

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y MANUFACTURERA**



**ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO PARA LA INSTALACIÓN  
DE UNA PLANTA PARA RECICLAR ACEITES  
LUBRICANTES USADOS**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO QUIMICO**

**PRESENTADO POR:**

**EDINSON PARRILLA CHINCHAY  
AYMÉ GODOY MEJÍA**

**LIMA-PERU**

**2002**

## **Dedicatoria:**

A mis padres, Serafín y Elda, por sus esfuerzos, consejos y apoyos constantes a lo largo de toda mi vida.

A mis hermanos Miriam, Johnny, Miguel y Lindorfo, por que son un ejemplo para mí.

**Aymé Godoy Mejía**

## **Dedicatoria:**

A la memoria de mis padres Julia y Leonardo quien con sus sabios consejos y enseñanzas supieron inculcarme valores que perduraran para siempre.

A mis Hermanos que gracias a su constante apoyo incondicional pude salir adelante enfrentando y superando todas las barreras que se presentaron durante todo el camino de mi formación profesional.

**Edinson Parrilla Chinchay**

## **PACIENCIA Y PERSEVERANCIA**

Vivimos en un mundo globalizado en el que las cosas cambian a gran velocidad y donde cada vez mas se esperan resultados inmediatos. Sin embargo la estructura básica del ser humano no ha cambiado. La paciencia aun es necesario para el logro de resultados en la vida y el trabajo.

**David Fischman**

**El Camino del Líder**

## RECONOCIMIENTO

Es nuestro deseo mencionar a aquellos que ofrecieron nuestra ayuda y que forman parte del éxito conseguido en nuestra tesis.

Nuestro reconocimiento a la M.Sc. Julia Salinas, por permitirnos el uso del software, Design II for Windows, que fue de gran ayuda para la elaboración de la tesis. Y al M.Sc. Jaime Santillana, por sus importantes aportes y comentarios como asesor de Tesis.

A los profesores de la facultad por su sacrificada labor en la formación de profesionales.

A todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a todos los logros obtenidos en nuestra tesis.

## PRÓLOGO

A lo largo del trabajo de investigación, continuamente nos hemos encontrado con situaciones antagónicas. Algunas consistía en avances que estimulaban nuestro estado anímico, sin embargo, también habría de aquellas que representaban las dificultades y la incertidumbre, la combinación de éstas, nos enseñó a resolver los problemas utilizando nuestras herramientas y desde una perspectiva distinta. El trabajo ha sido realmente duro, los tropiezos no demoran en llegar, la no disponibilidad del equipo adecuado para la investigación fue reparada con artificios y creatividad. Después de esta experiencia, creemos una de la mas valiosa virtudes es sacar provecho de todo lo que haga , sea un éxito o un fracaso.

Finalmente queremos decir, que lo importante es llegar a la meta , es indiferente si uno se golpea cientos de veces, sólo existen 2 posibilidades o uno lo salta esa barrera, o de tantos golpes lo termina rompiendo, nosotros hemos roto mas de uno, logrando así nuestro objetivo.

Ahora sabemos que no hay inteligencia en este mundo que pueda triunfar , si es que no es persistente al momento de alcanzar un objetivo. En este sentido, a los que sigan, aquellos muchachos como nosotros que vendrán buscando mucha verdades creando conocimiento y tropezándose con problemas, por lo que la perseverancia siempre triunfa.

## RESUMEN

El proceso de extracción con propano es una tecnología nueva desarrollada para reciclar aceites Lubricantes usados, El objetivo de esta tecnología es encontrar un proceso económico y ambientalmente amigable, para disminuir los contaminantes que genera los aceites Lubricantes usados, dando opciones de valorización energética.

La producción de bases lubricantes a partir de aceites usados requiere separar del residuo original todos aquellos contaminantes; agua, asfaltos, aditivos, metales, etc, que se han ido acumulando en el aceite durante su utilización.

El proceso, se basa en la tecnología de extracción con propano líquido patentada por la compañía Interline, que permite conseguir rendimientos de regeneración muy altos, con inversiones moderadas, lo que hace viables instalaciones de regeneración. Ello supone una notable ventaja competitiva, desde el punto de vista de organización , logística y gestión de los residuos.

## **ENUNCIADO DE LA TESIS:**

**ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO PARA LA  
INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PARA  
RECICLAR ACEITES LUBRICANTES USADOS**



# INDICE

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1	Introducción	1
1.2	Objetivos	3

## CAPÍTULO II

### ACEITE LUBRICANTE

2.1	Generalidades	4
2.2	Bases Lubricantes	4
2.2.1	Bases Lubricantes Sintéticas	5
2.2.2	Bases Lubricantes Minerales	7
2.2.2.1	Bases Lubricantes de Naturaleza Parafínica	8
2.2.2.2	Bases lubricantes de Naturaleza Nafténica	9
2.3	Producción de Bases Lubricantes	10
2.3.1	Descripción del proceso de la Base Lubricante	10
2.3.1.1	Unidad de Destilación Primaria (UDP)	11
2.3.1.2	Planta de Lubricante	11
2.4	Aditivos de las Bases Lubricantes	16
2.4.1	Inhibidores Destinados a Retardar la Degradación del aceite	17
2.4.1.1	Detergentes – Dispersantes	17

2.4.1.2	Anticorrosivos y Antioxidantes	17
2.4.1.3	Depresores del Punto de Flujo	18
2.4.1.4	Antidesgastes	19
2.4.1.5	Agentes Alcalinos	19
2.4.1.6	Agentes Antiemulsificadores	20
2.4.2	Aditivos Mejoradores de Las cualidades Físicas del aceite Lubricante	20
2.4.2.1	Mejoradores de Índice de Viscosidad	20
2.4.2.2	Mejoradores de la Lubricación	21
2.4.2.3	Aditivos de Extrema Presión	22
2.4.2.4	Aditivos para Aumentar la Rigidez Dieléctrica	23
2.4.3	Agentes Antiespumantes	23
2.4.4	Inhibidores de la Oxidación	24
2.5	Producción del Aceite Lubricante en el Perú	24
2.5.1	Descripción del proceso del aceite lubricante	25
2.5.2	Propiedades de los aceites lubricantes	27
2.6	Obtención del Aceite Lubricante Usado	32

## **CAPÍTULO III**

### **SITUACIÓN AMBIENTAL DE LOS ACEITES LUBRICANTES USADOS**

3.1	Generalidades	33
3.2	Propiedades de los Aceites Usados	35
3.3	Degradación en los Aceites usados	40
3.4	Aceite Usado como Contaminante	42
3.5	Manejo de los Aceites Lubricantes Usados	43

3.5.1	Reutilización	46
3.5.2	Desecho	46
3.5.3	Incineración	47
3.5.4	Reciclaje	47
3.6	Problema Ambiental	47
3.7	Proceso del Aceite Reciclado	51
3.8	Importancia del Reciclaje del aceite Usado	52

## **CAPITULO IV**

### **TECNOLOGÍAS PARA TRATAMIENTO DEL ACEITE USADO**

4.1	Generalidades	54
4.2	Tratamiento Ácido - Tierras Activadas	55
4.2.1	Deshidratación	55
4.2.2	Tratamiento Químico	56
4.2.3	Fraccionamiento de Volátiles	56
4.2.4	Adsorción	57
4.3	Tratamiento Cáustico	57
4.4	Tratamiento Alcohol Alifático-Ácido	58
4.5	Tratamiento Caústico- Peróxido - Cloruro de Aluminio	58
4.6	Proceso K.I.T.	59
4.6.1	Pretratamiento y Destilación al Vacío	59
4.6.2	Hidroterminado	60
4.7	Proceso De Extracción con Propano (Interline)	62
4.7.1	Comparación con otras tecnologías	62

4.7.2	Descripción del peroceso	63
4.7.3	Plantas de Aceite Lubricante Usado en el Mundo que emplean la tecnología de extracción con propano (Interline)	68
4.7.3.1	Reino Unido	68
4.7.3.2	América del Norte	68
4.7.3.3	Corea Sur	69
4.7.3.4	Australia	70
4.7.3.5	España	71
4.8	Selección del Proceso a Evaluar	72

## **CAPITULO V**

### **INGENIERÍA DE PROYECTO**

5.1	Descripción del Proceso Propuesto	74
5.1.1	Sección de Mezcla	74
5.1.2	Sección de Separación de Residuos	76
5.1.3	Sección de Separación de Solvente	76
5.1.4	Sección de Destilación al Vacío	78
5.2	Estimación del tamaño de planta	80
5.3	Determinación de la carga a tratar	81
5.4	Balance de materia y energía	84
5.5	Propiedades de la Base Obtenida	88
5.6	Garantías Ambientales	93
5.7	Diseño de equipos	95

## **CAPITULO VI**

### **EVALUACIÓN ECONÓMICA**

6.1	Generalidades	97
6.2	Inversión Fija	99
6.3	Gastos de Fabricación	100
6.4	Estado de Ganancias y Pérdidas	104
6.5	Criterios de Evaluación	107

## **CAPITULO VII**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

7.1	Conclusiones	108
7.2	Recomendaciones	110

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

# **CAPÍTULO I.**

## **INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS**

---

### **1.1 INTRODUCCIÓN**

El aceite lubricante es una mezcla de bases lubricantes y aditivos que se utilizan con la finalidad de evitar el desgaste de las maquinas, cuando pierde sus propiedades de lubricación, tiene que ser reemplazado por un nuevo lubricante, como resultado se tiene los “desechos” (aceites lubricantes usados).

Los aceites lubricantes usados constituyen en la actualidad uno de los principales contaminantes en todo el mundo, en el Perú no hay una política de manejo de lubricantes usados, el cual se usa muchas veces como combustible o se desecha.

En el Perú, estos aceites son reusados en las industrias cementeras, ladrilleras para la combustión, incinerados en lugares alejados de la ciudad, enterrados, en el peor de los casos son limpiados y mezclados con lubricantes de marca para ser vendidos al publico como un lubricante nuevo(adulterando el producto original) y en su mayor parte no sabemos la disposición final, perjudicando al medio ambiente; aire, suelo y agua. Existen algunas plantas pequeñas de regeneración de lubricantes usados, el cual se usa como combustible.

## **CAPÍTULO II.**

### **ACEITE LUBRICANTE**

---

#### **2.1 GENERALIDADES**

Los aceites que se utilizan como lubricantes en motores de automóviles y en diferentes sectores industriales son en su mayor parte aceites minerales que se obtienen a partir de fracciones pesadas de la refinación del petróleo, que se diferencian en su punto de ebullición y peso molecular.

El componente principal de estos aceites son las bases lubricantes formadas por mezclas de hidrocarburos parafínicos, aromáticos y nafténicos. Estas bases son mezcladas con una serie de aditivos químicos entre 1% y 25%, que mejoran las propiedades deseables en el aceite lubricante.<sup>1,2,3</sup>

#### **2.2 BASES LUBRICANTES**

Las bases lubricantes pueden ser obtenidas de dos fuentes: las bases sintéticas y las bases minerales, también existen las bases vegetales.<sup>3,44,45</sup>

### **2.2.1 BASES LUBRICANTES SINTÉTICAS**

Las Bases sintéticas son producidas por combinación química de componentes de bajo peso molecular que tienen viscosidades adecuadas para ser utilizadas como lubricantes. Estas bases están libres de impurezas y se pueden producir según las propiedades requeridas.

Estas bases poseen excelentes propiedades lubricantes pero son inherentemente más caras que los aceites minerales y tienen oferta limitada. Más aún, los ésteres la tendencia en hincharse (fácil oxidación) y formar sellos dentro de la pieza mecánica, en mayor grado que los aceites minerales, siendo necesario aditivos antioxidantes.

Las principales clases de material sintético usado para mezclar el lubricante son. <sup>1,19</sup>.



## CUADRO 1

### CLASES DE MATERIAL SINTÉTICO

TIPO	APLICACIÓN PRINCIPAL
Oligomeros de Oleofina (PAOs)	Automotriz e Industrial
Esterol Dibásico	Aviación y Automotriz
Polioles de Esterol	Aviación y Automotriz
Alquilatos	Automotriz e Industrial
Polialquenos	Industrial
FosfatoEsterol	Industrial

- **Fosfato-esterol**

Tienen estabilidad térmica, con índice de viscosidad bajos que limita sus capacidades a altas temperaturas.

- **Polialfoleinas**

Son las bases sintéticas mas usadas, tienen buena estabilidad térmica, pero requieren antioxidantes, y tienen capacidad limitada para disolver algunos aditivos.

- **Esterol dibásico**

Tienen buena estabilidad térmica y excelente solvencia. Fluyen limpiamente y tienden a disolver barniz y sedimentos, no dejan

depósitos. Deben proveerse de aditivos selectos para evitar la hidrólisis y proveer una estabilidad de oxidación.

- **Polioles de esterol**

Tienen estabilidad térmica excelente y resisten la hidrólisis.

- **Alquilatos**

Tienen buenas propiedades a baja temperaturas y son muy solubles con los aditivos.

- **Glicoles polialquilenos**

Tienen buena estabilidad a altas temperaturas y altos índices de viscosidad, pueden usarse en rangos amplios de temperaturas.

## **2.2.2. BASES LUBRICANTES MINERALES**

Se obtienen a partir del petróleo con propiedades viscosas y son producto de la refinación de alto punto de ebullición que aparecen después de la remoción de fracciones ligeras.

En una fracción lubricante mineral puede existir una misma cantidad de arreglos moleculares para un número de átomos de carbono, lo que explica, las variaciones en las propiedades físicas y en la calidad de las bases lubricantes obtenidas a partir del crudo de distintos orígenes.

Según la naturaleza química del petróleo crudo del que procedan, las bases lubricantes minerales se pueden dividir en: bases lubricantes parafínicas y bases lubricantes nafténicas.<sup>4,5</sup>

### **2.2.2.1 BASES LUBRICANTES DE NATURALEZA PARAFÍNICA**

En vista de la dificultad que existe en el hallazgo de yacimientos de crudos netamente parafínicos, la mayor parte de bases lubricantes de este tipo proceden de la refinación de crudos mixtos que tienen una presencia parafínica preponderante.

Las bases lubricantes parafínicas, poseen altos índices de viscosidad, alta estabilidad térmica y oxidativa, baja volatilidad y otorgan una larga vida al aceite de motor. Sin, embargo el punto de congelamiento no es tan bajo como se quisiera debido a la notable presencia de ceras parafínicas. Por ello la eficiencia de un proceso de desparafinado es determinante en la calidad de la base.<sup>22,23</sup>

### **2.2.2.2 BASES LUBRICANTES DE NATURALEZA NAFTÉNICA**

Las bases nafténicas poseen bajos puntos de congelamiento por la virtual ausencia de ceras. Su aplicación es, por ejemplo, en los compresores de refinación, en la formulación de aceites para transformadores o, en motores diesel. Además las bases de este tipo tienen una baja tendencia a la formación de carbón, y si este llega a formarse sería fácilmente removible. La presencia del componente nafténico y aromático disminuye la resistencia térmica y a la oxidación del lubricante, además de proporcionarle un índice de viscosidad bajo. Estas desventajas deben ser corregidas con aditivos. Sin embargo, la naturaleza nafténica le otorga al aceite un poder solvente natural muy útil al momento de la formación, permitiendo que el aditivo se disuelva con mayor facilidad.<sup>22,23</sup>

## **2.3 PRODUCCIÓN DE BASES LUBRICANTES**

La única planta en el Perú, que producía bases lubricantes fue Petroperú, ubicada en la Refinería de Talara.

Era la mas antigua de las plantas existentes, cuenta con dos torres de fraccionamiento que trabajan en serie y por medio de un juego de eyectores de tres etapas se reduce la presión a 29”Hg. Anteriormente servía para obtener destilados lubricantes nafténicos. Eventualmente esta unidad, destila crudo reducido HCT ayudando así a la Unidad de Destilación al Vacío. Su capacidad es de 1 200 barr / día.

Es importante señalar que existe una planta de agitadores y filtros hasta hace poco utilizados para el procesamiento de los destilados lubricantes nafténicos (LCT) provenientes de la planta de lubricantes. Actualmente esta fuera de servicio. <sup>16,46</sup>.

### **2.3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE LA BASE LUBRICANTE**

El proceso que se describe a continuación es la producción de base lubricante que años atrás producía la Refinería de Talara a partir del Crudo Nacional o Importado. <sup>39,46</sup>.

### **2.3.1.1. UNIDAD DE DESTILACIÓN PRIMARIA (UDP)**

El crudo nacional e importado ingresa a la unidad de destilación primaria obteniéndose varios productos como son: nafta o gasolina liviana / solvente 1, nafta o gasolina pesada / solvente 3, kerosene / turbo A1, diesel , crudo reducido HTC y crudo reducido LCT (Ver Diagrama 1) <sup>46</sup>.

### **2.3.1.2. PLANTA DE LUBRICANTE**

El crudo reducido LCT pasa por un precalentador ubicado junto al tanque y después por dos intercambiadores de carga vs. reflujo del tope de la torre primaria.

Luego el aceite pasa por el horno tubular donde se inyecta vapor super calentado en la línea de salida de la zona convencional a la zona radiante, con el fin de aumentar la velocidad y reducir al mínimo la permanencia del producto en la zona radiante.

Esto nos permite trabajar con mayor temperatura en la salida sin llegar al punto de craqueo.

La energía calorífica es suministrada por tres quemadores a gas. La combustión es regulada por una válvula reguladora .

La unidad tiene dos torres de destilación, denominada Primaria y Secundaria; una línea conecta desde el tope de la torre primaria al plato de la torre secundaria.

La torre primaria se tiene los siguientes productos como son: lubricantes intermedios, lubricantes pesados en los cortes y en los fondos residuos asfálticos

Los gases de la torre primaria pasan a la torre secundaria, por el tope saldrá el corte liviano y por el fondo el corte pesado.

Por el tope de la torre secundaria, pasa por un condensador vickers enfriado con agua salada, aquí se condensa los vapores que luego pasan al acumulador, que es el gas oil.

Los no condensables salen del condensador vickers y pasan al equipo de vacío, que consta de un condensador barométrico y dos eyectores a vapor.

Este equipo es convencional, el gas oil del acumulador se usa también como reflujo con el fin de controlar la temperatura del tope de la torre secundaria.

Por el fondo de la torre secundaria sale a un acumulador que son los lubricantes ligeros.

La planta por sus bajos flujos de producción no requiere de sistemas de enfriamiento, aprovecha la temperatura ambiental del recorrido de la planta a los tanques de almacenamiento para tomar temperaturas manejables dentro de las condiciones de seguridad establecidas.<sup>16,46</sup>



DIAGRAMA 1

# REFINERÍA TALARA

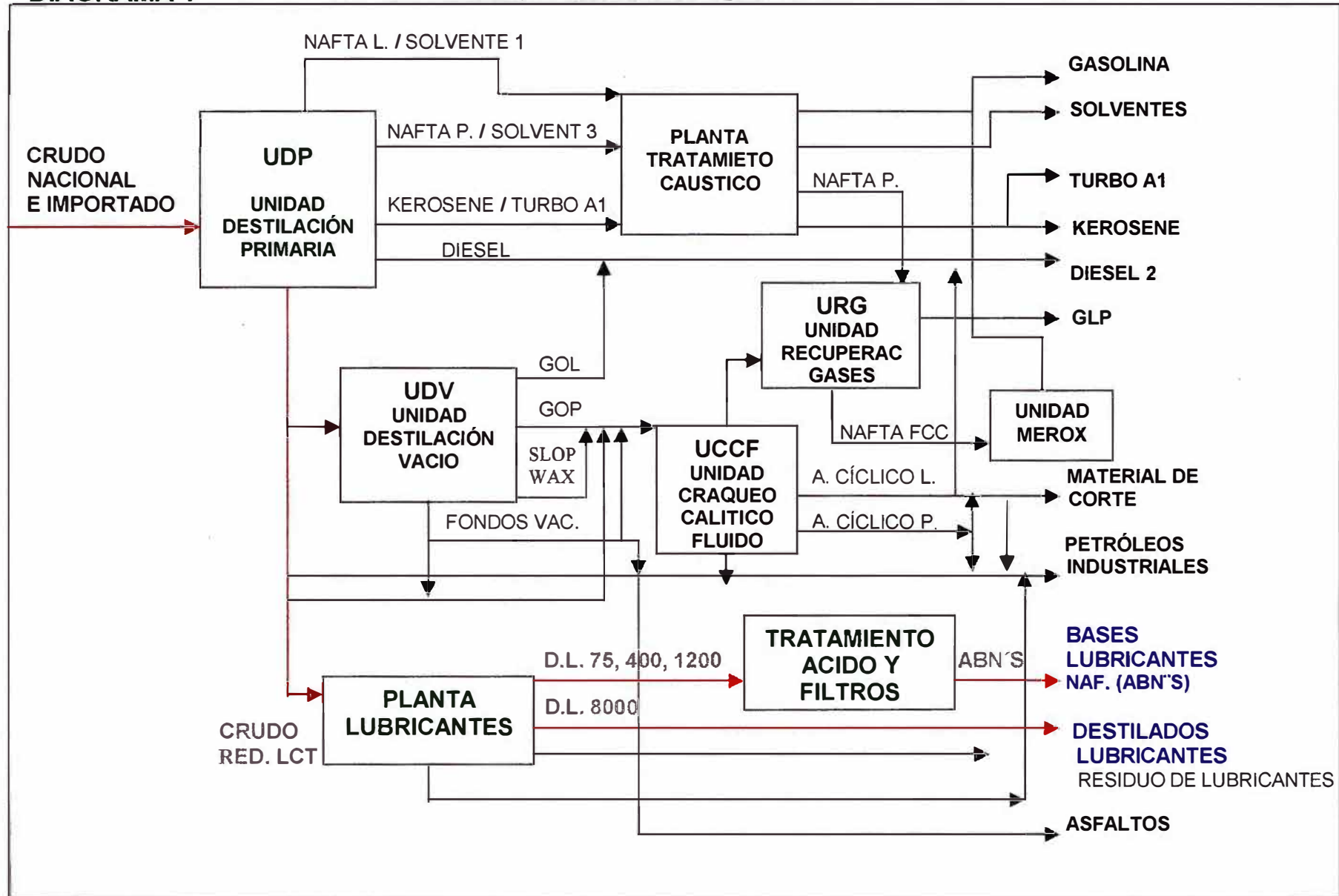
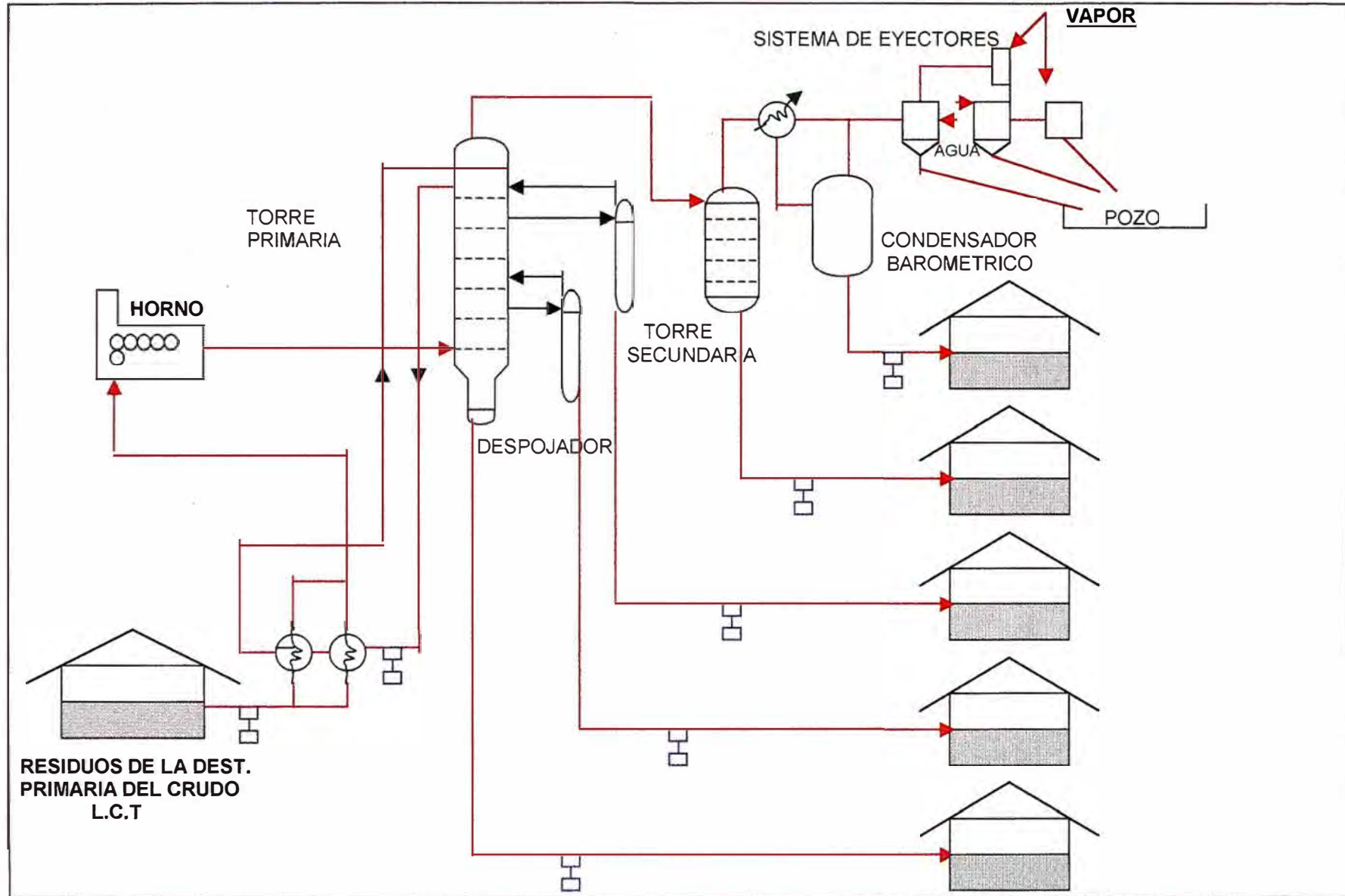


DIAGRAMA 2

# PLANTA DE DESTILACIÓN DE LUBRICANTES AL VACIO



## 2.4 ADITIVOS DE LAS BASES LUBRICANTES

Los aditivos pueden dividirse en dos grandes grupos, según los efectos que producen:

- Inhibidores destinados a retardar la degradación del aceite actuando como detergente - dispersantes, antioxidantes, anticorrosivos, agentes antidesgaste, agentes alcalinos y agentes antiemulsificadores.
- Aditivos que mejoran las cualidades físicas básicas con acción sobre el índice de viscosidad, el poder antiespumante, el sellado, la oleosidad, la extrema presión y la rigidez dieléctrica.

La clasificación anterior no quiere decir que para conseguir cada cualidad sea preciso la mezcla de un aditivo diferente, ya que en el mercado existen productos que proporcionan varias ventajas simultáneamente.

Como regla general, se sugiere que un aceite no sea aditivado con varias de estas sustancias, a no ser que la misma casa suministradora lo aconseje; de ser así esta última será de una solvencia técnica plenamente reconocida.<sup>6,7</sup>

## **2.4.1. INHIBIDORES DESTINADOS A RETARDAR LA DEGRADACIÓN DEL ACEITE LUBRICANTE**

### **2.4.1.1. DETERGENTES - DISPERSANTES.**

Los aditivos detergentes dispersantes tienen la misión de evitar que el mecanismo lubricado se contamine aun cuando el lubricante lo esté. La acción de estos dispersantes es la de evitar acumulaciones de los residuos, los cuales se forman durante el funcionamiento de la máquina o motor y, mantenerlos en estado coloidal de suspensión por toda la masa del aceite. Se ha tratado de combinar los efectos proporcionados por los antioxidantes y anticorrosivos en los aceites destinados a lubricar órganos metálicos, sometidos a altas cargas. Así, para los aceites de los motores automotrices de alta velocidad se ha previsto la adición de combinaciones organometálicas del zinc, calcio y bario con azufre, cloro y fósforo.<sup>6,7</sup>

### **2.4.1.2. ANTICORROSIVOS Y ANTIOXIDANTES**

Permite proteger contra la corrosión a los materiales sensibles y también impedir las alteraciones internas que pueda sufrir el aceite por envejecimiento y oxidación, se ha acudido a la utilización de aditivos anticorrosivos y

antioxidantes. Estas dos funciones de protección al metal y al lubricante casi siempre son ejercidas por un mismo producto, algunos de estos son: el ditiofosfato de zinc, los esteres del ácido etilfosfórico y como regla general los compuestos de fósforo, o de base arsénica o bismútica.<sup>7</sup>.

#### **2.4.1.3. DEPRESORES DEL PUNTO DE FLUJO**

El punto de flujo es la temperatura a menos de la cual los aceites cesan de fluir debido a la cristalización de hidrocarburos de mayor peso molecular (ceras) que forman una red entrecruzada de cristales. El punto de flujo puede disminuirse al eliminar la cera, pero reducirlo de esta forma a menos de  $-18^{\circ}\text{C}$  es muy costoso. La eliminación de cera se lleva a cabo hasta el grado en que es económicamente costeable y después el punto de flujo se disminuye por adición de depresores del punto de flujo. Se encontraron dos tipos generales de materiales que tienen este efecto.

Los copolímeros de metacrilato cocrystalizan con la cera y cambian su estructura cristalina, estos copolímeros también sirven como mejoradores de índice de viscosidad, y los naftalenos alquilados y ciertos fenoles también actúan como depresores del punto de flujo. Se adsorben sobre los cristales

de cera a medida que se forman y evitan que se adhieran unos a otros, de modo que permanecen pequeños y suspendidos en la parte del aceite que todavía se conserva líquida.<sup>7,44</sup>

#### **2.4.1.4. ANTIDESGASTES**

Cuando el aceite fluye establemente lubricando cremalleras, bielas, bombas de aceite y camisas de pistones, o cuando las partes a lubricar operan parcial o enteramente bajo condiciones de lubricación límite, los aditivos antidesgaste son necesarios. Cuando los inhibidores antioxidantes son necesarios en estos lubricantes, el aditivo más usado es el ditiofosfato de zinc. Este aditivo combina propiedades antioxidantes, inhibidores de corrosión y antidesgaste.<sup>7,44</sup>

#### **2.4.1.5. AGENTES ALCALINOS**

Los agentes alcalinos neutralizan los ácidos provenientes de la oxidación del aceite de forma tal que no pueden reaccionar con el resto del aceite o la máquina. Ninguna discusión de aceites detergentes modernos estaría completa sin enfatizar la importante labor de los "reactivos básicos" de los aditivos detergentes-dispersantes.<sup>6,44</sup>

#### **2.4.1.6. AGENTES ANTIEMULSIFICADORES**

Los agentes antiemulsificadores reducen la tensión interfacial de manera que el aceite puede dispersarse en agua. En la mayor parte de las aplicaciones de lubricación la emulsificación es una característica indeseable.

Los jabones y los ácidos grasos, el sulfato de sodio y los ácidos nafténicos se usan comúnmente con este propósito. Estos son usualmente activadores-superficiales químicos compuestos, los cuales tienden a reducir la tensión interfacial permitiendo mezclas íntimas de la mezcla emulsificada y el agua para formar una suspensión coloidal de fluido de corte <sup>7</sup>.

#### **2.4.2. ADITIVOS MEJORADORES DE LAS CUALIDADES FÍSICAS DEL ACEITE LUBRICANTE**

##### **2.4.2.1. MEJORADORES DE ÍNDICE DE VISCOSIDAD**

Para muchos usos como son aceite para maquinaria de automóviles, que se emplean durante todo el año, se requieren índices de viscosidad altos, superiores a los de los aceites refinados. Por consiguiente, se agregan mejoradores de índice de viscosidad. Estos son principalmente copolímeros

del éster metacrílico, solubles en aceite, a base de alquil metacrilatos superiores, donde el grupo alquilo se deriva de mezclas que contienen alcoholes C<sub>12</sub>-C<sub>18</sub> copolimerizados con una olefina, como el isobuteno.

Las sustancias que mejoran el índice de viscosidad representan el mercado de mayor volumen en los aditivos para aceite.<sup>6</sup>

#### **2.4.2.2. MEJORADORES DE LA LUBRICACIÓN**

Los agentes que reducen la fricción son agentes polares, como los ácidos grasos, aceites grasos y ésteres. Forman una capa molecular adsorbida sobre la superficie metálica estando el extremo polar unido al metal y el extremo graso al aceite. Aún si el aceite es eliminado, los residuos ácidos tienden a evitar el contacto entre las superficies metálicas, siempre y cuando la presión se ejerza durante un corto tiempo.

Se supone que los agentes que evitan el desgaste forman aleaciones en los puntos de contacto entre las superficies metálicas. Las aleaciones fluyen y los puntos altos de las superficies se suavizan. Este suavizamiento produce una distribución más amplia de la carga, se reducen las presiones y



se pueden mantener la lubricación. El ditiofosfato de zinc actúa en esta forma y se utiliza en aceites de máquinas.<sup>7</sup>.

