aquellos familiares y buenos amigos que supieron guiarme y aconsejarme para seguir una carrera profesional*

*Del mismo modo agradecer de manera muy especial a mi asesor de informe y a mis amigos con quienes compartí mucho tiempo y esfuerzo en el desarrollo de nuestras labores académicas para la obtención del pre-grado y grado.*

*Finalmente quiero agradecer también a todos aquellos compañeros de trabajo que supieron trasmitirme sus conocimientos, experiencia y maestría profesional.*

*Por todo ello quiero decir simplemente GRACIAS.....”.*

## RESUMEN

El presente informe desarrolla un caso práctico de mejora de la operación de secado de la Industria de fabricación de detergentes de Procter & Gamble Industrial Perú S.A.

La mejora consiste en cambiar el combustible Diesel 1 por otro de mayor poder calorífico (Residual 6) y que a la vez tiene menor precio. Se aplican algunas técnicas de Ingeniería Química y Economía de los procesos adquiridos a lo largo de mi carrera y experiencia profesional.

Uno de los requerimientos para el aprovechamiento económico del Residual 6 es el rediseño del horno de secado, además de la inversión en la adquisición e instalación de un caldero para el manejo del combustible y su aprovechamiento en otras operaciones más. Este proyecto involucra la instalación de líneas de vapor e instrumentación, así como el establecimiento de nuevas condiciones de operación, de modo que esta sea la más eficiente, pudiéndose aprovechar la mayor cantidad posible del poder calorífico que contiene el combustible.

En este informe se reportan los resultados de la reducción de los costos de la operación de secado del detergente, sin afectar calidad del producto final y la contaminación del medio ambiente. Cabe mencionar que no se profundizará en detalles de diseño ni los estudios de impacto ambiental, sino más bien se profundizará en la evaluación económica del proyecto y las herramientas usadas en el desarrollo de proyecto de modo que su implementación sea exitosa y se haga con la menor inversión.

## INDICE GENERAL

- I. INTRODUCCIÓN
- II. DESARROLLO DE CONCEPTOS Y TÉCNICAS
- III. CONSIDERACIONES Y ASUNCIONES
- IV. DESARROLLO DEL TEMA :
  - 4.1 Descripción del proceso de elaboración de detergentes.
  - 4.2 Operación del Secador.
  - 4.3 Consumo actual y proyectado de combustible.
  - 4.4 Mejoras previas del sistema
  - 4.5 Uso del Residual 6
  - 4.6 Diseño Básico.
  - 4.7 Definición del alcance del proyecto.
  - 4.8 Estimado de costos de inversión.
  - 4.9 Estimado de costos operativos con el uso del Residual 6
  - 4.10 Análisis económico y financiero.
- V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- VI. APÉNDICES
- VII. GLOSARIO DE TÉRMINOS
- VIII. BIBLIOGRAFÍA

## I. INTRODUCCIÓN

Una de las etapas más importantes del proceso de manufactura de detergentes en gránulo, es el proceso de secado de la pasta, en el se involucran operaciones de generación de calor a partir de la combustión de un combustible con el oxígeno del aire, generando gases de combustión y aire caliente que servirán para el secado de la pasta. En esta reacción de combustión se establecen parámetros y condiciones de operación para que la combustión sea muy eficiente aprovechándose la mayor cantidad del calor proporcionado por el combustible. De este modo, la operación de secado se realiza de manera óptima y económica.

Sin embargo, en el último análisis de pérdidas de P&G se ha identificado que la operación de secado tiene una oportunidad de ahorro por el cambio de combustible, ya que los costos del combustible tienen un impacto en los costos de manufactura debido a que el combustible Diesel 1 tiene un precio mayor respecto a otros combustibles más pesados como el Residual 6. Por esta razón, se hizo un estudio para evaluar este cambio de combustible lo cual nos permitiría obtener ahorros anuales de aproximadamente 170,000 US\$ por año.

Por otro lado, este cambio de combustible requiere que se hagan cambios en los equipos y condiciones de operación, debido a que en condiciones ambientales (25°C aprox.), el residual 6 se encuentra casi en estado sólido, con una viscosidad de 2100 cSt aproximadamente, haciendo que su bombeo y su manipuleo sea difícil. Por lo tanto, el Residual 6 requiere de un precalentamiento para disminuir su viscosidad de modo que pueda ser bombeado y atomizado eficientemente en el horno. La manera más económica de hacerlo es con un caldero. Asimismo, el horno actual fue diseñado para el uso del Diesel 1 y el uso del Residual 6 requerirá del cambio o rediseño del horno.

En el análisis de este caso se hizo un estudio de factibilidad técnica para determinar el alcance del proyecto y luego se determinó la inversión necesaria y evaluación económica respectiva.

## II. DESARROLLO DE CONCEPTOS Y TÉCNICAS:

A. Las técnicas de ingeniería tradicionales aplicadas en el desarrollo del proyecto fueron:

### 1. Balance de materia y Energía:

En la etapa preliminar de optimización del consumo de combustible se tuvo que hacer un balance de materia y energía para determinar la relación de aire y combustible usado. Sin embargo, el valor óptimo se determinó tomando mediciones con un analizador de gases, el cual determinó el consumo de oxígeno en el proceso de combustión.

### 2. Transferencia de calor:

Esta técnica se usó en la etapa de diseño de equipos de intercambio de calor para el precalentamiento del Residual 6, así como para el diseño del aislamiento térmico de los tanques y líneas de vapor.

### 3. Dinámica de fluidos:

Se aplicó en el diseño de líneas de vapor y tuberías de proceso, así como en el diseño de las bombas de descarga y alimentación del residual 6.

### 4. Conceptos básicos sobre termodinámica :

Se aplicó para determinar la potencia del caldero, así como en los balances de energía del Secador.

### 5. Instrumentación industrial:

Se aplicó en la definición y selección de instrumentos de control, medición de flujo másico, nivel, presión y temperatura. Esta etapa involucra operaciones de recepción, almacenamiento, flujo de fluidos, mantenimiento, etc.

## **6. Control de procesos y operación de los controladores lógicos programables (PLC):**

Se aplicó para sintonía de los controladores y en la configuración de los programas del PLC.

## **7. Economía de los procesos:**

Se aplicó en la evaluación del proyecto, para determinar el Valor Presente Neto (VPN), la tasa interna de retorno (TIR) y el periodo de recupero.

- B. Por otro lado, las técnicas de ingeniería requeridas por P&G que se aplicaron en el desarrollo del proyecto fueron:

### **1. Administración de proyectos:**

Es una metodología de P&G a través del cual un proyecto es ejecutado en 4 fases, para asegurar y garantizar su entrega con cero defectos, en el menor tiempo posible, con el mejor valor y la mínima inversión de capital.

#### **1.a Factibilidad :**

Esta fase es desarrollada por un equipo conformado por miembros del grupo de investigación y desarrollo e ingeniería, con el fin de asegurar que el proyecto sea económica y técnicamente factible. En esta fase se desarrollan las alternativas técnicas o tecnologías para el proyecto.

#### **1.b Conceptualización:**

En esta fase se conforma formalmente el equipo del proyecto para elegir la mejor alternativa tomando en cuenta no sólo criterios económicos sino también criterios de calidad, tiempo de entrega, operación y seguridad. El equipo en esta fase, básicamente es conformado por miembros de ingeniería, contratistas y algunos del grupo de la operación, quienes se aseguran que las propuestas estén de acuerdo con las necesidades del negocio, antes que se aprueben los fondos o

inversión de capital para la ejecución del proyecto. En esta fase se definen los requerimientos del diseño, se elabora el plan de administración de riesgos, se desarrolla el plan de adquisición de equipos, se elabora el estimado de costos, el análisis financiero y el cronograma de ejecución del proyecto.

### **1.c Definición :**

En esta fase se revisan los criterios de éxito del proyecto, se definen las bases del diseño y especificaciones de equipos, se elabora el plan de ejecución del proyecto, se aprueban los diagramas de flujo del proceso, se desarrollan la estrategia de control tomando en cuenta los requerimientos del usuario de los equipos, se desarrollan la lógica de operación y control, se desarrollan los estudios de seguridad, se define la ubicación de los equipos y se actualizan los diagramas de flujo del proceso. Finalmente, se define la estrategia de transferencia tecnológica y verificación del proyecto.

### **1.d Diseño y Construcción:**

En esta fase se termina la ingeniería de detalle y el plan de construcción, se construyen e instalan los equipos de acuerdo al diseño, se elaboran los reportes de construcción y control de costos del proyecto, se elaboran los reportes de seguridad, se ejecuta el plan de transferencia tecnológica.

### **1.e Verificación y entrega del proyecto:**

Es la fase final en la cual se conforma un equipo con miembros de ingeniería y miembros de la operación involucrada a fin de verificar que se hayan alcanzado los objetivos y criterios de éxito del proyecto, tales como capacidad, calidad, confiabilidad y costos. Al final de esta fase se cierra el proyecto firmándose el acta de entrega una vez alcanzado los objetivos y criterios de éxito de proyecto.

