

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE PETROLEO



*Proyecto de Instalación de una Planta
de Reacondicionamiento de Aceites
Lubricantes Usados*

PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR EL TITULO
DE INGENIERO DE PETROLEO

JOSE SALAZAR BARBOZA

PROMOCION 1962

LIMA - 1963

I N D I C E

| | |
|--|----|
| Introducción | 1 |
| CAPITULO I : GENERALIDADES | |
| Historia | 2 |
| Generalidades | 2 |
| CAPITULO II TECNOLOGIA GENERAL | |
| 1- Materias primas | 3 |
| 2- Capacidad y Ubicación de la Planta | 4 |
| 3- Procedimiento Industrial | |
| a) Teoría sobre la Recuperación de aceites lubri- cantes usados | 4 |
| b) Generalidades del Proceso Industrial | 7 |
| c) Diagrama de flujo cualitativo del Proceso | 8 |
| d) Descripción de las operaciones y procesos empleados | 9 |
| e) Control seguido en el proceso | 12 |
| f) Experimentos realizados | 12 |
| g) Evaluación de los análisis | 15 |
| CAPITULO III: INGENIERIA GENERAL | |
| 1) Balance de Materia | 16 |
| 2) Balance térmico | 18 |
| 3) Diagrama de Flujo cuantitativo | 18 |
| 4) Cálculo del diseño y especificaciones del Equipo. | 19 |
| 5) Arreglo de la Planta | 49 |
| 6) Instalación de líneas de lubricante sucio, limpio agua, vapor, desague y Drenaje | 49 |
| 7) Equipo contra incendio | 49 |
| 8) Instrumentos de control | 50 |
| 9) Edificios y obras conexas | 50 |
| 10) Consumos unitarios y totales | 52 |
| CAPITULO IV: INGENIERIA ECONOMICA | |
| Consideraciones previas | 53 |
| 1) Inversión en terreno y Edificios | 54 |
| 2) Costo de materia prima al año | 54 |
| 3) Costo de la maquinaria empleada | 54 |
| 4) Costo de maquinaria y equipo empleado | 56 |
| 5) Capital invertido | 56 |
| 6) Costo de operación | 56 |
| 7) Gastos fijos | 58 |
| 8) Capital de trabajo | 59 |
| 9) Capital de inversión | 59 |
| 10) Entrada bruta anual | 59 |
| 11) Costo anual de Producción | 60 |
| 12) Entrada Neta bruta anual | 60 |
| 13) Entrada Neta líquida anual | 60 |
| 14) Retorno a la Inversión | 60 |
| Conclusiones | 67 |
| Referencias | 69 |

INTRODUCCION

El presente trabajo, titulado "PROYECTO DE INSTALACION DE UNA PLANTA PARA RECONDICIONAR ACEITES LUBRICANTES USADOS", que presento a consideración del Jurado para optar el Grado de INGENIERO DE PETROLEO, pretende no sólo contribuir a la realización técnica de una industria incipiente en nuestro medio -pero de grandes perspectivas industriales y económicas- sino también hacer ver las amplias proyecciones que tiene un Ingeniero de Petróleo, cuyo papel para con la Sociedad no está limitado únicamente a servir a la industria del petróleo en su fase de explotación.

Es obvio el importante papel que juegan los aceites lubricantes en la actualidad, pues no se puede concebir un pueblo civilizado sin industrias, éstas sin maquinarias y a la vez, éstas últimas sin sistemas de lubricación. Por lo tanto, contribuir al máximo aprovechamiento y al menor costo de los aceites lubricantes, es poner un granito de arena en la cristalización de la nueva era industrial que insistentemente está golpeando a las puertas de nuestra Patria y que la veremos realizada si todos ponemos empeño en ello.

Este trabajo no se resigna a ser uno más, que se presenta para cumplir con un requisito académico. Pretende despertar las ambiciones e impulsos genuinos de los alumnos de esta Facultad a fin de que no circunscriban sus miras y planes en la industria del petróleo, en el campo de explotación, en donde las plazas están casi saturadas. Hay muchas otras cosas que hacer. Se debe tener presente que ante todo un egresado es Ingeniero, piedra angular que necesita nuestro Perú para su desarrollo integral al que está predestinado.

José Salazar Barboza.

Lima, 1963.

CAPITULO I
GENERALIDADES

Historia.- El procedimiento de reacondicionamiento de aceites lubricantes usados tuvo su origen en Estados Unidos después de la segunda guerra mundial, cuando la producción de petróleo empezaba a aumentar. Desde entonces a la fecha, se han instalado muchas plantas de este tipo, que están funcionando perfectamente. Es prototipo de ellas la que está en las riberas del Río Potomac, en Arlington, Virginia, USA.

En Venezuela, país de gran desarrollo petrolero, existe una planta de reacondicionamiento de aceites lubricantes, propiedad de la compañía más poderosa de Sud América, Creole Petroleum Corporation.

En el Perú, la industria de reacondicionamiento de aceites lubricantes está en etapa naciente. Existen varias pequeñas plantas que están luchando por introducir su producto; sin embargo, no realizan una buena campaña de propaganda, ni tampoco cuentan con conocimientos técnicos para la manufactura, de tal manera que el aceite reacondicionado es considerado en nuestro medio como producto de segunda mano y su empleo inspira desconfianza.

Generalidades.- La materia prima es el aceite lubricante usado, es decir, aquel que ha sido empleado en los motores. Los aceites lubricantes de los motores de explosión, a gasolina o Diesel, responden a ciertas exigencias y requisitos que las Refinerías cumplen dentro de las especificaciones señaladas. Sin embargo, el primer uso de este aceite desintegra algunas de las moléculas inestables de los hidrocarburos más débiles, que por razones económicas, no fueron eliminadas en el proceso de refinación. Estas moléculas se descomponen oxidándose, precipitando carbón, gomas resinas; además el resto del aceite se contamina con el combustible, gasolina o diesel, y con partículas sólidas provenientes del polvo exterior o del desgaste de las superficies que se lubrican. Todas estas sustancias contaminan el aceite, lo ensucian, pero de ninguna manera lo descomponen. Por lo tanto, en un proceso de reacondicio

namiento estas impurezas se separan junto con la gasolina, carbón, polvo, agua y otras acumulaciones, dando por resultado un aceite lubricante más estable y de mejores propiedades.

Mientras más alta sea la calidad del aceite, mejor será el producto reacondicionado. En general, un buen proceso de reacondicionamiento rendirá un aceite lubricante que es superior a por lo menos un 75% de aceites vírgenes que existen en el mercado. Esto está respaldado por la opinión de técnicos especializados en la materia y por las pruebas concluyentes de laboratorio.

CAPITULO II

TECNOLOGIA GENERAL

1.- Materias primas.- En primer lugar tenemos el aceite lubricante sucio y luego los reactivos como: ácido sulfúrico, carbonato de Sodio, Tierra Fuller y algunos aditivos y colorantes.

El único problema que se podría presentar es en el abastecimiento del aceite lubricante sucio, sobre el cual se hará algunas consideraciones concernientes a la instalación de la Planta.

a)- Ubicación.- Es obvio que no se puede pensar sino en Lima, centro industrial y comercial. Lógicamente es el único lugar para lograr un abastecimiento regular y seguro.

b)- Calidad.- Es más que todo un problema cuya solución está en manos del recolector, por lo que se deberá dar instrucciones pertinentes al recibo y almacenamiento del aceite sucio, con el fin de tenerlos en las condiciones más favorables.

c)- Cantidad.- Según las Estadísticas, en Lima se consume la mayor parte del Consumo Nacional de lubricantes. Luego se tendrá la suficiente cantidad de aceite usado y, al mismo tiempo, la Planta podría suplir una eventual escasez que se presentara.

d)- Condiciones técnico-económicas.- Ya hemos visto respecto al aceite usado, sus dificultades y sus posibles soluciones. Referente a las demás materias primas no se presentará ningún problema pues todos estos productos existen en el mercado. Tampoco

hay dificultades en el abastecimiento del agua, pues si hubiere, se solucionaría con un pozo. Igualmente el combustible necesario puede tener un abastecimiento regular.

El desarrollo, en el presente proceso, no despide malos olores, ni molestias para la población vecina.

2)- Capacidad y Ubicación de la Planta.

a) Capacidad.- Consideremos, en primer lugar, el Consumo Nacional de Aceites Lubricantes, que indicará con cifras la capacidad de la Planta de nuestro proyecto.

Ver el Cuadro Consumo Nacional por año. Tabla Nº 1.

Según este cuadro, se ve que el Consumo Nacional por año es de 7.5 millones de galones de aceite lubricante, como promedio, con tendencia ascendente. Asumamos 5 millones de galones utilizables en la recuperación, -aproximadamente el 70%-; de los cuales únicamente el 10% vamos a considerar en este Proyecto. Luego, se tendrá que tratar 500,000 galones por año -que vienen a ser 1,500 galones diarios- considerando 330 días de trabajo al año. Lógicamente se debe tener en cuenta una ampliación de la Planta en un 30%, que totalizaría 2,000 GALONES DIARIOS COMO CAPACIDAD DE LA PLANTA.

b) Ubicación.- Los factores técnico-económicos determinan naturalmente, a Lima como el lugar más apropiado, pues se cuenta con todo lo necesario para extenderse después al resto del país. Además, el abastecimiento de materias primas, transporte, mano de obra, fuerza motriz eléctrica, combustibles, industrias conexas, bancos particulares y estatales, sistemas de propaganda murales, radiales y televisados que no se podrían contar en ninguna otra ciudad del país.

3)- Procedimiento Industrial.- Antes de referirnos al procedimiento industrial propiamente dicho, veamos qué le sucede a un aceite lubricante al entrar a trabajar en el carter de un motor:

a) Teoría sobre la Recuperación de los aceites lubricantes usados.- En principio, un aceite lubricante virgen que comienza

Tabla No 1

C O N S U M O N A C I O N A L P O R A Ñ O

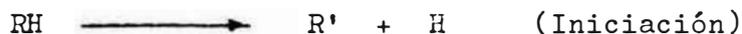
| | Lub.Nacional, gal. | Lub.import., gal. | En el Pais, gal. | Lub.e.port., gal. | Consumo Nacional, gal. |
|------|--------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------------|
| 1951 | 2'279,690 | 2'873,346 | 5'153,036 | 893,674 | 4'259,362 |
| 1952 | 3'037,272 | 3'505,369 | 6'542,641 | 533,763 | 5'958,878 |
| 1953 | 2'311,764 | 3'551,981 | 5'863,745 | 769,751 | 5'093,944 |
| 1954 | 2'942,310 | 4'413,325 | 7'355,635 | 768,668 | 6'586,967 |
| 1955 | 3'040,212 | 4'190,208 | 7'230,420 | 1'055,015 | 6'175,405 |
| 1956 | 3'246,852 | 5'429,341 | 8'676,193 | 635,078 | 7'991,115 |
| 1957 | 2'373,378 | 5'916,323 | 8'289,701 | 446,208 | 7'843,493 |
| 1958 | 3'234,252 | 5'401,500 | 8'635,752 | 452,365 | 8'183,387 |
| 1959 | 2'472,498 | 4'680,030 | 7'152,528 | 135,674 | 6'966,854 |

Nota.- No ha sido posible obtener los datos de los últimos tres años.

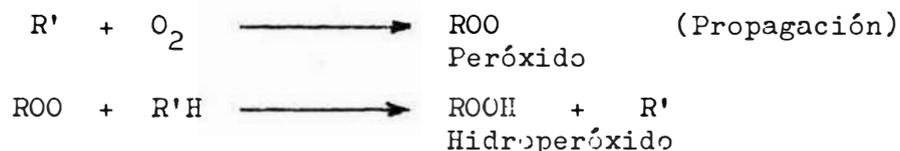
a trabajar como tal, tiene un tiempo limitado de trabajo en óptimas condiciones. Después, su presencia es nociva para las piezas que están siendo lubricadas, pues no cumple con su propósito. Este lubricante ensuciado y contaminado por el trabajo a que ha sido sometido, se encuentra con productos oxidados y lodos que aumentan su viscosidad un tanto -aunque la gasolina o diesel han disuelto algo también- favoreciendo la presencia de partículas impuras o bien ácidos precursores que contribuyen a la corrosión de las superficies que se lubrican. En esta condición, el aceite diluido y conteniendo partículas extrañas, ya no forma eficientemente su película protectora entre las dos superficies lubricadas.

Aunque se han realizado estudios de la oxidación en la lubricación en diferentes maquinarias, no se ha podido sacar conclusiones concretas, ya que entran en juego un sinnúmero de factores imponderables.

Basándose en estudios hechos sobre el proceso de oxidación de los hidrocarburos puros, se ha llegado a creer que ésta implica la formación de "hidroperóxidos" por una sucesión de reacciones. La primera reacción es la formación de un radical libre a través de la separación del átomo de Hidrógeno de la molécula del hidrocarburo:



Esta reacción puede ser activada por iones metálicos, calor o luz. El radical libre reacciona con el oxígeno para formar el radical peróxido, el cual se transforma en hidroperóxido al añadirse un átomo de hidrógeno de otra molécula dicarbonada:



La continua repetición de estas dos reacciones propaga una serie de reacciones, cuyo grado depende de la estabilidad del hidroperóxido resultante.

