



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Química

DESARROLLO DE TECNOLOGIA PARA LA
PREPARACION DE CARGAS MEJORADAS
PARA LA ELABORACION DE NEGRO DE
HUMO.

T E S I S

Que para obtener el título de
INGENIERO QUIMICO
p r e s e n t a :

HOMERO SANCHEZ RUSTRIAN



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 esta 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.

Respetuosamente a mis padres.

A mi hermana.

Mi agradecimiento sincero por la
ayuda que siempre me brindaron a
los Ingenieros:

Armando Ramírez Zúñiga.

René Hernández Pérez.

DESARROLLO DE TECNOLOGIA PARA LA PREPARACION
DE CARGAS MEJORADAS PARA LA ELABORACION DE
NEGRO DE HUMO.

- I.- Antecedentes y Objetivos.
- II.- Generalidades.
- III.- Parte Experimental.
 - a).- Bases de la experimentación.
 - b).- Selección de Materias Primas.
 - c).- Equipo Utilizado.
 - d).- Resultados Obtenidos.
- IV.- Evaluación de Resultados.
- V.- Conclusiones.
- VI.- Anexos.
 - a).- Estudio de Mercado.
 - b).- Tablas, Gráficas, Diagramas, Etc.
- VII.- Bibliografía.

I.-A N T E C E D E N T E Y O B J E T I V O S

Inicialmente en nuestro país, " Negromex " fué la primer y única empresa dedicada a la producción de negro de humo.

El incremento de la demanda de negro de humo para el consumo nacional, ha dado lugar al nacimiento de una nueva empresa elaboradora de este producto.

En México, "Negromex" y "Humex", son actualmente las únicas empresas dedicadas a la producción de negro de humo empleando el Proceso de Horno con alimentación de aceite.

Los hidrocarburos líquidos ó aceites que se consideran convenientes como materia prima para preparar negro de humo; están constituidos principalmente por compuestos aromáticos de peso molecular elevado con cadenas laterales insaturadas. Estos aceites se obtienen por lo general a partir de extractos aromáticos de aceites lubricantes básicos ó bien de aceites de desintegración catalítica tales como el aceite ciclico ligero y/o pesado.

En ciertas ocasiones, los fondos de las plantas catalíticas han sido utilizados como cargas a las plantas de negro de humo sin ningún tratamiento adicional. Sin embargo la calidad-

de esta materia prima no es totalmente satisfactoria además de que está sujeta a las variaciones de las condiciones de operación de dichas plantas.

Por otra parte de acuerdo con las necesidades de cargas satisfactorias para la elaboración de negro de humo se ha establecido, en términos generales, que el factor de caracterización (K) y el índice de correlación (B M C I) constituyen una medida apropiada para calificar la calidad de los aceites que producen rendimientos y características satisfactorias de negro de humo.

De esta manera se ha establecido un valor máximo de 10.1 para (K) y un valor mínimo de 110 para el (B M C I) para considerar una carga de calidad satisfactoria.

Los aceites que se utilizan comunmente como cargas para producir negro de humo, tienen aproximadamente la siguiente composición:

	% en Peso
Parafinas	4 - 40
Aromáticos	8 - 52
Insaturados	36 - 60

Las cargas que se consideran apropiadas para la elaboración de negro de humo deben tener las siguientes:

E s p e c i f i c a c i o n e s

Peso específico, 20/4 °C	1.01 - 1.08
Viscosidad, SSU a 98.9 °C	100 max.
Viscosidad, cinemática, CS a 98.9 °C	20.4 max.
Carbon Ramsbottom, % en peso	6.5 max.
Azufre, % en peso	3.0 max.
Cenizas, % en peso	0.03 max.
Insolubles en C ₅ , % en peso	3.5 max

Metales, p.p.m.

Calcio	6.0 max.
Bario	6.0 max.
Fierro	8.0 max.
Potasio	20.0 max.
Sodio	20.0 max.
Factor de caracterización (K)	10.1 max.
Indice de correlación (B M C I)	110 min.

Pemex ha proporcionado a " Negromex " desde hace dos años residuo catalítico F C C de Minatitlán, Ver. con (B M C I) m_ínimo de 120, sin conceder importancia al contenido elevado de azufre (3.5 % - 4.5 %), ya que la planta de negro de humo se-

ha adaptado con el material adecuado para resistir la corrosión del azufre, además de carecer de competidor y toda la producción se surte al mercado nacional.

Humex, inauguró su planta de negro de humo (que producirá 40,000 ton/año de negro de humo) el 7 de abril de 1977, con carga proporcionada por Pemex, la que consiste de una mezcla de residuo catalítico FCC de la Refinería de Minatitlán, Ver., y de aceite cíclico ligero desulfurizado de la Refinería de Ciudad Madero, Tamps.

La operación se ha iniciado con un consumo de carga de -- 240 bbl/día; (la operación normal será de 1,500 bbl/día).

Por lo tanto son Objetivos de la presente Tesis:

- 1.- Desarrollar un procedimiento para preparar una carga mejorada a base de hidrocarburos líquidos para la elaboración de negro de humo.
- 2.- Proporcionar una carga mejorada para la elaboración de negro de humo que presente un bajo contenido de Azufre, un índice de correlación (B M C I) y un factor de caracterización (K) mejorados con respecto a los valores especificados para las cargas que normalmente se emplean; dichas cargas se obtienen a partir de residuos de plantas catalíticas o de los aceites cíclico ligero de la misma.

II.- G E N E R A L I D A D E S .

DESARROLLO DE LA INDUSTRIA DEL NEGRO DE HUMO

Si se considera el orden en que han sido utilizados estos materiales, la historia del negro de humo puede dividirse en 3 etapas.

(1) Destilados de hulla. El empleo de estos compuestos se extendió a lo largo del siglo XVIII y la mayor parte del siglo - XIX. La producción fue muy pequeña en comparación con la creciente demanda; los productos fueron empleados en su totalidad como pigmentos en pinturas y tintas.

(2) Gas natural. A fines del siglo XIX se introdujo un -- proceso en el cual se produce el negro de humo por el choque de pequeñas flamas generadas por la combustión parcial de gas natural, contra una superficie de fierro frfa. Este método constituyó la base del proceso de canal empleado hasta la fecha por algunas compañías de los Estados Unidos. El considerable rendimiento del proceso de canal, aunado al bajo costo y abundancia de gas - natural en los Estados Unidos, provocó que este país acaparara rápidamente el mercado del negro de humo, preponderancia que tan solo declina temporalmente antes de la segunda guerra mundial cuando en Alemania se utilizaron los productos derivados de la hulla en estado líquido.

Durante el período de 1920 a 1945 se desarrollaron el proceso de horno con alimentación de gas natural y el proceso térmico que también trabaja con gas natural. Ambos procesos no constituyeron en sí ninguna variante provechosa al proceso de canal debido a que la materia prima continuó siendo gas natural.

(3) Aceite. En el año de 1945 se aplicó por primera vez el proceso de horno con alimentación de aceite. Desde esa fecha hasta la actualidad los procesos que emplean gas natural como única materia prima han ido declinando, mientras que el proceso de horno con alimentación de aceite ha logrado un auge tal que en la actualidad más del 50% del negro de humo producido en el mundo se obtiene por este proceso.

Las razones que explican este auge son, en primer lugar, el rápido aumento de precio del gas natural y, por otra parte los negros de humo producidos por el proceso de horno alimentado con aceite han demostrado superioridad notoria en la complementación de los hules natural y sintético, lo cual representa en la actualidad el 93% de negro de humo consumido.

Producción de Negro de humo.

El crecimiento real de la industria del negro de humo se inició en el año de 1910, cuando en Inglaterra se descubrió que el producto mejoraba grandemente las propiedades físicas del hule. En el año de 1917, los primeros fabricantes de llantas in

trodujeron el uso del negro de humo, el cual ha continuado has
ta la fecha.

El incremento de la producción de negro de humo fué es--
pectacular durante el período 1941 - 1957; mientras la produc-
ción en el año de 1914 fué de 270, 030 to., en el año de 1957-
alcanzó la cifra de 818, 665 ton. Sin lugar a duda el aumento
se debió al mayor uso del hule sintético para la fabricación -
de llantas. Como dato de referencia puede indicarse que para-
100 Kg. de hule natural se requieren 35 Kg. de negro de humo,-
mientras que para 100 Kgs. de hule sintético son necesarios 50
Kg. de negro de humo.

El crecimiento de la producción de negro de humo obteni-
do por el proceso de horno con alimentación de aceite fué el -
mayor de todos y se estima que el 52 % de la producción total-
del año de 1957 correspondió al negro de humo elaborado por es
te proceso.

La producción de negro de humo ha seguido en aumento y -
tan solo en los Estados Unidos, en el año de 1962, alcanzó el
valor de 934,464 ton., de las cuales 765,187 ton., correspondie
ron al proceso de horno con alimentación de aceite; 81,055 ton.,
al proceso de canal y 88,222 ton., al proceso térmico.

Las aplicaciones del negro de humo son numerosas y varia das. La siguiente relación permite tener una idea aproximada de las proporciones que las mismas quedaron entre sí en los Es tados Unidos durante el año de 1973.

Hule	94.30
Tintas	2.68
Pinturas	0.81
Otros	2.21
	<hr/>
Total:	100.00 %

Propiedades del negro de humo.

El término negro de humo cubre cierto intervalo de mate-- riales, todos ellos obtenidos a partir de fuentes de suministro hidrocarbonados, pero que tienen una amplia variedad de propie-- dades. El negro de humo es prácticamente carbón puro, de estruc-- tura semigrafítica y con tamaño de partícula que varían entre - 10 y 500 milimicras. Es principalmente el estado de subdivisión el que determina el valor del negro de humo.

Existen tres tipos de negro de humo, derivados de los tres procesos de elaboración correspondiente, y cada tipo a su vez - está dividido en diversas clases. Dichos tipos y clases de negro de humo difieren tanto en sus propiedades físicas como químicas. Asi mismo, es de hacerse notar que los diferentes tipos de negro

de humo no solamente difieren en cuanto al tamaño de partícula sino también en lo que respecta a la distribución de dicho tamaño de partícula.

Con propósitos de ilustración, en las tablas 1 y 2 se incluyen algunas de las propiedades físicas y químicas de los negros de humo derivados de los procesos de horno canal y térmico.

El requisito de mejorar la recuperación y lograr la producción de negros de humo de capacidad reforzante intermedia entre los productos de los procesos de canal y térmico dieron origen al proceso de horno con alimentación de gas, en que se efectúa también la combustión parcial. Los productos derivados de tal proceso tienen tamaños de partícula cercanos a 40 - 80 milimicras y encuentran aplicación en la fabricación de gran variedad de artículos de hule. La utilización de hidrocarburos líquidos o de aceites en lugar de gas natural constituyó el último y más importante desarrollo que dió origen al proceso de horno con alimentación de aceite. Los productos son más finos que los del proceso de canal y superiores en cuanto a capacidad reforzante. En este proceso de horno se ha definido que los aceites que dan lugar a rendimientos satisfactorios deben tener un factor de caracterización máximo de 10.8, de preferencia 10.4 lo cual corresponde a aceites compuestos por derivados aromáticos polinucleares con cadenas laterales insaturadas. Tal tipo de cargas se puede obtener de los extractos-

TABLA 1.- PROPIEDADES FISICAS TIPICAS DE NEGROS DE HUMO

	P R O C E S O		
	<u>Horno</u>	<u>Canal</u>	<u>Térmico</u>
Diámetro de partícula (milimicras)	40 - 80	20 - 50	180 - 470
Area superficial ($\frac{m^2}{g}$)	20 - 65	25 - 225	6 - 15
Absorción de aceite ($\frac{cm^3}{g}$)	0.77 - 1.12	1.02 - 1.50	0.34 - 0.4
Cenizas, %	0.30 - 0.50	0.05 - 0.57	0.25 - 0.45
pH de lodos	9.3 - 9.9	3.8 - 9.3	8.5 - 8.9
Material volátil, %	0.8 - 0.9	0.9 - 5.2	0.4 - 0.5

TABLA 2.- COMPOSICION QUIMICA TIPICA DE NEGROS DE HUMO

	P R O C E S O			
	<u>Horno</u>		<u>Canal</u>	<u>Térmico</u>
	Gas	Aceite		
Carbono, %	99.2	99.0	95.2	99.3
Oxígeno, %	0.4	0.4	3.6	0.3
Hidrógeno, %	0.3	0.3	0.6	0.4
Cenizas, %	1.0	0.5	0.1	0.5
Agua, %	1.0	1.8	4.0	1.0

de aceites vírgenes o de desintegración sometidos a los procesos con SO_2 o furfural, o de alquitranes de desintegración catalítica, aceites cíclicos de desintegración catalítica, Etc.

PROCESOS DE ELABORACION DEL NEGRO DE HUMO

Los tres procesos principales para la elaboración de negro de humo, en orden de importancia, son los siguientes : Proceso de Horno, Proceso de Canal y Proceso Térmico.

En términos generales, el proceso de canal se efectúa por combustión incompleta pero con cargas formadas por mezclas de aceite y/o gas; y en el proceso térmico la carga de gas se somete a un procedimiento cíclico de degradación por contacto con material refractario a altas temperaturas.

A continuación se incluye una descripción más detallada de cada uno de los procesos anteriores, indicándose la aplicación de los mismos, cargas de alimentación, productos resultantes, -- descripción del proceso, rendimientos, instalaciones industriales y un diagrama de flujo simplificado.

P R O C E S O DE H O R N O

En la actualidad existe un número considerable de compañías que aplican el proceso de horno para la elaboración de negro de -

humo. En principio todas ellas obtienen el producto por combustión parcial; las variantes al proceso radican fundamentalmente en el tipo de carga, medio enfriamiento, empleo de precipitadores electrostáticos en los ciclones y sistema de formación de perlas.

En el presente capítulo se detallará el proceso seguido por varias compañías según la patente de Krejci, J.C. adjudicada a la Phillips Petroleum Company, U. S. Patente 2,564,700 -- (Agosto 2, de 1951) y el cual se ha considerado como representativo y uno de los de mayor aplicación por las distintas compañías productoras de negro de humo. Asi mismo, es de hacerse mencionar que el proceso licenciado por la Godfrey L. Cabot tam---bién es de gran aceptación por parte de las compañías que elaboran negro de humo.

Proceso de Horno Licenciado por la:

Phillips Petroleum Co.

- a) Aplicación. Fabricación de negro de humo como materia prima para: Industria eléctrica, pinturas, látex, plásticos, hule, aplicaciones metalúrgicas, explosivos, discos, Etc.
- b) Cargas. Aceite, gas natural o mezcla de ambos; residuos de refinación del petróleo, gasolina, cresola, aceite de alumbrado, benceno, alquitrán de hulla, alquitrán de aceite de pino. Se--gún las referencias bibliográficas parece ser que, de acuerdo con el análisis de componentes para el caso de los aceites ade

cuados como carga para la producción de negro de humo, los intervalos de composición en términos de insaturación y de aromáticos que se consideran satisfactorios son los siguientes:

Parafina	4 - 40 %
Aromáticos	8 - 52 %
Insaturados	36 - 60 %
Aromáticos + Insaturados	60 - 96 %

Por otra parte, también se ha indicado que el factor de -- caracterización constituye una medida apropiada para calificar -- la calidad de los aceites que dan rendimientos satisfactorios de negro de humo. El valor máximo de dicho factor de caracte--- rización debe ser de 10.8 pero para cargas realmente superiores es de 10.1 ó menor si es posible. Dichos valores del factor de caracte_ rización corresponden a cargas que principalmente están formados por derivados aromáticos con cadenas laterales insaturadas y/o - estructuras de anillos condensados con cadenas laterales insatu- radas.

Así mismo, se ha mencionado que las cargas de tal composi- ción pueden obtenerse de aceites vírgenes sometidos a procesos - de extracción selectiva con solventes o de aceites y/o residuos - de desintegración tratados o sin tratar.

- c) Productos. Negro de humo de alto módulo (HMF), semireforzado (SRF), alta abrasión (HAF), moldeo estable (FEF), super abrasión (SAF), Sterling V. GPF., Sterling SO-FEF Vulcan 6-ISAF, Vulcan C - CF., Vulcan SC - CF., Sterling 99 - FF., Sterling NS/Pelletex NS - SRF., Sterling N/Pelletex NS - SFF.
- d) Descripción del proceso. El aceite se precalienta para disminuir su viscosidad. El aceite caliente se introduce en un reactor (horno) mezclado con aire y gas natural. La combustión del gas proporciona el calor necesario para la descomposición del aceite. El aire se inyecta con una presión manométrica que oscila en las cercanías de 0.28 Kg/cm^2 y se controla para mantener la temperatura del horno en las proximidades de $1371 \text{ }^\circ\text{C}$.

El aceite se descompone en carbón (negro de humo), hidrógeno; las reacciones colaterales producen bióxido de carbono, monóxido de carbono, agua y trazas de acetileno y metano.

La mezcla de negro de humo y gases se enfría en la sección de apagado a una temperatura aproximada de $648 \text{ }^\circ\text{C}$ empleando para ello agua aplicada en forma de rociado. Posteriormente, la mezcla fluye por un ducto largo parcialmente ventilado para continuar el enfriamiento. Los productos se introducen a una torre vertical de enfriamiento operada con agua en forma de rociado (7 m/seg.) y en la cual la temperatura baja a valores cercanos a $287 \text{ }^\circ\text{C}$.

La mezcla parcialmente fría se hace circular, por un sistema de cuatro ciclones de gran diámetro en los que se recolecta - aproximadamente el 70% del negro de humo. Esta proporción puede aumentarse a 90% cuando se emplean precipitadores electrostáticos.

Los gases extraídos del último ciclón se pasan por una segunda torre de enfriamiento en donde la temperatura es reducida hasta cerca de 132°C. Los gases fríos se hacen fluir por filtros de lona para recuperar las trazas de negro de humo.

El negro de humo recolectado en los ciclones y en los filtros de lona es enfriado neumáticamente (aire, 30.4 m/seg.) hacia un molino de martillos que rompe las partículas de carbón duros y calcinadas.

El producto molido se manda al proceso de formación de perlas, el cual se describe en el proceso de canal, en este caso -- particular se emplea el proceso en medio húmedo para la formación de perlas.

e) Rendimientos. Empleando gas natural se pueden obtener de 96 a 256 Kg. de negro de humo por 1,000 m³ de gas. Cuando se usa - aceite, se estima que el 50 a 60 % del carbón disponible en - la carga se transforma en negro de humo; una proporción aproximada sería 521 Kg. de negro de humo por tonelada de aceite.

f) Instalaciones comerciales en México.

NEGRO-MEX, S. A. y recientemente HUMEX, S. A.

P R O C E S O D E C A N A L

- a) Aplicaciones. El negro de humo producido por el proceso de canal tiene su máxima utilidad en la obtención de hules de alta resistencia al desgaste y los cuales son empleados en la fabricación de llantas. Debido a la finura de las partículas que pueden lograrse por el proceso de canal el negro de humo de este proceso se emplea en la industria de pinturas y en la fabricación de tintas litográficas.
- b) Cargas. Gas natural, alquitrán de hulla o destilados ligeros del petróleo.

Una composición típica de gas natural que ha sido utilizado como carga en el proceso de canal es la siguiente.

	% en Vol.		% en Vol.
Metano	80.5	Pentano normal	0.39
Etano	6.5	Isopentano	0.33
Propano	3.88	Hexano	0.48
Butano normal	1.42	Nitrógeno	5.82
Isobutano	0.64		

c) Productos. Negro de humo de canal de coloración superior HCC., de coloración media MCC., de coloración baja LCC., de proceso-medio apropiado para hule MPC. Las características principales de estos productos se indican en la Tabla 3.