### **III. CONSIDERACIONES Y ASUNCIONES:**

Para el desarrollo de este trabajo se consideran las siguientes asunciones:

1. Los datos e información utilizada para este informe pertenecen a la compañía Procter y Gamble Industrial SA..
2. Algunos datos se muestran de manera restringida por ser de carácter confidencial. Sin embargo, se profundizará debidamente de modo que su lectura y entendimiento sea sencilla.
3. Los balances de materia y energía son tomados de un estudio preliminar con el uso del Diesel 1.
4. Se conocen la demanda de BTU's actual y la proyectada para los siguientes 4 años como horizonte de planeamiento con un incremento anual de 2.5%.
5. Este informe forma parte de uno de los proyectos personales desarrollados como parte de mi labor como Ingeniero de proyectos en el departamento de Ingeniería de P&G.

### **IV. DESARROLLO DEL TEMA:**

#### **4.1 Descripción del proceso de elaboración de detergentes:**

El proceso de manufactura de detergentes se realiza en tres etapas:

##### **a.- Preparación de la Pasta:**

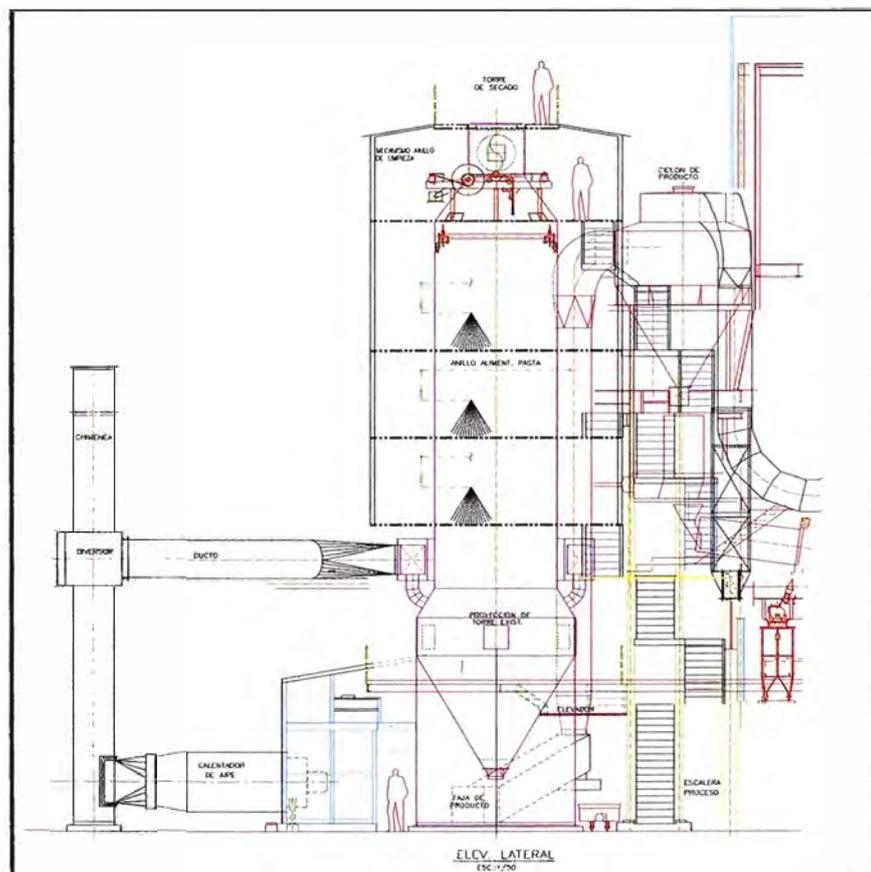
En esta etapa la el Acido dodecil Benceno (HLAS) es neutralizado con soda cáustica en proporciones definidas generándose una reacción exotérmica y dando como producto la pasta neutralizada, a la cual se le añaden luego otros insumos como fosfato, sulfato de sodio, carbonato de sodio silicato, blanqueadores y otros reforzadores en menor proporción, que dan lugar a un producto intermedio denominado pasta batida con aproximadamente 33% de humedad antes de ingresar al secador.

b. **Secado de la Pasta:**

La operación de secado es la que involucra el proceso de generación de calor para convertir la pasta batida en polvo. La pasta batida obtenida en la etapa anterior, es homogenizada y presurizada mediante una bomba de alta presión hasta aproximadamente  $90 \text{ Kg/cm}^2$ , e ingresa a un secador de tipo “Spray” para ser convertida en partículas muy finas a través de varias toberas llamadas “boquillas”. En este secador las partículas finas con dirección hacia abajo entran en contacto con el aire caliente que ingresa por la parte inferior a una temperatura promedio de  $350 \text{ }^\circ\text{C}$  con dirección hacia arriba y tangencial, de modo que se crea un remolino favoreciendo el proceso de secado, donde se evapora la humedad contenida inicialmente en la pasta, obteniéndose un granulado fino denominado gránulo base con aproximadamente 7 % de humedad (Ver Fig N°1).

Figura N° 1

**Secador de producto**



El gráfico muestra un esquema del secador de producto.

Los gases de combustión y el polvillo ligero de detergente son extraídos por la parte superior del secador y por succión, son llevados hacia unos ciclones donde se recupera el polvillo ligero de detergente. Los gases de combustión separados se eliminan a la atmósfera. El polvillo ligero recuperado es reprocesado.

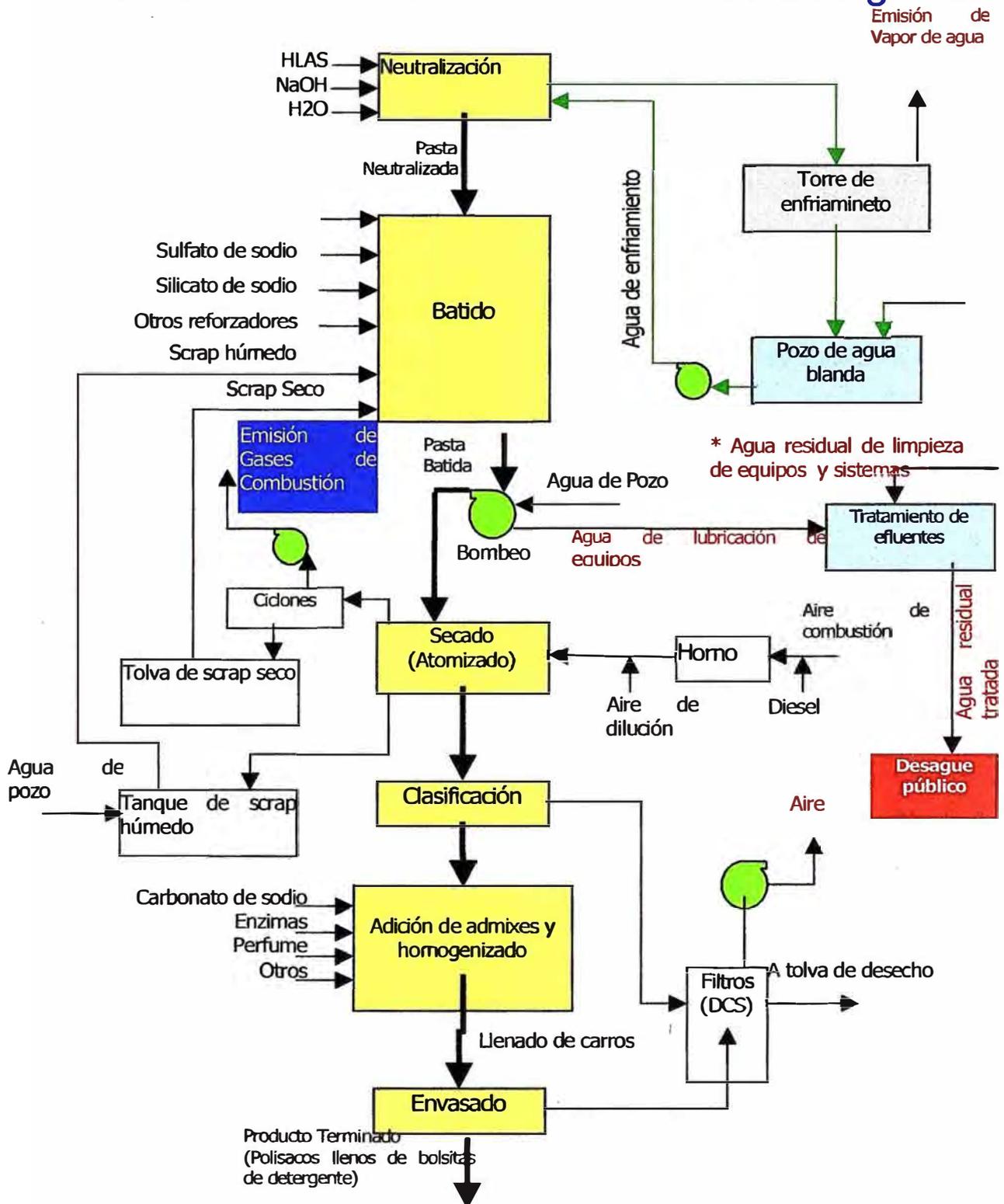
El producto seco o gránulo base que cae por la parte inferior del secador es clasificado hasta obtenerse un gránulo homogéneo que pasa luego por una faja transportadora y un tambor rotatorio, en el cual se le añaden otros aditivos reforzadores para mejorar sus propiedades y darle las cualidades y bondades requeridas por los consumidores finales. El producto intermedio es almacenado en unos carros, denominados buggies.

