

121
291



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA



EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUÍMICA

" ELABORACIÓN DE UN MÉTODO PARA LA
OBTENCIÓN DE UNA CURVA TBP EN EL
INTERVALO DE TEMPERATURA DE 400-538°C "

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERA QUÍMICA

P R E S E N T A

LAURA PACHECO ROBLES



MÉXICO, D.F.

25864

1998.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE **PROF. MARTINEZ ORTIZ GRACIELA**
VOCAL **PROF. LOPEZ TORRES ARTURO**
SECRETARIO **PROF. ORTIZ RAMIREZ JOSE ANTONIO**
1er SUPLENTE **PROF. VIVEROS GARCIA TOMAS**
2º. SUPLENTE **PROF. VILLALOBOS HIRIART ALEJANDRO**

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO

NOMBRE COMPLETO Y FIRMA DEL ASESOR DEL TEMA:


ING. JOSE ANTONIO ORTIZ RAMIREZ

NOMBRE COMPLETO Y FIRMA DEL SUSTENTANTE:

LAURA PACHECO ROBLES



**AGRADECIMIENTOS
Y
DEDICATORIAS**

A Dios

Por darme la fuerza para salir adelante apesar de que he tenido momentos en la vida donde he enfrentado crisis y desafios

Gracias Dios Mío.

A Mis Padres

Por la confianza, brindada a lo largo de toda mi vida personal y profesional, por estar conmigo en todo momento, sin cuyo aliento no se hubiera realizado este proyecto, gracias por enseñarme que cuando hay voluntad, lo hay todo, vivir dentro de la realidad que me han enseñado. Me obliga a tratar siempre, de hacer las cosas de la mejor manera y a tener las fuerzas suficientes para no desfallecer. Siempre han sido todo lo más grande y maravilloso que Dios me ha dado en la vida. Con su cariño y comprensión he logrado concluir una de mis metas, mi carrera profesional, la cual constituye la herencia más valiosa que pudiera recibir de ustedes. Los quiero y los amo.

A ti Mamá

Te dedico esta tesis, porque después de ser mi madre eres mi mejor amiga, porque en los momentos de reflexión, dudas y estres, fuiste la que me impulso en todo momento a seguir adelante, gracias por tu confianza, por tus desvelos Te quiero.

A ti Papá

Te dedico esta tesis por ser Mi Padre, Mi amigo y Mi consejero, porque gracias a tu ejemplo he salido adelante apesar de las adversidades. Gracias por tu apoyo y tus consejos en los momentos más difíciles de mi vida me alentaste para seguir adelante, anhelando día a día que me preparara para enfrentar la vida. Y hoy se ve culminado uno de nuestros deseos iniciándose así una nueva etapa de mi vida de la que estoy orgullosa, gracias por darme la oportunidad de ser como soy y fortalecerme día a día. Te quiero.

A mis hermanos

Luis Israel y Alejandra

Gracias por brindarme siempre su comprensión a lo largo de mi carrera, con el cariño y orgullo de poder llamarlos hermanos, siempre he tratado de ser un ejemplo para ustedes a lo largo del tiempo que hemos vivido juntos. A ustedes todo mi amor y cariño.

A mis sobrinos

Luis Leonardo, Marco Jair y Karina Paola

Con todo cariño, transmitiéndoles que todo lo que se propongan lo lograrán sigan adelante.

A Magdalena Guzman y Fernando Pineda gracias por confiar en mi.

A mi tía

Gloria Robles

Quiero reconocer y expresar mi más profunda gratitud por la ayuda prestada a lo largo de toda mi carrera, por ayudarme cuando más lo necesite y por apoyarme en todo momento. Gracias.

A mis tíos Maternos

Arturo Robles, José Luis Robles, Blanca Peñaloza, Felipe Robles, Rita, Guadalupe Robles, Mario Ramírez, Juan Acosta, Gerardo Robles y Guadalupe Tapia gracias por el apoyo brindado desde mi niñez y por la ayuda incondicional a lo largo de toda mi carrera.

A mis tíos Paternos

Teresa Pacheco, Cándido Avila, Beatriz Pacheco, Francisco García, Consuelo Pacheco, Refugio Pacheco, Nicolas Pacheco, Rosalva Jaimes gracias por la confianza y el apoyo brindado desde mi niñez y por la ayuda incondicional a lo largo de toda mi carrera.

A todos mis Primos

"Afectuosamente y para su superación personal".

A mis Padrinos

Jesus Vazquez, Susana Centeno, Florencio Cabrera y Clara Garcia Con mucho cariño, por su apoyo y comprensión a lo largo de mi vida, con infinito agradecimiento respeto y amor.

A Mauricio

Un agradecimiento especial por los momentos que hemos compartido juntos a lo largo de nuestra carrera profesional y personal, por el apoyo recibido. Este es uno de los primeros sueños que teníamos desde niños y hoy que se cumple este sueño sigues estando conmigo dándome día a día fuerzas para vivir con el amor incondicional que tu me ofreces, ese amor que no es hipocresía es real lo he vivido, que se ha reforzado a lo largo de las experiencias vividas buenas y malas hasta el momento. Gracias por renacer en mí la confianza hacia el amor que no todo está perdido, es el tiempo de volver y continuar amándonos hasta que la muerte nos separe. Confío en ti y en todos los sueños que tenemos y los que nos faltan por realizar.

Mi único y gran amor Mauricio

A Mis amigas

*Susana Flores Otero
Bibiana Yañez Martínez
Lorena Rodríguez Lazarini
Alma Rosa Romero Aguilar
Mirna Paola González Escobar
Laura Gutiérrez
Georgina Rodríguez Salas*

Gracias por la amistad que me brindan, escuchándome día a día y alentándome para no caer, gracias por los consejos que me han motivado a ser cada día mejor. Con su amistad he logrado superar problemas, crisis que son etapas normales en la vida, pero no se sienten tanto gracias a su amistad sincera que he encontrado en cada una de ustedes GRACIAS.

AL

INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO

Agradecimiento especial al personal del Departamento de Plantas Piloto, por las facilidades brindadas para la realización de este trabajo.

A los supervisores y operadores

Gracias por el apoyo de cada uno de ustedes, y por compartir conmigo todos sus conocimientos, ya que sin su ayuda este trabajo no hubiera llegado a su fin, gracias por tenerme la paciencia y comprensión.

Ing. Santos Reyes Robles

Por apoyarme en todo momento, por compartir conmigo sus conocimientos a través de la vida y el trabajo. Le agradezco todas las atenciones durante el tiempo que trabaje con usted. Gracias por darme la fuerza para seguir adelante en este proyecto por levantarme los ánimos día a día para continuar. Y no desfallecer, por ser un gran amigo, un gran jefe y un ser humano especial. Gracias.

Ing. José Zainos Hernandez

Por su accesibilidad para la realización de este trabajo.

A

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

Por darme la oportunidad de tener la Carrera de Ingeniera Química, y con esta realizar las metas establecidas.

ASESOR DE TESIS

ING. JOSE ANTONIO ORTIZ

Gracias por compartir conmigo su experiencia en el asesoramiento de esta tesis. Por darme la confianza de este trabajo.

Al Honorable Jurado

Ing. Graciela Martínez
Ing. Arturo López Torres

Un agradecimiento especial por otorgar su valioso tiempo en la revisión de este trabajo

INDICE

> RESUMEN	1
> CAPITULO 1	
INTRODUCCION	2
> CAPITULO 2	
GENERALIDADES	5
2.1 EL PETROLEO	5
2.1.1 EVALUACION DEL PETROLEO CRUDO	5
2.1.2 COMPOSICION DEL PETROLEO CRUDO	6
2.1.3 PROPIEDADES DEL PETROLEO CRUDO	8
2.2 ESQUEMAS DE REFINACION	14
2.2.1 PROCESO HYDROSKIMMING	16
2.2.2 DESINTEGRACION CATALITICA	20
2.2.3 COQUIZACION	22
2.2.4 PRODUCTOS DE LA DESTILACION DEL PETROLEO	23
2.3 DESTILACIONES ANALITICAS PARA CARACTERIZAR FRACCIONES.	25
2.3.1 DESTILACIONES PARA DETERMINAR LA CURVA TBP (PUNTO DE EBULLICION VERDADERO)	25
2.3.1.1 DESTILACION DEL PETROLEO CRUDO ESTABILIZADO METODO ASTM D-2892 (TBP)	27
2.3.1.2 DESTILACION DEL PETROLEO CRUDO A PRESIONES REDUCIDAS METODO ASTM D-1160	31
2.3.1.3 DESTILACION DE MEZCLAS DE HIDROCARBUROS PESADOS USANDO RECIPIENTES A VACIO METODO ASTM D-5236 (POTSTILL)	34
2.3.2 CURVAS DE DESTILACION CARACTERISTICAS DE LOS PROCESOS DE DESTILACION	37
2.3.2.1 TIPOS DE CURVAS DE DESTILACION	37

>CAPITULO 3		44
	<i>PARTE EXPERIMENTAL</i>	
3.1 PROCEDIMIENTOS DE OPERACION		45
3.1.1 PREPARACION DEL RESIDUO METODO ASTM D-2892 (TBP)		45
3.1.2 PROCEDIMIENTO DE OPERACION TECNICA MODIFICADA ASTM D-1160		51
3.1.3 PROCEDIMIENTO DE OPERACION METODO ASTM D-1160		54
3.1.4 PROCEDIMIENTO DE OPERACION METODO ASTM D-5236 (POTSTILL)		57
>CAPITULO 4		61
	<i>RESULTADOS</i>	
4.1 PREPARACION DEL RESIDUO		61
4.2 RESULTADOS DE LA DESTILACION ASTM D-1160		67
4.3 RESULTADOS DE LA DESTILACION TECNICA MODIFICADA (ASTM D-1160)		80
4.4 RESULTADOS DE LA DESTILACION ASTM D-5236 (POTSTILL)		87
4.5 RESULTADOS DE LA CARACTERIZACION DE LOS CRUDOS		93
>CAPITULO 5		
	<i>CONCLUSIONES</i>	101
>GLOSARIO		109
>BIBLIOGRAFIA		113

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1	PUNTO DE CORTE TBP FRENTE A PUNTO FINAL ASTM	13
FIGURA 2	EQUIPO PARA FRACCIONAMIENTO DE PETROLEO CRUDO ASTM D-2892.	30
FIGURA 3	EQUIPO USADO PARA LA DESTILACION ASTM D-1160.	33
FIGURA 4	EQUIPO USADO PARA LA DESTILACION ASTM D-5236.	36
FIGURA 5	VAPORIZACION DIFERENCIAL.	37
FIGURA 6	CURVA DE DESTILACION TBP PARA UNA MEZCLA CON COMPONENTES CON TEMPERATURA DE EBULLICION DIFERENTE.	38
FIGURA 7	VAPORIZACION EN EQUILIBRIO.	40
FIGURA 8	COMPARACION DE LAS CURVAS DE DESTILACION PARA EL MISMO PRODUCTO.	40
FIGURA 9	DIFERENCIA ENTRE CURVAS ASTM PARA DOS FRACCIONES SUCESIVAS.	42
FIGURA 10	SOBREPOSICIÓN DE LAS CURVAS ASTM DE DOS FRACCIONES SUCESIVAS.	42
FIGURA 11	CURVA TBP PARA UNA MEZCLA DE DOS COMPONENTES DE PRODUCTOS PETROLEROS.	43
FIGURA 12	EQUIPO UTILIZADO EN LA PARTE EXPERIMENTAL DE LA DESTILACION ASTM D-2892.	50
FIGURA 13	EQUIPO UTILIZADO EN LA PARTE EXPERIMENTAL DE LA DESTILACION ASTM D-1160.	56

INDICE DE DIAGRAMAS

DIAGRAMA 1	PROCESO HYDROSKIMMING	19
DIAGRAMA 2	DESINTEGRACION CATALITICA	21
DIAGRAMA 3	COQUIZACION	24

INDICE DE TABLAS

TABLA 1	CARACTERISTICAS GENERALES DETERMINANTES DEL PETROLEO	7
TABLA 2	FRACCIONES CLAVE °API	8
TABLA 3	INTERVALOS DE EBULLICION DE FRACCIONES CARACTERISTICAS DEL PETROLEO CRUDO.	15
TABLA 4	PUNTOS DE CORTE TBP PARA VARIAS FRACCIONES DEL PETROLEO CRUDO.	15
TABLA 6	RENDIMIENTOS PROMEDIO DE UN ESQUEMA DE FCC	20
TABLA 7	SELECCIÓN DE LA PRESION DE OPERACIÓN	51
TABLA 8	BALANCE FINAL DE DESTILACION ASTM D-2892 (TBP).	61
TABLA 9	RESULTADOS DE LA DESTILACION ASTM D-2892(TBP).	62
TABLA 10	RESULTADOS DE LA DESTILACION ASTM D-1160.	76
TABLA 11	DESTILACION TECNICA MODIFICADA IMP CARACTERIZACION DEL CRUDO A.	81
TABLA 12	RESULTADOS DE LA DESTILACION TECNICA MODIFICADA IMP CARACTERIZACION DEL CRUDO B	81
TABLA 13	RESULTADOS DE LA DESTILACION TECNICA MODIFICADA IMP CARACTERIZACION DEL CRUDO C	82
TABLA 14	RESULTADOS DE OPERACIÓN DE LA DESTILACION TECNICA MODIFICADA IMP	83
TABLA 15	RESULTADOS DE LA DESTILACION ASTM D-5236 CARACTERIZACION DEL CRUDO A	87
TABLA 16	RESULTADOS DE LA DESTILACION ASTM D-5236 CARACTERIZACION DEL CRUDO B	88
TABLA 17	RESULTADOS DE LA DESTILACION ASTM D-5236 CARACTERIZACION DEL CRUDO C	88

INDICE DE GRAFICAS

GRAFICA 1	RESULTADO DE LA DESTILACION ASTM D-2892. CURVA TBP CRUDO A	64
GRAFICA 2	RESULTADOS DE LA DESTILACION ASTM D-2892 CURVA TBP CRUDO B	65
GRAFICA 3	RESULTADOS DE LA DESTILACION ASTM D-2892 CURVA TBP CRUDO C	66
GRAFICA 4	RESULTADOS DE LA DESTILACION ASTM D-1160 CURVA TBP Y ASTM CRUDO A	73
GRAFICA 5	RESULTADOS DE LA DESTILACION ASTM D-1160 CURVA TBP Y ASTM CRUDO B	74
GRAFICA 6	RESULTADOS DE LA DESTILACION ASTM D-1160 CURVA TBP Y ASTM CRUDO C	75
GRAFICA 7	RESULTADOS DE LA DESTILACION ASTM D-1160 CURVA TBP (TIE-538°C) CRUDO A	77
GRAFICA 8	RESULTADOS DE LA DESTILACION ASTM D-1160 CURVA TBP (TIE-538°C) CRUDO B	78
GRAFICA 9	RESULTADOS DE LA DESTILACION ASTM D-1160 CURVA TBP (TIE-538°C) CRUDO C	79
GRAFICA 10	RESULTADOS DE LA DESTILACION EQUIPO IMP CURVA ASTM CRUDO A	84
GRAFICA 11	RESULTADOS DE LA DESTILACION EQUIPO IMP CURVA ASTM CRUDO B	85
GRAFICA 12	RESULTADOS DE LA DESTILACION EQUIPO IMP CURVA ASTM CRUDO C	86
GRAFICA 13	RESULTADOS DE LA DESTILACION ASTM D-5236 CURVA ASTM CRUDO A	90
GRAFICA 14	RESULTADOS DE LA DESTILACION ASTM D-5236 CURVA ASTM CRUDO B	91
GRAFICA 15	RESULTADOS DE LA DESTILACION ASTM D-5236 CURVA ASTM CRUDO C	92

GRAFICA 16	RESULTADOS DE LA DESTILACION IMP Y POTSTILL . AZUFRE TOTAL %	97
GRAFICA 17	RESULTADOS DE LA DESTILACION IMP Y POTSTILL . GRAVEDAD API	98
GRAFICA 18	RESULTADOS DE LA DESTILACION IMP Y POTSTILL .GRAVEDAD ESPECIFICA	99
GRAFICA 19	RESULTADOS DE LA DESTILACION IMP Y POTSTILL .FACTOR DE CARACTERIZACION	100
GRAFICA 20	RESULTADOS DE LA DESTILACION TIE-538°C CRUDO A	104
GRAFICA 21	RESULTADOS DE LA DESTILACION TIE-538°C CRUDO B	105
GRAFICA 22	RESULTADOS DE LA DESTILACION TIE-538°C CRUDO C	106

RESUMEN

Con la finalidad de utilizar una nueva alternativa basada en una propuesta de destilación diferente a las técnicas aplicadas para la destilación tradicional para productos con puntos de ebullición superiores a 400°C, se ha estudiado y experimentado con los procesos más lógicos para efectuar dicha meta, es por eso que con el desarrollo de este trabajo se pretende obtener datos mas confiables, incrementando la repetibilidad y reduciendo el tiempo de prueba.

En el procedimiento propuesto en este trabajo se utilizaron los equipos de Destilación IMP (Técnica Modificada por el Departamento de Plantas Piloto) así como los Equipos que trabajan bajo los Métodos ASTM D-1160 y ASTM D-5236 (POTSTILL), en estos equipos se destila un residuo R+400°C obtenido por el Método ASTM D-2892 TBP. Debido a la necesidad de caracterizar el petróleo crudo y al no contar con un método ASTM para obtener la curva TBP en la fracción de 400 a 538°C la División de Plantas Piloto desarrolló un método, utilizando la columna del método ASTM D-1160 (Técnica Modificada) procesando la muestra hasta la 4ª Etapa. El método de referencia fue el ASTM D-1160 que convierte la Temperatura Atmosférica Equivalente a TBP.

Las muestra que se procesaron hasta la 3a Etapa por destilación simple, tiene un punto de corte final de 400°C, una vez efectuada la destilación se obtuvo un residuo el cual se podrá destilar en un rango de temperatura de 400 a 538°C, por el método de referencia ASTM D-1160 donde sacamos los cortes por volumen para efectuar la destilación en los Equipos ASTM D-5236 y Equipo IMP en estos equipos la muestra fue fraccionada por cortes de temperatura. Las ventajas que se obtienen al desarrollar este procedimiento son disminuir los costos de operación, ya que el tiempo para obtener los destilados es mucho menor que el empleado en el Método Tradicional, así como ofrecer al investigador productos de menor costo y mayor calidad.



CAPITULO 1

INTRODUCCION

INTRODUCCION

México se conoce como país petrolero desde principios de siglo. Desde entonces hasta nuestros días, el proceso de refinación y obtención de productos derivados del petróleo, ha evolucionado en forma considerable.

Las primeras refinerías empleaban sistemas de separación de las fracciones del petróleo crudo por lotes ¹.

El progreso técnico alcanzado en la modernización de la industria del petróleo crudo y sus productos se debe al conocimiento que se tiene de sus propiedades físico-químicas.

La investigación tecnológica que se ha desarrollado en el Instituto Mexicano del Petróleo desde su fundación, comprende diversas áreas entre las cuales destaca por su importancia la que se conoce como Plantas Piloto.

Cuando se fundó el Instituto Mexicano del Petróleo en 1965, se crearon las primeras instalaciones de Plantas Piloto con base a las necesidades de Petróleos Mexicanos. Básicamente con equipos para destilaciones ASTM, para pruebas físicas de lubricantes: un fraccionador para destilación tipo intermitente ("Batch") con capacidad de 80 litros; diversas columnas para determinación de curvas de vaporización instantánea ².

La Planta Piloto es la unidad experimental de proceso utilizada para simular a pequeña escala las condiciones reales de una planta industrial, la cual permite la adquisición de datos para un escalamiento adecuado con el fin de investigar aspectos críticos de la operación de procesos y materias primas comerciales. Puede variar en tamaño, desde escala de laboratorio hasta tamaño intermedio. Es por tanto que representa el soporte de mayor peso en la Investigación y Desarrollo de la Industria Petrolera.

Una Planta Piloto evita la incertidumbre que se produce cuando se desarrolla un proceso directamente de trabajo de investigación de laboratorio a un proceso comercial. Las principales funciones de una Planta Piloto consisten en: adaptar un proceso disponible a una necesidad determinada; mejorar la operación de una planta industrial y desarrollar un nuevo proceso.

1.- VALORACIÓN TECNOLÓGICA DEL PETRÓLEO CRUDO Y SUS PRODUCTOS
DEMETRIO CHAVEZ RODRÍGUEZ

2.- PLANTAS PILOTO DEL INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO ELABORADO POR EL DEPARTAMENTO DE
PLANTAS PILOTO
AÑO 1991

Los objetivos específicos del trabajo en las Plantas Piloto incluyen: confirmar la confiabilidad del proceso propuesto, proporcionar bases de diseño para la planta comercial, recomendar los materiales de construcción óptimos, probar operabilidad de esquemas de control, determinar el grado de mantenimiento de la planta; producir suficientes cantidades para evaluación de la calidad de los productos, así como para la preparación de carga para otras Plantas Piloto.

De acuerdo con las necesidades y el actual incremento en la demanda del petróleo a nivel mundial, en donde México juega un papel muy importante como productor y por consecuencia, la búsqueda continúa y la perforación de nuevos yacimientos, esto ha motivado diversos estudios para conocer con más precisión y rapidez las propiedades y características de cada petróleo crudo, para así establecer las condiciones de operación en la obtención de los productos deseados, y la calidad de los productos. Aún cuando se han investigado y desarrollado nuevos métodos en la obtención de diferentes formas de energía, el petróleo, debido a la gran variedad y cantidad de componentes, continúa siendo la fuente principal para la obtención de energía, lo que ha incrementado la investigación en este campo para la obtención de nuevos y mejores combustibles, pero principalmente se ha enfocado a conocer cada vez mejor la composición química del petróleo, así como la mejor y más económica manera de separar sus componentes.

Las actividades realizadas por PETROLEOS MEXICANOS (PEMEX) ³ en el área de transformación industrial están fundamentalmente orientadas al estudio, conocimiento y aplicación de las bases científicas y tecnológicas de los procesos relacionados con la transformación de los hidrocarburos y sus derivados.

A fines de 1996, México contó con 60 mil 900 millones de barriles ³ de petróleo crudo equivalente de reservas probadas de hidrocarburos, de estas cerca del 80%-48472 millones de barriles corresponde a petróleo crudo en sus tres tipos: Olmeca, Istmo y Maya, el resto a gas natural o asociado. La importancia de este recurso natural dentro de la economía de nuestra nación, juega un papel fundamental para el desarrollo del país. Una de las principales fuentes de ingresos para el país se obtiene mediante la exportación del petróleo a diferentes partes del mundo. La cotización del crudo en los mercados internacionales depende de la calidad del mismo, esto es, del rendimiento de la gasolina que presenta, conocido como la cantidad de obtención de productos valiosos.

La cantidad de cada fracción se determina por medio de destilaciones de Punto de Ebullición Verdadero (True Boiling Point = TBP) efectuadas bajo métodos establecidos utilizados inicialmente y para este propósito se emplean columnas de cierto número de platos equivalentes para obtener una fracción eficiente.

3.- "MEMORIA DE LABORES DE PETRÓLEOS MEXICANOS" (1996,1995,1994) PAGINA. 32-33

El objetivo primordial de las destilaciones TBP, es el de separar los aceites crudos en varias fracciones con rangos de ebullición cercanos, a partir de los cuales pueden efectuarse análisis y pruebas para conocer las propiedades de cada fracción. Generalmente, las propiedades de mayor interés en las diferentes fracciones incluyen: peso específico, contenido de azufre, punto de escurrimiento y viscosidad. En algunos casos aún se realizan más destilaciones por cada fracción. La destilación TBP es una fuente de datos precisa y confiable para diseñar unidades de destilación a presión atmosférica y de vacío para aceites crudos.

La clasificación correcta y actualizada del petróleo crudo es de suma importancia para su comercialización de estos en el mercado internacional.

Con la finalidad de utilizar una nueva alternativa basada en una propuesta de destilación diferente a las técnicas aplicadas para la destilación tradicional para productos con puntos de ebullición superiores a 400°C, se ha estudiado y experimentado con los procesos más lógicos para efectuar dicha meta, es por eso que con el desarrollo de este trabajo se pretende obtener datos mas confiables, incrementando la repetibilidad y reduciendo el tiempo de prueba.

En el procedimiento propuesto en este trabajo se utilizaron los equipos de Destilación IMP (Técnica Modificada por el Departamento de Plantas Piloto) así como los Equipos que trabajan bajo los Métodos ASTM D-1160 y ASTM D-5236 (POTSTILL), en estos equipos se destila un residuo R+400°C obtenido por el Método ASTM D-2892 TBP. Debido a la necesidad de caracterizar el petróleo crudo y al no contar con un método ASTM para obtener la curva TBP en la fracción de 400 a 538°C la División de Plantas Piloto desarrolló un método, utilizando la columna del método ASTM D-1160 (Técnica Modificada) procesando la muestra hasta la 4ª Etapa. El método de referencia fue el ASTM D-1160 que convierte la Temperatura Atmosférica Equivalente a TBP.

La muestra que se proceso hasta la 3a Etapa por destilación simple, tiene un punto de corte final de 400°C, una vez efectuada la destilación se obtuvo un residuo el cual se podrá destilar en un rango de temperatura de 400 a 538°C, por el método de referencia ASTM D-1160 donde sacamos los cortes por volumen para efectuar la destilación en los Equipos ASTM D-5236 y Equipo IMP en estos equipos la muestra fue fraccionada por cortes de temperatura.

Las ventajas que se obtendrán al desarrollar este procedimiento son disminuir los costos de operación, ya que el tiempo para obtener los destilados es mucho menor que el empleado en el Método Tradicional, así como ofrecer al investigador productos de menor costo y mayor calidad.



CAPITULO 2

GENERALIDADES

GENERALIDADES

2.1 EL PETROLEO

2.1.1 EVALUACION DEL PETROLEO CRUDO

La valorización y caracterización del Petróleo Crudo tiene gran importancia ya que proporciona información que puede ser utilizada para el mejor aprovechamiento de esta materia prima, para establecer los tratamientos físicos o químicos a que debe someterse el crudo y sus fracciones, ó bien establecer criterios acerca del volumen y características de los productos a obtener de estos crudos y así prever las necesidades de creación, modificación o aplicación de tecnología apropiada con objeto de suministrar productos terminados o cargas a procesos posteriores en condiciones óptimas. Así mismo, cuando el crudo contenga propiedades indeseables, producir un incremento en el precio de los refinados, por tanto, la evaluación de un crudo nos determina también un factor de tipo económico.

Dada la variedad de petróleos crudos que existen, ha surgido la necesidad de clasificarlos. La composición de los petróleos crudos, depende de la naturaleza química, número de componentes y proporción en que se encuentran. La variación tan grande de estos factores determina el carácter predominante de los diferentes tipos de petróleo crudo.

Hay petróleos donde predominan los hidrocarburos parafínicos; otros son caracterizados por su porcentaje elevado de hidrocarburos cíclicos y pueden ser nafténicos y aromáticos. Existen petróleos crudos con alto contenido de asfaltos; hay campos petrolíferos que producen petróleos crudos con un alto contenido de azufre.

El análisis elemental del petróleo crudo establece que los elementos básicos son: carbono, hidrogeno, oxígeno, nitrógeno y azufre (CHOS).

En la mayoría de los petróleos crudos, el carbono y el hidrogeno representan más del 98% en peso de su composición, donde el por ciento de carbón se encuentra entre el 83 y 87% y el hidrógeno del 11 al 14% los elementos (oxígeno, nitrógeno y azufre) representan décimos o centésimos del por ciento total del petróleo crudo.

De aquí la importancia de conocer la materia prima para poder diseñar el equipo y las instalaciones adecuadas para el procesamiento del petróleo crudo.

Los productos del petróleo, serán más diversos mientras mayor sea el grado de conocimiento que se tenga sobre el petróleo crudo.

La clasificación de los petróleos crudos se puede hacer desde el punto de vista tecnológico y del punto de vista químico.

Los métodos de clasificación tecnológica, parten de las consideraciones de producción y utilización inmediata y están íntimamente ligados al grado de desarrollo técnico en el procesamiento y de las condiciones correspondientes de beneficio inmediato.

La clasificación química, persigue el aprovechamiento óptimo de cada unas de las fracciones que forman parte del petróleo crudo tomando como base la naturaleza química de éstas.

2.1.2 COMPOSICION DEL PETROLEO CRUDO

El petróleo crudo es un mezcla compleja de hidrocarburos gaseosos y sólidos disueltos en hidrocarburos líquidos.

Normalmente, el petróleo tiene una densidad de 0.8-0.9 g/cm³.