TABLA 3. CARACTERISTICAS DE LOS PRODUCTOS ELABORADOS POR EL PROCESO DE CANAL.

	HCC	MCC	LCC	MPC
Diámetro de partícula M.	5-10	9-17	17-25	25-30
Color escala nigrométrica	62-88	71-76	78	-
Gravedad específica	1.9	1.86	1.82	1.82
Absorción de aceite %	200-125	95-89	80-86	-
p ^H del lodo	3-5	3-6	4-5	3.5-4.5
Intensidad de tinte.	6-3.5	3.5-1.5	2	-

d) Descripción del proceso. Una planta típica para producir negro de humo por el método de canal, requiere de un area considerablemente grande e incluye varios cientos de hogares de quemado. Una unidad está constituida por varios canales distribuidos paralelamente y montados sobre rieles que se extienden a lo largo del hogar.

Por abajo de los canales, en un primer plano y a una distancia que puede variar entre 2.54 y 10.16 cm. se extienden tubos con

ductores de gas; cada tubo tiene pequeñas puntas espaciadas de 5.08 a 15.24 cm. a través de las cuales fluye el gas. Cada hogar puede tener hasta 2880 puntas. El gas saliendo desde cada una de las puntas, produce una flama en forma de abanico, la cual choca sobre las superficies frías en forma de canal (de aquí el nombre del proceso); dichas superficies están provistas de un movimiento lento, alterno y transversal. En un segundo plano y a una distancia aproximada de 1.80 m. se encuentra colocada una tolva que se utiliza para recolectar el negro de humo que deposita sobre las placas y que es raspado continuamente.

La corriente de aire necesaria para la combustión se suministra por tiro natural y se controla por las aberturas colocadas en el techo y en la base del hogar.

Un exceso de aire disminuirá la temperatura del hogar por -- abajo de 537°C , pero la combustión completa del gas no se -- efectuará debido a que el tiempo de combustión desde la salida del gas, hasta su contacto con el canal correspondiente es muy corto y la mezcla aire-gas que se forma en este intervalo es muy pobre.

El negro de humo recolectado en la tolva es conducido por un transportador helicoidal hacia un separador de aire en el -- cual se eliminan las partículas de carbón duras y calcinadas dichas partículas son expulsadas a medida que se acumulan en el fondo del separador.

Por la parte superior del separador se impulsa el negro de humo, por medio de una corriente de aire, hacia un molino de martillos de alta velocidad con objeto de eliminar las partículas - de carbón duro que se hayan pasado.

El producto molido se pasa a la formadora de perlas esta - operación se puede efectuar por cualquiera de las dos variantes - señaladas a continuación.

Proceso de formación de perlas en medio húmedo.

En este método el negro de humo se hace pasar por una caja de mezclado en donde se adiciona agua en forma de rociado en una cantidad limitada por la apariencia del producto al salir - de la caja y por el tipo de carga utilizado para el proceso. La caja está formada por una primera sección constituida por tubos cilindricos provistos de flechas con puntas, las cuales efec--- tuan la mezcla y forman las perlas. En una segunda sección se - uniformiza el tamaño de las perlas y se inicia su pulimento.

Las perlas formadas se pasan a una segunda caja en la que se terminan de pulir; posteriormente se introducen en un secador rotatorio de tambor. Los gases y vapor desprendidos en el secador se eliminan por medio de un extractor de tal manera que la - temperatura de las perlas a la salida del secador oscile en las cercanías de 176 °C.

Las perlas de tamaño anormal son reprocesadas. El proceso se caracteriza por el bajo contenido de finos el cual fluctúa entre 1 y 2 %.

Proceso en seco para la formación de perlas.

El negro de humo se alimenta continuamente a un tambor rotatorio, en el que ya se encuentran pequeñas perlas las cuales adhieren el producto hasta alcanzar el tamaño requerido.

En la parte final del proceso de canal, las perlas obtenidas por cualquiera de los dos métodos descritos, se pasan a un pulidor final con objeto de obtener el producto terminado y separar los tipos y las perlas de tamaño anormal.

Los finos y perlas se reprocesan y así se tiene que en el caso de la formación de perlas en seco, las pequeñas bolillas que se encuentran en el tambor provienen del material a reprocesar.

e) Rendimiento. El rendimiento real aproximado del proceso de canal es de 35 % del carbón disponible en la carga.

P R O C E S O T E R M I C O

a) Aplicaciones. El negro de humo del proceso térmico es empleado en la manufactura de productos de hule que permiten el empleo de material de relleno barato, mezclado con un material relativamente costoso y en un grado tal que no se altere la elasticidad requerida en el hule.

Entre los principales objetos fabricados con este tipo de hule se pueden citar los siguientes: mangueras, correas, armaduras para máquinas, compuestos de estirado a presión y materiales de moldeo en general.

b) Cargas. Gas natural.

c) Productos. Negro de humo de grano fino FT y de grano medio - FM., las características principales de estos productos se indican en la tabla 4.

TABLA 4. CARACTERISTICAS DE LOS PRODUCTOS ELABORADOS POR EL PROCESO TERMICO

	FT	FM
Diámetro medio de partícula m	179 - 200	472
Area superficial m ² /g	15	6
p ^H del lodo	8.9	8.5
Estado de agregación en el hule	bajo	bajo
Absorción de aceite en %	0.41	0.35

d) Descripción del Proceso. En este proceso la formación de negro de humo se efectúa por la descomposición térmica de la materia prima, que generalmente la constituye el gas natural.

Cada unidad consta de dos hornos provistos de material refractario, el cual actúa como superficie caliente de contacto - para llevar a cabo la descomposición.

La operación es intermitente y cíclica, y consta de un período de calentamiento, seguido de un período de fabricación. - En estas condiciones, cuando uno de los hornos se encuentra en la etapa de calentamiento el otro es empleado para elaborar negro de humo y viceversa.

En el ciclo de calentamiento, los gases de recirculación están formados por la mezcla del hidrógeno (desprendido en el horno de elaboración), gas natural de inyección y aire en cantidad suficiente para la combustión completa. El calentamiento se prolonga hasta que la temperatura del refractario alcanza valores que oscilan entre 900 y 1,400°C en este momento se suspende el calentamiento y se alimenta la carga para fabricar el negro de humo.

En la etapa de elaboración, el gas natural que se pone en contacto con la superficie caliente, genera negro de humo, hidrógeno y gases de desintegración. La operación se continua hasta que la temperatura desciende a valores cercanos a 760 °C.

El negro de humo y los gases que salen del horno son enfriados por agua adicionada en forma de rociado. El producto es separado por medio de ciclones y filtros de lona y posteriormente se envía al almacenamiento a granel, la formación de perlas no es usual en el proceso térmico.

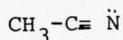
e) Rendimientos. Se han logrado obtener hasta 250 g. por m³ de carga.

En su planta de Acrilonitrilo, en Cosoleacaque, Ver., Pemex produce acetonitrilo como sub-producto, mismo que envía como acetonitrilo crudo para su purificación a la Refinería de -- Ciudad Madero, Tamps., donde se aplica como solvente para la extracción de Butadieno.

La producción anual, según cifras de diseño, es del orden de 1000 ton/año.

En la Refinería de Ciudad Madero, Tamps., en la planta de Butadieno, se requieren alrededor de 120 ton/año para la extracción de butadieno.

El acetonitrilo, es un solvente orgánico alifático nitrogenado de tipo polar, su fórmula es:



Como consecuencia de ensayos realizados para probar el Acetonitrilo como posible sustituto total o parcial del furfural en el tratamiento de aceites lubricantes, se pudo observar que este producto es un solvente de baja capacidad sin embargo, es altamente selectivo para los compuestos aromáticos.

Lo anterior permitió pensar en la posibilidad de tratar -- con Acetonitrilo diferentes corrientes de Refinerías o plantas-petroquímicas con objeto de obtener concentrados aromáticos de diversas aplicaciones industriales.

T A B L A 5

P R O P I E D A D E S D E L A C E T O N I T R I L O

Fórmula	CH_3CN
Peso Molecular	41
Peso Específico, 20/4 °C	0.783
Índice de Refracción, 16.5 °C	1.3442
Viscosidad 20 °C, Cps.	0.3442
Capacidad Calorífica, Cal/g °C	0.514
Calor de Vaporización, 15 °C, Cal/g	174.0
Temperatura de Inflamación, °C	12.7
Temperatura de Ebullición (q atm.), °C	81.6
Temperatura de Congelación	- 44

T A B L A 6

A N A L I S I S D E A C E T O N I T R I L O

<u>Compuestos.</u>	<u>% Peso.</u>
Acetonitrilo	93.44
Acrilonitrilo	1.12
Propionitrilo	1.04
Agua	4.20
Benceno	-
No identificados	0.20
T O T A L :	<u>100.00</u>

TIPOS DE SOLVENTES DE REFINACION.

En la refinación del Petróleo se emplean tres tipos de solventes, solventes aromáticos, solventes de desasfaltización y -- solventes de desparafinación.

Los solventes aromáticos conocidos también como nafténicos- ó solventes selectivos, separan el aceite en dos capas líquidas - conteniendo grupos de compuestos disimilares.

Los solventes de desasfaltización ó precipitantes, dividen- los constituyentes del Petróleo por tamaños moleculares.

Los Solventes de desparafinación, disuelven los constituyentes del líquido pero no la cera quien después solidifica por en-friamiento. Esta clasificación no es rígida. Por cambios de condiciones de extracción, los solventes aromáticos ó precipitantes -- pueden actuar como solventes de desparafinación.

Los solventes mutuamente insolubles pueden aplicarse al -- aceite simultáneamente, combinando así dos operaciones de refine-ría en uno.

Bajo condiciones óptimas, las diferencias en las característas de solubilidad de los solventes pertenecientes a la misma -

clase tienden a desaparecer. Las variaciones en las selectividades hacia los grupos individuales de hidrocarburos pueden existir pero son pequeños.

La selección de solventes para la refinería es, por esta razón, un problema principalmente de economías.

Al seleccionar los solventes, es importante hacer las siguientes consideraciones:

1.- El solvente no requerirá excesivo calentamiento ó enfriamiento para manifestar sus características extractivas.

2.- El solvente debe ser estable y no tener acción química en el aceite ó equipo.

3.- El solvente y aceite deben ser separados fácilmente en dos fases por gravedad ó filtración dependiendo del proceso empleado.

4.- El punto de ebullición del solvente debe ser bajo para permitir su separación del aceite por destilación.

5.- El punto de congelación del solvente debe ser bajo para prevenir su solidificación a bajas temperaturas.

6.- El solvente debe ser barato y facilmente disponible.

III.- P A R T E E X P E R I M E N T A L.

a) Bases de la experimentación.

La experimentación realizada se sustentó en las siguientes propiedades que afectan directamente al proceso de extracción Líquido - Líquido.

E x t r a c c i ó n Líquido - Líquido

S o l u b i l i d a d

T e m p e r a t u r a

R e l a c i ó n Solvente/Hidrocarburo

A g i t a c i ó n

S e d i m e n t a c i ó n

" Efectos de las variables del Proceso "

E x t r a c c i ó n Líq-Líq.

Cuando la destilación y rectificación no se pueden aplicar o resultan ineficaces, se utiliza la extracción líquido-líquido. Las mezclas cuyos componentes tienen temperaturas de ebullición-próximas, o las sustancias que no pueden soportar la temperatura de ebullición, ni aún a vacío, se separan generalmente por extracción.

La extracción se basa en la diferencia de solubilidades - de los componentes en vez de la diferencia de volatilidades. -- Puesto que la solubilidad se basa en las propiedades químicas, - la extracción depende de las diferencias químicas en vez de las diferencias de presión de vapor.

S o l u b i l i d a d .

Es fundamentalmente necesario que al poner en contacto la mezcla compleja de Hidrocarburos con un solvente; se observe -- por la formación de una interfase líquido - líquido la disolu-- ción selectiva de uno ó más constituyentes de la solución.

La disolución de un compuesto orgánico en un disolvente es un proceso en el que las fuerzas intermoleculares (Teoría de la atracción entre moléculas no polares desarrollada por F. London- en 1930; dicha teoría está basada en la mecánica cuantica), exis ten en las sustancias puras se reemplazan por fuerzas que actuan entre las moléculas del soluto y las del disolvente. Es de espe-- rar, por consiguiente, que un compuesto sea insoluble, a menos -- que el equilibrio entre las fuerzas molécula-molécula en el solu- to y las fuerzas molécula disolvente en la disolución, esté a fa- vor de las últimas.

La estructura compleja de los hidrocarburos del Petróleo, - impiden la clasificación exacta de muchos de ellos dentro del gru- por de hidrocarburos rígidos. Con estas reservaciones los solven-

tes aromáticos, disuelven primero los aromáticos seguido por las olefinas, naftenos y parafinas en el orden mencionado.

Las solubilidades relativas de compuestos de oxígeno, nitrógeno y azufre varía con sus estructuras.

T e m p e r a t u r a

La temperatura de extracción tiene un efecto muy grande en las características de solubilidad de los solventes. Por variaciones de la temperatura de extracción el mismo solvente puede - mostrar cambios más grandes en sus características de solvente - que otros solventes comparados al mismo nivel de temperatura.

La fuerza del solvente aumenta lentamente al principio, después rápidamente hasta que se alcanza la temperatura de miscibilidad, la selectividad decrece gradualmente o puede permanecer constante comparativamente sobre un rango de temperatura considerable.

De lo anterior se sigue que los solventes deben ser comparados a diferentes temperaturas en las cuales ellos manifiestan sus mejores características de solventes ya que estas temperaturas dependen de las propiedades de la carga que se alimenta y las especificaciones del producto.

La temperatura de miscibilidad varía con el volumen de solvente empleado, pero en determinaciones de rutina volúmenes iguales

les de aceite y solvente se emplean normalmente para estimar las propiedades de fracciones ligeras del Petróleo.

R e l a c i ó n Solvente/Hidrocarburo.

Las variaciones de las relaciones solvente/hidrocarburo, - modifica la concentración del soluto en el solvente.

La relación de solvente/hidrocarburo, es una función de la capacidad y selectividad del solvente.

De hecho no es extraordinario en los procesos de la refinación del Petróleo mejorar la selectividad por disminución de la capacidad disolvente.

A g i t a c i ó n

La agitación, en su aspecto tecnológico, consiste en producir movimientos irregulares, turbulentos, en un fluido, por medio de dispositivos mecánicos que actúan sobre el mismo.

Las exigencias que debe satisfacer el agitador son dobles:- debe dispersar o suspender la fase discontinua en la totalidad de la continua; y debe provocar intensa turbulencia entre las gotitas, burbujas o partículas suspendidas, para favorecer la transferencia de materia entre las fases. Para estas finalidades se necesita un agitador que produzca velocidades de flujo suficientemente

elevadas que impidan la sedimentación de las partículas o la estratificación de las fases. No deben existir espacios muertos en el sistema en agitación, porque producirían la concentración local de una de las fases. La intensidad de la turbulencia debe -- ser uniforme en todo el recipiente, si se quiere que la transferencia de materia tenga lugar en todos los puntos.

El tiempo de mezclado para establecer las condiciones de equilibrio depende de la intimidad del contacto entre el aceite y el solvente. Agitación moderada es usualmente suficiente para obtener el equilibrio en un corto tiempo excesivo mezclado puede tener un efecto desfavorable sobre la sedimentación.

S e d i m e n t a c i ó n

El tiempo requerido para sedimentar la mezcla solvente aceite, depende de la naturaleza del solvente y el aceite, de la temperatura, el diseño del equipo y el grado de dispersión entre - el aceite y el solvente.

Aceites que contienen ceras o asfaltos en suspensión son - más difíciles de sedimentar que los aceites libres de esas substancias.

La sedimentación es el método común usado para separar las dos fases, también pueden emplearse centrifugas para la separación de las fases.

b) Selección de Materias Primas.

Las materias primas consideradas para este estudio fueron dos corrientes de fraccionadora catalítica FCC de las diferentes Refinerías de Petróleos Mexicanos, siendo específicamente los aceites cíclico ligero y residuos, los cuales se obtuvieron en los meses de Enero y Febrero de 1977; dichos aceites fueron los siguientes:

Aceite Cíclico ligero y residuo FCC de la Refinería de -- Tula, Hgo.

Aceite Cíclico ligero y residuo FCC de la Refinería de -- Atzacapotzalco.

Aceite Cíclico ligero y residuo FCC de la Refinería de -- Ciudad Madero, Tamps.

Aceite Cíclico ligero y residuo FCC de la Refinería de -- Minatitlán, Ver.

Así como también una muestra denominada " HUMEX " que --- PEMEX proporcionó a Hules Mexicanos de acuerdo a las posibilida des de suministro actual, dicha muestra corresponde a una mez-- cla de aceite cíclico ligero hidrodesulfurizado de la Refinería de Ciudad Madero y residuo catalítico FCC de la Refinería de Mi natitlán, Ver. en la proporción de 30/70 en peso, respectivamenu

te.

La caracterización de dichas cargas se encuentran en la -
tabla 7.

c) Equipo Utilizado.

Las pruebas se realizaron en equipo a nivel de Banco para tal efecto se empleó una A U T O C L A V E, cuya descripción es:

Recipiente de 11 litros de capacidad, construído con lámina rolada de 3/8" Acero Inoxidable TP - 316.

Está provista de un sistema de agitación mecánica por medio de un Agitador tipo turbina de 6 aspas rectas hechas con lámina de acero inoxidable 316, opera a 176 RPM.

Consta de un sistema de enfriamiento por circulación de agua a través de un serpentín de acero inoxidable 316 de 12 espiras con una longitud total aproximada de 5.5 m.

Cuatro deflectores, lámina de acero inoxidable 316.

Indicador Controlador de Temperatura ON-OFF, marca WEST-con rango de temperatura de 0 - 600 °C, con termopar tipo J de Hierro - Constantano calibre 18.

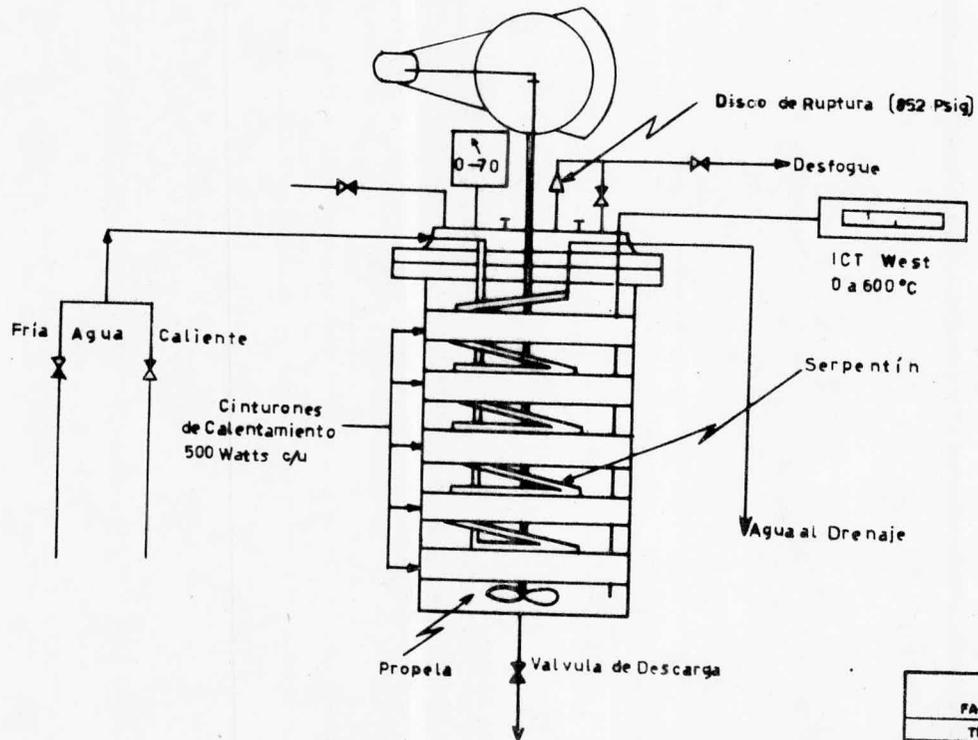
El calentamiento se suministra por medio de cinco resistencias tipo cincho de 500 Watts cada una que rodean al recipiente.