#### **2.4.2.3. ADITIVOS DE EXTREMA PRESIÓN**

Para los aceites de equipos mecánicos sometidos a muy altas presiones, se emplean los aditivos E.P. (Extrema Presión), que disminuyen el desgaste de las superficies metálicas de deslizamiento, favoreciendo la adherencia del lubricante. Estos aditivos, reaccionan químicamente y forman capas mono y polimoleculares que se reconstruyen constantemente en los sitios de altas presiones por efectos de la fricción. De esta manera impiden el contacto metal-metal, evitando los rompimientos o soldaduras de los mismos. Estos aditivos no siempre están exentos de producir ligeras corrosiones, debido a la acción química que ejercen. Se consiguen muy buenos efectos por la combinación de compuestos orgánicos y antimonio, molibdeno, azufre, fósforo y arsénico o bien por combinaciones de los primeros entre sí. De este tipo de productos, el más utilizado es la esperma de la ballena con cloruro de azufre.<sup>6,7</sup>.

#### **2.4.2.4. ADITIVOS PARA AUMENTAR LA RIGIDEZ DIELÉCTRICA**

Casi siempre estos productos cumplen simultáneamente la doble misión de dieléctricos y la de proporcionar longevidad a los lubricantes usados para fines de lubricación y funcionamiento de los transformadores.<sup>6,7</sup>

#### **2.4.3. AGENTES ANTIESPUMANTES**

Para que un aceite lubricante funcione debe tener una baja tensión superficial que a su vez imparta una tendencia a la formación de espumas, especialmente en presencia de agua, aditivos e impurezas. La oclusión de aire puede causar el fenómeno de esponjamiento en sistema de transmisiones hidráulicas o automáticas. La espuma puede evitar que el aceite llegue a los lugares apropiados y en general tiende a producir derrames y pérdidas de aceite. La adición de unas cuantas partes por millón de un polímero de metilsilicón reduce la duración de las burbujas de aire. La molécula de silicón al parecer se adhiere a una burbuja y crea un punto débil. Las burbujas coalescen así otras más grandes que se elevan hasta la superficie del aceite.<sup>6,7</sup>

#### **2.4.4. INHIBIDORES DE LA OXIDACIÓN**

La oxidación de los aceites lubricantes por acción del aire produce huellas de ácidos orgánicos que incrementan la viscosidad del aceite. También da lugar al depósito de barniz en superficies metálicas calientes expuestas al aceite. La oxidación es una reacción en cadena de radicales libres. Inicialmente el oxígeno elimina un átomo de hidrógeno lábil de una molécula de hidrocarburo de cadena ramificada. El radical libre resultante reacciona con oxígeno formando un radical peroxi. El radical peroxi reacciona con aceite no oxidado formando más radicales alquilo, hidroperóxidos y otros acarreadores de cadenas, junto con productos de oxidación, algunos de los cuales son resinosos.<sup>6,7</sup>.

### **2.5 PRODUCCIÓN DE ACEITES LUBRICANTES EN EL PERÚ**

En el Perú se produce aceites lubricantes por varias empresas tales como: Shell, Móvil, Castrol, Texaco e Isopetrol, para diferentes tipos de aceite lubricante como son: motor, transmisión, automática, mecánica, industrial, de corte, aviación, y otros, produciéndose un total de 515.9 miles de barriles por año, del cuál 343.4 miles de barriles es de aceite de

motor que corresponde un 65% del total de aceite generado (Ver Anexo I) <sup>8</sup>.

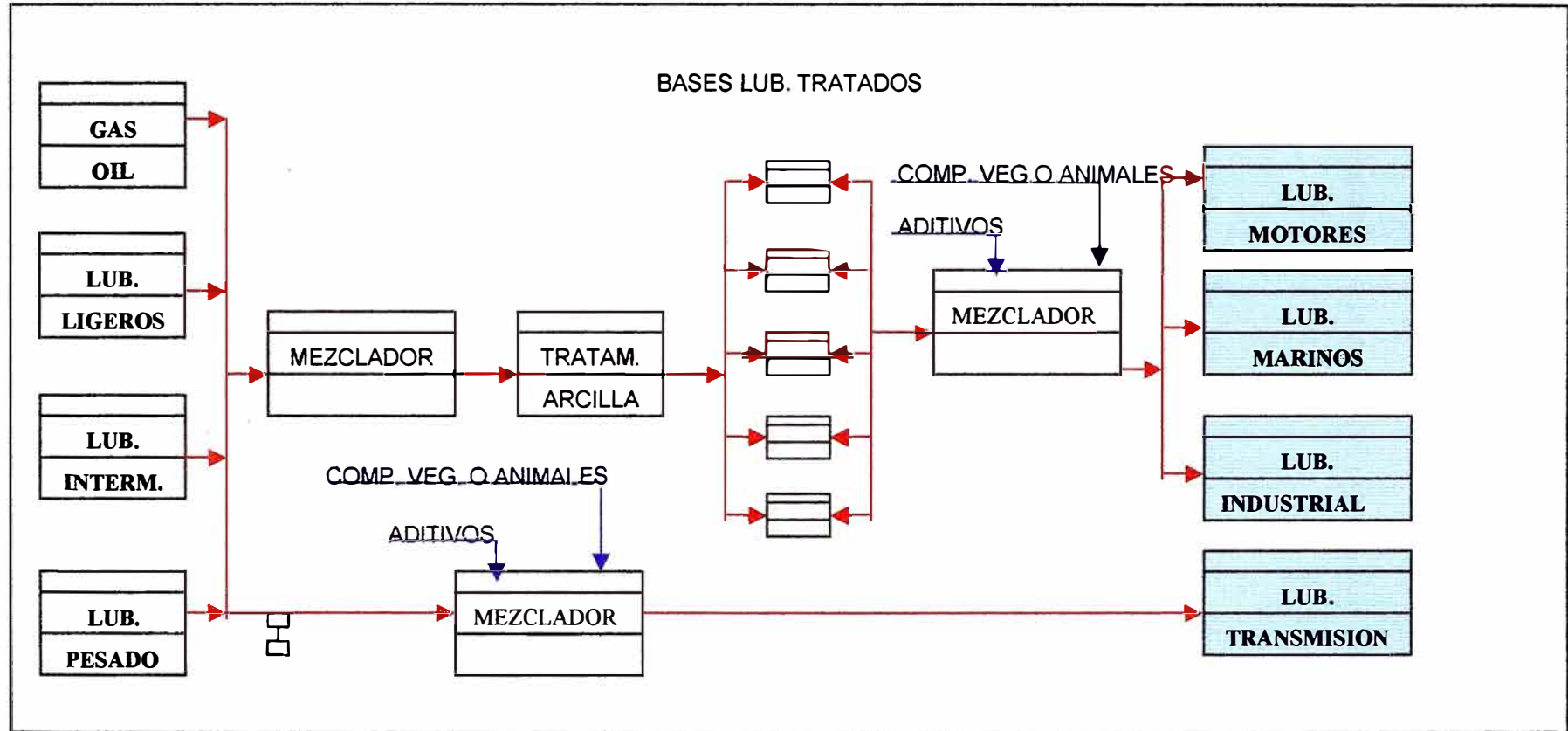
### **2.5.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ACEITE LUBRICANTE**

Los diferentes bases lubricantes obtenidos de la Planta de lubricantes que son gas oil, lubricantes ligeros, lubricantes intermedios y lubricantes pesados, son mezclados pasando luego a un tratamiento con arcilla con  $H_2SO_4$ , obteniéndose bases lubricantes tratados, ingresando a un mezclador para añadir compuestos vegetales o animales y aditivos obteniéndose: lubricantes para motores, lubricantes marinos, lubricantes industriales, etc. <sup>44</sup>.

Se tiene otra línea para la producción de los lubricantes de transmisión, el cuál no requiere del tratamiento químico.

DIAGRAMA 3

# ELABORACIÓN DE ACEITES LUBRICANTES



## 2.5.2 PROPIEDADES DE LOS ACEITES LUBRICANTES

Los principales requisitos de un aceite lubricante son: que lubrique, que sea químicamente estable y que no se degrade, oxide o forme lodos durante el uso, y que la viscosidad y otras propiedades correspondan a la aplicación para lo cual se pretende emplear.

Las propiedades de los hidrocarburos  $C_{20}-C_{70}$  dependen de la proporción de hidrocarburos aromáticos, alicíclicos (nafténicos) y parafínicos que contengan. Los aromáticos tienen una buena resistencia a la oxidación, pero su viscosidad varía rápidamente con su temperatura y en un servicio a temperaturas elevadas forman un lodo negro insoluble. Esto los hace prácticamente inútiles y se eliminan durante el procesamiento. Los nafténicos tienen baja resistencia a la oxidación: las parafínicas son más estables, pero ambos requieren inhibidores para uso prolongado y cuando se inhiben, ninguno de los dos grupos producen lodos. Las parafinas de alto peso molecular precipitarían a bajas temperaturas y, por tanto, se eliminan del aceite por enfriamiento y filtración.

1. Viscosidad. Casi siempre se registra en centistokes o segundos Saybold Universales a  $38^{\circ}C - 100^{\circ}C$ , pero cada vez se utiliza más la clasificación ISO (International Standards Organization). Esta emplea temperaturas de referencia de  $40^{\circ}C$  y  $100^{\circ}C$ .

2. Punto de inflamación
3. Punto de flujo: Se define como la temperatura más baja (expresada en incrementos de 3°C) a la que el aceite fluye en las condiciones especificadas. Es en función del contenido de bitumen parafínico del aceite.
4. Densidad
5. Índice de viscosidad. Esta es una medida arbitraria de la forma en la que la viscosidad varía con la temperatura.

La viscosidad, punto de inflamación y punto de flujo aumentan al incrementarse el peso molecular y en menor grado al aumentar la relación de nafténicos y parafínicos. La densidad tiende a incrementarse con el peso molecular al principio y después se hace constante.

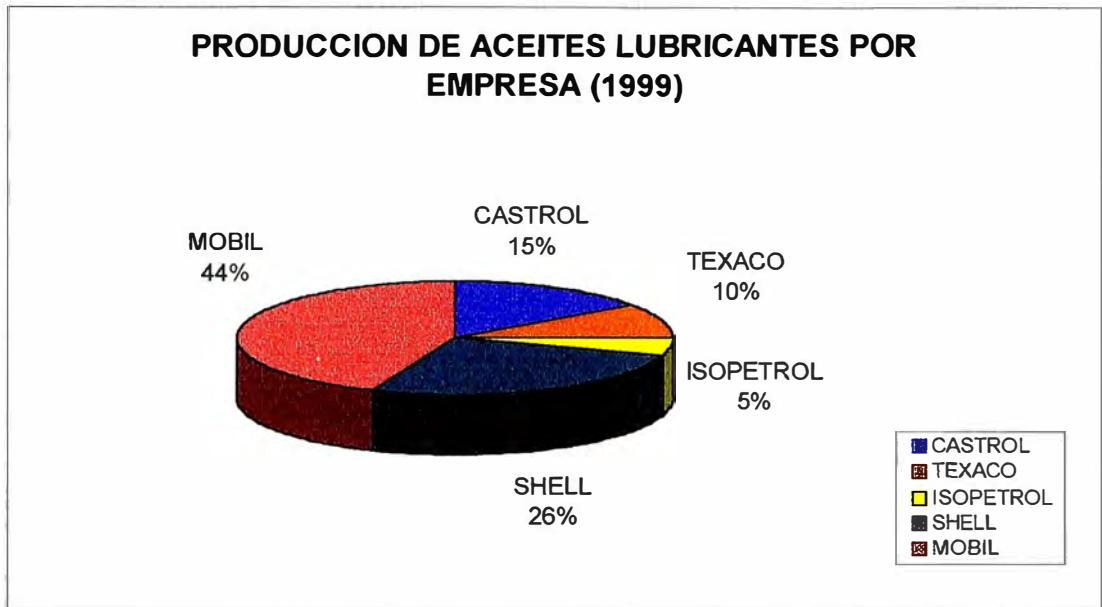
Las propiedades de los aceites lubricantes se pueden mejorar usando ciertos aditivos químicos que les permiten realizar con más eficiencia sus funciones o durante períodos más largos sin que presente un deterioro excesivo.

Aproximadamente el 82% del aceite para máquinas es básico y el 18% son aditivos, que influyen mejoradores de índice de viscosidad, depresores del punto de flujo, agentes antiespumantes,

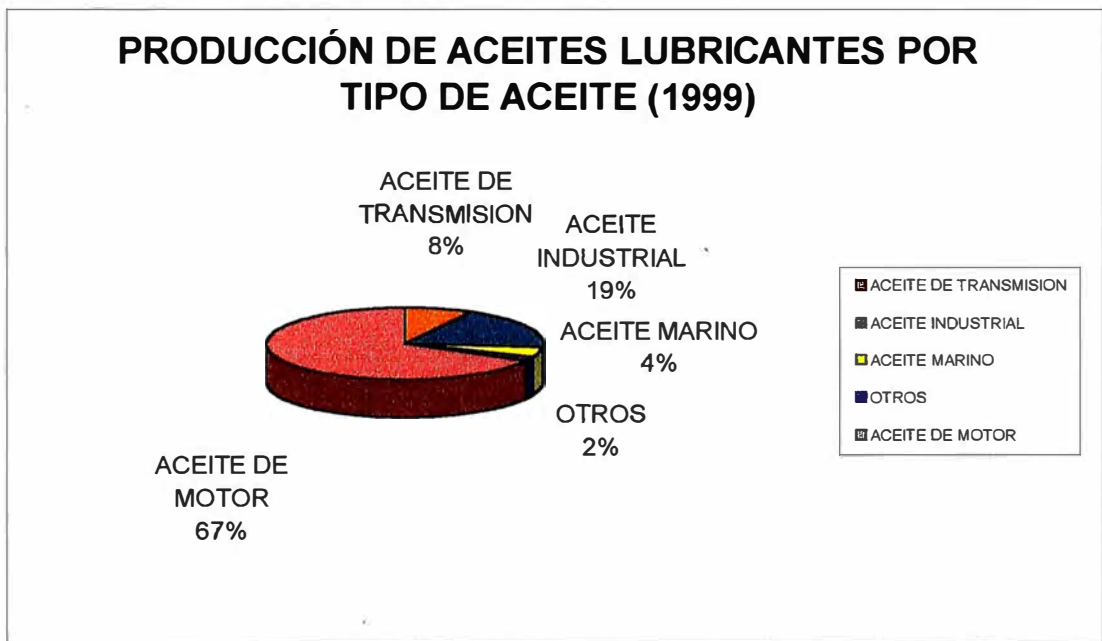
inhibidores de la oxidación, detergentes y dispersantes, inhibidores de corrosión y mejoradores de las propiedades lubricantes.<sup>2, 21</sup>.



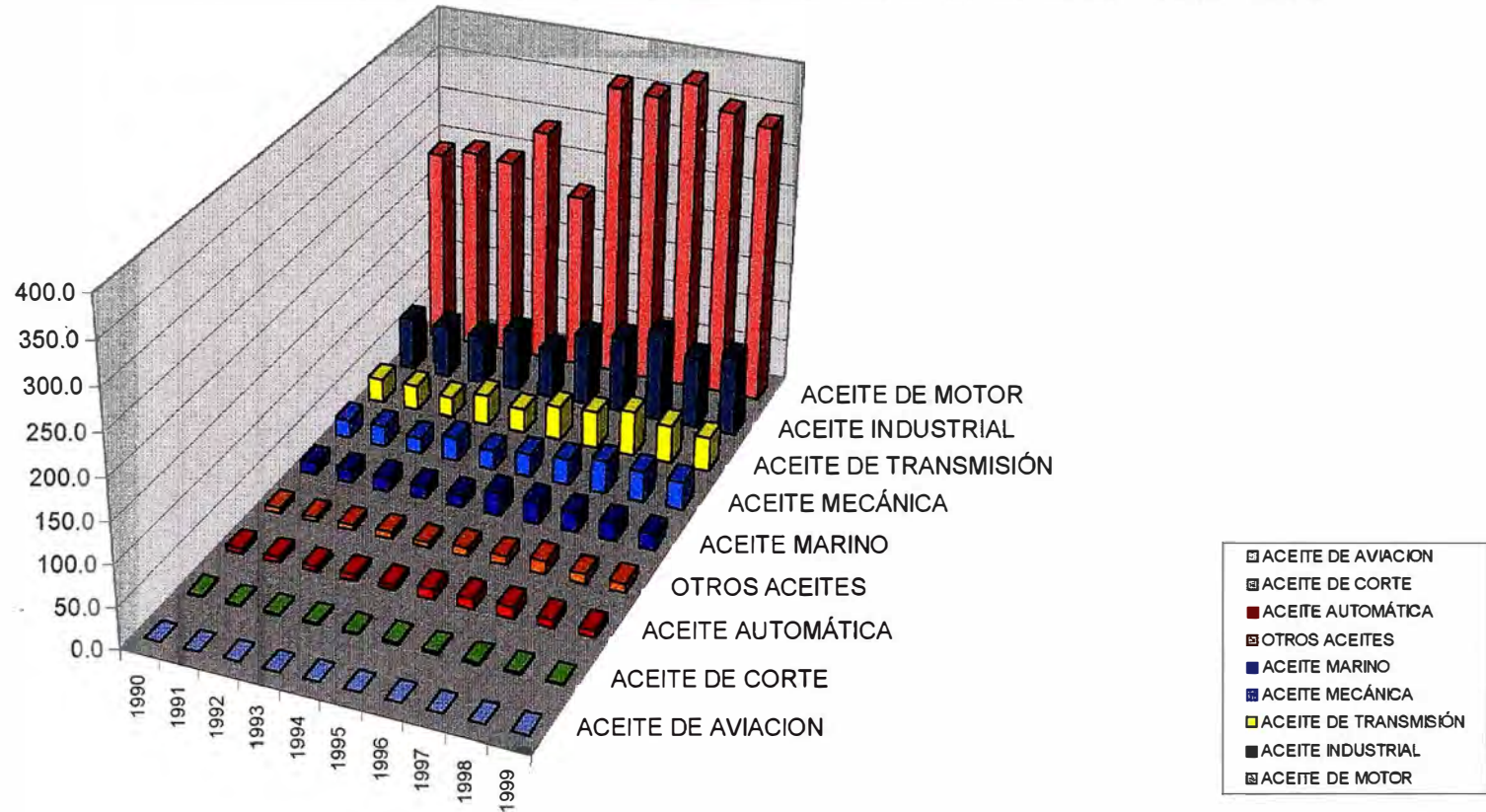
**GRAFICO 1**



**GRAFICO 2**



**GRAFICO 3**  
**PRODUCCIÓN DE LUBRICANTES POR TIPO DE ACEITES 1990 - 1999**



## **2.6 OBTENCIÓN ACEITE LUBRICANTE USADO**

En todos los mecanismos se necesita ser lubricados para disminuir la pérdida de energía por fricción, cualquier sustancia introducida entre dos superficies en contacto que produzca este efecto, se denomina lubricante. Existe una variedad de lubricantes, que dependen del uso y algunos son usados en motores de automóviles.

Durante su uso los aceites lubricantes que se utilizan en motores de automóviles y en diferentes sectores industriales se deterioran por degradación de los aditivos y por la incorporación de sustancias contaminantes como restos de gasolina, partículas carbonosas, polvo, partículas metálicas, etc. Como consecuencia obtenemos, los aceites usados, están constituidos por una mezcla muy compleja de diferentes productos, muchos de ellos altamente contaminantes.

El destino final de los aceites usados, en su mayor parte es imprecisa, y por la mala gestión perjudica al medio ambiente.

El reciclado del aceite usado es la alternativa más conveniente.<sup>24,25,49</sup>

## **CAPÍTULO III.**

# **SITUACIÓN AMBIENTAL DE LOS ACEITES LUBRICANTES USADOS EN EL PERÚ**

---

### **3.1 GENERALIDADES**

En el Perú grandes volúmenes del aceite usado está a disposición de manera irresponsable, siendo muy costosa las limpiezas medioambientales, tanto para la población como para el consumidor y el impacto es muy negativo, perjudicando al medio ambiente y a la salud, cuando se manejan los desechos inadecuadamente.

El aceite usado es un recurso valioso, pero también puede ser un gran problema medioambiental.

Con el uso, el aceite lubricante, pierde sus cualidades como lubricante, pues sufren cambios en sus propiedades físicas y químicas, terminando finalmente como aceite lubricante usado, dichos cambios se deben a la contaminación y degradación del aceite y aditivos que lo componen. La rapidez con el que se degrada un aceite, depende de varios factores como son; composición química del aceite, del combustible, el estado del motor y las condiciones de trabajo.

Los aceites lubricantes usados constituyen un agente contaminante de gran consideración si se tiene en cuenta la cantidad

anual vertida al medio ambiente y su difícil destrucción por medios naturales.

Reciclando, permite ahorrar dinero y proteger el ambiente. El cual es parte de la solución. Mientras más desechos son generados, más se tiene que tratar, guardar, disponer o reciclar.

Para tener una mejor idea del problema ambiental de los aceites usados debemos conocer cuales son sus propiedades, tipo de contaminantes, etc.<sup>20</sup>.



**FIG 1**

***El reciclaje permite ahorrar dinero y proteger  
al ambiente***

### **3.2 PROPIEDADES DE LOS ACEITES USADOS**

Un aceite lubricante usado es un líquido de aspecto negro y viscoso cuyas características han cambiado con respecto al aceite original. Sus propiedades físicas principales son: viscosidad e índice de viscosidad, peso específico, punto de congelación e ignición, poder calorífico y calor.

En cuanto a las propiedades químicas se tiene fundamentalmente la determinación del contenido en compuestos inorgánicos: agua, cenizas, azufre, cloro, metales, etc. La mayoría de los contaminantes inorgánicos presentes en estos aceites no se analizan frecuentemente, incluso teniendo en cuenta que algunos tiene una concentración estrictamente regulada para algunas aplicaciones (polifenoles). No obstante, pueden encontrarse datos de contenido en ácidos grasos y de distribución de los hidrocarburos presentes en el aceite.

En los aceites usados se encuentran por lo general: agua, suciedad atmosférica, combustibles, hollín, metales de desgaste del motor y productos de oxidación de combustible. Se explica a continuación los principales contaminantes<sup>20,25</sup>:

### **Dilución**

La disolución por combustible se genera por mezcla de combustible - aire, existe exceso de combustibles para lograr mayor potencia, arranques de motor en frío o inyectores defectuosos o con escapes, esta dilución puede formar productos de oxidación y contaminar con insolubles.

### **Agua**

La presencia de agua en los lubricantes se debe principalmente a monobloques rajados, sellos o casquillas con escapes y bajas temperaturas en la chaqueta. El vapor de agua al condensarse forma una emulsión con el aceite, aumentando excesivamente la viscosidad y contribuyendo a la precipitación de lodos.

### **Suciedad Atmosférica**

Los filtros defectuosos o las aberturas en el sistema de entrada de aire favorecen la introducción de materiales abrasivos presentes en la suciedad atmosférica, los cuales aceleran el desgaste del motor.

### **Hollín**

Una combustión demasiado rica produce gases de escape con humo, contaminando el lubricante con hollín. Este hollín queda disperso y es arrastrado por los aceites altamente dispersantes.

### **Metales**

La contaminación con partículas metálicas debido al desgaste del motor comienza tan pronto como este entra en servicio, bajo condiciones ordinarias, el desgaste es un proceso lento y gradual. El desgaste del motor se acelera en presencia de agua, abrasivos o dilución del combustible. Las partículas de desgaste del motor también contribuyen al desgaste abrasivo, pues se interponen entre las superficies lubricadas.

### **Otros Contaminantes**

Otros contaminantes del aceite son anhídros sulfurados que se forman cuando el combustible tienen azufre, estos anhídros se combinan con el agua formando ácidos corrosivos. El aceite también puede contaminarse con materiales insolubles, principalmente cuando usan combustibles que contienen plomo, lo cual da lugar a la formación de diversos compuestos de plomo que llegan al aceite.



## CUADRO 2

### INTERVALO DE VARIACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MAS IMPORTANTES DE LOS ACEITE LUBRICANTES USADOS PROCEDENTES DEL SECTOR AUTOMOTOR

PROPIEDADES	INTERVALO DE VARIACIÓN
VISCOSIDAD (Csk) 40 °C 100°C	19 - 434 4 - 30
INDICE DE VISCOSIDAD	90 -120
PESO ESPECÍFICO (15/15%)	0.86 – 0.94
COLOR (ASTM)	2 - 8
PUNTO DE CONGELACIÓN (°C)	-12 - -24
PUNTO DE IGNICIÓN (°C)	78 - 270
PUNTO DE COMBUSTIÓN (°C)	190 - 330
CONTENIDO DE AGUA (%PESO)	0.2 - 33.8
RESIDUO DE CARBÓN (%PESO)	1.82 - 4.43
CENIZAS(%PESO)	0.03 - 6.43
PODER CALORÍFICO (MJ/Kg)	31.56 - 44.8
CONTENIDO DE AZUFRE (%PESO)	0.15 - 1.50
CONTENIDO DE GASOLINA (%VOL)	2.0 - 9.7
CONTENIDO DE CLORO	0.1 - 0.83
FÓSFORO (ppm)	319 - 1550
ANÁLISIS HIDROCARBUROS PARAFÍNICAS NAFTÉNICAS AROMÁTICOS	56 - 64 30 - 39 5 - 8.5
METALES (ppm) Pb Fe Ca Zn Al Cu	85 - 21 670 97 - 2 400 210 - 2 290 260 - 1 790 1 - 750 0.1 - 15

**CUADRO 3**  
**ASTM D86 DEL ACEITE USADO**

VOLUMEN (%)	TBP (°F)	ASTM D-86
2	496.4	506.76
5	696.62	691.57
10	832.82	817.27
20	877.38	846.34
30	902.59	862.78
40	923.12	875.32
50	942.37	887.07
60	963.35	901.65
70	985.04	916.72
80	1015.64	943.71
90	1063.74	986.15
95	1138.94	1034.82
98	1192.05	1069.19

### **3.3 DEGRADACIÓN EN LOS ACEITES USADOS**

Además de los contaminantes, los aceites lubricantes, están sometidos a los efectos de altas temperaturas y a la entrada del aire durante el servicio, estas condiciones promueven la oxidación lo cual, si se permite que continúe indefinidamente lleva a un aumento en la viscosidad y a la formación de barnices y lodos.

El constante incremento en la potencia de los motores, tiene como consecuencia una demanda de lubricante de mejor calidad, estabilidad y resistencia a la corrosión y al desgaste del motor. A pesar de la mejoras en los procesos y de los adelantos tecnológicos de los aditivos, no se ha logrado suprimir completamente la oxidación de los aceites.

Se sabe poco sobre las reacciones que se efectúan al oxidarse los aceites lubricantes, aunque las investigaciones efectuados sobre la oxidación de los hidrocarburos puros, particularmente los parafínicos, nafténicos y aromáticos que son los que constituyen básicamente un aceite lubricante, se puede concluir que el primer paso en la oxidación de los aceites es la formación de hidroperóxidos, los cuales al descomponerse dan productos del tipo ácido carboxílicos, aldehídos, cetonas, alcoholes, ésteres, resinas y asfaltenos en oxidación mas avanzados parte de los compuestos antes citados se descomponen en agua y dióxido de carbono.

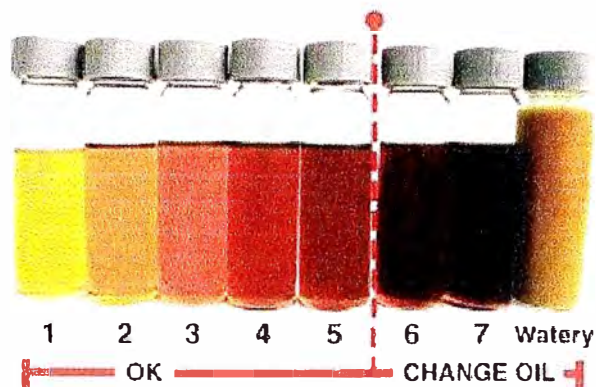
En los parafínicos, la oxidación se efectúa entre átomos de carbono secundarios; los nafténicos se oxidan en átomos de carbono terciarios rompiendo la cadena. Los aromáticos se caracterizan por que al oxidarse no se presentan la ruptura del anillo, efectuándose la oxidación en las cadenas parafínicos laterales, que se separan formando ácidos carboxílicos. Los anillos aromáticos residuales forman productos de condensación que oscurecen al aceite y productos insolubles que precipitan.

La oxidación de los aceites, forman una variedad de colores dependiendo de la concentración y tipo de grupos luz - absorbentes en el aceite. Existen aceites de base nafténicos, aceites de alto contenido de azufre y aromático es típicamente más oscuro en el color.

La degradación y contaminación de aceites usados pueden tener un marcado efecto en la claridad resultante y color. El carbón insolubles puede oscurecer el aceite. Los contaminantes como el hollín, los químicos del proceso, detergentes, y aire retenido pueden llevar a un cambio en el color y brillo del aceite.

La oxidación es todavía otra causa común que puede ocurrir un oscurecimiento total. El cambio colorido es más agudo en los aceites de alto contenido de azufre y aceites de base aromática<sup>20,25</sup>.

## EL CAMBIO DE ACEITE LA MEDIDA COLORIDA



**FIG 2**

***Muestra de comparación de medida del aceite.***

### **3.4 ACEITE USADO COMO CONTAMINANTE**

Uno de los residuos más contaminantes que se dan en nuestra sociedad es el derivado del uso de los aceites lubricantes usados. Estos son agentes contaminantes de consideración, si se tiene presente la cantidad anual vertida al medio ambiente y su difícil destrucción por medios naturales. Además estos aceites contienen proporciones apreciables de plomo y aditivos de distinta naturaleza que agudizan el carácter contaminante de los mismos.

La descarga directa o indirecta en el agua, ocasiona la formación de una gran capa superficial de aceite, que impide al desarrollo de vida acuática. Asimismo, la presencia de estos aceites en el agua, en niveles próximos a 1 ppm, la convierten en inutilizables para el consumo humano.

Cuando el vertido se efectúa en tierra, el contenido en agentes tensoactivos favorece la penetración en el terreno y por lo tanto genera la contaminación del mismo.

Actualmente el aceite lubricante usado, es empleado en grandes cantidades como combustible para los hornos de la ladrilleras, emitiendo gases y sustancias tóxicas a la atmósfera, ocasionando de esta forma un grave problema de contaminación atmosférica <sup>50,51</sup>.

### **3.5 MANEJO DE LOS ACEITES LUBRICANTES USADOS**

El aceite usado, recoge una variedad de contaminantes y necesita ser reemplazado. La mala administración del aceite usado causa daño innecesario a los arroyos, el agua subterránea, los lagos, y los océanos, valiosos recurso no renovable. <sup>49,50</sup>.

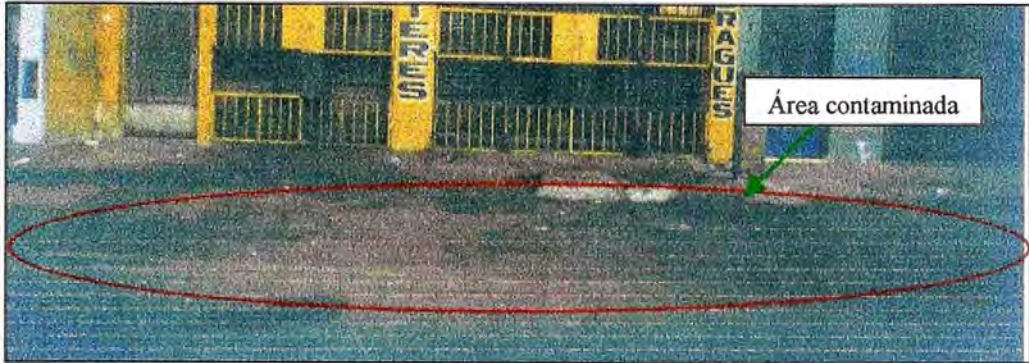
Debido a un mal manejo de aceites usados, en nuestro país es muy común observar que en los lubricentros el lubricante usado se encuentra derramado tal como lo muestran las fotos, el derrame que se

observa, se produce básicamente por no tener un control adecuado al momento de realizar el cambio, contaminando el área donde operan estos establecimientos y afectando los lugares aledaños que en su gran mayoría son lugares residenciales.



**FIG 3**

***Mal manejo del aceite usado***



**FIG 4**

***Mal manejo del aceite usado***



**FIG 5**

***Mal manejo del aceite usado***



### **3.5.1 REUTILIZACIÓN**

El aceite se usa como combustible. Muchas empresas compran el aceite usado para utilizarlo como combustible en las ladrilleras. Lo usan en los hornos para generar calor, o en los grupos motopropulsor para generar electricidad para casas, escuelas y negocios.

Para no perjudicar al medio ambiente, los aceites usados utilizados como combustible deberán someterse a un análisis y eventual pretratamiento que garantice su idoneidad para el proceso, desclasificándolos como residuos tóxicos y peligrosos <sup>50</sup>.

### **3.5.2 DESECHO**

El aceite usado se desechan indebidamente vertiéndolos en el suelo, tirándolos a la basura, se combina con otros desechos perjudicando aún más al ambiente, con lo cual van a parar a vertederos y vaciándolos en las alcantarillas pluviales y los desagües.

Algunas se descarga directamente hacia la tierra para disminuir el polvo en los caminos de suciedad.

Esta descarga de los aceites usados perjudican grandemente a los cursos de aguas superficiales, subterráneas y el suelo

Por lo que es importante el aceite usado disponerlo en un relleno industrial <sup>51</sup>.

### **3.5.3 INCINERACIÓN**

El aceite usado lleva una carga fuerte de metales tóxicos, contiene hidrocarburos y metales pesados (cinc, arsénico, cromo, cadmio, etc) que es dañino al ambiente.