El petróleo crudo, además de hidrocarburos, contiene tres compuestos orgánicos con azufre, oxígeno y nitrógeno; como impurezas, incluye agua en la cual están disueltos compuestos inorgánicos y sustancias minerales sólidas. La composición elemental típica del petróleo en porcentos peso es:

carbono	(C)	83-87
hidrógeno	(H)	11-14
azufre	(S)	1
oxígeno	(O)	0.8
nitrógeno	(N)	0.2

El cociente entre los átomos H/C es de aproximadamente 1.76.

Con respecto a la composición de los distintos tipos de petróleo, se pueden hacer las siguientes observaciones:

- Los hidrocarburos y sus derivados contenidos en el petróleo crudo son muy numerosos, desde el metano hasta asfaltenos (moléculas que contienen 1000 ó más átomos de carbono).
- Los hidrocarburos pertenecen a las siguientes clases: parafinas normales e isoparafinas, naftenos y aromáticos.
- Todos los tipos de petróleo contienen en gran medida las mismas clases de hidrocarburos.

En función de la naturaleza parafina o aromática del petróleo se dan en la Tabla 1 las características generales determinantes para el uso eficiente del petróleo. (NOTA: EL SIGNO (+) INDICA VENTAJA Y EL SIGNO (-) DESVENTAJA).

TABLA 1 CARACTERISTICAS GENERALES DETERMINANTES DEL PETROLEO CRUDO.

Características	Tipo del Petróleo Crudo	
	Parafínico	Asfáltico
Densidad	Baja	Alta
Cifra octánica de la gasolina	Baja (-)	Alta (+)
Contenido de azufre de los productos destilados	Bajo (+)	Alto (-)
Cifra octánica del Diesel	Alta (+)	Baja (-)
Punto de congelación del aceite	Alto (-)	Bajo (+)
Índice de viscosidad del aceite.	Alto (+)	Bajo (-)

El petróleo crudo clasificado base parafínica, está compuesto por una serie homóloga de hidrocarburos, cuya característica principal es la de tener una cadena lineal saturada, formada de carbonos e hidrógenos. Dichas parafinas se conocen como alcanos, y tiene como fórmula general C_nH_{2n} .

El petróleo crudo de tipo nafténico, esta compuesto principalmente por ciclo parafinas, por lo que debido a la existencia de cada anillo adicional disminuye en 2 el número de Hidrógenos de la fórmula general C_nH_{2n} .

Mientras que un crudo con base aromática, se encuentra formado por ciclos insaturados, debido a la formación de dobles enlaces.

En los Estados Unidos el petróleo crudo, se clasifica como base parafínica, base nafténica, base asfáltica, o base mixta. El U.S. Bureau of Mines ha desarrollado un sistema que clasifica al crudo de acuerdo con dos fracciones clave obtenidas en la destilación: No. 1 de 250 a 275°C a presión atmosférica y No.2 de 275 a 300°C a 40 mmHg de presión. El peso específico de estas dos fracciones se utiliza para clasificar los crudos de petróleo en distintos tipos, tal como sigue:

TABLA 2 FRACCIONES CLAVE °API

	FRACCIONES CLAVE °API	
	1	2
Parafina	≥40	≥30
Parafina, intermedio	≥40	20-30
Intermedio, parafina	33-40	≥30
Intermedio	33-40	20-30
Intermedio; nafteno	33-40	≤20
Nafteno, intermedio	≤33	20-30
Nafteno	≤33	≤20

Las clasificaciones Parafínicas y Asfálticas, son las mas comúnmente utilizadas por los refinadores. Basados en las propiedades de los residuos que quedan después de una destilación no destructiva, de alguna forma, les permite predecir la naturaleza de los productos que se espera obtener de un proceso de refinación, con lo que el cliente podrá estimar la factibilidad económica que se obtendría al procesar un tipo de crudo en específico.

2.1.3 PROPIEDADES DEL PETROLEO CRUDO

El petróleo es una mezcla compleja de hidrocarburos y excepto por los componentes de bajo punto de ebullición, resulta muy difícil evaluar una muestra por el análisis de componentes puros que lo conforman. Sin embargo, mediante pruebas analíticas relativamente sencillas que se practican a dichas muestras y los resultados obtenidos mediante el empleo de correlaciones matemáticas empíricas de las propiedades, es posible evaluar el crudo como una materia prima para una refinería en particular. Cada uno de los tipos de crudo evaluados, es comparado con otras alternativas de crudos, en función de los rendimientos de productos obtenidos por el método antes mencionado.

De tal manera, que el refinador o cliente decide de entre una gama de opciones disponibles en el mercado para el abastecimiento de sus procesos, según el esquema de refinación del que dispone.

Gravedad °API

La densidad de los aceites de petróleo se expresa en términos de densidad API mejor que en términos de peso específico; se relaciona con el peso específico de tal manera que un incremento en la densidad API corresponde a un descenso en el peso específico. La unidades de densidad API son °API y pueden ser calculados a partir del peso específico mediante la siguiente ecuación:

$$^{\circ}\text{API} = \frac{(141.5)}{\text{PESO ESPECIFICO}} - 131.5$$

Ambos, el peso específico y la densidad API, se refieren al peso por unidad de volumen a 60°F. El peso específico de los crudos de petróleo puede variar desde menos de 10°API a más de 50°API pero la mayoría de los crudos se hallan comprendidos en el intervalo de 20 a 45°API. La gravedad API siempre es referida a una muestra líquida a 60°F.

Contenido en azufre

El contenido en azufre, la gravedad API y el contenido de sal como NaCl, son las características que tienen mayor influencia en la evaluación de un crudo, aunque el contenido de metales y de nitrógeno no son menos importantes. El contenido en azufre se expresa como tanto por ciento en peso de azufre y varía desde menos de un 0.1% hasta más de un 5%. Los crudos con un contenido mayor al 0.5% de azufre requieren generalmente un procesado más extenso que los que poseen un contenido en azufre inferior. Aunque el término de crudo "ácido" hacía referencia inicialmente a los crudos que contenían sulfuro de hidrógeno disuelto independientemente del contenido total en azufre, ha venido a significar cualquier crudo de petróleo con un contenido en azufre suficientemente alto para requerir un procesado especial. No existe una línea divisoria clara entre los crudos ácidos y dulces, pero el contenido de azufre del 0.5% se utiliza como criterio frecuentemente.

Punto de fluidez

El punto de fluidez es un indicador aproximado de la parafinidad y aromaticidad relativa del crudo. El punto de fluidez más bajo corresponde a un mínimo contenido en parafinas y a un máximo contenido en aromáticos.

Carbón Residual

El carbón residual se determina por destilación a un coque residual en ausencia de aire. El residuo de carbón se relaciona aproximadamente con el contenido asfáltico del crudo y con la fracción de aceite lubricante que pueden ser recuperados. En la mayoría de los casos los bajos contenidos de carbón residual incrementan el precio de adquisición del crudo.

Las unidades en que normalmente se expresa son por ciento peso de carbón residual Ramsbottom o Conradson de acuerdo al método ASTM con que se determine (D-524 y D-189)

Contenido de sales.

Si el contenido en sales del crudo, cuando se expresa como NaCl, es mayor que 10Lb/1000 bl, generalmente es necesario desalar el crudo antes de su procesado. Si no se elimina la sal, pueden encontrarse problemas serios de corrosión.

Factores de Caracterización

Existen varias correlaciones entre el rendimiento, la parafinidad y aromaticidad del crudo de petróleo, pero los utilizados más ampliamente son el UOP o "factor de caracterización Watson" (K_w) y el "índice de correlación".

$$K_w = (T_B)^{1/3} / G$$

$$IC = (87\,552 / T_B) + 473.7 G - 456.8$$

donde

TB= punto de ebullición medio, °R

G= peso específico a 60°F

El factor de caracterización Watson está comprendido entre menos de 10 para materias altamente aromáticas hasta casi 15 para compuestos altamente parafínicos. Los crudos del petróleo presentan un intervalo más estrecho para K_w y varían desde 10.5 para crudos altamente nafténicos hasta 12.9 para crudos de base parafínica.

El índice de correlación es útil en la evaluación de las fracciones individuales procedentes del crudo de petróleo. La escala del IC se basa en las parafinas de cadena final que poseen un valor para el IC de 0, y en el Benceno que posee un valor para el IC de 100. Los valores del IC no son cuantitativos, pero un valor más bajo de IC hace más alta la concentración de hidrocarburos parafínicos en la fracción, y cuanto mayor sea el valor del IC mayores son las concentraciones de nafténos y aromáticos.

Contenido en nitrógeno

Un contenido alto en nitrógeno es indeseable ya que los compuestos orgánicos nitrogenados son causa de serios envenenamientos en los catalizadores utilizados en el procesado. Los crudos que contienen nitrógeno en cantidades superiores al 0.25% en peso requieren procesados especiales para eliminar el nitrógeno.

Intervalo de Destilación

El intervalo de ebullición del crudo proporciona una indicación de los distintos productos presentes. El tipo más útil de destilación se conoce como una destilación de punto de ebullición verdadero (siglas inglesas TBP) y generalmente se refiere a una destilación realizada en un equipo que logra un grado de fraccionamiento razonable. No existe ningún ensayo específico utilizado para una destilación TBP, aunque las destilaciones Hempel del U.S. Bureau of Mines y las ASTM D-285 son los ensayos más comúnmente utilizados. Ninguno de los dos especifica el número de platos o la razón de reflujo utilizada y, como consecuencia, hay una tendencia hacia el uso de los resultados de una destilación 15:5 más que de una TBP. La destilación 15:5 se lleva a cabo utilizando 15 platos teóricos a una razón de reflujo de 5:1.

El intervalo de destilación del crudo tiene también que ser correlacionado con las destilaciones ASTM ya que las especificaciones del producto se basan generalmente en las destilaciones ASTM simples. El punto de corte PEV para varias fracciones se puede estimar utilizando la Fig. 1 Punto de corte TBP frente a punto final ASTM.

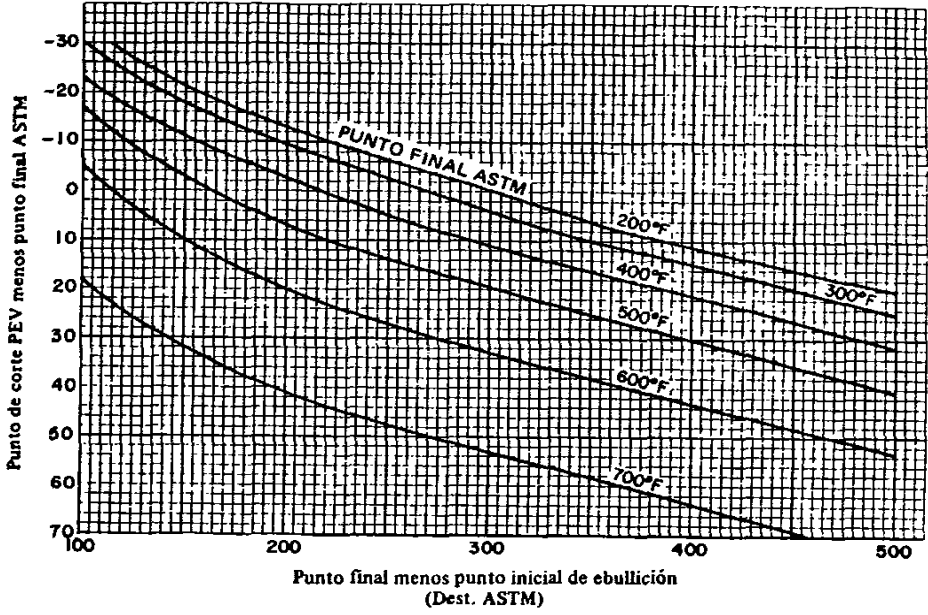
Contenido en metales

El contenido en metales del crudo de petróleo puede variar desde unas pocas partes por millón hasta más de 1 000 ppm y en contrapartida a sus concentraciones relativamente bajas, son de considerable importancia. Cantidades diminutas de algunos de estos metales (níquel, vanadio y cobre) pueden afectar seriamente las actividades de los catalizadores y dar lugar a un producto de valor inferior.

Las concentraciones de vanadio superiores a las 2 ppm en los combustibles pueden dar lugar a corrosiones serias en los álabes de la turbina y al deterioro en el recubrimiento de hornos refractarios y chimeneas.

La destilación concentra en el residuo a los constituyentes metálicos, pero actualmente se volatilizan una considerable porción de los compuestos organometálicos a las temperaturas de destilación de la refinería y aparecen en los destilados de punto de ebullición más alto.

Mediante extracción con disolventes con propano u otros disolventes similares se puede reducir el contenido metálico, así como, con asfaltenos y resinas, precipitar los compuestos organometálicos.



2.2 ESQUEMAS DE REFINACION DEL PETROLEO

Existen diferentes tipos de esquemas de procesamiento de petróleo crudo, para la obtención de productos refinados requeridos en el mercado.

Estos se clasifican desde los más simples (conversión sencilla), hasta los más complicados (conversión profunda), los cuales obedecen principalmente a la configuración de las plantas de proceso que los integran. Los esquemas básicos que a nivel internacional se han observado son: HIDROSKIMMING, DESINTEGRACIÓN CATALÍTICA Y COQUIZACIÓN.

Algunos de estos muestran variantes en la integración de sus plantas con objeto de obtener otros productos adicionales requeridos por el mercado como son el caso de asfaltos y lubricantes. Sin embargo, esos procesos se engloban dentro de los tres esquemas básicos mencionados anteriormente.

El modo óptimo de separación de un petróleo crudo, en cada caso, depende de las propiedades del crudo, los mercados de una refinería individual. La separación inicial de petróleo crudo en sus diversos cortes se logra mediante la destilación atmosférica en una unidad de destilación. Esta unidad es principalmente una columna de fraccionamiento de la que se retiran varios productos lateralmente.

Las columnas de crudo son las unidades de mayor tamaño en la refinería. Se utilizan para separar el crudo del petróleo en fracciones de acuerdo con su punto de ebullición, por lo que cada una de las siguientes unidades de proceso tendrá materias primas que satisfagan sus especificaciones particulares. Se consiguen las mayores eficiencias y costos más bajos si la separación del Petróleo crudo tiene lugar en dos etapas: primero fraccionando la totalidad del crudo a presión atmosférica, luego, alimentando la fracción de los residuos de punto de ebullición más alto de la columna a presión atmosférica a un segundo fraccionador operando a alto vacío

La columna de vacío se emplea para separar la porción más pesada del crudo de petróleo en fracciones, ya que las altas temperaturas necesarias para vaporizar el crudo a la presión atmosférica darían lugar al craqueo térmico, con la pérdida de gas seco, decoloración del producto y ensuciamiento del equipo debido a la formación del coque.

Las Tablas 3 y 4 muestran puntos de corte característicos de las fracciones a intervalos de ebullición para las fracciones de las columnas atmosférica y de vacío.

TABLA 3 INTERVALOS DE EBULLICION DE FRACCIONES CARACTERISTICAS DEL PETROLEO CRUDO.

FRACCIÓN	INTERVALOS DE EBULLICIÓN	
	ASTM (°C)	TBP(°C)
Butanos y más ligeros		
Gasolina ligera (LSR)	32-104	32-88
Nafta (gasolina pesada directa)	83-204	88-193
Queroseno	165-282	193-271
Gasóleo ligero	215-337	271-321
Gasóleo atmosférico	288-443	321-426
Gasóleo a vacío	399-565	426-565
Crudo reducido de vacío	538.7+	565+

TABLA 4 PUNTOS DE CORTE DE TBP PARA VARIAS FRACCIONES DEL PETROLEO CRUDO.

CORTE	PEI(°C)	PEF(°C)	Utilidad en proceso
Gasolina LSR	32	82	Corte min. gasolina ligera
	32	87.77	Corte normal LSR
	26.6	104.44	Corte máxima LSR
Gasolina (nafta)	HSR 82.22	193.33	Corte de reformado máximo
	87.77	165.56	Corte máximo de combustible para reactores.
	104.44	165.55	Corte de reformación mínimo
Queroseno	165.55	271.11	Corte máximo de queroseno
	193.33	248.88	Corte máximo de jet-50
	193.33	271.11	Corte máximo de gasolina
Gasóleo ligero	215.55	321.11*	Combustible diesel máximo
	248.88	321.11*	Combustible para reactores máximo
	271.11	321.11*	Queroseno máximo
Gasóleo pesado	321.11	426.66	Alimenta. Craqueador catalítico
Gasóleo de vacío	426.66	565.55	Desasfaltador o alimentación al craqueador catalítico.
	426.66	510	Alimentación craqueador catalítico.

* Para una producción máxima de combustible diesel No.2 pueden utilizarse puntos finales tan altos como 343°C.

2.2.1 PROCESO HYDROSKIMMING

Es la configuración más simple de una refinería y la integran los procesos de Destilación Primaria, Destilación a Vacío, Hidrodesulfurización de los cortes laterales de fraccionamiento primario (Naftas, Kerosinas y Gasóleos ligeros y pesados), así como los residuales de la destilación a vacío (Gasóleos de vacío), isomerización de nafta ligera y reformación de la nafta pesada obtenida del crudo. Cabe aclarar que dentro del balance de plantas el hidrógeno coproducto del proceso de reformación de nafta es utilizado para hidrodesulfurar en los procesos antes mencionados. Por otro lado, el residuo del fraccionamiento es sometido a un proceso de cracking térmico visbreaking, en donde se reduce un alto porcentaje de la carga considerado como combustible industrial al cual es necesario agregar diluentes para alcanzar las normas comerciales del producto, recuperándose además una fracción de nafta ó gasolina. Generalmente éstos diluentes pueden ser diesel ó Kerosina para ajustar la viscosidad y el contenido de azufre.

En el Diagrama No.1 se muestra este tipo de configuración.

Como se puede observar el primer proceso al que es sometido el petróleo crudo sirve para separarlo en fracciones más ligeras como son: gas, nafta ligera, nafta pesada, jet/fuel y diesel. El residuo atmosférico obtenido de la destilación a presión manométrica generalmente menor de 1 Kg/cm², es alimentado a una segunda columna fraccionadora que opera al alto vacío (40 mmHg de Vacío), para obtener gasóleos pesados o de vacío, así como un residuo de vacío, los cuales integran el combustóleo industrial.

De la parte superior de la torre atmosférica se obtienen gases como el metano, etano propano y butano que sirven como gas combustible para los demás procesos.

ISOMERIZACION DE PENTANOS

La nafta ligera obtenida contiene propano y butano, que son recuperados por la parte superior de una columna estabilizadora y el resto es enviado a una columna de isomerización de naftas, las cuales contienen pentanos, que al isomerizarse promueven el incremento en el octanaje de la corriente de salida, desde 66 RON (Research Octane Number) hasta un producto de 80 a 90 RON. La eficiencia en este tipo de plantas varia de entre el 85 al 90% de conversión de pentano a isopentano, dependiendo de las particularidades del proceso, el valor más alto corresponde a recirculación de corrientes de pentano normal para aumentar el rendimiento de isómeros.

HIDROTRATAMIENTO: NAFTAS Y DESTILADOS INTERMEDIOS

El hidrotratamiento es indispensable para disminuir el contenido de azufre, hidrocarburos aromáticos y olefinas en los combustibles de transportación, hasta los límites indicados por las normas de protección ambiental. El hidrotratamiento se realiza en reactores de cama fija que operan a bajo de 400°C, con presiones relativamente moderadas de 10 a 50 Kg/cm² y consumo de hidrógeno de 100 a 800 pies cúbicos por barril de carga.

El catalizador comúnmente utilizado está formado por óxidos de cobalto, níquel y molibdeno, y está soportado en alumina activada.

De este proceso se obtiene por la parte del domo H₂S que va a tratamiento de gases amargos para la remoción del azufre con dietanol amina (Proceso Girbotol), además de la nafta pesada para reformación, posteriormente por proceso Clausse de oxidación se obtienen el azufre obtenido.

REFORMACION DE NAFTAS PESADAS

Este es un proceso que a crecido en importancia y del que se obtienen alrededor de 35% de gasolinas que se consumen en Norteamérica, la carga principal a ésta planta es la nafta pesada primaria previamente hidrodesulfurada, que tiene aproximadamente un número de octano de 55 RON y la transforma en nafta reformada de 90 a 100 RON, adecuada para la producción de gasolinas sin plomo a través de la reacción clásica de la reformación que es la deshidrogenación de compuestos nafténicos para producir aromáticos los cuales tienen un alto índice de octano.

La reacción de deshidrogenación es fuertemente endotérmica, por lo que es necesario introducir calor para mantener las condiciones de reacción. Otras reacciones en el proceso de reformación son del tipo de isomerización, ciclización y desintegración en presencia de hidrógeno. La producción de hidrógeno en la planta reformadora es utilizada en los procesos de hidrotratamiento de la refinería. El tipo de catalizador que se utiliza en las plantas es de Platino soportado en una base de sílice-alumina con la adición de Renio para favorecer la estabilidad del mismo. La actividad de este, se va disminuyendo por el carbón depositado en las partículas y puede ser regenerado mediante la remoción por oxidación de este carbón.

El rendimiento en nafta pesada primaria es de aproximadamente del 83% de la carga y depende fundamentalmente del factor de caracterización de la fracción y el rango de destilación del cual se obtuvo la nafta.

Una vez establecido el rendimiento de nafta reformada, existen correlaciones para determinar el rendimiento de gas seco, gases licuables e hidrógeno en función de la carga.

En resumen los productos finales obtenidos mediante este esquema de procesamiento son : GAS LP, Gasolina, Jet/Kero, Diesel, Combustóleo Industrial.

2.2.2 DESINTEGRACION CATALITICA

A diferencia del esquema de procesamiento antes mencionado, este contiene además de la destilación atmosférica, de vacío, reformadora de naftas, una unidad de Desintegración Catalítica, en la cual se aprovechan los gasóleos primarios y de vacío, para la producción de gasolinas y diesel adicionales a los obtenidos en el fraccionamiento primario, por lo que el valor económico obtenido por la venta de productos en este proceso es mayor que el de Hydroskimming (Mayores Márgenes de Refinación) razón por la cual se considera un esquema de procesamiento de complejidad intermedia. En el Diagrama No.2, se muestra este tipo de configuración.

DESINTEGRACIÓN CATALÍTICA DE GASÓLEOS DE VACIO

Los gasóleos pesados que provienen de la planta de destilación de vacío, son la carga a las plantas de desintegración o crackeo catalítico, para la conversión de aceites pesados a gasolinas de alto número de octano y aceites menos pesados principalmente. Y se conoce así, ya que al entrar en contacto la carga con el catalizador, se produce un rompimiento o crackeo de los hidrocarburos de alto peso molecular, en unos de menor número de átomos de carbono, produciéndose además cierta cantidad de carbón que se deposita sobre la superficie del catalizador, el cual es removido mediante ciclones integrados en dicha planta. Para mantener la actividad del catalizador, el coque o carbón es quemado continuamente con aire en el regenerador de la unidad. A continuación se presentan los rendimientos típicos promedio expresados en por ciento peso en la Tabla No. 6.

PLANTA FCC	RENDIMIENTOS
	%
Carga Fresca	100
Gas	4.5
Propano	1.3
Propileno	2.0
Isobutano	2.6
n-Butano	0.9
Butileno	2.6
C5-430°F Gasolina	40.2
Aceite Cíclico Ligero	33.2
Aceite decantado	7.7
Carbón	5.
Total	100

Tabla No.6 Rendimientos promedio de un esquema FCC.

2.2.3 COQUIZACION

Este esquema de refinería es el de más alta conversión del petróleo crudo en productos.

En el Diagrama No.3 se muestra este tipo de configuración.

En este esquema se obtienen además de los productos típicos de comercialización, un residuo muy pequeño de coque, debido a que la planta coquizadora convierte el combustible pesado en productos como gas, gasolinas y algunos destilados intermedios que al ser incorporados a otras corrientes, maximizan el ingreso económico por la comercialización de productos de mayor valor comercial.

Al utilizar el refinador, un esquema más complejo, la conversión de petróleo crudo en productos es más eficiente, pero los gastos de operación se vuelven mayores, los cuales se ven compensados por el incremento en volumen de los productos obtenidos.

Dentro de los productos que se obtienen de este proceso, se encuentra el carbón o coque cuya producción está relacionada con la prueba de contenido de carbón (Carbón Conradson o Ramsbottom) de la carga (Residuo de vacío). El contenido de azufre en el coque producido es superior al que contiene el residuo de vacío. La utilización o disposición del coque es un problema difícil por la contaminación que este genera, por lo que se recomienda el almacenamiento y pulverización en lugares cerrados para evitar su dispersión al medio ambiente.

El rendimiento de coque es aproximadamente del 30% de la carga de residuo de vacío o 10% del crudo procesado, mientras que se obtienen otras corrientes como:

- Gas el cual deberá ser desulfurado para recuperar los licuables.
- Nafta que debe enviarse a hidrot ratamiento y reformación para mejorar su número de octano.
- Gasóleo Ligero el cual debe ser hidrot ratado para su incorporación al diesel.
- Gasóleo Pesado que puede ser mezclado a los gasóleos de carga a desintegración catalítica.

En este esquema de refinación, se encuentra una planta reductora de viscosidad que tiene como finalidad dar apoyo a la planta de coque, cuando esta se encuentra fuera de operación.

PLANTA REDUCTORA DE VISCOSIDAD

En esta planta se procesan los residuos provenientes de la planta de destilación al vacío y la atmosférica con la finalidad de abatir su viscosidad mediante desintegración térmica, con lo que parte de los aceites que constituyen el residuo de carga se convierte en diluyente que al quedar incorporado producen el abatimiento de viscosidad además de obtener gas combustible, gasolina un residuo de la reductora de viscosidad.

A dicho residuo se le agrega aceite cíclico ligero de la planta de desintegración catalítica o kerosina como diluyente para la producción de combustoleo.

2.2.4 PRODUCTOS DE LA DESTILACION DEL PETROLEO CRUDO.

En orden de punto de ebullición creciente, los principales productos de una unidad característica de destilación del petróleo crudo son:

Gas Combustible. El gas combustible consta principalmente de metano y etano. En algunas refinéras también se incluye en la corriente de gas combustible propano en exceso del requerido para el GLP. Esta corriente también se conoce como "gas seco".

Gas húmedo. La corriente de gas húmedo contiene propano y butanos así como también metano y etano. El propano y los butanos se separan para utilizarse en el GLP y en el caso del butano para el mezclado de gasolina.

Gasolina directa ligera (LSR). La corriente de gasolina directa se desulfura y se utiliza en el mezclado de gasolinas, o se procesa en una unidad de isomerización para mejorar su octanaje antes de mezclarse en gasolina.

Nafta o gasolina directa pesada (HSR). Los cortes de nafta se utilizan generalmente como alimento al reformador catalítico para producir gasolina y combustible diesel y de propulsión a chorro. Los gasóleos más pesados de vacío pueden utilizarse también como materias primas para las unidades de proceso de aceites lubricantes.

Residuos. Los residuos de la columna de vacío pueden procesarse en una Planta Reductora de Viscosidad, Una planta Coquizadora, o una unidad de desasfaltado para producir "combustoleo pesado o productos craqueados y/o de base para lubricantes". Para crudos asfálticos, se puede procesar posteriormente el residuo para producir asfaltos para carreteras y/o tejados.

2.3 DESTILACIONES ANALITICAS PARA CARACTERIZAR FRACCIONES

2.3.1 DESTILACIONES PARA DETERMINAR LA CURVA TBP (PUNTO DE EBULLICION VERDADERO)

El numero de cortes y las propiedades estudiadas pueden variar dependiendo del tipo de información requerida.

Para ello existen numerosos centros de investigación de desarrollo tecnológica e industrial, una de las principales instituciones de este tipo es la Sociedad Americana para pruebas de Materiales "American Society for Testing Materials" que tiene métodos y normas ya establecidas por diferentes elementos.

Los Métodos de destilación ASTM se usan para definir las características de volatilidad de las fracciones del petróleo y otras mezclas complejas. Ambas son destilaciones intermitentes (Batch) que difieren principalmente en el grado de fraccionación obtenida durante la destilación.

Los métodos siguientes son fundamentales para cada tipo de destilación:

METODO ASTM D-2892
METODO ASTM D-1160
METODO ASTM D-5236

En las destilaciones ASTM puede haber un residuo remanente en el equipo de destilación así como también una diferencia entre el volumen de la carga original y la suma de destilado y residuo. Esta diferencia es usualmente denominada "pérdida" y es generalmente considerada como los componentes volátiles de la carga, los cuales no han sido recondensados. Para la preparación de una destilación ASTM para la conversión a TBP el porcentaje destilado a la temperatura reportada es la suma del destilado colectado y las pérdidas.

Las destilaciones TBP son efectuadas en columnas con 14-18 platos teóricos a relaciones a reflujo relativamente alta. El alto grado de fraccionación en esas destilaciones proporciona la distribución exacta de los componentes para mezclas.