**c.- Envasado del detergente:**

El producto intermedio obtenido de la etapa anterior es dosificado a las máquinas envasadoras, donde el detergente es embolsado en diferentes tamaños según las especificaciones propias de cada marca y luego las bolsitas son embolsadas en bolsas más grandes denominadas polisacos. Finalmente, los polisacos son llevados al almacén Central para su despacho a los clientes o distribuidores. La figura 2 nos muestra una flujograma de todo el proceso productivo de manufactura del detergente.

Figura N° 2

## Proceso Productivo de Fabricación de detergentes



## 4.2 Operación del Secador:

### 4.2.1 Datos del secador:

El secador actual dispone de los siguientes equipos:

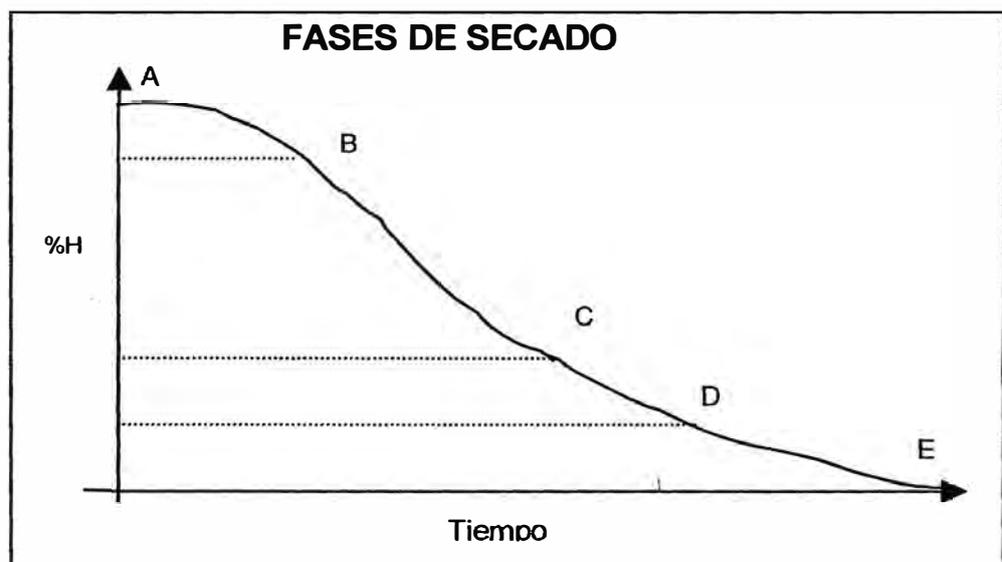
- a) **Torre de secado Vertical:** Tiene un sistema de distribución de aire caliente por la parte inferior y 3 niveles de aspersion de pasta. La salida de gases exhaustos es por el tope y la descarga del material seco por el fondo.
- b) **Horno de calentamiento de aire (Horizontal):** Tiene un sistema de encendido por gas propano. Se encuentra totalmente aislado con un quemador de combustible liviano (Diesel 1) de tiro forzado con una alta velocidad de atomización por presión modulante.
- c) **Ventilador del aire de combustión:** De tipo centrífugo con damper de regulación de aire en el ducto de descarga.
- d) **Ventilador del aire de dilución:** De tipo centrífugo con mecanismo de cierre de flujo de aire controlado. Su capacidad es 5 veces la del ventilador de combustión.
- e) **Sistema de protección contra incendios del secador:** El interior de la torre de secado, dispone de un sistema de ducha de agua presurizada para casos de incendio del interior del secador. También posee alarmas y sistema de apagado del secador en caso de exceder las temperaturas de ingreso de aire caliente y la temperatura de salida de los gases exhaustos.

#### 4.2.2 Proceso de secado:

El proceso de secado se lleva a cabo en cuatro fases secuenciales:

Primero la partícula es calentada hasta la temperatura de secado (Sección AB), durante la cual la evaporación es relativamente baja. En la sección BC la evaporación es mayor, la cual ocurre desde la superficie húmeda de la partícula. La temperatura cerca de la superficie de la partícula durante este periodo, es la temperatura de bulbo húmedo del aire, que está en contacto con la partícula. Una vez que la humedad superficial de la partícula se ha evaporado, la velocidad de evaporación disminuye (Sección CD), debido a que la humedad tiene que migrar hacia la superficie de la partícula. Si las partículas contienen humedad ligada o de cristalización, la velocidad de evaporación disminuye mucho más (Sección DE), ya que la humedad tiene que transportarse por difusión a la superficie.

Grafico N°1



### 4.2.3 Parámetros Importantes de control:

El detergente tiene sus características propias de secado inherentes al material, que establece los parámetros bajo los cuales debe ser operado el secador. La eficiencia del secado del detergente depende básicamente de los siguientes factores:

- Relación de aire combustible usado en el horno de secador.
- Contenido de humedad del aire.
- Temperatura del aire de combustión
- Forma de atomización del combustible.
- Capacidad de aislamiento del secador.
- Distribución del aire dentro del secador.

Mientras que la velocidad del secado del detergente depende de:

- Flujo de alimentación de la pasta.
- Velocidad de aspersion de la pasta
- Diferencia de temperatura entre el material y el aire de calentamiento.
- Grado de contacto entre la superficie del material y el aire de calentamiento.
- Grado de renovación del aire superficial sobre el material.

Durante la etapa de secado, al producto seco se le inspecciona los siguientes variables de calidad:

- Densidad (gr/Lt)
- % de Humedad
- Apariencia del grano
- Otros atributos (Polvosidad, Olor, etc)

Una de las variables críticas de la operación de secado es la densidad del producto, la cual se controla manteniendo bajo control la temperatura de la pasta batida y la presión de aspersion de la pasta en el secador. Así mismo para lograr una buena apariencia del grano, en la cual no se deben apreciar puntos negros en el producto seco, se debe mantener una buena limpieza y adecuada distribución del calor en el interior del secador.

El objetivo final del proceso es la obtención de un producto con calidad dentro de las especificaciones preestablecidas. Para conseguir ello, los parámetros de control del secador se mantienen dentro de los límites preestablecidos. Los parámetros y condiciones de operación junto con los datos utilizados en el balance de materia y energía lo podemos ver en el apéndice A.

### 4.3 Consumo actual y proyectado de combustible

De acuerdo a información proporcionada por P&G, el consumo de combustible Diesel 1 en la operación de secado fue de 330,656 Gal. en el año 2001. Para los siguientes años (2002 al 2005) según estudios de mercado, por incremento de volumen se espera una proyección con un incremento anual del 2.5%. Del balance de materia y energía mostrado en el estudio de eficiencia energética para P&G realizado por la Cía CINIDE S.A.C, (Informe IE 025-2000) se determinó que por cada Tonelada de producto seco obtenido al 7% de humedad se elimina 430 Kg de agua evaporada y por cada tonelada de agua evaporada se consume 24.12 gal de combustible. (Ver tabla N°1). En conjunto el secador tiene una eficiencia (energía del agua evaporada /energía entregada por el combustible) de 82 %.

**Tabla N° 1**

<b>Años</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>
Volumen anual (TN)	31824	32620	33435	34271	35128	36006
Consumo anual de Diesel 1 en gal	330656	338923	347396	356081	364983	374107

En cuanto a la información tomada del balance de energía se determinó que la eficiencia de calentamiento usando Diesel 1 es de 99.47 % lo cual es típico en un proceso de calentamiento con fuego directo, siendo mínimas las pérdidas para este caso. En el secador los principales aportes de energía lo dan el combustible y la pasta húmeda. En cuanto a las salidas, todas las corrientes de flujo tienen importantes niveles energéticos, siendo la mayor la corriente de gases que sale con el 76.12% de la energía total ingresada. Las pérdidas de calor por las paredes del secador son despreciables.

Conociendo el poder calórico del Diesel 1 (126,615 BTU/gal) determinamos la demanda calorífica anual en BTUs. (Tabla N°2)

**Tabla N° 2**

<b>Años</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>
Demanda calorífica en Millones de BTU	41866	42913	43986	45085	46212	47368

#### **4.4 Mejoras previas del sistema**

Previamente a la ejecución del proyecto de cambio de combustible se hizo un estudio energético en el cual se propusieron varias mejoras, las cuales están plenamente justificadas técnica y económicamente, por las cuales se obtendrían los ahorros previstos después de su implementación.