Quemando el aceite usado puede contaminar el aire que nosotros respiramos. La incineración sin ningún control nos genera un gran problema contaminación atmosférica. <sup>50,51</sup>.

### **3.5.4 RECICLAJE**

El reciclaje del aceite usado en el Perú, se da poca importancia. Actualmente solo una empresa produce aceite lubricante reciclado, y en su gran mayoría el reciclaje de manera clandestina se a incrementado a tal punto de que comerciantes inescrupulosos hacen una limpieza superficial del aceite usado, para luego ser mezclados con lubricantes de marca y ser vendidos como lubricantes nuevos, adulterando el producto.

La finalidad del reciclaje es el procesamiento y reutilización de los aceites usados, con lo cual se solucionaría el problema de disposición final de estos desechos y produce un ahorro de recursos de hidrocarburos no renovable.

Es importante el reciclaje del aceite usado porque se generan miles de barriles de aceite usado cada año y el aceite es un recurso valioso que puede utilizarse como fuente aceptable de energía.<sup>25,48</sup>

### **3.6 PROBLEMA AMBIENTAL**

Los problemas ambientales del aceite usado como contaminante son muchos y varios países se ven afectados. Las causas de la contaminación provocada por los aceites usados es la mala administración de ellos.

El aceite usado es insoluble y contiene químicos tóxicos, los hidrocarburos y metales pesados (cinc, arsénico, cromo, cadmio, etc) que daña al ambiente.

Los consumidores generan 343 400 barriles de aceite para motor usado anual aproximadamente.

Si no se recoge adecuadamente, el aceite de motor usado causa graves problemas a nuestro entorno

Si el aceite usado se vierte a las aguas, bien directamente o por el alcantarillado, el aceite usado tiene una gran capacidad de deterioro ambiental. En el agua produce una película impermeable, que impide la adecuada oxigenación y que puede asfixiar a los seres vivos que allí habitan: un litro de aceite contamina un millón de litros de agua. Asimismo, el aceite usado, por su bajo índice de biodegradabilidad, afecta gravemente a los tratamientos biológicos de las depuradoras de agua, llegando incluso a inhabilitarlos, afectando a la vida acuática.

Si el aceite usado se arroja a los suelos, éste contiene una serie de hidrocarburos que no son degradables biológicamente que destruyen el humus vegetal y acaban con la fertilidad del suelo. El aceite usado contiene asimismo una serie de sustancias tóxicas como el plomo, el cadmio y compuestos de cloro, que contaminan gravemente las tierras. Su acción contaminadora se ve además reforzada por la acción de algunos aditivos que se le añaden que favorecen su penetración en el terreno, pudiendo ser contaminadas las aguas subterráneas. Las técnicas utilizadas para la recuperación son muy costosas y a largo plazo.

Si el aceite usado se quema, sin un tratamiento y un control adecuado, origina importantes problemas de contaminación y emite gases muy tóxicos, debido a la presencia en este aceite de compuestos de plomo, cloro, fósforo, azufre, etc. Cinco litros de aceite quemados en una estufa contamina, 1 000 000 m<sup>3</sup> de aire, que es la cantidad de aire respirada por una persona durante tres años.



**FIG 6**

***Un mal manejo del aceite usado, puede perjudicar la vida acuática***

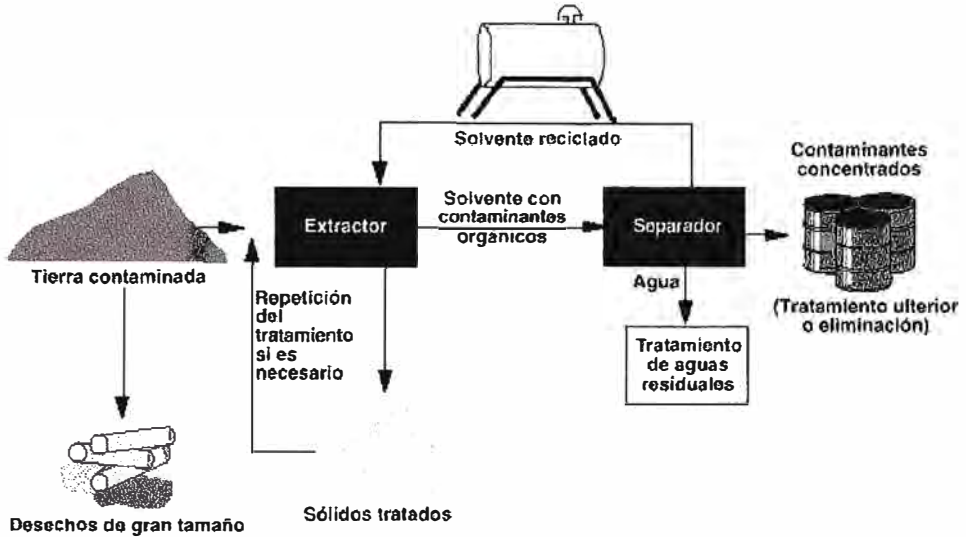


FIG 7

***Método de recuperación de suelos es muy costosa y a largo plazo***

### 3.7 PROCESO DEL ACEITE RECICLADO

La nueva tecnología, es la extracción con solvente, patentado por la empresa Interline. El solvente utilizado para el presente estudio es propano líquido, que se mezcla con aceite usado, el cual permite precipitar los contaminantes como: metales, compuestos asfálticos, suciedad, y paquete aditivo del aceite usado, que extrae selectivamente con un alto rendimiento, que constituye el aceite base regenerado, separándolos del agua y de un componente asfáltico, mediante un proceso continuo a temperatura ambiente, seguido de una purificación por

destilación, puede reconducir el destino e los aceites usados generados para su utilización prioritaria.

Obteniendo como resultado, 75% del aceite lubricante, 19% asfalto, 3% son los hidrocarburos ligeros y 3% son el agua.

Finalmente, el aceite re-refinado se mezcla con el paquete aditivo nuevo, para mejorar sus propiedades y poder comercializarlo <sup>53</sup>.

### **3.8 IMPORTANCIA DEL RECICLAJE DEL ACEITE USADO**

La importancia del aceite usado es educar, concientizar y motivar al consumidor final, en el manejo y disposición de los aceites usados, estimulando el reciclaje de los mismos y haciendo de esta actividad un negocio rentable para sus accionistas, garantizando su permanencia en el tiempo, en beneficio del medio ambiente.

Recuerde que la calidad ambiental es responsabilidad de todos y todos podemos ayudar. Es conveniente adquirir buenos hábitos de reciclaje. El reciclaje ahorra dinero y protege el medio ambiente.

Tener un buen manejo de aceite usado consiste en desarrollar y promover alternativas para que ayuden a eliminar el desecho de aceite usado mediante el sistema de recolección.

Promover un programa sobre el aceite usado, emitiendo mensaje a la población, educándolos sobre la importancia del problema y como manejar este residuo y de que manera se puede aprovechar.

Los anuncios se pueden realizar mediante estaciones de radio, periódicos, revistas y televisión. <sup>49,50,</sup>



## **CAPÍTULO IV.**

# **TECNOLOGÍAS PARA EL TRATAMIENTO DEL ACEITE USADO**

---

### **4.1 GENERALIDADES**

Existen diferentes tecnologías para la regeneración de aceites usados, en todas éstas tecnologías su principal función es tratar las impurezas, para obtener base lubricante.

En el pasado se ha producido experiencias muy negativas de regeneración de aceites usados, ya que se trataba de tecnologías poco adecuadas, generando un problema mayor o inviable económicamente, por lo que estas plantas de regeneración han fracasado.

Técnicamente, casi todos los aceites usados son regenerables, aunque hasta ahora, en la práctica, la dificultad y el coste han hecho inviable la regeneración de aceites usados con alto contenido de agua y sólidos. Como el aceite usado sigue siendo en esencia un conjunto de hidrocarburos con una serie de agentes contaminantes, se podrá volver a refinar y obtener una base lubricante de calidad análoga a la de la base lubricante virgen procedente del refinado original.

Últimamente se están experimentando nuevas tecnologías que reducen o eliminan los inconvenientes técnico-económico de los procesos

convencionales, tal es el caso del proceso de extracción con propano.<sup>32,33,34</sup>

## **4.2 TRATAMIENTO ÁCIDO - TIERRAS ACTIVADAS.**

El tratamiento ácido de tierras activadas, se basa en la reacción química de los contaminantes del aceite usado con el ácido sulfúrico (98%), seguido de una neutralización, y tratamiento con tierras activadas.

Este proceso tiene el inconveniente que al tratar grandes cantidades genera muchos ácidos gomosos de difícil eliminación. El proceso consta de varias etapas y son los siguientes.<sup>25,27,31</sup>

### **4.2.1 DESHIDRATACIÓN**

Durante esta etapa lo que se hace es eliminar el agua que pudiera contener el lubricante, para evitar que el ácido sulfúrico se diluya y sea menos efectivo.

La deshidratación se realiza con una vaporización flash del aceite lubricante, que se comporta como una mezcla compleja de hidrocarburos.<sup>31,32,33</sup>

#### **4.2.2 TRATAMIENTO QUÍMICO**

El tratamiento químico consiste en dos partes:

- a) Con ácido sulfúrico al 98%, con el cual se puede remover las sustancias resinosas o asfálticas presentes en el aceite debido a un pobre fraccionamiento o craqueo; el ácido también ataca ligeramente a los componentes parafínicos y nafténicos a temperatura ambiente. El orden del ataque que el ácido sulfúrico ante las impurezas es como sigue: compuestos derivados del nitrógeno, sustancias asfálticas, oleofinas, aromáticos y ácidos nafténicos.
  
- b) Neutralización, el exceso de ácido sulfúrico, con carbonato de sodio, obteniéndose aceite lubricante neutralizado.

#### **4.2.3 FRACCIONAMIENTO DE VOLÁTILES**

Se lleva a cabo por medio de un stripper al cual se bombea el aceite usado que previamente pasa por un intercambiador de calor. El stripper se conecta en paralelo con un horno cilíndrico que proporciona el calor necesario para mantener a una determinada temperatura. Por la parte inferior del stripper se le inyecta un flujo de vapor de agua para facilitar la destilación de los componentes volátiles.<sup>34</sup>.

#### **4.2.4 ADSORCIÓN**

Por medio de tierras adsorbentes se mejora el color del aceite y se eliminan todas las trazas de ácido que pudieran haber quedado. Los adsorbentes especiales para lubricantes son las tierras Fuller (arcillas naturales constituidas principalmente por silicatos en la gama de los minerales). El lubricante y las tierras adsorbentes se ponen en íntimo contacto por medio de una agitación y luego son separadas en un filtro prensa.<sup>20,25,26</sup>

### **4.3 TRATAMIENTO CAÚSTICO**

Este tratamiento para regenerar aceites es menos usado. En este método se utiliza hidróxido de sodio. Para la regeneración del aceite lubricante usado, disminuyendo con éstos la generación de subproductos contaminantes.

El tratamiento cáustico presenta serios problemas de operación debido a que no se eliminan completamente los aditivos y tienden a polimerizar, sobre todo en la columna de destilación, pero los aceites lubricantes resultantes son los más semejantes a los aceites vírgenes.

La solución cáustica ocasiona que precipite el carbón en suspensión, se mejora el contenido de cenizas, los insolubles en pentano, el número de ácido y la materia saponificable. La estabilidad a la

oxidación de los aceites obtenidos por este método sólo es aceptable si se reformula adecuadamente con antioxidantes.<sup>29, 31,32</sup>

#### **4.4 TRATAMIENTO ALCOHOL ALIFÁTICO – ÁCIDO**

Se puede considerar este método como una variación de tratamiento ácido, con la ventaja de mejorar los rendimientos y producir un aceite de mejor calidad.

Este tratamiento mejora los rendimientos aunque sigue siendo bajo; en el tratamiento con butanol se mejora en algo la producción de lodos pero afecta la lubricidad y estabilidad a la oxidación ya que se eliminan gran cantidad de hidrocarburos aromáticos.<sup>31,32,33</sup>

#### **4.5 TRATAMIENTO CAÚSTICO PERÓXIDO CLORURO DE ALUMINIO**

Este tratamiento no es de uso comercial y se basa en adicionar productos químicos al aceite gastado con el fin de romper películas absorbentes gas – líquido que se forma en la partículas coloidales contaminantes que permanecen en suspensión en el aceite gastado.

Este tratamiento es una variante del tratamiento cáustico con mejor separación con lodos y se sustituye la destilación final con un tratamiento, lo cual combate los costos de operación.

Los aceites obtenidos por este método son de baja calidad. Pues no se eliminan diluyentes ligeros y el tratamiento con cloruros de aluminio no es tan efectivo como una torre de destilación o un vaporizador flash.<sup>26,34,29</sup>

## **4.6 PROCESO K.T.I.**

Kinetics Technology International en Cooperación con Gulf Science and Technology y Compañía y Petro - Cargo.

Este proceso consiste en realizar un pretratamiento, que consiste en eliminar el agua y los hidrocarburos craqueados, para luego ser destilados, donde se extraen los hidrocarburos livianos remanentes y por los fondos los compuestos asfálticos, y en los cortes las bases lubricantes para luego ser reaccionado con el hidrógeno.<sup>20,29,33,34</sup> Este proceso consiste de las siguientes etapas:

### **4.6.1 PRETRATAMIENTO Y DESTILACIÓN AL VACÍO**

En esta etapa el aceite usado es deshidratado y se eliminan parte de los hidrocarburos livianos. Luego el aceite es enviado a una torre de destilación al vacío, donde se extraen los livianos remanentes por la cabeza y contaminantes diversos (metales y productos asfálticos) por el fondo. Este último es considerado de suma importancia para minimizar el consumo del H<sub>2</sub> en el

hidroterminado posterior del aceite. Según K.T.I. la destilación al vacío produce un solo corte corazón, o varios cortes lubricantes en el rango deseado para su posterior tratamiento. Un diseño especial de la torre produce altos rendimientos de destilados como mínimo arrastre de compuestos asfálticos en los cortes, con el objeto de evitar un envenenamiento prematuro y excesiva deposición de coque en el catalizador de hidrogenación. Los productos livianos separados pueden ser utilizados como combustibles.

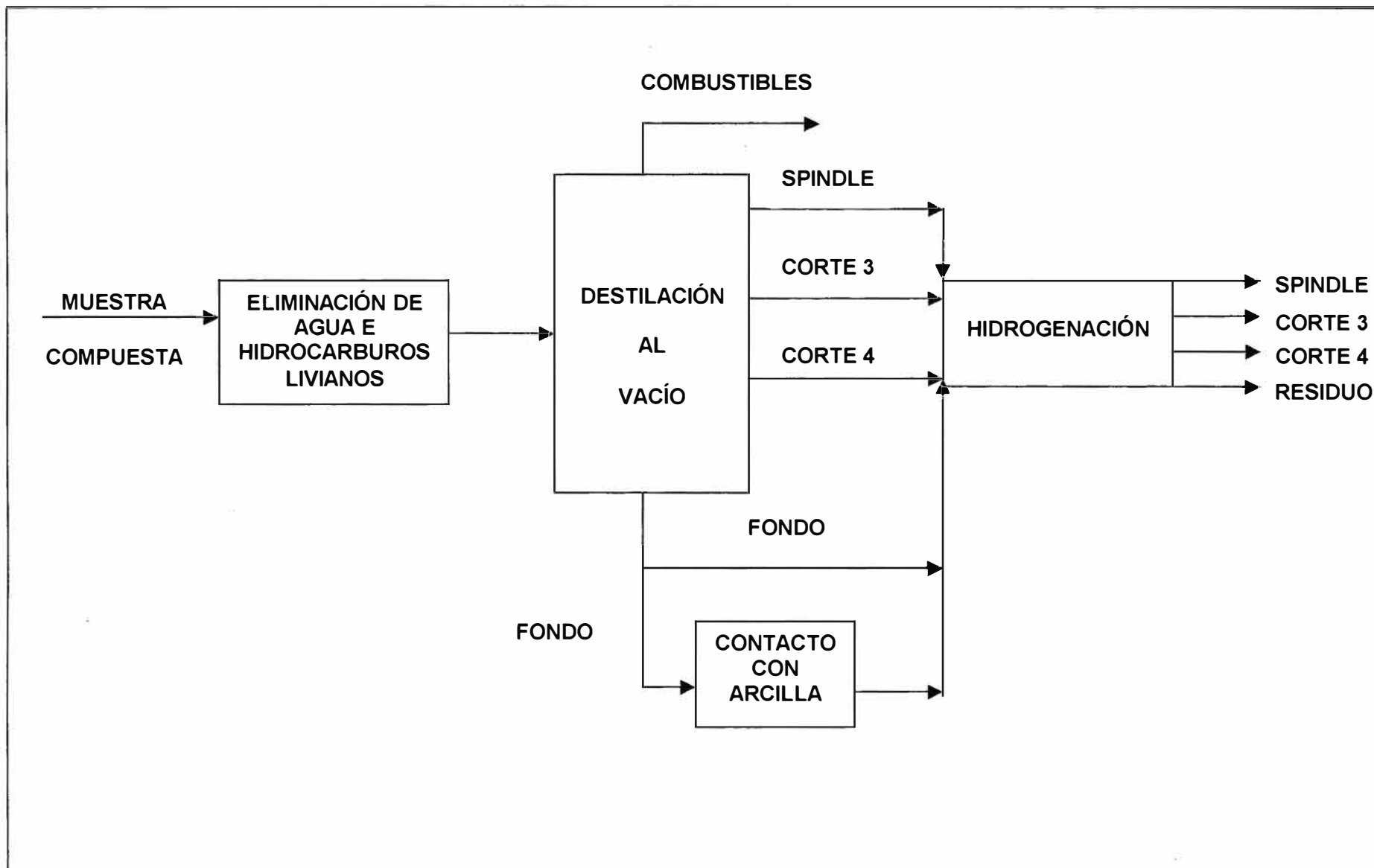
En el fondo, contiene metales, productos de polimerización y materiales asfálticos, puede ser mezclado con residuos de refinería para manufactura de asfalto para pavimentos.

#### **4.6.2 HIDROTERMINADO**

El hidroterminado, utilizado para estabilizar y mejorar el color y olor de los aceites, produce bases lubricantes con las especificaciones deseadas.

DIAGRAMA 4

PROCESO K.T.I.





## **4.7 PROCESO DE EXTRACCIÓN CON PROPANO (INTERLINE)**

En este proceso el aceite Lubricante usado es mezclado con propano a temperatura Ambiente en un proceso continuo. El solvente (propano) disuelve el aceite, causando que los aditivos y las impurezas se precipiten y asienten en el fondo. El propano es recuperado del aceite por evaporación.

El proceso convierte aproximadamente en promedio el 75% del aceite usado en aceite lubricante base, 3% en aceite combustible y 19% en bitumen, Producto utilizado en asfalto, las variaciones están sujetas al grado de contaminación del aceite usado.

### **4.7.1 COMPARACIÓN CON OTRAS TECNOLOGÍAS**

La principal característica del proceso de extracción con propano (Interline) , es que se trata de recuperar la mayor cantidad de aceite base.

El proceso se lleva a cabo a temperatura ambiente, lo que evita la degradación del aceite base y de los contaminantes, que si ocurre con otras tecnologías

Este proceso trata de aprovechar los residuos al máximo tal es el caso del bitumen obtenido que se usa en asfaltos, es decir la

generación de residuos es mínima contribuyendo a la conservación del medio ambiente.<sup>53</sup>

Para operar estas plantas no se necesitan contar con grandes volúmenes de materia prima para que sea económicamente viable, y los costos de operación son tan solo la tercera parte de los del proceso de tratamiento convencional

#### **4.7.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO**

La nueva tecnología se describe a continuación, basada en la extracción con propano seguido de una purificación por destilación, puede reconducir el destino de los aceites usados generados para su utilización prioritaria.

El proceso de extracción, tiene una unidad de extracción con disolvente propano líquido, que se mezcla con aceite usado y permite precipitar los contaminantes como: metales, compuestos asfálticos, suciedad, y paquete aditivo del aceite usado, que extrae selectivamente con un alto rendimiento, que constituye el aceite base regenerado, separándolos del agua y de un componente asfáltico, mediante un proceso continuo a temperatura ambiente.

El propano se recicla en tanto el aceite una vez estabilizado por stripping entra en la segunda unidad.

La segunda unidad es una destilación convencional a vacío, en la que se purifican los aceites base extraídos por el propano separándolos de un gasóleo combustible y una fracción pesada, que se mezcla con el producto asfáltico mencionado en la primera etapa.

Para cada galón de aceite usado procesado por la tecnología de extracción con propano (Interline), se obtiene el 75% del aceite lubricante, 19% asfalto, 3% son los hidrocarburos ligeros y 3% son el agua.

Finalmente, el aceite re-refinado se mezcla con el paquete aditivo nuevo, para mejorar sus propiedades y poder comercializarlo.

El aceite re refinado no afectará el motor, es de menor costo, el cual depende de los factores como; la mezcla, cantidad y proveedor.

Al contrario de los otros procesos, no cambia la estructura molecular del aceite. En suma a la coquización, el proceso alivia también la corrosión y problemas del olor inherente a otros procesos.

Actualmente, existen diferentes tecnologías para la producción de aceite base a partir de aceites usados y aunque

todas ellas tienen objetivos comunes, cada una solventa técnicamente el problema de forma diferente.

Una técnica que implica menor costo es mediante el proceso de re-refinado que retira los contaminantes para producir un nuevo aceite. Este aceite se vende entonces a empresas el cual se agregan los paquetes aditivos para producir los lubricantes como el aceite para motor, fluido de la transmisión, y otros. La diferencia principal entre el re-refinado y los productos de aceite virgen son el re refinado, representa la opción responsable para el ambiente<sup>52,53</sup>.



**FIG. 8**

***Control de Calidad del Aceite Reciclado***



**FIG 9**

***Descripción de la Mejora del Aceite Usado en el Proceso De extracción con propano (Interline)***

1. Aceite usado
2. Primera fase del aceite (después que los contaminantes han sido removidos vía el Proceso de extracción con propano(Interline))
3. Residuos
4. Aceite base neutral ligero (aceite, directamente de la columna de destilación cuando ha finalizado el proceso)
5. Aceite base neutral ligero (aceite de menor color)
6. Aceite base neutral pesado (producto de fondos de la columna de destilación cuando el proceso ha finalizado)  
Asfalto, flujo modificado (mezcla de residuo con productos de fondos de la columna de destilación)

### **4.7.3 PLANTAS DE ACEITE LUBRICANTE USADO EN EL MUNDO QUE EMPLEAN LA TECNOLOGÍA DE EXTRACCIÓN CON PROPANO (INTERLINE)**

#### **4.7.3.1 Reino Unido**

En Inglaterra existe una refinería de aceite usado con una capacidad de 27,000 toneladas por año. La refinería operó oficialmente el 2 de julio de 1996, se diseñó para procesar el aceite usado principalmente aceite base.<sup>53</sup>

#### **4.7.3.2 América del Norte**

Existe una refinería con una capacidad de 27 000 toneladas por año en la Ciudad Salt Lake.

También se están construyendo 2 Refinerías con una capacidad de 24,000 galones por día cada una, en las ciudades de Cleveland y Montreal.<sup>53</sup>



**FIG 10**

***Planta de Regeneración de Aceite Usado en América del Norte***

#### **4.7.3.3 Corea del Sur**

En Corea del sur, específicamente en la ciudad de Seúl existe una refinería con capacidad para procesar 27,000 toneladas de aceite usado por año.

Aunque también se construirán plantas similares en Japón y China.<sup>53</sup>





**FIG 11**

***Planta de Regeneración de Aceite Usado en Corea del Sur***

#### **4.7.3.4 Australia**

En Australia La planta que refina aceites Lubricantes usados se encuentra en Sydney



**FIG 12**

***Planta de Regeneración de Aceite Usado en Australia***

#### **4.7.3.5 España**

El 10 de marzo del 2000, anunciaron el arranque de la refinería de aceite usado en España, localizado al sur de Madrid.<sup>53</sup>

#### **4.8 SELECCIÓN DEL PROCESO A EVALUAR**

En resumen, el proceso de extracción con propano presenta notables ventajas medioambientales respecto a los procesos empleados hasta ahora debido a los siguientes hechos.

El propano rompe la emulsión aceite - agua a temperatura ambiente de forma limpia, lo que evita tener que calentar y añadir aditivos desemulsificantes, como ocurre en las tecnologías existentes hoy en día que producen un agua altamente contaminada, tras un engorroso proceso de decantación, centrifugación o destilación, para separa el agua.

El componente asfáltico obtenido engloba de forma inertizante metales y otros contaminantes, que en otros procesos constituyen un residuo tóxico y peligroso. El asfalto obtenido puede aplicarse como aditivo mejorador de asfaltos por contener elastómeros procedentes de los aceites multigrado.

A diferencia de otras tecnologías utilizadas actualmente, el procesos de extracción con propano no requiere tratamientos térmicos craquizantes que consumen mas energía degradan el aceite base y sus contaminantes y producen malos olores, ni tratamientos ácidos que producen un residuo sulfonado tóxico y peligroso, que es necesario inertizar y llevar a vertedero con notables costes.<sup>36,53</sup>

## **CAPÍTULO V.**

### **INGENIERIA DE PROYECTO**

---

Para el proceso se parte de la Patente Americana N° 5,556,548 donde se encuentra la descripción de parte del proceso (Anexo N° V)

La patente mencionada no contiene balance de masa por lo que se recurrió a un simulador de proceso que en este caso fue el DESIGN II (Anexo VI). En el simulador ingresamos datos ASTM D86<sup>20</sup> del aceite usado, con un volumen de 5000 gal/día, a presión y temperatura ambiente. El solvente ingresa a una presión y volumen diez veces mayor al aceite usado a temperatura ambiente, requerimientos de la patente (Anexo N° V)

El simulador ayuda a disminuir los cálculos de balance y diseño en las líneas que incluyen el proceso.<sup>52,53</sup>

## **5.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PROPUESTO**

El proceso que se describe es el denominado de extracción por solvente (proceso de Re-refino Interline, Proceso Mellen Patentado, (Anexo V), que utiliza una nueva tecnología de extracción con disolvente y destilación a vacío, ha sido diseñado para separar los contaminantes usuales de los aceites usados. Como resultado se obtiene un aceite base estándar que puede ser comercializado.<sup>52,53,57</sup>

Para un mayor entendimiento del proceso, se ha dividido en 4 secciones:

Sección de mezcla

Sección de separación de residuos

Sección de recuperación de solvente

Sección de destilación al vacío

### **5.1.1 SECCIÓN DE MEZCLA**

El aceite usado se encuentra en el tanque de almacenamiento de materia prima a una presión de 14.7 pisa y temperatura de 77°F, luego es bombeado al proceso a través de la bomba G-111A hacia el tanque de mezcla M-130 en donde ingresa por la parte superior a una presión de 113.79 psia y a una T =

68.313°F, en donde se mezcla con el propano líquido que ingresa por el fondo del tanque a una presión de 164.6 psia y a una temperatura de 77.2°F.

Una vez puesto en contacto el aceite usado con el propano líquido en una proporción de alimentación en volumen de 1 volumen de aceite usado a 10 volúmenes de propano líquido, comienza a disolverse la base lubricante en el propano líquido y los contaminantes como el agua, lodos, asfaltos, metales pesados, material resinoso, paquete aditivo, etc, comienzan a precipitar, además debido a la agitación el 7.5% de las libras moles de propano alimentado pasan del estado líquido al estado gaseoso, el cual es evacuado por la parte superior de los tanques de mezcla M - 130 y M - 140 y por el fondo del tanque de mezcla M - 130, pasa a un sedimentador, donde la gran mayoría de contaminantes precipitan por gravedad. Del sedimentador H - 210 sale una solución aceite propano casi limpia, las trazas de contaminantes que están presentes en esta corriente se terminan de separar en el tanque de mezcla M - 140 en donde se evacúan por los fondos y se reciclan al sedimentador, además en este segundo tanque de mezcla el propano evaporado se evacua por el tope del tanque.<sup>52,53,57</sup>

### **5.1.2 SECCIÓN DE SEPARACIÓN DE RESIDUOS**

Como se mencionó anteriormente la corriente del tanque de mezcla M - 130 pasa al sedimentador H – 210, en donde se separan los contaminantes, además los contaminantes que pudiera pasar al segundo tanque de mezcla se evacuan por el fondo de este tanque para reciclarlos al sedimentador lográndose de esta manera separar todos los contaminantes.

La corriente de contaminantes pasa a un decantador H - 220, en donde se separan toda el agua que se encuentran en el aceite usado del residuo compuesto por asfaltos, el paquete aditivo, metales pesados, material resinosa, etc y propano. Esta corriente de residuo pasa a un tanque de mezcla de residuos F – 230 en donde se mezclará con los fondos de la columna de vacío D – 410 y el propano se evapora, evacuándose por el tope de los tanques de mezcla.<sup>36,52,53</sup>

### **5.1.3 SECCIÓN DE RECUPERACIÓN DE SOLVENTE**

Del tanque de mezcla M –140, sale una corriente compuesta por la solución de propano y la base lubricante libre de impurezas a una presión de 113.79 psia y temperatura de 64.229°F, luego esta corriente es bombeada por la bomba G – 311A hacia el evaporador D – 310, en donde ingresa a una P = 294.7 psia y que es la presión

a la cual se evapora y la temperatura de evaporación es de 250°F. En este evaporador aproximadamente el 97% del propano presente en esta corriente es evaporado. Para luego ser enfriado y condensado hasta una  $P = 147$  psia y  $T = 77^\circ\text{F}$ . Además las cantidades de propano retirados de los tanques de mezcla se comprimen y condensan a las condiciones de alimentación del propano, es así que el propano es recuperado y recirculado al proceso.

Del evaporador se obtiene un aceite base lubricante a una presión de 294.7 psia y temperatura de 250°F con trazas de propano, esta corriente ingresa a un stripper para terminar de agotar el propano.

Por el fondo del stripper D – 320, ingresa vapor sobrecalentado a una presión de 35 psia y temperatura a 735 °F, el que arrastra las trazas de propano al tope del stripper por donde serán retirados para luego ser condensados, separando las trazas de propano del agua, para reciclar el propano al proceso.

El stripper opera a presión atmosférica es decir  $P = 14.696$  psia que es una presión a la cual el propano se evapora.<sup>36,57</sup>

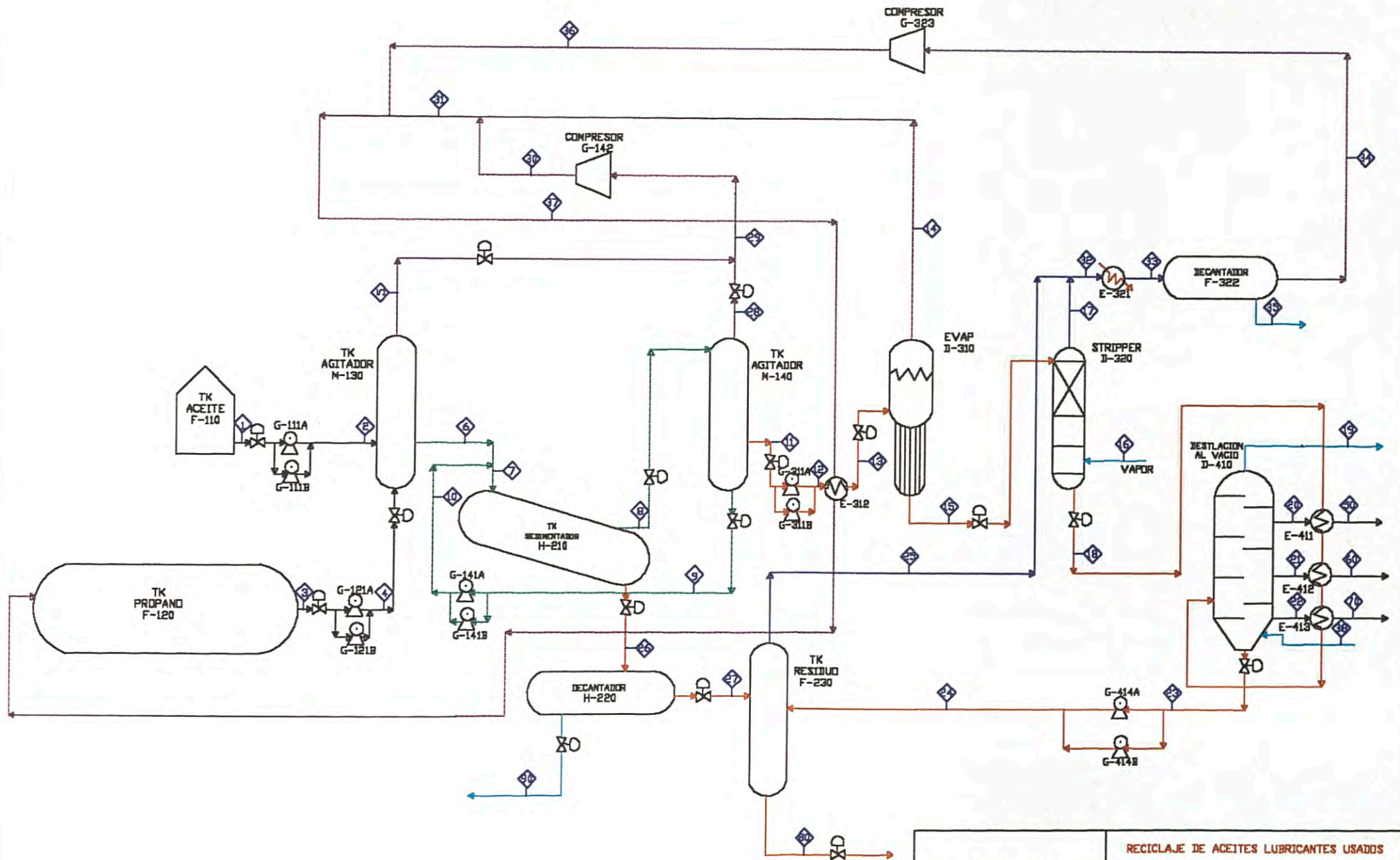


#### **5.1.4 SECCIÓN DE DESTILACIÓN A VACÍO**

Del stripper D – 320, obtenemos una corriente de aceite base libre de propano, luego esta corriente flasheada es enviada a la unidad de destilación al vacío D – 410, en donde se harán los cortes para obtener 2 tipos de base lubricante, además del gas oil.