Los objetivos que se alcanzan al utilizar los métodos ASTM son:

- Evaluar la calidad de los crudos, disponibles en el mercado durante las operaciones comerciales. Durante la planeación de programas de refinación y al efectuar pruebas industriales para calcular los requerimientos de ingeniería.
- Caracterizar los aceites crudos en base a su calidad y propiedades.
- Obtener cortes cuyas propiedades fisicoquímicas deban ser evaluadas.
- Medio de control de operación de Plantas de destilación, al aplicarlas periódicamente a los productos de las mismas para verificar si cumplen con las especificaciones.

La obtención de las curvas TBP es muy importante para cualquier tipo de análisis sobre el rendimiento del crudo ya que nos permite establecer la cantidad real de componentes, (con cierta temperatura de ebullición) que se encuentra en el producto sometido a la destilación.

Las curvas TBP tienen un carácter aditivo. Si la mezcla se compone solamente de algunos componentes con temperatura de ebullición bastante diferentes y ninguno se encuentra en cantidad demasiado pequeña, la curva de destilación obtenida tiene aspecto de escaleras.

La separación que se realiza es completa cuando la diferencia entre sus temperaturas de ebullición de los componentes en la mezcla son más grandes. Cuando el producto sometido a la destilación representa una mezcla compleja, por ejemplo un petróleo crudo o una gasolina, la curva TBP indicará un aumento gradual en todo el dominio de la destilación.

Cuando se destilan fracciones con grandes diferencias de temperatura, que contienen también hidrocarburos más pesados, es necesario que la destilación se efectúe hasta cierta temperatura a la presión atmosférica. Y después a presiones menores que la presión atmosférica para evitar el craqueo térmico.

La curva TBP se utiliza para establecer el rendimiento de productos obtenidos en la destilación y en el caso de los análisis teóricos ligados de los problemas de fraccionamiento.

Para la obtención de curvas TBP en la columna de destilación que se encuentra en el área de Destilación de Plantas Piloto del Instituto Mexicano del Petróleo, se utilizan las tres etapas de destilación que se trabaja bajo el Método ASTM D-2892. La cuarta etapa hacemos uso de equipos que trabajan bajo los Métodos ASTM D-1160 y ASTM D-5236. Los métodos de destilación ASTM que se utilizaron para la obtención de la curva TBP se describen a continuación:

2.3.1.1 DESTILACION DE PETROLEO CRUDO ESTABILIZADO METODO ASTM D-2892 (TBP).

OBJETIVO

Este es un método que describe el procedimiento para la destilación de petróleo crudo estabilizado para un corte final de 400°C AET (Temperatura Atmosférica Equivalente). Empleando una columna de fraccionamiento que tiene una eficiencia de 14 a 18 platos teóricos operando con una relación de reflujo de 5:1. Este método ofrece un compromiso entre la eficiencia y tiempo para facilitar la comparación entre datos de laboratorio.

Se utiliza en la producción de gas licuado más fracciones destilada y un residuo en el cual los datos analíticos pueden ser obtenidos, pero no cubre los análisis de estas fracciones. Es empleado en la obtención de curvas de destilación de temperatura contra por ciento peso y temperatura contra por ciento en volumen destilado. Estas curvas corresponden a la técnica de laboratorio la cual es definida a 15/5 (columna de 15 platos teóricos, relación de reflujo 5:1) o TBP (Punto de Ebullición Verdadero) esta curva alcanza una temperatura de corte final de 400°C y realiza lo que se conoce como destilación simple y así obtener la curva TBP tradicional, en la cual se representa la curva hasta la tercera etapa. Las curvas son muy validas en discusiones técnicas de naturaleza comercial en la evaluación de un crudo.

Es aplicado a cualquier mezcla del petróleo, excepto gases licuados, naftas muy ligeras y fracciones que tienen puntos de ebullición superiores a 400°C y presión de vapor menor a 12 psi.

RESUMEN DEL METODO

Una muestra cargada en peso de 1 a 40 L de petróleo crudo estabilizado es destilado a una temperatura máxima de 400°C AET (Temperatura atmosférica equivalente), en una columna de fraccionamiento con una eficiencia de reflujo total de por lo menos 14 pero no más de 18 platos teóricos.

Se mantiene una relación de reflujo de 5:1 en todas las etapas, excepto en aquellas donde se utiliza una presión de vacío de 5 y 2 mmHg. En estas etapas es posible utilizar una relación de reflujo de 2:1

Las observaciones de temperatura, presión y otras variables registradas al final de cada corte o fracción. La masa y densidad de cada corte o fracción son obtenidas. Los rendimientos de destilación por peso son calculados de la masa de todas las fracciones incluyendo corte de gas licuificado y el residuo.

El rendimiento de la destilación por volumen es calculado de la masa y densidad de todas las fracciones y del residuo y son hasta entonces referidas a la temperatura de 15°C.

SIGNIFICADO Y USOS

Este método de prueba es una de las numerosas pruebas que conducen a la determinación de la valorización de un aceite crudo. Este proporciona un estimado de rendimientos de fracciones de varios rangos de ebullición. Las fracciones obtenidas en este procedimiento son encaminadas a ser una calidad de corte correspondiente al estándar del laboratorio de eficiencia de destilación referido como 15/5. Pueden ser combinados para obtener muestras para estudios analíticos y evaluaciones de calidad, aunque la producción y evaluación de tales mezclas no es parte de este procedimiento.

Este método de prueba es también un instrumento analítico para la encaminación de cualquier mezcla de petróleo diferente a LPG, naftas muy ligeras, y mezclas con punto de ebullición arriba de 400°C.

CONSIDERACIONES

Una muestra cargada por peso entre 1 y 40 Lt de crudo estabilizado se destila hasta una temperatura máxima de 400°C AET. Se utiliza una columna de fraccionamiento con una eficiencia a reflujo total de por lo menos 14 pero no más de 18 platos teóricos.

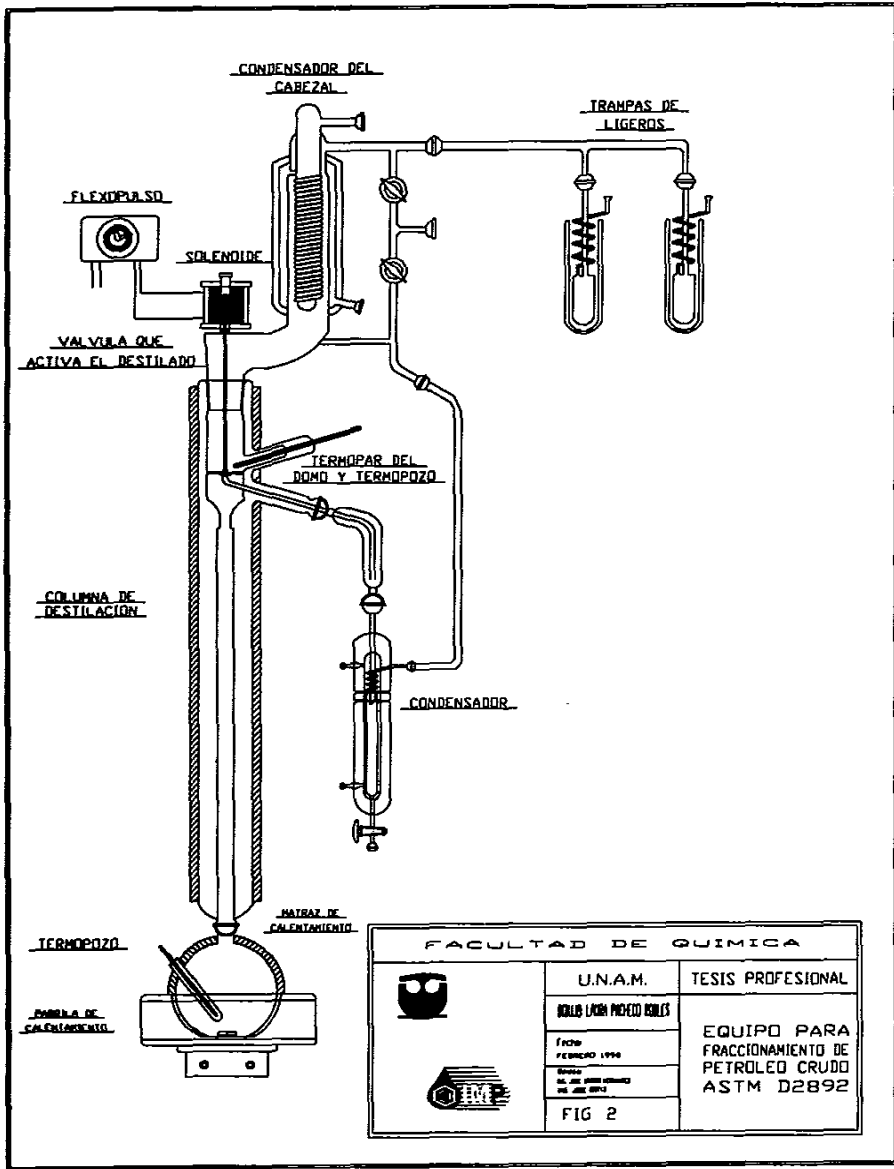
Se mantiene una relación de reflujo de 5:1 en todas las etapas, excepto en aquellas donde se utiliza una presión de vacío de 2 mmHg. En estas etapas es posible utilizar una relación de reflujo de 2:1.



Se efectúa una operación y registro de temperatura, presión y otras variables en intervalos al final de cada corte o fracción; obteniéndose además la densidad de cada corte o fracción. De los pesos y volúmenes de cada fracción incluyendo el gas licuado y el residuo se obtienen los rendimientos en peso y volumen. Es posible entonces, a partir de los datos anteriores obtener curvas en porcentaje peso o volumen contra temperatura equivalente atmosférica. Estas curvas se denominan curvas TBP.

Este método forma parte de un número de pruebas desarrolladas para determinar el valor de un aceite crudo. Proporciona una estimación de los rendimientos de las fracciones a varios intervalos de ebullición, es además valiosa en discusiones técnicas de naturaleza comercial. Este método corresponde a la técnica de destilación de laboratorio conocida como 15/5. Las fracciones producidas pueden ser analizadas tal cual o combinadas para producir muestras para estudios analíticos, de ingeniería y evaluaciones de calidad de productos.

EQUIPO

El equipo y los aparatos para efectuar esta técnica de laboratorio se aprecian en la Fig. 2



FACULTAD DE QUIMICA		
	U.N.A.M.	TESIS PROFESIONAL
	DIEGO LAHRA MEDVED KENLES	
	FECHA: FEBRERO 1996	
	<small> DIRECCION DE LOS TRABAJOS DE INVESTIGACION DE LA UNAM </small>	
	FIG 2	EQUIPO PARA FRACCIONAMIENTO DE PETROLEO CRUDO ASTM D2892

2.3.1.2 DESTILACION DEL PETROLEO CRUDO A PRESIONES REDUCIDAS METODO ASTM D-1160.

OBJETIVO

Este método determina a presiones reducidas, los intervalos de ebullición de los productos del petróleo que pueden vaporizarse parcial o completamente a una temperatura máxima del líquido de 400°C a presiones de 50 a 1 mmHg (6.55 a 0.133 Kpa), absolutos.

Este método estándar involucra materiales, equipos y operaciones peligrosas. Este método estándar no señala específicamente todos los problemas de seguridad asociados con su uso. Es responsabilidad del usuario de éstas normas el establecer las medidas de seguridad y salud apropiadas, determinar su aplicación así como las aplicaciones las limitaciones previas a su uso. Para los estatutos específicos de riesgo.

Disminuya un poco el calor al matraz y enfríelo con una corriente fuerte de aire. Represurice el recipiente con nitrógeno, y si es necesario desarme los equipos antes de que se enfríen a menos de 200°F (93°C). Para presurizar puede usarse bióxido de carbono, deben usarse trampas de nitrógeno líquido. La represurización del recipiente con aire mientras contiene vapores de petróleo calientes puede producir fuego o explosión.

RESUMEN DEL METODO DE ENSAYO

La muestra se destila a presiones predeterminadas y controladas con precisión, entre 1 y 50 mmHg (0.133 a 96.65 Kpa), bajo condiciones que proporcionan aproximadamente un plato teórico. Los datos obtenidos de tal destilación se grafican relacionando el volumen del destilado y la temperatura atmosférica equivalente.

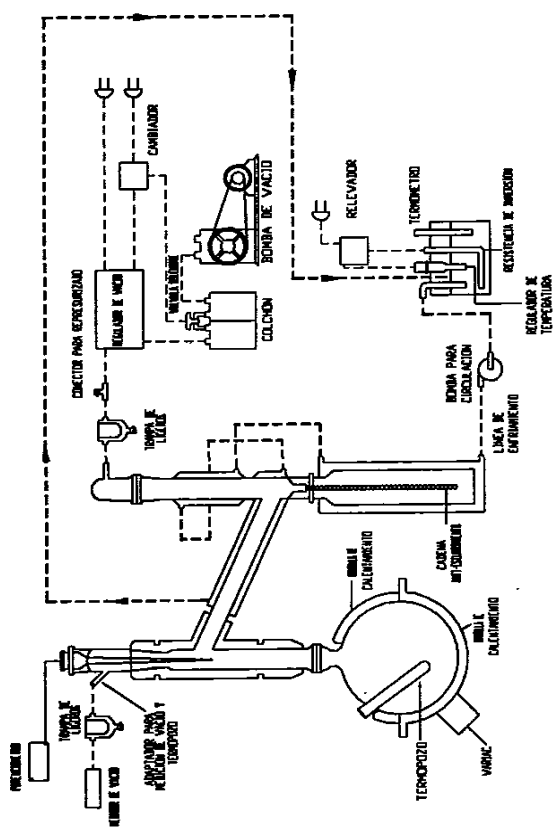
SIGNIFICADO Y USOS


Este método proporciona la determinación de características de destilación empíricas de productos y fracciones del petróleo que pueden descomponerse cuando se destilan a presión atmosférica

EQUIPO

El equipo para realizar este tipo de destilaciones esta ampliamente descrito en la Fig. 3

Otros componentes de los equipos ensamblados que se muestran en la Fig. 9 no se especifican, ya sea para diseño o su operación. Algunas de estas partes no son esenciales desde el punto de vista de obtener resultados satisfactorios de método, pero son componentes deseables con el propósito de promover el uso eficiente de los equipos y facilitar su operación.



FACULTAD DE QUIMICA	
UNIAM,	TESIS PROFESIONAL
TRUJILLO, PUECO RUIZ	EQUIPO UTILIZADO PARA LA DESTILACION
	TITULO FECHA DE ENTREGA FECHA DE DEFENSA FECHA DE APROBACION
FIG. 3	

2.3.1.3 DESTILACION DE MEZCLAS DE HIDROCARBUROS PESADOS USANDO RECIPIENTES AL VACIO METODO ASTM D-5236.

APLICACION

Este método describe un procedimiento para destilación de mezclas de hidrocarburos pesados que tienen puntos de ebullición iniciales mayores de 150°C (300°F), como los crudos pesados, destilados del petróleo, residuos y mezclas sintéticas. El método emplea recipientes a vacío con separadores provistos de una baja caída de presión operados bajo condiciones extremas totales.

Este método describe el procedimiento para la producción de fracciones de destilado de calidad estándar en el intervalo de gasóleos y aceites lubricantes así como la producción del residuo estándar. Además, proporciona las curvas de destilación estándar equivalentes a la mayor temperatura atmosférica posible por destilación convencional.

Se aplica a temperaturas máximas posibles de 565°C (1050°F) Temperatura Atmosférica Equivalente (TAE), que depende del calor de tolerancia de la carga. El método de destilación recomendado para petróleo crudo con un punto de corte mayor de 400°C (752°F) TAE es el D2892. Se puede usar para fracciones pesadas del petróleo con puntos de ebullición iniciales mayores de 150°C (302°F). Sin embargo, las curvas de destilación y la calidad de las fracciones obtenidas por estos métodos no son comparables. El equipo está ampliamente detallado en la Fig. 4

RESUMEN

Un volumen pesado de una muestra se destila a una presión absoluta entre 6.6 y 0.01 Kpa. (150 y 0.1 mm Hg). A una velocidad de destilación especificada. Se toman fracciones a temperaturas seleccionadas. Se registran las temperaturas de vapor, presiones de operación y otras variables a intervalos iguales incluyendo cada punto de corte.

El rendimiento de la destilación en peso se calcula del peso de cada fracción en relación con el peso total recuperado.

Se obtiene la densidad de cada fracción. El rendimiento en volumen de la destilación se calcula del volumen obtenido para cada fracción a 15°C (59°F) en relación al volumen total recuperado.

SIGNIFICADO Y USOS

Este método de ensayo es una de las numerosas pruebas efectuadas en las mezclas de hidrocarburos pesados para caracterizar estos materiales, proporcionan una estimación del rendimiento de las fracciones de varios intervalos de ebullición.

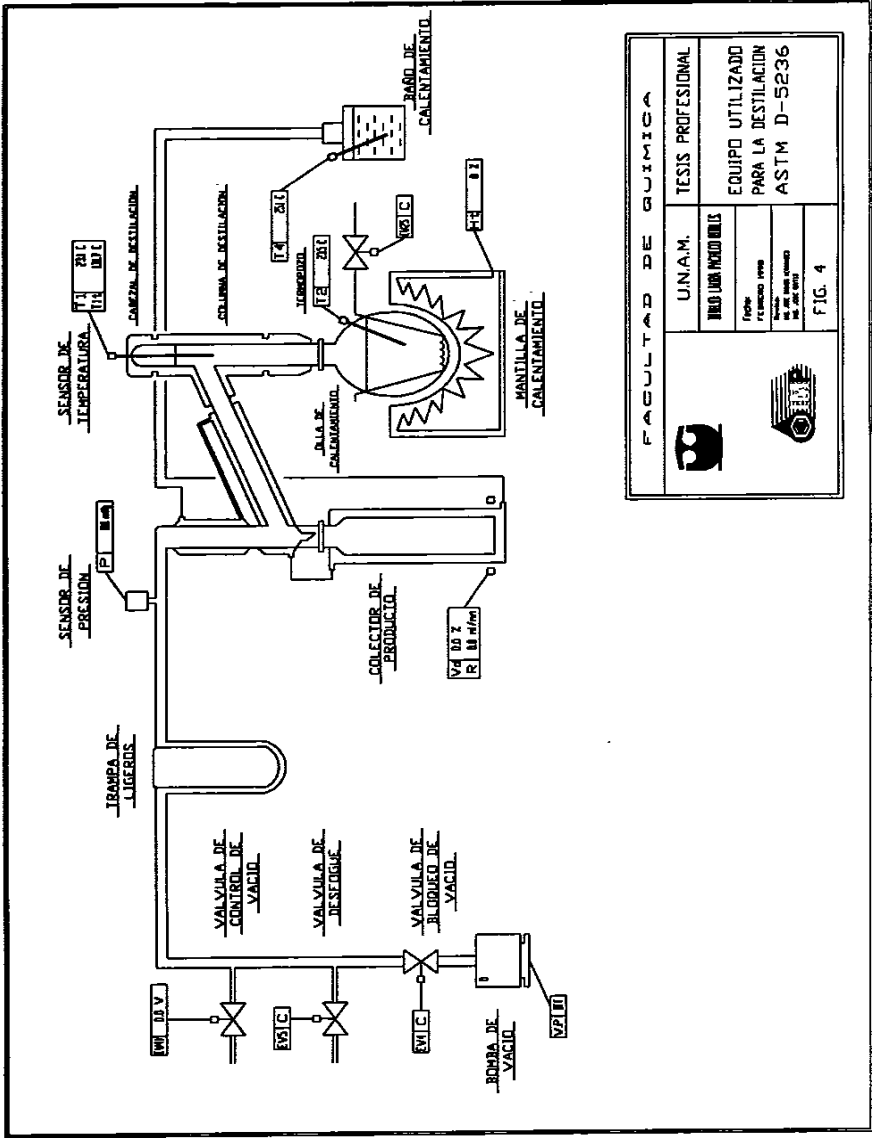
Las fracciones hechas por este método pueden ser usadas solas o en combinación con otras fracciones para producir muestras para estudios analíticos y evaluación de la calidad.

Los residuos a ser usados en la manufactura de asfalto pueden ser producidos pero no siempre son adecuados. El calor absorbido que ocurre en este método de ensayo puede alterar algunas de las propiedades. Mientras que el remezclado de los destilados con el residuo puede hacerse para producir un residuo más ligero, esta práctica no se recomienda porque produce mezclas con propiedades irregulares.

Los detalles de los puntos de corte deber acordarse mutuamente antes de comenzar el ensayo.

EQUIPO

El equipo para realizar este tipo de destilaciones esta ampliamente descrito en la Fig. 4



FACULTAD DE QUIMICA	
UNAM.	TESIS PROFESIONAL
BIOLOGICOS	
TITULO	
EQUIPO UTILIZADO PARA LA DESTILACION ASTM D-5236	
FIG. 4	

2.3.2 CURVAS DE DESTILACION CARACTERISTICAS DE LOS PROCESOS DE DESTILACION

Desde el punto de vista teórico el proceso de destilación fraccionada de las mezclas complejas (petróleo crudo y sus fracciones) es uno de los problemas más complicados, aún cuando los principios establecidos para la destilación fraccionada de mezclas binarias son válidos también para mezclas complejas. No se ha encontrado un método fácil conveniente y confiable para aplicarlo en las mezclas altamente complejas como lo es el petróleo crudo y sus fracciones.

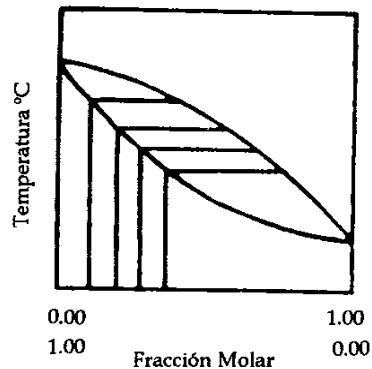
Por esta razón al dimensionar el equipo del proceso de destilación fraccionada debemos recurrir a los datos prácticos relacionados con el proceso, o a relaciones empíricas involucrando los parámetros de presión y temperatura de operación en el proceso.

2.3.2.1 TIPOS DE CURVAS DE DESTILACION

□ DESTILACION DIFERENCIAL

La vaporización diferencial o gradual, específica para la destilación diferencial, se caracteriza por el hecho que al aumentar un poco la temperatura del producto por destilar, se libera una pequeña cantidad de vapores, que se eliminan inmediatamente del sistema como se muestra en la Fig.5

FIGURA No.5
VAPORIZACION DIFERENCIAL



El proceso se repite hasta la completa vaporización del líquido, o sea que el mecanismo de la vaporización tiene un carácter diferencial. Los vapores que se liberan tienen mayor cantidad de los más volátiles componentes de la mezcla, que el líquido inicial. Una parte de los componentes menos volátiles recibe, al chocar con los componentes más volátiles, una cantidad de energía suficiente para dejar también el líquido. Por ésta causa, la vaporización diferencial no conduce a una separación neta de los componentes que se encuentran en fase líquida. La condensación diferencial representa el proceso inverso.

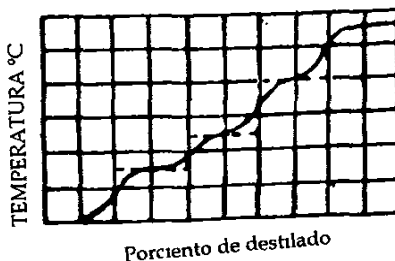
□ DESTILACION TBP (PUNTO DE EBULLICION VERDADERO)

El proceso que se realiza es una destilación fraccionada, el aparato siendo previsto con una columna de rectificación.

Las curvas de destilación TBP permiten establecer la cantidad real de componentes, con la temperatura de ebullición, que se encuentra en el producto sometido a la destilación.

Las curvas TBP tienen carácter aditivo. Si la mezcla se compone solamente de algunos componentes con temperaturas de ebullición bastante diferentes y ninguno no se encuentra en cantidad demasiado pequeña, la curva de destilación obtenida tiene aspecto de escaleras como se muestra en la Fig. 6

FIGURA No.6
CURVA DE DESTILACION TBP
PARA LA MEZCLA DE COMPONENTES
CON TEMPERATURADE EBULLICION
DIFERENTE



La separación que se realiza es completa cuando la diferencia entre sus temperaturas de ebullición de los componentes en la mezcla son más grandes. Cuando el producto sometido a la destilación representa una mezcla compleja, por ejemplo un petróleo crudo o gasolina, la curva de destilación TBP indicará un aumento gradual en todo el dominio de destilación.

Cuando se destilan fracciones con grandes diferencias de temperatura, que contienen también hidrocarburos más pesados, es necesario que la destilación se efectúe hasta cierta temperatura a la presión atmosférica. Y después a presiones menores que la presión atmosférica, para evitar el craqueo térmico.

La curva TBP se utiliza también para establecer el rendimiento de productos obtenidos en la destilación y en el caso de los análisis teóricos ligados de los problemas de fraccionamiento.

□ CORRELACION ENTRE LAS CURVAS TBP, EFV Y CONDENSACION DIFERENCIAL

En la Fig. 8 son presentadas en la misma gráfica, las curvas de vaporización y condensación diferencial, la curva de vaporización equilibrio y la curva TBP; se observa en el inicio de la curva de vaporización en equilibrio es más alto que el de la curva TBP y que estas dos curvas se interceptan, la vaporización en condiciones de vaporización en equilibrio no empieza a la temperatura de ebullición del componente más ligero y necesita, para pequeños porcentos vaporizados, temperaturas más altas de destilación. Esto se debe al hecho que las moléculas más ligeras que deberían pasar en estado de vapores, estando en contacto prolongado con el líquido, pasan una parte de su energía a las moléculas más pesadas. Después de vaporizarse un porcentaje bastante grande de líquido, los componentes más pesados que han acumulado una cantidad suficiente de energía son arrastrados en fase de vapores a una temperatura más baja que su temperatura de ebullición.

Con la ayuda de la vaporización en equilibrio es posible vaporizar partes más pesadas del líquido, para las cuales la vaporización diferencial no da resultado debido al peligro de descomposición térmica.

De la Fig.8 resulta que el inicio de la curva de vaporización en equilibrio coincide con el inicio de la curva de vaporización diferencial y el final de la curva de vaporización diferencial con el final de la Curva TBP. La explicación es la siguiente en lo que se refiere a la formación de la primera cantidad de vapores no hay diferencia entre la vaporización en equilibrio y la vaporización diferencial según resulta al examinar la curva de equilibrio para una mezcla binaria que se muestra en la Fig. 11

La diferencia empieza después de la formación de la primera cantidad de vapores debido a que en la vaporización diferencial éstos son eliminados inmediatamente del sistema, mientras que en la vaporización en equilibrio son mantenidos en contacto íntimo con el líquido, hasta llegar a ciertas temperaturas a la cual se efectúa la separación de las dos fases. La coincidencia de los finales de la curva de

vaporización diferencial y TBP se debe al hecho que en los dos casos, la última gota de líquido vaporizado representa el componente más pesado en la mezcla.

CORRELACION ENTRE LAS CURVAS ASTM Y TBP

FIGURA 7
VAPORIZACION EN EQUILIBRIO

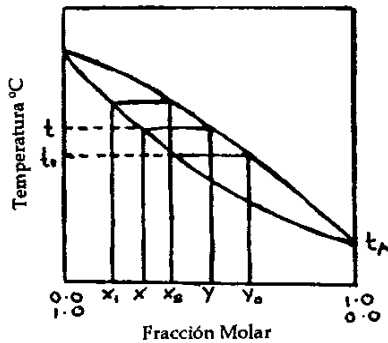
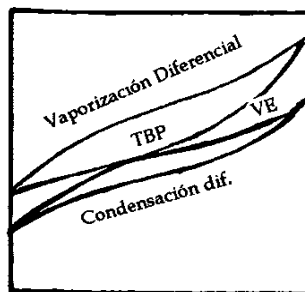


FIGURA 8
COMPARACION DE LAS CURVAS
DE DESTILACION PARA EL MISMO
PRODUCTO



□ DESTILACION ASTM

La destilación ASTM es del tipo de la vaporización diferencial, con la diferencia que existe un pequeño reflujo en el cuello del balón, por la pérdida de calor. Las especificaciones con lo que respecta a los rangos de destilación de los productos petroleros que destilan hasta los 350°C a la presión atmosférica están dados en las especificaciones ASTM.

Si se expresan los datos obtenidos por una destilación de ésta clase en coordenadas "Temperatura-% Volumen", se obtiene la curva ASTM, es conocida como Curva ASTM, porque se rige por las normas establecidas en la American Standard for Testing Measures.