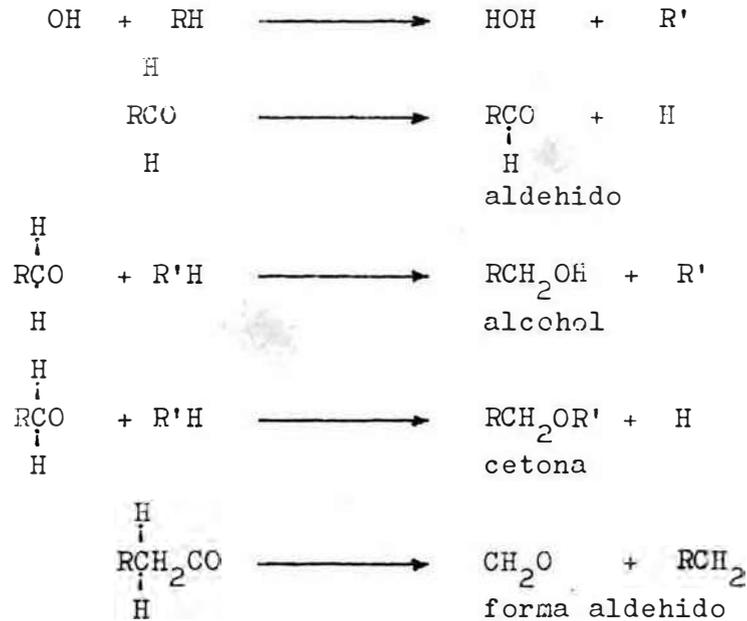
Los varios hidroperóxidos que participan inician una serie de reacciones simultáneas. La descomposición de la molécula de hi-

droperóxido origina la separación de O-O para producir dos radicales diferentes:



Los diferentes radicales resultantes, que se originan en la descomposición del hidroperóxido, puede participar en una serie de reacciones, dando como resultado una variedad de productos.

A continuación se ilustran algunos pasos:



Los últimos hidrocarburos formados, pueden ser oxidados para formar más radicales de peróxido, aldehidos y cetonas. Los alcoholes pueden oxidarse después y las reacciones secundarias de condensación pueden producir partículas de elevado peso molecular, dando como resultado una oxidación autocatalítica a un grado sumo.

Al agotarse el oxígeno o fragmentos reactivos, los últimos procesos comienzan a sentir la disminución de la propagación de la oxidación, llegando ésta a detenerse completamente.

Hasta aquí una breve explicación del fundamento de la oxidación de un aceite lubricante.

Ahora bien, al mismo tiempo de que la oxidación avanza, el contenido de carbón va aumentando, formando éste una costra de coque aislante para la lubricación de las partes internas de un motor, así como partículas metálicas provenientes de las superficies lubricadas.

b) Generalidades del Proceso Industrial.- El proceso más apropiado para el reacondicionamiento y recuperación de los aceites lubricantes es el Tratamiento Acido.

El aceite lubricante sucio llegará a la Planta en camiones-tanques y en cilindros y será depositado en una Poza de Recepción, donde, por la acción de la gravedad sufrirá una decantación o asentamiento de las partículas en suspensión, materia carbonosa, etc. Este Proceso terminará en los Tanques de almacenamiento, contándose siempre con un sistema de drenaje apropiado.

El aceite sucio es enviado a los tanques de tratamiento ácido, donde el ácido sulfúrico ataca a la materia carbonosa en suspensión; ataque que se hace más eficiente y uniforme con la agitación y elevación de temperatura. Las proyecciones producidas al agregar las primeras partes del ácido, por la presencia de agua, hacen que éstas -las proyecciones- ataquen a las sustancias que están flotando en forma de partículas diminutas.

Después de un reposo determinado se envía el aceite sucio acidificado a los tanques de Neutralización, donde se le trata con Carbonato de Sodio Anhidro, tanto del exceso de ácido como del carácter ácido que presenta la mezcla, tratando de acercarse a un pH neutro. También esta operación se efectúa con agitación y aumento de temperatura para hacerla más efectiva, rápida y homogénea.

Estos dos primeros pasos -tratamiento ácido y neutralización- originan precipitaciones en forma de lodos, por lo que los tanques de berán estar provistos de sistemas de drenaje.

Después de un reposo, nuevamente el aceite sucio neutralizado es enviado al tanque de Proceso y desde éste primeramente al precalentador, luego al Horno y posteriormente a la Torre de destilación.

De la destilación en esta torre -basada en principios generales- se obtendrá: Por el tope, productos volátiles (gasolina, diesel, etc.). Por la parte media, una fracción de lubricante liviano que, después de enfriado, se almacena y no necesita otro tratamiento.

Por la parte inferior, saldrá la fracción lubricante pesado sucio, que a la alta temperatura que sale, se le mezcla con Tierra Fuller en un Tanque con agitador para efectuar la mezcla en las mejores

condiciones. Debido al fenómeno de absorción, las partículas de Tierra Fuller se impregnan de carbón e impurezas, dando como resultado un lodo alquitranoso, gran parte del cual se drena y todo el resto de la mezcla pasa a la filtración que se realiza a presión.

Esta operación aún se hace a alta temperatura para facilitarla. El producto resultante, que es aceite limpio, se enfría y almacena.

Por último, se mezcla con la fracción lubricante liviano y se añaden aditivos y colorantes, como requieran, para satisfacer las especificaciones a cumplirse.

Tendremos entonces un aceite recuperado, apto para ser usado en los motores, con iguales o mejores cualidades que cuando vírgenes.

En los papeles-filtro queda un residuo en forma de coque que es la Tierra Fuller ensuciada. Generalmente ésta no se recupera, aunque Chenault y Miller (') informan que tratándola con una solución de 20% de acetona en nafta se podrían extraer las impurezas, a una temperatura de 90°F a 100°F. Se emplea baja temperatura a fin de que los materiales absorbidos no se adhieran tan fuertemente a la Tierra Fuller. Reactivada ésta tiene una eficiencia de 80 a 85%.

La recuperación de la acetona por destilación de la nafta y agua constituye la mayor parte del proceso

Por otra parte, este coque que deja la filtración, podría emplearse como asfalto y para calafateo.

c.) Diagrama de Flujo Cualitativo del Proceso.- En el Plano N^o 1 se aprecia la secuencia del proceso industrial que sufre el aceite lubricante, desde cuando llega sucio a la Poza de Recepción hasta el Envasado y distribución para su uso en los motores.

--

(') New Lubricating-oil-decolorizing and Clay-reactivating Process.
Ref. Nat. Gaso. Mfr., Nov., 1941. p. 93.

d) Descripción de las Operaciones y Procesos empleados.

1- Almacenamiento Inicial.- Esta operación se realizará en el siguiente orden: el aceite lubricante sucio, traído en camiones-tanques o en cilindros, se depositará en la Poza de recepción, que estará provista de rejillas a fin de evitar la entrada de materias sólidas.

De esta poza, por un sistema de bombeo se transportará el aceite lubricante a los tanques de almacenamiento, los cuales, en número de dos y con capacidad de 30,000 galones en total, han sido diseñados para un aprovisionamiento de la Planta para 15 días.

En cuanto al almacenamiento de las otras materias primas, como ácido sulfúrico comercial, Carbonato de Sodio anhidro, Tierra Fuller, aditivos y colorantes, será efectuado convenientemente con la previsión del caso y en almacenes construídos apropiadamente.

2- Ataque con ácido.- Este ataque se llevará a cabo en dos tanques de 1,200 gal. cada uno. Se trata separadamente para realizar un ataque más homogéneo y efectivo. También porque los tanques se han de limpiar con cierta regularidad y así, no se entorpecerá el proceso.

El ataque se realiza con ácido sulfúrico comercial aumentando la temperatura hasta unos 150°F, a la cual la viscosidad, 115 SSU, es ideal para que el ataque del ácido sea lo más efectivo posible; Para favorecer este ataque y para que sea más uniforme, se le suministra agitación, durante el período de agregado de ácido y luego se le permite reposar no menos de tres horas y no más de cinco. Durante este reposo, se ha de sedimentar la materia alquitranosa acidificada, la que será drenada antes de entrar el tanque en trabajo nuevamente.

3- Proceso de Neutralización.- El lubricante acidificado llega a los tanques de neutralización, que son dos de 1,200 gal. cada uno, bombeados desde los tanques de tratamiento ácido. Esta neutralización se lleva a cabo con Carbonato de Sodio anhidro técnico, que llevará a la mezcla hasta un pH muy cercano al neutro, encargándose posteriormente la Tierra Fuller, por su carácter básico, de llevar al aceite hasta el pH ideal.

La Neutralización se hace con Carbonato de Sodio anhidro, pues la Soda Cáustica no es recomendable porque forma emulsiones de tal estabilidad que a veces es necesario repetir el tratamiento ácido.

Al igual que el tratamiento ácido, la neutralización se realiza con aumento de temperatura hasta 150°F y con agitación, por razones similares. Luego se permite reposar la mezcla con el fin de decantar la borra acidificada, que será drenada. El tiempo de poso será entre tres y cinco horas.

El pasar el lubricante al Tanque de Proceso tiene como objeto regularizar desde este momento y desde este tanque el suministro al resto del proceso y poder mantener libres los tanques de tratamiento ácido y neutralización, para que continúen cumpliendo su cometido y no entorpecer el curso del flujo establecido.

4- Calentamiento y Fraccionamiento del Lubricante.- Estas dos operaciones tan íntimamente ligadas, comprenden la parte central del presente proceso.

El aceite lubricante sucio es alimentado desde el tanque de proceso que regulariza esta alimentación al horno primeramente y luego a la torre.

El horno tiene por función elevar la temperatura del lubricante hasta unos 390°F y grados más, y también recalentar el vapor de agua saturado que luego será alimentado a la torre a la misma temperatura que el aceite lubricante. Estas dos funciones se realizan simultáneamente en tuberías diferentes.

Una vez obtenida la temperatura deseada, la línea se dirige a la torre que es alimentada por el tercer plato de aceite lubricante sucio a 390°F y vapor sobrecalentado por el primer plato. En esta forma se da comienzo al mecanismo de la destilación fraccionada, basada en los diversos puntos de ebullición de los diferentes cortes. Esta destilación se realizará al vacío -200 mm. Hg. de presión- y con arrastre de vapor. La alimentación del reflujo se hará por la parte superior con la fracción de livianos fríos, lo cual tiene por objeto controlar la temperatura de la torre.

Por el tope de la torre, se obtendrán las materias más volátiles entre las temperaturas de 128°F a 212°F. Por la parte media, la

fracción Lubricante liviano, entre los 212°F y 390°F. Por la parte inferior, se obtendrá la Fracción Lubricante Pesado, cuyo punto de ebullición está por encima de los 390°F.

Los porcentajes que se obtienen son los siguientes: volátiles: 3%, Fracción Livianos: 25% y Fracción Pesados: 72%.

La fracción de lubricante liviano, al enfriarse para su posterior recepción en el tanque de livianos, tiene que ceder su calor para el precalentamiento de la alimentación del aceite lubricante sucio al horno. Los volátiles serán condensados y almacenados en un tanque donde se decantará el agua y la utilización de la parte combustible (gasolina, diesel, etc.) en la Planta.

La Fracción de lubricante pesado sucio saldrá a elevada temperatura a la siguiente operación que es el mezclado con Tierra Fuller.

5- Mezclado con Tierra Fuller.- La fracción lubricante pesado sale de la torre alrededor de 430°F, para ser mezclado con Tierra Fuller en un tanque donde se le agita tan vigorosamente como sea necesario para permitir un íntimo contacto de la Tierra Fuller finamente granulada con el aceite lubricante sucio.

Este mezclado permite la adherencia de las partículas en suspensión a la Tierra Fuller. Esta operación de mezclado debe tratarse de hacerla lo más efectiva posible.

6- Filtración.- Realizada la mezcla del lubricante con la Tierra Fuller, el proceso siguiente es el Filtrado. Este se realiza aprovechando la temperatura de salida del tanque de mezcla, 350°F, en Filtro-prensas, que en número de dos, trabajarán alternadamente, pues mientras uno trabaja, el otro estará siendo limpiado, extrayendole la pasta de entre los marcos y poniéndolo en condiciones de entrar nuevamente en servicio. El líquido que se obtiene es el LUBRICANTE RECUPERADO.

7- Almacenamiento Final.- Tanto la fracción de lubricante pesado como el liviano, son transitoriamente almacenados en su tanque correspondiente. La fracción pesados en un tanque de 9,000 galones y los livianos en uno de 3,000 galones. De aquí pasarán a la parte final, al acabado.

8- Acabado.- Por ser esta parte, el final del proceso, la que ha de determinar mayormente las características del producto para su entrega al consumo, cobra singular importancia.

De acuerdo a los porcentajes de livianos y pesados, así como al agregado de aditivos, y si fuere necesario colorantes, el aceite lubricante tendrá las características deseadas y requeridas.

9- Envasado.- Con la provisión de cilindros limpios para el envase y el llenado de éstos termina el proceso del presente proyecto.

Este envasado se hará cumpliendo hasta donde sea posible las prescripciones de limpieza, método y orden, que puedan garantizar las especificaciones que llevarán los cilindros y de esta recomendarse a sí mismos. Luego de terminado el llenado se les tapará herméticamente. Tendrán distintivos propios que permitan diferenciarse con otros cilindros en el mercado.

Los cilindros tendrán un volumen neto de 50 galones cada uno.

e)- Control seguido en el Proceso.- Se emplearán instrumentos para controlar el flujo, presión y temperatura, donde las condiciones lo requieran. Se podrán usar medidores de orificio, manómetros, termómetros y termostátos, con sus respectivos registradores. Asimismo se controlará el proceso por medio de muestreo estratégico, a fin de que el producto obtenga el tratamiento debido en todo el proceso, según el caso requiera.

f)- Experimentos realizados.- Las pruebas experimentales se han llevado a cabo en el Laboratorio de Petróleo de esta Facultad. Es pecíficamente se muestran en la Tabla N^o 2, a y b, las pruebas realizadas con los aceites lubricantes nuevos, usados y reacondicionados en el mismo Laboratorio. Todas estas pruebas se han efectuado bajo las especificaciones del Manual ASTM para Petróleo y sus Derivados. Las comparaciones y rendimientos obtenidos se evaluarán a continuación de los cuadros comparativos de las pruebas.