Indicador de presión (manómetro) de 0-70 Kgs/cm² dos salidas que se unen para el desfogue de gases, una con un sello de ruptura de 852 lbs/pulg² y la otra con una válvula de aguja para el venteo manual.

Motor de Inducción de 60 Hertz, 220/240 Volts, de tres fases, de 1760 RPM, de 2 H. P.

Reductor de velocidad con relación de 10.1

En la parte inferior de la autoclave se localiza una línea de descarga con una válvula de paso.



U. N. A. M.	
FACULTAD DE QUIMICA	
TESIS PROFESIONAL	
EQUIPO DE EXTRACCION LIQUIDO-LIQUIDO (AUTOCLAVE)	
HENERO SANCHEZ RUBRIAN	
AGOSTO 77	FIG. I

PROCEDIMIENTO EMPLEADO EN LA EXPERIMENTACION

Para todas las pruebas se alimentó la Autoclave con un volumen de 4.0 litros entre solvente y carga, se variaron las cantidades de solvente y carga de acuerdo a las relaciones preestablecidas para la experimentación.

Posteriormente se inicia la agitación y el calentamiento hasta alcanzar la temperatura de la prueba. Se mantiene la agitación durante 30 minutos a la temperatura del experimento, posteriormente se elimina la agitación permitiendo el reposo de la mezcla durante 30 minutos manteniendo constante la temperatura de la prueba, inmediatamente después se procede a descargar la Autoclave lentamente, manteniendo la temperatura de operación con objeto de conservar el equilibrio de las fases.

Las fases de extracto y fondo se distinguieron por sus diferencias de color y viscosidad, identificando la fase pobre en solvente como refinado ó fondo (fase inferior) y la fase rica en solvente como extracto (fase superior).

Se eliminó el solvente de ambas fases por medio de una destilación técnica y arrastre con nitrógeno, obteniendo los productos libres de solvente.

Pruebas Analíticas.

En los extractos se determinó : Peso específico, destilación ASTM D-1160, Azufre (Método Leco) y BICI (calculado).

En los refinados o fondos solamente se determinó el peso-específico y azufre para efectos de balance.

Balance de Materia.

Se efectuaron para cada prueba después de la etapa de eliminación de solvente de las fases, calculando el porcentaje en peso de extracto y refinado. Asimismo, se determinó por balance - el contenido de solvente de cada una de las fases.

d) Resultados Obtenidos.

En el anexo se presentan las Tablas 9 a 26 que contienen los datos de operación así como los resultados de la extracción y el análisis de los productos obtenidos en la experiencia realizada.

También en el anexo se incluyen las gráficas del 3 al 15- construidas con la información de las tablas de resultados que se mencionan en párrafos anteriores, dichas gráficas representan las variaciones de los rendimientos de extracción con respecto a las relaciones de solvente/aceite utilizadas para cada prueba, a temperatura constante. Asimismo en cada punto de la gráfica, se incluye el contenido de azufre en el producto extraído, acompañado del índice de correlación (BMCI) correspondiente.

IV.- EVALUACION DE RESULTADOS.

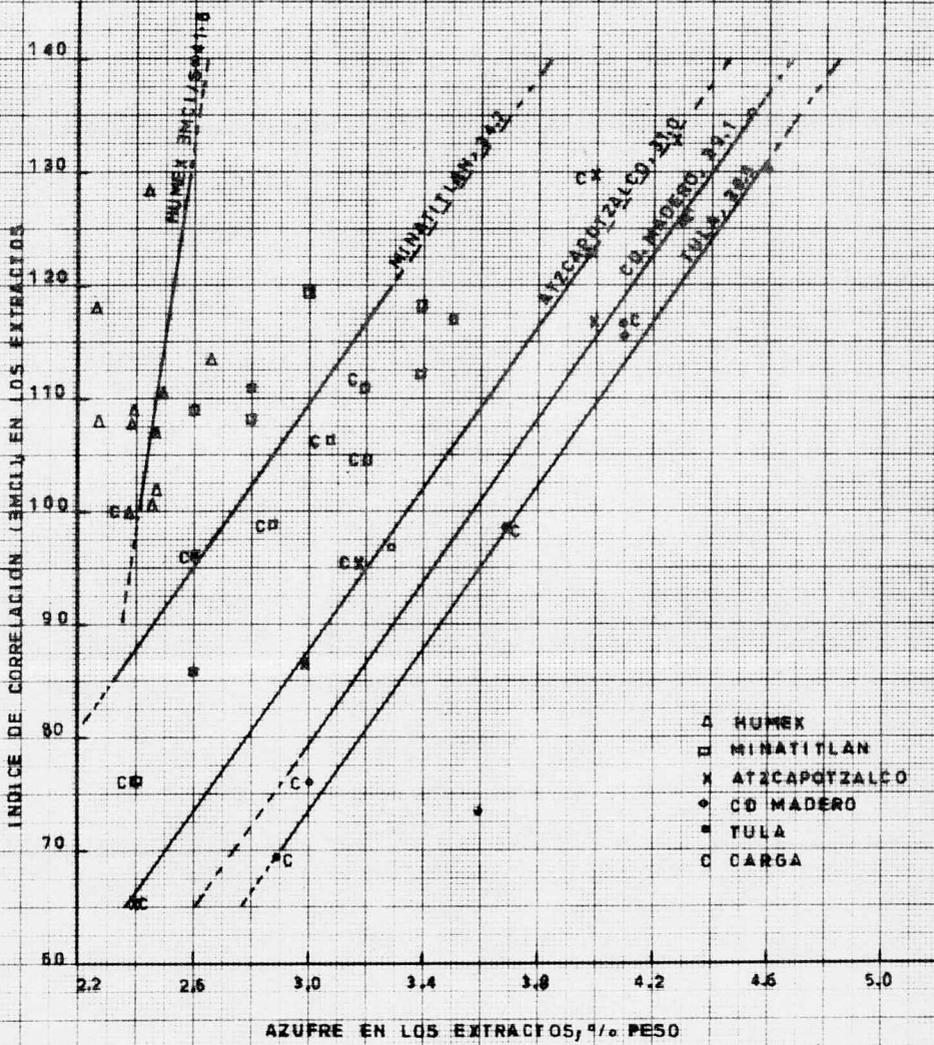
Para evaluar los resultados obtenidos en la presente experiencia, se consideraron los siguientes parámetros:

El Índice de Correlación (BMCI) y el contenido de azufre en los productos, así como los rendimientos de extracción.

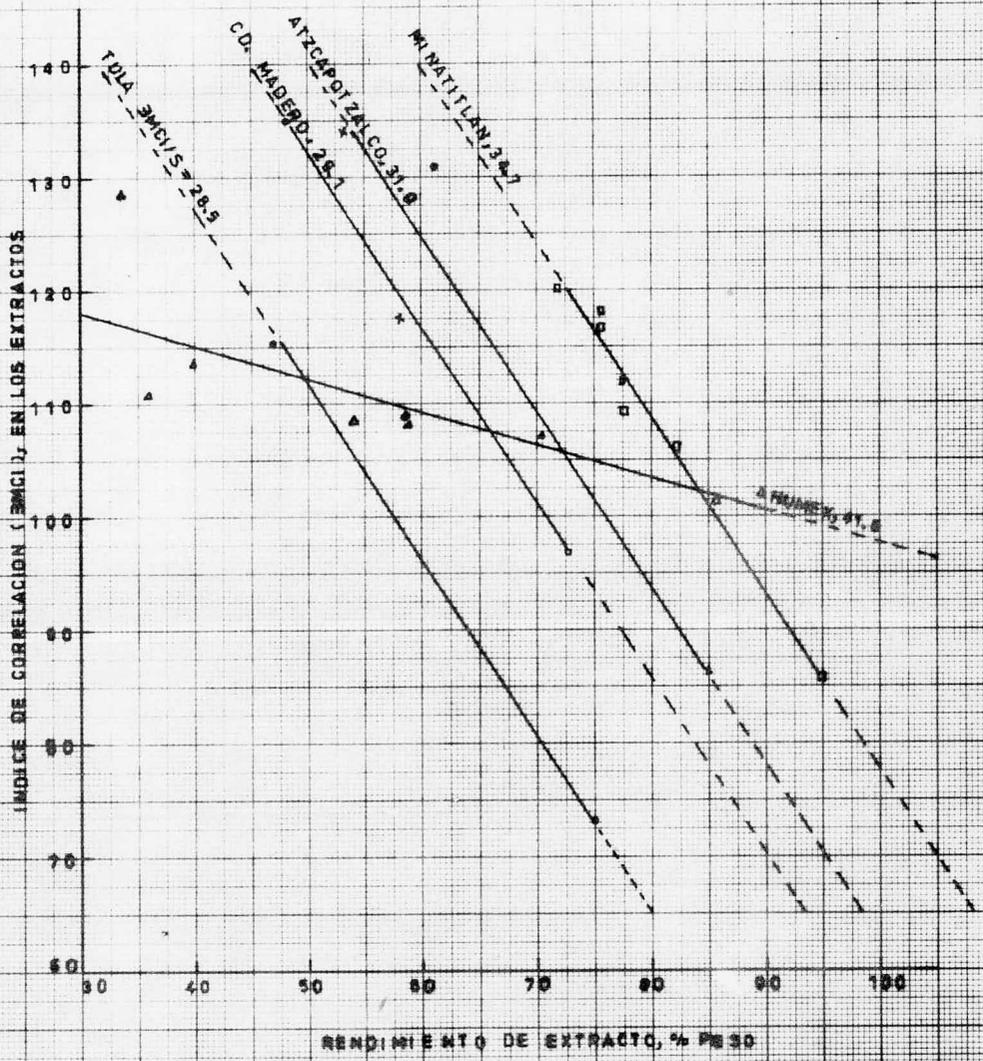
Las gráficas construidas con los resultados obtenidos indican que los rendimientos de extracción son directamente proporcionales a la temperatura de operación y a la relación de solvente/carga. Sin embargo el Índice de Correlación (BMCI) es función inversa de estas variables. En el caso del Azufre, fué notable los ligeros incrementos de concentración en el producto con respecto a la carga original cuando se aumenta la temperatura.

Con respecto a los incrementos de BMCI que se obtuvieron, se observaron incrementos de la concentración de Azufre en el producto, es decir el BMCI es función directa del Azufre, siendo precisamente esta relación la que limita la obtención de productos con elevado índice de correlación y bajo contenido de azufre.

Un resumen condensado de este estudio se da por medio de las gráficas Nos. 1 y 2 construidas con los datos de la tabla No. 8.



U.N.A.M.	
FACULTAD DE QUIMICA	
TESIS PROFESIONAL	
GRAFICA DE CORRELACION DE RESULTADOS	
HOMERO SANCHEZ RUSTRIAN	
AGOSTO 77	GRAFICA 1



U.N.A.M.	
FACULTAD DE QUIMICA	
TESIS PROFESIONAL	
GRAFICA DE CORRELACION DE RESULTADOS	
ROBERTO SANCHEZ MARTINEZ	
AGOSTO 77	GRAFICA 2

TABLA 7 CARACTERIZACION DE CARGAS.

ANALISIS	RESIDUO DE DESINTEGRACION CATALITICA							ACEITE CICLICO LIGERO						MEZCLAS RESIDUO CATALITICO ACETILE CICLICO LIGERO				P/P	ESPECL. FICACIO. NES.
	ATZCAPOTZALCO FCC		T U L A FCC		CD. MADERO FCC	MINA FCC	HUMEX	ATZCAPOTZALCO FCC		T U L A FCC		CD. MADERO FCC	MINA FCC	MINATITLAN		ATZCAPOTZALCO I	TULA I		
	I	II	I	II				I	II	I	II			63/37	85/15	51/49	63/37		
Peso Especifico, 20/40 °C	1.103	1.083	1.033	1.074	1.093	1.058	1.028	0.954	0.943	0.954	0.941	0.965	0.958	1.023	1.042	1.021	1.000	1.01-1.08	
Peso Especifico, 60/60 °F	1.106	1.086	1.036	1.078	1.097	1.061	1.031	0.957	0.946	0.957	0.944	0.968	0.961	1.026	1.045	1.023	1.003		
Viscosidad a 37.8 °C, S S U	176.1	89.1	410.6	919.5	712.5	118.0	77.4	41.5	41.9	37.2	36.5	40.1	37.2	57.8	92.0	80.7	77.7		
Viscosidad a 98.9 °C, S S U	58.3	51.4	49.1	402.5	60.4	38.4	36.0	31.0		30.1	1.2sc	1.4 cs	30.0	33.4	36.2	35.7	36.0	100 MAX.	
Carbon Ramsbottom, % PESO	4.1	3.9	3.4	3.3	4.3	1.8	2.5	0.4	0.6	0.4	0.3		0.6	1.3	1.9	1.7	2.2	6.5 MAX.	
Cenizas, % PESO	0.5	0.3	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		0.2	0.1	0.1		0.1	0.1	0.03 MAX.	
Insolubles en nC, % PESO	1.3	1.0	27.6	2.6	2.7	0.2	0.8	0.5			0.2			0.2	0.2			3.5 MAX.	
Temperatura de miscibilidad en anilina, °C	38.9	41.0	54.4	47.2	41.8(MIXTA)	35(MIXTA)	19(MIXTA)	29.8	37.2	41.6	42	41.6	37.2	34.4	35.2	42.0	48.5		
Temperatura de Congelación, °C	5	14	-19	17	8	-4	-28	-7.	-4.	-22	-16.	-10	-28	-7	-7	-7	-22		
Metales, ppm																			
Calcio	3.4	0.7	2.9	1.2	1.2	1.3	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7	0.4	0.6	3.5	0.6	1.4	1.2	6.0 MAX	
Bario	10.6	0.5	1.0	0.5	0.5	0.6	0.5	2.2	0.5	1.0	0.5	0.5	0.1	1.0	0.5	0.5	0.5	6.0 MAX	
Fierro	11.8	9.8	1.9	4.0	7.3	1.3	0.1	1.0	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	2.0	0.6	3.6	2.7	0.8 MAX	
Sodio	24.5	24.5	7.2	7.2	8.3	1.0	1.8	2.4	1.0	1.2	7.1	1.0	2.5	5.6	6.0	1.0	6.7	20.0 MAX	
Potasio	6.2	3.1	3.6	3.6	2.5	1.0	0.4	2.6	1.0		1.0	1.0		4.0	1.1	1.0	1.5	2.0 MAX	
Niquel		0.1		0.1	0.1	0.1													
Vanadio		0.5		0.5	0.5	0.5													
CLAY-GEL, % PESO																			
Saturados	10.6	10.6	23.7	16.5	12.9	12.1	14.4	25.7	25.7	25.1	28.3	23.8	20.3	15.2	15.8	19.8	23.9		
Polares	13.8	13.8	11.6	12.0	12.2	7.4	7.9	0.9	0.9	0.9	0.8	1.0	0.8	5.0	6.4	9.2	7.8		
Aromáticos	70.6	70.6	60.1	60.9	66.6	80.5	77.7	73.4	73.4	74.0	70.9	75.2	78.7	79.8	77.8	71.0	67.0		
Asfaltenos	5.0	5.0	4.6	9.6	8.3													1.3	
DESTILACION (D-1160) °C																			
T I E	297	300	287	310	303	300	275	279	275	240	263	261	260	286	292	260	251		
T M E	448	460	482	492	502	474	435	385	380	365	350	383	351	448	420	438	415		
T F E (% DEST)	595(95)	580(95)	685(94)	650(93)	658(88)	602(92)	580(83)	429(92)	427(98)	400(75)	398(90)	435 (91)	463(80)	548(89)	511(88)	582(83)	593(89)		
A Z U F R E , % PESO	3.6	4.0	3.4	4.1	4.3	3.2	2.4	2.4	2.4	1.1	2.9	3.0	2.4	2.6	2.8	3.2	2.8	3.0 MAX.	
INDICE DE CORRELACION (B M C I)	130.0	123.8	98.4	116.8	125.3	111.1	100.4	70.3	88.0	72.8	68.5	75.9	76.3	96.6	108.5	96.3	88.7	110 MIN.	

C A R G A	RELACION Residuo Catalítico Ac.Cíclico Ligero. P/P	ORIGINAL.		EXTRACTO.		CONDICIONES DE OPERACION.			
		BMC I	AZUFRE % P	BMC I	AZUFRE % P	RENDIMIENTO	TEMPERATURA °C	REL. SOL/HC, V/V.	
1	MEZCLA HUMEX o	70/30 *	100,4	2,4	108,7	2,4	58,7	20	4/1
2	MINATITLAN	R 100 %	111,1	3,2	116,8	3,5	75,4	40	4/1
3	MINATITLAN	ACL 100 %	76,3	2,4	86,0	2,6	94,7	40	4/1
4	MINATITLAN CALCULADO (2 y 3)	85/15	106,0	3,1	112,2	3,4	78,3	- -	- -
5	MINATITLAN	85/15	108,5	2,8	118,5	3,4	74,9	40	4/1
6	MINATITLAN CALCULADO (2 y 3)	63/37	98,2	2,9	105,4	3,2	82,5	- -	- -
7	MINATITLAN	63/37	96,6	2,6	109,2	2,6	78,1	40	4/1
8	CDA, MADERO	R 100 %	125,3	4,3	134,5	4,5	49	40	6/1
9	CDA, MADERO	ACL 100 %	75,9	3,0	96,6	3,3	72,8	20	4/1
10	TULA II	63/37	98,9	3,7	115,2	4,1	46,7	85	4/1
11	ATZCAPOTZALCO I	51/49	96,3	3,2	117,2	4,0	58,2	60	6/1
12	ATZCAPOTZALCO II	ACL 100 %	65,7	2,4	86,8	2,6	85,0	60	4/1
13	ATZCAPOTZALCO III	R 100 %	123,8	4,0	133,8	4,3	54,5	60	4/1
14	MINATITLAN o	85/15	108,5	2,8	119,6	3,0	72,0	20	6/1
15	MINATITLAN o	63/37	96,6	2,6	111,0	2,8	67,0	20	4/1
16	TULA II	R 100 %	116,8	4,1	130,5	4,6	60,6	85	6/1
17	TULA II	ACL 100 %	68,5	2,9	85,2	3,6	74,00	40	6/1

R . RESIDUO CATALITICO

* . PREPARADA POR PEMEX CON ACL DESULFURIZADO

ACL . ACEITE CICLICO LIGERO

o . MUESTRAS QUE CUMPLEN ESPECIFICACION

V.- CONCLUSIONES.