La temperatura inicial y la temperatura final de la curva de destilación ASTM para cada fracción, presentan una gran importancia en la apreciación de la eficiencia en la separación. Si la temperatura inicial de la siguiente fracción o sea que presente una diferencia pequeña de temperatura (δ) Fig. 9 entonces se considera que la destilación fraccionada, se realizó en buenas condiciones de operación y la valoración de los productos es económica. Si la temperatura final de una fracción es mayor que la temperatura inicial de la siguiente fracción, existirá una sobreposición de temperatura (Δ) Fig. 10 de las curvas de destilación ASTM para las dos fracciones; en este caso la destilación fraccionada es menos eficiente y poco económica.

La diferencia (δ) o sobreposición (Δ) de las curvas ASTM ó dos fracciones sucesivas esta determinada por la inclinación de la curva de destilación de la materia prima, del equipo de destilación fraccionada utilizado en el procesamiento y de las condiciones de operación.

Debe considerarse que una diferencia grande de temperatura entre las diferentes fracciones por separar en un petróleo crudo trae como consecuencia un sobredimensionamiento de la columna y un alto consumo de calor, la diferencia óptima se establece de las consideraciones económicas.

Las Curvas ASTM de los productos con temperatura de ebullición elevada se determinan a presión reducida ó en presencia de un gas inerte.

Figura No. 9
DIFERENCIA ENTRE CURVAS
ASTM PARA DOS FRACCIONES
SUCESIVAS.

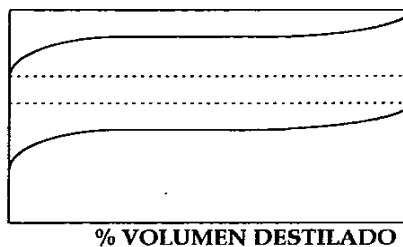
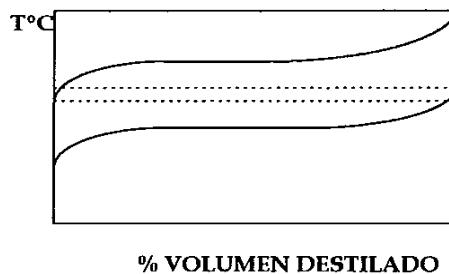


Figura No. 10
SOBREPOSICION DE LAS CURVAS
ASTM DE DOS FRACCIONES
SUCESIVAS.



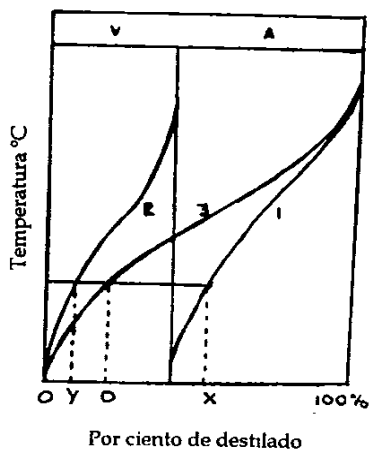
□ CORRELACION ENTRE LAS CURVAS ASTM Y TBP.

La curva TBP de una fracción del petróleo crudo puede ser calculada en base a las curvas TBP de los productos que se mezclan, por tener éstas curvas un carácter aditivo.

En la Fig. 11 son presentadas las curvas de destilación de dos productos petroleros anotados con 1 y 2 respectivamente, y la mezcla de éstos dos productos en la curva 3.

Figura No. 11

**CURVA TBP PARA UNA MEZCLA
DE DOS COMPONENTES
DE PRODUCTOS PETROLEROS.**





CAPITULO 3

PARTE
EXPERIMENTAL

PARTE EXPERIMENTAL

La parte experimental se llevo a cabo en los equipos del Instituto Mexicano del Petróleo en Plantas Piloto en el Area de Destilaciones, donde se desarrollan destilaciones bajo los Métodos ASTM D-1160, ASTM D-5236 (POTSTILL), ASTM D-2892 y Técnica Modificada IMP estos equipos operan en forma automática y semiautomática.

Debido a que algunas compañías requieren análisis con cortes superiores a 400°C y la curva TBP que se obtiene por método ASTM D-2892 establece un corte final hasta 400°C AET (Temperatura Atmosférica Equivalente) es por esta razón que el presente estudio elaborara un procedimiento para obtener una curva TBP en un intervalo de temperatura de 400- 538°C.

La curva TBP es de gran utilidad para caracterizar aceites crudos, ya que nos permite establecer la cantidad real de los componentes que se obtienen con el estudio de la curva teórica-experimental.

Para poder elaborar el procedimiento propuesto se debe realizar un análisis previo. Este análisis se lleva a cabo bajo el Método ASTM D-2892, el cual describe el procedimiento para la destilación del petróleo crudo estabilizado para un corte final de 400°C.

El análisis previo consta de cargar una muestra de 40 litros de petróleo crudo estabilizado, este crudo es destilado a una temperatura máxima de 400°C AET (Temperatura Atmosférica Equivalente), en una columna de fraccionamiento con una eficiencia de reflujo total de 15 platos teóricos. Consta de tres etapas: La 1ª Etapa se lleva a cabo a Presión Atmosférica, la 2ª Etapa a 100 mmHg y la 3ª Etapa a 2 mmHg. Una vez que se registran los resultados de operación y se obtiene la conversión de los datos a TBP (Temperatura de Ebullición Verdadera), podemos obtener la curva TBP con intervalos de temperatura de 0 a 400°C, donde el residuo obtenido por la destilación es conocido como R+400, el cual utilizamos para continuar la cuarta etapa de nuestra curva, cumpliendo con el objetivo para este trabajo.

Para intervalos de temperatura superiores a 400°C no existe un método ASTM, es por esto que se desarrollo un Procedimiento en el IMP elaborado en la División de Plantas Piloto, utilizando dos equipos, con el uso de estos equipos se pretende continuar con una etapa de la curva TBP pero aunque el método ASTM D-5236 especifica que no es una continuación de la curva, se realiza la conversión de la curva ASTM a TBP.

Obteniendo de esta forma la curva con cortes superiores de 400°C hasta 538°C AET utilizando los datos proporcionados por la destilación ASTM D-1160.

3.1 PROCEDIMIENTOS DE OPERACION

3.1.1 PREPARACION DEL RESIDUO METODO ASTM D-2892 (TBP)

a) CARGADO

La cantidad de muestra a cargar en la columna debe de ser un volumen tal que la retención dinámica (hold-up) de esa columna este entre 2 y 4 % de el volumen de la carga al 75% de la velocidad máxima de evaporación.

b) ARRANQUE

- Se carga la olla de calentamiento
- Se conecta la olla a la columna, usando la grasa adecuada en las juntas.
- Se conecta la energía eléctrica al sistema de enfriamiento (flow-cold) y se conecta al compresor. Mantener encendido el sistema durante un tiempo mínimo de 20 minutos. En seguida hacer la circulación al sistema mediante el contacto respectivo que se encuentra en el flow-cold.
- Se conecta la chaqueta de calentamiento a la olla.
- Se pone el switch ΔP en la posición manual.
- Se conecta el interruptor general. Empieza a contar en el reloj TIEMPO-TOTAL.
- Se enciende el registrador de temperatura del domo y fondo.
- Se establece el voltaje inicial deseado, operando el switch de calentamiento a la posición aumento.

c) REFLUJO TOTAL

Se continúa el calentamiento de la olla hasta que este próximo a presentarse el momento de inundación.

Al aproximarse la inundación se disminuye el calentamiento, operando el switch de calentamiento a la posición disminución.

Una vez que se alcance la inundación, se marca en el intervalometro REFLUJO TOTAL 30 minutos que son los requeridos en este caso para estabilizar la operación.

Asegúrese el calor suministrado a la olla hasta que la caída de presión requerida a través de la columna se obtenga.

d) DESTILACION ATMOSFERICA

Se inicia la recirculación de refrigerante a una temperatura de -20°C . Encienda la mantilla de calentamiento de la columna y mantenga la temperatura de la misma de 0 a 5°C abajo de la temperatura del vapor.

Se regula el calentamiento para establecer y mantener una velocidad de evaporación del 75% del máximo. Esta velocidad puede calcularse multiplicando la velocidad de evaporación por el área de la sección transversal de la columna y dividirla por la suma de la relación de reflujo +1.

Ahora se comienza a obtener el destilado a una velocidad de reflujo de 5:1 con un tiempo total del ciclo entre 20 y 30 segundos.

Se debe retirar el destilado en fracciones consecutivas y de tamaño apropiado. El tamaño recomendado de las fracciones es el correspondiente a 5 ó 10°C en la temperatura del vapor. Es necesario recolectar las fracciones con punto de ebullición abajo de 65°C en recipientes enfriados a 0°C ó menos. Cuando la temperatura del vapor alcance los 65°C , suspender la circulación del refrigerante y sustituirlo con agua a temperatura ambiente.

Al obtener cada fracción o corte, registrar los siguientes datos:

- a) Tiempo en horas y minutos.
- b) Volumen en mililitros(ml).
- c) Temperatura del vapor en $^{\circ}\text{C}$.
- d) Temperatura del líquido en ebullición.
- e) Presión atmosférica en mmHg.
- f) Caída de presión en la columna en mmHg.

Si se tienen problemas de sobreinundación, se reduce el calentamiento aplicado y se continua obteniendo destilado hasta que se tengan condiciones estables de operación. El producto obtenido bajo condiciones de sobreinundación deberá de integrarse a la muestra original previo enfriamiento de la misma. Se deberá de reiniciar la destilación con un período de reflujo total no mayor de 15 min. No puede efectuarse ningún corte en los primeros 5°C posteriores al inicio.

Se deben continuar obteniendo cortes hasta que se obtenga la temperatura de vapor deseada ó hasta que la carga muestre signos de descomposición térmica la evidencia de ésta descomposición se presenta mediante la aparición de niebla en el matraz y posteriormente en el divisor de reflujo. No se puede permitir que la temperatura del vapor exceda los 210°C ni que la temperatura del líquido sobrepase los 310°C .

Se suspende el funcionamiento del control de reflujo y del sistema de calentamiento. Se deja que el contenido del matraz se enfríe a una temperatura tal que la destilación pueda reiniciarse a 100mmHg de vacío sin sobreinundación.

Esta temperatura puede estimarse sumando la diferencia de temperaturas entre el líquido y el vapor encontradas durante la etapa a vacío, o también restando dicha diferencia de temperatura a la última temperatura de líquido obtenida durante la etapa atmosférica.

e) DESTILACION A 100 mmHg.

Esta etapa estará sujeta a la máxima temperatura del líquido posible sin provocar la descomposición térmica de la muestra. En la mayoría de los casos ésta temperatura es 310°C. Algunas excepciones notables son los aceites crudos con alto contenido de compuestos sensitivos de azufre. En ningún caso puede efectuarse un corte en los 5°C posteriores al inicio, ya que se considera que la columna no ha alcanzado el equilibrio.

Conectar la bomba y el sistema de control de vacío a la columna.

Encender la bomba de vacío y ajustar la presión gradualmente a 100 mmHg. ó se fija el regulador de presión en éste valor. Si el líquido hierve antes de que ésta presión se alcance, incrementar la presión y permita que el producto enfríe hasta que no hierva con la presión de vacío indicada.

Adicionar calor al matraz y restablecer el reflujo en el divisor por un período no mayor a 15 min. Ajustando la velocidad de calentamiento para mantener una caída de presión constante equivalente. Las caída de presión aproximadas para éste propósito aparecen en la Tabla No.4 del método. Mantener la temperatura de la mantilla de aislamiento de 0 a 5°C abajo de la temperatura de vapor.

Obtener individualmente los cortes requeridos del tamaños apropiados y al adquirir cada uno de ellos, registrar los siguientes datos de operación.

- a) Tiempos en horas y minutos.
- b) Temperatura del vapor en °C.
- c) Temperatura del líquido en ebullición en °C.
- d) Caída de presión en la columna en mmHg.
- e) Presión de vacío medida en el domo de la columna en mmHg.
- f) La temperatura corregida ΔET usando la Tabla No. 3.

Continuar obteniendo cortes hasta que se obtenga la temperatura de vapor deseada ó hasta que la carga muestre indicios de descomposición térmica. No puede permitirse que la temperatura del líquido supere los 320°C.

Suspender el funcionamiento del control de reflujo y del sistema de calentamiento. Permitiendo que el contenido del matraz se enfríe a una temperatura tal, que la destilación pueda ser reiniciada a una presión menor sin tener problemas de ebullición antes de alcanzar dicha presión

Esta temperatura puede estimarse sumando la diferencia de temperaturas entre el líquido y el vapor encontrada en la columna durante la operación a 100 mmHg a la temperatura inicial esperada del vapor en la siguiente etapa, ó restando dicha diferencia a temperatura del líquido obtenida.

f) DESTILACION A PRESION DE 2.00 mmHg.

Si el punto de corte final no ha sido alcanzado, la destilación puede continuarse a una presión menor. Esta etapa también estará sujeta a la temperatura de descomposición térmica de la muestra (no más de 330°C). Solamente se permite un nivel de presión más que se podrá elegir entre 100 y 2 mmHg. Para este caso, en el cual la temperatura máxima de 400°C es la requerida, se recomienda utilizar la presión mínima de 2.00 mmHg.

Ajustar la presión al nivel deseado. Si el líquido hierve antes de que se alcance la presión deseada, se incrementa la presión permitiendo que el contenido el matraz enfríe hasta que la presión deseada pueda ser alcanzada sin que se presente problemas de ebullición. Seguir el procedimiento descrito en las etapas anteriores. El agua de enfriamiento debe circular en el condensador y en el enfriador de producto ya sea a temperatura ambiente ó a una mayor para asegurarse de que no cristalicen parafinas en dichas partes del equipo. También es posible suspender la circulación del agua de enfriamiento y dejar los serpentines y camisas llenas de agua pero sin circular, ó cambiar el agua por una corriente de aire.

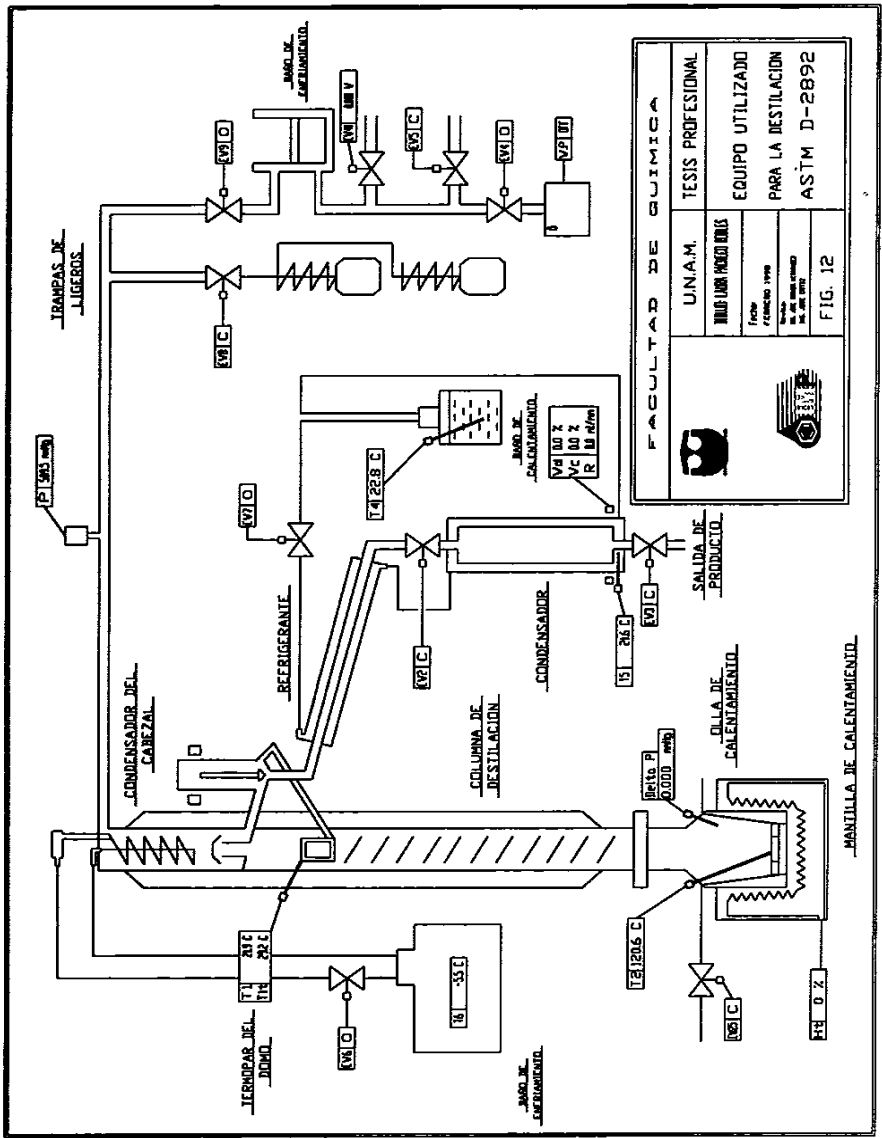
Durante esta operación es recomendable tener la relación de reflujo de 2:1. Convertir las temperaturas reportadas a temperaturas ΔET con el procedimiento descrito anteriormente.

Revisar periódicamente que el líquido gotee normalmente en el condensador y que el destilado fluya suavemente en las líneas.

Cuando el punto de corte final ó la temperatura límite del líquido han sido alcanzados, suspender el funcionamiento del control de reflujo y del sistema de calentamiento permitiendo que el contenido del matraz se enfríe.

Cuando la temperatura del líquido remanente en el matraz tenga menos de 230°C, apagar la bomba de vacío y llevar la presión del sistema hasta la atmosférica mediante la introducción de nitrógeno u otro gas inerte. Nunca debe usarse aire. Suspender la circulación del refrigerante Retirando el matraz de la columna. Se debe recuperar la retención estática de la columna destilando una pequeña cantidad de solvente como tolueno en un matraz diferente, para lavar la columna, condensador y sistema de destilado. Evaporar el solvente del residuo recolectado a 10°C arriba de la temperatura de ebullición del solvente usando una pequeña corriente de nitrógeno. El producto de la retención dinámica puede considerarse como un corte independiente ó puede mezclarse con el residuo. Pesarse todas las fracciones y el residuo del matraz

La Fig. 12 nos muestra el equipo usado en esta experimentación.



FACULTAD DE QUIMICA	
UNAM.	TESIS PROFESIONAL
INSTITUTO QUIMICO	EQUIPO UTILIZADO PARA LA DESTILACION
FECHA: FEBRERO 1978	ASTM D-2892
TITULO: MANTILLA DE CALENTAMIENTO	FIG. 12



3.1.2 PROCEDIMIENTO DE OPERACION DE LA DESTILACION CON EL EQUIPO IMP (TECNICA MODIFICADA ASTM D-1160)

1.-Primero se determina la densidad de la muestra por cualquiera de los siguientes métodos de ensayo D-941,D-1217,D-1480 o la practica D-1298.

2.-Se determina el volumen de la carga y se calcula el peso de la carga multiplicando la densidad por el volumen deseado.

3.-Unir el matraz a la columna para colocar las mantillas de calentamiento. Se calienta el matraz a una velocidad que incremente la temperatura de la carga rápidamente, pero no más de 300°C/h (540°F/h). No debe excederse la temperatura exterior del matraz de 400°C (750 °F) ó pueden desintegrarse las paredes del matraz. Algunas mezclas de hidrocarburos no pueden tolerar 400°C por ningún periodo de tiempo. La reducción de la temperatura exterior será necesario en estos casos.

4.-Encender la mantilla de compensación del cabezal y mantener la pared exterior de la chaqueta de vidrio al vacío a una temperatura aproximadamente de 40°C menos que la temperatura del líquido en el matraz.

5.-Reducir la presión en el sistema gradualmente a una presión inicial adecuada. Ahora se selecciona de la Tabla No.7 la presión más alta que es consistente con el punto de ebullición inicial de 343°C (650 °F) AET, como los residuos del método de ensayo para destilación D-2892. La desgasificación de la carga es evidente en algunas ocasiones antes de comenzar la destilación. Esto es notable por un burbujeo en la superficie sin la generación de vapores condensables.

Tabla No. 7

Presión de Operación Kpa (mmHg)	Velocidad de calentamiento ml/(hrcm ²)	Velocidad de 25mm	de 36mm	calida 50mmHg	ml/hr 70 mmHg
6.67 (50)	90-150	450-750	900-1500	1800-3000	3600-6000
1.33(10)	75-125	375-625	750-1250	1500-2500	3000-5000
0.133(1)	45-75	225-375	450-750	900-1500	1800-3000
0.0400(0.3)	30-50	150-250	300-500	600-1000	1200-2000
0.133(0.1)	10-20	50-100	100-200	200-400	400-800

6.-Cuando comienza la destilación, ya que se presentan vapores en el cuello del matraz, se reduce el calor a un nivel que mantenga la velocidad de destilación escogida. Ajuste el compensador de color en el cabezal para mantener la pared exterior de la chaqueta de vidrio al vacío a una temperatura de 5°C menos que la temperatura de vapor. Aunque se tiene un intervalo de velocidad de destilación, se recomienda un 80% del valor máximo permitido.

7.-En los casos en que la temperatura de vapor inicial observada sea de 150°C (302°F) o menor, es deseable refrigerar el recipiente de la primera fracción para asegurar la retención de colas de ligeros. Si aparecieran materiales cerosos en las paredes, caliente el recipiente con una lámpara de infrarrojo o una pistola de aire caliente para licuar el producto en el recipiente para promover la exactitud de las lecturas. En una operación automática, los recipientes deben ser calentados por el termostato a una temperatura lo suficientemente alta para asegurar que no solidifique y lo suficientemente baja para impedir la evaporación de material ligero.

8.-Cuando el recipiente esta lleno, ó cuando se llega al punto de corte, se retira el recipiente o se acerca el siguiente según sea el caso. En operación manual, se aparta el recipiente usando el adaptador de vacío y después se elimina el vacío hasta tener una presión atmosférica antes de reemplazarlo por otro recipiente al vacío previamente pesado. Aplicar el vacío y cuando el nuevo recipiente esté aproximadamente a la presión del sistema se reconecta al mismo.

9.-Es necesario registrar las siguientes observaciones:

- a) Tiempos en horas y minutos.
- b) Volumen del destilado en mililitros.
- c) Temperatura del vapor hasta 0.5°C.
- d) Presión en el cabezal hasta el 1%.
- e) Temperatura atmosférica equivalente.

10.-Se continua tomando producto haciendo cortes hasta el punto de corte final o hasta que la temperatura del líquido en ebullición sea de 290°C (554°F)

En este punto, si el punto de corte final no puede alcanzarse antes de los 320°C en el líquido en ebullición reduzca el calor suministrado a cero hasta que disminuya la destilación. Esto tardará de 2 a 10 minutos dependiendo del monto de material en el matraz. Disminuir la presión lentamente al nivel menor de presión.

11.-Se restablece el suministro de calor hasta en un 90% del nivel previo y ajustarlo después para tener la velocidad deseada al nivel menor. No puede tomarse ningún corte hasta que la presión se haya estabilizado al nuevo nivel por lo menos en 2 minutos.

12.-. La adición de calor al matraz para mantener la velocidad del producto debe hacerse con mucho cuidado. El punto de corte final debe alcanzarse en menos de

una hora después de que la temperatura del matraz haya llegado a 310°C (590°F). La destilación finaliza tan pronto como se presente un cambio dudoso en la Presión o se haya destilado el 90% del volumen.

13.-Cuando se alcance el punto de corte final, la presión en el cabezal comienza a aumentar, o el 90% en volumen ha sido destilado, se retira la fuente de calor se aumenta la presión levemente permitiendo que enfrie al residuo mientras tanto se continua agitando.

14.-Ahora se debe retirar la mantilla de compensación del matraz o en el caso de matraces de acero encendiendo el aire en el serpentín de enfriamiento.

15.-Cuando la temperatura del residuo haya descendido a menos de 150°C (302°F), retirar el matraz y se pesa con su contenido para determinar el peso del residuo. Para recipientes grandes el residuo puede descargarse a través de la línea de carga usando una presión positiva de alrededor de 10 Kpa. en el recipiente.

16.-Las fracciones del domo deben ser pesadas con una exactitud de 0.1% del peso de carga.

17.-Es importante determinar la densidad relativa de todas las fracciones y corregirlas a 15°C (59°F) usando el método de ensayo de D-1250 cuando sea posible.

18.-En el caso de recipientes pequeños se debe recuperar la humedad hirviendo una pequeña cantidad de solvente como tolueno en un matraz por separado para lavar el cabezal y el condensador. Evaporar el solvente en una campana asistida por una corriente de aire y pese directamente. Esta humedad puede tratarse como una fracción separada y estimar su densidad o mezclarla con el residuo antes de hacer las inspecciones. Esto ultimo debe hacerse si el residuo debe ser analizado aparte de medir su densidad. Determinar la densidad relativa de todas las fracciones y corrijalas a 15°C (59°F) usando el método de ensayo D-1250 cuando sea posible.

3.1.3 PROCEDIMIENTO DE OPERACION DE LA DESTILACION DEL PETROLEO CRUDO A PRESIONES REDUCIDAS METODO ASTM D-1160.

1.-Ajustar la temperatura del refrigerante del condensador para que sea al menos 28°C menor a la mínima temperatura de vapor. Debido a que la temperatura adecuada del refrigerante para destilación de muchas sustancias es de 60°C.

2.-Cargar el matraz con la muestra a destilar. El volumen a cargar es de 200 ml, la muestra es cargada en peso una vez que se tiene la Densidad Relativa 60/60 °F Se pesa esta cantidad dentro del matraz de destilación. El volumen deberá ser aproximadamente el 60% del volumen del matraz.

3.-Colocar la probeta dentro del equipo revisando cada una de sus líneas de servicios, así como verificar que la posición de esta se encuentre a 45° de manera que las mangueras conectadas, no impidan el movimiento del sensor que me determina el volumen. Colocar en la probeta la guía de destilación (acero inoxidable).

4.-Lubricar las juntas del equipo de destilación con una grasa adecuada, asegurar que las superficies de las juntas estén limpias. Montar el matr az en la canastilla de calentamiento y cubrirla con la mantilla superior, esta mantilla de calentamiento debe estar equipada con un transformador variable para controlar la entrada de potencia. Acoplar el matraz a la columna elevando el soporte del mismo y posteriormente rotar ligeramente para asegurar el sello. Asegurar con las pinzas las juntas. Para este propósito se recomienda el uso de grasa de silicon a alto vacío.

5.-Verificar la posición de los termopares en el equipo, principalmente los que se encuentran en el Domo y Fondo. Para la medición de temperaturas de vapor, el termocople debe estar construido de vidrio borosilicato, este termocople tipo J de 28 a 30 se inserta en el (gancho pastor) formado previamente y se mantiene en posición sujetándolo en la parte superior con resina epóxica. Después de que la resina epóxica se ha endurecido, la punta del gancho pastor se calienta y se introduce en el termocople. Estos instrumentos deben ser capaces de detectar cambios de temperatura de 1°F (0.5 °C) a través de un intervalo de temperatura de 0 a 370°C.

6.-Una vez montado el equipo, se introducen los datos de operación en la computadora; esta cuenta con un programa específico para el desarrollo experimental del Método ASTM D-1160 para dar inicio a este programa, la computadora requiere datos de Operación, estos datos de operación son seleccionados por el Operador.

7.-Verificar que la bomba este conectada. Una vez realizados los pasos anteriores dar inicio a la destilación.

8.-Una vez iniciada la destilación. Este inicio consta de un calentamiento vigoroso e ir observando si el matraz ha formado espuma, si la muestra tiene espuma, permita presurizar levemente el sistema en el equipo hasta que la espuma desaparezca. La tendencia de las muestras de formar espumas en exceso es frecuentemente un obstáculo serio para una destilación acertada de los productos del petróleo al vacío. En algunos casos, esto se debe a la presencia de agua o de gases disueltos, pero muchas muestras forman espumas aun cuando estén libres de estos contaminantes.

9.- Evacuar los equipos hasta que la presión alcance el nivel deseado para la destilación. Si no se tiene la presión de destilación adecuada o un incremento excesivo de la presión en el equipo con la bomba bloqueada, es evidencia de fugas en el sistema. Lleve el sistema a presión atmosférica con una corriente de nitrógeno y relubrique todas las juntas. Si con esto no obtiene un sistema al alto vacío, examine otras partes del sistema para encontrar fugas por los medios adecuados. Para este equipo automático es difícil que se presente este problema.