La corriente de salida del gas oil es a una presión de 0.254 psia y a una temperatura de 423.°F, de la base ligera es a una presión de 0.274 psia y a una temperatura de 491.12°F y de la base pesada es a una presión de 0.357 psia y una temperatura de 590.7°F.

Los fondos de la columna de destilación a vacío D – 410, son básicamente asfaltos, los que son enviados al tanque de residuo F - 230, para mezclarlos con los precipitados provenientes del sedimentador obteniéndose un producto asfáltico (bitumen).<sup>36,57</sup>.



RECICLAJE DE ACEITES LUBRICANTES USADOS	
DISERADO POR	EPC/AGM
ESCALA	NINGUNA

## **5.2 ESTIMACIÓN DEL TAMAÑO DE PLANTA**

Este punto es el más importante en el contexto global del proyecto y marca la clave para la viabilidad o no del proyecto.

Dado que es a partir de la estimación del tamaño de planta que se basan los cálculos de diseño y los cálculos económicos, se analizarán algunos factores importantes como son: disponibilidad de materia prima, recolección de materia y tamaño del mercado<sup>20,21</sup>.

En lo que se refiere a la disponibilidad de materia prima esta se encuentra en las estaciones de servicio de cambio de aceite a los automóviles (lubricentros), las mismas que se encuentran dispersas por toda la ciudad habiendo una mayor concentración en las ciudades que cuentan con mayor parque automotor que en nuestro país es la ciudad de Lima; debido a que la materia prima se encuentra dispersa por la ciudad, a diferencia de otros países como estados Unidos que el aceite usado es depositado en puntos específicos bien identificados por los propios usuarios en donde los recicladores no tiene gran problema pues grandes cantidades se encuentran en un solo punto.

En nuestro país esto no sucede y es por eso que la recolección de la materia prima representa la fase crítica y la más importante para la viabilidad o no de este tipo de plantas, se debe recordar que la recolección se hará de lubricante automotriz, ya que de acuerdo al

anuario estadístico del Ministerio de Energía y Minas este tipo de aceites es el 65% del total de aceites producido. Este porcentaje es un promedio de los porcentajes dados del año 1990 al año 1999 y se consideran constantes para efectos de determinar la cantidad de materia prima disponible si se hace una distribución proporcional del total del aceite producido a cada departamento teniendo en cuenta el parque automotor con la que representa cada departamento tal como se muestra, se tiene que a Lima le corresponde un 68.26% (Anexo N° III y Anexo N°IV) del total de aceite producido esto es 234 404.84 barriles / año (Anexo I y Anexo II), si de este total que consume la ciudad de Lima se estima un 18% como porcentaje de aceite recolectable se tiene que tamaño de muestra planta será 42 192.8 barriles / año equivalente a 5000 gal/día, que sería el tamaño de planta.<sup>8,20,21</sup> Para esta selección se ha tenido que tener en cuenta la capacidad de recolección en nuestro país.

### **5.3 DETERMINACIÓN DE LA CARGA A TRATAR**

El aceite ha ser tratado provendrá de distintos puntos de la ciudad de Lima, identificándose de alguna manera cada punto de recolección. Por lo que se recomienda realizar un estudio estadístico tomando como base de provisión muestras de los distintos puntos de la ciudad de Lima de una forma aleatoria de tal manera de lograr una verdadera representatividad en la muestra total.<sup>47,54</sup>

El objetivo principal de esta caracterización es definir las características y propiedades del aceite usado que servirá como materia prima a la planta de reciclaje, una vez determinado las especificaciones del aceite usado tendremos una referencia para determinar la calidad del aceite base obtenido como producto, también determinar el precio de los futuros aceites usados.

Como primera etapa es necesario evaluar las propiedades del aceite usado realizando ensayos fisicoquímicos y analíticos a las muestras del aceite usado para luego recurrir a la ayuda del análisis estadístico que permitirá interpretar el resultado del análisis a efectuar.<sup>20,21,53</sup>

Las propiedades recomendadas a ser analizadas son:

- ☞ Número de ácido total (N.A.T)
- ☞ Viscosidad cinética
- ☞ Índice de viscosidad
- ☞ Carbón con radson
- ☞ Insolubles en pentano normal con coagulantes
- ☞ Insolubles en tolueno con coagulantes
- ☞ Dilución

- ☞ Contenido de azufre total
- ☞ Contenido de metales (Ca, Zn, Ba, Mg, Pb)

Estos resultados deben ser procesados y ordenados computacionalmente, para hallar cada variable, suponiendo una distribución normal. De esta manera se puede determinar los grados de contribución de las variables mas significativos que caracterizan el aceite usado en el Perú<sup>53</sup>.

Sería importante y necesario que en la compra del aceite usado se controlen con técnicas que evalúen las variables mas importantes como: N.A.T., viscosidad, agua color, sedimentos, carbón, detergencia, dilución para de esta manera poder determinar el precio del aceite "In situ" (lubricentro).

Con este estudio estadístico se podrá hallar una tabla de variación de características más importantes de los aceites usados provenientes del sector automotriz,<sup>54</sup>.

Para el desarrollo del estudio se tomará datos de estudios realizados anteriormente, debido a la imposibilidad de realizar un estudio como el mencionado, el cual es bastante complejo y costosa.

## **5.4 BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA**

En el balance de materia partimos de una alimentación de 1,568.77 lb/hr de aceite usado, obteniéndose 56,032 lb/hr de gas oil (3.6%), 1,165,362 lb/hr de bases lubricantes (74.3%) y 292,236 de asfalto (18.7%) y 3.3% de agua.<sup>10,12,13</sup>

Los resultados de los balances de materia y energía nos ayudó el Simulador Design for Windows. Estos resultados se muestran en los cuadros que se presentan a continuación.<sup>55,56,57</sup>

Las corridas del proceso en forma detallada se encuentran en el Anexo VI.

**CUADRO N°4**  
**BALANCE DE MATERIA**

N°	SECCIONES	LÍNEAS	MATERIA	ENTRADA (lb/hr)	SALIDA (lb/hr)
1	SECCIÓN DE MEZCLA	1	ACEITE USADO	1568.770	
2	SEPARACIÓN DE RESIDUOS	90 80	AGUA ASFALTO		49.538 292.236
3	SECCIÓN DE RECUPERACIÓN	16 35	VAPOR SOBRECALENTADO AGUA LÍQUIDA	14.7	16.235
4	SECCIÓN DE DESTILACIÓN	38 19 20 21 22	VAPOR SOBRECALENTADO VAPOR DIESEL BASE LIGERA BASE PESADA	34.179	34.179 56.032 264.554 900.808



**CUADRO N° 5**  
**BALANCE DE ENERGÍA**

N°	SECCIONES	EQUIPOS	LÍNEAS	ENTALPIA ENTRADA (btu/hr)	ENTALPIA SALIDA (btu/hr)
1	SECCIÓN DE MEZCLA	TANQUE DE AGITACIÓN 1	2 4 5 6	-233 214 -1 244 440	5 804.04 -1484398
		TANQUE DE AGITACIÓN 2	8 28 11 9	-1 502 501.86	757.04 -13 87910 -115 349.55
2	SEPARACIÓN DE RESIDUOS	SEDIMENTADOR	7 8 26	-13 69048.5	-1 502 501.86 -92 088
		DECANTADOR	26 27 90	-92 088	-55 525 -36 700

### BALANCE DE ENERGÍA (Continuación)

Nº	SECCIONES	EQUIPOS	LÍNEAS	ENTALPIA ENTRADA (btu/hr)	ENTALPIA SALIDA (btu/hr)
3	SECCIÓN DE RECUPERACIÓN	EVAPORADOR	13	3 334 856	628 127 -37 646
			14		
			15		
		STRIPPER	15	-37 646 4 773.3	9027.9 -41 915
			16		
			17 18		
4	SEPARACIÓN DE DESTILACIÓN	DESTILACIÓN VACIO	18	433 709 53 669	3 878.5 5 096.1 34 783 181 059 56 570
			38		
			19		
			20		
			21		
			22 23		

## 5.5 PROPIEDADES FÍSICAS DE LA BASE OBTENIDA

### CUADRO N° 6

### BASE LIGERA

BASE LIGERA PROPIEDADES	UNIDADES	CANT
Temperature	F	86
Pressure	psia	0.2746
Enthalpy	btu/hr	-29391
Molecular Weight		472.03
Z-Factor @ T,P		0.0004
Density @ T,P	lb/ft <sup>3</sup>	54.315
Flowrate @ T,P	us gpm	0.607
Specific Gravity @ STP		0.8764
Deg API @ STP		29.969
Density @ STP	lb/gal	7.3067
Density @ STP	lb/bbl	306.88
UOPK		12.410
Flash Point PM	F	496.31
MABP	F	834.25
VABP	F	837.81
Thermal Conductivity	btu/ft/hr	0.0499
Specific Heat	btu/lb/F	0.6966
Surface Tension	dynes/cm	18.473
Viscosity @ 210F	cP	15.312

## CUADRO N° 7

### BASE LIGERA

LABORATORY DISTILLATION VOLUME %	TBP F	ASTM D-86
2	747.96	754.99
5	788.19	782.27
10	828.31	809.47
20	842.42	816.16
30	856.52	822.85
40	869.82	830.39
50	879.55	835.91
60	889.29	842.03
70	899.02	848.15
80	909.73	856.13
90	931.91	872.66
95	942.99	882.92
98	959.38	898.08

## CUADRO N°8

### BASE PESADA

BASE PESADA PROPERTIES	UNIDADES	CANT
Temperature	F	86
Pressure	psia	0.3577
Enthalpy	btu/hr	-101849
Molecular Weight		541.148
Z-Factor @ T,P		0.0005
Density @ T,P	lb/ft3	55.292
Flowrate @ T,P	us gpm	2.4168
Specific Gravity @ STP		0.8934
BBSPD @ STP		69.100
Deg API @ STP		26.879
UOPK		12.45
Flash Point PM	F	576.93
MABP	F	894.20
VABP	F	898.75
Thermal Conductivity	btu/ft/hr	0.0772
Surface Tension	Dynes/cm	33.728
Viscosity @ 210F	Cp	18.851

## CUADRO N° 9

### BASE PESADA

LABORATORY DISTILLATION VOLUME %	TBP F	ASTM D-86
2	854.17	842.48
5	873.35	852.72
10	886.83	859.91
20	910.88	872.01
30	924.31	878.76
40	937.74	886.45
50	951.39	894.26
60	965.76	903.56
70	980.12	912.86
80	999.43	928.05
90	1024.72	947.95
95	1050.21	971.43
98	1069.17	988.87

- En el balance de materia partimos de una alimentación de 1568.77 lb/hr de aceite usado obteniéndose un 75% de bases lubricantes; 3% de diesel, 19% de asfalto y 3% de agua, estos son resultados obtenidos en el simulador que se asemejan al proceso mencionado en el proceso interline.
- La ventaja del proceso de Interline es que a diferencia de los procesos anteriores este no cambia la estructura molecular del aceite.

**CUADRO N° 10**  
**COMPARACIÓN DE PRODUCTOS OBTENIDOS DEL ACEITE USADO CON LOS PRODUCTOS**  
**VÍRGENES**

	PROPIEDADES OBTENIDAS DEL ACEITE USADO				PROPIEDADES OBTENIDAS DEL ACEITE VIRGEN			
	$\rho$ (lb/ft <sup>3</sup> )	API	U C <sub>p</sub>	Kvop	$\rho$ (lb/ft <sup>3</sup> )	API	U C <sub>p</sub>	Kvop
<b>Base Ligera</b>	54.315	29.969	15.312	12.410	54.295	31.100	12 - 17	12.5
<b>Base Pesada</b>	55.292	26.879	18.851	12.450	55.121	28.200	15 - 40	13.0
<b>Gas Oil</b>	52.722	34.895	5.515	12.300	53.895	33.400	5 - 8	12.5
<b>Asfalto</b>	59.450			11.720	60.570			

## **5.6 GARANTÍAS AMBIENTALES**

La principal característica del proceso adoptado en la instalación, desde el punto de vista medioambiental, es que se basa en una “Tecnología Limpia” ya que la producción de residuos, efluentes y emisiones a la atmósfera es mínima.

Por otra parte, los productos finales de la planta: bases lubricantes, gas oil y asfaltos, además de cumplir con las especificaciones técnicas correspondientes a su aplicación industrial, son aceptables desde el punto de vista medioambiental, no causando problemas de contaminación en su uso posterior.

Estas características se deben fundamentalmente al proceso de separación por medio de propano líquido. En líneas generales, la separación de las bases lubricantes e hidrocarburos ligeros del resto de sustancias que constituyen el aceite residual se basa en una extracción líquido - líquido, utilizando propano líquido como disolvente. Dado que el proceso se desarrolla a temperaturas próximas a la ambiente, no se requiere someter el aceite usado a calentamientos que pudiera dar lugar a la degradación térmica de algunos de sus componentes que generan compuesto tóxicos, nocivos o molestos, tales como mercaptanos, o que complican posterior refinado de los aceite base, tal como ocurre en otros procesos de regeneración.



Los residuos generados habitualmente en las instalaciones de regeneración de aceite están constituidos fundamentalmente por los aditivos obtenidos en el aceite y sus residuos de degradación, además de otros contaminantes tales como plomo (procedente de la gasolina), subproductos de combustión, polvos y partículas metálicas. En el proceso descrito, todos estos contaminantes del aceite se separan, gracias a su insolubilidad en el propano líquido, y constituyen un residuo de tipo asfáltico.

Estos componentes, y en particular los metales pesados quedan retenidos en el asfalto que, mezclado con el residuo de la columna de destilación de vacío, constituye un subproducto aprovechable para el sector. En este proceso, los contaminantes quedan perfectamente retenidos e inertizados evitándose con ello su dispersión en el medio ambiente.<sup>36,53</sup>

### CUADRO N° 11

#### CARACTERÍSTICAS DEL EFLUENTE DEL PROCESO

PARÁMETRO	CONC. MG / LT
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	400
DQO	2.000
ACEITES / GRASAS	< 10
METALES	< 10

## **5.7 DISEÑO DE EQUIPOS**

El listado de equipos se encuentran en el cuadro N° 12 que a continuación se muestra, los cálculos de diseño se encuentran en el Anexo VII <sup>15,16,17</sup>.

## CUADRO N° 12 LISTA DE EQUIPOS

ITEM N°	IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO	SÍMBOLO	ESPECIFICACION EQUIPO
1	2Tanques de almacenamiento del Aceite ( techo en forma de cono )	F - 110	V = 369 m3 c/u
2	Bomba de alimentación del aceite (centrífuga)	L - 111A	P = 0.24 kw
3	Bomba de alimentación del aceite (repuesto – centrífuga)	L - 111B	P = 0.24 kw
4	Tanque de almacenamiento del Propano (de bala)	F - 120	V = 240 m3
5	Bomba de alimentación del propano (centrífuga)	L - 121A	P = 0.37 kw
6	Bomba de alimentación del propano (repuesto – centrífuga)	L - 121B	P = 0.37 kw
7	Tanque de Agitación ( turbina de ventilador seis palas )	M - 130	P = 0.25 kw
8	Tanque de Agitación ( turbina de ventilador seis palas )	M - 140	P =0.25 kw
9	Bomba de reciclo (centrífuga)	L - 141A	P = 0.03 kw
10	Bomba de reciclo (repuesto - centrífuga)	L - 141B	P = 0.03 kw
11	Compresor	G - 142	P = 1.37 kw
12	Sedimentador	H - 210	D = 0.5 m
13	Decantador	H - 220	D = 0.1 m
14	Tanque de residuo	F - 230	V = 0.15 m3
15	Bomba hacia la tanque de residuo (centrífuga)	L - 311A	P = 0.03 kw
16	Bomba hacia la tanque de residuo (centrífuga)	L - 311B	P = 0.03 kw
17	Intercambiador de calor (Tubo en U)	E - 312	A = 45 m2
18	Evaporador (Película descendente)	V - 310	A = 9 m2
19	Stripper	D - 320	H = 7 m , D = 0.2 m, 4 platos ; acero inoxidable
20	Intercambiador de calor	E - 321	A = 1.4 m2
21	Tanque acumulador	F - 322	
22	Compresor	G - 323	P = 3.91kw
23	Destilación de vacío	D - 410	H = 12 m, D = 0.7 m, 12 platos ; acero inoxidable
24	Intercambiador de calor	E - 411	A = 0.15 m2
25	Intercambiador de calor	E - 412	A = 0.4 m3
26	Intercambiador de calor	E - 413	A = 1.4 m4
27	Eyector	G - 415	Ws = 20kw
28	Terreno		500M <sup>2</sup>

## **CAPÍTULO VI.**

### **EVALUACIÓN ECONÓMICA**

---

#### **6.1 GENERALIDADES**

En este capítulo se ha desarrollado la estimación económica del presente trabajo, con este fin se ha definido como: inversión fija, capital de trabajo, gasto de fabricación, estados financieros proyectados y criterios de rentabilidad.

Para cada parte en este estudio se ha requerido diferentes fuentes de información, de esta manera se puede señalar que para la estimación de costos de los equipos se empleó los datos gráficos del libro Gael D. Ulrich Diseño y Economía de los Procesos de Ingeniería Química.

Dichos costos se ha actualizado en base a los índices de costo de Chemical Engineering Plant al año 2000, para la estimación de la inversión de capital fijo se empleo el método descrito el libro Ulrich.

Los costos de materia prima (aceite usado), se estimaron en base a la información que actualmente es vendida en ciertos lubricentros.

El proyecto ha sido evaluado con un tiempo de vida útil de 10 años calendario.

Se determinó el índice de rentabilidad como son: Valor Presente Neto (VPN), Tasa Interna de Retorno (TIR), Beneficio / Costo (B/C), Índice del Valor Presente (IVP) y en todos los casos el resultado del proyecto fue rentable.<sup>17,18,41</sup>.

Localización  
Valor del Índice de Costo 2000Lima  
394.1

Capacidad 5000 gal/día

Rent. N°	Identificación del Equipo	Número	Especificación equipo	Costo Adquisición Cp	Año data	Índice año data	Factor presión Fp	Factor Material Fm	Factor Módulo simple FBM	Costo Módulo simple C <sub>BM simple</sub>	Costo Módulo simple C <sub>total</sub>
1	Tanque de almacenamiento del Aceite (techo en forma de cono)	F - 110	V = 737 m3	20,500	1,982	315	1.0	1.9		38,950	48,731
2	Bomba de alimentación del aceite (centrífuga)	L - 111A	P = 0.24 kw	2,000	1,982	315	1.0	1.0	3.1	6,200	7,757
3	Bomba de alimentación del aceite (repuesto - centrífuga)	L - 111B	P = 0.24 kw	2,000	1,982	315	1.0	1.0	3.1	6,200	7,757
4	Tanque de almacenamiento del Propano (de bala)	F - 120	V = 240 m3	60,000	1,982	315	1.0	2.1		126,000	157,640
5	Bomba de alimentación del propano (centrífuga)	L - 121A	P = 0.37 kw	2,500	1,982	315	1.0	1.0	3.1	7,750	9,696
6	Bomba de alimentación del propano (repuesto - centrífuga)	L - 121B	P = 0.37 kw	2,500	1,982	315	1.0	1.0	3.1	7,750	9,696
7	Tanque de Agitación (turbina de ventilador seis palas)	M - 130	P = 0.25 kw	7,000	1,982	315	1.0	2.0		14,000	17,516
8	Tanque de Agitación (turbina de ventilador seis palas)	M - 140	P = 0.25 kw	7,000	1,982	315	1.0	2.0		14,000	17,516
9	Bomba de reciclo (centrífuga)	L - 141A	P = 0.03 kw	1,300	1,982	315	1.0	1.0	3.1	4,030	5,042
10	Bomba de reciclo (repuesto - centrífuga)	L - 141B	P = 0.03 kw	1,300	1,982	315	1.0	1.0	3.1	4,030	5,042
11	Compresor	G - 142	P = 1.37 kw	4,000	1,982	315	1.0	2.5		10,000	12,511
12	Sedimentador	H - 210	D = 0.5 m	5,000	1,982	315	1.0	3.0		15,000	18,767
13	Decantador	H - 220	D = 0.1 m	1,000	1,982	315	1.0	3.0		3,000	3,753
14	Tanque de residuo	F - 230	V = 0.15 m3	1,500	1,982	315	1.0	1.0		1,500	1,877
15	Bomba hacia la tanque de residuo (centrífuga)	L - 311A	P = 0.03 kw	1,200	1,982	315	1.0	1.9	3.1	2,280	2,853
16	Bomba hacia la tanque de residuo (centrífuga)	L - 311B	P = 0.03 kw	1,300	1,982	315	1.0	1.0	3.1	1,300	1,626
17	Intercambiador de calor (Tubo en U)	E - 312	A = 45 m2	7,000	1,982	315	1.1	1.0		7,700	9,634
18	Evaporador (Película descendente)	V - 310	A = 9 m2	95,000	1,982	315	1.0	2.3		218,500	273,368
19	Stripper	D - 320	H = 7 m , D = 0.2 m, 4 platos ; acero inoxidable	7,000	1,982	315	1.2	1	3.2	22,400	28,025
20	Intercambiador de calor	E - 321	A = 1.4 m2	900	1,982	315	1.0	1.0		900	1,126
21	Tanque acumulador	F - 322	D = 0.5 m	5,000	1,982	315	1.0	3.0		15,000	18,767
22	Compresor	G - 323	P = 3.91kw	18,000	1,982	315	1.0	2.5		45,000	56,300
23	Destilación de vacío	D - 410	H = 12 m, D = 0.7 m, 12 platos ; acero	19,000	1,982	315	1.2	1.0	3.2	60,800	76,068
24	Intercambiador de calor	E - 411	A = 0.15 m2	800	1,982	315	1.0	1.0		800	1,001
25	Intercambiador de calor	E - 412	A = 0.4 m3	820	1,982	315	1.0	1.0		820	1,026
26	Intercambiador de calor	E - 413	A = 1.4 m4	900	1,982	315	1.0	1.0		900	1,126
27	Eyector	G - 415	Ws = 20kw	3,400	1,982	315	1.0	2.2		7,480	9,358
28	Terreno (500 m2)										80,000
Costo Total Módulo Simple										C <sub>TBM</sub>	883,576.16
Imprevistos y Honorarios										18% x C <sub>TBM</sub>	159,043.71
Costo del Módulo Total										C <sub>TM</sub>	1,042,619.86
Instalaciones auxiliares										30% x C <sub>TBM</sub>	265,072.85
CAPITAL BASICO										C <sub>GR</sub>	1,307,692.71



**CUADRO N° 16**

**GASTOS DE FABRICACIÓN ANUAL AL 80%**

<b>PROYECTO</b>			
<b>ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PARA RECICLAR ACIETES LUBRICANTES USADOS</b>			
<b>LOCALIZACION</b>	<u>LIMA - PERU</u>	<b>CAPACIDAD ANUAL</b>	80% 4,688,000 KG
<b>CAPITAL FIJO, C<sub>FC</sub></b>	1,307,693	<b>INDICE COSTO</b>	590.6
<b>CAPITAL TRABAJO C<sub>WC</sub></b>	261,539	<b>VALOR I.C.</b>	
<b>INVERSION CAPITAL TOTAL</b>	1,569,231		
<b>COSTOS</b>		<b>US\$/Año</b>	
<b>COSTO MANUFACTURA</b>			
<b>GASTOS DIRECTOS</b>			
<b>MATERIAS PRIMAS</b>			
Aceite Usado		598,442	
Propano		37,000	
<b>MANO OBRA OPERACIÓN</b>			
SUPERVISION Y MANO OBRA OFICINA (10-20 % mano obra operación)		41,124	
SERVICIOS		6,169	
Vapor 2.4 bar @	0.27 \$/kg	68,864	
Electricidad @	0.114 \$/kW	17,944	
Agua Enfriamiento @	0.3 \$/m <sup>3</sup>	22,142	
<b>MANTENIMIENTO Y REPARACIONES (2-10% capital fijo)</b>	5%	65,385	
<b>SUMINISTROS DE OPERACION(10-20% mantenimiento reparaciones)</b>		7,846	
<b>CARGOS DE LABORATORIO (10-20% mano obra operaciones)</b>		4,935	
<b>PATENTES Y DERECHOS(0-6% del gasto total)</b>	3%	40,704	
<b>TOTAL A<sub>DME</sub></b>		<b>910,554</b>	<b>910,554</b>
<b>GASTOS INDIRECTOS</b>			
GENERALES, EMPACADO, ALMACEN (50-70% de m.o.+ superv.+mnto.)	60%	67,606	
IMPUESTOS LOCALES (1-2% del capital fijo)	1.5%	19,615	
SEGUROS (0.4-1.0% capital fijo)	0.6%	7846	
<b>TOTAL A<sub>INE</sub></b>		<b>95,068</b>	<b>95,068</b>
<b>COSTO MANUFACTURA TOTAL (no incluye depreciación)</b>			
<b>A<sub>NE</sub></b>			<b>1,005,622</b>
DEPRECIACION (10% capital fijo) A <sub>BD</sub>	10%		130,769
<b>GASTOS GENERALES (OVERHEAD)</b>			
GASTOS ADMINISTRATIVOS (25% gastos generales)	25%	16,902	
GASTOS DE DISTRIBUCION Y VENTAS(10% gasto total)	10%	135,682	
INVESTIGACION Y DESARROLLO(5% gasto total)	5%	81,133	
<b>TOTAL A<sub>GE</sub></b>		<b>233,716</b>	<b>233,716</b>
<b>GASTO TOTAL ATE A<sub>TE</sub></b>			
			<b>1,370,107</b>
<b>INGRESOS Y MARGEN</b>			
<b>INGRESOS POR VENTAS</b>	A <sub>S</sub>	\$/AÑO	5,770,706
<b>GANANCIA ANUAL NETA</b>	A <sub>NP</sub>		4,400,599
<b>IMPUESTO RENTA</b>	A	30%	1,320,180
<b>GANANCIA NETA DESPUES IMPUESTO A<sub>NNP</sub></b>		<b>US\$/Año</b>	<b>3,080,419</b>



**CUADRO N° 17**

**GASTOS DE FABRICACIÓN ANUAL AL 90%**

<b>PROYECTO</b>			
<b>ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PARA RECICLAR ACIETES LUBRICANTES USADOS</b>			
<b>LOCALIZACION</b>	<u>LIMA - PERU</u>	<b>CAPACIDAD ANUAL</b>	90% 5,139,000 KG
<b>CAPITAL FIJO, C<sub>FC</sub></b>	1,307,693	<b>INDICE COSTO</b>	590.6
<b>CAPITAL TRABAJO C<sub>WC</sub></b>	261,539	<b>VALOR I.C.</b>	
<b>INVERSION CAPITAL TOTAL</b>	1,569,231		
<b>COSTOS</b>		<b>US\$/Año</b>	
<b><u>COSTO MANUFACTURA</u></b>			
<b>GASTOS DIRECTOS</b>			
<b>MATERIAS PRIMAS</b>			
Aceite Usado		673,247	
Propano		41,625	
<b>MANO OBRA OPERACIÓN</b>			
SUPERVISION Y MANO OBRA OFICINA (10-20 % mano obra operación)		41,124	
SERVICIOS		6,169	
	Vapor 2.4 bar @	0.27 \$/kg	77,472
	Electricidad @	0.114 \$/kW	20,187
	Agua Enfriamiento @	0.3 \$/m <sup>3</sup>	24,910
<b>MANTENIMIENTO Y REPARACIONES (2-10% capital fijo)</b>			
		5%	65,385
<b>SUMINISTROS DE OPERACION (10-20% mantenimiento reparaciones)</b>			
			7,846
<b>CARGOS DE LABORATORIO (10-20% mano obra operaciones)</b>			
			4,935
<b>PATENTES Y DERECHOS (0-6% del gasto total)</b>			
		3%	44,109
	<b>TOTAL A<sub>DME</sub></b>		<b>1,007,007</b>
<b>GASTOS INDIRECTOS</b>			
<b>GENERALES, EMPACADO, ALMACEN (50-70% de m.o.+ superv.+mnto.)</b>			
		60%	67,606
<b>IMPUESTOS LOCALES (1-2% del capital fijo)</b>			
		1.5%	19,615
<b>SEGUROS (0.4-1.0% capital fijo)</b>			
		0.6%	7846
	<b>TOTAL A<sub>INE</sub></b>		<b>95,068</b>
<b>COSTO MANUFACTURA TOTAL (no incluye depreciación)</b>			
	<b>A<sub>NE</sub></b>		<b>1,102,075</b>
<b>DEPRECIACION (10% capital fijo) A<sub>BD</sub></b>			
		10%	130,769
<b><u>GASTOS GENERALES (OVERHEAD)</u></b>			
<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS (25% gastos generales)</b>			
		25%	16,902
<b>GASTOS DE DISTRIBUCION Y VENTAS (10% gasto total)</b>			
		10%	147,029
<b>INVESTIGACION Y DESARROLLO (5% gasto total)</b>			
		5%	73,514
	<b>TOTAL A<sub>GE</sub></b>		<b>237,445</b>
<b>GASTO TOTAL ATE A<sub>TE</sub></b>			
			<b>1,470,289</b>
<b>INGRESOS Y MARGEN</b>			
<b>INGRESOS POR VENTAS</b>	<b>A<sub>S</sub></b>	<b>\$/AÑO</b>	6,492,045
<b>GANANCIA ANUAL NETA</b>	<b>A<sub>NP</sub></b>		5,021,755
<b>IMPUESTO RENTA</b>	<b>A</b>	30%	1,506,527
<b>GANANCIA NETA DESPUES IMPUESTO A<sub>NNP</sub></b>			<b>3,515,229</b>
		<b>US\$/Año</b>	

**CUADRO N° 18**

**GASTOS DE FABRICACIÓN ANUAL AL 100%**

ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA  
PARA RECICLAR ACIETES LUBRICANTES USADOS

LOCALIZACION	LIMA - PERU	CAPACIDAD ANUAL	100% 5,710,000 KG
		INDICE COSTO	394.1
CAPITAL FIJO, $C_{FC}$	1,307,693		
CAPITAL TRABAJO $C_{WC}$	261,539		
INVERSION CAPITAL TOTAL	1,569,231		

**COSTOS US\$/Año**

**COSTO MANUFACTURA**

**GASTOS DIRECTOS**

MATERIAS PRIMAS

Aceite Usado

748,052

Propano

46,250

MANO OBRA OPERACIÓN

41,124

SUPERVISION Y MANO OBRA OFICINA (10-20 % mano obra operación)

6,169

SERVICIOS

Vapor 2.4 bar @

0.27 \$/kg

86,080

Vapor 9 bar @

0.32 \$/kg

22,430

Electricidad @

0.114 \$/kW

27,677

Agua Enfriamiento @

0.3 \$/m<sup>3</sup>

54,322

MANTENIMIENTO Y REPARACIONES (2-10% capital fijo)

5%

65,385

SUMINISTROS DE OPERACION (10-20% mantenimiento reparaciones)

7,846

CARGOS DE LABORATORIO (10-20% mano obra operaciones)

4,935

PATENTES Y DERECHOS (0.6% del gasto total)

3%

48,680

TOTAL  $A_{DME}$

1,158,949

1,158,949

**GASTOS INDIRECTOS**

GENERALES, EMPACADO, ALMACEN (50-70% de m.o.+ superv.+mnto.)