En cuanto a las pruebas de reacondicionamiento propiamente dicho, las proporciones en que intervienen cada uno de los reactivos, se dan a conocer en el respectivo Balance de Materias.

Tabla Nº 2, (a)

DETERMINACION DE UN ACEITE LUBRICANTE "SAE 30"

| <u>Pruebas de identificación</u> | <u>Nuevo</u> | <u>Usado</u> | <u>Reacondicionado</u> |
|--------------------------------------|--------------|--------------|------------------------|
| Gravedad API a 60°F | 27.00 | 26.20 | 28.20 |
| Gravedad específica | .8927 | .8973 | .8860 |
| Viscosidad SSU a 100°F | 603.0" | 323.4" | 384.6" |
| Viscosidad SSU a 130°F | 280.8" | 180.0" | 210.6" |
| Viscosidad SSU a 210°F | 73.8" | 57.0" | 66.0" |
| Indice de Viscosidad | 112 | | 131 |
| Punto de inflamación COC | 440°F | 256°F | 370°F |
| Punto de encendido COC | 500°F | 320°F | 450°F |
| Residuo de Carbón, % | 1.15 | 2.11 | .47 |
| Cenizas, % | 1.04 | 1.20 | .36 |
| Insolubilidad en Eter de Petróleo, % | 3.65 | 5.07 | 4.10 |
| Insolubilidad en Cloroformo, % | 4.08 | 5.97 | 4.70 |
| • Aceite oxidado, % | .43 | .90 | .60 |
| Número de neutralización | .45 | 1.25 | .40 |
| Número de precipitación, % | Neg. | 1.16 | Neg. |
| Determinación de metales en cenizas | Neg. | Trazas | Fe Neg. |

Tabla Nº 2, (b)DETERMINACION DE UN ACEITE LUBRICANTE "SAE 20"

| <u>Pruebas de identificación</u> | <u>Nuevo</u> | <u>Usado</u> | <u>Reacondicionado</u> |
|---|--------------|--------------|------------------------|
| Gravedad API a 60°F | 20.20 | 20.40 | 21.50 |
| Gravedad específica | .9328 | .9315 | .9248 |
| Viscosidad SSU a 100°F | 334.5" | 378.0" | 278.0" |
| Viscosidad SSU a 130°F | 165.0" | 234.0" | 140.0" |
| Viscosidad SSU a 210°F | 52.2" | 54.6" | 50.4" |
| Indice De Viscosidad | 77 | | 86 |
| Punto de inflamación COC | 400°F | 320°F | 385°F |
| Punto de encendido COC | 446°F | 390°F | 420°F |
| Residuo de Carbón. % | .07 | .164 | .21 |
| Cenizas, % | .05 | .106 | .03 |
| Insolubilidad en Eter de Petróleo, % | 4.71 | 6.32 | 5.09 |
| Insolubilidad en Cloroformo, % | 4.98 | 8.00 | 5.44 |
| Aceite Oxidado, % | .27 | 1.68 | .35 |
| Número de Neutralización | .07 | .70 | .12 |
| Número de precipitación, % | Neg. | 1.30 | Neg |
| Determinación de metales en cenizas | Neg. | Trazas | Fe Neg. |

g) Evaluación de los análisis.- Los resultados obtenidos en el Laboratorio muestran que el procedimiento seguido es satisfactorio. Primeramente en cuanto a las pruebas de identificación propiamente dichas, éstas han sido realizadas siguiendo estrictamente las normas de la ASTM y en segundo lugar, en cuanto a los trabajos de recuperación, se pueden considerar de buen rendimiento ya que las pruebas realizadas en el producto obtenido así lo demuestran.

Ahora bien, para interpretar los resultados en una recuperación, se debe tener en cuenta que no se puede tomar en forma aislada las diversas pruebas realizadas, sino más bien en conjunto, para poderles dar una explicación satisfactoria. De esta manera se llega a la conclusión de que las muestras reacondicionadas están en condiciones de entrar nuevamente en servicio, con igual o mejor rendimiento que el original.

En cuanto a los porcentajes de los reactivos a emplearse en la marcha del proceso es relativo y depende de la calidad del producto a tratarse. Estos porcentajes deben determinarse en el laboratorio, en el cual no sólo se controlará el proceso, sino que estará montado de tal manera que sirva para hacer investigaciones y estar al día con los últimos adelantos industriales y poderlos aplicar al proceso.

Los porcentajes máximos son.

Acido sulfúrico Comercial: 5-6% en volúmen,

Carbonato de Sodio anhidro técnico: .9 - 1.1% en peso,

Tierra Fuller: 18 - 20% en peso.

Los rendimientos obtenidos están entre 85 y 88%.

CAPITULO III

INGENIERIA GENERAL

1) BALANCE DE MATERIA

Base: 2,000 gal/24 horas.

| OPERACIONES Y PROCESOS | MATERIAL | ENTRAN | | SALEN | |
|---|---|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| | | Peso, lb. | Volumen, gal. | Peso, lb. | Volumen, gal. |
| (1) TRATAMIENTO ACIDO | Lubric. sucio | | 2,000.000 | | |
| | Acido sulf.co. | | <u>120.000</u> | | |
| | | | 2,120.000 | | |
| | Lubric. acidif. | | | 16,160.80 | 2,056.40 |
| | Lodo | | | <u>660.00</u> | <u>63.60</u> |
| | Total | | | 16,820.80 | 2,120.00 |
| (2) NEUTRALI ZACION | Lubric. acidif. | 16,160.80 | 2,056.40 | | |
| | Carb.de Sodio | <u>161.60</u> | | | |
| | | 16,322.40 | | | |
| | Lubric. neutra lizado | | | 15,793.70 | |
| | Lodo | | | <u>528.70</u> | |
| | Total | | | 16,322.40 | |
| (3) FRACCIO- NAMIENTO | Lubric. neutra lizado | | | | 54.10 |
| | Volátiles | | | | 450.80 |
| | Lubric. liviano | | | | <u>1,298.30</u> |
| | Lubric. pesado | | | | 1,803.20 |
| | Total | | | | |
| (4) MEZCLADO CON TIERRA FULLER | Lubric. pesado sucio | 10,780.00 | 1,298.30 | | |
| | Tierra Fuller | <u>1,940.40</u> | | | |
| | | 12,720.40 | | | |
| | Mezcla | | | 12,720.40 | |
| (5) FILTRADO | Mezcla de Lub. sucio pesado con T. Fuller | 12,720.40 | | | |
| | Lub. filtrado | | | 9,560.00 | 1,262.40 |
| | Pasta en los filtros | | | <u>3,160.40</u> | |
| | Total | | | 12,720.40 | |

Los porcentajes de Reactivos utilizados son:

- | | |
|--|--------------|
| 1- Acido sulfúrico comercial: | 6% (volumen) |
| 2- Carbonato de Sodio anhidro técnico: | 1% (peso) |
| 3- Tierra Fuller: | 18% (peso) |

De un total de 2,000 galones procesados, se obtiene:

- | | |
|-------------------------------|---------------|
| 1- Volátiles: | 54.10 gal. |
| 2- Aceite lubricante liviano: | 450.80 " |
| 3- Aceite lubricante pesado: | 1,262.40 " |
| | 1,777.30 gal. |

Lo cual significa un rendimiento total de:

$$\frac{1,777.30}{2,000} \times 100 = 88.86\%$$

Con un rendimiento neto de Aceite lubricante de:

$$\frac{450.80 + 1,262.40}{2,000.00} \times 100 = 85.66\%$$

2) BALANCE TERMICO

| | Gradiente Térmica, °F | Calor suministrado o Extraído, BTU/hr. |
|--|--------------------------|---|
| 1- Tratamiento Acido | 70-150 | 151,000 |
| 2- Neutralización | 70-150 | 151,000 |
| 3- Precalentamiento del Aceite lubricante sucio | 68-144 | 23,800 |
| 4- Calentamiento del horno: | | |
| a) Aceite lubricante sucio | 144-390 | 77,800 |
| b) Vapor sobrecalentado | 212-390 | 3,450 |
| 5- Enfriamiento de la fracción liviana | 301-68 | 23,800 |
| 6- Enfriamiento de la fracción pesado | 300-68 | 60,000 |
| 7- Enfriamiento de los volátiles | 212-68 | 1,900 |

3) Diagrama de flujo cuantitativo.

En el Plano N^o 2, se presenta el Diagrama de Flujo Cuantitativo en el que se muestra no sólo el flujo que seguirá el proceso, sino también las cantidades tanto de material como de calor, cantidades que han sido calculadas en los respectivos Balances de Materia y de calor.

4) CALCULO DEL DISEÑO Y ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO

Los tanques a utilizarse serán de hierro galvanizado en planchas de 3/16", siendo las inferiores de 5/16" y el fondo de 1/4". Serán de forma cilíndrica vertical, si no se indica lo contrario; serán soldados. Los tanques de tratamiento ácido y de neutralización tendrán, especialmente, una compuerta en la parte inferior para drena la borra y limpiar el fondo.

1- Tanque de almacenamiento inicial.

Base: 2,000 gal/día

Almacenamiento para 15 días: 30,000 gal.

Número de tanques: 2

Capacidad de cada tanque: 15,000 gal.

Cálculo de diámetro y altura:

$$V = .785 D^2 h$$

$$D^2 h = \frac{1}{.785} V$$

$$D^2 h = (1/.785) 15,000 \text{ gal.} \times .1337 \text{ pies}^3/\text{gal.}$$

Dimensiones:

$$\text{Para: } D = 12'$$

$$h = 17'7''$$

2- Tanque de tratamiento ácido

Volumen a tratarse: 2,000 gal.

Número de tanques: 2

Capacidad de cada tanque: 1,200 gal.

Dimensiones: $D = 5'$

$$h = 8'2''$$

3- Tanque de neutralización

Volumen a tratarse: 2,000 gal.

Número de tanques: 2

Capacidad de cada tanque: 1,200 gal.

Dimensiones: $D = 5'$

$$h = 8'2''$$

4- Tanque de proceso

Capacidad: 2,500 gal.

Dimensiones: D = 6'
h = 11'8"

5- Tanque para mezclado con Tierra Fuller

Capacidad: 2,000 gal.

Dimensiones: D = 6'
h = 9'4"

6- Tanque de recepción final

a) De aceite lubricante liviano

Base: 450 gal/día

Capacidad para 7 días: 3,000 gal.

Dimensiones: D = 7'
h = 10'4"

b) De aceite lubricante pesado

Base: 1,300 gal/día

Capacidad para 7 días: 9,000 gal.

Dimensiones: D = 10'
h = 15'3"

c) De volátiles y decantación.

Capacidad: 160 gal.

Forma: Cilíndrica-tronco-cónica

Dimensiones:

i) De la parte cilíndrica

Capacidad: 140 gal. D = 3'
h = 2'5- $\frac{1}{2}$ "

ii) De la parte cónica

Capacidad: 20 gal.

$$V = \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi}{4} D^2 h = .262 D^2 h$$

$$D^2 h = \frac{V}{.262}$$

Como $D = 3'$, se tiene:

$$h = \frac{20 \text{ gal} \times .1337 \text{ pies}^3/\text{gal}}{3^2 \text{ pies}^2 \times .262} = 1'$$

Dimensiones totales: $D = 3'$

$h = 3' 5\frac{1}{2}''$

Angulo de inclinación: $20 \text{ a } 30'$

7- Tanque de mezclado y acabado final

Base: 1,000 gal.  20 cilindros

Dimensiones: $D = 5'$

$h = 6'7''$

8- Tanque de almacenamiento de combustible

Capacidad para 10 días: 350 gal.

Dimensiones: $D = 3'$

$h = 6'5''$

9- Tanque de almacenamiento de agua

a) Tanque cisterna subterraneo

Capacidad para 2 días: 4,000 gal.

Forma: paralelepípedo rectangular

Dimensiones: Largo = $13'$

Ancho = $8'$

Alto = $5'1''$

b) Tanque surtidor, en suspensión

Capacidad: 650 gal.

Dimensiones: $D = 4'$

$h = 6'8''$

CALCULO DE LOS AGITADORES

Ultimamente existe la tendencia a emplear agitadores individuales por la flexibilidad de la operación y bajo costo. Por eso, se emplearán agitadores de este tipo, con el eje del motor en el eje del tanque.

Los motores -eléctricos a usarse- deben ser blindados para evitar explosiones que provocarían incendios. Se empleará un reductor vertical para mover las paletas, que serán seis.

Se han tenido en cuenta las recomendaciones en el diseño de los agitadores y se han empleado las fórmulas en el cálculo, del Handbook de Perry.

Se necesitarán agitadores en los siguientes tanques:

- a) Para el tratamiento ácido: dos (uno por tanque)
- b) Para la neutralización: dos (uno por tanque)
- c) Para el mezclado con Tierra Fuller: uno
- d) Para el mezclado y acabado final: uno

Tanto en el tratamiento ácido como en la neutralización y mezclado y acabado final, se tienen idénticas condiciones de trabajo, excepto el pH, por lo que se calculará un tipo único para estos casos.