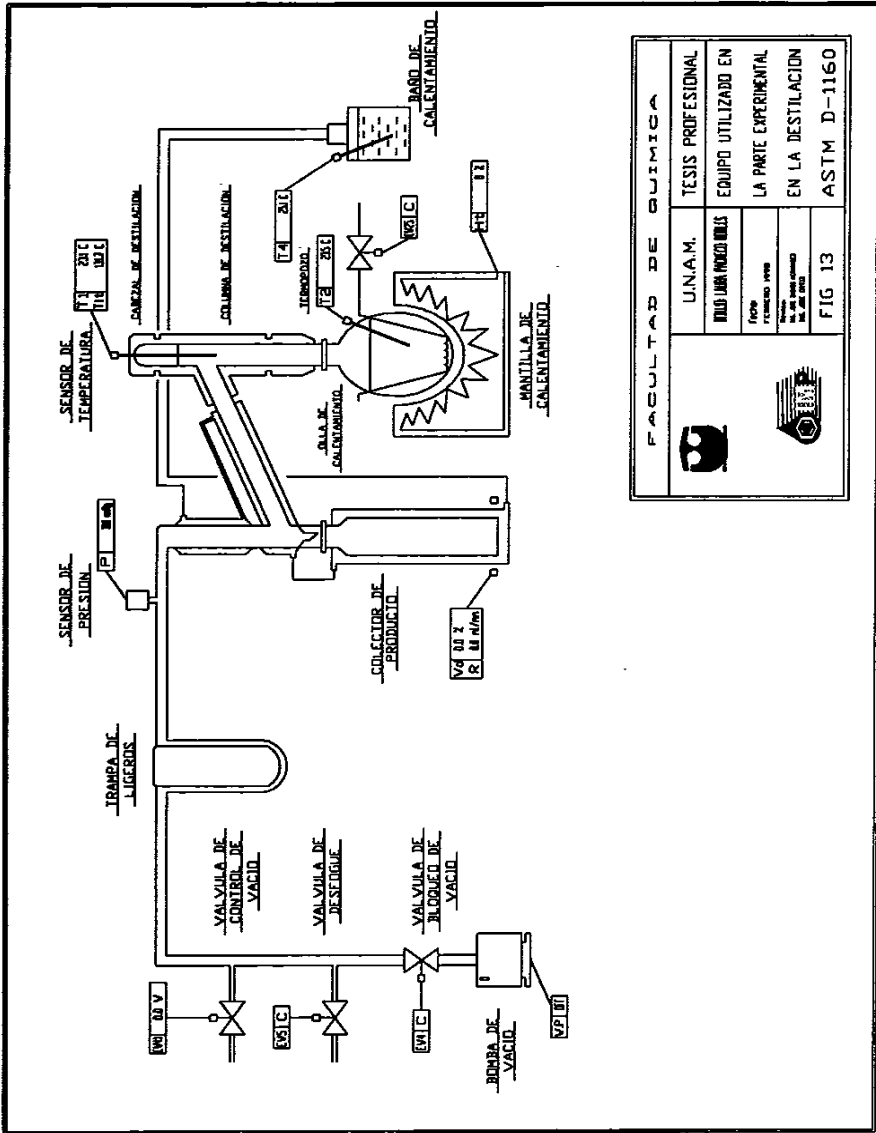
10.-Cuando aparece el vapor o reflujo del líquido en la junta entre el matraz y la columna, ya sea que se aumenta el calentamiento, o se disminuye según la densidad de la muestra, verificando su velocidad entre 6 a 8 ml/min.

11.- El equipo registra la Temperatura de Vapor, Tiempo, Presión observada en cada porcentaje de volumen de las fracciones de la carga que se recuperen, Punto de ebullición Inicial y el punto final.

12.-Si la temperatura del líquido alcanza 400°C, o si el vapor alcanza una temperatura máxima antes del punto final, la destilación se suspende automáticamente.

13.-Se disminuye el calor y se enfría con una corriente de aire. Si es necesario desarmar los equipos antes de que se enfríen para determinar su peso.

La Fig. 13 muestra el equipo usado en esta experimentación.



FACULTAD DE QUIMICA	
	UNAM.
TESIS PROFESIONAL	
EQUIPO UTILIZADO EN	
LA PARTE EXPERIMENTAL	
EN LA DESTILACION	
ASTM D-1160	
FIG 13	

3.1.4 PROCEDIMIENTO DE OPERACION DE LA DESTILACION DE HIDROCARBUROS UTILIZANDO RECIPIENTES A VACIO METODO ASTM D-5236

1.-Primero se determina la densidad de la muestra por cualquiera de los siguientes métodos de ensayo D-941,D-1217,D-1480 o la práctica D-1298.

2.-Se inserta la barra de agitación

3.-Se determina el volumen de la carga y se calcula el peso de la carga multiplicando la densidad por el volumen.

La carga calculada se pesa en el matraz con una exactitud de 0.1%.

4.-Ahora se une el matraz a la columna para colocar las mantillas de calentamiento. Poniendo el aparato de agitación en su lugar y se enciende.

Se calienta el matraz a una velocidad que incremente la temperatura de la carga rápidamente, pero no más de 300°C/h (540°F/h). No debe excederse la temperatura exterior del matraz de 400°C (750 °F) ó pueden desintegrarse las paredes del matraz. Algunas mezclas de hidrocarburos no pueden tolerar 400°C por ningún período de tiempo. La reducción de la temperatura exterior será necesario en estos casos.

5.-Se enciende la mantilla de compensación del cabezal y mantener la pared exterior de la chaqueta de vidrio al vacío a una temperatura aproximadamente de 40°C menos que la temperatura del líquido en el matraz.

6.-Se debe reducir la presión en el sistema gradualmente a una presión inicial adecuada. Ahora se selecciona de la siguiente Tabla A, la presión más alta que es consistente con el punto de ebullición inicial de 343°C (650 °F) TAE, como los residuos del método de ensayo para destilación D-2892. La desgasificación de la carga es evidente en algunas ocasiones antes de comenzar la destilación. Esto es notable por un burbujeo en la superficie sin la generación de vapores condensables.

Tabla A

Presión de Operación Kps (mmHg)	Velocidad de calentamiento ml/(lrcm ²)	Velocidad de 25mm	de 36mm	ml/hr 60mmHg	ml/hr 70 mmHg
6.67 (50)	90-150	450-750	900-1500	1800-3000	3600-6000
1.33 (10)	75-125	375-625	750-1250	1500-2500	3000-5000
0.133 (1)	45-75	225-375	450-750	900-1500	1800-3000
0.0400 (0.3)	30-50	150-250	300-500	600-1000	1200-2000
0.133 (0.1)	10-20	50-100	100-200	200-400	400-800

7.-Cuando comienza la destilación, ya que se presentan vapores en el cuello del matraz, se reduce el calor a un nivel que mantenga la velocidad de destilación escogida en la Tabla Anterior. Ajuste el compensador de calor en el cabezal para mantener la pared exterior de la chaqueta de vidrio al vacío a una temperatura de 5°C menos que la temperatura de vapor. Aunque se tiene un intervalo de velocidad de destilación, se recomienda un 80% del valor máximo permitido.

8.-En los casos en que la temperatura de vapor inicial observada sea de 150°C (302°F) o menor, es deseable refrigerar el recipiente de la primera fracción para asegurar la retención de colas de ligeros. Si aparecieran materiales cerosos en las paredes, caliente el recipiente con una lámpara de infrarrojo o una pistola de aire caliente para licuar el producto en el recipiente para promover la exactitud de las lecturas. En una operación automática, los recipientes deben ser calentados por el termostato a una temperatura lo suficientemente alta para asegurar que no solidifique y lo suficientemente baja para impedir la evaporación de material ligero.

9.-Cuando el recipiente esta lleno, ó cuando se llega al punto de corte, automáticamente cambia de recipiente y al finalizar la computadora nos especifica en cada recipiente que corte tenemos. En operación automática.

10.-La computadora registra los siguientes datos de operación:

- a) Tiempos en horas y minutos.
- b) Volumen del destilado en mililitros.
- c) Temperatura del vapor hasta 0.5°C.
- d) Presión en el cabezal hasta el 1%.
- e) Temperatura atmosférica equivalente.

11.-Se continua tomando producto, haciendo cortes hasta el punto de corte final o hasta que la temperatura del líquido en ebullición sea de 290°C (554°F).

En este punto; si el punto de corte final no puede alcanzarse antes de los 320°C en el líquido en ebullición reduzca el calor suministrado a cero hasta que disminuya la destilación. Esto tardará de 2 a 10 minutos dependiendo del monto de material en el matraz. Disminuir la presión lentamente al nivel menor de presión.

12.-Se restablece el suministro de calor hasta en un 90% del nivel previo y ajustarlo después para tener la velocidad deseada al nivel menor, no puede tomarse ningún corte hasta que la presión se haya estabilizado al nuevo, nivel por lo menos en 2 minutos.

13.-La adición de calor al matraz para mantener la velocidad del producto debe hacerse con mucho cuidado. El punto de corte final debe alcanzarse en menos de una hora después de que la temperatura del matraz haya llegado a 310°C (590°F). La destilación finaliza tan pronto como se presente un cambio dudoso en la Presión o se haya destilado el 90% del volumen.

14.-Cuando se alcance el punto de corte final, la presión en el cabezal comienza a aumentar, o el 90% en volumen ha sido destilado, se retira la fuente de calor se aumenta la presión levemente permitiendo que enfríe al residuo mientras tanto se continua agitando. Cuando sucede alguna de estas observaciones el equipo alarma automáticamente.

15.-Ahora se debe retirar la mantilla de compensación del matraz o en el caso de matraces de acero encendiendo el aire en el serpentín de enfriamiento.

16.-Cuando la temperatura del residuo haya descendido a menos de 150°C (302°F), retirar el matraz y se pesa con su contenido para determinar el peso del residuo. Para recipientes grandes el residuo puede descargarse a través de la línea de carga usando una presión positiva de alrededor de 10 Kpa. en el recipiente.

17.-Las fracciones del domo deben ser pesadas con una exactitud de 0.1% del peso de carga.

18.-Es importante determinar la densidad relativa de todas las fracciones y corregirlas a 15°C (59°F) usando el método de ensayo de D1250 cuando sea posible.

19.-En el caso de recipientes pequeños se debe recuperar la humedad hirviendo una pequeña cantidad de solvente como tolueno en un matraz por separado para lavar el cabezal y el condensador. Evaporar el solvente en una campana asistida por una corriente de aire y pese directamente. Esta humedad puede tratarse como una fracción separada y estimar su densidad o mezclarla con el residuo antes de hacer las inspecciones. Esto ultimo debe hacerse si el residuo debe ser analizado aparte de medir su densidad. Determinar la densidad relativa de todas las fracciones y corríjalas a 15°C (59°F) usando el método de ensayo D-1250 cuando sea posible.

La Fig. 4 nos muestra el equipo utilizado en la Destilación ASTM D-5236.



CAPITULO 4

RESULTADOS

RESULTADOS

4.1 PREPARACION DEL RESIDUO

Los Crudos A, B y C se destilaron de acuerdo al Método ASTM D-2892, a temperaturas de 71-400°C y Presion Atmosférica, 100 mmHg. Y 2.0 mmHg.

Las Tabla 8 nos muestra el resultado del Balance final de la destilación TBP.

TABLA 8
BALANCE FINAL DE DESTILACION ASTM D-2892 (TBP)

	<i>Crudo A</i>	<i>Crudo B</i>	<i>Crudo C</i>
Peso de la muestra:	34320 g	37040 g	37192
Densidad de la muestra a 15°C o 59°F:	0.8580	0.9259	0.9298
Peso del Destilado:	20660.64 g	21801.00	22482
Peso del Residuo:	13198 g	14778.60	14302
Perdidas (g)	461.36	460.40	408
Perdidas (% P)	1.3442	1.24	1.10

En la Tabla 9 podemos observar los resultados de la destilación ASTM D-2892, esta Tabla nos muestra el % Volumen, Temperatura real, Temperatura Atmosférica Equivalente AET y la Presión de Destilación trabajada durante la corrida de la muestra, para los crudos A, B y C.

TABLA 9

RESULTADOS DE LA DESTILACION ASTM D-2892 (TBP)

% VOL	CRUDO A			CRUDO B			CRUDO C		
	TEMP REAL °C	TEMP. TAE °C	PRESION (mmHg)	TEMP REAL °C	TEMP. TAE °C	P RESION (mmHg)	TEMP REAL °C	TEMP. TAE °C	P RESION (mmHg)
0.0	2.4	9.2	593.407	25	32.4	590.96	8.9	10	591.69
2	32.6	40.0	591.697	53.6	61.5	591.59	57.1	53	591.45
4	54.8	62.7	591.941	74.4	82.6	591.20	77.5	75	591.69
6	66.8	74.8	592.186	90.3	98.9	591.20	95.6	92	591.69
8	80.5	88.8	592.186	111.6	120.6	590.96	113.1	109	591.45
10	89.3	97.8	591.941	126.8	136.0	591.209	128.5	124	591.697
12	101.5	110.2	592.430	141.1	150.6	590.965	145.0	141	591.697
14	113.4	122.4	592.430	155.6	165.3	590.965	159.8	156	591.453
16	123.3	132.3	591.941	167.7	177.5	590.965	175.7	171	591.209
18	132.8	142.1	594.941	113.0	179.8	99.634	129.2	186	99.878
20	141.9	151.3	592.186	141.0	211.1	99.878	145.9	203	98.657
22	149.5	159.0	592.186	154.4	226.3	99.145	159.9	218	97.192
24	161.9	171.6	591.941	167.3	240.9	98.657	173.6	235	99.634
26	171.7	181.6	591.941	181.2	256.1	98.901	186.4	250	100.366
28	182.1	192.2	591.941	193.6	269.7	98.901	107.6	265	2.007
30	132.8	201.9	100.122	206.7	283.8	99.145	119.8	277	2.007
32	143.3	213.5	100.366	125.4	300.2	1.915	129.3	291	2.007
34	153.0	224.6	99.389	131.7	309.1	1.849	137.1	305	2.007
36	162.8	235.4	99.634	145.9	325.1	2.007	150.6	319	2.007
38	173.3	247.2	99.145	156.3	338.1	2.007	163.8	334	2.007
40	182.7	257.5	98.413	170.6	355.9	2.007	175.3	349	2.007
42	192.4	268.1	98.413	185.0	373.8	2.007	187.6	364	2.007
44	202.7	279.9	98.657	196.7	388.1	2.007	200.3	379	2.007
46	118.5	291.3	1.849	206.1	399.6	2.007	206.1	392	2.007
48	125.8	300.3	1.995				210.8	399	2.007
50	135.0	312.7	1.890						
52	142.3	322.9	1.814						
54	152.1	335.7	1.785						
56	162.8	348.6	1.829						
58	172.8	360.8	1.844						
60	184.0	374.9	1.832						
62	196.0	389.5	1.844						
63.6	204.3	399.7	1.834						

En la Gráfica 1, 2 y 3 podemos observar los resultados de la destilación ASTM D-2892 de los crudos A ,B y C , estas gráficas muestran la Curva TBP en un intervalo de temperatura de 0 a 400°C AET.

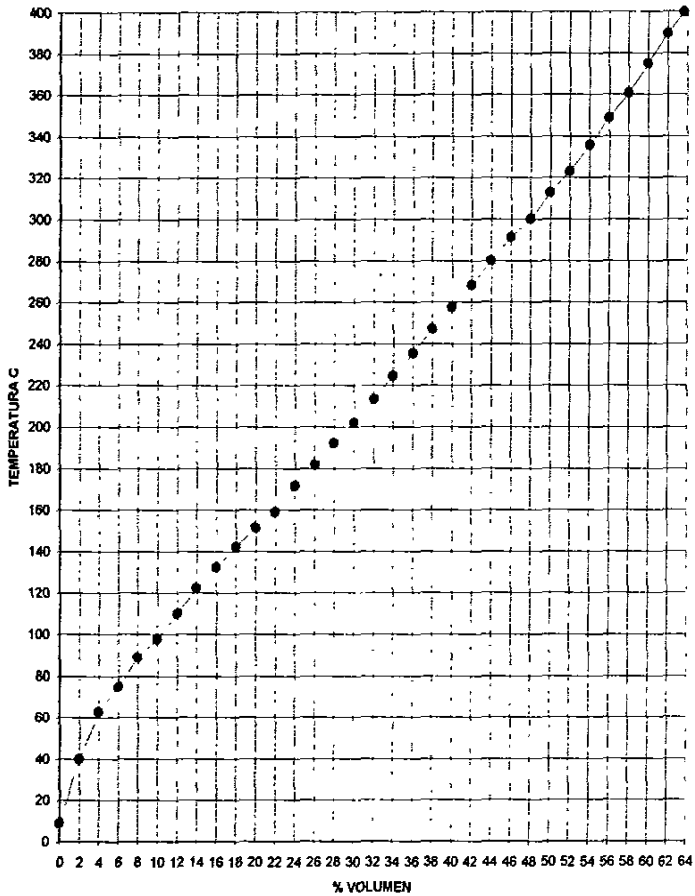
En esta parte experimental se efectuaron cortes característicos de los productos que se procesan en la destilación para su posterior análisis.

RESULTADOS DE DESTILACION ASTM D-2892

CURVA TBP

% VOLUMEN VS TEMPERATURA

CRUDO A

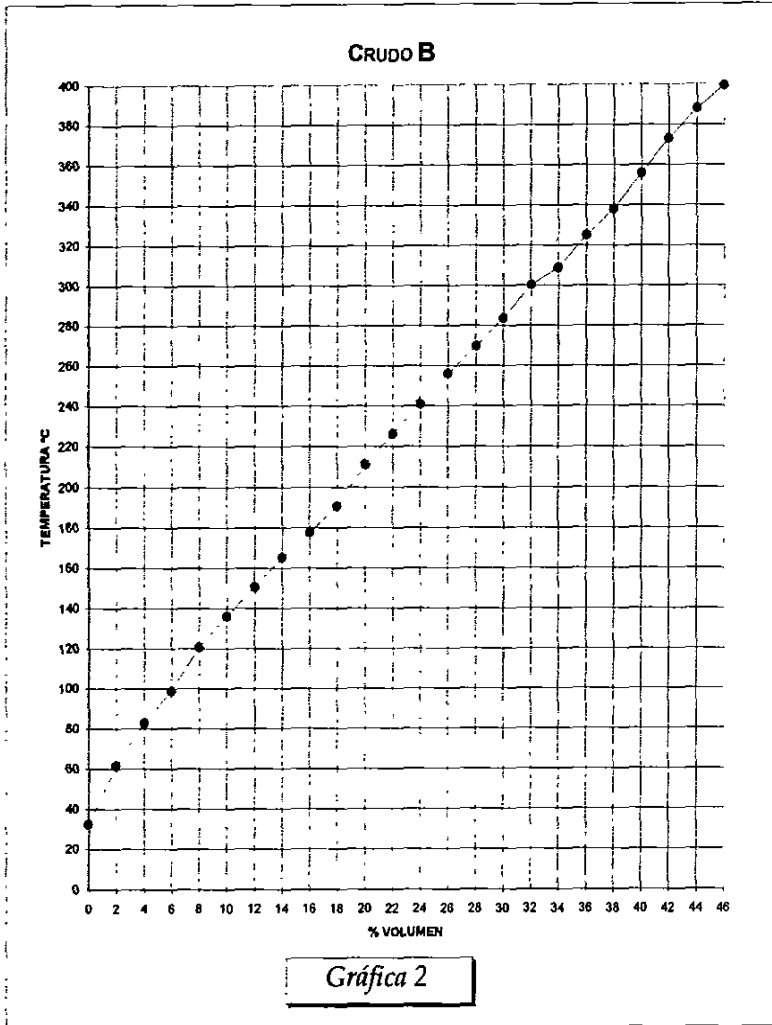


Gráfica 1

RESULTADOS DE DESTILACION ASTM D-2892

CURVA TBP

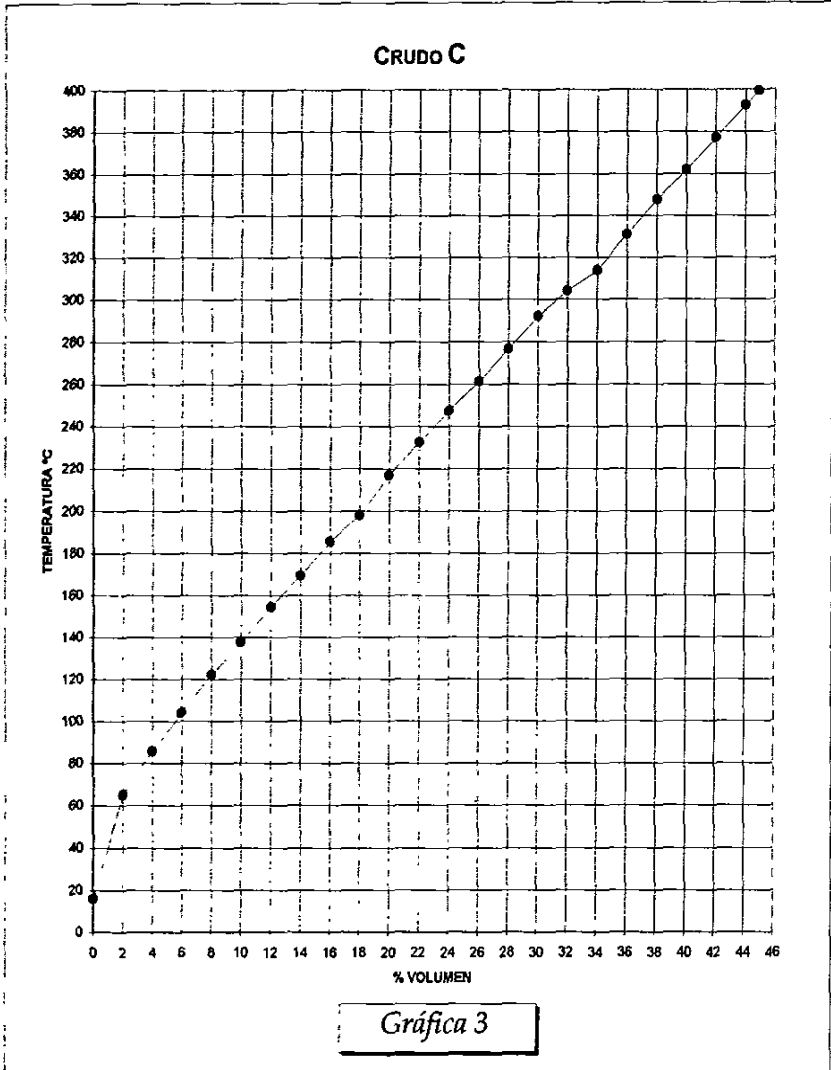
% VOLUMEN VS TEMPERATURA



RESULTADOS DE DESTILACION ASTM D-2892

CURVA TBP

% VOLUMEN VS TEMPERATURA



4.2 RESULTADOS DE LA DESTILACION ASTM D-1160

Una vez realizada la destilación TBP hasta 400°C AET, el residuo que se obtiene R+400°C aún contiene productos valiosos por lo que es necesario procesarlo en otro equipo para agotarlo en su totalidad.

Al Residuo R+400°C, se le determino su Peso específico. 60/60 °F para posteriormente efectuar una destilación ASTM D-1160 cabe aclarar que las temperaturas TBP arriba de los 400°C se determina solo por este método. Este método nos determina el rendimiento final de nuestra muestra, las curvas obtenidas se muestran en las Gráficas 4,5 y 6 para cada crudo.

Los resultados de las destilación ASTM D-1160 se muestran en las Tabla 10.

□ Conversión de la curva ASTM D-1160 a TBP

Una vez realizada la destilación ASTM D-1160 las temperaturas obtenidas en esta destilación no se pueden graficar como continuación del Método ASTM D-2892 por lo que existe un método para convertir temperaturas ASTM a TBP, de esta forma se obtiene la curva TBP en el intervalo de temperaturas de 400°C a 538°C (1050°F).

Este Método convierte datos de curvas ASTM a TBP. Se utiliza el nomograma 342.1 . Las temperaturas de destilación D-1160 y TBP al 50% se consideran iguales a la presión de vacío mencionada. Si los datos de destilación D-1160 se tienen a una presión diferente, se podrán convertir a 10 mmHg utilizando la Ec. de conversión de temperaturas de Bonell y Maxwell.

$$AET = ((748.1XA) / (1/VT,K) + (0.3861XA) - 0.00051606) - 273$$

$$A = ((5.9991972 - (0.9774472X \text{Log} P)) / (2663.129 - (95.76x \text{Log} P)))$$

Donde:

AET°C = Temperatura atmosférica equivalente °C

VT K = Temperatura observada del vapor, K

K = ((°F-32)/1.8

K = °C + 273.15

P = Presión del sistema, en mmHg.

De igual manera se podrán convertir los datos obtenidos de la TBP de 10 mmHg a 760 mmHg, con la misma ecuación.

Crudo A

% VOLUMEN	0	10	30	50
T(°C) A 760 mmHg	422.1	441.9	482.2	540.8

Crudo B

% VOLUMEN	0	10	30	50
T(°C) A 760 mmHg	401.8	439.30	521.50	590

Crudo C

% VOLUMEN	0	10	30	50
T(°C) A 760 mmHg	396	422.9	480.2	572.2

Una vez que se tiene la Temperatura Atmosférica Equivalente (AET) a 760 mmHg. Se siguen los siguientes pasos para realizar la Conversión de temperatura ASTM a TBP.

1.-Transformar las temperaturas de 760 mmHg de Presión a 10 mmHg mediante la siguiente ecuación:

$$P = (1 / ((1.463276675 / (T + 273.15)) - 0.0002391480262)) - 273.15$$

CRUDO A

% VOLUMEN	0	10	30	50
T(°C) a 10 mmHg	262.89	280.17	315.75	368.45

CRUDO B

% VOLUMEN	0	10	30	50
T(°C) A 10 mmHg	245.29	277.89	350.96	413.60

CRUDO C

% VOLUMEN	0	10	30	50
T(°F) A 10 mmHg	240.29	263.58	313.97	397.17

2.- Convertir las temperaturas obtenidas en la destilación ASTM D-1160 de °C a °F

$$^{\circ}\text{F} = (^{\circ}\text{C}) (1.8) + 32$$

CRUDO A

% VOLUMEN	0	10	30	50
T(°F) A 10 mmHg	505.20	536.31	600.35	695.21

CRUDO B

% VOLUMEN	0	10	30	50
T(°F) A 10 mmHg	473.53	532.21	663.74	776

CRUDO C

% VOLUMEN	0	10	30	50
T(°F) A 10 mmHg	464.53	506.45	597.15	746.96

3.-Obtener las diferencias de temperatura ASTM D-1160 para cada segmento de la curva del nomograma 3A2.1. Buscar la diferencia de temperatura D-1160 en el eje "X" al intersectar la curva de cada segmento, obtener la AT TBP en el eje "Y"

SEGMENTO DE LA CURVA (% VOL)	CRUDO A		CRUDO B		CRUDO C	
	ΔD 1160 °F	Δ TBP °F	ΔD 1160 °F	Δ TBP °F	ΔD 1160 °F	Δ TBP °F
0-10	31.11	56	58.68	90	41.92	71
10-30	64.04	72	131.53	138	90.7069	96
30-50	94.86	96	112.26	104	149.803	152

4.-A partir de la temperatura D1160 obtenida al 50% volumen, se considera igual a la temperatura TBP al mismo porcentaje, se calcula el resto de las temperaturas TBP.