60%

67,606

IMPUESTOS LOCALES (1-2% del capital fijo)

1.5%

19,615

SEGUROS (0.4-1.0% capital fijo)

0.6%

7846

TOTAL  $A_{INE}$

95,066

95,068

COSTO MANUFACTURA TOTAL (no incluye depreciación)

$A_{NE}$

1,254,017

DEPRECIACION (10% capital fijo)  $A_{BD}$

10%

130,769

**GASTOS GENERALES (OVERHEAD)**

GASTOS ADMINISTRATIVOS (25% gastos generales)

25%

16,902

GASTOS DE DISTRIBUCION Y VENTAS (10% gasto total)

10%

162,266

INVESTIGACION Y DESARROLLO (5% gasto total)

5%

81,133

TOTAL  $A_{GE}$

260,300

260,300

GASTO TOTAL ATE  $A_{TE}$

1,645,086

**INGRESOS Y MARGEN**

INGRESOS POR VENTAS

$A_s$

7,213,383

GANANCIA ANUAL NETA

$A_{NP}$

5,568,296

IMPUESTO RENTA

A

30%

1,670,489

GANANCIA NETA DESPUES IMPUESTO  $A_{NNP}$

US\$/Año

3,897,807





CUADRO N° 21

FLUJO DE CAJA PROYECTADO-EVALUACION ECONOMICA  
(MMUS\$ AÑO 0/AÑO)

ANO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>INVERSIONES</b>											
Inversión Propia	1,307,693										
Capital de Trabajo Incremental		261,539	7,846	549	-148	-74	222	-334	267	-74	-269,793
<b>TOTAL INVERSION</b>	<b>1,307,693</b>	<b>261,539</b>	<b>7,846</b>	<b>549</b>	<b>-148</b>	<b>-74</b>	<b>222</b>	<b>-334</b>	<b>267</b>	<b>-74</b>	<b>-269,793</b>
UTILIDAD NETA	0	3,080,419	3,080,419	3,515,229	3,515,229	3,897,807	3,897,807	3,897,807	3,897,807	3,897,807	3,897,807
DEPRECIACION	0	130,769	130,769	130,769	130,769	130,769	130,769	130,769	130,769	130,769	130,769
<b>F.N.F.</b>	<b>-1,307,693</b>	<b>2,949,650</b>	<b>3,203,342</b>	<b>3,645,449</b>	<b>3,646,146</b>	<b>4,028,651</b>	<b>4,028,354</b>	<b>4,028,910</b>	<b>4,028,310</b>	<b>4,028,651</b>	<b>4,298,370</b>
APORTES	1,307,693	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DIVIDENDOS		0	2,741,573	2,741,573	3,128,553	3,128,553	3,469,049	3,469,049	3,469,049	3,469,049	3,469,049
SALDO DE CAJA ANUAL		2,949,650	461,769	903,875	517,593	900,097	559,306	559,862	559,261	559,602	829,321
CAJA RESIDUAL		2,949,650	3,411,419	4,315,295	4,832,887	5,732,985	6,292,290	6,852,152	7,411,413	7,971,016	8,800,337

## 6.5 CRITERIOS DE EVALUACIÓN

CUADRO N° 22

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>FNF</b>	-1,307,693	2,949,650	3,203,342	3,645,449	3,646,146	4,028,651	4,028,354	4,028,910	4,028,310	4,028,651	4,298,370
<b>Beneficios</b>		5,770,706	5,770,706	6,492,045	6,492,045	7,213,383	7,213,383	7,213,383	7,213,383	7,213,383	7,213,383
<b>Costos</b>	1,307,693	1,005,622	1,005,622	1,102,075	1,102,075	1,254,017	1,254,017	1,254,017	1,254,017	1,254,017	1,254,017

TASA DE DESCUENTO = 15%

**CUADRO N° 23**  
**INDICE DE RENTABILIDAD**

<b>INDICES</b>	<b>ABREVIATURAS</b>	<b>VALOR</b>
<b>VALOR PRESENTE NETO</b>	VPN	<b>16,944,729</b>
<b>TASA DE RETORNO INTERNO</b>	TIR	<b>174</b>
<b>RELACION BEFICIO COSTO</b>	B/C	<b>3.0</b>
<b>INDICE DEL VALOR PRESENTE</b>	IVP	<b>1.4</b>

## **CAPÍTULO VII.**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

---

#### **7.1 CONCLUSIONES**

La industria artesanal de producir aceite regenerado ha incrementado grandemente su producción desde el año 1982, debido a su elevada rentabilidad, generándose un problema de alteración del producto original debido a que se mezcla lubricantes de marca con lubricantes limpiados artesanalmente, pero aún así la producción de aceite regenerado es muy pequeña comparada a la demanda del aceite lubricante.

El proceso de ácido arcilla es antieconómico para volúmenes de producción pequeños, además de ello generaría otro problema de residuo, debido a la gran cantidad de arcilla ácida que se tendría que desechar una vez usada.

El tratamiento propuesto de regeneración de aceites usados, es una tecnología limpia, es decir tiene grandes ventajas medioambientales con respecto a otros procesos, el componente asfáltico obtenido engloba de forma inertizante metales y otros



contaminantes, que en otros procesos constituyen un residuo tóxico y peligroso, disminuyendo así al mínimo la generación de residuos.

☞ Este proceso descrito de reciclaje de aceites usados, a diferencia de otras tecnologías utilizadas actualmente, no requiere tratamientos térmicos craquizantes evitando la degradación del aceite base y sus respectivos contaminantes.

☞ La evaluación económica, nos arroja resultados positivos sobre la viabilidad del proyecto; así tenemos que los índices de rentabilidad son: Valor Presente Neto = 16 944 729, Tasa Interna de Retorno = 17.4, Relación Beneficio Costo = 3.0, Índice del valor presente = 1.4, con los cuales concluimos que la instalación de la planta nos darán grandes utilidades.

☞ Las plantas de reciclaje de aceites lubricantes usados, que utilizan esta tecnología y que actualmente se encuentran operando en distintas partes del mundo, demuestra que esta tecnología es muy ventajosa.

☞ Todo el aceite base comercializado en el país son importados, produciendo un egreso de divisas de 50 millones de dólares anuales aproximadamente, por lo que la regeneración de aceites lubricantes usados generaría un ahorro de divisas en nuestro país.

## 7.2 RECOMENDACIONES

- ☞ El tener aceite lubricante usado es un problema ambiental, aparte del uso automotor, grandes empresas, mineras y energéticas, tienen grandes volúmenes de aceite usado, por lo que estas empresas por lo general venden a empresas ladrilleras. Este es reusado sin ningún control y existen empresas que tienen almacenados y no saben que hacer con este desecho, por lo que las autoridades deben establecer normas medioambientales con respecto al aceite usado.
- ☞ Instalar una planta de reciclaje de aceites usados sería recomendable integrar con la refinación de petróleo, una posibilidad sería la Refinería La Pampilla la encargada de instalar una planta en nuestro país, ubicada en el distrito de Ventanilla, Lima.
- ☞ Implementar el modelo logístico de recolección, el cual aseguraría la cantidad y disponibilidad continua de materia prima.
- ☞ En los lugares de recolección de los aceites usados se recomienda controlar la calidad del aceite usado in situ.
- ☞ Regular y controlar el sector de la gestión de los aceites usados con normas, que tendrían que ser creadas.

- ☞ Instalar una planta de aceites lubricantes usados en corto, debido a que actualmente, los aceites están reusando sin ningún control perjudicando al medio ambiente.
- ☞ Para una mejor exactitud de la calidad del aceite en nuestro país realizar un estudio fisicoquímico.

# BIBLIOGRAFÍA

1. **WILLIAM A. GRUSE / DONALD R. STEVENS**  
Tecnología Química de Petróleo, Ediciones Omega S.A., Barcelona, 1964.
2. **PIERRE WUTHIER**  
El Petróleo. Refino y Tratamiento Químico, Edición CEPESA S.A., Madrid 1971, Tomo 1.
3. **GARY, JAMES H. / HARDWERK, GLENNT**  
Refinación de Petróleo, Tecnología y Economía, Barcelona, Editorial Reverté S.A. 1980 Pág. 392.
4. **JACOB, SALOMÓN M. / QUANN, RICHARD J. / SANCHEZ EUGENE / WELLS, MARÍA E.**  
"Campo Sitorial Moldeling Reduces Crude – Analysis time, Predicts Yield. Lube Oil processing – 1"
5. **ALAN BILLON / JEAN PIERRE PERRIES**  
"Ways for Lube Oil Manufacturing", Institute Français du Petrole, Mayo, 1978.
6. **K. WINNACKER / E. WEINGAERTNER**  
Tecnología Química – Química Industrial Orgánica. Editorial Gustavo Gill S.A. Tomo II – Barcelona – España (Cap IV)
7. **HAROLD A. WITTCOFF / BRYAN G. REUBEN**  
Productos Químicos Orgánicos Industriales. Tecnología de la Formulación y usos. Editorial Noriega Nibusa 1ra Edición 1,987 Volumen 2 (Cap 10)
8. **ANUARIO DEL MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS 1999**
9. **RALPH N. TLAXLER**  
El Asfalto su Composición Propiedades y Usos. Compañía Editorial Continental S.A. Primera Edición en Inglés 1961. Primera Edición en Español 1 962
10. **ERNEST J. HENLEY / EDWARD M. ROSEN**  
Cálculo de Balances de Materia y Energía, Editorial Reverté, 1978
11. **SMITH / VAN NESS / ABBOTT**  
Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química, Quinta Edición, Editorial, Mc Graw Hill, México, 1997.
12. **MAXWELL, J.B.**  
Data Book on Hydrocarbons. Application to process Engenerring, New Jersey, D. Van Nostrand. Compans, Inc. (8<sup>TH</sup> Ed., 1995).
13. **AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE**  
Technical Data Book, New York, 1964, Vol1.

14. **ROBERT H. PERRY / DON W. GREEN / JAMES O. MALONEY**  
Manual del Ingeniero Químico Tomo. Editorial Mc. Graw Hill, México, 1992 Sexta Edición; Tomos I,II,III,IV,V.
15. **TREYBAL, ROBERT E.**  
Operaciones de Transferencia de Masa, Mc Graw Hill, México, 2da Edición , 1988
16. **PROCESOS DE REFINACIÓN 1-PETRO PERU**  
Programa de capacitación integral y progresiva  
Centro de investigación y desarrollo.
17. **GAEL D. ULRICH**  
Diseño y Economía de los Procesos de Ingeniería Química, Editorial Mc Graw Hill, México, 1993.
18. **RICHARD TURTON / RICHARD C. BAILIE / WALLACE B. WHITING / JOSEPH A. SHAEWITZ**  
Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes, Editorial Prentice Hall, PTR, New Jersey USA, 1998.
19. **ILICH LAMA BUSTINZA /ERICK MENZALA CARVAJAL**  
Evaluación técnica de crudos HCT
20. **SAUL M. ANTAYHUA CALDERÓN / MIGUEL ANGEL NONAKA ULLOA**  
Estudio Técnico Económico para la Instalación de una Planta de Regeneración de Aceites Lubricantes Usados, Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ingeniería Química, 13 de Octubre de 1989.
21. **ANA ROSA ADANIYA GUEVARES** Anteproyecto para la Instalación de una Planta de Aceites Usados. Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Facultad de Ingeniería Química, 1986.
22. **BOLETÍN TÉCNICO ARPEL**  
Ecopetrol, "Selección de Petróleos Crudos para la Obtención de Lubricantes y Cera", Marzo, 1977
23. **PETROBRAS**  
Entrenamiento en Campo – Petrobras, Evaluación de materia Prima para bases Lubricantes, Brasil, Petrobras.
24. **BOLETÍN TÉCNICO ARPEL**  
Regeneración de Aceites Lubricantes Gastados, 1976, Pág. 201-204.
25. **BOLETÍN OFICIAL DE LA RIOJA**  
"Plan Nacional de Residuos Peligrosos 1995-2000" – Comunidad Autónoma de la Rioja 17 de Febrero de 1995.
26. **PETROBRAS**  
Avaliação dos Principais Óleos Básicos Re-refinados Producidos no Brasil, septiembre 1981.

27. **BOLETÍN TÉCNICO ARPEL**  
Investigación y Desarrollo Tecnológico, Colombia Barrancabermeja, Septiembre de 1981, pág. 347-362.
28. **BOLETÍN TÉCNICO ARPEL**  
Alternativas de Selección en Regeneración de Lubricantes Usados, Diciembre, 1981, Pág. 370-378.
29. **BOLETÍN OFICIAL DE LA RIOJA**  
“Tratamiento y Eliminación de Aceites usados” - Comunidad Autónoma Número 54 - 30 de Abril de 1998.
30. **CHEMICAL ENGINEERING**  
Re-refining Waste Oil, April 23, 1979, pág. 104-106
31. **INGENIERÍA QUÍMICA**  
Regeneración de Aceites Lubricantes Usados, Estudio de la Recuperación de Componentes Base por Destilación, 1979, pág. 73-78.
32. **INGENIERÍA QUÍMICA**  
Recuperación de Aceites Usados, Agosto, 1987, pág. 75-79
33. **BOLETÍN DE INSTITUTO ARGENTINA DE PETROLEO**  
Desarrollo de Tecnología para el Refinado de Aceites, Septiembre, 1987, pág. 12-24.
34. **BOLETÍN TÉCNICO ARPEL**  
Evaluación de Técnicas de reprocesado de Aceites Usados a Escala de Laboratorio y Piloto, Diciembre 1981, pág. 347-362.
35. **CHEMICAL ENGINEERING**  
Three re-refining methods, Waste Lube Oil, July 20, 1987.
36. **INGENIERÍA QUÍMICA**  
La Regeneración de Aceites Usados un Proceso Viable, Enero de 1996 N°320 XXVIII Editorial Alción S.A. Barcelona
37. **INGENIERÍA QUÍMICA**  
Eyectores generalidades y Eyectores de Vacío a Vapor, Noviembre 1979, pág 147
38. **REVISTA DEL INSTITUTO MEXICANO DE PETROLEO**  
Desarrollo de Tecnología de Diseño de Eyectores, Abril 1986, pág. 65-78.
39. **GARCÍA GILBERTO**  
Notas de Clase, Curso: Lubricantes y Aceites Minerales, Lima, 1998.
40. **LEÓN CHOY VICTOR**  
Notas de Clase, Curso : Tratamiento de Efluentes Industriales, Lima 1998
41. **EMILIO PORRAS**  
Notas de Clase, Curso: Economía de los Procesos, Lima, 1998.

42. **OIL GAS JOURNAL**  
[http:// www.ogjonline.com](http://www.ogjonline.com)
43. **EMGRISA EMPRESA DE ESPAÑA**  
[http:// www.emigrasa.com](http://www.emigrasa.com)
44. **LUBRIZOL** “Common Terms in Petroleum Industry”  
[http:// www.lubrizol.com](http://www.lubrizol.com)
45. **RE-REFINING COMO BASE LUBRICANTE**  
[http:// www.rain.org](http://www.rain.org)
46. **PETROPERU**  
[http:// www.petroperu.com](http://www.petroperu.com)
47. **MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS**  
[http:// www.mem.gob.pe](http://www.mem.gob.pe)
48. **MANEJO DE ACEITES USADOS EN CUENCA**  
[http:// www.rai.ucuenca.edu.ec](http://www.rai.ucuenca.edu.ec)
49. **PROGRAMA DE ACEITE USADO**  
[http:// www.ads.prstar.net](http://www.ads.prstar.net)
50. **“DISPOSICIÓN FINAL Y RECICLAJE DE ACEITES USADOS”**  
[http:// www.bravoenergy.com](http://www.bravoenergy.com)
51. **ORGANIZACIONES MUNICIPALES**  
[http:// www.1800cleanup.org](http://www.1800cleanup.org)
52. **PATENTES**  
[http:// www.uspto.gob.pe](http://www.uspto.gob.pe)
53. **INTERLINE**  
[http:// www.interline.com](http://www.interline.com)
54. **MINISTERIO DE TRANSPORTES, COMUNICACIÓN, VIVIENDA Y CONTRUCCIÓN**  
[http:// www.mtvc.gob.pe](http://www.mtvc.gob.pe)
55. **MANUALDESIGN II, UNIT MODULE REFERENCE GUIDE**  
Versión 8.3  
[http:// www.winsim.com](http://www.winsim.com)
56. **MANUAL, DESIGN II, CHEM TRAM**  
**General Reference Guide, Versión 8.3**  
[http:// www.winsim.com](http://www.winsim.com)

57. **SOFTWARE WIN SIM INC. DESIGN FOR WINDOWS**  
**Version 8.28**
  
58. **BOLETINES AMBIENTALES UNINET**  
**Centro de calidad ambiental**  
**[htt:// uninet.mty.itesm.mx](http://uninet.mty.itesm.mx)**



## ANEXO I

### PRODUCCIÓN DE ACEITES LUBRICANTE POR TIPO DE ACEITE (1990-1999)

(MILES DE BARRILES)

TIPOS DE ACEITE	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
ACEITE DE MOTOR	241.4	250.7	246.2	291.6	217.5	361.1	358.5	380.7	353.7	343.4
ACEITE DE TRANSMISIÓN	29.5	30.2	25.0	36.9	29.2	41.6	44.3	54.1	47.4	42.6
ACEITE AUTOMÁTICA	6.4	6.3	5.4	7.1	6.1	12.0	12.3	13.8	9.9	8.5
ACEITE MECÁNICA	23.1	23.9	19.6	29.8	23.1	29.6	32.0	40.3	37.5	34.1
ACEITE INDUSTRIAL	64.7	64.0	60.0	76.0	61.2	88.0	94.2	109.3	87.5	97.5
ACEITE DE CORTE	1.5	1.7	1.8	2.3	2.0	2.7	2.7	1.7	2.3	1.6
ACEITE MARINO	15.2	15.9	16.0	15.4	15.5	27.9	27.7	25.0	22.7	19.5
ACEITE DE AVIACIÓN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.5	0.0
OTROS ACEITES	6.8	5.0	6.6	8.0	5.8	10.0	11.2	16.1	11.0	11.2
<b>TOTAL</b>	<b>359.1</b>	<b>367.5</b>	<b>355.6</b>	<b>430.2</b>	<b>331.2</b>	<b>531.4</b>	<b>538.7</b>	<b>587.0</b>	<b>525.0</b>	<b>515.9</b>

*Fuente: Anuario del Ministerio de Energía y Minas – 1999*

## ANEXO II

### PRODUCCIÓN DE ACEITES LUBRICANTES, POR TIPO DE ACEITE Y POR EMPRESA 1999 (MBLS)

EMPRESA TIPO DE ACEITES	SHELL	MOBIL	CASTROL	TEXACO	ISOPETROL	TOTAL
ACEITE DE MOTOR	77.2	159.9	70.8	18.2	17.3	343.4
ACEITE DE TRANSMISIÓN	17.1	19.0	1.3	2.5	2.7	42.6
ACEITE AUTOMÁTICA	4.4	4.0	0.0	0.0	0.0	8.5
ACEITE MECÁNICA	12.7	15.0	1.3	2.5	2.7	24.1
ACEITE INDUSTRIAL	33.4	27.5	3.0	29.9	3.7	97.5
ACEITE DE CORTE	0.8	0.7	0.0	0.2	0.0	1.6
ACEITE MARINO	5.8	9.5	3.9	0.4	0.0	19.5
ACEITE DE AVIACIÓN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
OTROS ACEITES	1.0	10.1	0.0	0.1	0.0	11.2
<b>TOTAL</b>	<b>135.3</b>	<b>226.6</b>	<b>79.0</b>	<b>51.3</b>	<b>23.7</b>	<b>515.9</b>

*Fuente: Anuario del Ministerio de Energía y Minas – 1999*

## ANEXO III

### PARQUE AUTOMOTOR NACIONAL ESTIMADO SEGÚN DEPARTAMENTO

DEPARTAMENTO	1993	1994	1995	1996	1997	1998
AMAZONAS	837	839	923	944	974	1061
ANCASH	10980	11457	12553	13465	14026	14770
APURIMAC	1191	1258	1405	1499	1534	1817
AREQUIPA	35218	38744	46439	51140	52754	60472
AYACUCHO	2149	2225	2396	2504	2557	2694
CAJAMARCA	3639	3830	4215	4555	4789	5282
CUZCO	13497	14457	16684	19335	19899	22076
HUANCAVELICA	481	587	597	635	682	740
HUANUCO	8999	8973	8991	9311	9561	9851
ICA	11979	12645	14291	14938	15652	18400
JUNIN	27437	28369	31235	33519	35034	37052
LA LIBERTAD	23610	25318	30113	32599	33756	35052
LAMBAYEQUE	22329	23930	27443	29894	30814	31937
LIMA	482573	521049	588072	636864	674987	720139
LORETO	4776	4864	5000	5165	5379	5337
MADRE DE DIOS	392	420	477	497	527	561
MOQUEGUA	2937	3540	4981	5538	6009	6904
PASCO	2227	2238	2359	2434	2467	2763
PIURA	23268	24177	25787	27123	28173	28177
PUNO	8310	9903	12681	15090	15591	17507
SAN MARTÍN	3721	3766	3936	4039	4096	4065
TACNA	109867	11886	14990	18023	19067	21459
TUMBES	1942	2088	2424	2671	2707	2664
UCAYALI	3978	4247	4597	4719	4711	4965
<b>TOTAL</b>	<b>707437</b>	<b>760810</b>	<b>862589</b>	<b>936501</b>	<b>985746</b>	<b>1055745</b>

*Fuente: Dirección General de Circulación Terrestre- Dptles. Cir. Terrest. Superintendencia Nacional de Registros Públicos*

## ANEXO IV

### DISTRIBUCIÓN PROPORCIONAL DEL CONSUMO DE ACEITE LUBRICANTE SEGÚN EL PARQUE AUTOMOTOR DE CADA DEPARTAMENTO

DEPARTAMENTO	PARQUE AUTOMOTOR PROMEDIO	% DE PARQUE AUTOMOTOR PROMEDIO
AMAZONAS	930	0.11
ANCASH	12 875	1.46
APURIMAC	1 451	0.16
AREQUIPA	47 461	5.36
AYACUCHO	2 421	0.27
CAJAMARCA	4 385	0.50
CUZCO	17 658	2.00
HUANCAVELICA	620	0.07
HUANUCO	9 281	1.05
ICA	14 651	1.66
JUNIN	32 108	3.63
LA LIBERTAD	30 075	3.40
LAMBAYEQUE	27 725	3.13
LIMA	603 947	68.26
LORETO	5 087	0.57
MADRE DE DIOS	479	0.05
MOQUEGUA	4 985	0.56
PASCO	2 415	0.27
PIURA	26 118	2.95
PUNO	13 180	1.49
SAN MARTÍN	3 937	0.44
TACNA	32 549	3.68
TUMBES	2 416	0.27
UCAYALI	4 536	0.51
<b>TOTAL</b>	<b>884 805</b>	<b>100</b>

# ANEXO V

## PATENTE

**United States Patent 5,556,548**

**Mellen September 17, 1996**

### PROCESO PARA LA REGENERACIÓN DEL ACEITE CONTAMINADO

#### RESUMEN

Es una nueva tecnología para remover los contaminantes comunes del aceite usado. El propano, butano o un solvente similar es mezclado con el aceite contaminado para formar una solución. Esta solución es agitada en un tiempo determinado para estabilizar y por la gravedad, es precipitada, separando los contaminantes asfálticos. La solución es filtrada a través de una columna de filtro para remover los contaminantes metálicos y el solvente es recuperado mediante el calentamiento de la solución.

**Inventors: Mellen; Craig R.** (Salt Lake City, UT)

**Assignee: Interline Hydrocarbon Inc.** (Casper, WY)

**Appl. No.: 197473**

**Filed: February 15, 1994**

**Current U.S. Class:** 210/806; 208/179; 208/180; 208/181; 208/182; 210/688;  
210/728; 210/729; 210/737; 210/767; 210/774; 210/800;  
210/807

**Intern'l Class:** B01D 036/00; B01D 017/09; B01D 001/02

**Field of Search:** 210/648,690,694,728,729,767,770,774,800,806,807,688,737  
208/179,180,181,182

## References Cited [\[Referenced By\]](#)

### U.S. Patent Documents

2070626	Feb., 1937	Shoemaker	208/180.
2196989	Apr., 1940	Henry et al.	208/309.
3870625	Mar., 1975	Wielezynski	208/180.
4169044	Sep., 1979	Crowley	208/181.
4265734	May., 1981	Wielezynski	208/180.
4512878	Apr., 1985	Reid et al.	208/179.
<u>4977871</u>	Dec., 1990	Brownawell et al.	208/182.

*Primary Examiner: Kim; John*

*Attorney, Agent or Firm: Van Cott, Bagley, Cornwall & McCarthy*

### EL TEXTO

Esta aplicación es una parte de la aplicación serie. No. 07/522,642, archivado el 14 de mayo de 1990 ahora Patente Americano. No. 5,286,380.

### LAS DEMANDAS

Es exigido y deseado para ser afianzado por las patentes de los Estados Unidos:

1. El proceso para recuperar el aceite usado comprende de los pasos siguientes:

- a. Se combina el aceite usado con un solvente alifático para ser tratado en una proporción de cinco partes de solvente alifático a una parte de aceite usado y quince partes de solvente alifático a una parte de aceite usado, para formar una solución en un recipiente de reacción, obteniendo resultados en los topes y en el fondo, respectivamente.
  - b. Se agita la solución permitiendo burbujear el solvente líquido caliente arriba a través de la solución, el solvente líquido caliente se introduce a través del extremo inferior del primer recipiente de la reacción.
  - c. La solución se estabiliza por medio de la gravedad.
  - d. Se filtra la solución por medio de un filtro
  - e. El solvente alifático es recuperado para ser reusado.
2. El proceso para recuperar el aceite usado según la demanda 1, donde se recupera el solvente alifático por vaporización.
  3. El proceso para recuperar el aceite usado según la demanda 1, el solvente alifático es seleccionado de un grupo que consiste en; metano, etano, propano, butano, pentano, hexano, heptano, acetona y alcohol isopropílico.

# DESCRIPCIÓN

## ANTECEDENTES

### 2. El Campo de Invención.

Esta invención describe generalmente la recuperación de los combustibles usados y permite mejorar el proceso y equipo relacionado por librar aceite usado.

### 3. El Art. Anterior

Describe varios métodos y procesos, con el fin de quitar la suciedad y otra actuación que inhiben los contaminantes de los aceites usados son conocidos en el art. Se describe uno del primero de estos procesos en la Patente Americana No. 2,196,989 concedido a Henry y Montgomery. La patente ' 989 descubre la combinación del aceite con un solvente de hidrocarburo ligero para ser tratado, como el propano, para formar una solución bifásica.

La primera fase, es una fase de solución aceite / solvente, sube a la segunda fase la del asfalto debido a la diferencia de pesos específicos. Uno o más gases como: metano, etano, hidrógeno, anhídrido carbónico y nitrógeno se agrega a la primera fase actuando como precipitante para el aceite y quitar los componentes



no deseados. La patente ' 989 muestra un sistema cerrado, permitiendo así el reuso del solvente y gas.

Sin embargo, mientras el proceso de la patente ' 989 parece algo eficaz quitando los materiales asfálticos del aceite usado, no se ha descubierto para remover los contaminantes peligrosos medioambientales. Adicionalmente, el método ' 989 proceso parece sólo ser eficaz si se usa a gran escala.

Una segunda patente indica de desarrollo más modernos que el art. Anterior, que es la patente N° 3,870,625 emitido por Wielezynski. Se descubre un método para limpiar el aceite lubricante. El aceite usado es rociado en una columna donde el propano es introducido simultáneamente. Después se precipita el material no deseado por la gravedad en el fondo de la columna, la solución propano / aceite es transferida a otra columna en que el proceso es repetido. Una serie de columnas permite las repeticiones múltiples.

Finalmente, el propano está separado del aceite para usos futuros por vaporización.

La patente ' 625 es similar al ' 989, no ha descubierto ningún método para remover el plomo y otras sustancias metálicas del aceite contaminado, mientras limitan así el alcance del uso de la regeneración del aceite.

También, el uso de varias columnas, permite la restricción de inversión económica y uso de espacio eficaz.

## **BREVE RESUMEN Y OBJETIVOS DE LA INVENCION**

En resumen la presente invención supera o alivia substancialmente los problemas del artículo anterior acondicionando un nuevo proceso y equipos para remover los contaminantes tal como: la suciedad y plomo del aceite de motor usado.

El proceso comprende los pasos de mezclar manualmente el aceite contaminado con un solvente alifático licuado, como acetona o butano, en una proporción aproximada de 1 a 10, es decir 10 de solvente a 1 de aceite en un determinado tiempo, para precipitar por la gravedad, percolando la solución a través de un filtro de carbón activado y luego separar el aceite regenerado del solvente por vaporización.

Un segundo método comprende los pasos que consiste en llenar el aceite contaminado; calentando y comprimiendo el solvente líquido de hidrocarburo alifático, permitiendo burbujear a través del aceite contaminado hacia arriba precipitando al fondo en un periodo determinado; filtrando la solución aceite / solvente a través de un filtro de carbón activado y recuperando el solvente del aceite regenerado por vaporizando. Ambos de éstos métodos son deseables y ventajosos sobre los artículos anteriores que pueden ser realizados en pequeño o a gran

escala tanto como el espacio y la demanda sea económicamente rentable. Además, la invención provee un método para separar el plomo y otros contaminantes metálicos del aceite usado no encontrados en las patentes anteriores, permitiendo así su reuso en función para quien esto fue originalmente entendido.

Por ejemplo, el aceite que ha sido usado como un lubricante en un motor de automóvil puede ser usado en esa misma capacidad después de éste tratamiento con esta invención.

También, el solvente calentado y comprimido, burbujeando hacia arriba, a través del aceite contaminado permite mejorar y mezclar con más eficiencia de esos dos componentes.

Un objetivo principal de esta invención que proporciona el proceso mejorado, y relaciona equipos para regenerar el aceite contaminado.

Otro objetivo principal de ésta invención es proporcionar el uso eficiente y un proceso económico para limpiar la suciedad del aceite usado, para proveer un método mejorado y mezclar el aceite usado y con un solvente alifático para la regeneración del aceite usado.

Otro objetivo es la provisión de un método para eliminar substancialmente el plomo y otros contaminantes metálicos del aceite usado.

Éste y otros objetivos para la presente invención estarán claros en la descripción detallada tomada como referencia a los diagramas adjuntos.

## **DESCRIPCIÓN BREVE DE LOS DIAGRAMAS**

**FIG. 1**, es un diagrama de bloques, que muestran los pasos en el proceso para limpiar el aceite usado de acuerdo a la presente invención.

**FIG. 2**, es una ilustración de los equipos que se emplea para regenerar el aceite usado.

## **LA DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL METODO ILUSTRADO**

La referencia es ahora hecha en los diagramas, el cuál son enumerados para señalar las partes a lo largo del proceso. El proceso para regenerar el aceite usado se ilustra en la FIG. 1. El primer paso en éste proceso, es mezclar un cierto volumen de aceite usado, con un determinado volumen de solvente líquido como; acetona, alcohol isopropílico o un hidrocarburo de las series del metano. Una proporción de 10 solvente y 1 de aceite, dando buenos resultados, aunque se reconoce que otras concentraciones están dentro de la esfera de esta invención.

La mezcla es realizada en un recipiente apropiado según el volumen y capacidad de retener los líquidos, sólidos. La solución del aceite / solvente es entonces agitada.

Siguiendo la agitación del aceite con el solvente, la solución es formada en un periodo de tiempo. El tiempo es determinado por varios factores, incluyendo el nivel de contaminación del aceite, el nivel deseado de regeneración, tamaño del lote, y las consideraciones económicas. Durante este lapso de tiempo, la suciedad y otros contaminantes se estabilizan y precipitan al fondo.

Luego, la capa superior de aceite y solvente en solución son removidos y vertidos, en el extremo superior de una columna, finalmente a la columna de carbón activado. Este filtro es comúnmente usado en los procesos del cianuro para absorción de oro, plata y otros metales pesados. Un segundo recipiente debajo de la columna de filtro para un mejor eficiencia de la solución de aceite / propano después de que han sido filtrados o percolados.

Luego de la precolación a través de la columna, es calentada para separar el solvente del aceite. El solvente vaporizado es recogido en un condensador y puede ser reusado posteriormente. El aceite regenerado está en éste punto listo para reusar como lubricante o otra función deseada para el aceite sin usar.

Un segundo método se ilustra en la FIG. 2. Esto es un solo reactor (10) que remueve el lodo y suciedad del aceite, mientras una columna de filtro (12) de carbón activado, descrito anteriormente, remueve el lodo y otros contaminantes metálicos. Un lote simple del aceite usado es regenerado, según este proceso.

Primero, una válvula (14) es abierta para permitir el paso de un cierto volumen de aceite usado al reactor (10) del suministro (16), a través de la línea (15). El reactor es llenado de aceite aproximadamente en una cuarta parte del total. La válvula (18) es entonces abierta para permitir un suministro del propano líquido, o similar para entrar en el sistema antes de ser cerrado. El suministro de propano es proporcionado de un tanque de suministro (20) y mediante la válvula (18) es suministrado al tanque (10) a través de la línea (22).

El propano líquido se burbujea hacia arriba a través del aceite, precipitando la suciedad y lodo (27) que se deposita en el fondo del tanque (10) y mediante la línea (28) que parte de la parte superior del tanque (10) y permite escapar del mismo, el gas de propano. En la línea (28), el gas propano va a un compresor (30) que actúa en el propano para comprimir a un estado líquido y calentado. En la línea (32) que sale del compresor (30) devuelve el propano líquido a través de la línea (22) para reingresar al tanque (10), existe una válvula (34) que previene regresar flujo de propano al compresor (30).

El propano es agitado en el tanque (10) por varios minutos. El compresor (30) es entonces apagado y la válvula (36) es abierta. La válvula (36) envía flujo a través de la línea (38) que lleva el tanque (10) a la parte superior de la columna de filtro (12). La solución de aceite y propano es percolada a través de un filtro (12) y el aceite /propano es entonces colectada en la línea (40) situada en la parte inferior.

La línea (40) envía la solución aceite / propano, desmetalizada del fondo de la columna de filtro (12) en otro tanque (44). Y mediante la válvula (42) que previene el regreso de la solución del vaso (44) a la línea (40).

La solución de aceite / propano, está entonces calentada por un sistema de calefacción normal (48) para separar el aceite regenerado del propano. El propano vaporizado por el tope de del tanque (44) y a través de la línea (50) permite ingresar el propano al tanque (20) para su posterior reuso. En el paso del propano de la línea (50), el cuál es enfriada por un ventilador (52) antes de ingresar al tanque (20). De otra manera la válvula (56) previene regresar el flujo de propano a la línea (50).