De acuerdo a las gráficas de resultados 1 y 2 y tomando como base la obtención de productos con contenido máximo de 3.0 % de Azufre y un BMCI mínimo de 110 se pueden establecer las siguientes conclusiones:

1.- Ninguna de las cargas (Aceite cíclico ligero residuo-catalítico o mezcla de ambos) consideradas en este estudio presenta posibilidades de aplicación en forma directa, es decir sin tratamiento de extracción.

2.- Las cargas que proceden de las Refinerías de Atzacapotzalco, Cd. Madero y Tula, tampoco presentan posibilidades de aplicación, ni en forma directa ni con tratamiento de extracción.

3.- Aparentemente, la relación de BMCI/Azufre en las diversas cargas y extractos estudiados se mantiene constante, independientemente de la severidad aplicada en la desintegración para el caso de las primeras y del rendimiento en la extracción para el segundo tipo de proceso; podría decirse que quizás dependa más bien de la composición original de la carga a la planta de desintegración catalítica o indirectamente, del tipo de crudo originador de la misma.

Se considera sumamente importante la comprobación por estudio estadístico, esta relación.

De acuerdo con la consideración anterior, es muy recomendable la realización de un estudio estadístico de los aceites cíclico ligero y pesado de las plantas de desintegración catalítica para confirmar y definir con más precisión esta correlación entre el BMCI y el Azufre.

4.- La planta FCC de la Refinería de Minatitlán es la única que puede proporcionar las cargas adecuadas ya sea ajustando las condiciones de operación de dicha planta para que las cargas se utilicen sin ningún reproceso adicional o a condiciones menos severas y sometiendo la carga a extracción con lo cual se obtendría un rendimiento de producto de 80 %.

5.- La muestra HUMEX que corresponde a una mezcla de residuo catalítico FCC de Minatitlán y aceite cíclico ligero hidrodesulfurizado de Cd. Madero en la proporción de 70/30, presenta un comportamiento diferente a todas las cargas antes mencionadas.

6.- En el caso de la muestra HUMEX, las relaciones BMCI/-Azufre se presentaron muy favorables puesto que la variación de la cantidad de azufre se mantuvo dentro de especificación para productos hasta con un BMCI de 140. Sin embargo los rendimientos de extracto aromático resultaron bajos, por ejemplo para obtener un producto con un BMCI de 110 el rendimiento fué de 58%.

VI.- A N E X O S .

a) ESTUDIO DE MERCADO.

Actualmente en nuestro país, NEGROMEX y HUMEX son las úni
cas empresas dedicadas a la producción de negro de humo empleando
el Proceso de Horno con alimentación de aceite.

La utilidad de la presente Tecnología desarrollada en el-
Instituto Mexicano del Petróleo, servirá básicamente a Petróleos
Mexicanos para cubrir la demanda de cargas satisfactorias para -
la elaboración de negro de humo, es decir cargas con mejor factor
de caracterización (K), un alto Índice de Correlación (BMCI),
mayor de 110 y menor contenido de Azufre.

b) TABLAS, GRAFICAS, DIAGRAMAS, ETC.

Este anexo consta de 18 tablas de Condiciones de Operación y Análisis de Productos (9 - 26), la tabla número 27 se refiere a los datos estadísticos del consumo aparente de Negro de Humo en México.

De 13 gráficas (3 - 15) construidas con la información de las Tablas anteriores.

De 4 figuras (2 - 5) correspondientes a los diagramas de flujo de los procesos que se mencionan en la presente tesis.

TABLA 9 CONDICIONES DE OPERACION Y ANALISIS DE PRODUCTOS

PROCEDENCIA DE CARGA	H U M E X															
CARGA: <u>Residuo Catalítico</u> (P/P) <u>Acetato Cíclico Ligero</u> <u>Desulfurizado</u>	70/30															
No. DE PRUEBA	1		2		3		4		5		6		7		8	
P R O D U C T O	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo
CONDICIONES DE OPERACION																
T E M P E R A T U R A , °C	20	20	40	40	20	20	40	40	20	20	40	40	20	20	40	40
RELACION, Solvente/Carga, V/V	1/1	1/1	1/1	1/1	2/1	2/1	2/1	2/1	4/1	4/1	4/1	4/1	6/1	6/1	6/1	6/1
CONTENIDO DE SOLVENTE, % PESO	81,1	14,8	65,2	23,8	82,6	12,9	72,2	22,7	84,4	19,6	76,2	19,8	86,5	16,0	81,4	40,3
RENDIMIENTO, % PESO	16,1	83,9	29,5	70,5	30,3	69,7	54,4	45,6	58,7	41,3	85,8	14,2	70,4	29,6	90,6	9,4
ANALISIS DE PRODUCTO																
Peso Específico, 20/4 °C	1,077	1,032	1,045	1,028	1,059	1,023	1,048	1,016	1,058	1,015	1,042	0,986	1,044	0,984	1,042	0,978
Peso Específico, 60/60 °F	1,081		1,048		1,063		1,050		1,062		1,045		1,047		1,045	
DESTILACION (D.1160) °C T I E	290		288		275		288		252		300		260		280	
DESTILACION (D.1160) °C T M E	440		440		402		448		402		460		440		440	
DESTILACION (D.1160) °C T F E (% DEST)	498 (77)		548 (80)		502 (97)		548 (80)		532 (97)		576 (82)		560(88)		537 (87)	
A Z U F R E , % P E S O	2,3	2,4	2,3	2,4	2,3	1,6	2,4	2,4	2,4	1,7	2,5	1,8	2,5	2,2	2,5	
INDICE DE CORRELACION (B M C I)	123,5		107,9		118,8		108,5		108,3		101,3		107,3		102,0	

TABLA 10 CONDICIONES DE OPERACION Y ANALISIS DE PRODUCTOS

PROCEDENCIA DE CARGA		MINATITLAN															
CARGA: Residuo Catalitico (P/P) Aceite Ciclico Ligero		63/37															
No. DE PRUEBA		1		2		3		4		5		6		7		8	
P R O D U C T O		Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo
CONDICIONES DE OPERACION																	
T E M P E R A T U R A , °C		20	20	40	40	20	20	40	40	20	20	40	40	20	20	40	40
RELACION, Solvente/Carga, V/V		1/1	1/1	1/1	1/1	2/1	2/1	2/1	2/1	4/1	4/1	4/1	4/1	6/1	6/1	6/1	6/1
CONTENIDO DE SOLVENTE, % PESO		72,8	13,6	59,7	24,2	79,1	13,0	68,9	17,8	82,7	13,7	79,5	23,5	85,2	5,7	83,2	20,4
RENDIMIENTO, % PESO		24,0	76,0	37,1	62,9	38,7	61,3	62,4	37,6	66,7	57,3	78,1	21,9	74,0	26,0	92,6	7,4
ANALISIS DE PRODUCTO																	
Peso Especifico, 20/4 °C		1,045	1,016	1,035	0,966	1,045	1,095	1,044	0,999	1,0450	0,998	1,040	0,962	1,043	1,016	1,033	0,900
Peso Especifico, 60/60 °F		1,048		1,038		1,048		1,047		1,048		1,043		1,046		1,036	
DESTILACION (D-1160) °C T I E		290		261		250		260		260		280		260		271	
DESTILACION (D-1160) °C T M E		415		410		409		400		409		403		418		422	
DESTILACION (D-1160) °C T F E (% DEST)		550 (84)		562 (89)		510 (77)		535 (92)		560 (83)		540 (92)		520 (76)		562 (90)	
A Z U F R E % PESO		2,4	2,7	2,7	2,6	2,7	2,6	3,1	1,9	2,8	2,7	2,6		2,9	1,9	2,7	1,3
INDICE DE CORRELACION (B M C I)		110,5		112,3		110,9		111,14		110,7		109,2		109,2		103,9	

TABLA 11

CONDICIONES DE OPERACION Y ANALISIS DE PRODUCTOS

PROCEDENCIA DE CARGA		MINATITLAN															
CARGA: <u>Residuo Catalítico</u> (P/P) <u>Aceite Cíclico Ligero</u>		85/15															
No. DE PRUEBA		1		2		3		4		5		6		7		8	
P R O D U C T O		Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo
CONDICIONES DE OPERACION																	
T E M P E R A T U R A , °C		20	20	40	40	20	20	40	40	20	20	40	40	20	20	40	40
RELACION, Solvente/Carga, V/V		1/1	1/1	1/1	1/1	2/1	2/1	2/1	2/1	4/1	4/1	4/1	4/1	6/1	6/1	6/1	6/1
CONTENIDO DE SOLVENTE, % PESO		86,3	16,4	77,4	22	78,2	26,5	60,5	23,2	85,8	13,6	80,2	13,4	83,7	9,0	86,4	22,9
RENDIMIENTO, % PESO		10,5	89,5	16,8	83,2	41,2	58,8	51,7	48,3	48,2	51,8	74,9	25,1	71,8	28,2	89,3	10,7
ANALISIS DE PRODUCTO																	
Peso Especifico, 20/4 °C		1,083	1,021	1,060	1,049	1,064	1,053	1,084	1,038	1,064	1,033	1,061	1,012	1,067	1,069	1,056	0,978
Peso Especifico, 60/60 °F		1,086		1,063		1,067		1,087		1,067		1,064		1,070		1,059	
DESTILACION (D-1160) °C T I E		320		280		290		304		270		261		278		298	
DESTILACION (D-1160) °C T M E		412		435		435		442		445		410		428		450	
DESTILACION (D-1160) °C T F E (% DEST)		578 (90)		602 (90)		583 (90)		578 (98)		578 (95)		570 (88)		583 (95)		627 (95)	
A Z U F R E , % PESO		3,9	3,0	3,6	3,0	3,5	3,1	3,7	2,6	3,3	3,2	3,4	3,0	3,1	2,8	3,3	2,9
INDICE DE CORRELACION (B M C I)		128,6		115,3		117,5		125,9		116,5		118,5		119,6		111,9	

TABLA 12 CONDICIONES DE OPERACION Y ANALISIS DE PRODUCTOS

PROCEDENCIA DE CARGA	M I N A T I T L A N															
CARGA: <u>Residuo Catalítico</u> (P/P) <u>Aceite Cíclico Ligero</u>	RESIDUO CATALITICO 100%															
No. DE PRUEBA	1		2		3		4		5		6		7		8	
P R O D U C T O	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo
CONDICIONES DE OPERACION																
T E M P E R A T U R A , °C	20	20	40	40	20	20	40	40	20	20	40	40	20	20	40	40
RELACION, Solvente/Carga, V/V	1/1	1/1	1/1	1/1	2/1	2/1	2/1	2/1	4/1	4/1	4/1	4/1	6/1	6/1	6/1	6/1
CONTENIDO DE SOLVENTE, % PESO	80,8	12,0	78,6	12,1	87,3	12,5	79,5	15,5	93,3	12,1	80,7	12,0	89,3	19,3	87,0	16,7
RENDIMIENTO, % PESO	14,6	85,4	15,5	84,5	21,8	78,2	35,5	64,5	22,9	77,1	75,4	24,6	58,2	41,8	74,9	25,1
ANALISIS DE PRODUCTO																
Peso Especifico, 20/4 °C	1,073	1,057	1,077	1,059	1,083	1,060	1,074	1,060	1,085	1,063	1,070	1,027	1,060	0,937	1,085	1,047
Peso Especifico, 60/60 °F	1,076		1,081		1,078		1,077		1,088		1,073		1,063		1,088	
DESTILACION(D.1160) °C T I E	275		270				260				300		300		298	
DESTILACION (D.1160) °C T M E	433		425				432				470		458		453	
DESTILACION (D.1160) °C T F E (% DEST)	540 (96)		558 (95)				588 (96)				520 (79)		562 (94)		620 (98)	
A Z U F R E , % PESO	3,7	2,1	3,3	1,8	3,3	2,0	3,5	2,7	3,8	3,3	3,3	2,9	3,3	3,1	3,4	3,0
INDICE DE CORRELACION (B M C I)	121,9		124,6				122,3				116,8		113,3		117,5	

13
TABLA _____ **CONDICIONES DE OPERACION Y ANALISIS DE PRODUCTOS**

PROCEDENCIA DE CARGA	MINATITLAN															
CARGA: <u>Residuo Catalitico</u> (P/P) <u>Aceite Ciclico Ligero</u>	ACEITE CICLICO LIGERO 100%															
No. DE PRUEBA	1		2		3		4		5		6		7		8	
PRODUCTO	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo
CONDICIONES DE OPERACION																
TEMPERATURA, °C	20	20	40	40	20	20	40	40	20	20	40	40	20	20	40	40
RELACION, Solvente/Carga, V/V	1/1	1/1	2/1	1/1	2/1	2/1	2/1	2/1	4/1	4/1	4/1	4/1	6/1	6/1	6/1	6/1
CONTENIDO DE SOLVENTE, % PESO	64,7	13,8	84,4	21,8	84,6	19,4	66,1	4,6	81,4	18,1	99,4	69,2	86,9	3,5	84,0	4,4
RENDIMIENTO, % PESO	41,6	58,4	70,0	30,0	49,6	50,4	77,2	22,8	75,8	24,2	94,7	5,3	79,0	21,0	92,0	8,0
ANALISIS DE PRODUCTO																
Peso Especifico, 20/4 °C	1,000	0,935	1,010	0,957	1,024	0,912	0,984	0,892	0,995	0,875	0,982	0,900	0,993	0,868	0,976	0,852
Peso Especifico, 60/60 °F	1,003		1,013		1,027		0,987		0,998		0,985		0,996		0,979	
DESTILACION (D.1160) °C T I E	252		253		280		248		260		290		255		275	
DESTILACION (D.1160) °C T M E	375		365		390		360		374		363		365		348	
DESTILACION (D.1160) °C T F E (% DES)	415 (75)		430 (87)		450 (98)		450 (95)		544 (98)		470 (98)		435 (95)		440 (95)	
A Z U F R E, % PESO	2,6	1,9	3,4	1,8	2,4	1,4	2,6	1,5	2,8	1,4	2,6	1,4	3,1	1,7	2,3	1,3
INDICE DE CORRELACION (B M C I)	93,5		99,4		93,1		87,5		91,0		86,0		91,2		85,0	

14 TABLA CONDICIONES DE OPERACION Y ANALISIS DE PRODUCTOS

PROCEDENCIA DE CARGA	CIUDAD MADERO															
CARGA: <u>Residuo Catalitico</u> (P/P) <u>Aceite Ciclico Ligero</u>	RESIDUO CATALITICO 100%															
No. DE PRUEBA	1		2		3		4		5		6		7		8	
PRODUCTO	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo
CONDICIONES DE OPERACION																
TEMPERATURA, °C	20	20	40	40	60	60	85	85	20	20	40	40	60	60	85	85
RELACION, Solvente/Carga, V/V	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	4/1	4/1	4/1	4/1	4/1	4/1	4/1	4/1
CONTENIDO DE SOLVENTE, % PESO	89,2	12,9	87,3	11,5	86,5	19,3	78,5	15,9	91,1	8,1	90,2	11,1	87,1	15,8	86,5	14,3
RENDIMIENTO, % PESO	13,8	86,2	21,2	78,8	18,7	81,3	21,0	79,0	24,1	75,9	29,3	70,7	40,5	59,5	41,0	59,0
ANALISIS DE PRODUCTO																
Peso Especifico, 20/4 °C	1,106	1,091	1,122	1,090	1,118	1,091	1,104	1,090	1,104	1,090	1,113	1,089	1,112	1,084	1,109	1,089
Peso Especifico, 60/60 °F		1,094		1,093		1,094		1,093		1,093	1,116	1,092		1,087		1,092
DESTILACION (D.1160) °C T M E		293		328		304		300		306	290	287		345		315
DESTILACION (D.1160) °C T M E		495		508		497		497		494	477	505		502		473
DESTILACION (D.1160) °C T F E (% DEST)		620(97)		642(90)		635(89)		620(96)		585(95)	580(90)	574(91)		655(98)		697(83)
A Z U F R E , % PESO	4,2	3,9	4,2	4,1	3,9	3,9	4,2	4,3	4,4	4,1	4,6	4,1	4,4	4,2	4,7	4,2
INDICE DE CORRELACION (B M C I)	129,7*	124,6	132,7*	123,3	129,2*	124,4	130,6*	123,9	128,5*	124,3	136,5	122,8	131,5*	121,1	125,2*	125,4

* POR CALCULO.

TABLA 15

PROCEDECENCIA DE CARGA	C I U D A D M A D E R O							
CARGO: <u>Residuo Catalítico</u> (P/P) <u>Aceite Cíclico Ligero</u>	RESIDUO CATALITICO 100Z							
No. DE PRUEBA	9		10		11		12	
P R O D U C T O	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo
CONDICIONES DE OPERACION								
T E M P E R A T U R A , °C	20	20	40	40	60	60	85	85
Relación, Solvente/Carga, V/V	6/1	6/1	6/1	6/1	6/1	6/1	6/1	6/1
CONTENIDO DE SOLVENTE, % P E S O	95,9	1,1	89,4	11,0	86,7	19,3	85,3	17,6
RENDIMIENTO, % P E S O	20,0	80,0	49,0	51,0	63,6	36,4	71,7	28,3
ANALISIS DE PRODUCTO								
Peso Específico, 20/4 °C	1,112	1,033	1,110	1,072	1,103	1,073	1,110	28,3
Peso Específico, 60/60 °F			1,113		1,106			
DESTILACION (D.1160) °C T I E			294		295			
DESTILACION (D.1160) °C T M E			486		486			
DESTILACION (D.1160) ° T F E (% DEST)			600(93)		620(90)			
A Z U F R E , % P E S O	4,8	4,4	4,5	4,2	4,4	3,7	4,4	4,0
INDICE DE CORRELACION (B M C I)			134,5		131,1			

TABLA 16 CONDICIONES DE OPERACION Y ANALISIS DE PRODUCTOS

PROCEDENCIA DE CARGA		CIUDAD MADERO															
CARGA: <u>Residuo Catalitico</u> (P/P) <u>Aceite Ciclico Ligero</u>		ACEITE CICLICO LIGERO 100%															
No. DE PRUEBA	1		2		3		4		5		6		7		8		
PRODUCTO	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	
CONDICIONES DE OPERACION																	
TEMPERATURA, °C	20	20	40	40	20	20	40	40	60	60	20	20	40	40	60	60	
RELACION, Solvente/Carga, V/V	1/1	1/1	1/1	1/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	4/1	4/1	4/1	4/1	4/1	4/1	
CONTENIDO DE SOLVENTE, % PESO	67.6	3.2	14.6	18.8	76.7	10.0	71.8	89	67.4	14.0	84.5	29.8	85.2	45.0	78.3	24.0	
RENDIMIENTO, % PESO	37.7	62.3	54.7	45.3	53.0	47.0	66.2	33.8	77.5	22.5	72.8	27.2	76.0	25.0	80.0	20.0	
ANALISIS DE PRODUCTO																	
Pesos Especifico, 20/4 °C	1,015	0,946	1,008	0,939	1,018	0,921	1,003	0,910	0,992	0,903	1,008	0,903	1,019	0,894	0,991	0,894	
Peso Especifico, 60/60 °F	1,018		1,011		1,021		1,006		0,995		1,011		1,022		0,994		
DESTILACION (D.1160) °C T I E	270		280		261		270		243		270		292		270		
DESTILACION (D.1160) °C T M E	390		405		382		312		372		382		404		369		
DESTILACION (D.1160) °C T F E (% DEST)	478 (95)		470(90)		440(90)		447(95)		435(97)		447(90)		473 (91)		430(99)		
A Z U F R E , % PESO	3.3	3.3	2.7	2.7	3.0	2.9	3.2	2.0	3.4	0.9	3.3	1.7	3.4	1.5	3.6	1.9	
INDICE DE CORRELACION (B M C I)	98.6		93.9		101.0		95.2		89.8		96.6		99.2		89.8		