Fórmula a aplicarse:

$$P = c L^3 s N^3 D^{1.1} W^{.3} H^{.6}$$

Donde:

P = Potencia, HP

c = coeficiente de potencia, sin dimensiones

D = Diámetro del tanque = 5 pies

H = Profundidad del líquido = 2 pies

L = Longitud de la paleta = 2 pies

s = Densidad del líquido = 56 lb/pie³

W = Ancho de la paleta = .25 pie

z = Viscosidad absoluta del líquido = .007 lb/(pie)(sg)

Cálculo de c:

$$R = \frac{L^2 N s}{z} = \frac{4 \times 1 \times 56}{7 \times 10^{-5}} = 32 \times 10^3$$

En el gráfico de la pag. 1225 de Perry, se encuentra que para este valor de R, Número de Reynolds, c es igual a 3×10^5

Reemplazando estos valores en la fórmula, se tiene:

$$P = 3 \times 10^{-5} \times 2^3 \times 56 \times 1^3 \times 5^{1.1} \times .25^{\cdot 3} \times 2^{\cdot 6}$$

$$P = .08 \text{ HP/paleta}$$

Para seis paletas será: $P = .48 \text{ HP}$

Con un rendimiento combinado de 50%, la potencia necesaria será:

$$\frac{.48}{.50} = .96 \text{ HP} \approx 1 \text{ HP}$$

c) Para el mezclado con Tierra Fuller:

Datos:

$$c = 3 \times 10^{-5} \text{ para } R = 5.2 \times 10^4 \text{ (calculado)}$$

$$D = 6 \text{ pies}$$

$$H = 3 \text{ pies}$$

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

$$N = 1 \text{ Rps}$$

$$s = 93.6 \text{ lb}/(\text{pie})^3$$

$$W = .25 \text{ pie}$$

$$z = .008 \text{ lb}/(\text{pie})(\text{sg})$$

Reemplazando estos valores en la fórmula, se tiene:

$$P = 3 \times 10^{-5} \times 2^3 \times 93.6 \times 1^3 \times 6^{1.1} \times .25^{\cdot 3} \times 3^{\cdot 6}$$

$$P = .2 \text{ HP/ paleta} \times 6 \text{ paletas} = 1.2 \text{ HP}$$

Con un rendimiento combinado de 50%, la potencia necesaria será:

$$\frac{1.20}{.50} = 2.4 \text{ HP} \approx 2 \frac{1}{2} \text{ HP}$$

CALCULO DE LOS SERPENTINES DE CALENTAMIENTO

Se necesitan para:

- a) Dos tanques de tratamiento ácido, y
- b) Dos tanques de nustralización.

1) Calor a suministrar a la masa:

Base: 1,000 gal. = 7,550 lb.

Tiempo de calentamiento: 4 hr.

Luego, $M = 1890$ lb/hr.

$$C_p = .5 \text{ BTU/lb}\text{°F}$$

$$t_1 = 70\text{°F}$$

$$t_2 = 150\text{°F}$$

Se tiene, aplicando la fórmula: $Q = M C_p \Delta t$

$$Q = 1890 \text{ lb/hr} \times .5 \text{ BTU/lb}\text{°F} \times (150-70)\text{°F}$$

$$Q = 75,500 \text{ BTU/hr.}$$

2) Area de trasmisión de calor:

$$A = \frac{Q L}{K \Delta t} = \frac{Q}{U \Delta t}$$

El valor de U se ha asumido igual a 21, pues por datos suministrados por el Departamento Técnico de Lima de IPCo., ellos emplean entre 20 y 25. Se asume tal valor teniendo en cuenta las características del fluido, dándole cierto margen de seguridad.

Cálculo de Δt , temperatura media logarítmica:

| Lubricante | Vapor | Diferencia |
|----------------------|-----------------------|-----------------------------|
| $t_1 = 70\text{°F}$ | $t'_1 = 212\text{°F}$ | $\Delta t_1 = 142\text{°F}$ |
| $t_2 = 150\text{°F}$ | $t'_2 = 212\text{°F}$ | $\Delta t_2 = 62\text{°F}$ |

$$\Delta t = \frac{142 - 62}{2.3 \lg \frac{142}{62}} = \frac{80}{2.3 \times .36} = 96.5 \quad 97\text{°F}$$

Reemplazando estos valores en la fórmula, se tiene:

$$A = \frac{75,500}{21 \times 97} = 37 \text{ pies}^2$$

Con tubos de 2", cuya longitud de tub. x pie² de superficie exterior de 1.608 pie/pie², se tiene:

Longitud de tubería de 2": $37 \text{ pies}^2 \times 1.608 \text{ pie/pie}^2 = 60 \text{ pies}$.
 Diámetro de la espiral: 4 pies; circunferencia: 12.56 pies
 Número de espirales: $60/12.56 = 4.8 \approx 5$ espirales.

CALCULO DEL CALDERO

- 1) Calor necesario para el calentamiento en el tratamiento ácido y la neutralización: 75,500 BTU/hr por tanque.

Entalpía del vapor de agua saturado a 212°F y 14.7 psia.

$$\begin{array}{r} H_g \xrightarrow{212^\circ\text{F}} 1,150.40 \text{ BTU/lb} \\ H_g \xrightarrow{68^\circ\text{F}} \quad \quad \quad 48.02 \text{ "} \\ \hline H_g = 1,102.38 \text{ BTU/hr} \end{array}$$

Luego, cantidad de vapor requerido:

$$\frac{75,500 \text{ BTU/hr}}{1,102 \text{ BTU/hr}} = 68.5 \text{ lb/hr}$$

Para los dos tanques: $68.5 \times 2 = 137 \text{ lb/hr}$

Total de vapor a suministrarse por el caldero:

| | |
|--|---------------|
| i) Vapor para el calentamiento en el tratamiento ácido y neutralización: | 137.00 lb/hr |
| ii) Vapor a suministrar a la torre: | 41.25 " |
| iii) Vapor para la limpieza de cilindros: | 38.25 " |
| Total: | 216.50 lb/hr. |

- 2) Potencia del caldero:

$$\frac{216.50 \text{ lb/hr}}{34.50 \frac{\text{lb/hr}}{\text{HP}}} = 6.3 \text{ HP}$$

Con una eficiencia de 70% será: $\frac{6.3}{.7} = 9.0 \text{ HP}$

Agregándole una sobrecapacidad de 3.0 HP, se tiene:

Potencia del caldero: 12 HP

CALCULO DEL PRECALENTADOR

Para el precalentamiento de la alimentación de aceite lubricante sucio al horno, se empleará el calor que desprenderá, al enfriarse, la fracción liviana.

1) Cantidad de calor que puede ceder el aceite lubricante liviano:

Aplicando la fórmula $Q = M C_p \Delta t$, se tiene:

$$Q = 157.5 \text{ lb/hr} \times .65 \text{ BTU/lb}^\circ\text{F} \times (301-68)^\circ\text{F}$$

$$Q = 23,800 \text{ BTU/hr}$$

2) Temperatura a la que saldrá el aceite lubricante sucio del Precalentador, utilizando este calor desprendido por la fracción de lubricante liviano:

$$Q = 630 \text{ lb/hr} \times .5 \text{ BTU/lb}^\circ\text{F} \times (X-68)^\circ\text{F}$$

$$X = \frac{23,800}{630 \times .5} + 68 = 144^\circ\text{F}$$

Cálculo de la temperatura media logarítmica, Δt :

| Lub.sucio | Lub.liviano | Diferencia |
|---------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| $t_1 = 68^\circ\text{F}$ | $t_1 = 301^\circ\text{F}$ | $\Delta t_1 = 233^\circ\text{F}$ |
| $t_2 = 144^\circ\text{F}$ | $t_2 = 68^\circ\text{F}$ | $\Delta t_2 = 76^\circ\text{F}$ |

$$\Delta t = \frac{233 - 76}{2.3 \lg \frac{233}{76}} = \frac{157}{2.3 \times .49} = 144^\circ\text{F}$$

Aplicando la fórmula, $A = \frac{Q}{U \Delta t}$, con el mismo valor de U que en los serpentines y con estos valores calculados, se tiene:

Area de trasmisión de calor:

$$A = \frac{23,800}{21 \times 144} = 8.5 \text{ pies}^2$$

Longitud de tubería de 2":

$$8.5 \text{ pie}^2 \times 1.608 \text{ pie/pie}^2 = 12.8 \text{ pies}$$

Que se puede repartir en 4 tubos de 3.2 pies de longitud.

CALCULO DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR PARA LA FRACCION PESADA

La fracción pesada que sale de la torre pasará a mezclarse con la Tierra Fuller a alta temperatura, para luego ir a la filtración; de donde saldrá con una temperatura de 300°F, la que se tendrá que bajarse a la temperatura ambiente.

La gradiente térmica es la siguiente:

- | | |
|--|-----------|
| a) Temperatura de salida de la torre y entrada al mezclado: | 430°F (±) |
| b) Temperatura de salida del mezclado y entrada a la filtración: | 350°F (±) |
| c) Temperatura de salida de la filtración | 300°F (±) |
| d) Enfriamiento hasta la temperatura ambiente: | 68°F (±) |

Calor a extraerse, Q, de la fracción pesada:

$$Q = 400 \text{ lb/hr} \times .58 \text{ BTU/lb°F} \times (300-68)°\text{F}$$

$$Q = 54,000 \text{ BTU/hr}$$

Cálculo de la temperatura media logarítmica, Δt :

| Lub.Pesado | Agua | Diferencia |
|----------------------|-----------------------|-----------------------------|
| $t_1 = 300°\text{F}$ | $t'_1 = 68°\text{F}$ | $\Delta t_1 = 232°\text{F}$ |
| $t_2 = 68°\text{F}$ | $t'_2 = 176°\text{F}$ | $\Delta t_2 = 108°\text{F}$ |

$$\Delta t = \frac{232 - 108}{2.3 \lg \frac{232}{108}} = \frac{124}{2.3 \times .33} = 162°\text{F}$$

Aplicando la fórmula, ya empleada, con el mismo valor de U y con estos valores calculados, se tiene:

Area de trasmisión de calor:

$$A = \frac{54,000}{21 \times 162} = 16 \text{ pies}^2$$

Longitud de tubería de 2"

$$16 \text{ pies}^2 \times 1.608 \text{ pie/pie}^2 = 27 \text{ pies}$$

Que se puede repartir en 9 tubos de 3 pies. de longitud.

CALCULO DE LA CANTIDAD DE AGUA PARA EL ENFRIAMIENTO

Calor a extraerse, $Q = 54,000$ BTU/hr

Fórmula a aplicarse: $Q = M C_p \Delta t$

Reemplazando los datos ya conocidos en esta fórmula y des-
jando M , que es la incógnita, se tiene:

$$M = \frac{54,000 \text{ BTU/hr}}{1 \text{ BTU/lb}^{\circ}\text{F} \times (176-68)^{\circ}\text{F}} = 500 \text{ lb/hr}$$

Que representan: $500 \text{ lb/hr} \times .45 \text{ lt/lb} = 230 \text{ lt/hr}$.

Por lo tanto, cantidad de agua para el enfriamiento:

$$230 \text{ lt/hr} \times 24 \text{ hr} = 5,500 \text{ lt/día.}$$

CALCULO DEL HORNO

En el cálculo del diseño del horno, se tiene:

1) Calor que deberá suministrar el horno:

a) Para calentar el aceite lubricante sucio de 144°F a 390°F .

b) Para sobrecalentar el vapor de agua de 212°F a 390°F

Cálculo de a): $Q = M C_p \Delta t$

$$Q = 630 \text{ lb/hr} \times .5 \text{ BTU/lb}^{\circ}\text{F} \times (390-144)^{\circ}\text{F}$$

$$Q_a = 77,800 \text{ BTU/hr}$$

Cálculo de b):

$$C_p = .465 \text{ (para vapor sobrecalentado a } 390^{\circ}\text{F} \text{ y } 14.7 \text{ psia)}$$

$$Q = 41.25 \text{ lb/hr} \times .465 \text{ BTU/lb}^{\circ}\text{F} \times (390-212)^{\circ}\text{F}$$

$$Q_b = 3,450 \text{ BTU/hr}$$

Calor total, $Q_t = Q_a + Q_b = 77,800 \text{ BTU/hr} + 3,450 \text{ BTU/hr}$

$$Q_t = 81,250 \text{ BTU/hr}$$

Cálculo que está conforme con:

$$H_g \xrightarrow{390^{\circ}\text{F}} 1,234.0 \text{ BTU/lb}$$

$$H_g \xrightarrow{212^{\circ}\text{F}} 1,150.6 \text{ "}$$

$$H_g = 83.4 \text{ BTU/lb}$$

$$0 \text{ sea: } 83.4 \text{ BTU/lb} \times 41.25 \text{ lb/hr} = 3,450 \text{ BTU/hr}$$

A las 81,250 BTU/hr de calor suministrado habrá que agregar las pérdidas por convección, conducción y radiación, que se puede estimar en un 30%.

$$\text{Luego Calor total será: } 81,250 \times 1.30 = 105,625 \text{ BTU/hr}$$

2)- Combustible para el horno:

Calor a ser suministrado por el horno:

$$105,625 \text{ BTU/hr, o sea: } 26,406 \text{ Kg-cal/hr}$$

El Petróleo Esso Industrial # 5, tiene un poder calorífico de 9,800 Kg-cal/kg, luego:

$$\text{Cantidad de combustible} = \frac{26,406 \text{ Kg-cal/hr}}{9,800 \text{ Kg-cal/kg}} = 2.7 \text{ Kg/hr.}$$

Con una densidad de 7.76 lb/gal, tendremos: .78 gal/hr, que representa:

$$\text{Cantidad de combustible: } 18.5 \text{ gal/día.}$$

3)- Tiro para la chimenea:

$$\text{Se ha empleado la fórmula: } h = .00129 v^2/2 \times 2.81$$

Para una velocidad de los gases, v , de 2 mt/sg, se tiene:

$$h = .00129 \times 4/2 \times 2.81 = .0026 \text{ mt. de agua}$$

$$h = 2.6 \text{ mm. de agua.}$$

4)- Altura para la chimenea:

$$H = \frac{\text{succión (mm.)}}{P \times 1.29 \left(\frac{273}{T_a} - \frac{273}{T_{ch}} \right)}$$

Teniendo una temperatura ambiente, $T_a = 20^{\circ}\text{C}$ y la temperatura de los gases de la chimenea, $T_{ch} = 300^{\circ}\text{C}$ y la succión práctica -el doble de la del tiro- igual a 5.2 mm. de agua, se tiene:

$$H = \frac{5.2}{1 \times 1.29 \left(\frac{273}{293} - \frac{273}{573} \right)} = 9.00 \text{ mt.}$$

Altura de la chimenea: 9 mt.