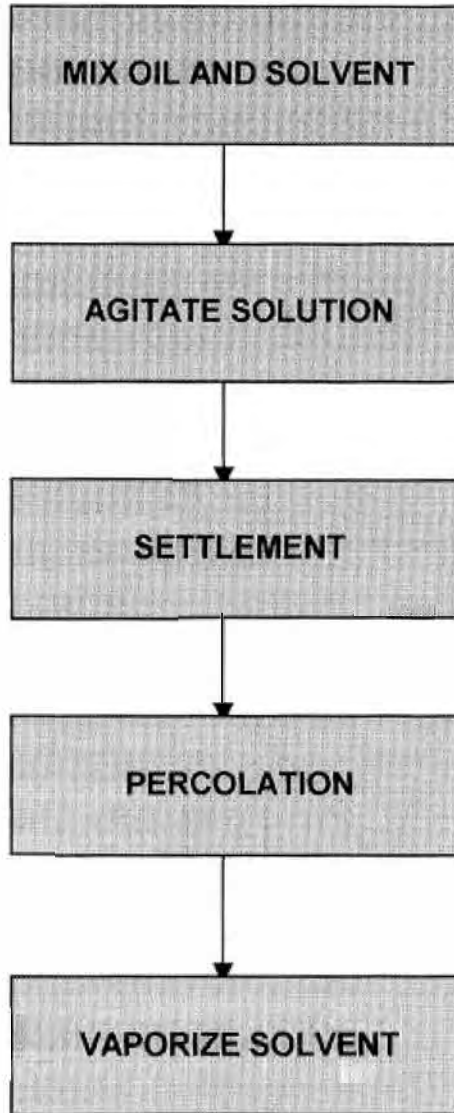
Después de la separación y vaporización del propano en el tanque (44), el aceite regenerado se sale por el fondo a través de la válvula (46).

El proceso es repetido de acuerdo al producto deseado. El aceite extraído del tanque (44) es medioambientalmente seguro habiendo sido descontaminado de todo el lodo, suciedad, metales y otros contaminantes, y es conveniente reusado en cualquier capacidad tal como el aceite virgen.

Esta invención puede ser incluida en otras formas específicas quien elimina las características esenciales. Por consiguiente, la presente invención, serán consideradas en todo lo que respecta; ilustrativo y no restrictivo, el alcance de la invención es definido por la razón de las demandas de la descripción anterior, y todos los cambios que vienen de quien significaría y el rango de equivalencia de las demandas formarán parte de ello.



**FIG 1**



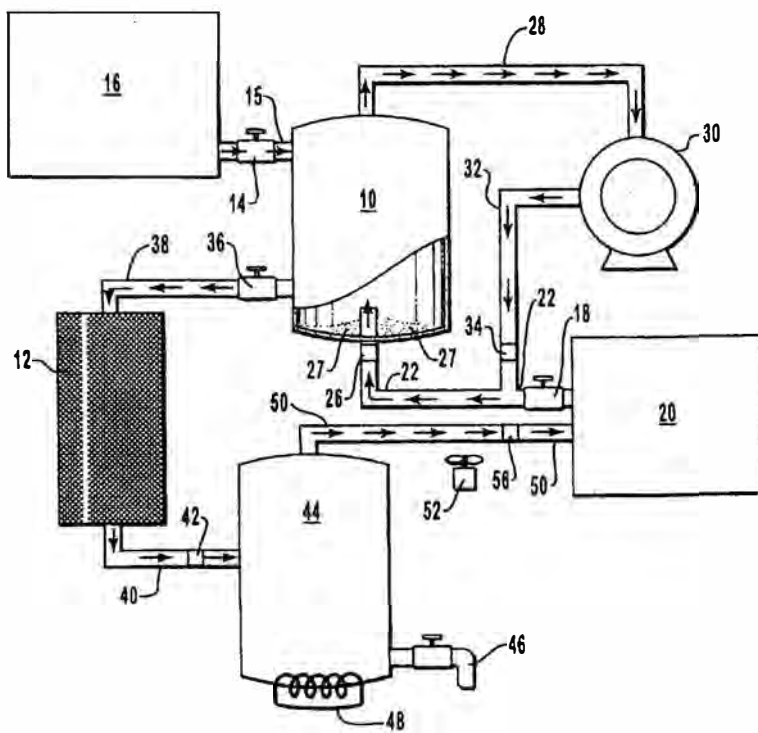
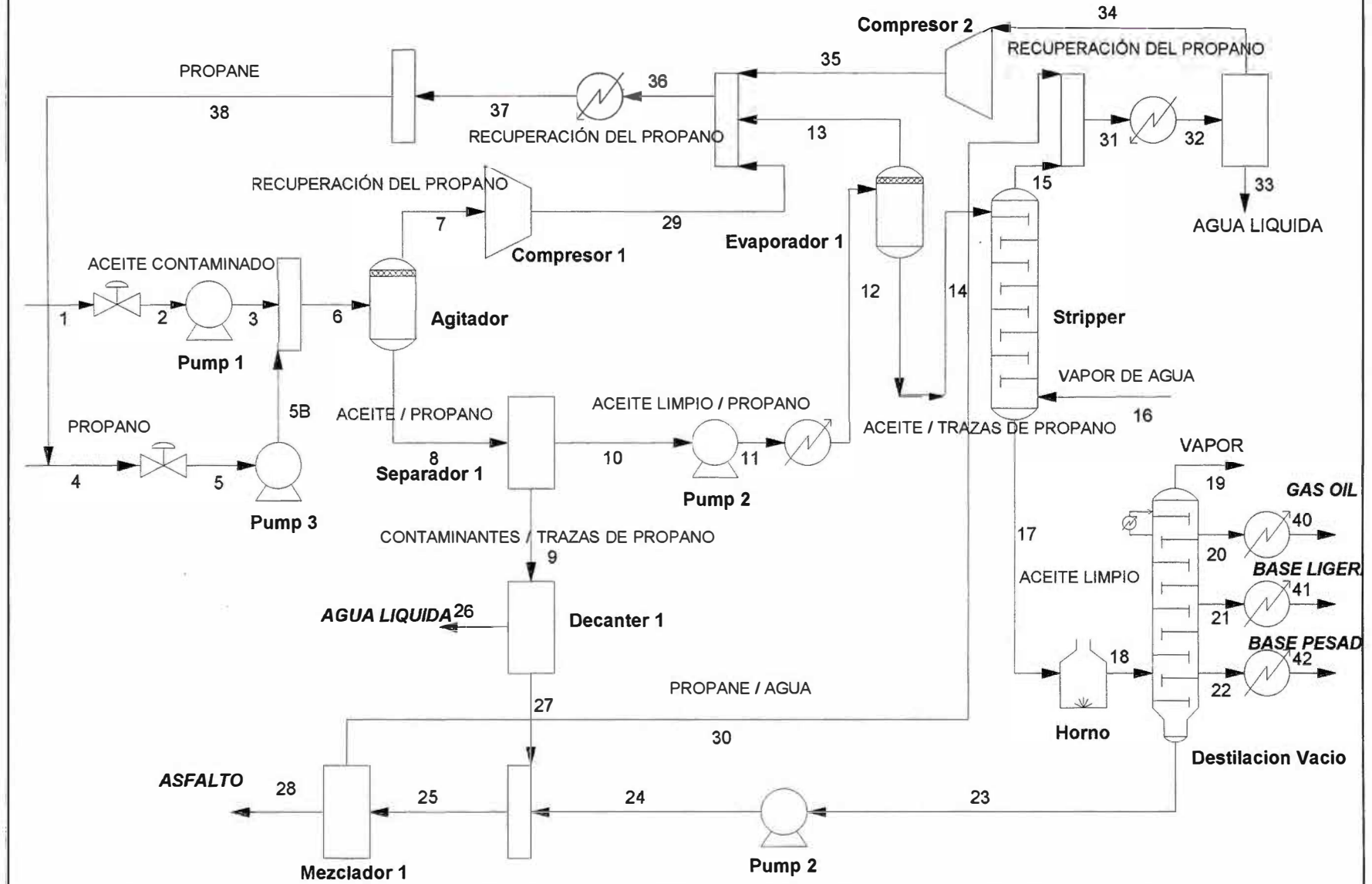


FIG. 2

## **ANEXO VI**

### **CORRIDAS DEL SIMULADOR DESIGN II**

# RECICLAJE DE ACEITES LUBRICANTES USADOS



## STREAM 1 (ACEITE CONTAMINADO)

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	2.893	0.002	0.000	52.112	48.023	
PROPANE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
OXIDE	0.426	0.426	0.000	72.576	7.079	
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.028	0.028	0.000	8.851	0.457	
703 F ABP	0.046	0.046	0.000	15.550	0.756	
733 F ABP	0.036	0.036	0.000	13.205	0.605	
763 F ABP	0.035	0.035	0.000	13.315	0.575	
793 F ABP	0.033	0.033	0.000	13.423	0.547	
828 F ABP	0.042	0.042	0.000	18.062	0.690	
868 F ABP	0.411	0.411	0.000	192.214	6.828	
908 F ABP	0.555	0.555	0.000	278.318	9.214	
948 F ABP	0.640	0.640	0.000	343.495	10.622	
988 F ABP	0.371	0.371	0.000	212.954	6.165	
1028 F ABP	0.274	0.274	0.000	167.705	4.555	
1068 F ABP	0.066	0.066	0.000	42.996	1.098	
1108 F ABP	0.051	0.051	0.000	35.198	0.847	
1148 F ABP	0.049	0.049	0.000	35.495	0.807	
1188 F ABP	0.046	0.046	0.000	35.787	0.770	
1218 F ABP	0.022	0.022	0.000	17.515	0.362	
<b>Total</b>	<b>6.023</b>	<b>3.133</b>	<b>0.000</b>	<b>1568.770</b>	<b>100.000</b>	
<b>Total (lb/hr)</b>	<b>1568.770</b>					

## PROPERTIES

Temperature	F	77		
Pressure	psia	14.7		
Enthalpy	btu/hr	-234035		
Vapor Fraction		0		
		<b>TOTAL</b>	<b>LIQUID</b>	<b>WATER</b>
Flowrate	lbmol/hr	6.0234	3.1331	2.89
Molecular Weight		260.4469	484.0941	18.015
Enthalpy	btu/lbmole	-38854.39	-57630.57	-18556.85
Entropy	btu/lbmo/R	-34.1051	-40.1404	-29.652
Cp	btu/lbmol/R		234.4821	17.987
Cv	btu/lbmol/R		231.2396	17.797
Cp/Cv			1.014	1.011
Density	lb/ft3		55.7125	62.244
Z-Factor			0.022181	0.000739
Flowrate (T-P)	gal/min		3.3943	0.104
Specific Gravity	GPA STP		0.900199	1
Viscosity	cP		1690.9658	0.891
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F		0.07792	0.351
Surface Tension	dyne/cm		34.5971	
Critical Temperature	F	944		
Critical Pressure	psia	1629		

## STREAM 2 (ACEITE CONTAMINADO)

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	2.893	0.002	0.000	52.112	48.023	
PROPANE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
OXIDE	0.426	0.426	0.000	72.576	7.079	
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.028	0.028	0.000	8.851	0.457	
703 F ABP	0.046	0.046	0.000	15.550	0.756	
733 F ABP	0.036	0.036	0.000	13.205	0.605	
763 F ABP	0.035	0.035	0.000	13.315	0.575	
793 F ABP	0.033	0.033	0.000	13.423	0.547	
828 F ABP	0.042	0.042	0.000	18.062	0.690	
868 F ABP	0.411	0.411	0.000	192.214	6.828	
908 F ABP	0.555	0.555	0.000	278.318	9.214	
948 F ABP	0.640	0.640	0.000	343.495	10.622	
988 F ABP	0.371	0.371	0.000	212.954	6.165	
1028 F ABP	0.274	0.274	0.000	167.705	4.555	
1068 F ABP	0.066	0.066	0.000	42.996	1.098	
1108 F ABP	0.051	0.051	0.000	35.198	0.847	
1148 F ABP	0.049	0.049	0.000	35.495	0.807	
1188 F ABP	0.046	0.046	0.000	35.787	0.770	
1218 F ABP	0.022	0.022	0.000	17.515	0.362	
<b>Total</b>	<b>6.023</b>	<b>3.133</b>	<b>0.000</b>	<b>1568.770</b>	<b>100.000</b>	
<b>Total (lb/hr)</b>	<b>1568.770</b>					

### PROPERTIES

Temperature	F	77		
Pressure	psia	14.7		
Enthalpy	btu/hr	-234035		
Vapor Fraction		0		
		<b>TOTAL</b>	<b>LIQUID</b>	<b>WATER</b>
Flowrate	lbmol/hr	6.0234	3.1331	2.89
Molecular Weight		260.4469	484.0941	18.015
Enthalpy	btu/lbmole	-38854.39	-57630.57	-18556.85
Entropy	btu/lbmole/R	-34.1051	-40.1404	-29.652
Cp	btu/lbmole/R		234.4821	17.987
Cv	btu/lbmole/R		231.2396	17.797
Cp/Cv			1.014	1.011
Density	lb/ft <sup>3</sup>		55.7125	62.244
Z-Factor			0.022181	0.000739
Flowrate (T-P)	gal/min		3.3943	0.104
Specific Gravity	GPA STP		0.900199	
Viscosity	cP		1690.9658	0.891
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F		0.07792	0.351
Surface Tension	dyne/cm		34.5971	
Critical Temperature (Kay)	F	944		
Critical Pressure (Kay's R)	psia	1629		

### STREAM 3 (ACEITE CONTAMINADO)

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	2.893	0.002	0.000	52.112	48.023	
PROPANE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
OXIDE	0.426	0.426	0.000	72.576	7.079	
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.028	0.028	0.000	8.851	0.457	
703 F ABP	0.046	0.046	0.000	15.550	0.756	
733 F ABP	0.036	0.036	0.000	13.205	0.605	
763 F ABP	0.035	0.035	0.000	13.315	0.575	
793 F ABP	0.033	0.033	0.000	13.423	0.547	
828 F ABP	0.042	0.042	0.000	18.062	0.690	
868 F ABP	0.411	0.411	0.000	192.214	6.828	
908 F ABP	0.555	0.555	0.000	278.318	9.214	
948 F ABP	0.640	0.640	0.000	343.495	10.622	
988 F ABP	0.371	0.371	0.000	212.954	6.165	
1028 F ABP	0.274	0.274	0.000	167.705	4.555	
1068 F ABP	0.066	0.066	0.000	42.996	1.098	
1108 F ABP	0.051	0.051	0.000	35.198	0.847	
1148 F ABP	0.049	0.049	0.000	35.495	0.807	
1188 F ABP	0.046	0.046	0.000	35.787	0.770	
1218 F ABP	0.022	0.022	0.000	17.515	0.362	
<b>Total</b>	<b>6.023</b>	<b>3.133</b>	<b>0.000</b>	<b>1,568.770</b>	<b>100.000</b>	
<b>Total (lb/hr)</b>	<b>1,568.770</b>					

### PROPERTIES

Temperature	F	68.313		
Pressure	psia	113.79		
Enthalpy	btu/hr	-233214		
Vapor Fraction		0		
		<b>TOTAL</b>	<b>LIQUID</b>	<b>WATER</b>
Flowrate	lbmol/hr	6.0234	3.1331	2.89
Molecular Weight		260.4469	484.0941	18.015
Enthalpy	btu/lbmole	-38718.08	-57373.34	-18546.34
Entropy	btu/lbmo/R	-34.0417	-40.0275	-29.642
Cp	btu/lbmol/R		234.5258	17.979
Cv	btu/lbmol/R		231.0843	17.784
Cp/Cv			1.0149	1.011
Density	lb/ft3		55.8279	62.26
Z-Factor			0.171243	0.005714
Flowrate (T-P)	gal/min		3.3873	0.104
Specific Gravity	GPA STP		0.900199	
Viscosity	cP		1671.9548	0.887
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F		0.077892	0.351
Surface Tension	dyne/cm		34.585	
Critical Temperature (Kay)	F	944		
Critical Pressure (Kay's R)	psia	1629		

## STREAM 4 (PROPANO)

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
PROPANE	199.936	199.936	0.000	8,815.980	100.00	
OXIDE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
703 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
733 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
763 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
793 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
828 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
868 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
908 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
948 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
988 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1028 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1068 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1108 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1148 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1188 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1218 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
<b>Total</b>	<b>199.936</b>	<b>199.936</b>	<b>0.000</b>	<b>8,815.980</b>	<b>100.000</b>	
<b>Total (lb/hr)</b>	<b>8,815.980</b>					

## PROPERTIES

Temperature	F	77
Pressure	psia	147
Enthalpy	btu/hr	-1245380
Vapor Fraction		0

		TOTAL	LIQUID
Flowrate	lbmol/hr	199.936	199.936
Molecular Weight		44.094	44.094
Enthalpy	btu/lbmole	-6228.877	-6228.877
Entropy	btu/lbmo/R	-15.7024	-15.7024
Cp	btu/lbmol/R		30.59
Cv	btu/lbmol/R		21.7785
Cp/Cv			1.4046
Density	lb/ft3		30.6704
Z-Factor			0.0367
Flowrate (T-P)	gal/min		35.8393
Specific Gravity	GPA STP		0.507565
Viscosity	cP		0.1128
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F		0.089582
Surface Tension	dyne/cm		6.8744
Critical Temperature	F	206	
Critical Pressure	psia	617	



## STREAM 5 (PROPANO)

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
PROPANE	199.936	199.936	0.000	8,815.98	100.00	
OXIDE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
703 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
733 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
763 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
793 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
828 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
868 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
908 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
948 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
988 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1028 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1068 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1108 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1148 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1188 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1218 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
<b>Total</b>	199.936	199.936	0.000	8,815.980	100.000	
<b>Total (lb/hr)</b>	8,815.980					

### PROPERTIES

Temperature	F	77
Pressure	psia	147
Enthalpy	btu/hr	-1245380
Vapor Fraction		0

		TOTAL	LIQUID
Flowrate	lbmol/hr	199.936	199.936
Molecular Weight		44.094	44.094
Enthalpy	btu/lbmole	-6228.877	-6228.877
Entropy	btu/lbmo/R	-15.7024	-15.7024
Cp	btu/lbmol/R		30.59
Cv	btu/lbmol/R		21.7785
Cp/Cv			1.4046
Density	lb/ft3		30.6704
Z-Factor			0.0367
Flowrate (T-P)	gal/min		35.8393
Specific Gravity	GPA STP		0.507565
Viscosity	cP		0.1128
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F		0.089582
Surface Tension	dyne/cm		6.8744
Critical Temperature	F	206	
Critical Pressure	psia	617	

## STREAM 5B (PROPANO)

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
PROPANE	199.936	199.936	0.000	8,815.980	100.000	
OXIDE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
703 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
733 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
763 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
793 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
828 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
868 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
908 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
948 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
988 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1028 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1068 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1108 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1148 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1188 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1218 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
<b>Total</b>	199.936	199.936	0.000	8,815.980	100.000	
<b>Total (lb/hr)</b>	8,815.980					

### PROPERTIES

Temperature	F	77.205
Pressure	psia	164.6
Enthalpy	btu/hr	-1244440
Vapor Fraction		0

		TOTAL	LIQUID
Flowrate	lbmol/hr	199.936	199.936
Molecular Weight		44.094	44.094
Enthalpy	btu/lbmole	-6224.175	-6224.175
Entropy	btu/lbmo/R	-15.7031	-15.7031
Cp	btu/lbmol/R		30.5336
Cv	btu/lbmol/R		21.7739
Cp/Cv			1.4023
Density	lb/ft3		30.6894
Z-Factor			0.041052
Flowrate (T-P)	gal/min		35.8171
Specific Gravity	GPA STP		0.507565
Viscosity	cP		0.112844
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F		0.089572
Surface Tension	dyne/cm		6.861
Critical Temperature (Kay's F)	F	206	
Critical Pressure (Kay's Rule)	psia	617	

**STREAM 6 (MEZCLA ACEITE / PROPANO)**

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	2.893	0.100	0.046	52.112	1.405	5.672
PROPANE	199.936	184.848	15.088	8,815.98	97.075	1.014
OXIDE	0.426	0.426	0.000	72.576	0.207	0.000
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.028	0.028	0.000	8.851	0.013	
703 F ABP	0.046	0.046	0.000	15.550	0.022	
733 F ABP	0.036	0.036	0.000	13.205	0.018	
763 F ABP	0.035	0.035	0.000	13.315	0.017	
793 F ABP	0.033	0.033	0.000	13.423	0.016	
828 F ABP	0.042	0.042	0.000	18.062	0.020	
868 F ABP	0.411	0.411	0.000	192.214	0.200	
908 F ABP	0.555	0.555	0.000	278.318	0.269	
948 F ABP	0.640	0.640	0.000	343.495	0.311	
988 F ABP	0.371	0.371	0.000	212.954	0.180	
1028 F ABP	0.274	0.274	0.000	167.705	0.133	
1068 F ABP	0.066	0.066	0.000	42.996	0.032	
1108 F ABP	0.051	0.051	0.000	35.198	0.025	
1148 F ABP	0.049	0.049	0.000	35.495	0.024	
1188 F ABP	0.046	0.046	0.000	35.787	0.023	
1218 F ABP	0.022	0.022	0.000	17.515	0.011	
<b>Total</b>	<b>205.959</b>	<b>188.079</b>	<b>15.133</b>	<b>10,384.8</b>	<b>100.000</b>	
<b>Total (lb/hr)</b>	<b>10,384.800</b>					

**PROPERTIES**

Temperature	F	64.229
Pressure	psia	113.79
Enthalpy	btu/hr	-1477690
Vapor Fraction		0.0734773

		TOTAL	VAPOR	LIQUID	WATER
Flowrate	lbmol/hr	205.9594	15.1333	188.0788	2.747
Molecular Weight		50.4213	44.0155	51.4101	18.015
Enthalpy	btu/lbmole	-7174.665	108.0458	-7592.136	-18781.54
Entropy	btu/lbmo/R	-16.0619	-3.5142	-16.8978	-30.085
Cp	btu/lbmol/R		18.9814	31.6086	17.976
Cv	btu/lbmol/R		15.6429	23.6354	17.881
Cp/Cv			1.2134	1.3373	1.005
Density	lb/ft3		1.034	32.9323	62.362
Z-Factor			0.86169	0.031599	0.005847
Flowrate (T-P)	ft3/sec		0.178952		
Flowrate (T-P)	gal/min			36.6079	0.099
Flowrate (STP)	mmscfd		0.137808		
Specific Gravity	GPA STP			0.544893	
Viscosity	cP		0.008619	0.13876	1.056
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F		0.011983	0.088416	0.344
Surface Tension	dyne/cm			8.2121	
Critical Temperature	F	228			
Critical Pressure	psia	647			

## STREAM 7 (RECUPERACIÓN DEL PROPANO)

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
PROPANE	15.012	0.000	15.012	661.916	100.000	
OXIDE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
703 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
733 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
763 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
793 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
828 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
868 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
908 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
948 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
988 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1028 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1068 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1108 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1148 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1188 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1218 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
<b>Total</b>	<b>15.012</b>	<b>0.000</b>	<b>15.012</b>	<b>661.916</b>	<b>100.000</b>	
<b>Total (lb/hr)</b>	<b>661.916</b>					

### PROPERTIES

Temperature	F	64.229
Pressure	psia	113.79
Enthalpy	btu/hr	1635.1
Vapor Fraction		

		TOTAL	VAPOR
Flowrate	lbmol/hr	15.1333	15.1333
Molecular Weight		44.0155	44.0155
Enthalpy	btu/lbmole	108.0472	108.0472
Entropy	btu/lbmol/R	-3.5142	-3.5142
Cp	btu/lbmol/R		18.9819
Cv	btu/lbmol/R		15.6433
Cp/Cv			1.2134
Density	lb/ft3		1.034
Z-Factor			0.86169
Flowrate (T-P)	ft3/sec		0.178952
Flowrate (STP)	mmscfd		0.137808
Viscosity	cP		0.008619
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F		0.011983
Critical Temperature (Kay)	F	208	
Critical Pressure (Kay's R <sub>i</sub> )	psia	625	

## STREAM 8 (MEZCLA ACEITE / PROPANO)

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	2.893	2.893	0.000	52.112	1.492	5.672
PROPANE	184.925	184.925	0.997	8,154.060	96.867	1.014
OXIDE	0.426	0.000	0.000	72.576	0.223	0.000
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.028	0.028	0.000	8.851	0.014	
703 F ABP	0.046	0.046	0.000	15.550	0.024	
733 F ABP	0.036	0.036	0.000	13.205	0.019	
763 F ABP	0.035	0.035	0.000	13.315	0.018	
793 F ABP	0.033	0.033	0.000	13.423	0.017	
828 F ABP	0.042	0.042	0.000	18.062	0.022	
868 F ABP	0.411	0.411	0.000	192.214	0.216	
908 F ABP	0.555	0.555	0.000	278.318	0.291	
948 F ABP	0.640	0.640	0.000	343.495	0.335	
988 F ABP	0.371	0.371	0.000	212.954	0.195	
1028 F ABP	0.274	0.274	0.000	167.705	0.144	
1068 F ABP	0.066	0.066	0.000	42.996	0.035	
1108 F ABP	0.051	0.051	0.000	35.198	0.027	
1148 F ABP	0.049	0.049	0.000	35.495	0.025	
1188 F ABP	0.046	0.046	0.000	35.787	0.024	
1218 F ABP	0.022	0.022	0.000	17.515	0.011	
<b>Total</b>	<b>190.949</b>	<b>190.522</b>	<b>1.000</b>	<b>9,722.832</b>	<b>100.000</b>	
<b>Total (lb/hr)</b>	<b>9,722.832</b>					

### PROPERTIES

Temperature	F	64.229
Pressure	psia	113.79
Enthalpy	btu/hr	-1479320
Vapor Fraction		0

		TOTAL	VAPOR	LIQUID	WATER
Flowrate	lbmol/hr	190.8261	0	188.0789	2.747
Molecular Weight		50.9294	44.0155	51.4101	18.015
Enthalpy	btu/lbmole	-7752.211	108.0468	-7592.131	-18781.54
Entropy	btu/lbmo/R	-17.057		-16.8978	-30.085
Cp	btu/lbmol/R			31.6082	17.976
Cv	btu/lbmol/R			23.635	17.881
Cp/Cv				1.3373	1.005
Density	lb/ft3			32.9323	62.362
Z-Factor				0.031599	0.005847
Flowrate (T-P)	gal/min			36.6079	0.099
Specific Gravity	GPA STP			0.544893	
Viscosity	cP			0.13876	1.056
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F			0.088416	0.344
Surface Tension	dyne/cm			8.2121	
Critical Temperature (Kay)	F	229			
Critical Pressure (Kay's R)	psia	649			

## STREAM 9 (CONTAMINANTES, AGUA Y TRAZAS DE PROPANO)

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	2.835	2.835	0.000	51.070	39.145	
PROPANE	3.920	3.920	0.000	172.848	54.997	
OXIDE	0.417	0.000	0.000	71.124	5.857	
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
703 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
733 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
763 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
793 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
828 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
868 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
908 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
948 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
988 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1028 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1068 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1108 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1148 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1188 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1218 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
<b>Total</b>	<b>7.172</b>	<b>6.755</b>	<b>0.000</b>	<b>295.042</b>	<b>100.000</b>	
<b>Total (lb/hr)</b>	<b>295.042</b>					

### PROPERTIES

Temperature	F	64.229
Pressure	psia	113.79
Enthalpy	btu/hr	-92088
Vapor Fraction		0

		TOTAL	LIQUID	WATER
Flowrate	lbmol/hr	7.2731	4.4284	2.845
Molecular Weight		41.2725	56.2126	18.015
Enthalpy	btu/lbmole	-12661.58	-8775.211	-18781.54
Entropy	btu/lbmo/R	-21.6473	-17.5953	-30.085
Cp	btu/lbmol/R		29.9374	17.976
Cv	btu/lbmol/R		22.7303	17.881
Cp/Cv			1.3171	1.005
Density	lb/ft3		37.5939	62.362
Z-Factor			0.030266	0.005847
Flowrate (T-P)	gal/min		0.825593	0.102
Specific Gravity	GPA STP		0.600019	
Viscosity	cP		0.16162	1.056
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F		0.086239	0.344
Surface Tension	dyne/cm		10.8115	
Critical Temperature	F	443		
Critical Pressure	psia	1618		

**STREAM 10 (ACEITE LIBRE DE IMPUREZAS Y PROPANO)**

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
PROPANE	180.925	180.925	0.999	7,977.690	98.526	1.014
OXIDE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.028	0.028	0.000	8.851	0.015	0.000
703 F ABP	0.046	0.046	0.000	15.550	0.025	0.000
733 F ABP	0.036	0.036	0.000	13.205	0.020	0.000
763 F ABP	0.035	0.035	0.000	13.315	0.019	0.000
793 F ABP	0.033	0.033	0.000	13.423	0.018	
828 F ABP	0.042	0.042	0.000	18.062	0.023	
868 F ABP	0.411	0.411	0.000	192.214	0.224	
908 F ABP	0.555	0.555	0.000	278.318	0.302	
948 F ABP	0.640	0.640	0.000	343.495	0.349	
988 F ABP	0.371	0.371	0.000	212.954	0.202	
1028 F ABP	0.274	0.274	0.000	167.705	0.149	
1068 F ABP	0.066	0.066	0.000	42.996	0.036	
1108 F ABP	0.051	0.051	0.000	35.198	0.028	
1148 F ABP	0.049	0.049	0.000	35.495	0.026	
1188 F ABP	0.046	0.046	0.000	35.787	0.025	
1218 F ABP	0.013	0.013	0.000	10.500	0.012	
<b>Total</b>	<b>183.621</b>	<b>183.621</b>	<b>1.000</b>	<b>9,414.760</b>	<b>100.000</b>	
<b>Total (lb/hr)</b>	<b>9,414.760</b>					

**PROPERTIES**

Temperature	F	64.229
Pressure	psia	113.79
Enthalpy	btu/hr	-1387910
Vapor Fraction		0

		TOTAL	VAPOR	LIQUID
Flowrate	lbmol/hr	183.5531	0	183.5531
Molecular Weight		51.312	44.094	51.312
Enthalpy	btu/lbmole	-7561.37	108.784	-7561.37
Entropy	btu/lbmo/R	-16.9034		-16.9034
Cp	btu/lbmol/R			31.616
Cv	btu/lbmol/R			23.614
Cp/Cv				1.3389
Density	lb/ft3			32.8028
Z-Factor				0.031663
Flowrate (T-P)	gal/min			35.7996
Specific Gravity	GPA STP			0.543527
Viscosity	cP			0.138029
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F			0.088475
Surface Tension	dyne/cm			8.1143
Critical Temperature	F	221		
Critical Pressure	psia	610		

## STREAM 11 (ACEITE LIBRE DE IMPUREZAS Y PROPANO)

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
PROPANE	180.925	180.925	0.999	7,977.690	98.526	1.014
OXIDE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.028	0.028	0.000	8.851	0.015	0.000
703 F ABP	0.046	0.046	0.000	15.550	0.025	0.000
733 F ABP	0.036	0.036	0.000	13.205	0.020	0.000
763 F ABP	0.035	0.035	0.000	13.315	0.019	0.000
793 F ABP	0.033	0.033	0.000	13.423	0.018	
828 F ABP	0.042	0.042	0.000	18.062	0.023	
868 F ABP	0.411	0.411	0.000	192.214	0.224	
908 F ABP	0.555	0.555	0.000	278.318	0.302	
948 F ABP	0.640	0.640	0.000	343.495	0.349	
988 F ABP	0.371	0.371	0.000	212.954	0.202	
1028 F ABP	0.274	0.274	0.000	167.705	0.149	
1068 F ABP	0.066	0.066	0.000	42.996	0.036	
1108 F ABP	0.051	0.051	0.000	35.198	0.028	
1148 F ABP	0.049	0.049	0.000	35.495	0.026	
1188 F ABP	0.046	0.046	0.000	35.787	0.025	
1218 F ABP	0.013	0.013	0.000	10.500	0.012	
Total	183.621	183.621	1.000	9,414.760	100.000	
Total (lb/hr)	9,414.760					

### PROPERTIES

Temperature	F	66.287
Pressure	psia	294.7
Enthalpy	btu/hr	-1374550
Vapor Fraction		0

		TOTAL	VAPOR	LIQUID
Flowrate	lbmol/hr	183.5531	0	183.5531
Molecular Weight		51.312	44.094	51.312
Enthalpy	btu/lbmole	-7488.58	-6556.749	-7488.582
Entropy	btu/lbmo/R	-16.8692		-16.8692
Cp	btu/lbmol/R			31.3851
Cv	btu/lbmol/R			23.729
Cp/Cv				1.3226
Density	lb/ft3			32.9712
Z-Factor				0.081266
Flowrate (T-P)	gal/min			35.6167
Specific Gravity	GPA STP			0.543527
Viscosity	cP			0.138154
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F			0.088368
Surface Tension	dyne/cm			7.9775
Critical Temperature	F	221		
Critical Pressure	psia	610		