TABLA 17 CONDICIONES DE OPERACION Y ANALISIS DE PRODUCTOS

PROCEDENCIA DE CARGA		AZCAPOTZALCO I															
CARGA:	Residuo Catalítico (P/P) Aceite Cíclico Ligero	51/49															
No. DE PRUEBA		1		2		3		4		5		6		7		8	
P R O D U C T O		Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo
CONDICIONES DE OPERACION																	
T E M P E R A T U R A °C		40	40	60	60	40	40	60	60	40	40	60	60	40	40	60	60
RELACION, Solvente/Carga, V/V		1/1	1/1	1/1	1/1	2/1	2/1	2/1	2/1	4/1	4/1	4/1	4/1	6/1	6/1	6/1	6/1
CONTENIDO DE SOLVENTE, % PESO		91.0	12.7	89.8	13.8	91.2	12.5	79.4	17.7	91.5	5.2	90.5	24.9	93	4.2	90	36
RENDIMIENTO, % PESO		6.0	94	6.9	93.1	13.9	86.1	17.5	82.5	28.4	71.6	35.7	64.3	34.5	65.5	58.2	41.8
ANALISIS DE PRODUCTO																	
Peso Especifico, 20/4 °C		1.059	1.020	1.060	1.020	1.060	1.019	1.060	1.020	1.064	1.008	1.062	1.026	1.055	1.010	1.053	1.042
Peso Especifico, 60/60 °F								1.063		1.067		1.065				1.056	
DESTILACION (D.1160) °C T I E								280		263		288				260	
DESTILACION (D.1160) °C T M E								415		420		408				384	
DESTILACION (D.1160) °C T F E (% DEST)								580(85)		490(80)		565(96)				530(90)	
A Z U F R E, % PESO		4.0	3.2	3.5	3.4	3.1	2.9	3.8	3.3	4.2	3.4	4.2	3.3	4.0	3.0	4.0	3.5
INDICE DE CORRELACION (B M C I)								117.4		118.8		119.1				117.2	

TABLA 18 CONDICIONES DE OPERACION Y ANALISIS DE PRODUCTOS

PROCEDECIA DE CARGA		ATZCAPOTZALCO II															
CARGA: <u>Residuo Catalitico</u> (P/P) <u>Acete Ciclico Ligero</u>		RESIDUO CATALITICO 100%															
No. DE PRUEBA		1		2		3		4		5		6		7		8	
P R O D U C T O		Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo
CONDICIONES DE OPERACION																	
T E M P E R A T U R A , °C		20	20	40	40	60	60	85	85	20	20	40	40	60	60	85	85
RELACION, Solvente/Carga, V/V		1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1
CONTENIDO DE SOLVENTE, % PESO		86,3	24,8	85,4	6,9	78,9	2,8	77,1	6,0	86,6	10,8	86,6	14,0	82,9	11,3	79,3	18,2
RENDIMIENTO, % PESO		10,1	89,9	11,4	88,6	14,2	85,8	17,1	82,9	17,0	83,0	19,0	81,0	27,1	72,9	31,5	68,5
ANALISIS DE PRODUCTO																	
Peso Especifico, 20/4 °C		1,056	1,084	1,108	1,084	1,109	1,047	1,098	1,083	1,104	1,076	1,107	1,078	1,106	1,078	1,097	1,076
Peso Especifico, 60/60 °F				1,111		1,112		1,101		1,107		1,110		1,109		1,100	1,080
DESTILACION (D.1160) °C T I E				343		278		278		280		260		276		278	312
DESTILACION (D.1160) °C T M E				505		454		471		471		432		475		465	489
DESTILACION (D.1160) °C T F E (% DEST)				633 (95)		577 (97)		628 (96)		576 (95)		546 (97)		582 (97)		570 (93)	583(90)
A Z U F R E , % PESO		4,1	3,9	4,0	3,9	4,0	3,7	4,3	3,9	4,3	4,1	4,0	3,8	4,3	4,1	4,1	3,9
INDICE DE CORRELACION (B M C I)				131,9		137,0		129,9		132,7		138,0		133,7		130,3	118,3

TABLA 19 CONDICIONES DE OPERACION Y ANALISIS DE PRODUCTOS

PROCEDENCIA DE CARGA		ATZCAPOTZALCO II															
CARGA: Residuo Catalítico (P/P) Aceite Cíclico Ligero		RESIDUO CATALITICO 100%															
No. DE PRUEBA		9		10		11		12		13		14		15			
P R O D U C T O		Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo
CONDICIONES DE OPERACION																	
T E M P E R A T U R A , °C		20	20	40	40	60	60	85	85	20	20	40	40	85	85		
RELACION, Solvente/Carga, V/V		4/1	4/1	4/1	4/1	4/1	4/1	4/1	4/1	6/1	6/1	6/1	6/1	6/1	6/1		
CONTENIDO DE SOLVENTE, % PESO		90,3	8,3	87,7	19,8	67,5	14,7	58,3	4,1	91,7	17,1	87,1	7,9	82,7	23,1		
RENDIMIENTO, % PESO		31,1	62,9	36,2	63,8	54,5	45,5	57,2	42,8	40,6	59,4	63,3	36,7	91,6	8,4		
ANALISIS DE PRODUCTO																	
Peso Especifico, 20/4 °C		1,103	1,107	1,105	1,070	1,107	1,070	1,098	1,058	1,104	1,069	1,098	1,059	1,084	1,047		
Peso Especifico, 60/60 °F		1,106	1,074	1,108	1,073	1,110		1,103				1,101		1,087			
DESTILACION (D.1160) °C T I E		320	298	290	305	300		319				322		291			
DESTILACION (D.1160) °C T M E		483	492	440	483	475		500				492		468			
DESTILACION (D.1160) °C T F E (DEST %)		560 (87)	685(73)	540(93)	583	561(97)		615(94)				576(93)		592(92)			
A Z U F R E , % PESO		4,2	4,0	4,3	3,7	4,3	3,7	4,1	3,2	4,1	3,8	4,4	4,0	4,4	3,8		
INDICE DE CORRELACION (B M C I)		131,3	115,3	136,3	115,7	133,8		128,5				128,3		123,9			

TABLA 20 CONDICIONES DE OPERACION Y ANALISIS DE PRODUCTOS

PROCEDENCIA DE CARGA		A T Z C A P O T Z A L C O II															
CARGA: Residuo Catalítico (P/P) Acaite Cíclico Ligero		ACEITE CICLICO LIGERO 100%															
No. DE PRUEBA		1		2		3		4		5		6		7		8	
P R O D U C T O		Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo
CONDICIONES DE OPERACION																	
T E M P E R A T U R A , °C		20	20	40	40	60	60	20	20	40	40	60	60	20	20	40	40
RELACION, Solvente/Carga, V/V		1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	4/1	4/1	4/1	4/1
CONTENIDO SOLVENTE, % PESO		76,9	8,3	68,9	9,1	69,5	9,6	78,2	6,1	72,4	8,4	56,0	10,9	73,6	17,5	80,4	4,7
RENDIMIENTO, % PESO		22,6	77,4	32,4	67,6	28,6	71,4	43,9	56,1	53,6	46,4	57,2	42,8	56,6	43,4	63,8	36,2
ANALISIS DE PRODUCTO																	
Peso Especifico, 20/4 °C		1,014	0,925	1,008	0,913	1,011	0,919	1,013	0,894	0,988	0,891	0,995	0,886	0,997	0,882	0,995	0,265
Peso Especifico, 60/60 °F		1,017		1,011		1,013		1,016		0,991		0,998		1,000		0,998	
DESTILACION (D.1160) °C T I E		278		290		279		260		290		296		297		290	
DESTILACION (D.1160) °C T M E		390		381		390		380		382		388		400		392	
DESTILACION (D.1160) °C T F E (% DEST)		430(99)		418(95)		432(99)		429		429		431(89)		427(56)		430(97)	
A Z U F R E , % PESO		3,2		4,4	1,8	3,6	1,8	3,2	1,6	2,9		3,2	2,5	3,1	1,5	3,0	1,1
INDICE DE CORRELACION (B M C I)		98,6	2,80	96,5		96,6		98,9		86,7		89,4		89,1		89,0	

PROCEDENCIA DE CARGA	A T Z C A P O T Z A L C O II							
CARGA: <u>Residuo Catalitico</u> <u>Aceite Ciclico Ligero</u> (P/P)	ACEITE CICLICO LIGERO 100%							
No. DE PRUEBA	9		10		11		12	
P R O D U C T O	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo
CONDICIONES DE OPERACION								
T E M P E R A T U R A, °C	60	60	20	20	40	40	60	60
RELACION, Solvente/Carga, V/V	4/1	4/1	6/1	6/1	6/1	6/1	6/1	6/1
CONTENIDO DE SOLVENTE, % P E S O	20,9	3,7	85,4	3,4	85,9	9,7	85,2	4,2
RENDIMIENTO, % P E S O	70,0	30,0	68,6	31,4	72,5	27,5	85,0	15,0
ANALISIS DE PRODUCTO								
Peso Especifico, 20/4 °C	0,994	0,869	0,990	0,865	1,004	0,854	0,986	0,860
Peso Especifico, 60/60 °F	0,997		0,993		1,007		0,989	
DESTILACION (D-1160) °C T I E	290		291		300		291	
DESTILACION (D-1160) °C T M E	398		398		392		375	
DESTILACION (D-1160) °C T F E (% DEST)	427(87)		430(88)		427(92)		425(93)	
A Z U F R E , % P E S O	3,0	1,1	3,0	1,0	3,0	1,0	2,6	1,0
INDICE DE CORRELACION (B M C I)	88,0		86,0		93,2		86,8	

TABLA 22 CONDICIONES DE OPERACION Y ANALISIS DE PRODUCTOS

PROCEDENCIA DE CARGA		T U L A I															
CARGA: Residuo Catalítico (P/P) Aceite Cíclico Ligero		63/37															
No. DE PRUEBA	1		2		3		4		5		6		7		8		
P R O D U C T O	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	
CONDICIONES DE OPERACION																	
T E M P E R A T U R A , °C	20	20	40	40	60	60	85	85	20	20	40	40	60	60	85	85	
RELACION, Solvente/Carga, V/V	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	
CONTENIDO DE SOLVENTE, % PESO	92,4	9,7	90,1	11,7	88,9	11,7	81,9	48,9	92,9	10,2	91,2	2,6	89,3	1,6	85,5	13,5	
RENDIMIENTO, % PESO	5,7	94,3	7,1	92,9	8,12	91,8	13,4	86,6	11,8	88,2	14,2	85,8	16,7	83,3	19,8	80,2	
ANALISIS DE PRODUCTO																	
Peso Especifico, 20/4 °C	1,048	0,999	1,039	0,998	1,044	0,948	1,045	0,996	1,050	0,997	1,047	0,491	1,047	0,993	1,049	0,991	
Peso Especifico, 60/60 °F											1,050				1,051		
DESTILACION (D.1160) °C T I E											260				280		
DESTILACION (D.1160) °C T M E											410				380		
DESTILACION (D.1160) °C T F E (% DEST)											557 (90)				563(98)		
A Z U F R E , % PESO	3,7	3,5	3,8	3,8	3,6	3,0	4,5	3,3	3,7	3,2	4,1		4,4	3,3	3,3	3,5	
INDICE DE CORRELACION (B M C I)											112,0				115,7		

TABLA 23 CONDICIONES DE OPERACION Y ANALISIS DE PRODUCTOS

PROCEDECENCIA DE CARGA		T U L A I															
CARGA: <u>Residuo Catalítico</u> (P/P) <u>Aceite Cíclico Ligero</u>		63/37															
No. DE PRUEBA	9		10		11		12		13		14		15		16		
P R O D U C T O	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	
CONDICIONES DE OPERACION																	
T E M P E R A T U R A , °C	20	20	40	40	60	60	85	85	20	20	40	40	60	60	85	85	
RELACION, Solvente/Carga, V/V	4/1	4/1	4/1	4/1	4/1	4/1	4/1	4/1	6/1	6/1	6/1	6/1	6/1	6/1	6/1	6/1	
CONTENIDO DE SOLVENTE, % PESO	93,7	4,5	42,1	19,0	88,1	14,2	82,3	7,9	92,1	4,5	92,4	10,8	89,3	25,5	88,2	15,0	
RENDEIMIENTO, % PESO	22,3	77,7	28,7	71,3	31,4	68,6	46,7	53,3	36,6	63,4	37,0	63,0	45,9	54,1	64,2	35,8	
ANALISIS DE PRODUCTO																	
Peso Específico, 20/4 °C	1,057	0,479	1,083	0,977	1,047	0,984	1,043	0,964	1,054	0,992	1,045	0,968	1,049	0,974	1,028	0,955	
Peso Específico, 60/60 °F					1,050		1,046						1,051		1,031		
DESTILACION (D-1160) °C T I E					250		237						278		251		
DESTILACION (D-1160) °C T M E					430		365						439		355		
DESTILACION (D-1160) °C T F E (% DEST)					566 (73)		560 (95)						569 (78)		508 (97)		
A Z U F R E , %	4,4	3,1	4,6	3,1	2,9	2,9	4,1	3,0	4,7	3,3	3,2	4,2	3,6	3,1	4,2	2,6	
INDICE DE CORRELACION (B M C I)					110,0		115,0						109,4		109,0		

TABLA 24 CONDICIONES DE OPERACION Y ANALISIS DE PRODUCTOS

PROCEDENCIA DE CARGA	T U L A II															
CARGA: <u>Residuo Catalitico</u> (P/P) <u>Aceite Ciclico Ligero</u>	RESIDUO CATALITICO															
No. DE PRUEBA	1		2		3		4		5		6		7		8	
P R O D U C T O	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo
CONDICIONES DE OPERACION																
T E M P E R A T U R A , °C	20	20	40	40	60	60	85	85	20	20	40	40	60	60	85	85
RELACION, Solvente/Carga, V/V	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1
CONTENIDO DE SOLVENTE, % PESO	88,9	10,0	86,4	12,9	84,4	12,0	82,3	13,3	88,5	10,0	83,5	9,9	83,7	0,5	87,4	13,3
RENDIMIENTO, % PESO	8,1	91,9	9,4	90,6	11,9	88,1	11,8	88,2	17,2	82,8	22,5	77,6	24,0	76,0	30,5	69,5
ANALISIS DE PRODUCTO																
Peso Especifico, 20/4 °C	1,106	1,065	1,150	1,064	1,105	1,064	1,145	1,060	1,104	1,060	1,105	1,061	1,102	1,057	1,098	1,054
Peso Especifico, 60/60 °F		1,068		1,067		1,067		1,063		1,063		1,064	1,105	1,060	1,101	1,057
DESTILACION (D-1160) °C T I E		293		310		318		306		299		310	305	312	323	312
DESTILACION (D-1160) °C T M E		485		485		499		503		499		501	449	488	474	500
DESTILACION (D-1160) °C T F E (% DEST)		621(93)		588(91)		594(91)		639(92)		635(93)		602(93)	642(94)	592	576 (90)	525
A Z U F R E , % PESO	4,4	4,2	4,3	4,0	4,4	4,0	4,3	3,8	4,5	4,0	4,5	3,9	4,4	3,9	4,6	3,9
INDICE DE CORRELACION (B M C I)	157,8*	113,2	116,1*	111,7	153,9*	111,8	173,7*	109,2	152,0*	109,5	139,9*	110,1	133,8	109,0	130,0	106,6

* POR CALCULO

TABLA 25 CONDICIONES DE OPERACION Y ANALISIS DE PRODUCTOS

PROCEDENCIA DE CARGA	T U L A II															
CARGA: <u>Residuo Catalitico</u> (P/P) <u>Acete Cíclico Ligero</u>	RESIDUO CATALITICO															
No. DE PRUEBA	9		10		11		12		13		14		15		16	
P R O D U C T O	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo
CONDICIONES DE OPERACION																
T E M P E R A T U R A , °C	20	20	40	40	60	60	85	85	20	20	40	40	60	60	85	85
RELACION, Solvente/Carga, V/V	4/1	4/1	4/1	4/1	4/1	4/1	4/1	4/1	6/1	6/1	6/1	6/1	6/1	6/1	6/1	6/1
CONTENIDO DE SOLVENTE, % P E S O	92.2	8.7	13.3	6.9	85.1	10.4	84.5	9.6	95.4	3.9	90.6	7.8	91.7	9.4	87.0	13.0
RENDIMIENTO, % P E S O	26.1	73.9	35.0	65.0	47.8	52.2	52.4	47.6	26.8	73.2	43.6	56.4	52.5	47.5	60.6	39.4
ANALISIS DE PRODUCTO																
Peso Especifico, 20/4 °C	1.116	1.053	1.105	1.063	1.095	1.049	1.104	1.029	1.111	1.064	1.103	1.049	1.099	1.039	1.101	1.023
Peso Especifico, 60/60 °F		1.056		1.066	1.098		1.107		1.114		1.106		1.102		1.104	
DESTILACION (D-1160), °C T I E		318		315	285		320		305		290		297		310	
DESTILACION (D-1160) °C T M E		465		515	468		477		489		474		467		485	
DESTILACION (D-1160) ° T F E (DEST.)		584(94)		680(93)	564(90)		649		583(90)		554(90)		507(75)		697(95)	
A Z U F R E , % PESO	4.5	3.9	4.6	3.9	4.8	3.9	4.5	3.8	4.8	4.1	4.7	3.8	4.7	3.5	4.6	3.5
INDICE DE CORRELACION (B M C I)	138.0*	109.3	130.0*	109.7	129.1		132.3		134.9		132.4		130.9		130.5	

* POR CALCULO

TABLA 26 CONDICIONES DE OPERACION Y ANALISIS DE PRODUCTOS

PROCEDENCIA DE CARGA		T U L A II															
CARGA: <u>Residuo Catalítico</u> (P/P) <u>Aceite Ciclico Ligero</u>		ACEITE CICLICO LIGERO															
No. D R P R U E B A	1		2		3		4		5		6		7		8		
P R O D U C T O	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	Extracto	Fondo	
CONDICIONES DE OPERACION																	
T E M P E R A T U R A , °C	20	20	40	40	20	20	40	40	20	20	40	40	20	20	40	40	
RELACION, Solvente/Carga, V/V	1/1	1/1	1/1	1/1	2/1	2/1	2/1	2/1	4/1	4/1	4/1	4/1	6/1	6/1	6/1	6/1	
CONTENIDO DE SOLVENTE, % P E S O	70,4	8,53	68,6	3,3	79,9	6,6	75,5	7,5	81,4	10,9	84,9	10,3	86,2	63,7	87,4	16,1	
RENDIMIENTO, P E S O %	32,0	68	30,2	69,8	41,2	53,8	41,1	58,4	64,0*	36,0*	65,4	34,6	72,2	27,8	73,9	26,1	
ANALISIS DE PRODUCTO																	
Peso Especifico, 20/4 °C	0,994	0,913	0,994	0,917	1,000	0,903	0,986	0,894	0,980	0,862	0,987	0,862	0,967	0,880	0,974	0,854	
Peso Especifico, 60/60 *F	0,997		0,997		1,003		0,989		0,983	0,865	0,990	0,866	0,969		0,977		
DESTILACION (D-1160) °C T I E					255		253			270		268	255		255		
DESTILACION (D-1160) °C T M E					335		335			360		358	358		340		
DESTILACION (D-1160) °C T F E (%DEST)					396(84)		396(86)			403(90)		402(93)	405(83)		380(91)		
A Z U F R E , % P E S O	3,9	2,3	3,8	2,1	3,6	2,3	3,6	1,9	3,5	1,9	3,0	1,1	3,5	1,6	3,6	1,4	
INDICE DE CORRELACION (B M C I)	92,3		92,7		98,4		91,5		90,2*	29,9	88,7*	30,3	79,2		85,2		