CRUDO A

T(TBP0%) =	T(0%)=	ΔT (TBP 0-10%) =	527.21-56	471.21
T(TBP10%) =	T(10%)=	ΔT (TBP 10-30%) =	599.21-72	527.21
T(TBP30%) =	T(30%)=	ΔT (TBP 30-50%) =	695.21-96	599.21
T(TBP50%) =	T(50%)=		695.21	695.21

CRUDO B

T(TBP0%) =	T(0%)=	ΔT (TBP 0-10%) =	534-90	444
T(TBP10%) =	T(10%)=	ΔT (TBP 10-30%) =	672-138	534
T(TBP30%) =	T(30%)=	ΔT (TBP 30-50%) =	776-104	672
T(TBP50%) =	T(50%)=		776	776

CRUDO C

T(TBP0%) = T(0%)=		$\Delta T(\text{TBP } 0-10\%) =$	498.96-71	427.96
T(TBP10%) = T(10%)=		$\Delta T(\text{TBP } 10-30\%) =$	594.96-96	498.96
T(TBP30%) = T(30%)=		$\Delta T(\text{TBP } 30-50\%) =$	746.96-152	594.96
T(TBP50%) = T(50%)=			746.96	746.96

5.-Convertir las temperaturas TBP obtenidas de °F a °C mediante:

$$^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) / 1.8$$

CRUDO A

% VOLUMEN	0	10	30	50
T(°C) a 10 mmHg	248.5	275.11	315.11	386.45

CRUDO B

% VOLUMEN	0	10	30	50
T(°C) a 10 mmHg	228.88	278.88	355.55	413.33

CRUDO C

% VOLUMEN	0	10	30	50
T(°C) a 10 mmHg	219.97	259.42	312.75	397.2

6.-Convertir las presiones de 10 mmHg a 760 mmHg mediante la Ec. usada anteriormente en el inciso No.2

CRUDO A

% VOLUMEN	0	10	30	50
T(°C) a 760 mmHg	406.04	436.10	481.46	540.79

CRUDO B

% VOLUMEN	0	10	30	50
T(°C) a 760 mmHg	390.5	439.40	526.56	589.70

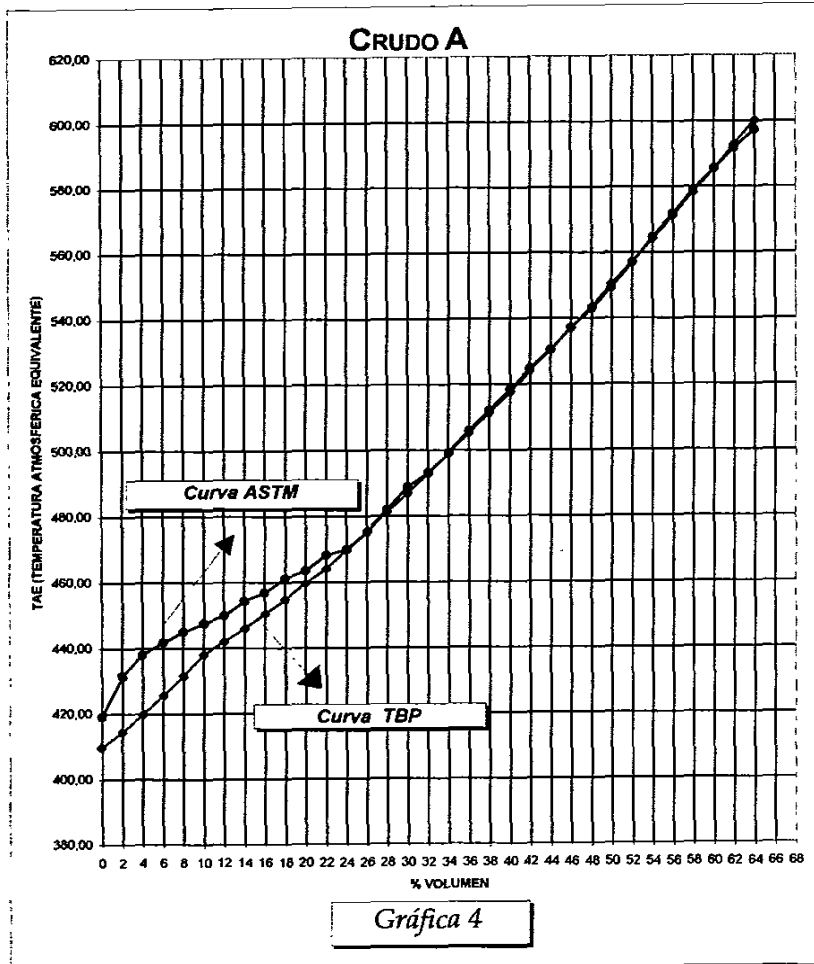
CRUDO C

% VOLUMEN	0	10	30	50
T(°C) a 760 mmHg	375.00	422.00	520.00	----

En la Tabla 10 se muestran los resultados de la Conversión de ASTM D-1160 a TBP. Así mismo en las Gráficas 4,5 y 6 se muestran las Gráficas comparadas de temperatura ASTM y TBP.

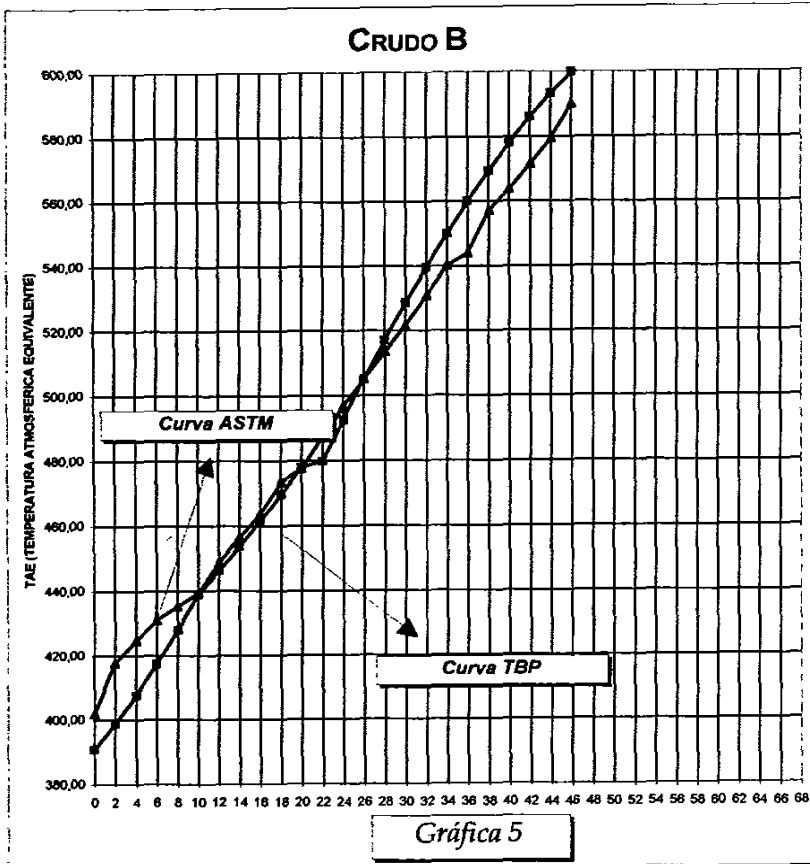
RESULTADOS DE DESTILACION ASTM D-1160

CURVA ASTM Y TBP % VOLUMEN VS TEMPERATURA



RESULTADOS DE DESTILACION ASTM D-1160

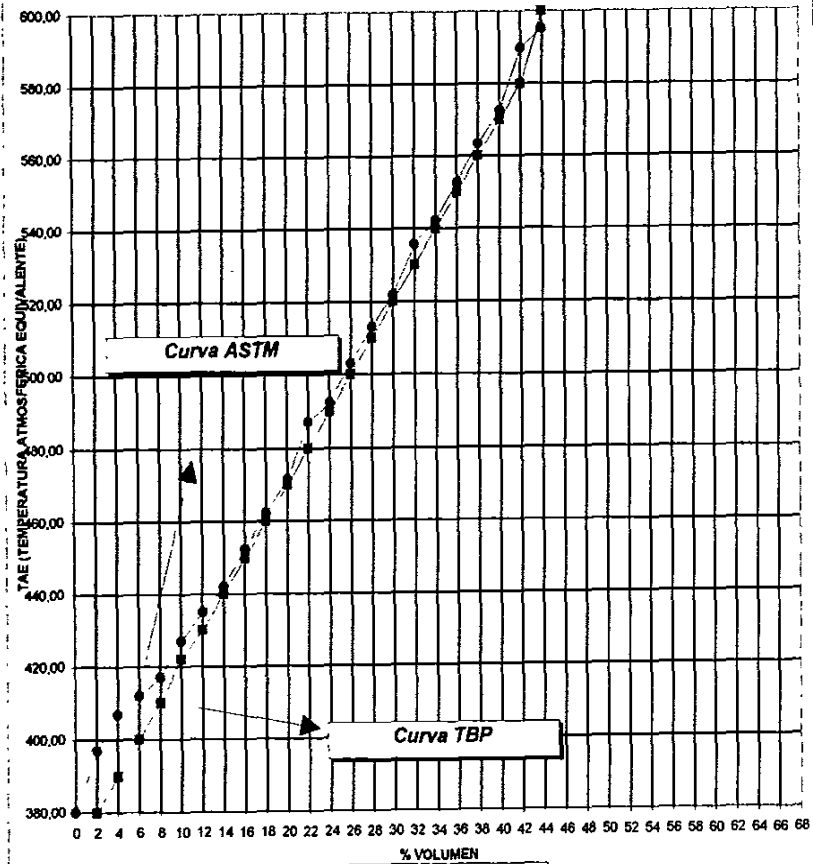
CURVA ASTM Y TBP % VOLUMEN VS TEMPERATURA



RESULTADOS DE DESTILACION ASTM D-1160

CURVA ASTM Y TBP % VOLUMEN VS TEMPERATURA

CRUDO C



Gráfica 6

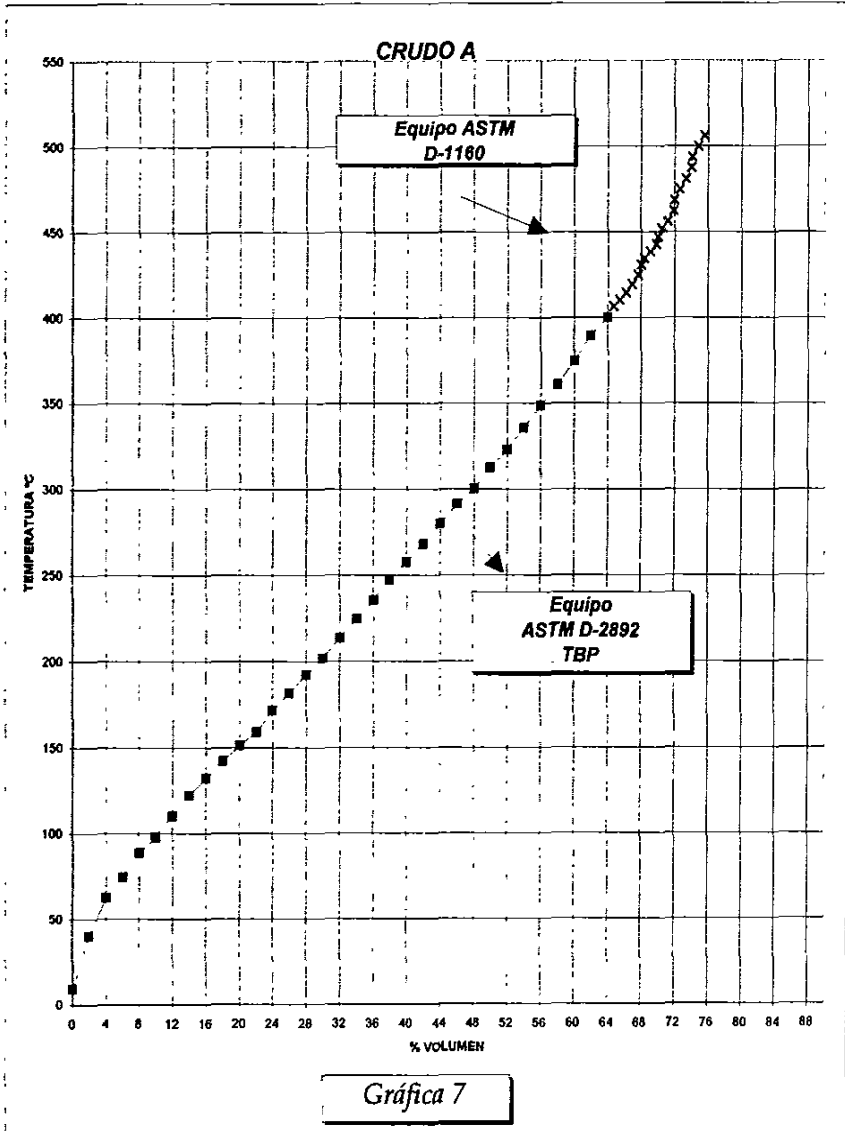
TABLA 10

RESULTADOS DE LA DESTILACION ASTM D-1160

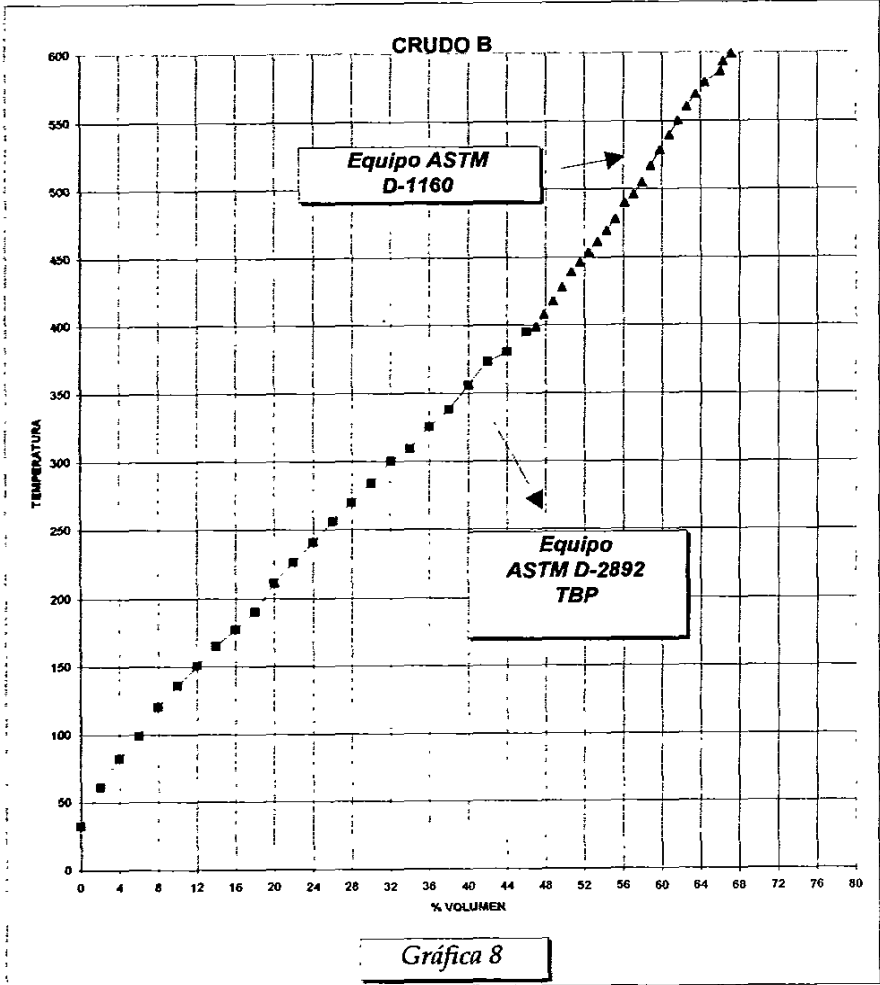
% VOL	CRUDO A			CRUDO B			CRUDO C		
	TEMP REAL °C	TEMP. TAE °C	PRESION (mmHg)	TEMP REAL °C	TEMP. TAE °C	P RESION (mmHg)	TEMP REAL °C	TEMP. TAE °C	P RESION (mmHg)
0.0	406.7	422.1	1.00	390.90	401.80	0.98	375.00	380.00	0.99
2	411.6	426.5	1.00	398.80	417.70	1.00	380.00	397.00	0.98
4	416.7	434.5	1.00	407.70	424.80	1.00	390.00	407.00	0.96
6	422.2	438.0	1.00	417.40	430.90	1.00	400.00	412.00	0.95
8	427.9	440.4	1.00	427.80	435.30	1.00	410.00	417.00	0.91
10	434.0	441.9	1.00	438.90	439.30	1.00	422.00	427.00	1.07
12	437.6	442.5	1.00	446.20	448.80	1.00	430.00	435.00	0.90
14	441.4	444.9	1.00	453.70	456.40	1.00	441.50	442.00	0.93
16	445.4	450.9	1.00	461.60	463.70	1.00	452.30	452.50	1.09
18	449.5	455.9	0.99	469.70	473.60	1.00	461.80	462.30	0.92
20	453.9	459.7	1.00	478.00	477.60	1.00	472.50	471.60	1.07
22	458.3	463.4	1.00	489.90	487.60	1.00	481.60	487.30	1.07
24	463.3	467	1.00	496.10	496.60	1.00	491.65	492.50	1.08
26	468.4	469.7	1.00	505.00	505.00	1.01	501.30	503.10	0.95
28	473.7	476.3	1.00	517.00	513.50	1.00	511.50	513.12	0.95
30	479.1	482.2	1.00	528.60	521.50	1.00	521.60	521.90	0.95
32	484.6	487.3	1.00	539.60	530.80	1.01	531.40	535.60	1.07
34	490.3	492.4	1.00	550.10	540.10	1.04	540.80	542.30	0.97
36	496.1	497.2	1.00	560.10	544.00	1.22	550.60	552.80	0.99
38	502.1	503.1	1.00	569.40	557.20	1.14	560.65	563.30	1.05
40	508.2	509.3	1.00	578.10	563.80	1.11	571.80	572.60	1.06
42	514.5	515.3	1.00	586.10	571.50	1.25	581.30	589.90	1.01
44	521.0	521.7	1.00	593.40	579.40	1.50	600.92	595.30	5.72
46	527.6	528.4	1.00	599.90	590.00	5.32			
48	534.5	534.6	1.00						
50	541.5	540.8	1.00						
52	548.6	547.0	1.00						

Si nosotros graficamos los datos obtenidos en ambas destilaciones (ASTM D-2892 y ASTM D-1160) una vez que se tiene la conversión de ASTM D-1160 a TBP obtenemos las siguientes curvas TBP en el Intervalo de Temperatura de (TIE-538°C). Obtenemos las gráficas que se muestran a continuación 7,8 y 9 para cada crudo.

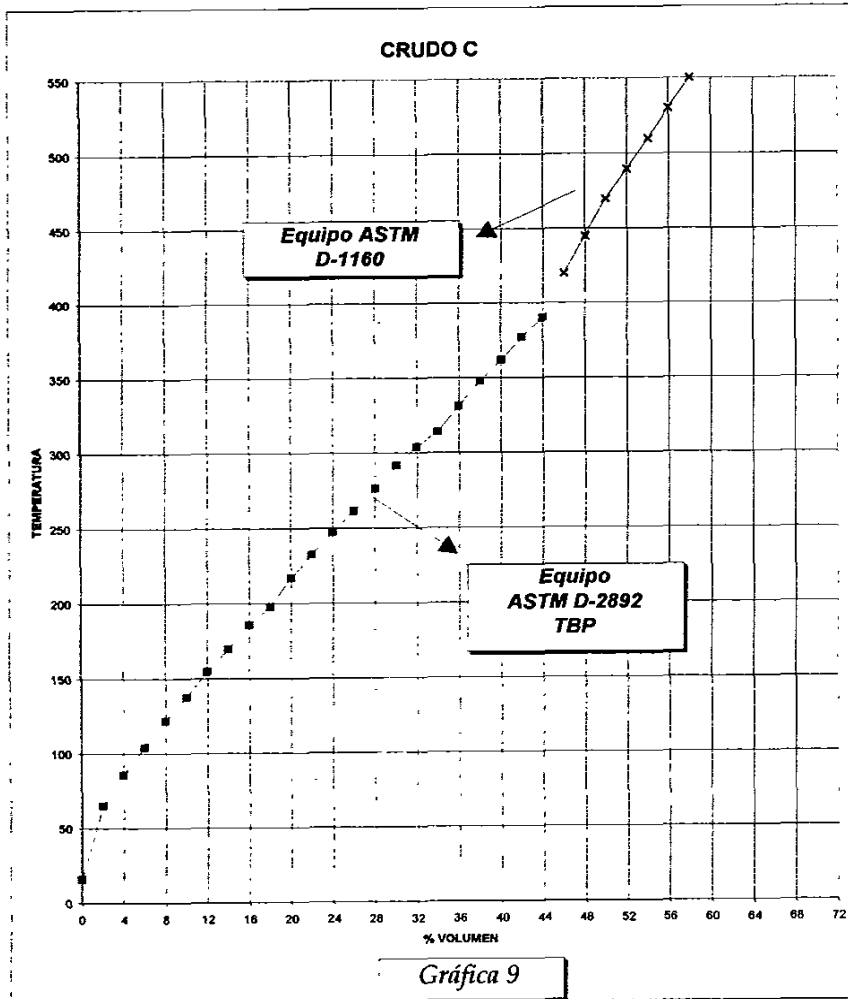
RESULTADO DE LA DESTILACION ASTM D-1160
CURVA TBP
INTERVALO TIE-538°C



RESULTADO DE LA DESTILACION ASTM D-1160
CURVA TBP
INTERVALO TIE-538°C



RESULTADO DE LA DESTILACION ASTM D-1160
CURVA TBP
INTERVALO TIE-538°C



**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

4.3 RESULTADOS DE LA DESTILACION TECNICA MODIFICADA IMP (ASTM D-1160)

Al termino de la Destilación ASTM D-2892 el Residuo R+400°C, se procesó en dos equipos diferentes para obtener los destilados en el intervalo de temperatura de 400 a 538°C; uno de ellos fue un equipo D-1160 Modificada y otro un equipo "Potstill" de acuerdo al Método ASTM D-5236, en estos equipos se efectuaron tres cortes a las siguientes temperaturas 400-454, 454-500 y 500-538°C y se caracterizaron los productos. El corte para el Gasóleo Intermedio es de 454°C pero para analizar mejor el comportamiento de los equipos se efectuaron dos cortes en el rango de ebullición de 454 a 538°C. Para ampliar el rango de referencia se efectuaron dos cortes a este gasóleo pesado que fue 454 a 500°C y 500-538°C.

Los resultados de las destilaciones están dados en las Tabla No. 10, 11 y 12 en las cuales se da el reporte del Análisis de las Propiedades de los cortes que se obtuvieron incluyendo el residuo.

Del residuo R+400°C procesado en el Equipo IMP se obtuvieron cuatro cortes incluyendo el residuo. Los resultados de Operación se muestran en las Tabla 13 respectivamente.

Las Gráficas 10, 11 y 12 muestran las curvas ASTM para cada crudo respectivamente.

Al obtener la curva de destilación se puede determinar el rendimiento del crudo que se esta procesando, es decir, podemos conocer y calcular la cantidad de productos para cada muestra en particular.

Al iniciar una cuarta etapa para obtener productos con intervalos de temperatura de 400 a 538°C, en ocasiones se tiene problemas en este equipo, en los últimos cortes cuando se tienen temperaturas de 520 a 538°C y 760 mmHg., principalmente en crudos pesados, se requiere de una operación de mucha atención por parte del operador.

En el caso del Crudo A este problema no existe pues los puntos de ebullición en diferentes intervalos han sido obtenidos sin problema alguno, ya que es de los más ligeros. El fraccionamiento es por lo tanto fácil de realizar y sin problema alguno se puede alcanzar el punto de corte final requerido que es de 538 °C.

TABLA 11
DESTILACION TECNICA MODIFICADA IMP
CARACTERIZACION DEL ACEITE CRUDO A

TIPO DE PRUEBA	400-454°C	454-500°C	500-538°C	RESIDUO
Factor de Caracterización	11.73	11.72	11.61	11.60
Gravedad °API	31.02	26.56	19.66	10.51
Gravedad Especifica 60/60°F	0.8706	0.8952	0.9361	0.9964
Azufre Total %	1.25	1.6	1.9	3.18
Viscosidad cst				
37.8°C	6.4	18.2	149	
54.4°C	3.85	10.3	53	
98.9°C	1.76	3.52	9.85	551.0
121.1°C				176.0
135.0°C				102
Temperatura de Escurrimiento	0	18	30	
Nitrógeno Básico ppm	114	260	520	
Factor de Aromaticidad				
BMCI	35.87	39.58	50.38	
VGC	0.8491	0.8578	0.8724	

TABLA 12
DESTILACION TECNICA MODIFICADA IMP
CARACTERIZACION DEL ACEITE CRUDO B

TIPO DE PRUEBA	400-454°C	454-500°C	500-538°C	RESIDUO
Factor de Caracterización	11.58	11.56	11.51	
Gravedad °API	28.1	22.86	17.45	15.2
Gravedad Especifica 60/60°F	0.8866	0.9167	0.95	1.0698
Azufre Total %	2.66	3.12	3.57	6.18
Viscosidad cst				
37.8°C	7.24	30.16	70.5	
54.4°C	4.8	15.48	88.75	
98.9°C	2.2	4.8	15.48	550.1
121.1°C				312.7
135.0°C				146.9
Temperatura de Escurrimiento	+3	+21	+30	
Nitrógeno Básico ppm	228	450	737	
Factor de Aromaticidad				
BMCI	44.65	49.39	57.07	
VGC	0.864	0.877	0.896	

TABLA 13

**DESTILACION TECNICA MODIFICADA IMP
CARACTERIZACION DEL ACEITE CRUDO C**

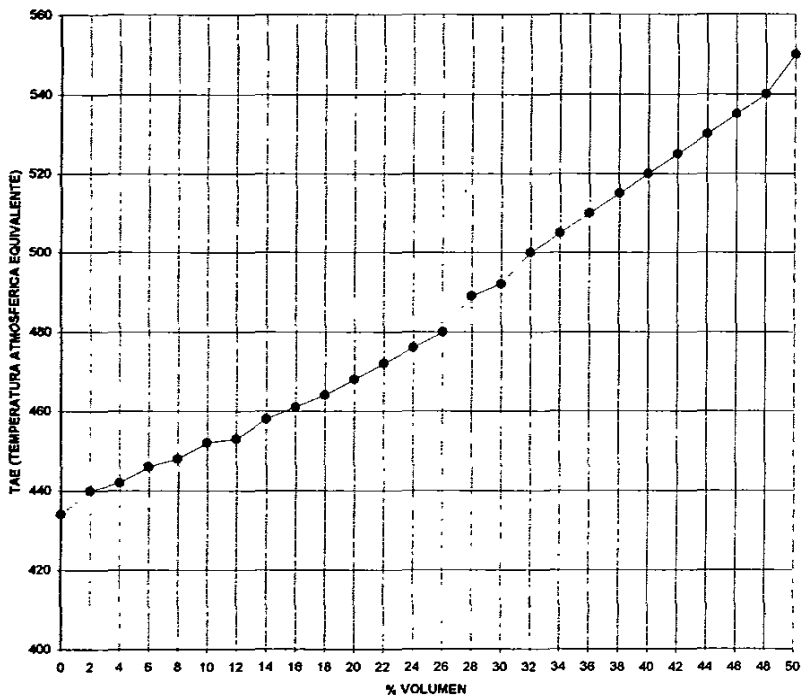
TIPO DE PRUEBA	400-454°C	454-500°C	500-538°C	RESIDUO
Factor de Caracterización	11.54	11.52	11.48	
Gravedad °API	29.30	26.50	21.30	18.5
Gravedad Especifica 60/60°F	0.9052	0.9421	0.9675	1.088
Azufre Total %	3.081	3.1691	3.502	6.02
Viscosidad cst				
54.4°C	25.12	117.34	211.019	
82.2°C	8.59	28.45	46.98	
100°C	5.55	14.02	25.39	560.3
121.1°C				350.8
135.0°C				198.3
Temperatura de Escurrimiento	+21	+42	+4	
Factor de Aromaticidad				
VGC	0.96428	0.9527	0.9489	0.9222

TABLA 14
RESULTADOS DE LA DESTILACION
TECNICA MODIFICADA IMP

% VOL	CRUDO A		CRUDO B		CRUDO C	
	TEMP. REAL °C	PRESION (mmHg)	TEMP. REAL °C	P PRESION (mmHg)	TEMP. REAL °C	P PRESION (mmHg)
0.0	434.00	0.35	427.00	0.50	408.5	0.30
2	440.00	0.40	430.00	0.50	414.8	0.45
4	442.00	0.45	436.00	0.40	416.9	0.50
6	446.00	0.35	440.00	0.55	425.6	0.35
8	448.00	0.45	442.00	0.50	434.8	0.50
10	452.00	0.50	449.00	0.50	445.9	0.45
12	453.00	0.55	453.00	0.40	457.6	0.50
14	458.00	0.60	460.00	0.30	469.6	0.50
16	461.00	0.65	468.00	0.50	480.2	0.30
18	464.00	0.50	472.00	0.50	494.1	0.45
20	468.00	0.50	480.00	0.40	502.8	0.60
22	472.00	0.40	487.00	0.30	515.1	0.55
24	476.00	0.30	496.00	0.30	523.4	0.50
26	480.00	0.35	507.00	0.40	531.2	0.60
28	489.00	0.25	515.00	0.50	540.4	0.50
30	492.00	0.55	521.00	0.50	546.3	0.40
32	500.00	0.60	530.00	0.40	555.4	0.30
34	505.00	0.70	542.00	0.60	565.8	0.50
36	510.00	0.55	554.00	0.70	575.2	0.50
38	515.00	0.60	560.00	1.00	585.9	0.50
40	520.00	0.65			595.6	0.50
42	525.00	0.55			600.3	0.50
44	530.00	0.55				
46	535.00	0.50				
48	540.00	0.50				
50	550.00	1.00				