**STREAM 12 (ACEITE LIBRE DE IMPUREZAS Y PROPANO)**

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
PROPANE	180.925	1.972	178.952	7,977.690	98.526	2.371
OXIDE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.028	0.027	0.000	8.851	0.015	0.000
703 F ABP	0.046	0.045	0.000	15.550	0.025	0.000
733 F ABP	0.036	0.036	0.000	13.205	0.020	0.000
763 F ABP	0.035	0.035	0.000	13.315	0.019	0.000
793 F ABP	0.033	0.033	0.000	13.423	0.018	0.000
828 F ABP	0.042	0.042	0.000	18.062	0.023	0.000
868 F ABP	0.411	0.411	0.000	192.214	0.224	
908 F ABP	0.555	0.555	0.000	278.318	0.302	0.000
948 F ABP	0.640	0.640	0.000	343.495	0.349	0.000
988 F ABP	0.371	0.371	0.000	212.954	0.202	0.000
1028 F ABP	0.274	0.274	0.000	167.705	0.149	
1068 F ABP	0.066	0.066	0.000	42.996	0.036	
1108 F ABP	0.051	0.051	0.000	35.198	0.028	
1148 F ABP	0.049	0.049	0.000	35.495	0.026	
1188 F ABP	0.046	0.046	0.000	35.787	0.025	
1218 F ABP	0.013	0.013	0.000	10.500	0.012	
Total	183.621	4.668	178.952	9,414.760	100.000	
Total (lb/hr)	9,414.760					

**PROPERTIES**

Temperature	F	250		
Pressure	psia	294.7		
Enthalpy	btu/hr	590481		
Vapor Fraction		0.97452		
		<b>TOTAL</b>	<b>VAPOR</b>	<b>LIQUID</b>
Flowrate	lbmol/hr	183.5531	178.8761	4.6769
Molecular Weight		51.312	44.0945	327.3571
Enthalpy	btu/lbmole	3216.9507	3511.5208	-8049.259
Entropy	btu/lbmo/R	0.826755	0.357465	18.7754
Cp	btu/lbmol/R		24.2511	192.1283
Cv	btu/lbmol/R		20.609	185.335
Cp/Cv			1.1767	1.0367
Density	lb/ft3		2.0013	47.1185
Z-Factor			0.852674	0.268874
Flowrate (T-P)	ft3/sec		1.0947	
Flowrate (T-P)	gal/min			4.0514
Flowrate (STP)	mmscfd		1.6289	
Specific Gravity	GPA STP			0.855935
Viscosity	cP		0.011624	5.7482
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F		0.021396	0.065116
Surface Tension	dyne/cm			15.2914
Critical Temperature	F	221		
Critical Pressure	psia	610		

## STREAM 13 (RECUPERACIÓN DEL PROPANO)

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
PROPANE	178.952	0.000	178.952	7,890.710	100.000	
OXIDE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.031	0.000	
703 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.030	0.000	
733 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.014	0.000	
763 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000	
793 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	
828 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
868 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	
908 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
948 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
988 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1028 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1068 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1108 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1148 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1188 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1218 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
<b>Total</b>	<b>178.952</b>	<b>0.000</b>	<b>178.952</b>	<b>7,890.797</b>	<b>100.000</b>	
<b>Total (lb/hr)</b>	<b>7,890.797</b>					

### PROPERTIES

Temperature	F	250	
Pressure	psia	294.7	
Enthalpy	btu/hr	628127	
Vapor Fraction		1	
		<b>TOTAL</b>	<b>VAPOR</b>
Flowrate	lbmol/hr	178.8761	178.8761
Molecular Weight		44.0945	44.0945
Enthalpy	btu/lbmole	3511.5203	3511.52
Entropy	btu/lbmo/R	0.357465	0.357465
Cp	btu/lbmol/R		24.2511
Cv	btu/lbmol/R		20.609
Cp/Cv			1.1767
Density	lb/ft3		2.0013
Z-Factor			0.852674
Flowrate (T-P)	ft3/sec		1.0947
Flowrate (STP)	mmscfd		1.6289
Viscosity	cP		0.011624
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F		0.021396
Critical Temperature (Kay's)	F	206	
Critical Pressure (Kay's Rul)	psia	617	

**STREAM 14 (ACEITE CON TRAZAS DE PROPANO)**

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
PROPANE	1.972	1.972	1.000	86.974	42.174	2.371
OXIDE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.003
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.027	0.027	0.000	8.821	0.587	0.000
703 F ABP	0.045	0.045	0.000	15.521	0.972	0.000
733 F ABP	0.036	0.036	0.000	13.192	0.778	0.000
763 F ABP	0.035	0.035	0.000	13.308	0.740	0.000
793 F ABP	0.033	0.033	0.000	13.419	0.705	0.000
828 F ABP	0.042	0.042	0.000	18.062	0.889	0.000
868 F ABP	0.411	0.411	0.000	192.213	8.793	
908 F ABP	0.555	0.555	0.000	278.318	11.866	0.000
948 F ABP	0.640	0.640	0.000	343.495	13.680	0.000
988 F ABP	0.371	0.371	0.000	212.954	7.940	0.000
1028 F ABP	0.274	0.274	0.000	167.705	5.866	0.000
1068 F ABP	0.066	0.066	0.000	42.996	1.414	
1108 F ABP	0.051	0.051	0.000	35.198	1.091	
1148 F ABP	0.049	0.049	0.000	35.495	1.039	
1188 F ABP	0.046	0.046	0.000	35.787	0.992	
1218 F ABP	0.013	0.013	0.000	10.500	0.467	
<b>Total</b>	<b>4.668</b>	<b>4.668</b>	<b>1.000</b>	<b>1,523.958</b>	<b>100.000</b>	
<b>Total (lb/hr)</b>	<b>1,523.958</b>					

**PROPERTIES**

Temperature	F	250
Pressure	psia	294.7
Enthalpy	btu/hr	-37646
Vapor Fraction		0

		TOTAL	VAPOR	LIQUID
Flowrate	lbmol/hr	4.6769	0	4.6769
Molecular Weight		327.3571	44.0945	327.3571
Enthalpy	btu/lbmole	-8049.255	3511.52	-8049.259
Entropy	btu/lbmo/R	18.7754		18.7754
Cp	btu/lbmol/R			192.129
Cv	btu/lbmol/R			185.3352
Cp/Cv				1.0367
Density	lb/ft3			47.1185
Z-Factor				0.268874
Flowrate (T-P)	gal/min			4.0514
Specific Gravity	GPA STP			0.855935
Viscosity	cP			5.7481
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F			0.065116
Surface Tension	dyne/cm			15.2914
Critical Temperature	F	784		
Critical Pressure	psia	339		

## STREAM 15 (RECUPERACIÓN DEL PROPANO)

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	0.816	0.000	14.700	14.700	28.536	
PROPANE	1.972	0.000	1.972	86.970	71.463	
OXIDE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
703 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
733 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
763 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
793 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
828 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
868 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
908 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
948 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
988 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1028 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1068 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1108 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1148 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1188 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1218 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
<b>Total</b>	<b>2.788</b>	<b>0.000</b>	<b>16.672</b>	<b>101.670</b>	<b>100.000</b>	
<b>Total (lb/hr)</b>	<b>101.670</b>					

### PROPERTIES

Temperature	F	238.78
Pressure	psia	14.696
Enthalpy	btu/hr	9027.9
Vapor Fraction		

		TOTAL	VAPOR
Flowrate	lbmol/hr	2.76	2.76
Molecular Weight		36.6534	36.6534
Enthalpy	btu/lbmole	3271.0068	3271.0068
Entropy	btu/lbmo/R	6.7243	6.7243
Cp	btu/lbmol/R		17.9604
Cv	btu/lbmol/R		15.9224
Cp/Cv			1.128
Density	lb/ft3		0.072349
Z-Factor			0.993444
Flowrate (T-P)	ft3/sec		0.388404
Flowrate (STP)	mmscfd		0.025133
Viscosity	cP		0.010153
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F		0.019067
Critical Temperature (Kay's)	F	349	
Critical Pressure (Kay's Rul)	psia	1354	

## STREAM 16 (VAPOR DE AGUA)

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	0.816	0.000	0.816	14.700	100.000	
PROPANE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
OXIDE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
703 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
733 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
763 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
793 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
828 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
868 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
908 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
948 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
988 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1028 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1068 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1108 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1148 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1188 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1218 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
<b>Total</b>	<b>0.816</b>	<b>0.000</b>	<b>0.816</b>	<b>14.700</b>	<b>100.000</b>	
<b>Total (lb/hr)</b>	<b>14.700</b>					

### PROPERTIES

Temperature F 735  
 Pressure psia 35  
 Enthalpy btu/hr 4773.3  
 Vapor Fraction 1

#### TOTAL VAPOR

Flowrate	lbmol/hr	0.816	0.816
Molecular Weight		18.0153	18.0153
Enthalpy	btu/lbmole	5849.8701	5849.8701
Entropy	btu/lbmo/R	3.6421	3.6421
Cp	btu/lbmol/R		8.9255
Cv	btu/lbmol/R		6.9016
Cp/Cv			1.2932
Density	lb/ft3		0.049345
Z-Factor			0.996834
Flowrate (T-P)	ft3/sec		0.082751
Flowrate (STP)	mmscfd		0.00743
Viscosity	cP		0.024052
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F		0.033368
Critical Temperature (Kay's	F	705	
Critical Pressure (Kay's Rul	psia	3199	

## STREAM 17 (ACEITE LIMPIO)

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000
PROPANE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
OXIDE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.026	0.026	0.000	8.267	1.005	0.000
703 F ABP	0.045	0.045	0.000	15.525	1.664	0.000
733 F ABP	0.036	0.036	0.000	13.196	1.332	0.000
763 F ABP	0.035	0.035	0.000	13.313	1.267	0.000
793 F ABP	0.033	0.033	0.000	13.425	1.207	0.000
828 F ABP	0.042	0.042	0.000	18.069	1.521	0.000
868 F ABP	0.411	0.411	0.000	192.288	15.054	
908 F ABP	0.555	0.555	0.000	278.427	20.315	0.000
948 F ABP	0.640	0.640	0.000	343.630	23.420	0.000
988 F ABP	0.371	0.371	0.000	213.038	13.592	0.000
1028 F ABP	0.274	0.274	0.000	167.771	10.043	
1068 F ABP	0.066	0.066	0.000	43.013	2.421	
1108 F ABP	0.051	0.051	0.000	35.212	1.868	
1148 F ABP	0.049	0.049	0.000	35.509	1.779	
1188 F ABP	0.046	0.046	0.000	35.801	1.698	
1218 F ABP	0.013	0.013	0.000	10.500	0.799	
<b>Total</b>	<b>2.695</b>	<b>2.695</b>	<b>1.000</b>	<b>1,436.985</b>	<b>100.000</b>	
<b>Total (lb/hr)</b>	<b>1,436.985</b>					

### PROPERTIES

Temperature	F	242.67
Pressure	psia	14.843
Enthalpy	btu/hr	-41915
Vapor Fraction		0

		TOTAL	VAPOR	LIQUID
Flowrate	lbmol/hr	2.7329	0	2.7329
Molecular Weight		528.7779	18.0185	528.7779
Enthalpy	btu/lbmole	-15336.91	1620.7209	-15336.84
Entropy	btu/lbmol/R	33.1314		33.1314
Cp	btu/lbmol/R			305.3666
Cv	btu/lbmol/R			299.1139
Cp/Cv				1.0209
Density	lb/ft3			52.7735
Z-Factor				0.019735
Flowrate (T-P)	gal/min			3.4142
Specific Gravity	GPA STP			0.892877
Viscosity	cP			28.0542
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F			0.064651
Surface Tension	dyne/cm			28.2859
Critical Temperature (Kay's)	F	1200		
Critical Pressure (Kay's Rul)	psia	167		

## STREAM 18 (ACEITE LIMPIO)

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
PROPANE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
OXIDE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.026	0.026	0.000	8.267	1.005	1.652
703 F ABP	0.045	0.045	0.000	15.525	1.664	1.250
733 F ABP	0.036	0.036	0.000	13.196	1.332	0.937
763 F ABP	0.035	0.034	0.000	13.313	1.267	0.695
793 F ABP	0.033	0.033	0.000	13.425	1.207	0.508
828 F ABP	0.042	0.041	0.000	18.069	1.521	0.294
868 F ABP	0.411	0.411	0.000	192.288	15.054	0.177
908 F ABP	0.555	0.555	0.000	278.427	20.315	0.102
948 F ABP	0.640	0.640	0.000	343.630	23.420	0.057
988 F ABP	0.371	0.371	0.000	213.038	13.592	0.031
1028 F ABP	0.274	0.274	0.000	167.771	10.043	0.016
1068 F ABP	0.066	0.066	0.000	43.013	2.421	0.008
1108 F ABP	0.051	0.051	0.000	35.212	1.868	0.004
1148 F ABP	0.049	0.049	0.000	35.509	1.779	0.002
1188 F ABP	0.046	0.046	0.000	35.801	1.698	0.001
1218 F ABP	0.013	0.013	0.000	10.500	0.799	0.000
<b>Total</b>	<b>2.695</b>	<b>2.692</b>	<b>0.000</b>	<b>1,436.985</b>	<b>100.000</b>	
<b>Total (lb/hr)</b>	<b>1,436.985</b>					

## PROPERTIES

Temperature	F	720
Pressure	psia	14.843
Enthalpy	btu/hr	433709
Vapor Fraction		0.0075025

		TOTAL	VAPOR	LIQUID
Flowrate	lbmol/hr	2.7329	0.0205	2.7124
Molecular Weight		528.7778	74.3305	532.2131
Enthalpy	btu/lbmole	158700	27609.77	159700
Entropy	btu/lbmo/R	219.6325	35.2083	221.0266
Cp	btu/lbmol/R		50.0039	422.0857
Cv	btu/lbmol/R		47.9808	411.2585
Cp/Cv			1.0422	1.0263
Density	lb/ft3		0.087497	43.5498
Z-Factor			0.996176	0.01433
Flowrate (T-P)	ft3/sec		0.004838	
Flowrate (T-P)	gal/min			4.133
Flowrate (STP)	mmscfd		0.0001867	
Specific Gravity	GPA STP			0.892878
Viscosity	cP		0.013549	0.914986
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F		0.02833	0.040578
Surface Tension	dyne/cm			12.2426
Critical Temperature (Kay's	F	1200		
Critical Pressure (Kay's Rul	psia	167		

## STREAM 19 (VAPOR)

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	1.924	0.000	1.924	34.665	99.215	99,542
PROPANE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
OXIDE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
703 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
733 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
763 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
793 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
828 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
868 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
908 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
948 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
988 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1028 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1068 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1108 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1148 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1188 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1218 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
<b>Total</b>	<b>1.924</b>	<b>1.000</b>	<b>1.924</b>	<b>34.665</b>	<b>100.000</b>	
<b>Total (lb/hr)</b>	<b>34.665</b>					

## PROPERTIES

Temperature	F	252.64
Pressure	psia	0.23204
Enthalpy	btu/hr	3878.5
Vapor Fraction		

		TOTAL	VAPOR	LIQUID
Flowrate	lbmol/hr	1.9394	1.9394	0
Molecular Weight		20.4458	20.4458	344.1328
Enthalpy	btu/lbmole	1999.8298	2016.2882	-4686.781
Entropy	btu/lbmo/R	11.728	11.728	
Cp	btu/lbmol/R		9.3996	
Cv	btu/lbmol/R		7.4122	
Cp/Cv			1.2681	
Density	lb/ft3		0.0006206	
Z-Factor			1.0002	
Flowrate (T-P)	ft3/sec		17.7484	
Flowrate (STP)	mmscfd		0.017661	
Viscosity	cP		0.011044	
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F		0.015939	
Critical Temperature (Kay's	F	707		
Critical Pressure (Kay's Rul	psia	3175		



## STREAM 20 (GAS OIL)

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	
PROPANE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
OXIDE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.019	0.019	0.000	6.056	12.770	
703 F ABP	0.038	0.038	0.000	12.843	25.474	
733 F ABP	0.028	0.028	0.000	10.206	19.067	
763 F ABP	0.021	0.021	0.000	7.981	14.060	
793 F ABP	0.013	0.013	0.000	5.396	8.977	
828 F ABP	0.005	0.005	0.000	2.377	3.704	
868 F ABP	0.019	0.019	0.000	8.838	12.807	
908 F ABP	0.004	0.004	0.000	2.194	2.963	
948 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.138	0.175	
988 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.003	0.003	
1028 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1068 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1108 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1148 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1188 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1218 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Total	0.148	0.148	0.000	56.032	100	
Total (lb/hr)	56.032					

## PROPERTIES

Temperature	F	423
Pressure	psia	0.25414
Enthalpy	btu/hr	5096.1
Vapor Fraction		0

		TOTAL	LIQUID
Flowrate	lbmol/hr	0.1476	0.1476
Molecular Weight		379.4973	379.4973
Enthalpy	btu/lbmole	34515.164	34515.164
Entropy	btu/lbmo/R	77.6516	77.6516
Cp	btu/lbmol/R		251.4497
Cv	btu/lbmol/R		239.39
Cp/Cv			1.0504
Density	lb/ft3		46.4001
Z-Factor			0.0002195
Flowrate (T-P)	gal/min		0.150565
Specific Gravity	GPA STP		0.850452
Viscosity	cP		1.1791
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F		0.05437
Surface Tension	dyne/cm		18.6978
Critical Temperature (Kay's	F	1043	
Critical Pressure (Kay's Rul	psia	156	

## STREAM 21 (BASE LIGERA)

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
PROPANE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
OXIDE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.001	0.001	0.006	0.229	0.127	4.818
703 F ABP	0.004	0.004	0.022	1.364	0.713	3.110
733 F ABP	0.008	0.008	0.028	2.866	1.410	1.975
763 F ABP	0.014	0.014	0.031	5.416	2.514	1.230
793 F ABP	0.020	0.020	0.026	8.053	3.529	0.750
828 F ABP	0.034	0.034	0.014	14.687	6.029	0.235
868 F ABP	0.289	0.289	0.052	134.911	51.501	0.101
908 F ABP	0.165	0.165	0.012	82.926	29.504	0.041
948 F ABP	0.025	0.025	0.001	13.414	4.458	0.016
988 F ABP	0.001	0.001	0.000	0.659	0.205	0.006
1028 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.028	0.008	0.002
1068 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
1108 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1148 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1188 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1218 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
<b>Total</b>	<b>0.560</b>	<b>0.560</b>	<b>1.000</b>	<b>264.554</b>	<b>100.000</b>	
<b>Total (lb/hr)</b>	<b>264.554</b>					

## PROPERTIES

Temperature	F	491.12
Pressure	psia	0.27459
Enthalpy	btu/hr	34783
Vapor Fraction		0

		TOTAL	VAPOR	LIQUID
Flowrate	lbmol/hr	0.5605	0	0.5605
Molecular Weight		472.0259	93.7291	472.0259
Enthalpy	btu/lbmole	62060.516	21444.731	62060.516
Entropy	btu/lbmo/R	118.5959		118.5959
Cp	btu/lbmol/R			328.7467
Cv	btu/lbmol/R			319.6951
Cp/Cv				1.0283
Density	lb/ft3			46.4706
Z-Factor				0.0002696
Flowrate (T-P)	gal/min			0.70006
Specific Gravity	GPA STP			0.876396
Viscosity	Cp			1.6215
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F			0.049947
Surface Tension	dyne/cm			18.4731
Critical Temperature	F	1146		
Critical Pressure	psia	146		

## STREAM 22 (BASE PESADA)

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
PROPANE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
OXIDE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	16.531
703 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.005	0.001	11.561
733 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.013	0.002	7.981
763 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.036	0.006	5.428
793 F ABP	0.000	0.000	0.001	0.103	0.015	3.627
828 F ABP	0.003	0.003	0.002	1.090	0.151	1.525
868 F ABP	0.108	0.108	0.050	50.649	6.510	0.772
908 F ABP	0.425	0.425	0.095	213.231	25.543	0.374
948 F ABP	0.597	0.597	0.062	320.480	35.860	0.172
988 F ABP	0.317	0.317	0.014	182.074	19.072	0.075
1028 F ABP	0.174	0.174	0.003	106.060	10.423	0.031
1068 F ABP	0.025	0.025	0.000	16.217	1.499	0.012
1108 F ABP	0.010	0.010	0.000	6.594	0.574	0.004
1148 F ABP	0.004	0.004	0.000	2.875	0.237	0.001
1188 F ABP	0.001	0.001	0.000	1.125	0.088	0.000
1218 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.256	0.019	0.000
<b>Total</b>	1.665	1.665	1.000	900.808	100.000	
<b>Total (lb/hr)</b>	900.808					

### PROPERTIES

Temperature	F	590.7
Pressure	psia	0.35773
Enthalpy	btu/hr	181059
Vapor Fraction		0

		TOTAL	VAPOR	LIQUID
Flowrate	lbmol/hr	1.6646	0	1.6646
Molecular Weight		541.1478	130.1377	541.1478
Enthalpy	btu/lbmole	108800	38043.09	108800
Entropy	btu/lbmo/R	175.5475		175.5475
Cp	btu/lbmol/R			400.0071
Cv	btu/lbmol/R			390.4045
Cp/Cv				1.0246
Density	lb/ft3			47.118
Z-Factor				0.0003696
Flowrate (T-P)	gal/min			2.4169
Specific Gravity	GPA STP			0.893497
Viscosity	Cp			1.5745
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F			0.044953
Surface Tension	dyne/cm			16.5663
Critical Temperature	F	1214		
Critical Pressure	psia	135		

## STREAM 23 (ASFALTO)

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	
PROPANE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
OXIDE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
703 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
733 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
763 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.503
793 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	11.010
828 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.005	0.003	5.401
868 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
908 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
948 F ABP	0.013	0.013	0.032	6.800	3.799	0.848
988 F ABP	0.047	0.047	0.059	27.030	14.136	0.419
1028 F ABP	0.093	0.093	0.055	56.834	27.886	0.197
1068 F ABP	0.038	0.038	0.010	24.894	11.485	0.087
1108 F ABP	0.039	0.039	0.004	26.661	11.592	0.036
1148 F ABP	0.042	0.042	0.002	30.434	12.498	0.014
1188 F ABP	0.042	0.042	0.001	32.352	12.577	0.005
1218 F ABP	0.009	0.009	0.000	10.486	6.021	0.002
Total	0.322	0.322	1.000	215.499	100.000	
Total (lb/hr)	215.499					

## PROPERTIES

Temperature	F	689.9
Pressure	psia	0.38674
Enthalpy	btu/hr	56570
Vapor Fraction		0

		TOTAL	VAPOR	LIQUID
Flowrate	lbmol/hr	0.3334	0	0.3334
Molecular Weight		663.1791	111.3897	663.1791
Enthalpy	btu/lbmole	169700	38180.84	169700
Entropy	btu/lbmo/R	251.8987		251.8987
Cp	btu/lbmol/R			510.9095
Cv	btu/lbmol/R			500.4735
Cp/Cv				1.0209
Density	lb/ft3			51.2532
Z-Factor				0.000448
Flowrate (T-P)	gal/min			0.583462
Specific Gravity	GPA STP			0.920349
Viscosity	cstk			92.152
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F			0.041349
Surface Tension	dyne/cm			16.2187
Critical Temperature	F	1322		
Critical Pressure	psia	118		

## STREAM 24 (ASFALTO)

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
PROPANE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
OXIDE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
703 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
733 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
763 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.503
793 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	11.010
828 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.005	0.003	5.401
868 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
908 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
948 F ABP	0.013	0.013	0.032	6.800	3.799	0.848
988 F ABP	0.047	0.047	0.059	27.030	14.136	0.419
1028 F ABP	0.093	0.093	0.055	56.834	27.886	0.197
1068 F ABP	0.038	0.038	0.010	24.894	11.485	0.087
1108 F ABP	0.039	0.039	0.004	26.661	11.592	0.036
1148 F ABP	0.042	0.042	0.002	30.434	12.498	0.014
1188 F ABP	0.042	0.042	0.001	32.352	12.577	0.005
1218 F ABP	0.009	0.009	0.000	10.486	6.021	0.002
Total	0.322	0.322	1.000	215.499	100.000	
Total (lb/hr)	215.499					

### PROPERTIES

Temperature	F	669.5
Pressure	psia	40
Enthalpy	btu/hr	56619
Vapor Fraction		0

		TOTAL	VAPOR	LIQUID
Flowrate	lbmol/hr	0.3334	0	0.3334
Molecular Weight		663.1791	111.3897	663.1791
Enthalpy	btu/lbmole	169800	37924.012	169800
Entropy	btu/lbmo/R	251.9229		251.9229
Cp	btu/lbmo/R			510.8488
Cv	btu/lbmo/R			500.9403
Cp/Cv				1.0198
Density	lb/ft3			51.2532
Z-Factor				0.046243
Flowrate (T-P)	gal/min			0.582313
Specific Gravity	GPA STP			0.920349
Viscosity	cstk			93.214
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F			0.041344
Surface Tension	dyne/cm			16.2148
Critical Temperature	F	1322		
Critical Pressure	psia	118		

## STREAM 25 (ASFALTO)

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	0.085	0.000	0.085	1.532	10.200	36.449
PROPANE	3.920	0.000	3.920	172.848	70.766	14.667
OXIDE	0.417	0.000	0.000	71.124	7.537	0.004
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
703 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
733 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
763 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
793 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	
828 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000	
868 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
908 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
948 F ABP	0.013	0.013	0.000	6.800	0.224	
988 F ABP	0.047	0.047	0.000	27.030	0.834	
1028 F ABP	0.093	0.093	0.000	56.834	1.645	
1068 F ABP	0.038	0.038	0.000	24.894	0.678	
1108 F ABP	0.039	0.039	0.000	26.661	0.684	
1148 F ABP	0.042	0.042	0.000	30.434	0.737	
1188 F ABP	0.042	0.042	0.000	32.352	0.742	
1218 F ABP	0.015	0.015	0.000	16.099	0.355	
Total	4.750	0.328	4.005	466.616	100.000	
Total (lb/hr)	466.616					

### PROPERTIES

Temperature	F	234.08
Pressure	psia	40
Enthalpy	btu/hr	1093.6
Vapor Fraction		0.85899

		TOTAL	VAPOR	LIQUID
Flowrate	lbmol/hr	5.6524	4.8554	0.797
Molecular Weight		85.998	39.5961	368.669
Enthalpy	btu/lbmole	193.4701	3369.2507	-19152.71
Entropy	btu/lbmo/R	5.4971	4.7482	10.0591
Cp	btu/lbmol/R		19.46	196.9835
Cv	btu/lbmol/R		17.321	190.4011
Cp/Cv			1.1235	1.0346
Density	lb/ft3		0.216962	58.7407
Z-Factor			0.980677	0.03619
Flowrate (T-P)	ft3/sec		0.246144	
Flowrate (T-P)	gal/min			0.66929
Flowrate (STP)	mmscfd		0.044214	
Specific Gravity	GPA STP			0.948417
Viscosity	cstk		0.010282	94.524
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F		0.01901	0.063962
Surface Tension	dyne/cm			28.4077
Critical Temperature	F	404		
Critical Pressure	psia	983		

## STREAM 26 (AGUA LIQUIDA)

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	2.750	2.750	0.000	49.538	100.000	
PROPANE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
OXIDE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
703 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
733 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
763 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
793 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
828 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
868 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
908 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
948 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
988 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1028 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1068 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1108 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1148 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1188 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1218 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Total	2.750	2.750	0.000	49.538	100.000	
Total (lb/hr)	49.538					

### PROPERTIES

Temperature	F	64.229
Pressure	psia	113.79
Enthalpy	btu/hr	-36700
Vapor Fraction		0

		TOTAL	LIQUID
Flowrate	lbmol/hr	1.9541	1.9541
Molecular Weight		18.0153	18.0153
Enthalpy	btu/lbmole	-18781.54	-18781.54
Entropy	btu/lbmo/R	-30.0854	-30.0854
Cp	btu/lbmol/R		17.9763
Cv	btu/lbmol/R		17.8815
Cp/Cv			1.0053
Density	lb/ft3		62.3618
Z-Factor			0.005847
Flowrate (T-P)	gal/min		0.070383
Specific Gravity	GPA STP		1.0001
Viscosity	cP		1.0562
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F		0.343785
Surface Tension	dyne/cm		73.0556
Critical Temperature	F	705	
Critical Pressure	psia	3199	

## STREAM 27 (PROPANO / AGUA)

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	0.085	0.085	0.000	1.532	16.789	
PROPANE	3.920	3.920	0.000	176.376	75.202	
OXIDE	0.417	0.000	0.000	71.124	8.009	
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
703 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
733 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
763 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
793 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
828 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
868 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
908 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
948 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
988 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1028 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1068 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1108 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1148 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1188 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1218 F ABP	0.006	0.006	0.000	5.612	0.000	
Total	4.428	4.011	0.000	254.644	100.000	
Total (lb/hr)	254.644					

### PROPERTIES

Temperature	F	64.229
Pressure	psia	113.79
Enthalpy	btu/hr	-55525
Vapor Fraction		0

		TOTAL	LIQUID	WATER
Flowrate	lbmol/hr	5.319	4.4284	0.891
Molecular Weight		49.8166	56.2126	18.015
Enthalpy	btu/lbmole	-10439	-8775.211	-18781.54
Entropy	btu/lbmo/R	-19.33	-17.5953	-30.085
Cp	btu/lbmol/R		29.9374	17.976
Cv	btu/lbmol/R		22.7303	17.881
Cp/Cv			1.3171	1.005
Density	lb/ft3		37.5939	62.362
Z-Factor			0.030266	0.005847
Flowrate (T-P)	gal/min		0.825593	0.032
Specific Gravity	GPA STP		0.600019	1
Viscosity	cP		0.16162	1.056
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F		0.086239	0.344
Surface Tension	dyne/cm		10.8115	
Critical Temperature	F	347		
Critical Pressure	psia	1038		



## STREAM 28 (ASFALTO)

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
PROPANE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
OXIDE	0.417	0.000	0.000	71.124	56.095	
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
703 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
733 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
763 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
793 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	
828 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.005	0.001	
868 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
908 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
948 F ABP	0.013	0.013	0.000	6.800	1.668	
988 F ABP	0.047	0.047	0.000	27.030	6.206	
1028 F ABP	0.093	0.093	0.000	56.834	12.243	
1068 F ABP	0.038	0.038	0.000	24.894	5.043	
1108 F ABP	0.039	0.039	0.000	26.661	5.090	
1148 F ABP	0.042	0.042	0.000	30.434	5.487	
1188 F ABP	0.042	0.042	0.000	32.352	5.522	
1218 F ABP	0.015	0.015	0.000	16.099	2.644	
Total	0.745	0.328	0.000	292.236	100.000	
Total (lb/hr)	292.236					

### PROPERTIES

Temperature F 234.08  
 Pressure psia 40  
 Enthalpy btu/hr -15297  
 Vapor Fraction 0

#### TOTAL LIQUID

Flowrate	lbmol/hr	0.7594	0.7594
Molecular Weight		386.651	386.651
Enthalpy	btu/lbmole	-20142.44	-20142.44
Entropy	btu/lbmo/R	10.5511	10.5511
Cp	btu/lbmol/R		205.8695
Cv	btu/lbmol/R		199.4364
Cp/Cv			1.0323
Density	lb/ft3		59.4495
Z-Factor			0.03747
Flowrate (T-P)	gal/min		0.660263
Specific Gravity	GPA STP		0.954621
Viscosity cstk	210F		175.902
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F		0.063824
Surface Tension	dyne/cm		30.0026
Critical Temperature	F	1093	
Critical Pressure	psia	306	

## STREAM 29 (PROPANO)

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	0.000	0.000	0.000	0.000		
PROPANE	15.012	0.000	15.012	661.916	99.699	
OXIDE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
703 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
733 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
763 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
793 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
828 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
868 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
908 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
948 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
988 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1028 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1068 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1108 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1148 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1188 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1218 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
<b>Total</b>	15.012	0.000	15.012	661.916	100.000	
<b>Total (lb/hr)</b>	661.916					

### PROPERTIES

Temperature	F	87.697
Pressure	psia	147
Enthalpy	btu/hr	6308.7
Vapor Fraction		1

		TOTAL	VAPOR
Flowrate	lbmol/hr	15.1333	15.1333
Molecular Weight		44.0155	44.0155
Enthalpy	btu/lbmole	416.876	416.8704
Entropy	btu/lbmole/R	-3.3662	-3.3662
Cp	btu/lbmole/R		20.0363
Cv	btu/lbmole/R		16.3451
Cp/Cv			1.2258
Density	lb/ft <sup>3</sup>		1.3134
Z-Factor			0.838763
Flowrate (T-P)	ft <sup>3</sup> /sec		0.140874
Flowrate (STP)	mmscfd		0.137808
Viscosity	cP		0.009069
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F		0.013165
Critical Temperature	F	208	
Critical Pressure	psia	625	

## STREAM 30 (PROPANO / AGUA)

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	0.085	0.000	0.085	1.532	18.251	
PROPANE	3.920	0.000	3.920	172.848	81.749	
OXIDE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
703 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
733 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
763 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
793 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
828 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
868 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
908 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
948 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
988 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1028 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1068 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1108 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1148 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1188 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1218 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Total	4.005	0.000	4.005	174.380	100.000	
Total (lb/hr)	174.380					

### PROPERTIES

Temperature F 234.08  
 Pressure psia 40  
 Enthalpy btu/hr 16441  
 Vapor Fraction