* POR CALCULO

T A B L A 27

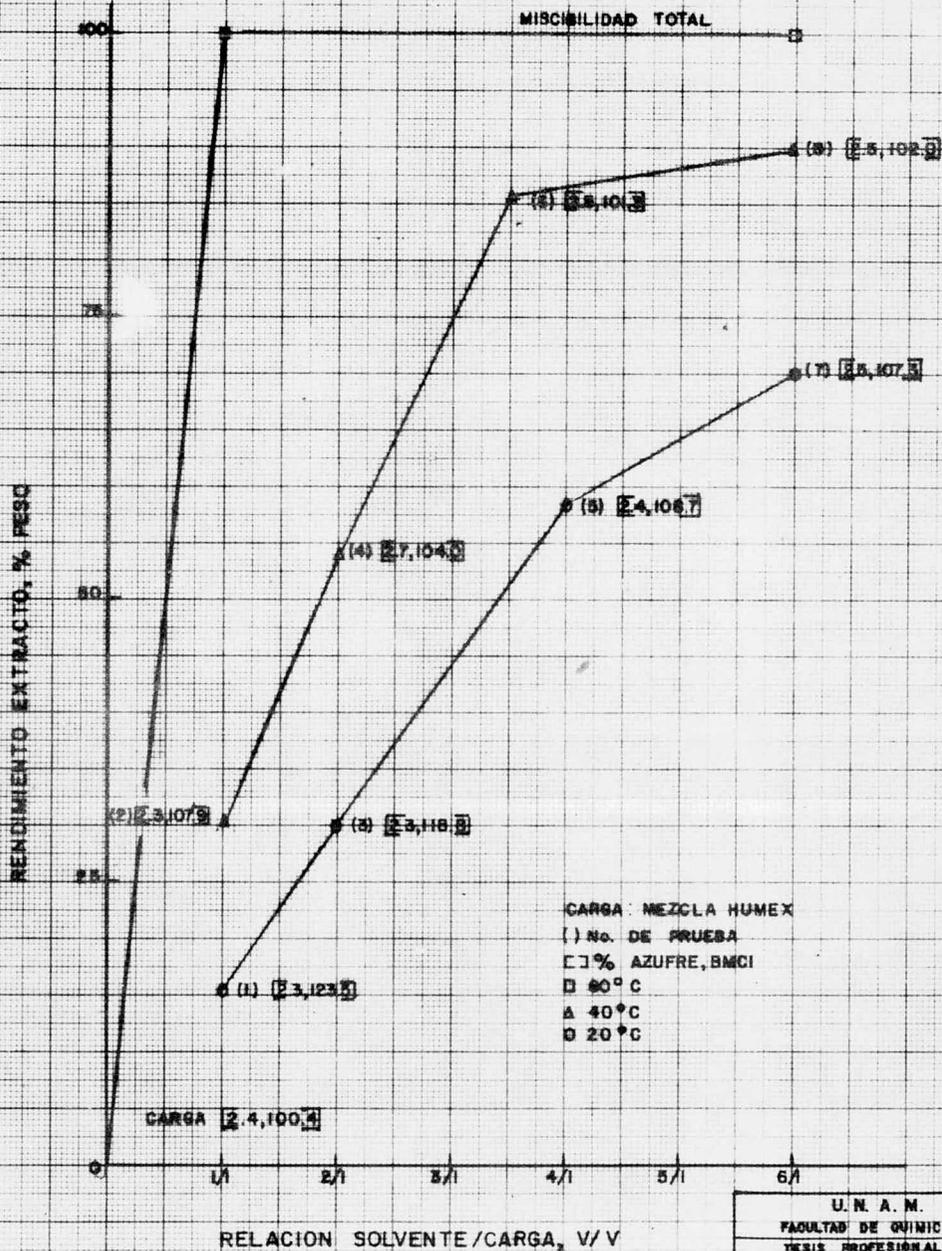
ELASTOMEROS Y PRODUCTOS RELACIONADOS
 CONSUMO APARENTE DE NEGRO DE HUMO EN
 MEXICO (TONELADAS), DE 1964 a 1975

A Ñ O	PRODUCCION	IMPORTACION	EXPORTACION	CONSUMO APARENTE
1964	12,915	1,760	0	14,675
1965	16,469	1,289	0	17,758
1966	18,264	1,373	0	19,637
1967	19,300	1,014	216	20,098
1968	21,588	2,542	6	24,124
1969	24,000	2,227	36	26,191
1970	24,935	1,846	31	26,750
1971	27,800	1,706	1,136	28,370
1972	30,000	1,349	1,306	30,043
1973	37,223	2,114	789	38,548
1974	40,029	2,160	1,950	40,239
1975	36,339	3,294	610	39,023

CONSULTADOS EN:

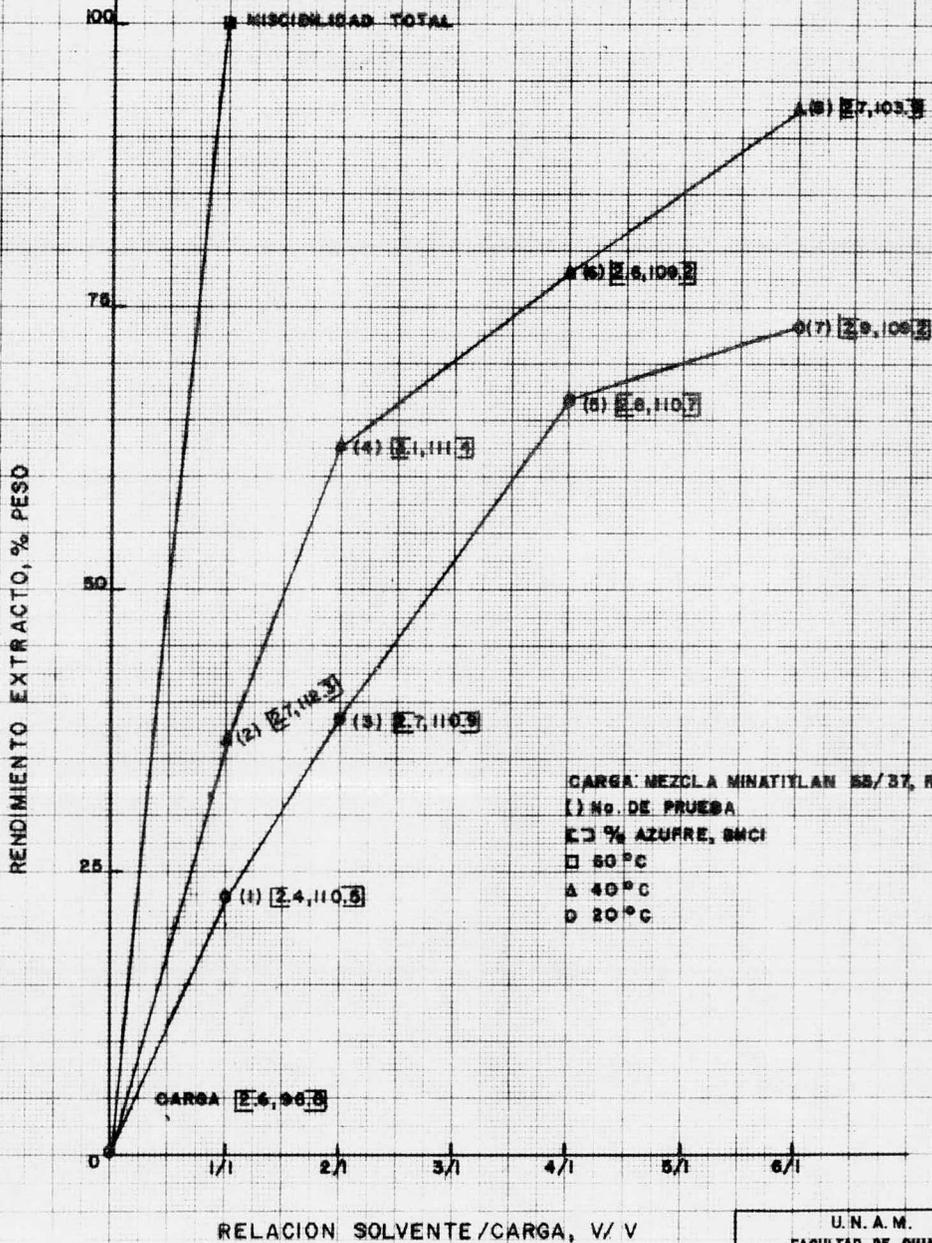
A N I Q ANUARIOS DE LA INDUSTRIA QUIMICA MEXICANA.

S I C ANUARIOS ESTADISTICOS DE COMERCIO EXTERIOR.



U. N. A. M.
 FACULTAD DE QUIMICA
 TESIS PROFESIONAL

HOMERO SANCHEZ RUSTRIAN
 AGOSTO 77 GRAFICA 3



U. N. A. M.	
FACULTAD DE QUIMICA	
TEMIS PROFESIONAL	
NUMERO SANCHEZ RUSTRIAN	
AGOSTO 77	GRAFICA 4

RENDIMIENTO EXTRACTO, % PESO

100
75
50
25
0

RELACION SOLVENTE / CARGA, V/V

(2)

[3.6, 110.5]

(1)

[2.9, 108.5]

CARGA

[2.8, 105.5]

(4)

[3.7, 125.5]

(3)

[3.0, 117.5]

CARGA: MEZCLA MINATITLAN 85/15, R/MOL

() No. DE PRUEBA

[] % AZUFRE, BMCI

▲ 40 °C

○ 20 °C

(6)

[4.4, 119.5]

(5)

[3.3, 116.5]

(8)

[5.3, 111.5]

(7)

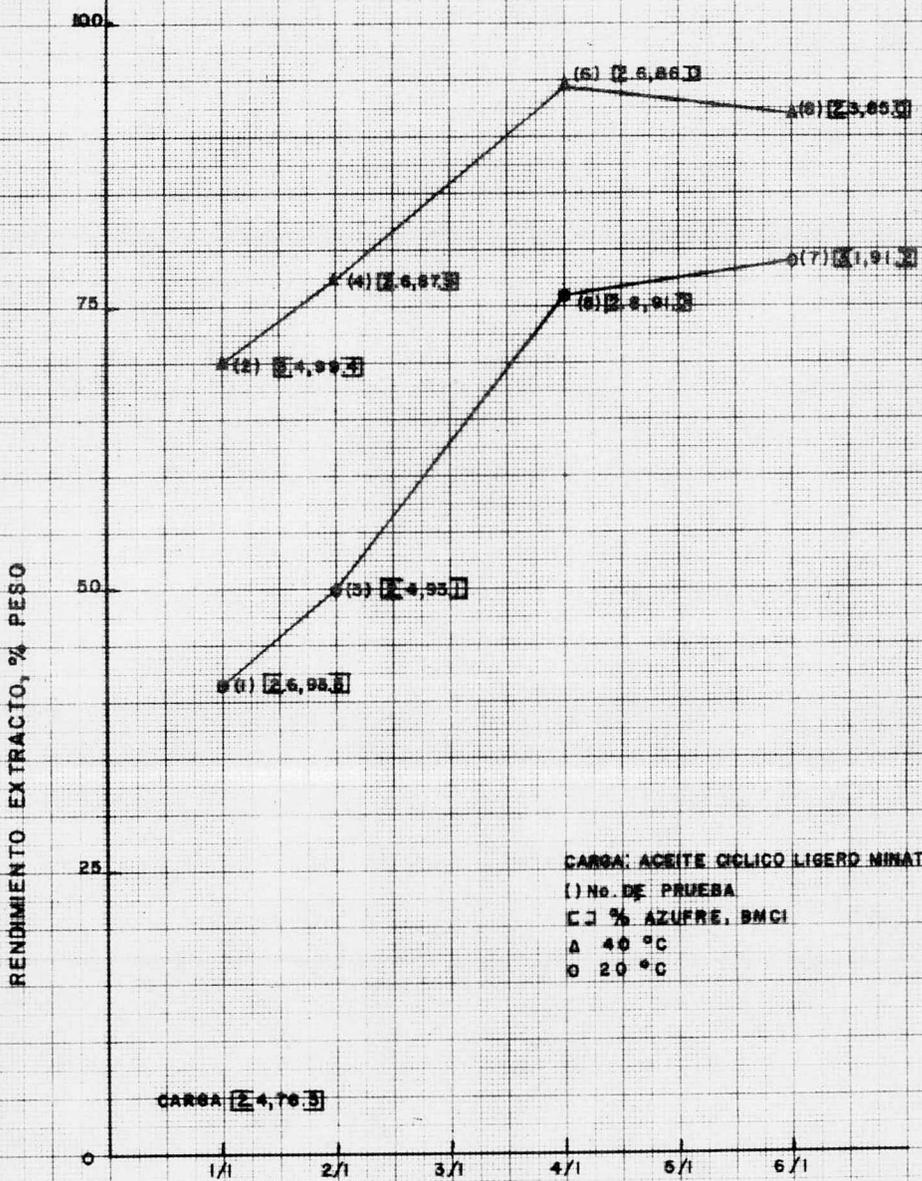
[5.0, 118.5]