Uno de los cuales fue el control del exceso de aire de combustión, que al inicio se encontró por encima del 20% recomendado para el Diesel 1. Este exceso de aire genera el enfriamiento de la llama, por lo cual se produce el monóxido de carbono CO, aún habiendo gran disponibilidad de aire debido a la captación de calor por parte del O<sub>2</sub> y N<sub>2</sub> del exceso de aire, dando como resultado una menor transferencia de calor en el secador, lo cual trae consigo un incremento del consumo de combustible.

Para esta mejora se realizó la calibración del exceso de aire mediante el posicionamiento del damper del aire de combustión y la válvula de ingreso de combustible al horno de modo que se sincronicen al variar el flujo de combustible.

Otra mejora fue la optimización del mantenimiento del quemador del horno, ya que por falta de un adecuado mantenimiento puede perder gran parte de su eficiencia. De esta manera se recomendó que en cada mantenimiento:

- Se cambie el filtro de combustible cada vez que ocurra un exceso en la caída de presión.
- Se limpien las boquillas de atomización del combustible. Limpieza mensual y cambio a los 2 años.
- Se limpie el quemador (Circuito de ingreso de aire y cámara de la llama).
- Se revise el estado de los refractarios y se cambie cuando sea necesario.

Los beneficios que se alcanzan al seguirse las acciones tomadas son los siguientes:

- Obtención de mejores características de la llama y su aumento de la temperatura.
- Reducción de la generación de CO y O<sub>2</sub> en exceso.
- Reducción de pérdidas de calor por una pobre atomización del combustible.
- Como consecuencia de todo ello, se logra la reducción del consumo de combustible e incremento de la eficiencia térmica del horno que fácilmente puede ser cuantificable en ahorros.

## 4.5 Uso del residual 6

En el mercado se comercializan 2 tipos de combustibles pesados (mayor gravedad específica, menor API) para uso industrial, denominados de la siguiente manera:

- Petróleo Industrial 6 (Residual 6)
- Petróleo Industrial 500 (Residual 500).

Estos combustibles son más pesados que el Diesel 1 y 2 y poseen mayor poder calorífico así como mayor contenido de impurezas (Azufre, cenizas, etc), asimismo tanto el Residual 6 como el Residual 500 requieren mayor temperatura para su bombeo, almacenamiento y atomización en el quemador, sin embargo la diferencia no justifica el uso de este último por los mayores problemas de manejo, combustión y costos de mantenimiento que genera.

Las propiedades y características del Petróleo industrial 6 lo podemos ver en la tabla N°4 a manera de comparación con el Diesel 1.

### 4.5.1 Ventajas y desventajas del Petróleo Industrial 6 frente al Diesel 1:

En comparación con el Diesel 1, el Residual 6 tiene una serie de ventajas y desventajas, tal como se indica a continuación:

#### a) **Ventajas:**

- Tiene menor precio por galón. (Ver tabla N°3)
- Tienen mayor poder calorífico por volumen (Ver tabla N°4)

#### b) **Desventajas:**

- Requieren precalentamiento para su bombeo y atomización.
- Tienen mayor contenido de impurezas.

- Generan mayor cantidad de hollín, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en los gases de combustión, por lo tanto mayores costos de mantenimiento por la corrosión y tratamiento de emisiones en casos extremos.

**Tabla N°3**  
**Precios de Combustibles**

Vigente desde el 05-Abr-2002  
(Lista COMB-05-2002)

PLANTAS	GLP (*) (Soles/Kg)	DIESEL 1 (Soles/Galón)	DIESEL 2 (Soles/Galón)	PET IND 6 (Soles/Galón)	PET IND 500 (Soles/Galón)
	201-01	240-02	252-02	280-02	281-02
CALLAO	1.174	3.14	2.94	2.46	2.42
CONCHAN	-	3.14	2.94	2.44	2.40

Impuestos aplicables a estas plantas :

RODAJE [**]	-	-	-	-	-
ISC (Soles/Galón) [*]	0.23	0.78	2.07	-	-
I.G.V.	18%	18%	18%	18%	18%

(\*) El ISC para el GLP despachado por peso, está expresado en Soles/Kilogramo.

(\*\*) El impuesto del rodaje se aplica sobre el valor de venta de las gasolineras sin incluir el ISC y el IGV.

Fuente : GERENCIA COMERCIALIZACION- PETROPERÚ S.A. Dpto. Sistemas de Información.

Si bien es cierto que el Residual 6 produce mayor nivel de hollín en los gases de combustión, en el caso del secador de detergente no es apreciable, dado la gran cantidad de aire de dilución que ingresa al secador. Por lo tanto, la calidad del producto seco no se vería afectada. Cabe señalar que otras plantas de P&G ya usan Residual 6 en el secador y no han reportado problemas de calidad del producto debido a estas impurezas.

**Tabla N°4**  
**Calidad del Diesel 1 y Petroleo Industrial 6**

<b>INSPECCIONES</b>	<b>Diesel 1</b>	<b>Pet.Ind. 6</b>
<b><u>Apariencia</u></b>	Clara y brill.	-
Color Saybolt	18	-
Color ASTM	-	-
<b><u>Volatilidad</u></b>		
Gravedad API a 15.6°C	41	12.6
Gravedad específica a 15.6/15.6°C	0.8203	0.982
Punto de Inflamación, °C	46	93
<b><u>Destilación °C (a 760 mm Hg)</u></b>		
Punto Inicial de ebullición	158	-
10 % Vol Recobrado	180	-
50 % Vol Recobrado	215	-
90 % Vol Recobrado	260	-
Punto Final de ebullición	280	-
<b><u>Combustión</u></b>		
Punto de Humo, mm	28	-
Prueba de Combustión a 16Hrs	Pasa	-
Poder Calorífico Bruto, BTU/Gal	135,087	150,802
Poder Calorífico Neto, BTU/Gal	126,615	142,543
<b><u>Composición</u></b>		
Azufre Total, %masa	0.01	0.6
Carbón Conradson, %masa	-	13
Resid. Carbón Ramsbotton, %masa	-	-
<b><u>Fluidez</u></b>		
Viscos. Cinemat. A 37.8 °C, cSt	2.2	1500
Viscos. Cinemat. A 50 °C, cSt	1.5	610
Punto de Fluidez, °C	-	6
<b><u>Contaminantes</u></b>		
Agua y sedimentos, %Vol	0	0.1
Cenizas, %Masa	0.0012	0.05
<b><u>Corrosión</u></b>		
Lám. de cobre, 3Hr a 100°C, N°	1ª	-
<b><u>Contenido de Metales</u></b>		
Vanadio, ppm	0	60
Sodio+Potasio / Sodio, ppm	-	20
Niquel, ppm	-	15
<b><u>Temperaturas</u></b>		
De almacenamiento (Máxima, °C)	-	50-60
De bombeo (Mínima, °C)	-	45
<b>De atomización</b>		
Tiro Forzado, Margen °C	-	100-110
Tiro Natural, Margen °C	-	110-120

Fuente : GERENCIA COMERCIALIZACION- PETROPERÚ S.A. Dpto. Sistemas de Información.

#### 4.5.2 Ahorros obtenidos por el uso del Residual 6

De la información de las tablas 3 y 4 proporcionadas por PETROPERU (al 5 de abril del 2002) se obtuvo la tabla N°5, en el cual se puede apreciar que el Residual 6 tiene mayor contenido energético y menor precio, siendo así que el precio del Residual 6 es el 62.5% del precio del Diesel 1 y por ello su uso se hace muy atractivo.

Tabla N° 5

#### Cuadro comparativo de precio y contenido energético del Diesel 1 y el Residual 6

<b>Años</b>	<b>Diesel 1</b>	<b>Residual 6</b>
BTU/Gal	126,615	142,543
Costo en US\$ por Gal Inc ISC	1.13	0.708

Tipo de cambio 3.46 Nuevos soles/US\$ . Los precios no incluyen el IGV.

En el presente informe para efectos de análisis se consideran los precios del combustible sin IGV, dado que el pago de dicho impuesto, se contabiliza como crédito fiscal en el balance económico de la empresa. En la tabla N°6 se puede observar también que a partir de Julio de 1998, no se aplica el impuesto selectivo al consumo al Residual 6. Asimismo, en el gráfico N°2 podemos ver como se ha comportado el precio del Residual 6 durante la década del 90.