5)- Diámetro de la chimenea:

Fórmula a usarse:

$$D = .0188 \sqrt{\frac{Q \times V_t \times (1 + .00366 T_{ch})}{P \times V}}$$

Con un gasto, $Q = 2.7 \text{ kg/hr}$ y un volumen teórico de 12.5 m^3 y exceso de aire de 60%, se tiene:

$$D = .0188 \sqrt{\frac{2.7 \times 12.5 \times 1.6(1 + .00366 \times 300^{\circ}\text{C})}{1 \times 2}}$$

Diámetro de la Chimenea: $D = .15 \text{ mt} = 6''$

DETERMINACION DE LA LONGITUD DE TUBERIA, para:

- El aceite lubricante sucio
- El vapor de agua sobrecalentado.

Cálculo de a):

$$\text{Area de calentamiento: } A = \frac{Q}{H_t \times \Delta t}$$

Se tiene que $Q = 77,800 \text{ BTU/hr} = 19,700 \text{ Kg-cal/hr}$

Cálculo de H_t :

$$H_g = .02 + .01 \sqrt{V (1 + \alpha t)} \quad (\text{gases de combustión}).$$

$$H_g = .02 + .01 \sqrt{2 (1 + .00366 \times 500)} = .258$$

$$\begin{aligned} H \text{ del aceite lubricante sucio: } & \underline{.202} \\ H_t & = .460 \end{aligned}$$

Cálculo de la temperatura media logarítmica, Δt :

$$\Delta t = \frac{(700-200) - (300-62)}{2.3 \lg \frac{700-200}{300-62}} = 356^{\circ}\text{C}$$

Reemplazando estos valores en la fórmula, se tiene:

$$\text{Area de calentamiento: } A = \frac{19,700}{.46 \times 356} = 122 \text{ dm}^3 = 13.14 \text{ pie}^2$$

Con una eficiencia de 25%, se necesitará

Area de calentamiento: 52.60 pies^2 .

Con tubería de 1-1/2", representa una longitud de 148 pies.

Cálculo de b) $Q = 870 \text{ kg-cal/hr}$

$H_t = .25$ (Tablas)

$$\Delta t = \frac{(700-200) - (300-100)}{2.3 \log \frac{700-200}{300-100}} = 360^{\circ}\text{C}$$

Luego: $A = \frac{870}{.25 \times 360} = 9.7 \text{ dm}^2 \quad 1.1 \text{ pies}^2$

Con una eficiencia de 25% se necesitará:

Area de calentamiento: 4.4 pies^2

Con tubería de 3/4", representa una longitud de 28.8 pies

Por lo tanto, las dimensiones del horno serán:

Largo = 8'; Ancho = 6'; Alto = 7'

De acuerdo a estas dimensiones, se puede repartir la tubería necesaria para el calentamiento del lubricante en 19 filas y del vapor en 4 filas.

El horno estará formado en su esqueleto por vigas y columnas de acero estructural con paredes de ladrillos para fuego (fire-brick), ladrillo sil-o-cel y ladrillo corriente al exterior, con los siguientes espesores:

9" de fire-brickk = .82

4.5" de sil-o-celk = .125

4" de ladrillo corrientek = .95

La cantidad que se pierde a través de las paredes es de 200 BTU por pie². Como la superficie del horno es de 300 pies², la pérdida de calor es de 300 pies² x 200 BTU/pie² = 60,000 BTU/hr.

Lo que representa un aumento del combustible de Petróleo Esso Industrial # 5 de: $\frac{60,000 \text{ BTU/hr} \times 24 \text{ hr/día}}{19,600 \text{ BTU/lb} \times 7.76 \text{ lb/gal}} = 11.5 \text{ gal/día.}$

Finalmente, Combustible total para el horno: $18.5 + 11.5 = 30 \frac{\text{gal}}{\text{día}}$

Que agregados a los 48 gal/día de combustible que se necesitan en el c dero, se tiene:

Combustible necesario en la planta = 78 gal/día.

DISEÑO DE LA TORRE DE DESTILACION

1)- Cuadro de Cantidades y Propiedades

Base: 2,000 gal/día

| Material | % | API | lb/gal | gal/hr | lb/hr | Peso Molecular | |
|-----------|-------|------|--------|--------------|--------------|----------------|-----|
| Volátiles | 3.0 | | 6.8 | 2.5 | 18.9 | 58 | (') |
| Livianos | 25.0 | 40.4 | 6.8 | 20.90 | 157.5 | 150 | (') |
| Pesados | 72.0 | 23.1 | 7.6 | <u>60.10</u> | <u>453.6</u> | 210 | (') |
| Lub.sucio | 100.0 | | | 83.50 | 630.0 | | |

2) Cuadro de vapor para el arrastre (")

| Material | lb. vapor/gal | gal/hr material | lb.vapor/hr |
|-----------|---------------|-----------------|--------------|
| Volátiles | .3 | 2.5 | .75 |
| Livianos | .5 | 20.90 | 10.45 |
| Pesados | .5 | <u>60.10</u> | <u>30.05</u> |
| Total :- | | 83.50 | 41.25 |

3)- Número de platos ("")

| | |
|---------------------------------|----|
| Volátiles a Lubricante Liviano: | 3 |
| Lub. Liviano a Lub. Pesado: | 4 |
| Lubricante Pesado: | 4 |
| Total de platos: | 11 |

En el espaciamiento de los platos se debe tener en cuenta que la intimidad del contacto vapor-líquido tiende a producir equilibrio; pero si el burbujeo o el contacto es muy violento, las partículas del líquido serán transportadas de un plato al siguiente por el vapor y tenderá a destruir la separación obtenida. Por lo tanto, el espaciamiento será de 18".

(') Nelson: Fig. 5-5

(") Nelson: Fig. 7-3 y 7-4

("") Nelson: Tabla 16-13

4)- La temperatura de la torre y sus correspondientes calores latentes:

| | QF | Calores latentes (') |
|------------------------|-----|----------------------|
| Temp. en el tope: | 128 | 190 |
| En los platos livianos | 212 | 118 |
| En los platos pesados | 390 | 108 |

5)- Balance de calor en la torre:

| | | | |
|--------------------------------|---------------------|---|-----------------|
| i) Calor de Volátiles: | $18.9(390-128).50$ | = | 2,480 BTU/hr |
| ii) Calor de Livianos: | $157.5(390-212).65$ | = | 18,200 " |
| iii) Calor del Vapor (") | $41.2(390-128).50$ | = | <u>5,420 "</u> |
| Calor sensible total: | | | 26,100 BTU/hr |
| iv) Condensación de Volátiles: | 18.9×190 | = | 3,600 BTU/hr |
| v) Condensación de Livianos: | 157.5×118 | = | <u>18,600 "</u> |
| | | | 22,200 BTU/hr |
| Calor total de reflujo: | $26,100 + 22,200$ | = | 48,300 BTU/hr |

6)- Cálculo del Reflujo:

El reflujo será con Liviano frío, desde el Tanque de recepción de Livianos.

$$\frac{48,300 \text{ BTU}}{150 \text{ lb/mol} \times 118 \text{ BTU/hr}} = 2.73 \text{ moles/hr}$$

Que representan 410.00 lb/hr o sea 60.0 gal/hr.

--

(') Nelson: Fig. 5-5

(") En realidad, estos calores se han computado en parte basándose en el cálculo de la temperatura de fondo, pero muchos autores y diseñadores los incluyen como factor de seguridad. Gurwitsch, L. & H. Moore -"Scientific Principles of Petroleum Technology"- dice que el vapor es mucho más eficiente en reducir el punto de ebullición que la ley de Dalton indica.

7)- Cálculo del Diámetro de la torre:

$$W/a = C \sqrt{d_2 (d_1 - d_2)}$$

$$W/a = \text{lb/hr} \times \text{pie}^2$$

$$C = 525 \text{ (Según el gráfico de la Fig. 16-13 de Nelson para platos distanciados 18")}$$

$$d_1 = \text{Densidad del líquido a la temperatura de trabajo, lb/pie}^3$$

$$d_2 = \text{Densidad del vapor a la temperatura de trabajo, lb/pie}^3$$

Cálculo de d_1 : Gravedad específica a 60°F = .9

A 390°F = .78 (Fig. 5-14 de Nelson).

Por lo tanto: $d_1 = 62.4 \times .78 = 48.672 \text{ lb/pie}^3$

$$d_1 = 48.672 \text{ lb/pie}^3 \text{ a } 390^\circ\text{F}$$

Cálculo de d_2 :

| Material | moles/hr | lb/hr |
|-----------|----------|--------|
| Reflujo | 2.73 | 410.00 |
| Volátiles | 5.71 | 330.00 |
| Vapor | 2.28 | 41.25 |
| Total | 10.72 | 781.25 |

Volumen aproximado de los gases:

$$V = 10.72 \text{ moles/hr} \times 379 \text{ pies}^3/\text{mol} \times \left(\frac{760}{200}\right) \left(\frac{460+212}{520}\right)$$

$$V = 19,800 \text{ pies}^3/\text{hr}$$

$$\text{Luego, } d_2 = \frac{781.25 \text{ lb/hr}}{19,800 \text{ pies}^3/\text{hr}} = .039 \text{ lb/pie}^3$$

Reemplazando estos valores en la fórmula, se tiene:

$$W/a = 525 \sqrt{.039 (48.672 - .039)}$$

$$W/a = 722 \text{ lb/hr} \times \text{pie}^2$$

Area de la Sección transversal de la torre:

$$A = \frac{781 \text{ lb/hr}}{722 \text{ lb/hr} \times \text{pie}^2} = 1.08 \text{ pie}^2$$

$$D = \sqrt{1.08 / .785} = 1.18 \text{ pies}$$

Luego:

| | | |
|--------------------------------|------------|-------|
| Diámetro calculado: | 1.18 | |
| Factor de sobrecapacidad: | <u>.10</u> | |
| Diámetro efectivo de la torre: | 1.28' | 1.30' |

Es decir $D = 15.6'' \rightsquigarrow 16''$

8)- Velocidad lineal en la torre:

Con un diámetro de 16'', la velocidad lineal será:

$$V = \frac{19,800 \text{ pies}^3/\text{hr}}{.785 \left(\frac{16}{12}\right)^2 \text{ pies}^2 \times 3600 \text{ sg/hr}}$$

$$V = 3.9 \text{ pies/sg}$$

9)- Altura de la torre:

| | |
|-----------------------------------|--|
| 11 platos x 18 pulg./plato: | 198.0 pulg. |
| Fondo: | 24.0 " |
| Espesor de los platos: 11 x 1/2": | <u>5.5 "</u> |
| Altura total de la torre: | 227.5 pulg. \rightsquigarrow 19 pies |

10) Espesor de las paredes de la torre:

El diseño y construcción de columnas de fraccionamiento están regidas en su mayor parte por métodos empíricos. El espesor de las paredes de la torre se estima principalmente desde el punto de vista de la corrosión más bien que de su resistencia a las cargas que va a soportar. En nuestro caso, las paredes de la torre estarán formadas por planchas de acero tipo Firebox de 1/2" de espesor, que según las especificaciones de ASTM tiene

las siguientes propiedades:

Resistencia de la tracción: 55,000 psi
Límite aparente de elasticidad: 50% de la resistencia a la tracción.
Gravedad específica: 7.8388 gr/cm³
Peso: (calculado) 20.3933 lb/pie²

11) Superficie total y peso del cuerpo de la torre:

Siendo el diámetro interior de la torre de 16" y el espesor de las paredes de 1/2", el diámetro exterior será 17", con una circunferencia de 53.4" o sea 4.45 pies.

La superficie lateral será: 4.45 pies x 19 pies = 84.55 pies²

Habrà que agregar el area de los casquetes superior e inferior, estimada en 2 pies².

El peso será: 89 pies² x 20.3933 lb/pie² = 1,815 lb.

12) Diseño de los platos:

En realidad los platos serán simples. En vez de campanas, que son más elaboradas y que no son necesarias en nuestro caso, se usarán cadenas o mallas.

Los conductos de subida para el vapor tendrán una area de 3.1416 pulg.² (diam.= 2"), longitud de 6.5". Serán de acero inoxidable, de 3/16" de espesor y estarán soldados a los platos, que a su vez estarán soldados a las paredes de la torre.

Los tubos de bajada tendrán una longitud de 14". Ver Plano N^o 3.

Entonces tendremos: Velocidad a través de los conductos:

$$v = \frac{19,800 \text{ pies}^3/\text{hr}}{3600 \text{ sg/hr} \times \frac{56.5}{144} \text{ pies}^2} = 14 \text{ pies/sg}$$

13) Peso de los platos de fraccionamiento:

El peso estimado de los platos de fraccionamiento, considerando los pesos de la base del plato, conducto de subida de vapor, ver tederos, tubos de bajada, etc. asciende a 935 lb. los once platos. Así mismo se proveerá a cada plato una abertura de limpieza. Estas

serán once de 8" de diámetro y llevarán una tapa de 12" de diámetro con sus respectivos pernos y empaquetaduras. El peso adicional es de 15 lb. por plato, que totalizan un aumento de 170 lb. aproximadamente al peso de la torre.

14) Peso total de la torre:

| | |
|------------------------|------------|
| Peso del cuerpo: | 1,815 lb. |
| Peso de los platos: | 935 " |
| Peso de las aberturas: | <u>170</u> |
| Peso total: | 2.920 lb. |

Que redondeando son: 3,000 lb.