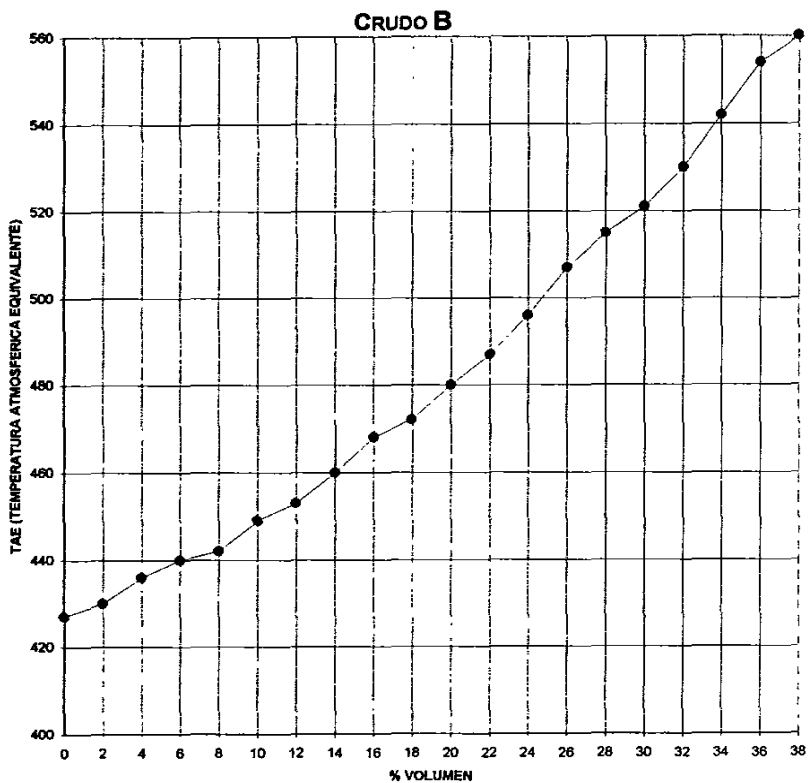
RESULTADOS DE DESTILACION EQUIPO TECNICA MODIFICADA
IMP
CURVA ASTM
% VOLUMEN VS TEMPERATURA

CRUDO A



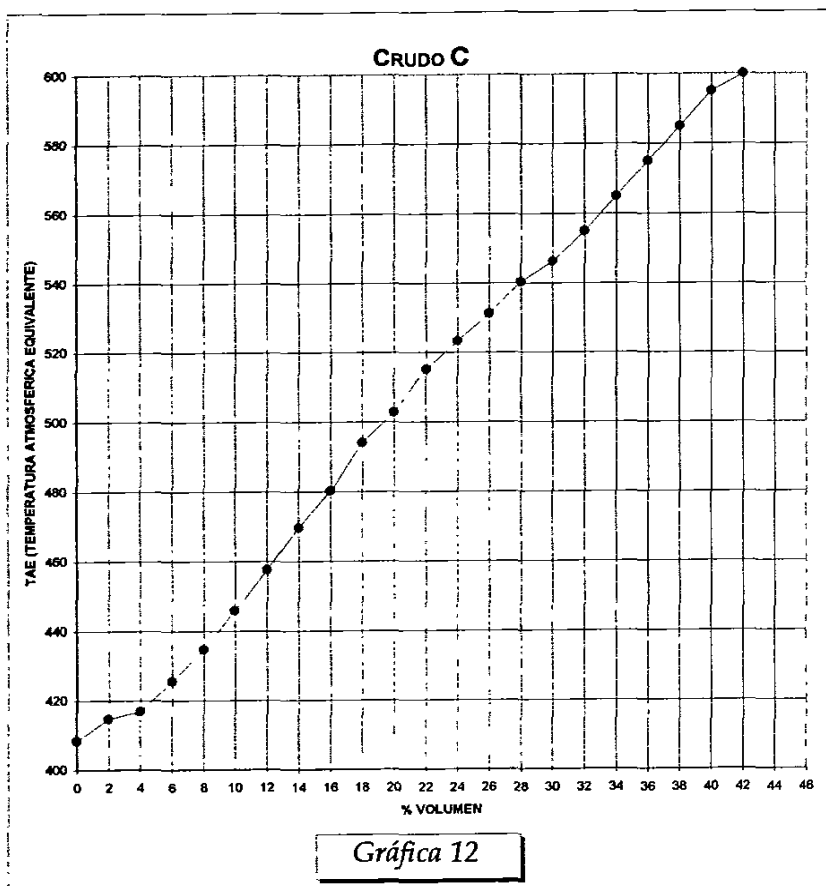
Gráfica 10

RESULTADOS DE DESTILACION EQUIPO TECNICA MODIFICADA
IMP
CURVA ASTM
% VOLUMEN VS TEMPERATURA



Grafica 11

RESULTADOS DE DESTILACION EQUIPO TECNICA MODIFICADA
IMP
CURVA ASTM
% VOLUMEN VS TEMPERATURA



4.4 RESULTADOS DE LA DESTILACION ASTM D-5236 (POTSTILL)

Este método no es continuación del método ASTM D-2892 y los resultados no son TBP sin embargo se considero para el presente estudio ya que es similar al utilizado en la Destilación Técnica Modificada IMP. Obteniéndose los mismos cortes y los resultados de la caracterización se presentan en las Tablas 14,15 y 16.

TABLA 15
DESTILACION ASTM D-5236
CARACTERIZACION DEL ACEITE CRUDO A

TIPO DE PRUEBA	400-454°C	454-500°C	500-538°C	RESIDUO
Factor de Caracterización	11.7	11.68	11.59	
Gravedad °API	31.26	20.62	14.4	10.54
Gravedad Especifica 60/60°F	0.9143	0.9302	0.9377	0.9964
Azufre Total %	1.56	1.8	2.11	3.42
Viscosidad est				
37.8°C	9.52	16.23	36.11	
54.4°C	24.3	49.17	62	
98.9°C	6.3	10.04	20.26	560
121.1°C				220
135.0°C				170
Temperatura de Escurrimiento	12	39	49	
Nitrógeno Básico ppm	274	342	446	
Factor de Aromaticidad				
BMCI	38.73	44.21	44.87	
VGC	0.8662	0.8763	0.8724	

TABLA 16
DESTILACION ASTM D-5236
CARACTERIZACION DEL ACEITE CRUDO B

TIPO DE PRUEBA	400-454°C	454-500°C	500-538°C	RESIDUO
Factor de Caracterización	11.55	11.52	11.48	
Gravedad °API	25.3	21.76	1.9	14.35
Gravedad Especifica 60/60°F	0.9133	0.9247	0.9471	1.0953
Azufre Total %	3.06	3.45	4.21	7.6
Viscosidad cst				
37.8°C	10.05	17.58	51.38	
54.4°C	26.16	55.83	100.5	
98.9°C	6.59	10.65	27.4	558.3
121.1°C				220
135.0°C				170
Temperatura de Escurrimiento	5	24	33	
Nitrógeno Básico ppm	250	460	800	
Factor de Aromaticidad				
BHCI	47.30	50.12	60.30	
VGC	0.8762	0.8863	0.8924	

TABLA 17
DESTILACION ASTM D-5236
CARACTERIZACION DEL ACEITE CRUDO C

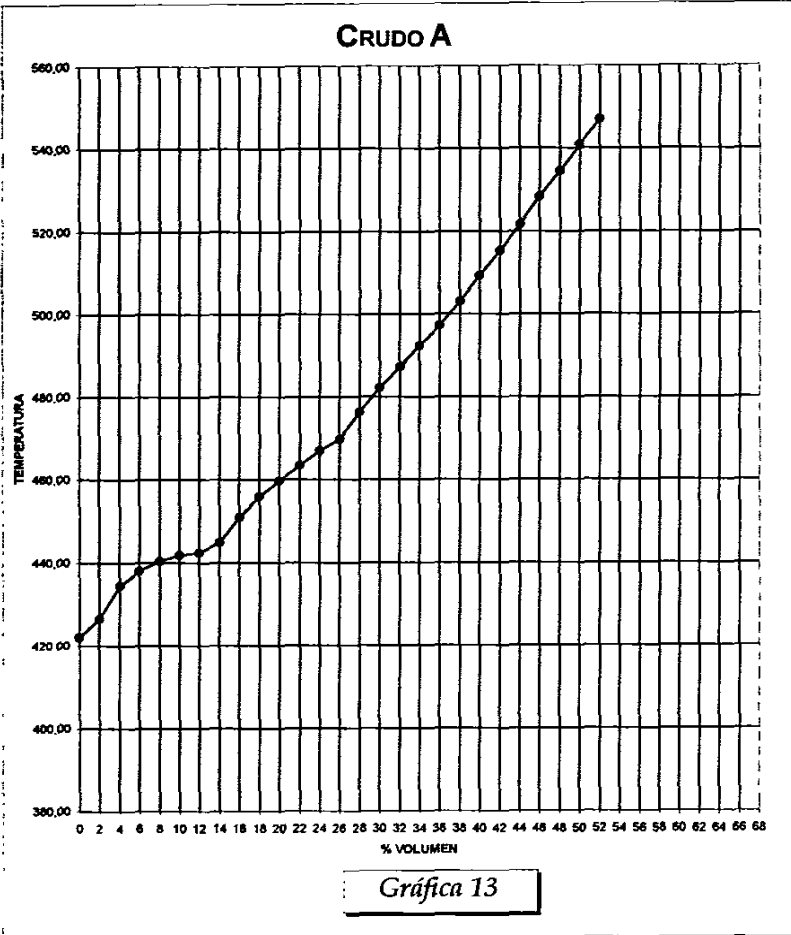
TIPO DE PRUEBA	400-454°C	454-500°C	500-538°C	RESIDUO
Factor de Caracterización	11.53	11.5	11.47	
Gravedad °API	30.5	28.51	19.35	17.25
Gravedad Especifica 60/60°F	0.9325	0.9532	0.9781	1.099
Azufre Total %	3.15	3.681	4.08	7.8
Viscosidad cst				
37.8°C	10.8	16.20	38.50	
54.4°C	24.3	49.17	62	
98.9°C	6.3	10.04	20.26	560
121.1°C				220
135.0°C				170
Temperatura de Escurrimiento	12	39	49	
Nitrógeno Básico ppm	274	342	446	
Factor de Aromaticidad				
BHCI	38.73	44.21	44.87	
VGC	0.8662	0.8763	0.8724	

TABLA 18
RESULTADOS DE LA DESTILACION ASTM D-5236

% VOL.	CRUDO A		CRUDO B		CRUDO C	
	TEMP. REAL °C	PRESION (mmHg)	TEMP. REAL °C	PRESION (mmHg)	TEMP. REAL °C	PRESION (mmHg)
0.0	422.10	0.252	409.10	0.300	409.10	0.300
2	426.50	0.283	427.60	0.300	427.60	0.300
4	434.50	0.310	432.70	0.293	432.70	0.293
6	438.00	0.288	436.70	0.293	436.70	0.293
8	440.40	0.256	440.70	0.298	440.70	0.298
10	441.90	0.252	444.80	0.298	444.80	0.298
12	442.50	0.254	449.30	0.298	449.30	0.298
14	444.90	0.252	453.90	0.298	453.90	0.298
16	450.90	0.252	460.10	0.298	460.10	0.298
18	455.90	0.252	468.80	0.295	468.80	0.295
20	459.70	0.252	476.20	0.295	476.20	0.295
22	463.40	0.252	481.90	0.295	481.90	0.295
24	467.00	0.249	490.00	0.293	490.00	0.293
26	469.70	0.252	501.00	0.295	501.00	0.295
28	476.30	0.252	509.30	0.293	509.30	0.293
30	482.20	0.252	515.10	0.295	515.10	0.295
32	487.30	0.254	522.10	0.295	522.10	0.295
34	492.40	0.252	531.90	0.295	531.90	0.295
36	497.20	0.252	538.10	0.222	538.10	0.222
38	503.10	0.252	549.60	0.210	549.60	0.210
40	509.30	0.252	555.20	0.450	555.20	0.450
42	515.30	0.254				
44	521.70	0.252				
46	528.40	0.252				
48	534.50	0.252				
50	540.80	0.252				

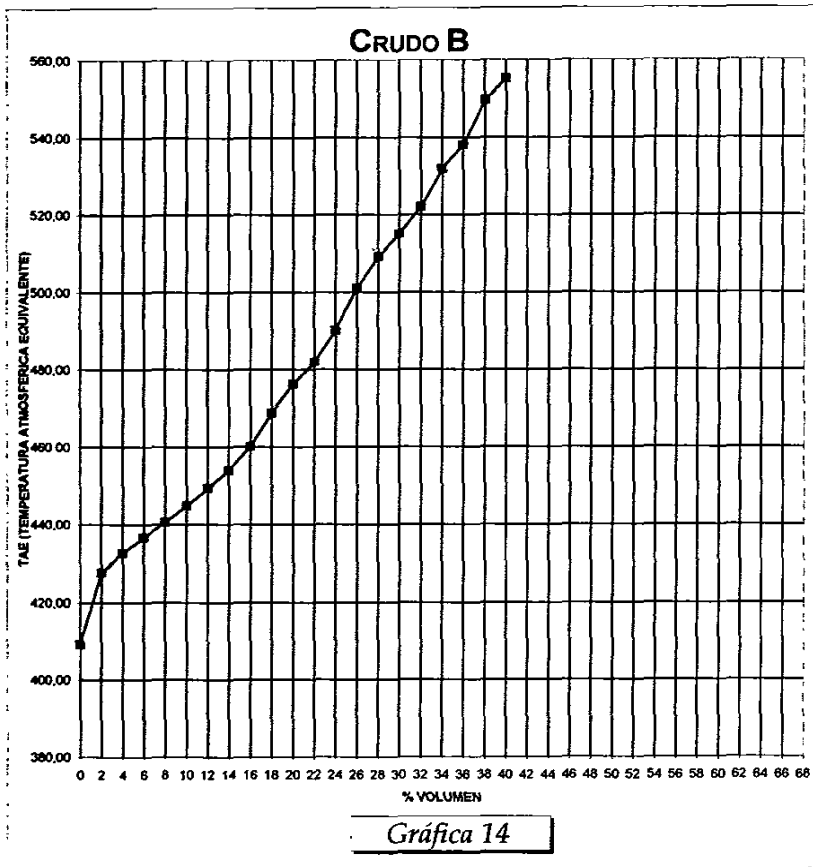
RESULTADOS DE DESTILACION ASTM D-5236

CURVA ASTM
% VOLUMEN VS TEMPERATURA



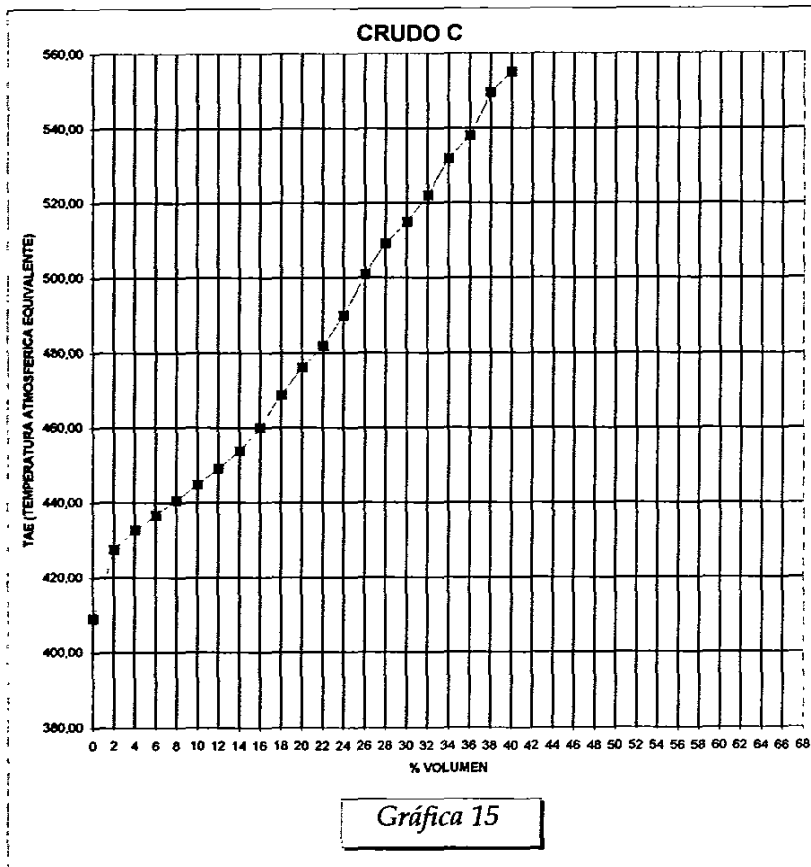
RESULTADOS DE DESTILACION ASTM D-5236

CURVA ASTM % VOLUMEN VS TEMPERATURA



RESULTADOS DE DESTILACION ASTM D-5236

CURVA ASTM % VOLUMEN VS TEMPERATURA



4.5 RESULTADOS DE LA CARACTERIZACION DE LOS CRUDOS

La caracterización de un petróleo crudo consiste en determinar las principales características físico-químicas de los productos obtenidos por destilación.

En el número de cortes y las propiedades analizadas existe la necesidad de precisar una metodología para determinar las características de destilación conocidas como destilación de los puntos de ebullición verdaderos, que es, el perfil de distribución de los hidrocarburos contenidos en el petróleo crudo de acuerdo a sus diferentes temperaturas de ebullición. Estos datos son usados para:

- Evaluar la calidad de los crudos disponibles en el mercado durante operaciones comerciales (venta, compra o intercambio de crudos), durante la planeación de programas de refinería, durante pruebas industriales o para cálculos de ingeniería.
- Obtener una idea de la calidad de los crudos descubiertos recientemente.

Las destilaciones utilizadas en este trabajo es la operación clave en un análisis tan importante. Cubre dos funciones:

ANALISIS.- Proporciona la distribución de hidrocarburos en relación a los puntos de ebullición.

SEPARATIVO.- Produce cortes cuyas propiedades físico-químicas pueden después ser examinadas por separado.

En la Tabla 19 podemos observar los análisis completos de las Propiedades de los Aceites Crudos A y B.

Las Tablas 20 y 21 nos muestran las propiedades de las fracciones de los Crudos A y B respectivamente.

TABLA 19
PROPIEDADES DE LOS ACEITES CRUDOS A Y B

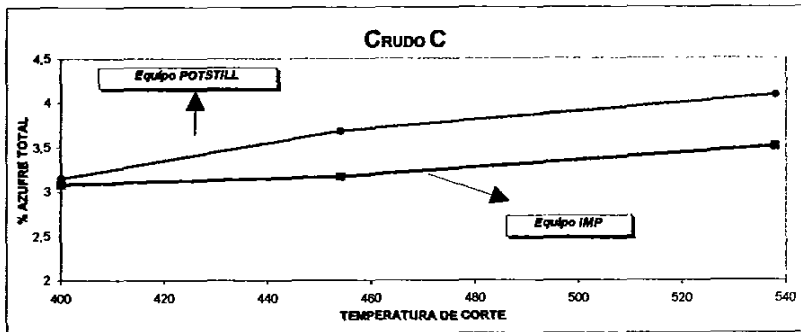
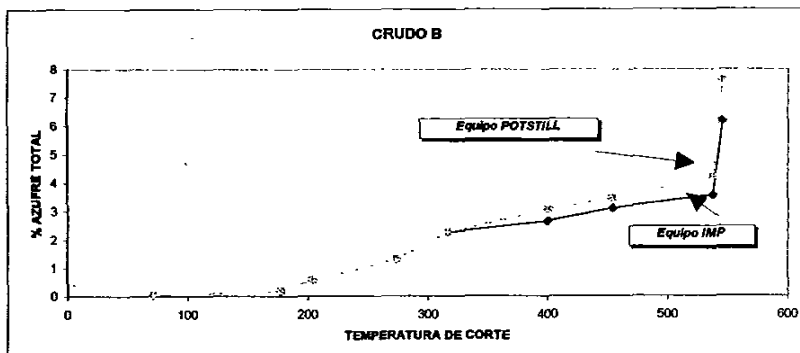
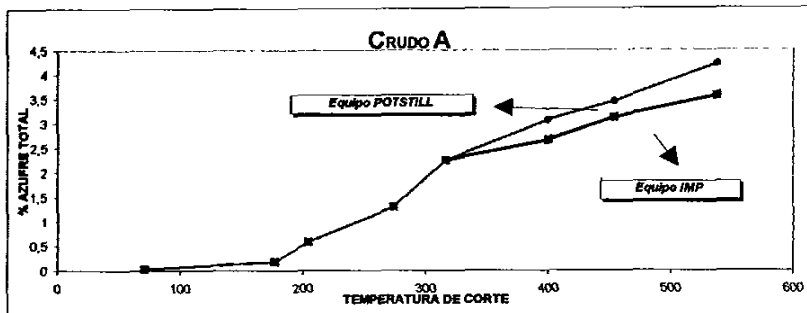
PROPIEDADES	CRUDO A	CRUDO B
Gravedad API	33.71	21.93
Gravedad Especifica 60/60°F	0.8572	0.9220
Factor de Caracterización K	11.90	11.7
Azufre Total % Peso	1.32	3.7
Presión de Vapor Reid lb/pulg ²	6.70	6.2
Viscosidad Cinemática, Cst.		
a 15.6 °C	11.93	346
a 21.1 °C	9.69	234.8
a 25.0 °C	8.40	190.2
Temperatura de Escurrimiento °C	<-42	-36
Nitrógeno Básico p.p.m.	323	438
Nitrógeno Total p.p.m.	1076	2036
Carbón Conradson, % Peso	3.96	11.03
Carbón Ramsbotton % Peso	3.88	10.91
Agua por destilación % Volumen	<0.05	< 0.05
Agua y Sedimento % Volumen	0.05	0.05
Sedimento por Extracción % Peso	0.12	0.15
Metales p.p.m.		
Fe	0.70	0.3
Cu	0.20	0.1
Ni	7.60	55.7
V	44	274
Contenido de sal lb/1000 lbs	2.8	12.84
Contenido de H ₂ S, p.p.m	129	193
Mercaptanos p.p.m	127	285

Las siguientes Gráficas nos proporcionan un análisis en relación con los Puntos de Ebullición verdaderos. Las propiedades se analizaron por separado de manera que se observe una tendencia obtenida por cada uno de los equipos utilizados en la Destilación . Estos equipos en algunas propiedades se comportan muy semejantes. Solo son algunas propiedades de las cuales tenemos resultados desde los puntos iniciales en intervalos de temperatura de (0-400°C) de la TBP hasta los puntos obtenidos en intervalos de temperatura de (400 a 538°C) obtenidas por los equipos IMP y Equipo ASTM D-5236 (Potstill).

RESULTADOS DE LA DESTILACION IMP Y POSTILL

AZUFRE TOTAL %

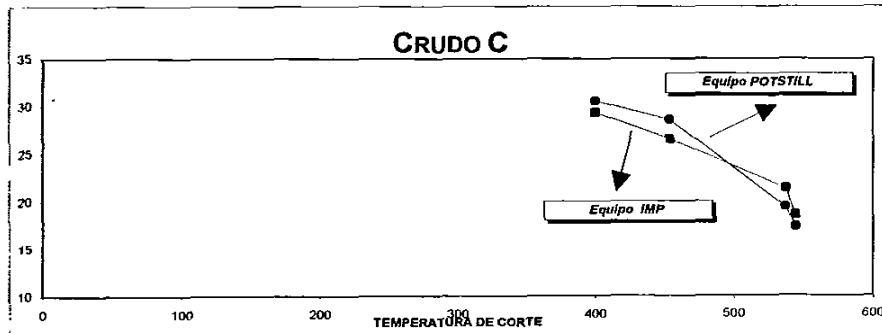
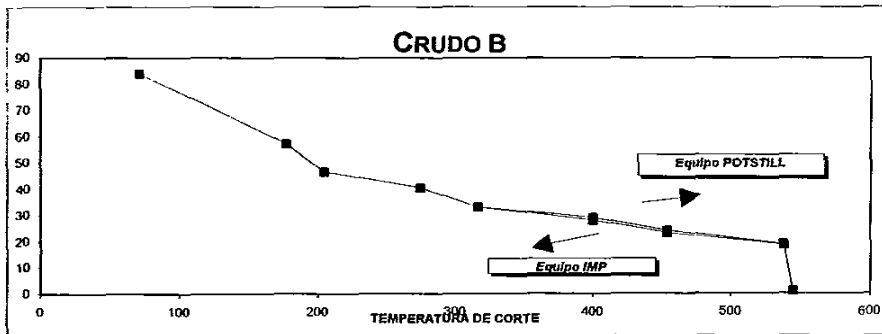
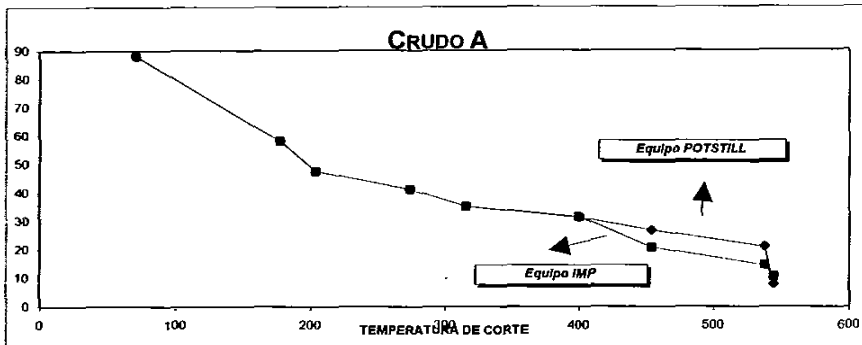
Gráfica 16



RESULTADOS DE LA DESTILACION IMP Y POSTILL

GRAVEDAD API

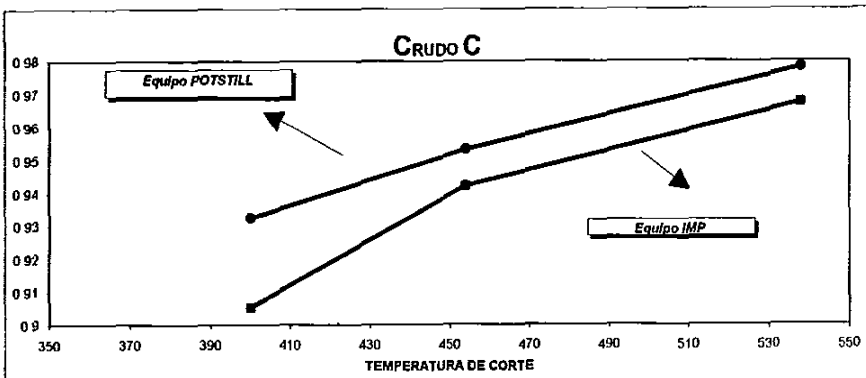
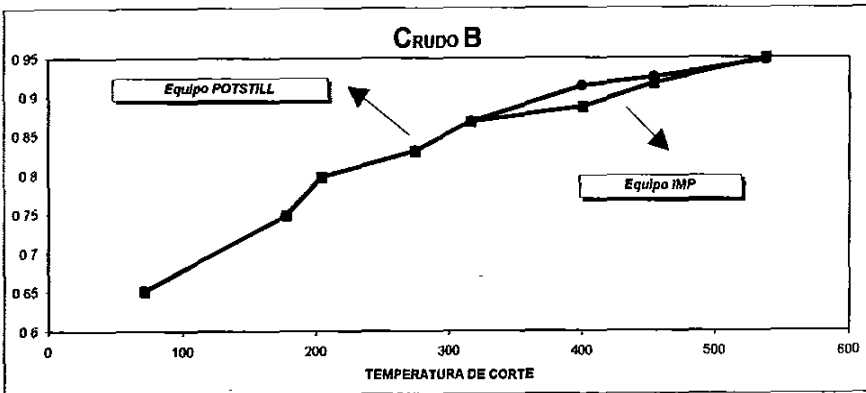
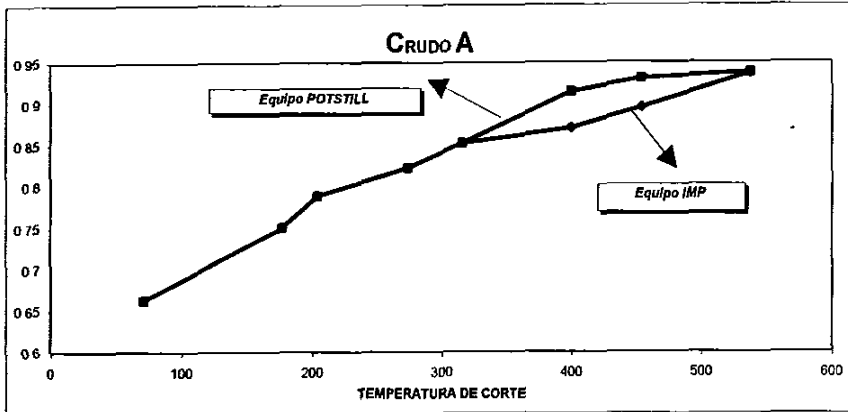
Gráfica 17



RESULTADOS DE LA DESTILACION IMP Y POSTILL

GRAVEDAD ESPECIFICA

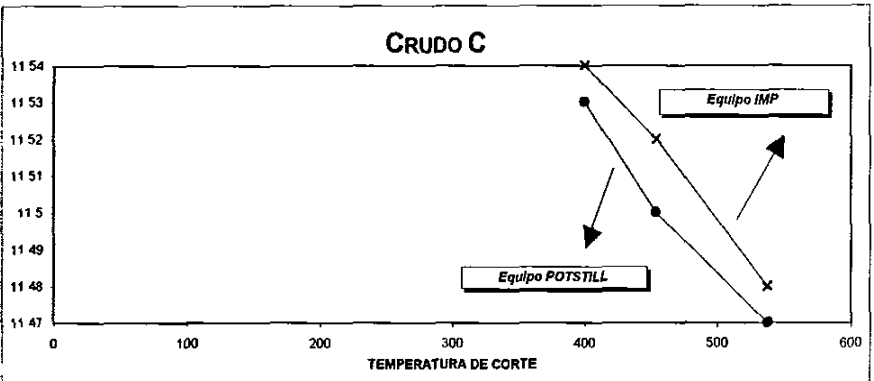
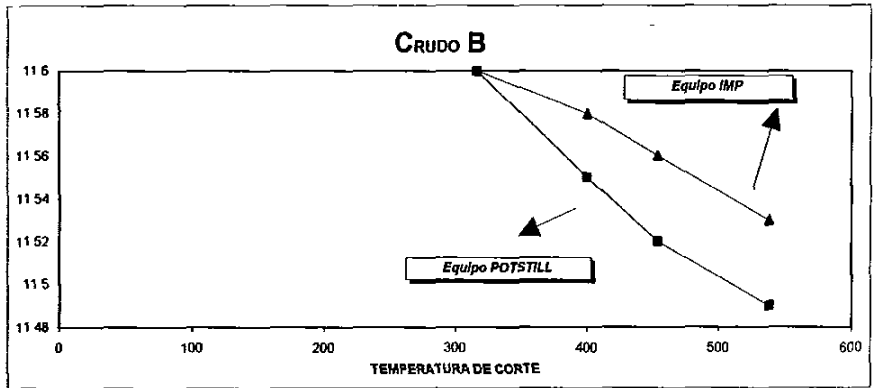
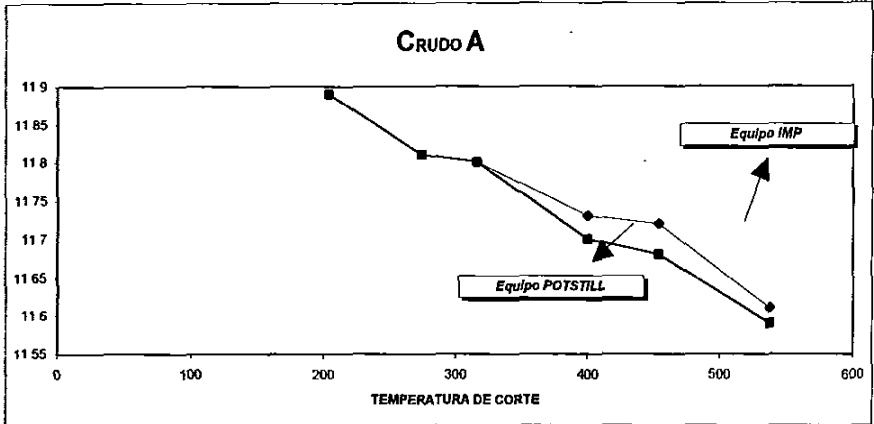
Gráfica 18



RESULTADOS DE LA DESTILACION IMP Y POSTILL

FACTOR DE CARACTERIZACION

Gráfica 19





CAPITULO 5

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos se evaluaron las Propiedades de los Aceites Crudos A, B y C, en base a los Estudios Internacionales que usa PEMEX para la disposición de las bases sobre la calidad y rendimientos de productos de los crudos para uso domestico y exportación con fines comerciales.