Tabla N° 6

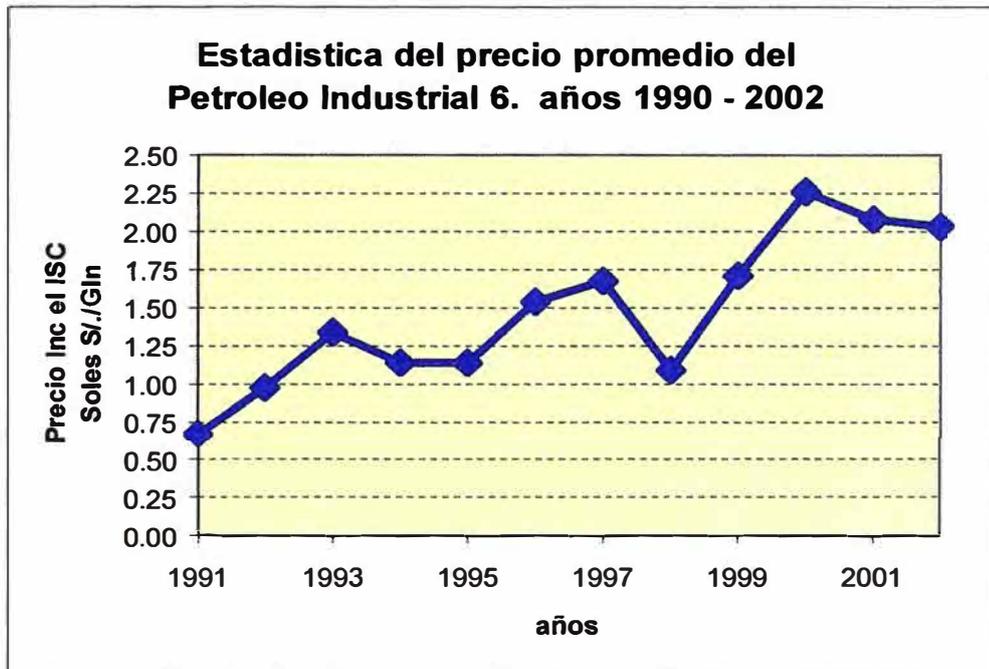
#### Estadística de precios promedio del Petróleo Industrial 6 Ex Planta Callao-Unidad Monetaria : Nuevos Soles

<b>Año</b>	<b>Precio Neto al público</b>	<b>ISC Soles /Gln</b>	<b>Precio Neto+ISC</b>	<b>IGV %</b>	<b>Precio N+ISC+IGV</b>
1995	0.76	0.38	1.14	18.0	1.35
1996	1.03	0.51	1.54	18.0	1.82
1997	1.23	0.45	1.68	18.0	1.98
1998	1.02	0.13	1.09	18.0	1.29
1999	1.71		1.71	18.0	2.02
2000	2.26		2.26	18.0	2.66
2001	2.08		2.08	18.0	2.45
2002	2.45		2.45	18.0	2.89

\*\*El precio del año 2002 es un promedio de las variaciones del mes de Enero al 05 de Abril.

Fuente :GERENCIA COMERCIALIZACION- PETROPERÚ S.A.Dpto. Sistemas de Información.

**Grafico N° 2**



El consumo de Residual 6 necesario para satisfacer las necesidades del secador debe ser tal que provea el mismo calor proporcionado actualmente por el Diesel 1. De la Tabla N° 2, la cual nos muestra la demanda anual de BTUs y conociendo el contenido calórico del Residual 6, determinamos la tabla N° 7.

Tabla N°7

**Cuadro comparativo de consumos de combustibles Diesel 1 y  
Residual 6**

<b>Años</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
Demanda calorífica en Millones de BTU	41866	42913	43986	45085	46212
Consumo anual de Diesel 1 en gal	330656	338923	347396	356081	364983
Consumo anual de Residual 6 en gal	293708	301051	308577	316292	324199

Multiplicando los consumos anuales proyectados por sus respectivos precios unitarios obtenemos la tabla N° 8, en la cual se muestra el ahorro bruto proyectado por año debido a la ejecución del proyecto.

Tabla N°8

**Ahorro anual proyectado**

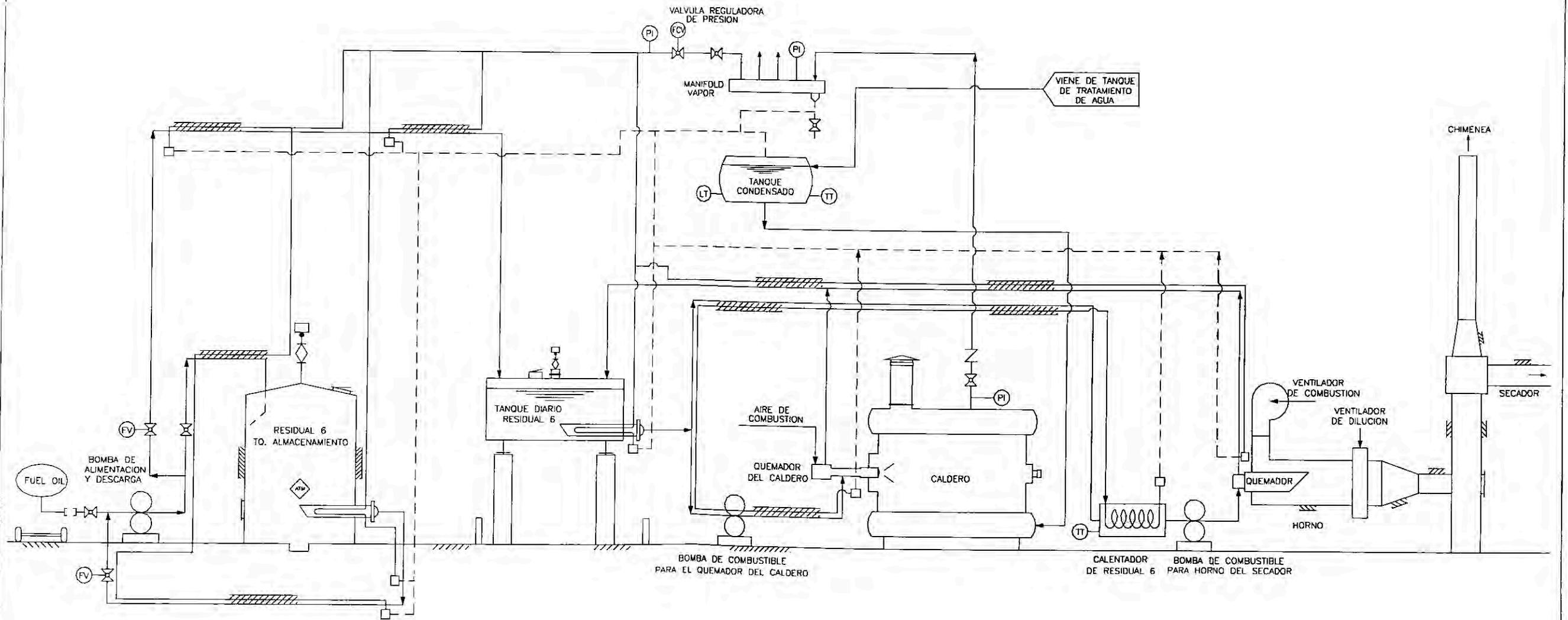
<b>Años</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>
Costo anual consumiendo Diesel 1 USD	383982	393581	403421	413506	423844
Costo anual consumiendo Residual 6 USD	213172	218501	223964	229563	235302
<b>Ahorro anual en \$ USD</b>	<b>170810</b>	<b>175080</b>	<b>179457</b>	<b>183944</b>	<b>188542</b>

Cabe aclarar que los ahorros se generan a partir del año 2003, cuando se termine la ejecución del proyecto y se haga la puesta en marcha. Para efectos de análisis se debe determinar otros costos generados por el uso del Residual 6.

**4.6. Diseño Básico:**

El uso del residual 6 principalmente requiere del cambio del horno por uno que use Residual 6 y de una caldera de vapor para lograr un calentamiento económico durante su almacenamiento, bombeo y transporte, a fin de que sea atomizado en el quemador del secador, además de otros equipos para su manipuleo y control. En la tabla N° 4 podemos observar que el Residual 6 requiere tener una temperatura entre 50 y 60°C para su almacenamiento, 45°C para su bombeo y 110°C para su atomización en el secador y en el quemador del mismo Caldero.

En la figura N°3 se observa el nuevo sistema de alimentación de Residual 6, el cual empieza con la modificación del tanque de almacenamiento de combustible para usar el Residual 6. Para ello se instala un intercambiador de calor dentro del tanque de almacenamiento, para el calentamiento del Residual 6 hasta su temperatura de bombeo, usando vapor saturado a 100 PSI aprox. Asimismo, se puede observar que se tiene un tanque diario en el cual, el Residual 6 se calienta hasta su temperatura de



NUEVO SISTEMA DE ALIMENTACION  
 COMBUSTIBLE RESIDUAL 6 Figura N° 3

atomización para ser quemado en el horno del caldero y el secador de detergente.

Para la generación de vapor saturado, se observa la disposición de un caldero el cual tiene como equipos complementarios un quemador de combustible que usa Residual 6 y un sistema de ablandamiento para generar agua blanda para el caldero. El vapor generado por el caldero se alimenta a un Manifold de vapor, del cual se distribuye a los diferentes sistemas de calentamiento: tracers de tuberías, serpentines de calentamiento de tanques, intercambiadores de calor, etc. A la salida del manifold de vapor se tiene una válvula reguladora de presión que mantiene constante la presión de salida de vapor desde el manifold.