15) Aislamiento de la torre: La cantidad de calor que se pierde en la torre es muy pequeña y no llega al 1%. Las resistencias que se ofrecen al paso del calor son:

- a) Una película de vapor de aceite
- b) 1/2" de espesor de pared de la Torre
- c) Un colchón de lana mineral (Rock wool), cuyo coeficiente de conductividad térmica a 400°F es de .044 BTU/hrxpie²x°F/pie y cuyo espesor se ha determinado en 3/4" para la parte inferior y 1/2" para la parte superior de la torre.
- d) Una capa de 1/4" de cemento aislante con K = .10
- e) Una capa de 1/4" de material impermeable para proteger la parte principal del aislamiento de los efectos de la intemperie (weather seal) cuyo coeficiente es .40
- f) Una película de aire.

N.B.- Para verificar los cálculos de diseño y operación, que están en función de la temperatura, se ha realizado en el Laboratorio una destilación fraccionada a 200 mm.Hg. de presión.

Los porcentajes obtenidos ya han sido referidos. Las temperaturas de fraccionamiento convertidas a 760 mm.Hg., según el Nomograma de la Fig. 5-27 de Nelson, son las siguientes:

| Presiones | 200 mm.Hg. | 760 mm.Hg. |
|---------------|------------|------------|
| Primera gota | 128°F | 195°F |
| Primer corte | 212°F | 288°F |
| Segundo corte | 390°F | 482°F |

Sistema de Vacío.- El método común en la industria del petróleo para hacer el vacío, es el empleo de un condensador barométrico de vapor. Pero se requiere gran cantidad de agua, por lo que no es conveniente para este proyecto. Más bien se instalará una Bomba de Vacío Worthington, Modelo 3V B-1, de 3 HP, 15.5 pie³/min CFM. Trabaja a 200 mm.Hg. de presión.

Ablandador.- El ablandador del agua que se utilizará es simple; no tiene partes movibles. No necesita electricidad. No requiere gran cuidado, ni mantenimiento especial. Es de gran duración. Es marca CEPI, tipo B-W, para un caudal hasta de 16 lt/min, con un diámetro de 60 mm., largo: 200 mm. y pesa 1.33 kg.

Tolva de alimentación de Tierra Fuller.- Es marca Denver, alimentador de cono, tamaño # 4 de 24" y con una capacidad de 382 lb., 6.7 pie³. Emplea un motor de 1/2 HP.

CALCULO DE LOS FILTRO-PRENSAS

Para determinar los datos operativos y selección de los Filtro-Prensas, se calcula el area total de filtración valiéndose del Abaco en base de los datos experimentales obtenidos.

Procedimientos y fórmulas del Handbook de Perry.

Flujos experimentales:

Para el punto P₁ = 6.15 gal/20 min.

Para el punto P₂ = 2.46 gal/5 min.

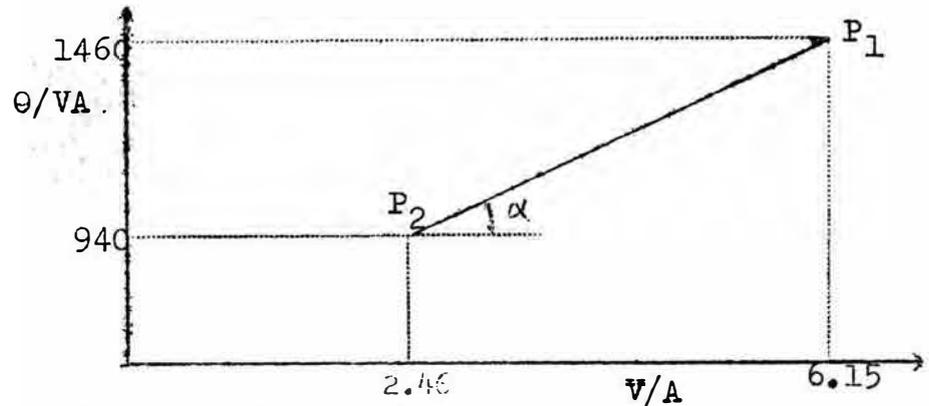
Datos para confeccionar el gráfico:

$$\begin{array}{l} X_1 = 6.15 \text{ gal/pie}^2 \longrightarrow .82 \text{ pie}^3/\text{pie}^2 = .82 \text{ pies} \\ X_2 = 2.46 \text{ gal/pie}^2 \longrightarrow .32 \text{ pie}^3/\text{pie}^2 = \underline{.32 \text{ ''}} \\ X = .50 \text{ pies} \end{array}$$

$$Y_1 = 1200/.82 = 1460$$

$$Y_2 = 300/.32 = 940$$

Se plotean estos datos y se obtiene el siguiente gráfico:



La pendiente, m , será:

$$m = \operatorname{tg} \alpha = \frac{\theta (V/A)}{(V/A)} = \frac{1460 - 940}{.82 - .32}$$

$$m = 1,040 \text{ sg/pie}^2$$

Para hallar el valor de α se emplea la siguiente fórmula:

$$\alpha = \frac{2 P m}{\mu W}$$

Donde: $P = 8 \text{ psi} \longrightarrow 1,152 \text{ lb/pie}^2$

$$m = 1,040 \text{ sg/pie}^2$$

$$\mu = .020 \text{ lb/pie} \times \text{sg.}$$

$$W = 25 \text{ gr/cc} = 15.7 \text{ lb/pie}^3$$

Reemplazando estos valores en la fórmula propuesta, se tiene:

$$\alpha = \frac{2 \times 1,152 \text{ lb/pie}^2 \times 1,040 \text{ sg/pie}^2}{.020 \text{ lb/pie}(\text{sg}) \times 15.7 \text{ lb/pie}^3}$$

$$\alpha = 6,900,00 \text{ sg}^2/\text{lb}$$

Con todos estos datos en la fórmula 3, pag.965 de Perry, se tiene:

$$\frac{\theta}{V/A} = \frac{\mu \alpha}{P} \cdot \frac{W}{A}$$

Despejando A y asumiendo $\theta/(V/A) = 430$, se tiene:

$$A = \frac{430 \text{ sg/pie} \times 1,152 \text{ lb/pie}^2}{.02 \frac{\text{lb}}{\text{pie} \times \text{sg}} \times 6.9 \times \frac{10^6 \text{ sg}^2}{\text{lb}} \times 2,170 \text{ lb.}}$$

$$A = 600 \text{ pies}^2$$

Para esta area total de filtración, se encuentra que en la Tabla "B" del Catálogo de " Shiriver Filter Press", se recomienda usar marcos de metal de 36".

Para este Filtro-prensa, la cámara tendrá un área útil de 15.6 pies² Por lo tanto, el número de cámaras será:

$$600 \text{ pie}^2 / 15.6 \text{ pie}^2/\text{cámara} = 38.5 \longrightarrow 39 \text{ cámaras.}$$

Con este dato, se determina el "Chamber Space" para las especificaciones:

| | |
|------------------------------|------------|
| 38 platos de 1" de espesor = | 38" |
| 39 marcos de 1" de espesor = | <u>39"</u> |
| Total: | 77" |

Selección: Marcos: 36" x 36"
 Número de platos: 38
 Material de construcción: Cast iron
 Espesor de cada plato: 1"
 Número de cámaras: 39
 Dimensiones: Largo: 13'-3 7/8"
 Ancho: 4'-3"
 Alto: 4'-7 7/8"
 Fabricante: Shiriver Filter Press.

CALCULO DE BOMBAS

Para los siguientes cálculos, se han utilizado las tablas y Nomo gramas de Cameron Hydraulic Data.

1.- Bomba B-1: Para transportar el Lubricante sucio de la Poza de recepción a los Tanques de almacenamiento.

Datos: Bombear 1,000 gal en 30 min.: 34 gpm.
 Gravedad específica: .9
 Viscosidad: 300 SSU
 Diám. económico: 2"
 Organos de instalación: 3 codos de 90°
 1 válvula globo.
 Longitud de tubería: 32 pies

Cálculos:

Longitud equivalente:
 3 codos x 11 ft/codo = 33 pies
 1 válvula globo = 50 " 83 "
 Longitud total: 115 pies

a) Pérdida de presión debido a la fricción:

Fórmula a aplicarse:

$$h = \frac{.03112 f L q^2}{d^5}$$

f = 76.2 por 1,000 pies de tubería

$$h = \frac{.03112 \times 76.2 \times .115 \times 34^2}{2^5} = 10.2 \text{ pies}$$

b) Pérdida de presión debido a la carga hidros

tática: 14.8 pies x .9 = 13.3 "

Pérdida total en pies de agua, H = 23.5 pies

Para encontrar la potencia de la bomba, aplicamos la siguiente fórmula:

$$\text{BHP} = \frac{\text{gpm} \times H \times S}{3960 \times \text{eff.}}$$

Reemplazando los datos obtenidos, se tiene:

$$\text{BHP} = \frac{34 \times 23.5 \times 1}{3960 \times .2} = 1 \text{ HP}$$

A este valor habrá que agregar un factor de seguridad. En los Catálogos de Worthington, se encuentra:

Selección: Bomba rotativa Worthington
Modelo 5-GA: 2.7 HP a 1750 Rpm.

2)- Bomba B-2: Para transportar el Lubricante sucio de los Tanques de almacenamiento a los Tanques de Tratamiento ácido.

Datos:

| | | |
|-------------------------|------------------------|-----------------|
| Bombear: | 1,000 gal. en una hora | 16.7 gpm. |
| Gravedad específica: | .9 | |
| Viscosidad: | 300 SSU | |
| Diam. económico: | 2" | |
| Organos de instalación: | 4 codos de 90° | |
| | 2 válvulas globo. | |
| Altura hidrostática: | 6.6 pies | |
| Longitud de tubería: | 40 pies | |
| Longitud equivalente: | | |
| 4 codos x 11 pies/codo: | 44 pies | |
| 2 val. x 50 pies/valv.: | 100 " | <u>144 pies</u> |
| Longitud total: | | 184 pies |

a) Pérdida de presión debido a la fricción: $f = 38.1$

$$h = \frac{.03112 \times 38.1 \times .184 \times 16.7^2}{2^5} = 1.9 \text{ pies}$$

b) Pérdida de presión debido a la carga

$$\text{hidrostática: } 6.6 \times .9 = \underline{5.95 \text{ "}}$$

Pérdida de presión total, H: 7.85 pies

$$\text{BHP} = \frac{16.7 \times 7.85 \times 1}{3960 \times .2} = .15 \text{ HP}$$

Selección: Bomba rotativa Worthington
Modelo 3-GA: 1.1 HP a 1750 Rpm.

- 3)- Bomba B-3: Para transportar el Lubricante sucio acidificado de los Tanques de Tratamiento ácido a los Tanques de Neutralización.

Datos: Los mismos de la bomba B-2

Selección: El mismo tipo y características de B-2.

- 4) Bomba B-4: Para transportar el Lubricante Neutralizado de los Tanques de Neutralización al Tanque de Proceso.

Datos: Similares a los de B-2

Selección: El mismo tipo y características de B-2.

- 5)- Bomba B-5: Para transportar el Lubricante sucio pesado de la Torre de fraccionamiento al tanque de mezclado con Tierra Fuller.

Datos: Bombear: 60.10 gal/hr = 1 Gpm.

Gravedad específica: .78

Viscosidad: 100 SSU

Diam. económico: 1"

Organos de instalación: 1 válvula globo.

Altura hidrostática: 8.0 pies

Longitud de tubería: 13.5 pies

Longitud equivalente:

1 válvula globo: 28.0 pies

Longitud total: 41.5 pies

- a) Pérdida de Presión debido a la fricción: $f = 10.7$

$$h = \frac{.03112 \times 10.7 \times .0415 \times 1^2}{1} = .014 \text{ pies}$$

- b) Pérdida de presión debido a la carga

hidrostática: $8.0 \times .78 = \underline{6.040 \text{ ''}}$

Pérdida de presión total, H: 6.054 pies

$$\text{BHP} = \frac{1 \times 6.054 \times 1}{3960 \times .2} = .008 \text{ HP}$$

Selección: Bomba rotativa Worthington

Modelo 1-GA: 1.6 HP y 1760 Rpm

6- Bomba B-6: Para transportar la fracción de Lubricante Liviano de la Torre de fraccionamiento al Precalentador y luego a su tanque de recepción.

Datos: Bombear: 80.9 gal/hr = 1.35 Gpm
 Que corresponde: 20.9 gal/hr de la fracción liviana
 60.0 gal/hr de reflujo.

Gravedad específica: .68
 Viscosidad: 200 SSU
 Diam. económico: 1"
 Organos de instalación: 3 codos de 90°
 1 válvula globo.

Altura hidrostática: 9.9 pies
 Longitud de tubería: 76.0 pies
 Longitud equivalente:
 3 codos x 5.5 pies/codo = 16.5 pies
 1 válvula globo = 28.0 " 44.5 "
 Longitud total: 120.5 pies

a) Périda de presión debido a la fricción: $f = 31.0$

$$h = \frac{.03112 \times 31.0 \times .120 \times 1.35^2}{1^5} = .022 \text{ pies}$$

b) Périda de presión debido a la carga

hidrostática: $9.9 \times .68: \underline{-6.72 \text{ "}}$
 Périda de presión total, H: 6.742

$$\text{BHP} = \frac{1.35 \times 6.742 \times 1}{3960 \times .2} = .011 \text{ HP}$$

Selección: Bomba rotativa Worthington
 Modelo 1-GA: .13 HP y 850 Rpm.