Las propiedades se analizaron en cada corte de la TBP utilizando los equipos: Equipo IMP y Equipo ASTM D-5236 (Potstill) para los intervalos de temperatura de (400 a 538°C); así como un Equipo ASTM D-2892 para intervalos de temperatura de (TIE-400°C).

Con los resultados de este trabajo y los estudios se puede concluir lo siguiente:

- El Aceite Crudo A es un crudo de tipo medio como lo indican las siguientes propiedades:

PROPIEDADES	CRUDO A
°API	33.05
Azufre % Peso	1.43
Vanadio ppm	44.0
Carbón Ramsbotton % Peso	4.07

- El Aceite Crudo B es un crudo de tipo intermedio (K-UOP)= 11.70, con valores altos de contaminantes como el azufre 3.6 % peso, Carbón Conradson 10.64% peso y Niquel-Vanadio 328.1 ppm.

PROPIEDADES	CRUDO B
°API	22.07
Azufre % Peso	3.60
Vanadio ppm	271.40
Carbón Ramsbotton % Peso	10.46

Las propiedades analizadas fueron las siguientes:

- **Azufre Total %** .- En los Crudos A y B se observa que el que tiene mayor cantidad de % Azufre es el Crudo B, a medida que aumenta la temperatura de corte hasta 538°C el % de Azufre esta entre 6-7. En el Crudo C no se puede definir una tendencia debido a que solo cuentan con los últimos tres cortes que se obtuvieron de las destilaciones. Respecto a los equipos utilizados se observa que los datos que se acercan más a los Assay establecidos, son los obtenidos de las Destilación ASTM D-5236 (Equipo POTSTILL) así como también debido a que en cada uno de los cortes por temperatura con este método se observa mayor cantidad de azufre, determinando con esto mayor exactitud del contaminante determinado.
- **Gravedad específica**.- Es otra propiedad que la cual se tiene información en estas gráficas se puede observar que con los resultados obtenidos del Equipo ASTM D-5239 se tiene mejor tendencia, así como al analizar el Assay se acerca más con este equipo.
- **Gravedad °API**.- Conforme aumenta la temperatura de corte la Gravedad °API disminuye obteniendo para el Crudo A la tendencia más cercana al Assay con el Equipo ASTM D-5236 con respecto al Crudo B aquí no se logra obtener la diferencia ya que las curvas se comportan de manera similar. Y en el Crudo C los resultados que se observan tienen mejor tendencia con el Equipo ASTM D-5236.
- **Factor de Caracterización**.- La tendencia lógica se muestra en los dos Equipos: IMP y ASTM D-5236. Debido a que del crudo B y C no se tienen datos para el análisis requerido.

Este análisis de las Propiedades fue analizado debido a que hay compañías que requieren un análisis con intervalos de temperatura de (400-538°C). El análisis para estos cortes de temperatura se efectúa mediante los dos equipos ya mencionados: IMP y ASTM D-5236. De acuerdo a los resultados de las propiedades que se analizaron se determino que el equipo mas confiable es el del Método ASTM D-5236 debido a que las propiedades se acercan a los ESTUDIOS INTERNACIONALES.

Al lo largo del presente trabajo se ha subrayado en diferentes ocasiones la importancia del conocimiento para encontrar nuevos cortes en residuos pesados, especialmente en el campo del fraccionamiento en donde las técnicas y métodos tradicionales fracasan al obtener el corte deseado. Es por tal razón que se elabora el siguiente Método para obtener la curva TBP para intervalos de temperatura de 400-538°C obteniéndose las siguientes fracciones en los crudos A y B:

⚡ CRUDO A *FRACCION 343-454°C*

Esta fracción corresponde a Gasóleo Ligero de Vacío, contiene valores medios de azufre 1.52% Peso y aromáticos 38.78% vol.; su temperatura de escurrimiento + 21°C y su factor metal <0.92.

⚡ CRUDO B *FRACCION 343-454°C*

Esta fracción corresponde a Gasóleo Ligero de Vacío, contiene valores altos de azufre 2.38% Peso y aromáticos 48.32% vol.; su temperatura de escurrimiento + 21°C y su factor metal 1<0.93.

⚡ CRUDO A *FRACCION 454-538°C*

Esta fracción corresponde a Gasóleo Ligero de Vacío, contiene valores medios de azufre 1.83% Peso y aromáticos 65.64% vol.; su temperatura de escurrimiento + 33°C y su factor metal <0.93.

⚡ CRUDO B *FRACCION 454-538°C*

Esta fracción corresponde a Gasóleo Pesado de Vacío, contiene valores altos de azufre 2.98% Peso y aromáticos 67.18% vol.; su temperatura de escurrimiento + 36°C y su factor metal <2.09.

⚡ CRUDO A *RESIDUO 538°C.*

Residuo a alto vacío agotado a 538°C, contiene valores medios de azufre 3.68% peso.

⚡ CRUDO B *RESIDUO 538°C*

Residuo a alto vacío agotado a 538°C, contiene valores altos de azufre 6.28% peso.

Basándose en el Método de Conversión ASTM D-1160 a TBP, con este Método se logra saber cuanto se agota la muestra, una vez que se tiene esta información, sabemos que para la destilación ASTM D-1160 se lleva acabo en un volumen de 200 ml; considerando que con volúmenes mayores se obtienen mejores rendimientos. Los volúmenes mayores se efectúan en los equipos: IMP y ASTM D-5236. Obteniéndose los siguientes métodos para obtener curvas TBP en intervalos de temperatura de 400-538°C:

▣ *Método con el Equipo IMP* Este equipo se adapta a la Destilación ASTM D-1160, con la diferencia de que utilizamos volúmenes mayores. Las curvas obtenidas en este equipo y al unir los resultados de la Destilación ASTM D-2892 se obtiene una curva de TIE-538°C.

□ **Método con el Equipo ASTM D-5236** Los cortes se pueden efectuar por temperatura o volumen esto depende del Crudo con el cual se efectúe la destilación, en base a los resultados experimentales ; si el crudo es pesado como es el caso del Crudo B y C las destilación se efectuaron por volumen de la Destilación ASTM D-1160, sabiendo cuanto se agota la muestra, con el % en volumen , efectuamos los cortes correspondientes en la temperaturas requeridas. Para residuos con el del Crudo A la destilación se efectúa por cortes de temperatura ya que el residuo presenta un mejor comportamiento. Así como se observa que se obtienen mayores rendimientos al utilizar este equipo y menor tiempo de operación.

Esto lo podemos observar en la siguiente tabla :

	CRUDO A	CRUDO B	CRUDO C
DESTILACION ASTM D-1160	52	46	44
DESTILACION ASTM D-5236 (POTSTILL)	53	48	46
DESTILACION TECNICA MODIFICADA IMP	50	42	42

Lo que se realizo a lo largo de toda la experimentación con los Equipos: ASTM D-1160, ASTM D-5236 y Equipo IMP . Se obtuvo la curva TBP con intervalos de temperatura de (400-538°C), que era el objetivo de este trabajo..

Basándose en el Método de conversión de ASTM D-1160 a TBP para las dos destilaciones efectuadas Tecnica Modificada IMP y ASTM D-5236, en las Gráficas 20, 21 y 22 se observa que la curva se acerca a la Destilación ASTM D-1160 ; es la Destilación efectuada bajo el método ASTM D-5236, es la que se acerca a la curva de Destilación ASTM D-1160; la curva obtenida con la Destilación Técnica Modificada esta ligeramente alejada en cada crudo. En estas mismas gráficas se observa que con el Equipo IMP se tienen menores rendimientos con respecto a los otros dos equipos. Entendiendose por rendimientos el % en volumen obtenido en la destilación.

De lo anterior se puede concluir que los Métodos con los cuales podemos obtener las curvas TBP con intervalos de temperatura de 400-538°C son:

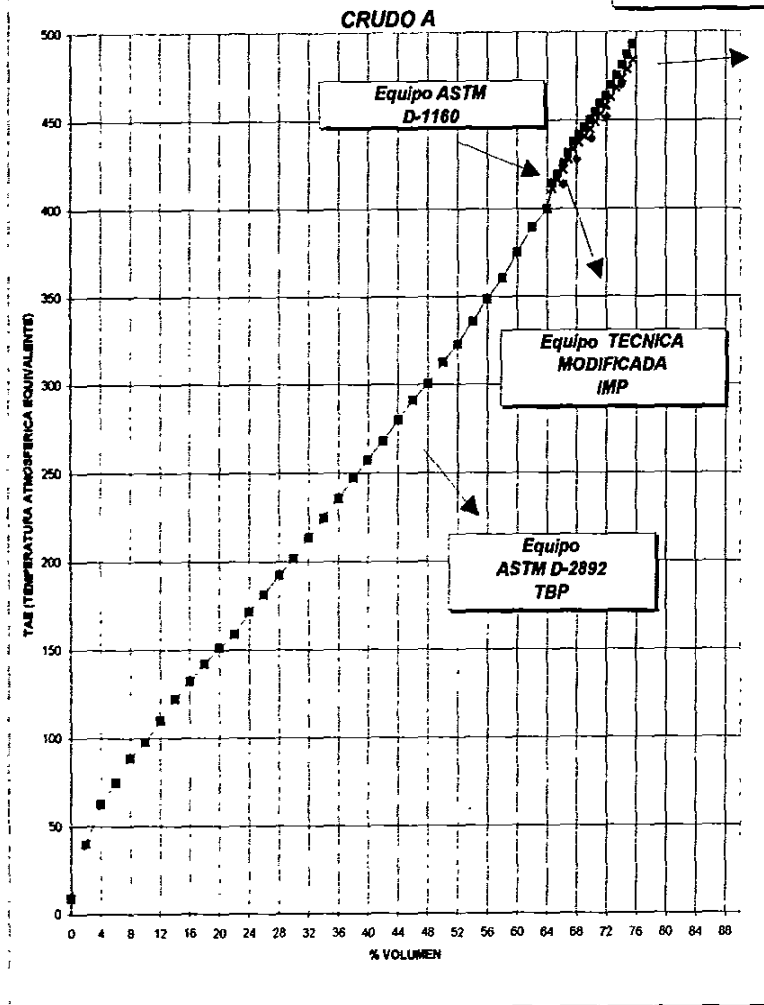
- Efectuar la Destilación ASTM D-1160 para conocer el % en volumen de Destilado que se puede obtener a 538°C.
- Utilizar la Destilación Técnica Modificada IMP (ASTM D-1160)
- Convertir las Temperaturas de ASTM a TBP.
- Utilizar la Destilación ASTM D-5236.

Finalmente podemos concluir que el equipo con el que obtenemos mejores rendimientos es con el ASTM D-5236; sin embargo por ser un equipo costoso en aquellos casos donde no se pueda adquirir se recomienda utilizar la Destilación Técnica Modificada IMP.

RESULTADO DE LAS DESTILACIONES EXPERIMENTALES

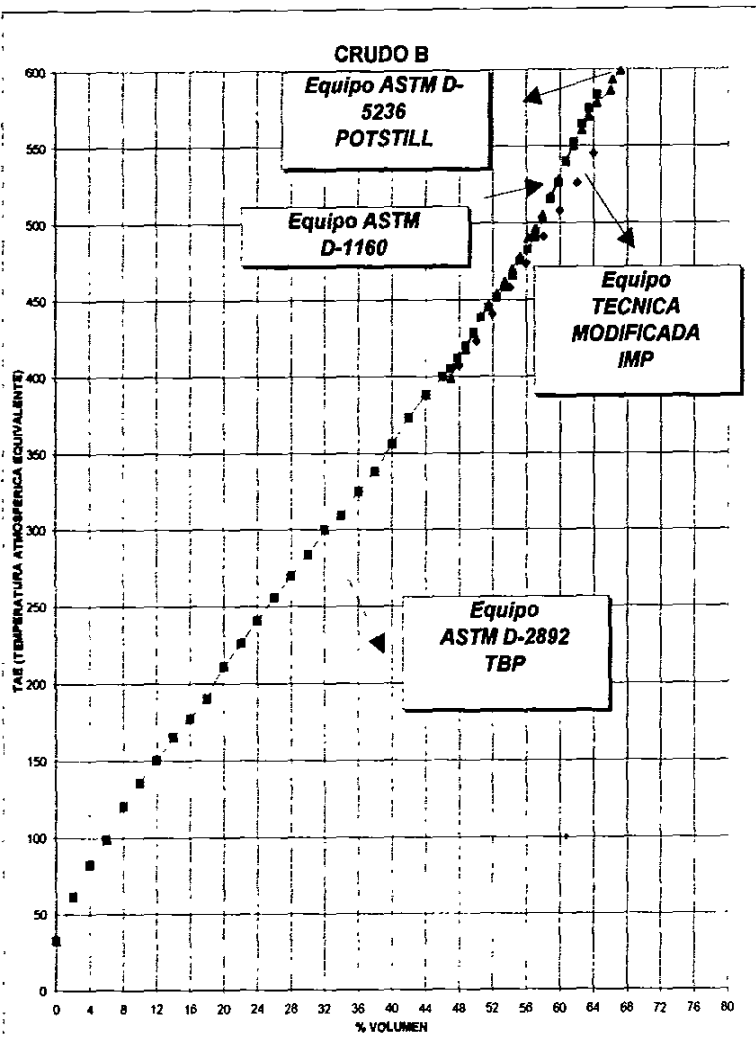
Gráfica 20

Equipo
ASTM D-5236
POTSTILL



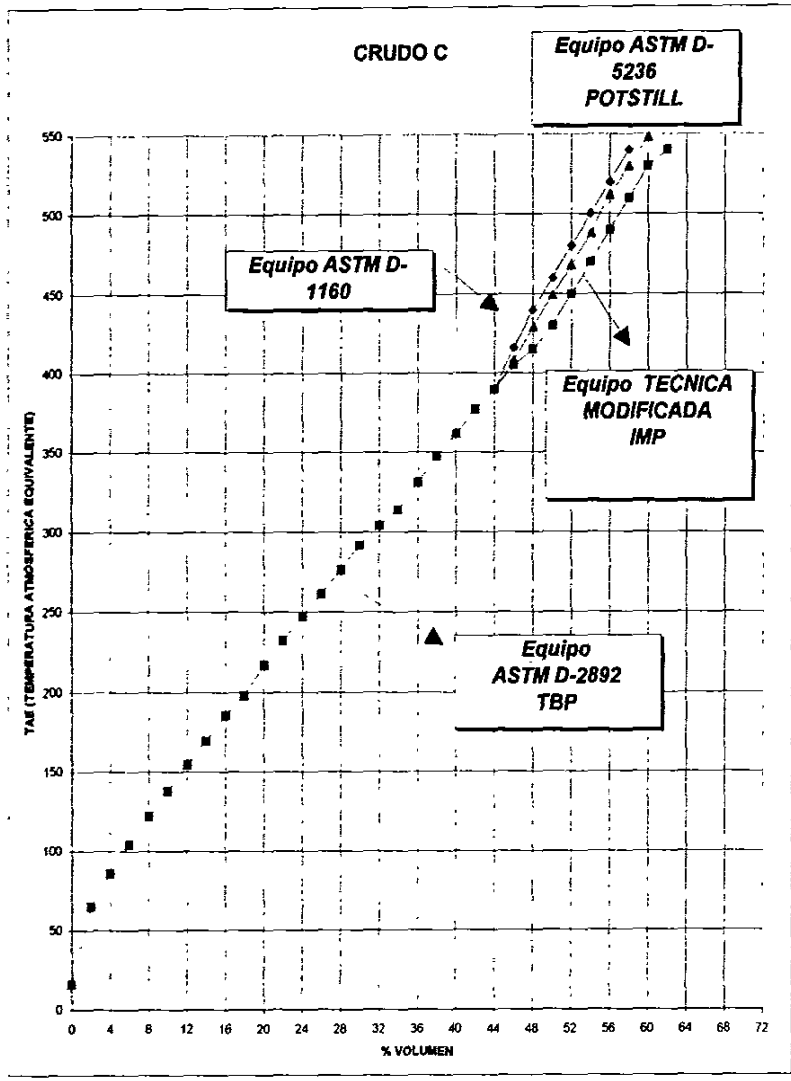
RESULTADOS DE LAS DESTILACIONES EXPERIMENTALES

Gráfica 21



RESULTADOS DE LAS DESTILACIONES EXPERIMENTALES

Gráfica 22





GLOSARIO

GLOSARIO

ADIABATICIDAD: Es la condición en la cual no existen pérdidas o ganancias significativas de calor através de la longitud de la columna. Cuando se destila una mezcla de compuestos como en el caso de petróleo crudo, existirá un incremento normal de reflujo en la parte inferior de la columna debido a pérdidas de calor.

CABEZAL DE DESTILACION: La sección inmediatamente encima del matraz que contiene el separador.

CAIDA DE PRESION: Es la diferencia de presiones medidas en el condensador y en la olla. Es la energía necesaria para que el vapor fluya del fondo al domo. Esto es expresado en mmHg.

CARGA: El volumen de carga en relación al área transversal del cuello o conducto.

CONDENSADOR: Los aparatos conectados a la salida del cabezal de destilación en el cual la condensación del producto ocurre.

DEBUTANIZACIÓN DE PETROLEO CRUDO: Es la remoción de los hidrocarburos ligeros (incluyendo el butano y más ligeros) y la retención de los hidrocarburos más pesados. En la práctica, un petróleo crudo se considera debutanizado cuando el corte de hidrocarburos ligeros colectado en la trampa contiene más del 95% de hidrocarburos hasta el butano y menos del 5% de los pentanos contenidos inicialmente en la muestra.

DESTILACION: Es la separación de los componentes de una mezcla líquida cuando estos tienen diferentes volatilidades y se recuperan por condensación. Es condición esencial para que haya destilación, que los componentes de la mezcla tengan diferentes temperaturas de ebullición y consecuentemente presiones de vapor diferentes.

DESTILACION ASTM: Es la conocida así porque se rige por las normas establecidas en la Sociedad Americana de Pruebas de Materiales (American Society for Testing Materials, ASTM). Es del tipo de la destilación diferencial, con la diferencia que existe un pequeño reflujo que es la cantidad de condensado que se forma en las paredes frías del matraz.

DESTILACION DIFERENCIAL: La vaporización diferencial o gradual, específica para la destilación, se caracteriza por el hecho que al aumentar un poco la temperatura del producto por destilar, se libera una pequeña cantidad de vapores, que se eliminan inmediatamente del sistema. Para que esta operación se acerque a las características de una destilación diferencial, se procederá con lentitud para que los vapores que salen del líquido, estén en todo momento en equilibrio con el líquido, se elimina todo el arrastre por condensación.

DESTILACION TBP Se realiza en columnas con suficiente empaque para proporcionar un equivalente de 15 a 100 platos teóricos a altas relaciones de reflujo por lo menos 5:1. Sin embargo, los aparatos para efectuarlas no están estandarizados, ni por los procedimientos de operación han sido desarrollados para destilaciones TBP.

EQUILIBRIO: El equilibrio en la destilación es alcanzado cuando todos los componentes existen en la fase líquida existan en la fase vapor, también la temperatura y la presión serán las mismas en ambas fases mientras estén en contacto,

MATRAZ DE DESTILACION: El matraz de vidrio o metal en el cual la carga se calienta. El matraz es llamado algunas veces caldera u olla.

METODO ASTM D-1160 Este método es usado para productos pesados del petróleo los cuales pueden ser vaporizador parcial o totalmente a una temperatura máxima del líquido de 750°F a presión absoluta de 1 mmHg. Y condensado como líquido a la presión de la prueba, se lleva a cabo a presiones entre 1 y 760 mmHg absolutas.

METODO ASTM D-2892 Este método es usado para la destilación fraccionada de petróleo crudo en una columna de destilación con una eficiencia equivalente a 15 platos teóricos.

PLATO: Es una etapa de contacto íntimo entre el vapor y el líquido, de este modo idealmente el vapor y el líquido que salen de la etapa se encuentran en equilibrio.

PLATO TEORICO: Es la sección de una columna necesaria para alcanzar un equilibrio termodinámico entre un líquido y su vapor.

PRESION DE DESTILACION: Es la presión medida tan cerca como sea posible al punto en donde se mida la temperatura de vapor. Normalmente en la parte superior del condensador.

PUNTO DE DERRAME: El menor de todos los puntos en el cabezal del separador por el cual los vapores pueden fluir a la región de condensación.

PUNTO DE EBULLICION INICIAL: La temperatura de vapor que se observa en el momento en que cae la primera gota del condensado al borde inferior del tubo del condensador.

PUNTO DE EBULLICION FINAL: La temperatura de vapor máxima alcanzada durante la destilación.

REFLUJO INTERNO: Es el líquido que normalmente desciende por la parte inferior de la columna. En el caso de una columna adiabática, el reflujo en la parte inferior de la columna es el mismo que el que se tiene en el cabezal de la misma.

RELACION DE REFLUJO: El vapor que llega al domo de la columna totalmente condensado y el líquido es dividido en dos partes una parte, L (reflujo) es retornado a la columna y otra parte D (destilado), es separado como producto. La relación de reflujo es la relación de L a D, esto es $R=L/D$ que puede variar de 0 cuando $L=0$ a infinito a reflujo total cuando $D=0$.

RETENCION DINAMICA : Es la cantidad de líquido retenido en la columna bajo condiciones normales de operación.

RETENCION ESTATICA: Es la cantidad de líquido retenido en la columna después de drenarla al final de una destilación.

TEMPERATURA DE DESTILACION: Es la temperatura de vapor saturado medida en el cabezal, sobre la columna fraccionadora. Es también conocida como la temperatura del cabezal ó la temperatura de vapor.

VELOCIDAD DE CALENTAMIENTO: La cantidad de vapor que entra a el cabezal de destilado por unidad de tiempo. Es aproximadamente igual a la velocidad de salida difiriendo únicamente por las perdidas de calor. Se expresa en ml/hr para un cabezal de cualquier diámetro interno o en ml/hr cm² del área de la sección transversal de un conducto para fines comparativos.

VELOCIDAD DE EVAPORACION: Es la cantidad de vapor que entra a la columna por unidad de tiempo. Se expresa en ml/hr para una columna dada o en ml/hr cm² del área de la sección transversal de la columna para propósitos comparativos.

VELOCIDAD DE DESTILADO: Es la velocidad a la cual el producto del divisor del reflujo expresada en ml/hr.

VELOCIDAD DE SALIDA: La cantidad de producto que se mueve por unidad de tiempo. Es aproximadamente igual a la velocidad de calentamiento y diferente únicamente por las pérdidas de calor.



BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- 1.- VALORACION TECNOLOGICA DEL PETROLEO CRUDO Y SUS PRODUCTOS.
DEMETRIO CHAVEZ RODRIGUEZ
- 2.- PLANTAS PILOTO DEL INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO ELABORADO POR EL DEPARTAMENTO DE PLANTAS PILOTO AÑO 1991
- 3.- "MEMORIA DE LABORES DE PETROLEOS MEXICANOS "
AÑOS 1994,1995,1996
PAGINA 32-33
- 4.- PETROLEUM REFINING
TECHNOLOGY AND ECONOMICS.
SECOND EDITION, REVISED EXPANDED
JAMES H. GARY
GLENN E. HANDWED
NEW YORK
- 5.- PETROLEUM REFINERY ENGINEERING
FOURTH EDITION
NELSON WILBUR LUNDINE
- 6.- MASS TRANSFER OPERATIONS
TREYBAL ROBERT E.
3ª EDITION
MC. GRAW HILL
- 7.- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALES
METODO ASTM D-2892-95
COMMITTE ON STANDARDS, 1995 PHILADELPHIA
- 8.- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALES
METODO ASTM D-1160-95
COMMITTE ON STANDARDS, 1995 PHILADELPHIA

- >9.- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALES
METODO ASTM D-5236-95
COMMITTEE ON STANDARDS, 1995 PHILADELPHIA
- >10.- CURSO DE ENTRENAMIENTO DE LA COLUMNA HYPER-CAL
LOPEZ VENCES S, ZAINOS HERNANDEZ JOSE
NOVIEMBRE 1993
- >11.- MANUAL DE OPERACIÓN DEL EQUIPO OLDER SHAW
IMP 1990.
- >12.- MANUAL DEL EQUIPO TECNICA MODIFICADA ASTM D-1160
IMP 1990.
- >13.- MANUEAL DE OPERACIÓN DEL EQUIPO EVAPORADOR DE
PELICULA.,
LABORATORIOS NACIONALES DE FOMENTO INDUSTRIAL. 1990
- >14.- MANUAL DE OPERACIÓN DEL EQUIPO MINIDIST ASTM D-2892
1997
- >15.- MANUAL DE OPERACIÓN DEL EQUIPO MINIDIST ASTM D-1160
1997
- >16.- MANUAL DE OPERACIÓN DEL EQUIPO MINIDIST ASTM D-5236
POTSTILL 1997