Todo el agua condensada proveniente de los sistemas de calentamiento se recupera en el tanque de condensado. De este modo, se logra una generación de vapor y consumo eficiente, ya que el agua condensada aún posee un contenido calórico muy alto que favorece al menor consumo de combustible para llegar nuevamente a Presión de vapor saturado (100 PSI) y temperatura de ebullición respectiva. Asimismo, al recuperar la mayor cantidad posible de condensado se reduce también el consumo de agua blanda en el caldero.

Se disponen de 02 bombas para generar la presión y atomizar el Residual 6 en los quemadores de los hornos del caldero y el secador de detergente respectivamente.

#### **4.7 Definición del Alcance del Proyecto :**

En resumen el alcance del proyecto debido al uso del Residual es:

- Adquisición e instalación de una Caldera de vapor.
- Instalación de un Manifold (cabecera de vapor) para la distribución del vapor a los diferentes sistemas

- Aumento de capacidad del ablandador de agua para su consumo en el caldero.
- Acondicionamiento del tanque de almacenamiento con un intercambiador de tubos en su interior para calentar el Residual 6 hasta a su temperatura de Bombeo (60 °C).
- Reemplazo del horno del secador con un nuevo horno que usa Residual 6.
- Instalación de tuberías nuevas para la descarga y alimentación de Residual 6 al tanque diario y quemadores del caldero y el horno del secador respectivamente.
- Traceado de las tuberías de descarga y alimentación de residual 6 a los quemadores para mantener la temperatura del Residual 6 durante sus transporte (bombeo).
- Instalación de nuevo tanque diario con calentador eléctrico y serpentín de vapor para llevar la temperatura del Residual 6 a su temperatura de atomización (110 a 120°C).
- Adquisición e instalación de nueva Bomba de desplazamiento Positivo para la descarga del Residual 6 desde la cisternas hasta el tanque de almacenamiento. Según el diseño, la misma bomba se utilizará para la alimentación del Residual 6 desde el tanque de almacenamiento hasta el tanque diario.
- Adquisición e instalación de una bomba de desplazamiento positivo para el transporte del Residual 6 desde el tanque diario hasta el quemador del caldero.
- Adquisición e instalación de una bomba de desplazamiento positivo para el transporte del Residual 6 desde el tanque diario hasta el quemador del Secador.
- Instrumentación para el control de parámetros en tuberías y equipos.
- Accesorios para el manejo del Residual 6: Válvulas, filtros, Manómetros, etc.

- Accesorios para el manejo del vapor y recuperación del condensado: Válvulas de vapor, filtros de vapor, trampas de condensado, eliminadores de aire, Manómetros, etc.

#### **4.8 Estimado de costos de inversión:**

En términos generales, según el alcance del proyecto, su ejecución requiere de una inversión inicial para acondicionar el sistema existente y adquirir nuevos equipos para hacer el cambio de combustible a Residual 6.

En la tabla N°9 se observa que la inversión de capital para el proyecto de cambio de combustible asciende a US \$ 287,000. De este monto sólo el 95% es capitalizable (US \$ 272,650). El detalle del costo estimado de inversión se muestra en la tabla N°9.

Tabla N°9  
Estimado de Costos de inversión de Capital

DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL SYSTEM USD	TOTAL SYSTEM USD
<b>Costos por retiro de equipos y acondicionamiento</b>		<b>11,650</b>
Desmontaje de horno actual	150	
Desmontaje de tanque diario actual	500	
Acondicionamiento de equipos para instalación de nuevo horno	11,000	
<b>Equipos: Incluye caldero y nuevo horno</b>		<b>168,760</b>
Nuevo Horno	59,950	
Nueva bomba de combustible	4,050	
Caldero (adquisición e instalación)	40,500	
Calentador electrico de combustible	2,700	
Nuevo tanque diario	4,050	
Intercambiador del tanque de almacenamiento	2,700	
Bomba de descarga y alimentación de Residual 6	5,850	
Modificaciones al tanque de almacenamiento de Residual 6	8,100	
Medidor de flujo de combustible	5,200	
Otros	35,660	
<b>Tuberías , tracers y aislamiento termico</b>		<b>34,685</b>
<b>Instalaciones Eléctricas, Instrumentación y Control</b>		<b>36,830</b>
<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>		<b>251,925</b>
<b>INGENIERIA</b>		<b>20,876</b>
Ingeniería de Detalle	15,116	
Programación	3,760	
Estudio de seguridad	2,000	
<b>ADMINISTRACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN</b>		<b>8,500</b>
Supervisión de la construcción.	4,500	
Especialista Termal	4,000	
<b>COSTO TOTAL DEFINIDO</b>		<b>281,301</b>
<b>Manejo de riesgos</b>		<b>5,626</b>
Contingencias	5,626	
<b>COSTO TOTAL ESTIMADO</b>		<b>286,927</b>
Redondeo		73
<b>COSTO TOTAL ESTIMADO</b>		<b>287,000</b>

#### 4.9 Estimado de costos operativos con el uso del Residual 6

Los costos operativos generados por el uso del Residual 6 se deben básicamente al combustible consumido por el mismo caldero para generar el vapor. Para efectos de análisis el costo de ablandamiento del

agua se desprecia en vista de que en este caso particular se asume que todo el agua se recupera. En términos generales el costo del vapor depende de varios factores, siendo los más importantes los siguientes:

- Capacidad de la caldera.
- Combustible usado y costo
- Eficiencia de la caldera
- Tipo del sistema de tratamiento del agua.
- Depreciación de las máquinas
- Costo de la mano de obra.

Los costos aproximados de vapor fluctúan de la siguiente manera:

Tabla N° 10

Condiciones de la caldera	COSTO DEL VAPOR (US\$/ton)	
	Diesel – 1	Residual – 6
Eficiencia = 80% (Rendimiento = 50 kg vapor/gal)	<b>36.8</b>	<b>15</b>
Eficiencia = 83% (Rendimiento = 55 kg vapor/gal)	<b>33.4</b>	<b>13.6</b>

Se puede ver de lo anterior que una mejor eficiencia de la caldera reduce el costo del vapor.

De otro modo, con los datos obtenidos del fabricante del caldero se sabe que para el volumen de diseño del caldero el consumo no será mayor de 3 GPH (Ver Tabla N°11).

Tabla N° 11

**Costo Energia de Vapor**

Costo de Combustible R6	0.708 USD/Gal
Consumo del Caldero	3 GPH
Número de Horas	24
Número de Dias	26
Número de Meses	12
	13.6 USD/Ton vapor
<b>Costo Operativo</b>	<b>15,905 USD/año</b>

Para efectos del análisis se desprecian los costos adicionales por mantenimiento ya que los equipos serán reemplazados y en los primeros años el incremento será despreciable.

**4.10 Análisis económico y financiero.**

Tomando como dato que el impuesto a la renta es igual a 30% y la tasa de descuento igual a 13% se determina el Flujo de caja para la evaluación del proyecto (Ver tabla N°12):

Tabla N° 12

**Evaluación financiera del proyecto**

	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Años</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>
Volumen anual (TN)	32620	33435	34271	35128	36006
<b>Ahorro anual Bruto por consumo de R6 US\$</b>	<b>0</b>	<b>175080</b>	<b>179457</b>	<b>183944</b>	<b>188542</b>
Costos operativos proyectados US\$		15905	16303	16710	17128
Gastos preoperativos	22000				
Depreciación		27265	27265	27265	190855
<b>Costos totales</b>	<b>22000</b>	<b>43170</b>	<b>43568</b>	<b>43975</b>	<b>207983</b>
<i>Utilidad Bruta anual US\$ antes de impuestos</i>	<i>(22000)</i>	131910	135889	139969	<i>(19441)</i>
<i>Utilidad Bruta anual US\$ despues de IR</i>	<i>(15400)</i>	92337	95123	97978	<i>(13609)</i>
Depreciación	0	27265	27265	27265	190855
Inversión de capital	<i>(272650)</i>				
<b>Flujo de Caja</b>	<b><i>(288050)</i></b>	119602	122388	125243	177246
VPN	\$96,591				
TIR	29%				

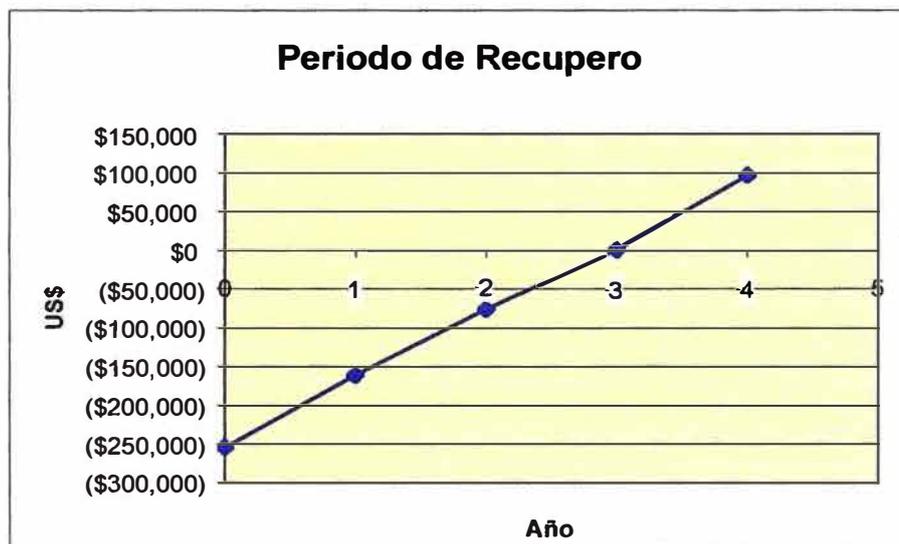
Vemos que desde el punto de vista financiero el proyecto es muy rentable ya que nos da un VPN muy positivo en un periodo de 4 años. Se observa que la TIR es mayor que la tasa de descuento.