U. N. A. M.
FACULTAD DE QUIMICA
TESIS PROFESIONAL

JOSUE SANCHEZ MARTINEZ

AGOSTO 77

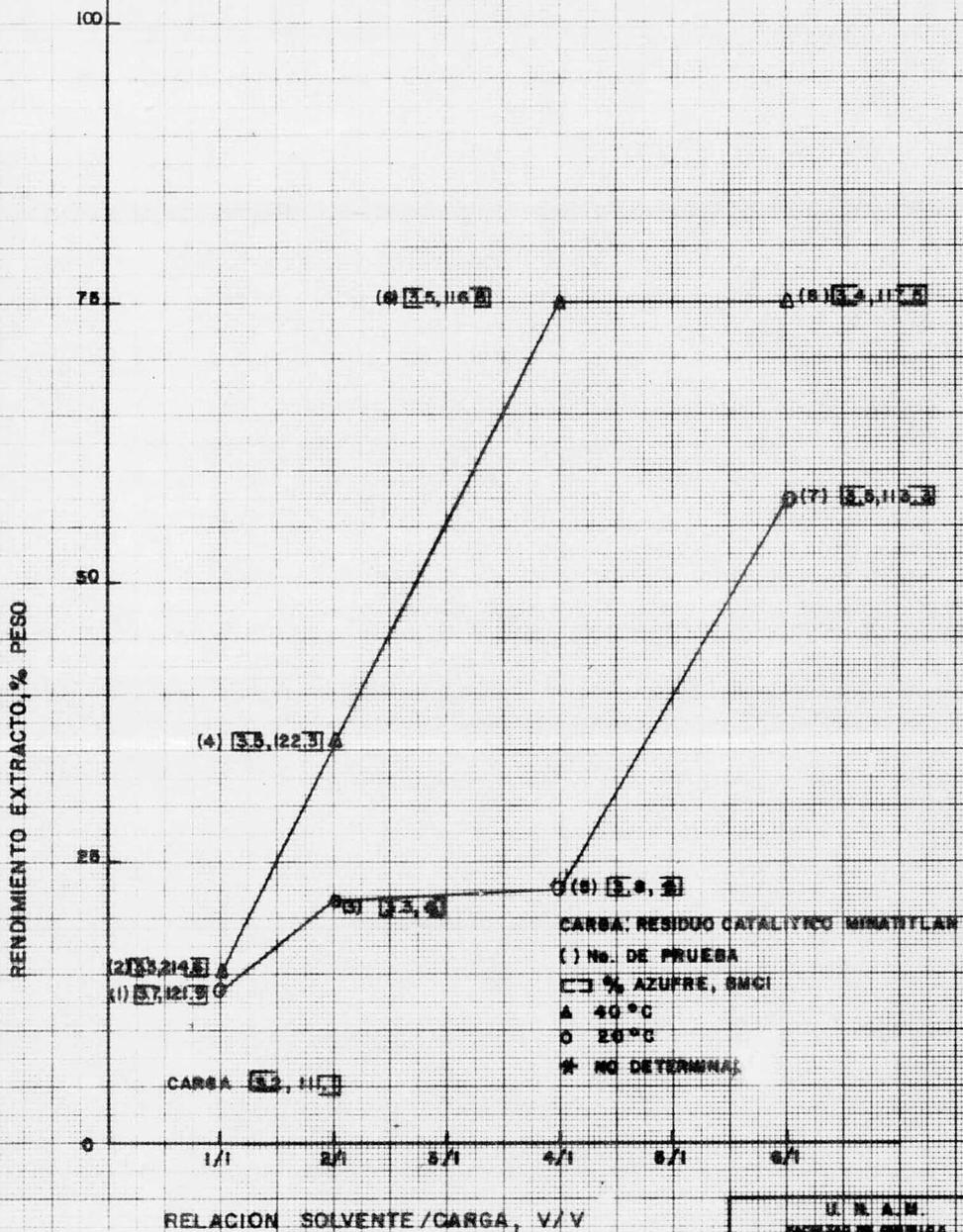
GRAFICA 5



CARGA: ACEITE CICLICO LIGERO MINATITLAN
 () No. DE PRUEBA
 [] % AZUFRE, BMCI
 Δ 40 °C
 ○ 20 °C

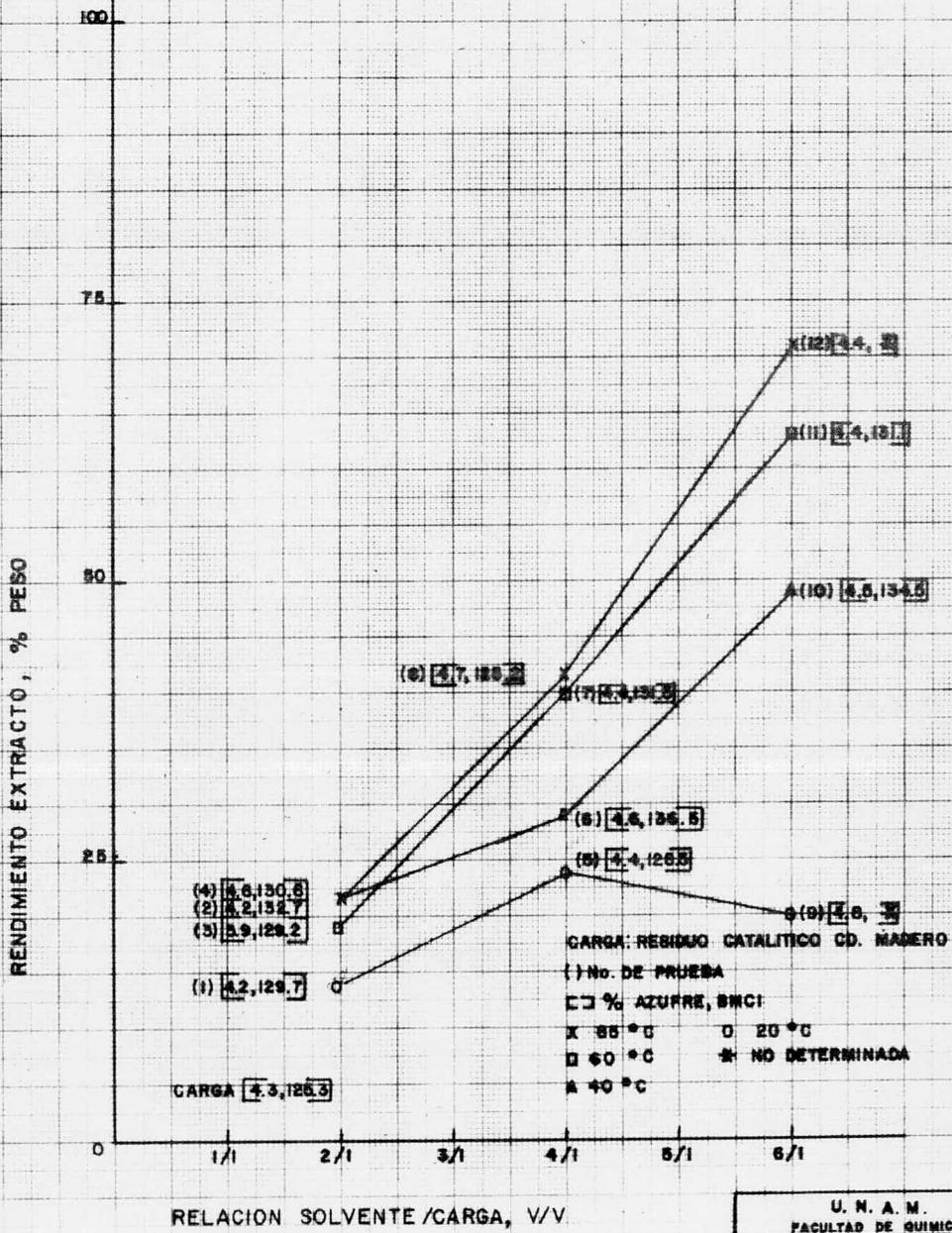
RELACION SOLVENTE /CARGA, V / V

U. N. A. M.	
FACULTAD DE QUIMICA	
TESIS PROFESIONAL	
HONORO SANCHEZ RUSTRIAN	
AGOSTO 77	GRAFICA 8



U. N. A. M.
 FACULTAD DE QUIMICA
 TESIS PROFESIONAL

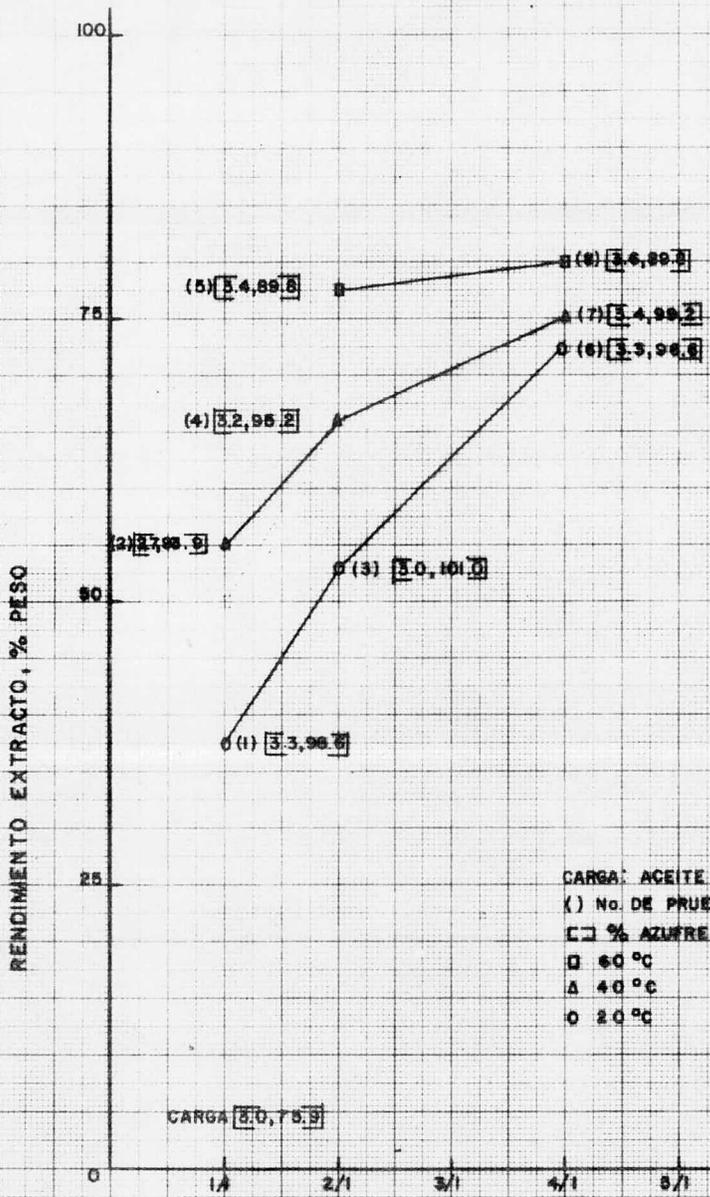
HOMERO RAMIREZ MARTINEZ
 AGOSTO 77 PAGINA 7



U. N. A. M.
 FACULTAD DE QUIMICA
 TESIS PROFESIONAL

HOMERO SANCHEZ RUSTRIAN

AGOSTO 77 GRAFICAR



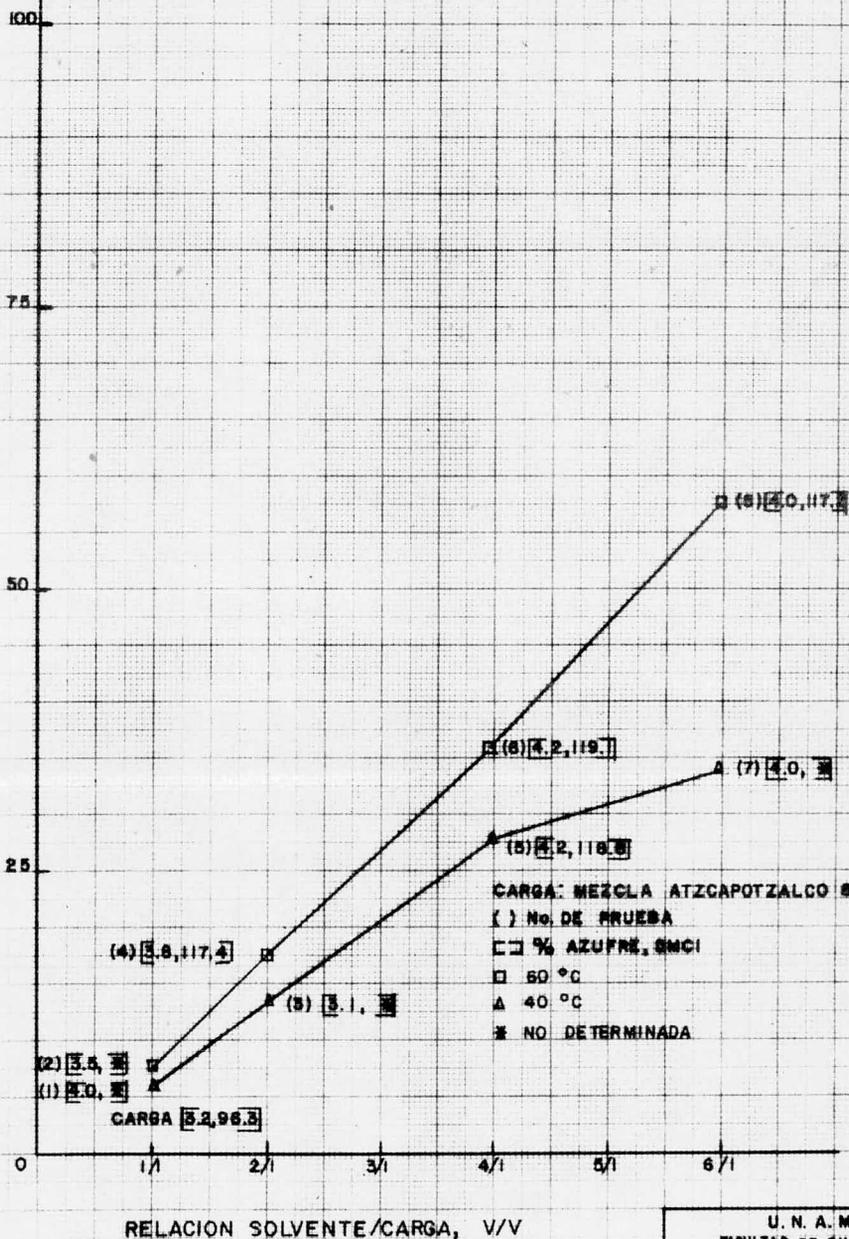
CARGA: ACEITE CICLICO LIGERO CD. MADERO
 () No. DE PRUEBA
 [] % AZUFRE, BMCI
 □ 60 °C
 Δ 40 °C
 ○ 20 °C

CARGA [8.0, 75.9]