7- Bomba B-7: Para bombear Lubricante liviano frío (Reflujo) de su Tanque de recepción a la Torre de Fraccionamiento:

Datos: Bombear 60.0 gal/hr = 1.0 gpm
 Gravedad específica: .68
 Viscosidad: 200 SSU

Diam. económico: 1/2"
 Organos de instalación: 3 codos de 90°
 1 válvula globo
 Altura hidrostática: 7.3 pies
 Longitud de tubería: 37 pies
 Longitud equivalente:
 3 codos x 3 pies/codo: 9 pies
 1 válvula globo: 16 " 25 "
 Longitud total: 62 pies

a) Pérdida de presión debido a la fricción: $f = .6$

$$h = \frac{.03112 \times .6 \times .062 \times 1^2}{.5^5} = .35 \text{ pies}$$

b) Pérdida de presión debido a la carga

hidrostática: 7.3 x .68: 5.00 "
 Pérdida de presión total, H: 5.35 pies

$$\text{BHP} = \frac{1.0 \times 5.35 \times 1}{3960 \times .2} = .007 \text{ HP}$$

Selección: Bomba rotativa Worthington

Modelo "1-GAMI": 1/4 HP y 850 Rpm.

8)- Bomba B-P-8: Para transportar el Lubricante sucio neutralizado del Tanque de proceso al Horno y luego a la torre.

Datos: Bombear: 84 gal/hr = 1.4 Gpm
 Gravedad específica: .94
 Viscosidad: 300 SSU
 Diam. económico: 1-1/2"
 Organos de instalación: 20 codos de 90°
 2 válvulas globo
 Altura hidrostática: 7.55 pies
 Longitud de tubería: 60 pies
 Longitud equivalente:
 20 codos x 10 pies/codo = 200 pies
 2 valv. x 37.5 pies/val.= 75 " 275 "
 Longitud total: 355 pies

Longitud de tubería: 15 pies
 Longitud equivalente:
 3 codos x 9 pies/codo = 27 pies
 2 valv. x 45 pies/valv. = 90 " 117 "
 Longitud total: 132 pies

a) Pérdida de presión debido a la fricción: $f = 6.09$

$$h = \frac{.03112 \times 6.09 \times .132 \times 1}{1.5^5} = .003 \text{ pies}$$

b) Presión de trabajo:

22.7 psi / .433 psi/ft: 52.5 "
 Pérdida de presión total, H: 52.503 pies

$$\text{BHP} = \frac{1 \times 52.503 \times 1.5}{3960 \times .2} = .01 \text{ HP}$$

Selección: Bomba rotativa Worthington

Modelo: "1-GAFI": 1/2 HP y 850 Rpm.

5) ARREGLO DE LA PLANTA.- La planta propiamente dicha ha sido ubicada en la parte central del terreno que ocupa todas las instalaciones de la Planta.

Se debe hacer notar que todas las ubicaciones son funcionales, teniendo en cuenta la secuencia del proceso y los pilares de sustentación del techado de la Planta.

La poza de recepción ha sido convenientemente dispuesta, de tal manera, que aún dos camiones-tanques pueden operar simultáneamente. Luego los tanques de almacenamiento, paralelos a ellos los tanques de tratamiento ácido y neutralización; todos de fácil acceso. A continuación del tanque de proceso, a conveniente distancia, el horno, cuyo tiro saldrá por la parte externa del techado. En lugar central, se ubica la torre de fraccionamiento y su equipo de vacío. Alrededor de la torre, están los tanques de decantación de volátiles, de mezclado con Tierra Fuller. Casi al borde del terreno están los filtro-prensas, posición que facilitará enormemente su constante limpiado y mantenimiento.

A un nivel superior del resto del equipo están los tanques de almacenamiento de Lubricante Pesado y Liviano, de tal manera que por gravedad puedan alimentar al tanque de mezclado y acabado final. El envasado se realizará al borde de la Planta, a fin de que inmediatamente puedan ser transportados los cilindros a los respectivos depósitos.

6) INSTALACION DE LINEAS DE LUBRICANTE SUCIO, LIMPIO, AGUA, VAPOR, DESAGU Y DRENAJE.-

En el Plano Nº 4, se muestran las líneas correspondientes a cada fluido, lo mismo que las bombas, intercambiadores de calor, etc, Las líneas que llevan fluido caliente, como todas las líneas de vapor y la línea de lubricante sucio desde el horno hasta la torre de fraccionamiento deben estar recubiertas apropiadamente a fin de no perder calor.

7) EQUIPO CONTRA INCENDIO.- La Planta contará con todos los implementos modernos para extinguir el fuego, ubicándoles en forma estratégica en toda la planta. Además se

adiestrará el personal para estos casos, entrenándolo frecuentemente.

8) INSTRUMENTOS DE CONTROL.- La Planta contará con toda clase de instrumentos para el mejor control del proceso.

a) Instrumentos indicadores de Temperatura:

Se controlará la temperatura de la parte superior de la torre con un Registrador y controlador Micromax en conexión con una válvula de diafragma que controla el reflujo.

Además se controlará:

Temperatura del Aceite lubricante sucio al salir del precalentador y al salir del horno.

Temperatura del fondo de la Torre y en el plato N^o 4.

Temperatura del vapor sobrecalentado.

b) Instrumentos indicadores de Presión:

El principal control es la presión de la torre, para lo cual se contará por lo menos con dos vacuómetros, uno en la torre y otro cerca de la bomba de vacío.

Así mismo se contará con manómetros en la descarga de la bomba B-P-8 y en la B-F, en la descarga de vapor, en el caldero, etc.

Se considerarán entre estos instrumentos a todas las válvulas Relief, que se proveerán al Caldero, al horno, etc.

9) EDIFICIO Y OBRAS CONEXAS.-

Todas las instalaciones de la Planta y edificios conexos ocuparán un terreno rectangular de 64 m. x 43 m., con un área total de 2,752 m².

El equipo de la planta está ubicado en la parte central del terreno y presenta la forma de una "L", en cuyo alrededor se encuentran las oficinas, Laboratorio, Enfermería, Almacenes, Zonas de agua y de combustible, así como la Sala del caldero.

En cuanto a la Planta propiamente dicha, ésta ocupa una área de 636 m² y está distribuida de tal manera que su ampliación se puede realizar sin mayores arreglos, pues se podrá adicionar tanques de tratamiento ácido y de neutralización y aun de proceso si fuera

necesario.

El equipo está colocado en bases que ocupan una area global de 89.60 m². Los tanques de recepción de aceite lubricante liviano, y de pesado están a 2.40 mt. de alto y el de volátiles a 4.0 mt. Todo el piso de la Planta estará revestido de un solado de cemento. El techo de la Planta se apoya en pilares de 0.30 x .25 mt. los exteriores y de .40 x .25 los interiores, cimentados en sus respectivas zapatas. Se emplearán para el techado, planchas de aluminio inoxidable y tijerales de material de Dexion. Los pilares exteriores serán de 4.70 mt. de alto y los interiores, el más alto de 6 mt. y el más bajo de 5.80 mt.

Para aclarar esta descripción, referirse al Plano N^o 5.

La recolección de los drenajes se harán por el borde de la Planta. El tiro del horno saldrá por un borde del techo. La poza de recepción tendrá una tapa de madera con su "manhole" para la limpieza. El resto de las instalaciones se pueden apreciar en el Plano ya mencionado.

Tipo de construcción de los edificios:

De primera: Gerencia, Sala de espera y Ventas.

Mediana: Superintendencia, Oficinas generales, Laboratorio, Su Oficina, Oficina Jefe de Planta, y Enfermería.

Estándard: Portería, Guardaropa de obreros, almacen de Laboratorio.

Especiales: Baños

Almacenes: De cilindros sucios y vacíos, de cilindros limpios llenos, Limpieza de cilindros, Almacenes generales, Sala de caldero y Taller.

Todos estos edificios ocupan un area de 405.90 m², los jardines: 294 m², las veredas 544 m² y las pistas 872.10 m².

Las instalaciones de las oficinas y almacenes están rodeadas de una vereda de 1.0 m. de ancho. El espacio libre entre la portería y el taller irá techado y servirá para el parqueo de carros.

Las zonas de agua tiene un tanque cisterna subterráneo de concreto con su "manhole" y un castillo y tanque metálicos. El tanque estará a 4.75 m. de alto.

La zona de combustible tiene un tanque metálico subterráneo y un castillo y tanque, que bien podría ser un cilindro corriente.

Las puertas del taller y los almacenes serán corredizas. Las ven tanas de éstos de alambre templado, así como la puerta de entrada para camiones y carros. Existirá una puerta contigua para la en trada de empleados y clientes. El Gerente y Superintendente tie nen una entrada propia. Los obreros igualmente tienen su entrada.

10)- CONSUMOS UNITARIOS Y TOTALES

Base: 2,000 gal/día de Aceite lubricante sucio tratado y
330 días al año.

| Materia prima | Por gal de lub. | Por día | Por año |
|------------------------------|----------------------|------------------------|--------------------------|
| 1-Acido Sulfúrico comercial | .231 Kg. | 462.0 Kg | 152,460 Kg |
| 2-Carbonato de Sodio anhidro | .053 Kg. | 106.0 Kg | 34,700 Kg |
| 3-Tierra Fuller | .545 Kg. | 1,090.0 Kg. | 359,700 kg |
| 4-Aditivos y Colorantes | .0014 lb | 2.8 Kg | 924 lb |
| 5-Combustible | .017 gal. | 34.0 gal | 11,220 gal |
| 6-Corriente eléctrica: | | | |
| a) Iluminación | .056 Kw-hr | 98.0 Kw-hr | 32,340 Kw-hr |
| b) Fuerza | .067 Kw-hr | 105.0 Kw-hr | 37,500 Kw-hr |
| 7- Agua | 3,250 lt. | 7,500.0 lt. | 2475,000 m ³ |
| 8- Papel filtro | .33 pie ² | 465.0 pie ² | 154,000 pie ² |

CAPITULO IV

INGENIERIA ECONOMICA

Consideraciones previas.- Toda empresa, sea cuando está en mente de los promotores o cuando está funcionando, necesita de una planificación de los alcances de la misma que comprenda los siguientes puntos:

- a) Exploración de la demanda,
- b) Exploración de mercados de abastecimientos de las materias primas o fuentes de explotación,
- c) Exploración sobre la distribución de lo producido,
- d) Exploración financiera para la obtención de capital, y
- e) Exploración sobre las leyes y reglamentos que regulan la organización y desarrollo de empresas y en particular del caso que se propone.

Midiendo la demanda del producto de nuestro proyecto se puede de cir que pertenece al grupo característico: de uso necesario y semi duradero. La demanda es regular con tendencia a subir por la instalación de nuevas maquinarias y aumento de automotores.

El punto álgido de esta empresa es lo referente al concepto erroneo del público a considerar al aceite lubricante reacondicionado como producto de segunda mano y de inferior calidad, siendo mejor, en muchos casos, que un aceite lubricante virgen.

A fin de hacer cambiar esta consideración, se debe desarrollar estructurados programas de propaganda, acompañados de demostraciones para verificar sus cualidades.

Aunque Lima es el sector de mayor consumo de aceites lubricantes, se debe tratar de introducir el producto en mercados de provincias, no sólo para proveer a centros industriales, sino también de asistir a los clientes que podrían solicitarlo fuera de Lima.

Paralelamente al programa de introducción al mercado, se debe ofrecer los servicios de reacondicionar aceites lubricantes a clientes específicos como: compañías de transporte, fábricas, institutos armados, etc., a quienes se les daría bonos por la entrega de aceite usado, para ser canjeados por el reacondicionado.

P R E S U P U E S T O

1) Inversión en terreno y Edificios.

| Partidas | Area to tal, m ² | Precio uni tario, S/. | Precio total, S/. |
|---|--------------------------------|--------------------------|----------------------|
| 1- Terreno | 2,572.0 | 150.- | 412,000.- |
| 2- Trabajos civiles para la Plan ta propiam. dicha (Anexo # 1) | 636.0 | 198.- | 126,149.- |
| 3- Bases para el Equipo (Anexo # 2) | 89.6 | 415.- | 37,075.- |
| 4- Construcción de Edificios, Ofi cinas, almacenes (Anexo # 3) | 405.9 | 960.- | 389,950.- |
| 5- Pistas | 872.1 | 100.- | 87,210.- |
| 6- Veredas | 544.0 | 30.- | 16,320.- |
| 7- Jardines | 294.0 | 20.- | <u>5,880.-</u> |
| | | | <u>1'075,384.-</u> |

2) Costo de materia prima al año

| Partidas | Precio uni tario, S/. | Precio Total, S/. |
|------------------------------------|--------------------------|----------------------|
| 1- Aceite Lubricante usado | 50.0 cil. | |
| 2- Acido sulfúrico comercial | 1.60 Kg. | 243,936.- |
| 3- Carbonato de Sodio anhidro | 2.40 Kg. | 83,952.- |
| 4- Tierra Fuller | 5.00 Kg. | 1'798,500.- |
| 5- Aditivos y colorantes | .15/gal | 84,643.- |
| 6- Combustible | 1.99 gal | 22,440.- |
| 7- Corriente eléctrica (Anexo # 4) | .65 Kwh | 72,338.- |
| 8- Agua | .30 m ³ | 743.- |
| 9- Papel filtro | 3.60 pie ² | <u>454,400.-</u> |
| | | 3'415,509.- |

3) Costo de la Maquinaria empleada

| Unidad | Total, S/. |
|--|------------|
| 1- Tanques de almacenamiento (2) | 191,000.- |
| 2- Tanques para tratamiento ácido (2) | 49,660.- |
| 3- Serpentes para tratamiento ácido (2) | 32,000.- |
| 4- Agitadores para tratamiento ácido (2) | 16,000.- |
| 5- Tanques para neutralización (2) | 49,600.- |
| sigue | |

vienen....