Calculando el periodo de recupero:

**Tabla N° 13**  
**Periodo de recupero**

	0	1	2	3	4	VPN
<b>Años</b>	2002	2003	2004	2005	2006	13%
4	(288050)	119602	122388	125243	177246	\$96,591
3	(288050)	119602	122388	125243		\$389
2	(288050)	119602	122388			(\$76,425)
1	(288050)	119602				(\$161,246)
0	(288050)					(\$254,912)

Grafico N° 3



En la gráfico N° 3 podemos observar que recuperamos nuestra inversión en el 3er año (Año 2005).

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### A. Conclusiones:

- En cuanto a las mediciones realizadas para el balance de materia y energía del secador durante el estudio energético, estas no sólo permitieron determinar los flujos máxicos sino también identificar algunas situaciones operativas que están implicando un mayor consumo de energía.
- Del análisis financiero se concluye que el proyecto es muy rentable y por ende debe ser ejecutado dentro de las fechas establecidas para comenzar a generar los ahorros previstos.
- Así mismo se justifica la implementación del caldero para el aprovechamiento económico del Residual 6, ya que el vapor no sólo servirá para el manipuleo del Residual 6, sino también para su aprovechamiento en otros proyectos.

### B. Recomendaciones:

- Luego de la implementación del uso de Residual 6, se deben tomar medidas para dejar los sistemas de combustión en condiciones óptimas de operación, de modo que se consiga el mayor aprovechamiento energético del combustible.
- Se debe mantener un control de la combustión monitoreando el consumo de combustible mediante Ratios que permitan compararlos permanentemente.
- Se recomienda también hacer una revisión de la frecuencia de inspección del agua que sale del ablandador para optimizar los ciclos de regeneración y alargar los periodos de mantenimiento del caldero, tuberías de vapor e intercambiadores de calor, debido a inscrustaciones de sales de Ca y Mg.

## VI. APENDICES

## Apéndice A

**Datos utilizados en el balance de materia y energía del secador****Parte 1**

<b>Variables</b>	<b>Valor</b>	<b>Unid</b>
<b><u>Datos del secador</u></b>		
Capacidad disponible de secado e producto	7000	Kg/hr
Capacidad normal de secado de producto	5000	Kg/hr
<b><u>Condiciones ambientales</u></b>		
Presión	1	Atm
Temperatura	21	°C
Humedad relativa	80	%
Humedad absoluta	0.0115	Kg/Kg as
<b><u>Datos del combustible Diesel 1</u></b>		
Temperatura de ingreso del combustible	20	°C
Composición		
C	86.3	%
H	13.6	%
S	0.01	%
<b><u>Datos del combustible Residual 6</u></b>		
Temperatura de ingreso del combustible	120	°C
Composición		
C	86.0	%
H	11.5	%
S	2.5	%
Cenizas	0.08	%
<b><u>Datos del aire de combustión y dilución</u></b>		
Composición del aire		
O <sub>2</sub>	21	% Vol
N <sub>2</sub>	79	% Vol
Temperatura de ingreso	21	°C
<b><u>Datos de los gases de Combustión</u></b>		
Temperatura de ingreso al secador	350	°C
Temperatura de salida del secador	70	°C
Composición de los gases a la salida del horno		
O <sub>2</sub>	18.3	% Vol
CO <sub>2</sub>	1.7	% Vol
CO	75	Ppm
Composición de los gases a la salida del secador		
O <sub>2</sub>	19	% Vol
CO <sub>2</sub>	1.5	% Vol
CO	13	Ppm

## Datos utilizados en el balance de materia y energía del secador

### Parte 2

Variables	Valor	Unid
<b><u>Datos del Producto</u></b>		
Humedad de la pasta antes de ingresar al secador	37	% peso
Humedad del producto seco a la salida del secador	6	% peso
Temperatura de la pasta antes de ingresar al secador	72	%peso
Temperatura del producto base a la salida del secador	75	°C
<b><u>Datos de Entalpías</u></b>		
Cp medio del aire de combustión	0.24	Kcal/Kg °C
Cp medio del O2	0.221	Kcal/Kg °C
Cp medio del N2	0.248	Kcal/Kg °C
Cp medio del CO2	0.205	Kcal/Kg °C
CP medio del H2O(v)	0.448	Kcal/Kg °C
Cp medio del combustible Diesel 1	0.503	Kcal/Kg °C
Cp medio de la pasta	0.57	Kcal/Kg °C
Cp medio del producto base	1.2	Kcal/Kg °C
<b><u>Resultados</u></b>		
Indice de exceso de aire a la salida del Homo	8	Atm
Indice de exceso de aire a la salida del secador	10	°C
Gal de combustible por ton/ agua evaporada	24.12	gal
Excesode aire de combustión	12	%

## Appendix B

### MATERIAL SAFETY DATA SHEET

EQUILON MSDS: 52368E-12 01/04/99

SHELL NO. 6 FUEL OIL

**SECTION I NAME**

PRODUCT: SHELL NO. 6 FUEL OIL

CHEM NAME: MIXTURE (SEE SECTION II-A)

CHEM FAMILY: PETROLEUM HYDROCARBON; INDUSTRIAL FUEL

SHELL CODE: 41010

**HEALTH HAZARD: 3 FIRE HAZARD: 2 REACTIVITY: 0**

**SECTION II-A: PRODUCT/INGREDIENT**

NO.	COMPOSITION	CAS NO.	PERCENT
P	SHELL NO. 6 FUEL OIL	MIXTURE	100
1	VACUUM TOWER BOTTOMS	64741-56-6	VAR.
2	CATALYTICALLY CRACKED LIGHT GAS OIL	64741-59-9	VAR.
3	STRAIGHT RUN LIGHT GAS OIL	64741-44-2	VAR.
4	HYDROGEN SULFIDE (H <sub>2</sub> S)	7783-06-4	<0.04

**SECTION II-B: ACUTE TOXICITY DATA**

NO. ACUTE ORAL LD<sub>50</sub> ACUTE DERMAL LD<sub>50</sub> ACUTE INHALATION LC<sub>50</sub>

P NOT AVAILABLE

**SECTION III: HEALTH INFORMATION**

THE HEALTH EFFECTS NOTED BELOW ARE CONSISTENT WITH REQUIREMENTS UNDER THE OSHA HAZARD COMMUNICATION STANDARD (29 CFR 1910.1200).

**A) EYE CONTACT:** BASED ON ESSENTIALLY SIMILAR COMPONENT TESTING, PRODUCT IS PRESUMED TO BE MINIMALLY IRRITATING TO THE EYES. CONTACT WITH HOT PRODUCT MAY RESULT IN THERMAL BURNS.

**B) SKIN CONTACT:** BASED ON ESSENTIALLY SIMILAR COMPONENT TESTING, PRODUCT IS MODERATELY IRRITATING AND TOXIC UPON REPEATED SKIN CONTACT ABSORPTION THROUGH SKIN MAY RESULT IN LIVER DAMAGE. REPEATED CONTACT MAY ALSO RESULT IN VARIOUS SKIN DISORDERS SUCH AS DERMATITIS, FOLLICULITIS, OIL ACNE, OR SKIN TUMORS. CONTACT WITH HOT PRODUCT MAY RESULT IN THERMAL BURNS.

**C) INHALATION:** WARNING - HYDROGEN SULFIDE (H<sub>2</sub>S) AND OTHER HAZARDOUS VAPORS MAY EVOLVE AND COLLECT IN THE HEADSPACE OF STORAGE TANKS OR OTHER ENCLOSED VESSELS. HYDROGEN SULFIDE IS AN EXTREMELY FLAMMABLE, HIGHLY TOXIC GAS. IN THE ABSENCE OF H<sub>2</sub>S, INHALATION OF VAPORS, MISTS OR FUMES (GENERATED AT HIGH TEMPERATURES) MAY CAUSE IRRITATION TO THE NOSE, THROAT AND RESPIRATORY TRACT.(SEE SECTION VI FOR FURTHER INFORMATION).