RELACION SOLVENTE/CARGA, VV

U. N. A. M.	
FACULTAD DE QUIMICA	
TESIS PROFESIONAL	
HOMERO SANCHEZ RIVERA	
ABOSYD 77	GRAFICA 8

RENDIMIENTO EXTRACTO, % PESO



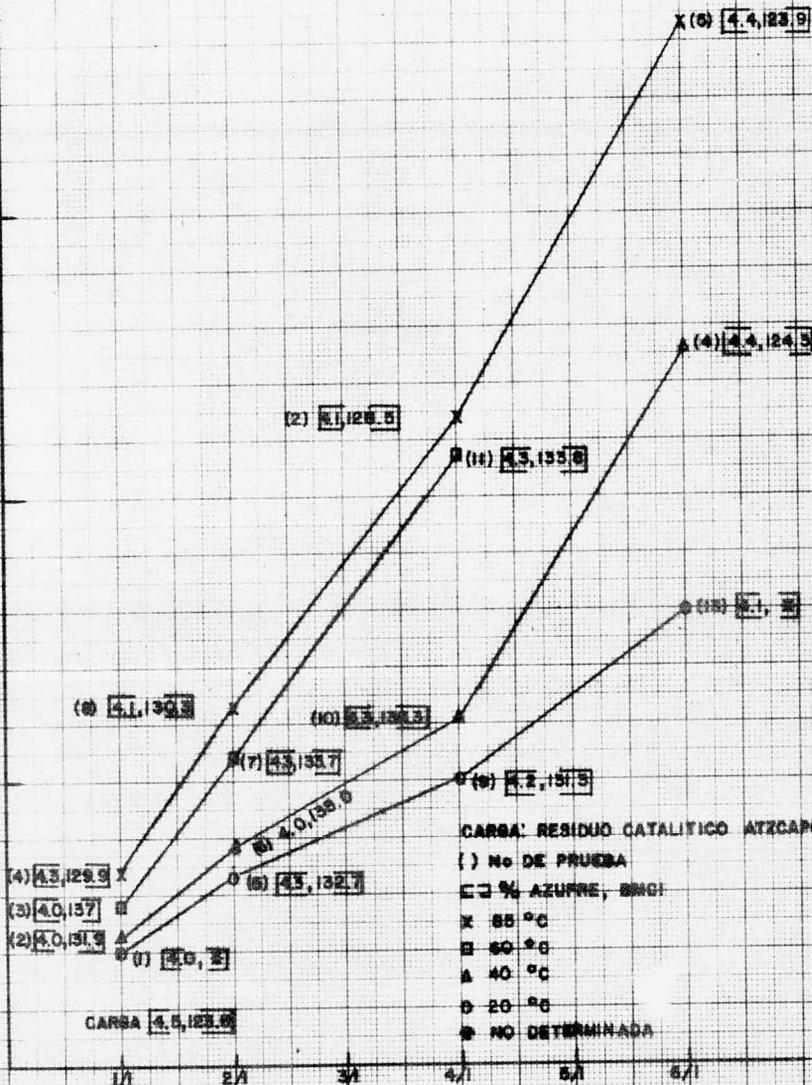
RELACION SOLVENTE/CARGA, V/V

U. N. A. M.
 FACULTAD DE QUIMICA
 TESIS PROFESIONAL

NOMERO SANCHEZ RUSTRIAN
 AGOSTO 77 GRAFICA 10

RENDIMIENTO EXTRACTO, % PESO

100
75
50
25
0



CARGA: RESIDUO CATALITICO ATZCAPOTZALCO

() No DE PRUEBA

□ □ % AZUFRE, BNCI

X 85 °C

□ 60 °C

△ 40 °C

○ 20 °C

● NO DETERMINADA

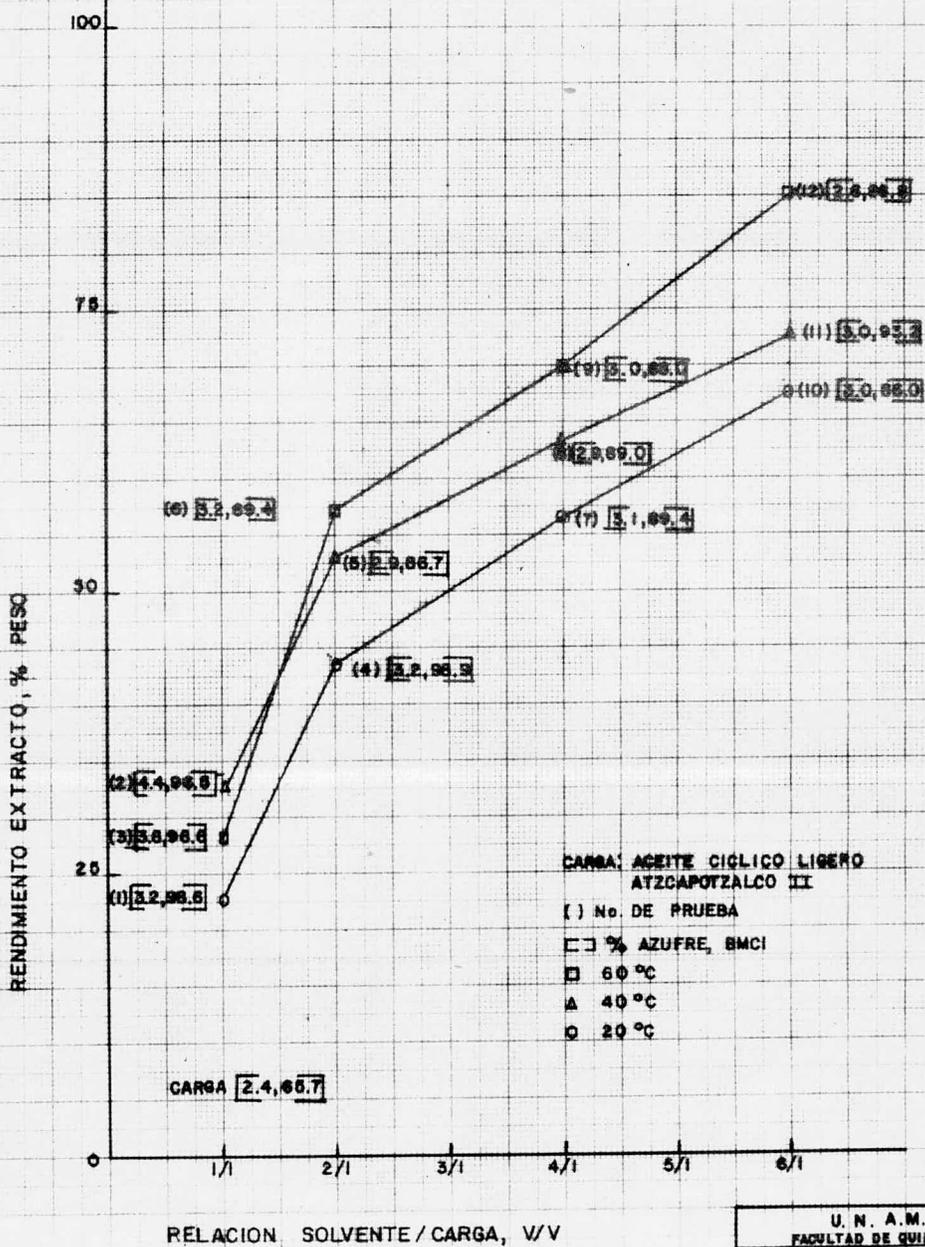
RELACION SOLVENTE / CARGA, VV

U. N. A. M.
FABRILAS DE SUEÑA
TORN INDUSTRIAL

NUMERO SANCHEZ SUBTIAN

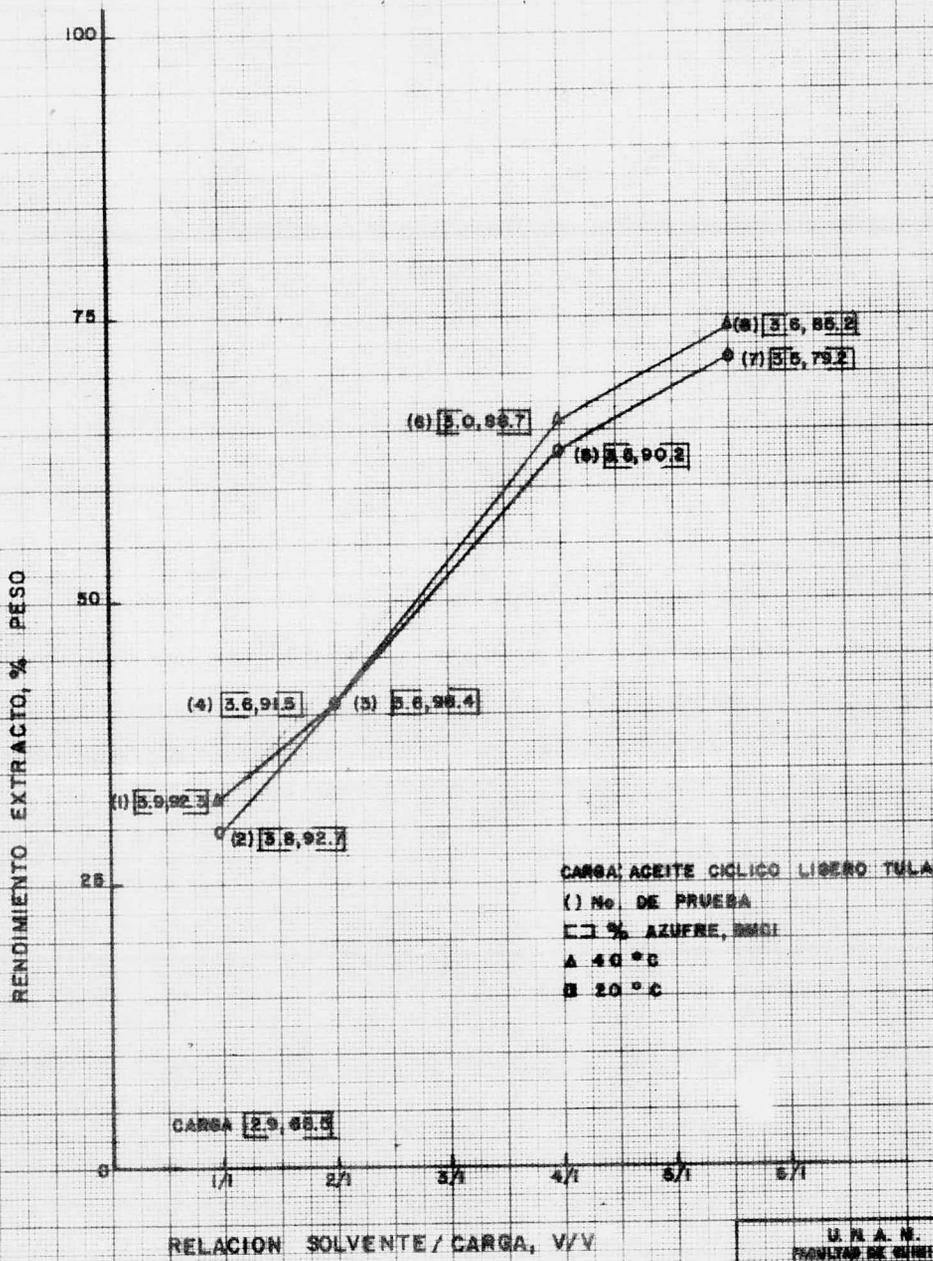
AGOSTO 77

GRAFICA 11

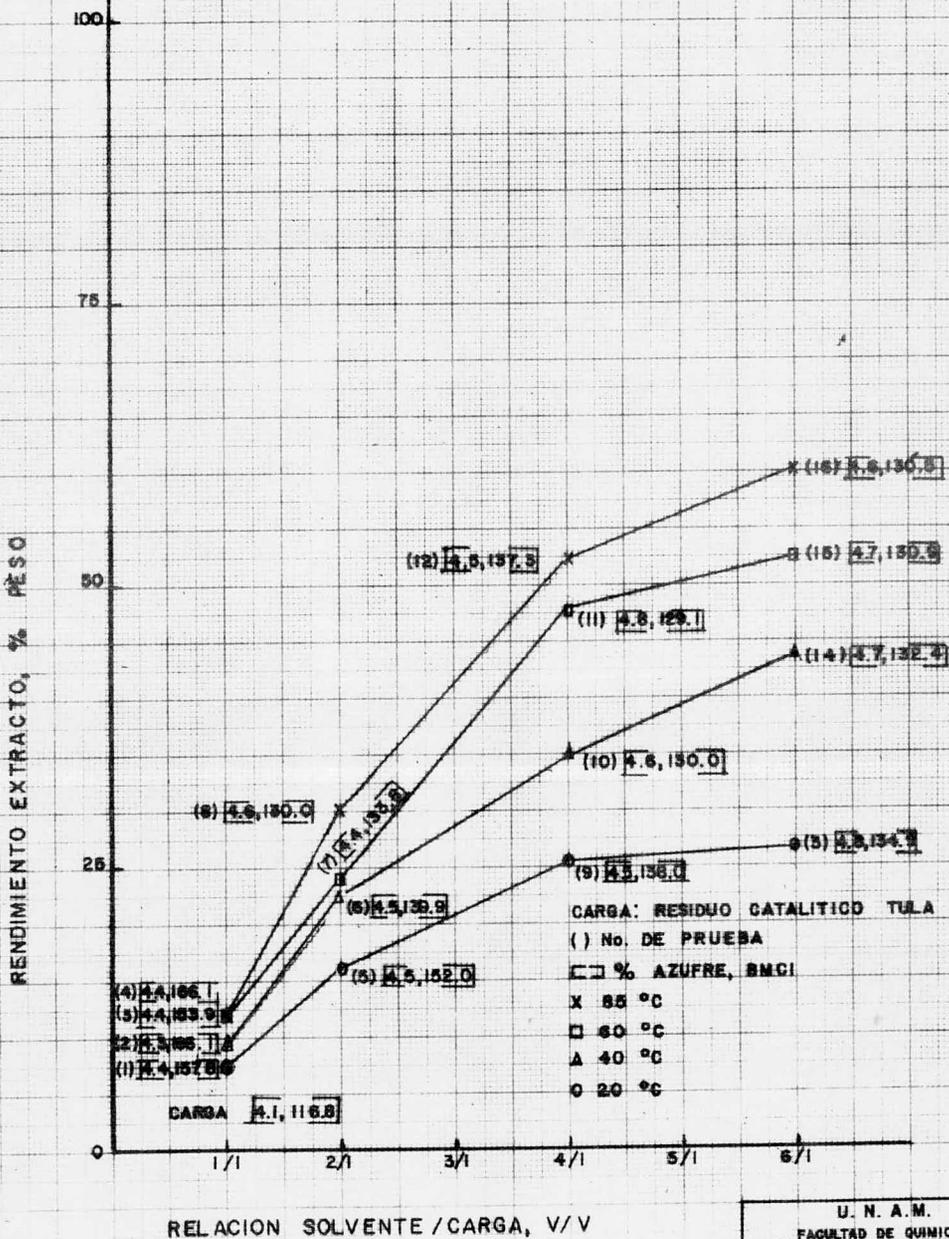


RELACION SOLVENTE / CARGA, V/V

U. N. A. M.	
FACULTAD DE QUIMICA	
TESIS PROFESIONAL	
HOMERO SANCHEZ RUSTRIAN	
AGOSTO 77	GRAFICA 18

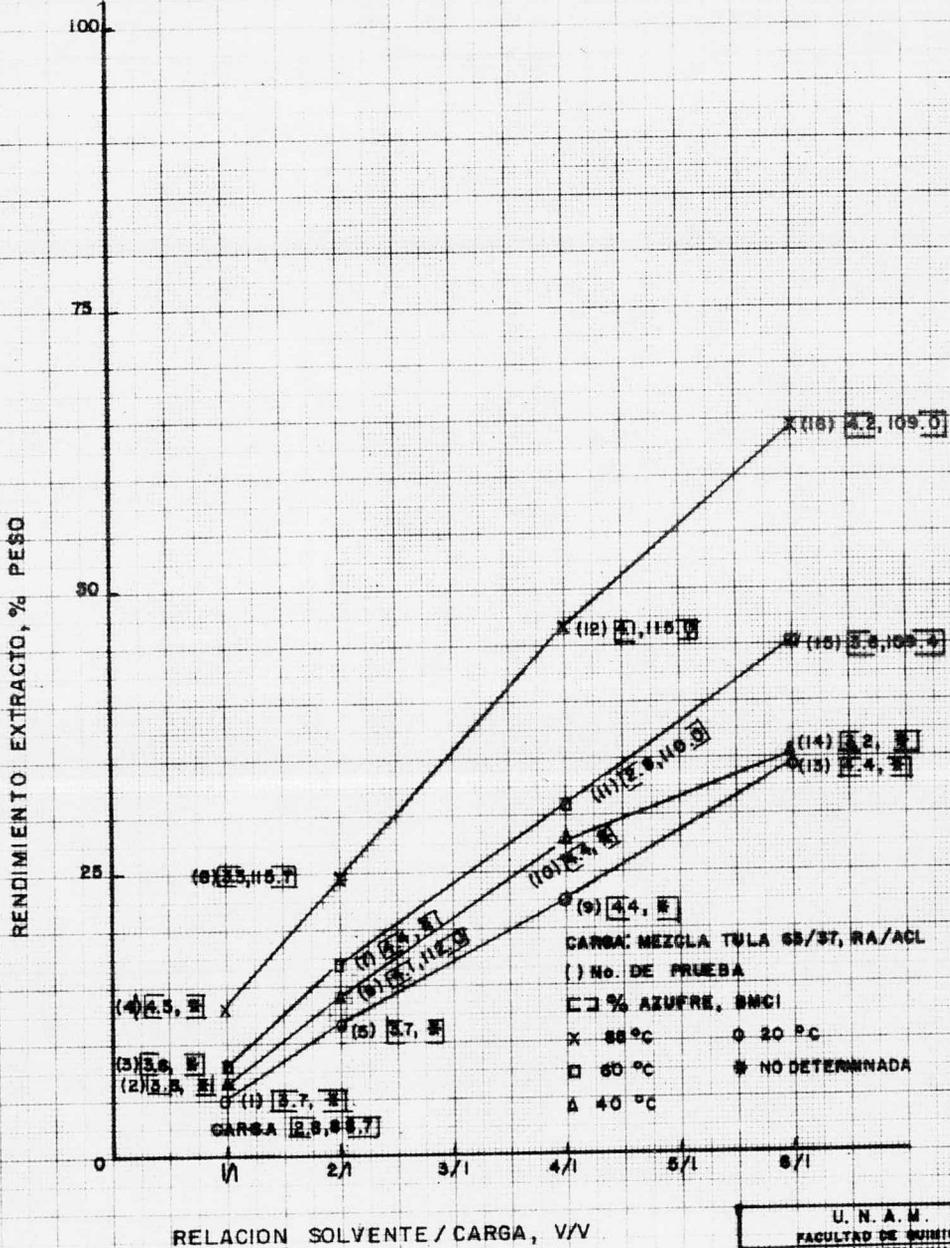


U. N. A. N.	
FACULTAD DE QUIMICA	
CURSO PROFESIONAL	
NOMBRE BARRIOS NUESTROS	
AGOSTO 77	PAGINA 13



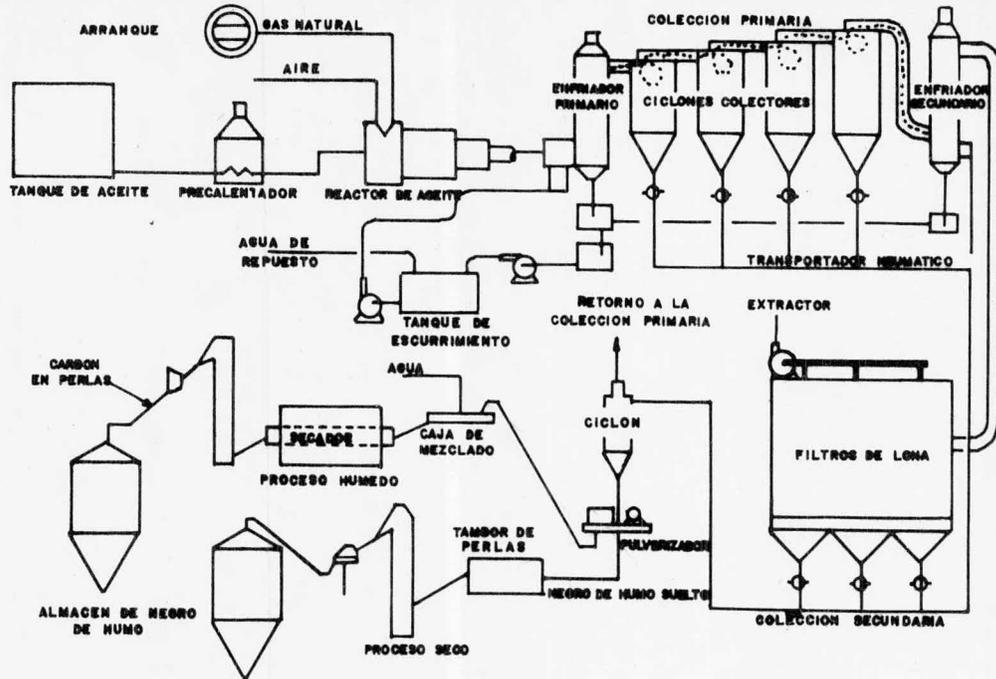
U. N. A. M.
 FACULTAD DE QUIMICA
 TESIS PROFESIONAL

HOMERO SANCHEZ RUSTRIAN
 AGOSTO 77 GRAFICA 14

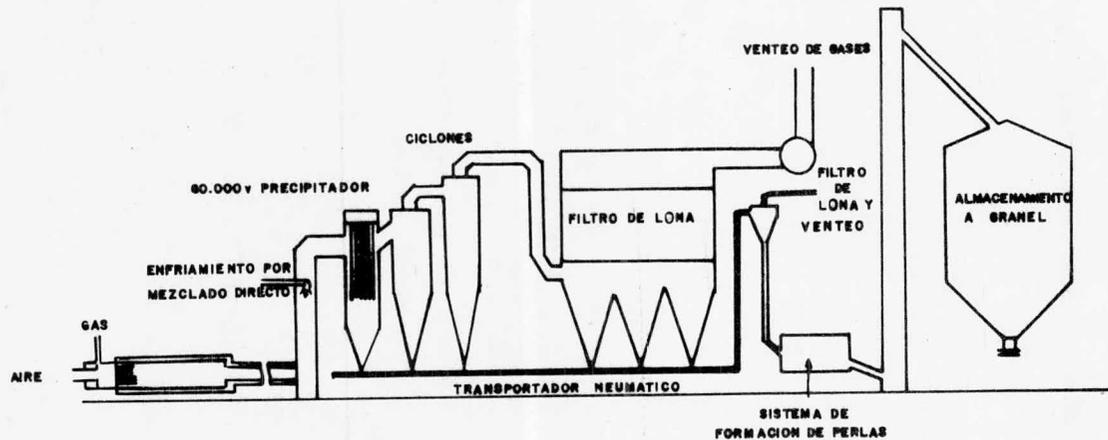


U. N. A. M.
 FACULTAD DE QUIMICA
 TESIS PROFESIONAL

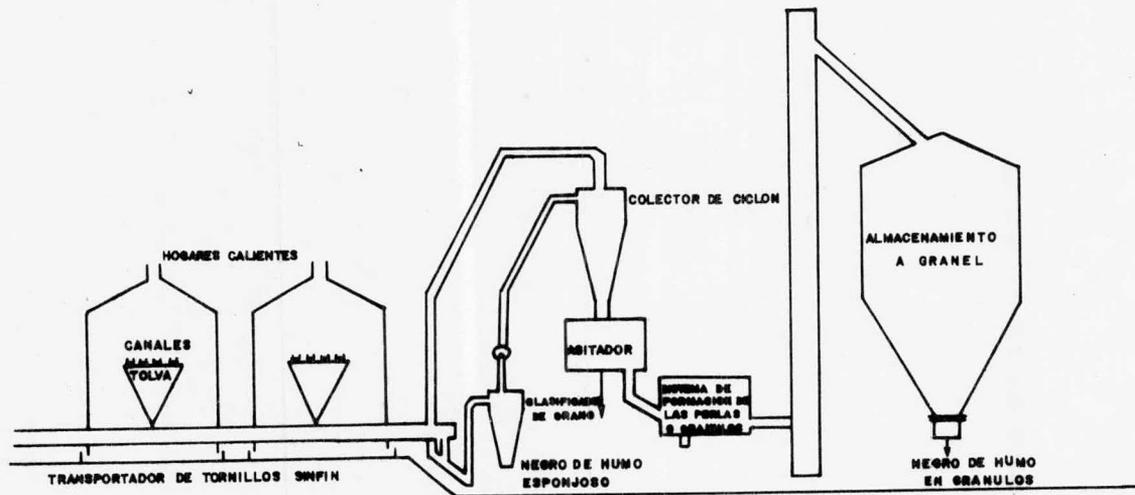
HOMERO SANCHEZ RUSTRIAN
 AGOSTO 77 GRAFICA 18



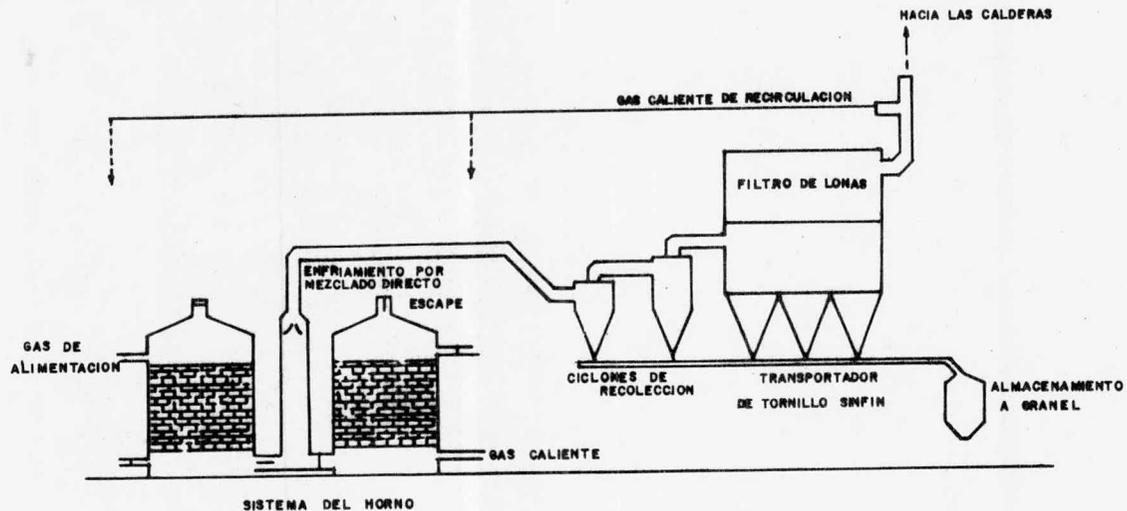
U. N. A. M.	
FACULTAD DE QUIMICA	
TESIS PROFESIONAL	
PROCESO DE HORNO PARA LA ELABORACION DE NEGRO DE HUMO (ACEITE)	
HOMERO SANCHEZ RUSTRIAN	
AGOSTO 77	FIG. 2



U. N. A. M.	
FACULTAD DE QUIMICA	
TESIS PROFESIONAL	
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE HORNO PARA LA ELABORACION DE NEGRO DE MIMO (GAS)	
HOMERO SANCHEZ RUSTRIAN	
ASOSTO77	FIG. 3



U. N. A. M.	
FACULTAD DE QUIMICA	
TESIS PROFESIONAL	
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CANAL PARA LA ELABORACION DE NEGRO DE HUMO	
HOMERO SANCHEZ RUSTRIAN	
AGOSTO 77	FIG. 4



SISTEMA DEL HORNO

U. N. A. M.	
FACULTAD DE QUIMICA	
TESIS PROFESIONAL	
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO TERMICO PARA LA ELABORACION DE NEGRO DE HUMO	
HOMERO SANCHEZ RUSTRIAN	
AGOSTO 77	FIG. 5

VII.- B I B L I O G R A F I A .

- 1.- Basic Principles of Organic Chemistry.- John D. ---
Roberts and Marjorie C. Caserio.- W.A. Benjamin, --
Inc. 1965.-
- 2.- Carbon Black.- by Harold C. Ries, Process Economics
Program, Stanford Research Institute, Menlo Park --
California, may 1974.-
- 3.- Carbon Black.- Jean-Baptiste Donnet and Andries --
Voet.- Marcel Dekker, Inc. 1976.-
- 4.- Encyclopedia of Science and Technology.- Mc Graw --
Hill.
- 5.- Extracción en Fase Líquida.- Robert E. Treybal, Tra-
ducción al español de la segunda edición en inglés -
por la Doctora María Teresa Toral. Unión Tipográfica
Editorial Hispano Americana, 1968.-
- 6.- Fisicoquímica.- Farrington Daniels, Robert A. Alberty
Quinta reimpresión de la segunda edición en inglés. -
Compañía Editorial Continental, S. A. 1966.

- 7.- Fundamentos de Fisicoquímica.- H. D. Crockford, Samuel P. Knight.- Compañía Editorial Continental, S. A.
- 8.- Mass transfer Operations.- Robert E. Treybal. Second - edition. Mc. Graw Hill 1968.
- 9.- Operaciones Básicas de Ingeniería Química.- Mc Cabe/-- Smith.- Editorial Reverté, S. A. 1969.
- 10.- Organic Chemistry.- Robert Thornton Morrison and Robert Neilson Boyd.- Second Edition, Allyn and Bacon Inc.
- 11.- Petroleum Refinery Engineering.- Nelson, W. L. fourth - edition. Mc Graw Hill.
- 12.- Principios de los Procesos Químicos.- O. A. Hougen K. M. Watson, R. A. Ragatz.- Editorial Reverté, S. A.
- 13.- Principios de Química Orgánica.- T. A. Geissman. Editorial Reverté, S. A.
- 14.- Separation Processes.- C. Judson King.- Mc. Graw Hill. 1971.



Impresiones Lupita

MEDICINA No. 25

FRACC. COPILCO UNIVERSIDAD
CIUDAD UNIVERSITARIA, D. F.

TEL. 548-49-79