| | |
|--|-----------|
| 6- Serpentes para neutralización (2) | 32,000.- |
| 7- Agitadores para neutralización (2) | 16,000.- |
| 8- Tanque de proceso | 34,380.- |
| 9- Horno y tiro | 80,000.- |
| 10- Torre de destilación al vacío | 103,000.- |
| 11- Equipo de vacío | 22,200.- |
| 12- Tanque de mezclado con Tierra Fuller | 34,380.- |
| 13- Agitador para mezclado con Tierra Fuller | 23,600.- |
| 14- Filtro-prensas (2) | 200,600.- |
| 15- Tanque receptor de Lub. Liviano | 36,290.- |
| 16- Tanque receptor de Lub. Pesado | 77,340.- |
| 17- Tanque receptor de volátiles | 9,100.- |
| 18- Tanque de mezclado y acabado final | 22,900.- |
| 19- Agitador para mezclado y acabado final | 17,180.- |
| 20- Bomba B-1 | 6,780.- |
| 21- Bomba B-2 | 3,760.- |
| 22- Bomba B-3 | 3,760.- |
| 23- Bomba B-4 | 3,760.- |
| 24- Bomba B-5 | 2,290.- |
| 25- Bomba B-6 | 2,290.- |
| 26- Bomba B-7 | 2,530.- |
| 27- Bomba B-8 | 3,420.- |
| 28- Bomba B-P-8 | 2,290.- |
| 29- Bomba de agua B-A | 5,800.- |
| 30- Bomba B-F | 3,100.- |
| 31- Intercambiador de calor para Lub. Pesado | 6,700.- |
| 32- Intercambiador de calor para volátiles | 1,500.- |
| 33- Precalentador | 6,725.- |
| 34- Tubería y accesorios | 30,000.- |
| 35- Instrumentos de control | 20,000.- |
| 36- Caldero 12 HP | 45,000.- |
| 37- Ablandador de agua | 1,600.- |
| 38- Tolva alimentadora de Tierra Fuller | 15,500.- |
| 39- Camioneta pick-up (2) | 230,000.- |

sigue

viene.....

| | |
|--|--------------------|
| 40- Cilindros para el envasado de lubricante (100) | 6,000.- |
| 41- Carretillas | 3,500.- |
| 42- Material para Laboratorio (Anexo # 5) | <u>100,000.-</u> |
| | <u>1'553,535.-</u> |

4) Costo de maquinaria y equipo empleado

| | |
|-------------------------------------|------------------------|
| i) Costo de la maquinaria empleada | S/. 1'553,535.- |
| ii) 10% por concepto de instalación | " <u>155,353.-</u> |
| Total: | <u>S/. 1'708,888.-</u> |

5) Capital invertido

| | |
|-------------------------------------|------------------------|
| i) Terreno y Edificios | S/. 1'075,384.- |
| ii) Maquinaria y Equipo instalados | " 1'708,888.- |
| iii) Equipo de Oficina, mobiliario | " 100,000.- |
| iv) Gastos de instalación (Anexo 6) | " <u>79,853.-</u> |
| | <u>S/. 2'964,125.-</u> |

6) Costo de Operación

Personal de Supervisión y mano de obra.

| | Sueldo mensual | Total anual |
|-------------------------------------|----------------|---------------|
| a) Gerencia: | | |
| 1 Gerente | S/. 15,000.- | S/. 180,000.- |
| 1 Superintendente Operaciones | 10,000.- | 120,000.- |
| 1 Secretaria | 2,000.- | 24,000.- |
| b) Departamento Compra-Venta: | | |
| 1 Ingeniero Jefe | 6,000.- | 72,000.- |
| 1 Secretaria | 1,200.- | 14,400.- |
| 1 Vendedor Técnico | 3,000.- | 36,000.- |
| c) Departamento Operaciones Planta: | | |
| 1 Ingeniero Jefe | 8,000.- | 96,000.- |
| 2 choferes S/60.- d.c/u | 1,800.- | 43,680.- |
| 1 portero S/40.- d. | 1,200.- | 14,600.- |
| sigue..... | | |

Sección Almacén:

| | | |
|---------------------------|-------------|--------------|
| 1 Jefe Almacén | S/. 3,000.- | S/. 36,000.- |
| 2 Ayudantes S/. 40.-d.c/u | 1,200.- | " 29,200.- |

Sección Operación Planta:

| | | |
|----------------------------|---------|-----------|
| 3 Capataces S/. 100.-d.c/u | 3,000.- | 109,500.- |
| 3 Ayudantes " 40.-d.c/u | 1,200.- | 43,800.- |
| 3 obreros S/. 50.-d.c/u | 1,500.- | 54,750.- |

Sección Laboratorio:

| | | |
|---------------------|---------|----------|
| 1 Laboratorista | 2,500.- | 30,000.- |
| 1 Ayudante S/. 40.- | 1,200.- | 14,600.- |

d) Departamento de Contabilidad:

| | | |
|-----------------------------|---------|-----------------|
| 1 Contador | 5,000.- | 60,000.- |
| 1 Auxiliar Contabilidad | 1,800.- | 21,600.- |
| 1 Auxiliar Contabilidad, 2º | 1,200.- | 14,400.- |
| 1 Cajero | 3,000.- | <u>96,000.-</u> |

S/. 1'049,930.-

Total Sueldo mensual de empleados: S/. 61,700.-

Total Salario diario de obreros de guardia: S/ 570.-

Total Salario semanal de obreros en general: " 4,510.-

Empleados:

| | |
|-------------------------------------|-------------|
| 1 Sueldo al año para indemnización | S/ 64,800.- |
| 2 Sueldos al año para gratificación | 129,000.- |

Obreros:

| | |
|--|-----------------|
| Salario dominical: 52 x 570.- | 29,640.- |
| Indemnización: 2 Salarios semanales al año | 9,020.- |
| Gratificación: 4 Salarios semanales al año | <u>18,040.-</u> |
| | S/. 250,500.- |

Leyes sociales:

| | |
|--|-------------------|
| Seguro Social Obrero, según escala: | S/. 15,258.40 |
| \$ 40.- \$ 5896.80 | |
| " 50.- " 2060.80 | |
| " 60.- " 2620.80 | |
| "100.- " <u>4680.00</u> | |
| \$15,258.40 | |
| Seguro Social del Empleado: 3.5 % sobre sueldos, hasta \$ 7,000.- | " 20,874.00 |
| Fondo Salud y Bienestar Social: 3.5% sobre sueldos y salarios | " 36,747.00 |
| Caja de Pensiones (empleados): 1 % sobre sueldos, hasta \$ 7,000.- | " 5,964.00 |
| Fondo Jubilación obrera: 2 % sobre los salarios | " 6,188.00 |
| Timbres fiscales: | |
| 4½ % sobre las planillas | " 4,724.60 |
| 14½ % sobre las gratificaciones | " 2,532.00 |
| Seguro contra "Accidentes del trabajo" Ley 30 % sobre las planillas de empleados y obreros del Dpto. Operaciones Planta: | " <u>1,414.60</u> |
| Total:..... | S/. 93,702.60 |

| | | |
|----------|------------------------|------------------------|
| Resumen: | Sueldos: | S/. 1'049,930.- |
| | Gratificaciones, etc.: | " 250,500.- |
| | Leyes sociales: | " <u>93,702.-</u> |
| | Total Personal: | S/. <u>1'394,132.-</u> |

7) Gastos fijos

a) Depreciaciones:

| | |
|-------------------------------|---------------------|
| i) Edificio: 5% | S/. 33,129.20 |
| ii) Mobiliario y enseres: 15% | " 15,000.00 |
| iii) Equipo: 15% | " <u>256,332.00</u> |
| | S/. 304,461.20 |

b) Seguros:

| | |
|-------------------------------------|--------------------|
| i) Edificio: 3.75 % (c/.incendio) | S/. 2,484.80 |
| ii) Maquinarias: 1 % (c/.incendio) | " 5.000.00 |
| iii) Camionetas: 2 x \$ 5,700.- (') | " <u>11,400.00</u> |
| | S/. 18,884.80 |

Total de Gastos fijos: S/. 323,346.00

8) Capital de trabajo (para tres meses)

| | |
|------------------------------------|------------------------|
| 1) Costo de materia prima: | S/. 853,877.- |
| 2) Costo de Personal: | " 348,544.- |
| 3) Gastos fijos: | " 80,838.- |
| 4) Imprevistos (5% sobre 1, 2 y 3) | " <u>64,163.-</u> |
| | <u>S/. 1'347,422.-</u> |

9) Capital de inversión

| | |
|------------------------|------------------------|
| 1) Capital invertido: | S/. 2'964,125.- |
| 2) Capital de trabajo: | " <u>1'347,422.-</u> |
| | <u>S/. 4'311,547.-</u> |

10) Entrada bruta anual

Capacidad de la planta: 1,713 gal/día x 330 días = 565,290 gal

Precio de venta por galón: S/. 24.00

Entrada bruta anual: 565,290 gal x 24 \$/gal = S/13'566,960.-

--

(') Este Seguro cubre: choque, incendio, responsabilidad civil y robo. El Seguro contra incendio de las Maquinarias cubre sólo hasta S/. 500,000.-

11) Costo anual de Producción

| | |
|--|------------------------|
| 1) Costo de materia prima | S/. 3'415,500.- |
| 2) Costo de Personal | " 1'135,051.- |
| 3) Costo de mantenimiento ($\frac{1}{2}$ % de equipo instalado y construcción) | " 211,915.- |
| 4) Propaganda | " 1'000,000.- |
| 5) Timbres fiscales (4 % sobre ventas) | " 542,678.- |
| 6) Patente (') | " 12,800.- |
| | <u>S/. 6'317,944.-</u> |

COSTO DE PRODUCCION: S/. 10.12 el galón.

12) Entrada Neta bruta anual

| | |
|-------------------------------|------------------------|
| i) Entrada Bruta anual | S/. 13'366,960.- |
| ii) Costo anual de producción | " 6'317,944.- |
| | <u>S/. 7'149,016.-</u> |

13) Entrada Neta líquida anual

| | |
|---|------------------------|
| i) Entrada Neta bruta anual | S/. 7'149,016.- |
| ii) Impuestos a las utilidades y Pro-desocupados:(Anexo # 7) | " 2'847,066.- |
| | <u>S/. 4'301,950.-</u> |

14) Retorno a la Inversión

$$\frac{\text{Entrada Neta líquida}}{\text{Capital de Inversión}} \times 100 = \frac{4'301,950.-}{4'311,547.-} \times 100 = 99\%$$

C O N C L U S I O N E S

a) Desde el punto de vista técnico:

1) La recuperación o reacondicionamiento de los aceites lubricantes usados es posible mediante el procedimiento de Tratamiento Acido, obteniéndose un buen aceite lubricante con alto rendimiento de las operaciones, que alcanza el 85%.

2) El fraccionamiento de los aceites lubricantes y sus posterior mezclado en proporciones pre-establecidas, permite la obtención de aceites lubricantes de grados y características deseadas y no está sujeto a las características de la materia prima.

3) Una organización altamente tecnificada en esta clase de trabajos permitirá asegurar y a la vez ofrecer una amplia confianza a los consumidores del producto a obtener.

b) Desde el punto de vista económico y Comercial:

1) La inversión efectuada de S/. 4'311,547.- para llevar a la realidad una industria de esta naturaleza, está ampliamente respaldada por el alto porcentaje de Retorno a la Inversión, que, de haberse omitidos algunos gastos, de todas maneras quedaría bastante elevado.

2) El precio que se cobrará por galón -S/ 24.0- permite tener un amplio margen de seguridad para competir y tiene gran diferencia con el valor promedio por galón de aceites lubricantes vírgenes en el mercado -S/ 65.0- lo que permitiría grandes ahorros a los consumidores.

3) Como se pueda apreciar por las Estadísticas, el renglón de importación disminuirá de tal manera de permitir al País un ahorro de divisas e independencia del exterior.

4) El presente Proyecto estaría llamado a afrontar una eventual escasez que se podría presentar.

5) En los programas de propaganda se debe insistir en las excelentes cualidades del lubricante reacondicionado, más bien que en su bajo precio. Se debe discutir muy ^{bien} /éste, pues si es muy bajo, tal vez daría la impresión de no ser bueno, por la costumbre de creer así. De ahí el refrán: "Lo barato sale caro".

6) Se debe propender a la creación de una Asociación de Productores de Aceite Lubricante reacondicionado, la cual no sólo representaría en asuntos legales, sino más bien en el aspecto técnico y comercial.

El aspecto técnico estaría a cargo de un Comité técnico para asistir a los asociados y así mismo refrendar los productos con el objeto de crear un buen clima y prevenir al público de productos no garantizados.

El aspecto comercial también contaría con un Comité , el cual aunaría los esfuerzos para hacer propaganda y campañas de divulgación en conjunto, pues con toda seguridad que las compañías productoras y vendedoras de aceites lubricantes vírgenes desatarán una campaña de difamación para crear un ambiente de no aceptación por parte del público y clientes.

7) Por último, analizando el gráfico que muestra el "Punto de Equilibrio" basta una producción del 20% para no perder. A partir de este punto, se abre el ángulo de ganancias.

Reconocimiento:

Agradezco muy de veras a todas las personas, en especial a mis Catedráticos y compañeros, pues sólo gracias a su aporte directo o indirecto ha sido posible la realización de este Proyecto.

Sinceramente, Gracias

José Salazar Barboza

R E F E R E N C I A S

- Texas, Co.: Relation of Fuel and Lubricants to operating efficiency in the Diesel Engine.
- A.S.T.M.: Standards on Petroleum Products and Lubricants
- W. L. Nelson: Petroleum Refinery Engineering
- Publicaciones Estadísticas de Petróleo del Ministerio de Fo-
Oficiales: mento y O. P.
- J. Mario Loo: Curso de Economía de Empresas
- Donald Q. Kern: Process heat transfer
- John H. Perry: Chemical Engineering Handbook
Cameron Hydraulic Data
Worthington Pump Handbook
- E. Barraza: Proyecto de Refinería de Petróleo