		TOTAL	VAPOR
Flowrate	lbmol/hr	4.893	4.893
Molecular Weight		39.3345	39.3345
Enthalpy	btu/lbmole	3360.0698	3360.0698
Entropy	btu/lbmo/R	4.7002	4.7002
Cp	btu/lbmol/R		19.3967
Cv	btu/lbmol/R		17.259
Cp/Cv			1.1239
Density	lb/ft3		0.215488
Z-Factor			0.980863
Flowrate (T-P)	ft3/sec		0.248098
Flowrate (STP)	mmscfd		0.044557
Viscosity	cP		0.010283
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F		0.019074
Critical Temperature	F	297	
Critical Pressure	psia	1089	

**STREAM 31 (PROPANO)**

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	0.901	0.000	0.901	16.232	21.960	
PROPANE	5.892	0.000	5.892	259.818	78.040	
OXIDE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
703 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
733 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
763 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
793 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
828 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
868 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
908 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
948 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
988 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1028 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1068 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1108 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1148 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1188 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1218 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Total	6.793	0.000	6.793	276.050	100.000	
Total (lb/hr)	276.050					

**PROPERTIES**

Temperature F 233.82  
 Pressure psia 14.696  
 Enthalpy btu/hr 25468  
 Vapor Fraction 1

		TOTAL	VAPOR
Flowrate	lbmol/hr	7.653	7.653
Molecular Weight		38.3676	38.3676
Enthalpy	btu/lbmole	3327.9102	3327.9102
Entropy	btu/lbmo/R	6.6996	6.6996
Cp	btu/lbmol/R		18.7567
Cv	btu/lbmol/R		16.7169
Cp/Cv			1.122
Density	lb/ft3		0.076289
Z-Factor			0.993253
Flowrate (T-P)	ft3/sec		1.0691
Flowrate (STP)	mmscfd		0.06969
Viscosity	cP		0.010173
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F		0.018979
Critical Temperature	F	316	
Critical Pressure	psia	1184	

## STREAM 32 (PROPANO)

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	0.901	0.901	0.000	16.232	21.960	0.032
PROPANE	5.892	0.000	5.892	259.818	78.040	
OXIDE	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	
703 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	
733 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
763 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
793 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
828 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
868 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
908 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
948 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
988 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1028 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1068 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1108 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1148 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1188 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1218 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Total	6.793	0.901	5.892	276.054	100.000	
Total (lb/hr)	276.054					

## PROPERTIES

Temperature	F	77
Pressure	psia	14.696
Enthalpy	btu/hr	-23184
Vapor Fraction		0.80602

		TOTAL	VAPOR	LIQUID
Flowrate	lbmol/hr	7.653	6.1684	1.4845
Molecular Weight		38.3676	43.2657	18.0153
Enthalpy	btu/lbmole	-3029.435	707.5026	-18556.85
Entropy	btu/lbmo/R	-4.3889	1.691	-29.6517
Cp	btu/lbmol/R		17.4643	17.9873
Cv	btu/lbmol/R		15.3697	17.7965
Cp/Cv			1.1363	1.0107
Density	lb/ft3		0.112061	62.2435
Z-Factor			0.985327	0.0007387
Flowrate (T-P)	ft3/sec		0.661548	
Flowrate (T-P)	gal/min			0.053573
Flowrate (STP)	mmscfd		0.056171	
Specific Gravity	GPA STP			1.0001
Viscosity	cP		0.008386	0.890804
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F		0.011906	0.350809
Surface Tension	dyne/cm			71.976
Critical Temperature (Kay's F)	F	316		
Critical Pressure (Kay's Rule)	psia	1184		

## STREAM 33 (AGUA)

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	0.901	0.000	0.000	16.232	99.998	
PROPANE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	2.027
OXIDE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	
703 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	
733 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
763 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
793 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
828 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
868 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
908 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
948 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
988 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1028 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1068 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1108 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1148 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1188 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1218 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
<b>Total</b>	0.901	0.000	0.000	16.235	100.000	
<b>Total (lb/hr)</b>	16.235					

## PROPERTIES

Temperature	F	77
Pressure	psia	14.696
Enthalpy	btu/hr	-31187
Vapor Fraction		9.656E-06

		TOTAL	VAPOR	LIQUID	WATER
Flowrate	lbmol/hr	1.6806	0	0	1.681
Molecular Weight		18.018	43.3429	256.7793	18.015
Enthalpy	btu/lbmole	-18556.67	708.8795	-29591.57	-18556.85
Entropy	btu/lbmo/R	-29.6514	1.6743	-24.6551	-29.652
Cp	btu/lbmol/R		17.4926	117.2946	17.987
Cv	btu/lbmol/R		15.3979	111.4894	17.797
Cp/Cv			1.136	1.0521	1.011
Density	lb/ft3		0.112262	53.132	62.244
Z-Factor			0.985319	0.012334	0.000739
Flowrate (T-P)	ft3/sec		1.728E-06		
Flowrate (T-P)	gal/min			1.033E-05	0.061
Flowrate (STP)	mmscfd		1.467E-07		
Specific Gravity	GPA STP			0.861916	
Viscosity	cP		0.008391	10.5311	0.891
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F		0.01191	0.078589	0.351
Surface Tension	dyne/cm			30.5068	
Critical Temperature (Kay's F)	F	705			
Critical Pressure (Kay's Rule)	psia	3199			

## STREAM 34 (PROPANO)

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
PROPANE	5.892	0.000	5.892	259.818	100.000	
OXIDE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
703 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
733 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
763 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
793 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
828 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
868 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
908 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
948 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
988 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1028 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1068 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1108 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1148 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1188 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1218 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
<b>Total</b>	<b>5.892</b>	<b>0.000</b>	<b>5.892</b>	<b>259.818</b>	<b>100.000</b>	
<b>Total (lb/hr)</b>	<b>259.818</b>					

### PROPERTIES

Temperature	F	77		
Pressure	psia	14.696		
Enthalpy	btu/hr	4301.9		
Vapor Fraction		1		
		<b>TOTAL</b>	<b>VAPOR</b>	
Flowrate	lbmol/hr	5.9724	5.9724	
Molecular Weight		44.094	44.094	
Enthalpy	btu/lbmole	720.2943	720.2943	
Entropy	btu/lbmo/R	1.436	1.436	
Cp	btu/lbmol/R		17.7708	
Cv	btu/lbmol/R		15.6753	
Cp/Cv			1.1337	
Density	lb/ft3		0.114215	
Z-Factor			0.985252	
Flowrate (T-P)	ft3/sec		0.640469	
Flowrate (STP)	mmscfd		0.054386	
Viscosity	cP		0.008443	
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F		0.011955	
Critical Temperature (Kay's F)	F	206		
Critical Pressure (Kay's Rule)	psia	617		

## STREAM 35 (PROPANO)

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
PROPANE	5.892	0.000	5.892	259.818	100.000	
OXIDE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
703 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
733 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
763 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
793 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
828 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
868 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
908 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
948 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
988 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1028 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1068 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1108 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1148 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1188 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1218 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Total	5.892	0.000	5.892	259.818	100.000	
Total (lb/hr)	259.818					

### PROPERTIES

Temperature	F	276
Pressure	psia	149
Enthalpy	btu/hr	26741
Vapor Fraction		1

		TOTAL	VAPOR	LIQUID
Flowrate	lbmol/hr	5.9724	5.9724	
Molecular Weight		44.094	44.094	
Enthalpy	btu/lbmole	4477.5005	4477.4009	
Entropy	btu/lbmo/R	2.9193	2.9193	
Cp	btu/lbmol/R		23.5226	
Cv	btu/lbmol/R		20.9583	
Cp/Cv			1.1224	
Density	lb/ft3		0.888506	
Z-Factor			0.936746	
Flowrate (T-P)	ft3/sec		0.082331	
Flowrate (STP)	mmscfd		0.054386	
Viscosity	cP		0.01146	
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F		0.022121	
Critical Temperature (Kay's F)	F	206		
Critical Pressure (Kay's Rule)	psia	617		



## STREAM 36 (PROPANO)

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
PROPANE	199.856	0.000	199.856	8,812.444	99.977	1.005
OXIDE	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.812
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.010	0.000	0.494
703 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.010	0.000	0.466
733 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.438
763 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.410
793 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.384
828 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.410
868 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.380
908 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.351
948 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.323
988 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.296
1028 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1068 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1108 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1148 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1188 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1218 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Total	199.856	1.000	199.856	8,812.471	100.000	
Total (lb/hr)	8,812.471					

## PROPERTIES

Temperature	F	224.77
Pressure	psia	147
Enthalpy	btu/hr	661178
Vapor Fraction		1

		TOTAL	VAPOR	LIQUID
Flowrate	lbmol/hr	199.9818	199.9818	0
Molecular Weight		44.0885	44.0885	44.0943
Enthalpy	btu/lbmole	3306.1936	3306.1936	3306.6519
Entropy	btu/lbmo/R	1.2988	1.2988	
Cp	btu/lbmol/R		22.3697	
Cv	btu/lbmol/R		19.6651	
Cp/Cv			1.1375	
Density	lb/ft3		0.957547	
Z-Factor			0.921609	
Flowrate (T-P)	ft3/sec		2.5577	
Flowrate (STP)	mmscfd		1.8211	
Viscosity	cP		0.010797	
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F		0.019485	
Critical Temperature (Kay's F)	F	206		
Critical Pressure (Kay's Rule)	psia	618		

**STREAM 37 (PROPANO)**

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	0.000	0.000	0.000	0.000		
PROPANE	199.856	199.856	0.000	8,812.444	99.977	
OXIDE	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
703 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
733 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
763 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
793 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
828 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
868 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
908 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
948 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
988 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1028 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1068 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1108 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1148 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1188 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1218 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Total	199.856	199.856	0.000	8,812.451	100.000	
Total (lb/hr)	8,812.451					

**PROPERTIES**

Temperature	F	77	
Pressure	psia	147	
Enthalpy	btu/hr	-1245920	
Vapor Fraction		0	
		<b>TOTAL</b>	<b>LIQUID</b>
Flowrate	lbmol/hr	199.9818	199.9818
Molecular Weight		44.0885	44.0885
Enthalpy	btu/lbmole	-6230.185	-6230.185
Entropy	btu/lbmo/R	-15.6999	-15.6999
Cp	btu/lbmol/R		30.5856
Cv	btu/lbmol/R		21.7783
Cp/Cv			1.4044
Density	lb/ft3		30.6772
Z-Factor			0.036688
Flowrate (T-P)	gal/min		35.835
Specific Gravity	GPA STP		0.50759
Viscosity	cP		0.112829
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F		0.08958
Surface Tension	dyne/cm		6.8895
Critical Temperature (Kay's F)	F	206	
Critical Pressure (Kay's Rule)	psia	618	

**STREAM 38 (PROPANO)**

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
PROPANE	199.856	199.856	0.000	8,812.444	99.977	
OXIDE	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
703 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
733 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
763 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
793 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
828 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
868 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
908 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
948 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
988 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1028 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1068 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1108 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1148 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1188 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1218 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Total	199.856	199.856	0.000	8,812.450	100.000	
Total (lb/hr)	8,812.450					

**PROPERTIES**

Temperature	F	77
Pressure	psia	147
Enthalpy	btu/hr	-1245920
Vapor Fraction		0

		TOTAL	LIQUID
Flowrate	lbmol/hr	199.9818	199.9818
Molecular Weight		44.0885	44.0885
Enthalpy	btu/lbmole	-6230.185	-6230.185
Entropy	btu/lbmo/R	-15.6999	-15.6999
Cp	btu/lbmol/R		30.5856
Cv	btu/lbmol/R		21.7783
Cp/Cv			1.4044
Density	lb/ft3		30.6772
Z-Factor			0.036688
Flowrate (T-P)	gal/min		35.835
Specific Gravity	GPA STP		0.50759
Viscosity	cP		0.112829
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F		0.08958
Surface Tension	dyne/cm		6.8895
Critical Temperature (Kay's F)	F	206	
Critical Pressure (Kay's Rule)	psia	618	

## STREAM 40 (GAS OIL)

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	
PROPANE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
OXIDE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.019	0.019	0.000	6.056	12.770	
703 F ABP	0.038	0.038	0.000	12.843	25.474	
733 F ABP	0.028	0.028	0.000	10.206	19.067	
763 F ABP	0.021	0.021	0.000	7.981	14.060	
793 F ABP	0.013	0.013	0.000	5.396	8.977	
828 F ABP	0.005	0.005	0.000	2.377	3.704	
868 F ABP	0.019	0.019	0.000	8.838	12.807	
908 F ABP	0.004	0.004	0.000	2.194	2.963	
948 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.138	0.175	
988 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.003	0.003	
1028 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1068 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1108 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1148 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1188 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1218 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Total	0.148	0.148	0.000	56.032	100.000	
Total (lb/hr)	56.032	56.032	0.000			

## PROPERTIES

Temperature	F	86	
Pressure	psia	0.25414	
Enthalpy	btu/hr	-5818.5	
Vapor Fraction		0	
		<b>TOTAL</b>	<b>LIQUID</b>
Flowrate	lbmol/hr	0.1476	0.1476
Molecular Weight		379.4973	379.4973
Enthalpy	btu/lbmole	-39408.21	-39408.21
Entropy	btu/lbmo/R	-26.5876	-26.5876
Cp	btu/lbmol/R		186.0181
Cv	btu/lbmol/R		180.1632
Cp/Cv			1.0325
Density	lb/ft3		52.7224
Z-Factor			0.0003124
Flowrate (T-P)	gal/min		0.13251
Specific Gravity	GPA STP		0.850452
Viscosity 210F	Cp		5.5714
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F		0.078033
Surface Tension	dyne/cm		31.4912
Critical Temperature (Kay's F)	F	1043	
Critical Pressure (Kay's Rule)	psia	156	

## STREAM 41 (BASE LIGERA)

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	
PROPANE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
OXIDE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.001	0.001	0.000	0.229	0.127	
703 F ABP	0.004	0.004	0.000	1.364	0.713	
733 F ABP	0.008	0.008	0.000	2.866	1.410	
763 F ABP	0.014	0.014	0.000	5.416	2.514	
793 F ABP	0.020	0.020	0.000	8.053	3.529	
828 F ABP	0.034	0.034	0.000	14.687	6.029	
868 F ABP	0.289	0.289	0.000	134.911	51.501	
908 F ABP	0.165	0.165	0.000	82.926	29.504	
948 F ABP	0.025	0.025	0.000	13.414	4.458	
988 F ABP	0.001	0.001	0.000	0.659	0.205	
1028 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.028	0.008	
1068 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1108 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1148 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1188 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1218 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Total	0.560	0.560	0.000	264.554	100.000	
Total (lb/hr)	264.554	264.554	0.000			

## PROPERTIES

Temperature	F	86	
Pressure	psia	0.27459	
Enthalpy	btu/hr	-29391	
Vapor Fraction		0	
		Total	Liquid
Flowrate	lbmol/hr	0.5605	0.5605
Molecular Weight		472.0259	472.0259
Enthalpy	btu/lbmole	-52440.137	-52440.137
Entropy	btu/lbmo/R	-35.9168	-35.9168
Cp	btu/lbmol/R		234.0841
Cv	btu/lbmol/R		230.515
Cp/Cv			1.0155
Density	lb/ft3		54.3151
Z-Factor			0.0004076
Flowrate (T-P)	gal/min		0.607298
Specific Gravity	GPA STP		0.876396
Viscosity 210F	Cp		15.312
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F		0.077545
Surface Tension	dyne/cm		32.9019
Critical Temperature (Kay's Rule)	F	1146	
Critical Pressure (Kay's Rule)	psia	146	

## STREAM 42 (BASE PESADA)

COMPONENT NAME	TOTAL lbmol/hr	LIQUID lbmol/hr	VAPOR lbmol/hr	TOTAL lb/hr	TOTAL mol pct	Kvalue
WATER	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	
PROPANE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
OXIDE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
651 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
673 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	
703 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.005	0.001	
733 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.013	0.002	
763 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.036	0.006	
793 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.103	0.015	
828 F ABP	0.003	0.003	0.000	1.090	0.151	
868 F ABP	0.108	0.108	0.000	50.649	6.510	
908 F ABP	0.425	0.425	0.000	213.231	25.543	
948 F ABP	0.597	0.597	0.000	320.480	35.860	
988 F ABP	0.317	0.317	0.000	182.074	19.072	
1028 F ABP	0.174	0.174	0.000	106.060	10.423	
1068 F ABP	0.025	0.025	0.000	16.217	1.499	
1108 F ABP	0.010	0.010	0.000	6.594	0.574	
1148 F ABP	0.004	0.004	0.000	2.875	0.237	
1188 F ABP	0.001	0.001	0.000	1.125	0.088	
1218 F ABP	0.000	0.000	0.000	0.256	0.019	
Total	1.665	1.665	0.000	900.808	100.000	
Total (lb/hr)	900.808	900.808	0.000			

### PROPERTIES

Temperature	F	86
Pressure	psia	0.35773
Enthalpy	btu/hr	-101849
Vapor Fraction		0

		TOTAL	LIQUID
Flowrate	lbmol/hr	1.6646	1.6646
Molecular Weight		541.1478	541.1478
Enthalpy	btu/lbmole	-61184.2	-61184.2
Entropy	btu/lbmo/R	-40.2966	-40.2966
Cp	btu/lbmol/R		268.8198
Cv	btu/lbmol/R		265.7078
Cp/Cv			1.0117
Density	lb/ft3		55.2921
Z-Factor			0.000598
Flowrate (T-P)	gal/min		2.0313
Specific Gravity	GPA STP		0.893497
Viscosity 210F	Cp		18.815
Thermal Conductivity	btu/ft/hr/F		0.077238
Surface Tension	dyne/cm		33.7285
Critical Temperature (Kay's F)	F	1214	
Critical Pressure (Kay's Rule)	psia	135	

# ANEXO VII

## CALCULO DE DISEÑO DE EQUIPOS

### 7.1 DISEÑO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DEL ACEITE USADO

**Característica:** Techo en forma de cono

Flujo del aceite usado 5000 gal/día

En 30 días de almacenamiento de materia prima el volumen será:

150 000 gal

Considerando 25% de altura como factor de seguridad, tenemos:

$$V = 737 \text{ m}^3$$

Lo que nos lleva a plantear que se requieren de 2 tanques cada uno con un volumen de  $369 \text{ m}^3$  cada uno.

### 7.2 DISEÑO DEL TANQUE DE PROPANO

**Característica:** Tanque en forma de bala

Flujo de Propano 50 000gal/día

Debido a que el propano se recupera y se recicla el proceso consideramos como base para el diseño el volumen de 1 día

$$\text{Volumen} = 50\,000 \text{ gal} = 6684 \text{ft}^3/\text{mes}$$

Pérdida de cantidad de volumen de propano

$$V_p = 87 \text{ft}^3/\text{mes}$$

V almacenamiento = 6767ft<sup>3</sup>

Considerando: 25% de factor de seguridad.

V diseño = 240m<sup>3</sup>

D = 5m            L = 15m



## 7.3

## DISEÑO DE BOMBAS

IDENTIFICACIÓN DE LAS BOMBAS	G-111	G-121	G-141	G-311	G-414
NÚMERO DE CORRIENTES	1 - 2	3 - 4	9 - 10	11 - 12	23 - 24
FASE	LIQUIDO	LIQUIDO	LÍQUIDO	LIQUIDO	LIQUIDO
TEMP IN (°F)	77	77	64.229	64.229	669.37
TEMP OUT (°F)	68.313	77.205	72	66.287	669.5
PRESIÓN IN (PSIA)	14.7	147	113.79	113.79	0.3867
PRESIÓN OUT (PSIA)	113.79	164.6	114.69	294.7	40
FLUJO DE MASA (LB/HR)	1568.77	9 815.98	7.425	9 414.76	215.499
ENTALPÍA IN (BTU/HR)	-234 035	-1 245 380	-115349.5	-1 387 910	56570
ENTALPÍA OUT (BTU/HR)	-233 214	-1 244 440	-114289.5	-1 374 550	56619
EFICIENCIA	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
P ELECTRICIDAD (KW)	0.2404	0.3655	0.03	3.912	0.012
POTENCIA(Hp)	0.3227	0.4905	0.04	5.251	0.015

## 7.4 DISEÑO DE COMPRESORES

IDENTIFICACIÓN DE LAS BOMBAS	G-142	G-323
NÚMERO DE CORRIENTES	29 - 30	34 - 36
FASE	GAS	GAS
TEMP IN (°F)	64.229	77
TEMP OUT (°F)	87.697	276
PRESIÓN IN (PSIA)	113.79	14.696
PRESIÓN OUT (PSIA)	147	149
FLUJO DE MASA (LB/HR)	661.916	259.818
ENTALPÍA IN (BTU/HR)	1635.1	4301.9
ENTALPÍA OUT (BTU/HR)	6308.7	26741
EFICIENCIA	0.75	0.75
P ELECTRICIDAD (KW)	1.368	6.57
POTENCIA(Hp)	1.837	8.819

## 7.5 DISEÑO DEL TANQUE DE AGITACIÓN

**Característica:** Turbina de ventilador, seis palas, con deflectores.

Flujo que ingresa al tanque de agitación:

$$F_{\text{aceite}} = 5\,000 \text{ gal/día} = 0.013 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$F_{\text{propano}} = 50\,000 \text{ gal/día} = 0.13 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$\text{Flujo Total} = 38.2 \text{ gal/min} = 5.39 \text{ ft}^3/\text{min}$$

$$\text{Flujo Total} = 0.15 \text{ m}^3/\text{min} = 0.18 \text{ m}^3$$

Aplicando:

$$P = KtN^3Da^5\rho_m/gc$$

$$Kt = \text{Constante} = 1.65$$

$$N = \text{Número de revoluciones por minuto} = 1.5$$

$$Da = \text{Diámetro de la turbina} = 2 \text{ ft}$$

$$\rho_m = \text{Densidad de la mezcla} = 33.7 \text{ lb/ft}^3$$

$$gc = 32.2$$

$$\text{Potencia} = 0.25 \text{ Kw}$$

## 7.6 DISEÑO DEL SEDIMENTADOR

$T_s$  = Diámetro del tanque

$q_c$  = Flujo volumétrico de la fase continua

$q_d$  = Flujo volumétrico de la fase dispersa

$L$  = Longitud

$$T_s = 0.22 (q_c + q_d)^{0.5}$$

$$L / T_s = 4$$

$$q_c = 34.7 \text{ gal/min}$$

$$q_d = 3.47 \text{ gal/min}$$

$$T_s = 0.5 \text{ m}$$

$$L = 2 \text{ m}$$

## 7.7 DISEÑO DEL EVAPORADOR

EVAOPORADOR D – 310	ENTRADA		SALIDA	
	NÚMERO DE CORRIENTE	13	14	15
FASE	LIQUIDO - VAPOR	VAPOR	LIQUIDO	
TEMP (°F)	90	250	250	
PRESIÓN (PSIA)	294.7	294.7	294.7	
FLUJO DE MASA (LB/HR)	9914.76	7890.797	1523.958	
ENTALPÍA (BTU/HR)	-3 334 853	628127	-37 646	

$$Q = U * A * \Delta T_{ln}$$

$$Q = \text{Calor} = 585\,243$$

$$A = \text{Area} = Q / (U * \Delta T_{ln} * k)$$

$$U = \text{Coeficiente de transferencia} = 100 \text{ btu/hr} \cdot \text{ft}^2 \cdot \text{°F}$$

$$\Delta T_{ln} = \text{Media Logarítmica} = 230$$

$$K = \text{Constante} = 0.9$$

$$\text{AREA} = 9\text{m}^2$$

## 7.8

## DISEÑO DEL STRIPPER

STRIPPER D - 320	ENTRADA		SALIDA	
	ACEITE + PROPANO	VAPOR	PROPANO / AGUA	ACEITE
NÚMERO DE CORRIENTE	15	16	17	18
FASE	LIQUIDO	VAPOR	LIQUIDO	LIQUIDO
TEMP (°F)	250	735	238.78	242.67
PRESIÓN (PSIA)	294.7	35	14.696	14.843
FLUJO DE MASA (LB/HR)	1523.958	14.7	101.67	1436.985
ENTALPÍA (BTU/HR)	-37 646	4773.3	9027.9	-41 915
CP (BTU/LBMOL/°R)	192.129	8.9255	17.960	305.3662

## 7.9 INTERCAMBIADORES DE CALOR

IDENTIFICACIÓN DE INTERCAMBIADORES	E - 312	E - 321	E - 411	E - 412	E - 413
NÚMERO DE CORRIENTES	12 - 13	32 - 33	20 - 50	21 - 60	22 - 70
FASE	LIQUIDO	VAPOR	LÍQUIDO	LIQUIDO	LÍQUIDO
TEMP IN (°F)	66.287	233.82	423	491.12	590.7
TEMP OUT (°F)	90	77	86	86	86
PRESIÓN IN (PSIA)	294.7	14.696	0.254	0.275	0.358
PRESIÓN OUT (PSIA)	294.7	14.696	0.254	0.275	0.358
FLUJO DE MASA (LB/HR)	290.036	276.050	56.032	264.554	900.808
ENTALPÍA IN (BTU/HR)	-1 374 550	25 468	5096.1	34783	181 059
ENTALPÍA OUT (BTU/HR)	3 334 853	-23 184	-5818.5	-29391	-101 849
AREA (M <sup>2</sup> )	45	1.4	0.2	0.4	1.4

## 7.10 DISEÑO DEL EYECTOR

### 7.10.1 Cálculo del caudal máximo a aspirar

Psucción máx = 3.5 mmHg

Volumen global de la instalación sometida = 7m<sup>3</sup> (fig 13 ref )

Caudal máximo a aspirar = 1.0 kg vapor de 7Kg/cm<sup>2</sup> por kg de aire seco equivalente a 20°C (tabla IV ref ver )

Número de etapas = 2

### 7.10.2 Cálculo del caudal de aire seco equivalente a 20°C

☞ Contenido en elementos condensables

$$P_{nc} = \Pi - P_{vc}$$

$$N_{vc} = N_{nv} P_{vc}/P_{nc}$$

$$Q_{vc} = N_{vc} * M_{vc}$$

$$Q_{nc} = N_{nc} * M_{nc}$$

$\Pi$  = Presión de vacío

$P_{nc}$  = Presión de no condensables

$P_{vc}$  = Presión de vapor condensable

$N_{nv}$  = Número de moles de no condensables

$N_{vc}$  = Número de moles de vapor condensable

$Q_{vc}$  = Caudal másico de condensables

$Q_{nc}$  = Caudal másico de no condensables

$M_{vc}$  = Moles de vapor condensables

$M_{nc}$  = Moles de no condensables



$$N_{vc} = 0.023 \text{ kg-mol/hr} \quad Q_{vc} = 0.4 \text{ kg/hr}$$

$$N_{nc} = 0.069 \text{ kg-mol/hr} \quad Q_{nc} = 2 \text{ kg/hr}$$

☞ **Caudal de aire seco equivalente a 20°C**

$$Q_{ASE} = \text{Caudal máximo (duplicado)} / f_t * f_m$$

$$f_t = \text{Coeficiente por componente}$$

$$f_m = \text{Coeficiente por temperatura}$$

Para el vapor

$$f_t = 0.8$$

$$f_m = 0.77$$

Para el aire

$$f_t = 0.84$$

$$Q_{ASE} = 3 \text{ Kg/hr}$$

### **7.10.3 Determinación del Consumo de Vapor**

2.4 Kg vapor de 7kg/cm<sup>2</sup> por kg de aire seco equivalente a 20°C

0.05 m<sup>3</sup> de agua de enfriamiento a 20°C por kg de aire seco equivalente a 20°C

Consumo de vapor = 8 kg/hr

### 7.11 DISEÑO DE LA COLUMNA DE DESTILACIÓN A VACIO

DESTILACIÓN VACIO IDENTIFICACIÓN D – 410	ENTRADA		SALIDA			
	ACEITE	VAPOR	GAS OIL	BASE LIGERA	BASE PESADA	ASFALTO
NÚMERO DE CORRIENTE	18	38	20	21	22	23
FASE	LÍQ - VAPOR	VAPOR	LIQUIDO	LIQ-VAPOR	LIQUIDO	LIQUIDO
TEMP (°F)	720	735	423	491.12	590.7	669.37
PRESIÓN (PSIA)	14.843	35	0.254	0.275	0.358	0.387
FLUJO DE MASA (LB/HR)	1436.985	7.7	56.032	264.554	900.808	215.499
FLUJO DE VOLUMEN(GAL/MIN)	4.133		0.151	0.7	2.42	0.583
ENTALPÍA (BTU/HR)	433 709		5096.1	34 783	181 059	56 570

## PROPIEDADES DE LA COLUMNA

### Columna Principal

Plato	Entalpía Líquido (btu / lbmol)	Entalpía Vapor (btu / lbmol)	Líquido Peso Molecular	Vapor Peso Molecular
1	-4 686.8	2016.3	344.13	20.614
2	34 515	36 743	379.5	190.17
3	66 750	57 707	458.93	235.36
4	94 576	78 245	491.16	272.62
5	106 900	89 796	508.37	296.22
6	122 830	124 230	529.08	383.53
7	176 570	76 035	648.29	210.4
8	169 660	38 181	663.18	111.39

### Side Stripper 1

Plato	Entalpía Líquido (btu / lbmol)	Entalpía Vapor (btu / lbmol)	Peso Molecular Líquido	Peso Molecular Vapor
9	64 211	34 033	466.68	144.15
10	62 061	21 445	472.03	93.75

### Side Stripper 2

Tray	Entalpía Líquido (btu / lbmol)	Entalpía Vapor (btu / lbmol)	Peso Molecular Líquido	Peso Molecular Vapor
11	115 200	68 853	535.66	211.31
12	108 770	38 043	541.15	130.15

## DENSIDAD

### COLUMNA PRINCIPAL

Tray	Densidad Líquido (lb / ft <sup>3</sup> )	Densidad Vapor (lb / ft <sup>3</sup> )	API Líquido (60 / 60)	API Vapor (60 / 60)
1	48.79	0.001	37.3	13.5
2	46.40	0.005	34.9	36.15
3	46.52	0.006	30.6	34.21
4	45.68	0.007	29.1	30.09
5	45.53	0.008	28.3	29.09
6	45.35	0.011	27.4	29.04
7	46.56	0.006	22.8	24.53
8	47.25	0.004	22.3	22.97

### SIDE STRIPPER 1

Tray	Densidad Líquido (lb / ft <sup>3</sup> )	Densidad Vapor (lb / ft <sup>3</sup> )	API Líquido (60 / 60)	API Vapor (60 / 60)
9	46.87	0.004	30.2	31.97
10	47.12	0.003	30.0	29.44

### SIDE STRIPPER 2

Tray	Densidad Líquido (lb / ft <sup>3</sup> )	Densidad Vapor (lb / ft <sup>3</sup> )	API Líquido (60 / 60)	API Vapor (60 / 60)
11	45.97	0.006	27.1	27.61
12	46.47	0.004	26.9	26.35

## PROPIEDADES DE TRANSPORTE

### COLUMNA PRINCIPAL

Plato	Viscosidad Líquido (cp)	Viscosidad Vapor (cp)	Tensión Superficial (dinas / cm)
1	2.445	0.0110	24.28
2	1.179	0.0078	18.70
3	1.361	0.0082	17.53
4	1.219	0.0089	16.01
5	1.220	0.0091	15.57
6	1.222	0.0085	15.02
7	1.930	0.0112	15.36
8	2.320	0.0129	16.22

### SIDE STRIPPER 1

Plato	Viscosidad Líquido (cp)	Viscosidad Vapor (cp)	Tensión Superficial (dinas / cm)
9	1.504	0.0093	18.07
10	1.622	0.0104	18.47

### SIDE STRIPPER 2

Plato	Viscosidad Líquido (cp)	Viscosidad Vapor (cp)	Tensión Superficial (dinas / cm)
11	1.399	0.0102	15.86
12	1.574	0.0114	16.57

## CALCULO DEL TAMAÑO DE PLATO USANDO EL METODO DE GLITSCH

Plato	Cálculo Diámetro (ft)	Líquido de Plato (gal/min)	Vapor de Plato (ft <sup>3</sup> /seg)	Calculo del número de Pasos	Cálculo de Porcentaje	Espacio entre Platos (ft)
1	1.96	2.011	43.57	1	70.00	2
2	2.16	2.810	49.22	1	71.71	2
3	2.04	2.894	41.56	1	70.21	2
4	2.09	2.461	41.67	1	70.92	2
5	2.01	2.405	39.96	1	70.00	2
6	1.56	2.598	19.40	1	70.00	2
7	0.91	0.724	4.456	1	70.00	2
8	0.83	0.583	3.944	1	70.00	2

### SIDE STRIPPER 1

Plato	Cálculo Diámetro (ft)	Líquido De Plato (gal/min)	Vapor a Plato (ft <sup>3</sup> /seg)	Calculo del número de Pasos	Cálculo de Porcentaje	Espacio entre Platos (ft)
1	0.83	0.8200	3.128	1	70	2
2	0.81	0.7523	3.174	1	70	2

### SIDE STRIPPER 2

Plato	Cálculo Diámetro (ft)	Líquido De Plato (gal/min)	Vapor a Plato (ft <sup>3</sup> /seg)	Calculo del número de Pasos	Cálculo de Porcentaje	Espacio entre Platos (ft)
1	1.26	3.136	13.88	1	70	2
2	0.97	2.607	12.18	1	70	2

### ALTURA DE LA COLUMNA

Espaciamiento de Plato – Plato = 24 ft

H Columna = 38ft