**D) INGESTION:** BASED ON ESSENTIALLY SIMILAR COMPONENT TESTING, PRODUCT IS PRESUMED TO BE MODERATELY TOXIC AND MAY BE HARMFUL IF SWALLOWED; MAY PRODUCE LIVER DAMAGE.

**E) SIGNS AND SYMPTOMS:** H<sub>2</sub>S TOXICITY MAY BE EVIDENCED BY A RAPID LOSS OF CONSCIOUSNESS; DEATH MAY FOLLOW QUICKLY. IRRITATION AS NOTED ABOVE. LIVER DAMAGE MAY BE EVIDENCED BY LOSS OF APPETITE, JAUNDICE (YELLOWISH SKIN COLOR) AND SOMETIMES PAIN THE UPPER ABDOMEN ON THE RIGHT SIDE.

**F) AGGRAVATED MEDICAL CONDITIONS:** PREEXISTING SKIN DISORDERS MAY BE AGGRAVATED BY EXPOSURE TO THIS PRODUCT. IMPAIRED LIVER FUNCTION(S) FROM PREEXISTING DISORDERS MAY BE AGGRAVATED BY EXPOSURE TO THIS PRODUCT. PREEXISTING SKIN OR LUNG ALLERGIES MAY INCREASE THE CHANCE OF DEVELOPING INCREASED ALLERGY SYMPTOMS FROM EXPOSURE TO THIS PRODUCT.

**G) OTHER HEALTH EFFECTS:** THE INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER (IARC) HAS DETERMINED THERE IS SUFFICIENT EVIDENCE FOR THE CARCINOGENICITY OF CATALYTICALLY CRACKED OILS. IARC HAS DETERMINED THAT RESIDUAL FUELS ARE POSSIBLY CARCINOGENIC TO HUMANS. HANDLING PROCEDURES AND SAFETY PRECAUTIONS IN THE MSDS SHOULD BE FOLLOWED TO MINIMIZE EMPLOYEE'S EXPOSURE.

## **SECTION V EMERGENCY AND FIRST AID PROCEDURES**

**A) EYE CONTACT:** FLUSH EYES WITH PLENTY OF WATER FOR 15 MINUTES WHILE HOLDING EYELIDS OPEN. GET MEDICAL ATTENTION.

**B) SKIN CONTACT:** REMOVE CONTAMINATED CLOTHING/SHOES AND WIPE EXCESS FROM SKIN. FLUSH SKIN WITH WATER FOLLOW BY WASHING WITH SOAP AND WATER. IF IRRITATION OCCURS, GET MEDICAL ATTENTION. DO NOT REUSE CLOTHING UNTIL CLEANED. IF CONTACT WITH HOT PRODUCT OCCURS IMMEDIATELY FLUSH WITH COOL WATER FOR 15 MINUTES. CAREFULLY REMOVE CLOTHING; IF CLOTHING IS STUCK TO A BURN AREA DO NOT PULL IT OFF, BUT CUT AROUND IT. COVER BURN AREA WITH A CLEAN MATERIAL. GET MEDICAL ATTENTION IMMEDIATELY.

**C) INHALATION:** WARNING: EFFECTS FROM OVEREXPOSURE MAY BE DELAYED. ACT QUICKLY! UNCONSCIOUS VICTIMS CAN DIE IF NOT REMOVED FROM CONTAMINATED AREA AS SOON AS POSSIBLE. PUT ON NOSH APPROVED AIR-SUPPLIED PRESSURE DEMAND RESPIRATOR BEFORE ENTERING CONTAMINATED AREA. MOVE VICTIM TO FRESH AIR. GIVE ARTIFICIAL RESPIRATION IF NOT BREATHING. GET MEDICAL ATTENTION AS SOON AS POSSIBLE. KEEP VICTIM QUIET AND WARM. VAPORIZATION OF H<sub>2</sub>S THAT HAS BEEN TRAPPED IN CLOTHING CAN BE DANGEROUS TO RESCUERS. MAINTAIN PROTECTION TO AVOID CONTAMINATION FROM VICTIM TO RESCUER.

**D) INGESTION:** DO NOT GIVE LIQUIDS IF VICTIM IS UNCONSCIOUS OR VERY DROWSY. OTHERWISE, GIVE NO MORE THAN 2 GLASSES OF WATER AND INDUCE VOMITING BY GIVING 30CC (2 TABLESPOONS) SYRUP

OF IPECAC.\* IF IPECAC IS UNAVAILABLE, GIVE 2 GLASSES OF WATER AND INDUCE VOMITING BY TOUCHING FINGER TO BACK OF VICTIM'S THROAT. KEEP VICTIM'S HEAD BELOW HIPS WHILE VOMITING. GET MEDICAL ATTENTION.

**NOTE TO PHYSICIAN:** \*IF VICTIM IS A CHILD, GIVE NO MORE THAN 1 GLASS OF WATER AND 15CC (1 TABLESPOON) SYRUP OF IPECAC. IF SYMPTOMS SUCH AS LOSS OF GAG REFLEX, CONVULSIONS OR UNCONSCIOUSNESS OCCUR BEFORE EMESIS, GASTRIC LAVAGE SHOULD BE CONSIDERED FOLLOWING INTUBATION WITH A CUFFED ENDOTRACHEAL TUBE..

## **SECTION X EMPLOYEE PROTECTION**

**RESPIRATORY PROTECTION:** USE NIOSH APPROVED RESPIRATORY PROTECTION AS REQUIRED TO PREVENT OVEREXPOSURE TO OIL MIST, VAPOR, OR FUMES AND H<sub>2</sub>S. DO NOT ENTER STORAGE COMPARTMENTS UNLESS EQUIPPED WITH A NIOSH APPROVED SELF-CONTAINED BREATHING APPARATUS WITH A FULL FACEPIECE OPERATED IN A POSITIVE PRESSURE MODE. PROTECTIVE CLOTHING AVOID CONTACT WITH EYES. WEAR SAFETY GLASSES OR GOGGLES AS APPROPRIATE. AVOID CONTACT WITH SKIN. WEAR CHEMICAL-RESISTANT GLOVES AND OTHER CLOTHING AS REQUIRED TO PREVENT CONTACT.

**ADDITIONAL PROTECTIVE MEASURES:**  
USE EXPLOSION-PROOF VENTILATION AS REQUIRED TO CONTROL OIL MIST CONCENTRATIONS.

## **SECTION XI ENVIRONMENTAL PROTECTION**

### **SPILL OR LEAK PROCEDURES:**

CAUTION. COMBUSTIBLE. \*\*\* LARGE SPILLS \*\*\* ELIMINATE POTENTIAL SOURCES OF IGNITION. WEAR APPROPRIATE RESPIRATOR AND OTHER PROTECTIVE CLOTHING. SHUT OFF SOURCE OF LEAK ONLY IF SAFE TO DO SO. DIKE AND CONTAIN. REMOVE WITH VACUUM TRUCKS OR PUMP TO STORAGE/SALVAGE VESSELS. SOAK UP RESIDUE WITH AN ABSORBENT SUCH AS CLAY, SAND, OR OTHER SUITABLE MATERIAL; PLACE IN NON-LEAKING CONTAINERS AND SEAL TIGHTLY FOR PROPER DISPOSAL. FLUSH AREA WITH WATER TO REMOVE TRACE RESIDUE; DISPOSE OF FLUSH SOLUTION AS ABOVE. \*\*\* SMALL SPILLS \*\*\* TAKE UP WITH AN ABSORBENT MATERIAL AND PLACE IN NON-LEAKING CONTAINERS FOR PROPER DISPOSAL

## VI. GLOSARIO DE TÉRMINOS:

**Tracer :** Tubería de vapor que se instala en paralelo y junta a una tubería de proceso para mantener la temperatura del fluido del proceso.

**Buggies:** Tolvas con ruedas y lona flexible para el almacenamiento de producto seco que contiene todos los aditivos listo para su envasado.

**Polisaco:** Bolsas que sirven para el empacado de bolsitas de detergente.

**Damper:** Dispositivo para regular el flujo de aire de un ventilador.

**Manifold de vapor:** Tanque pulmón para el almacenamiento y distribución de vapor.

## VII. BIBLIOGRAFÍA :

- CINYDE SAC. Estudio de eficiencia energética de P&G Informe IE 025-2000 (Nov 2000) Pag 8.
- P&G , Project Management User Manual (2000).
- Emilio Porras Sosa (2001) Separata de Economía de los Procesos.
- CRANE, (1991) 25th Edition ,Technical Papper N° 410, Flow of Fluids Through Valves, Fittings, and PIPE.
- Pagina Web de Petroperú: <http://www.petroperu.com/> Inf del 05-Abr-2002.