



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

9

ALGUNAS APLICACIONES DE MEZCLAS PARAFINA- POLIETILENO

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A
IGNACIO GARCIA FERNANDEZ
MEXICO, D. F. 1979



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

TESIS 1979

CLAS. M.Z. 127

FECHA _____

PRBC _____



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE CIENCIAS
INSTITUTO DE QUÍMICA
CARRERA DE QUÍMICA
CARRERA DE QUÍMICA
CARRERA DE QUÍMICA

PRESIDENTE	QUIMICO JULIO TERANZAVALETA
VOCAL	ING.. GUILLERMO CARSOLIO PACHECO
SECRETARIO	ING.. EMILIO BARRAGAN. HERNANDEZ
1er. SUPLENTE	ING.. ROLANDO BARRON RUIZ
2o. SUPLENTE	ING.. LUIS MANUEL SOSA SALAS

Sitio donde se desarrolló el tema: UNAM

IGNACIO GARCIA FERNANDEZ	ING.. EMILIO BARRAGAN
SUSTENTANTE	HERNANDEZ
	ASESOR

A MIS PADRES
A QUIENES AMO Y RESU
PETO PROFUNDAMENTE

A MIS HERMANOS

A MI ESPOSA E HIJOS
QUE CON SU CARIÑO ME
IMPULSAN A SUPERARME
DIA A DIA

A MIS MAESTROS

A MIS COMPAÑEROS DE
ESCUELA

A MIS COMPAÑEROS DE
TRABAJO

A MIS AMIGOS

INDICE

	Página
INTRODUCCION.....	1
GENERALIDADES	3
Parafinas Naturales	3
Parafinas Modificadas y Sintéticas	9
Polietileno	13
Modificación de Polietileno	21
Polietileno de bajo peso molecular	25
Modificación de Parafina con Polietileno	29
Modificación de Polietileno con Parafina	33
Velas y Veladoras	39
Emparafinado de Papel y Cartón	41
Crayones	43
Ceras Pulidoras	44
MATERIALES Y METODOS	47
Materiales empleados	47
Métodos	51
Punto de Reblandecimiento	51
Punto de Fusión	53
Viscosidad	54
Contracción en Veladoras	57
Punto de Nebulosidad	59
Consumo de Encerante	60
Resistencia a la humedad en papel encerado ..	62
Uniformidad de encerado en pulidores	64
Resistencia a la humedad en pulidores	65
Emulsificación de ceras	67

	Página
PARTE EXPERIMENTAL	69
Fabricación	69
Métodos de fabricación de Mezclas Parafina- Polietileno	70
Análisis de las Mezclas Parafina-Polietileno	74
Fabricación de Velas y Veladoras	75
Encerado de Papel	77
Fabricación de crayones	78
Fabricación de ceras pulidoras	79
Ceras para calzado	82
Ceras automotivas	82
Pulidor de metales	83
RESULTADOS	84
Propiedades físicas de las mezclas fabricadas	85
Gráfica de reblandecimiento	86
Gráfica de viscosidad	87
Emulsificación	88
Características de veladoras fabricadas con parafina refinada modificada	89
Características de veladoras fabricadas con parafina cruda modificada	90
Propiedades de las mezclas usadas en el <u>ence</u> rado de papel	92
Comparación de encerante con <u>productos comer</u> ciales	93
Propiedades de crayones fabricados con para- fina cruda modificada	95
Propiedades de formulaciones para cera de -- calzado	97
Propiedades de formulaciones para cera auto- motiva	98

Propiedades de formulaciones para pulidor de metales	99
DISCUSION	100
CONCLUSIONES	112
BIBLIOGRAFIA	115

INTRODUCCION

INTRODUCCION

La constante adaptación al medio en que la sociedad humana se desenvuelve, ha originado a través del tiempo una incesante lucha en busca de un mejor ámbito de vida.

Desde su origen, el hombre ha tratado de aprovechar lo que la naturaleza le ofrece y más aún, de aprender y aplicar los principios básicos que en ella se establecen. La tecnología que ha desarrollado, lo faculta para allanar los obstá--culos inherentes al progreso y lo hace avanzar en el camino de su superación; el progreso logrado salta a la vista en la vida cotidiana, y constituye la base de la vida moderna.

Gracias a ésta tecnología, le ha sido posible aprove---char los materiales naturales para los usos más variados y - más aún, en la síntesis de productos nuevos que han mejorado los materiales ya existentes ó los han sustituido completa--mente; un ejemplo de ésto lo constituyen los plásticos.

La influencia de los plásticos en la actualidad es tal, que puede afirmarse que no hay industria en la que no se use cuando menos un tipo de ellos en alguna etapa del proceso -- que se involucre, o en la modificación de la materia prima - que se utiliza. Tal es el caso de la modificación degrada sobre parafina.

El uso de la parafina es extenso, su ámbito de acción - comprende actividades tan variadas como la cerería, fabrica--ción de adhesivos y recubrimientos, industrias textil y far--macéutica, etc., la versatilidad en sus aplicaciones, de por si amplia, se ha incrementado al modificarla con varios adi--tivos, principalmente a base de plásticos o resinas natura--les o sintéticas. El inconveniente que se presenta, en Mé---

xico, es que en general los aditivos que se emplean no son de fabricación nacional, lo que en cierta medida limita su uso a causa de los problemas inherentes a la importación.

En este trabajo, se estudian algunas modificaciones producidas por el polietileno de baja densidad de fabricación nacional, sobre parafinas de diferentes grados de pureza. Se pretende en principio, establecer la afinidad existente entre estos materiales y, en su caso, determinar la metodología para lograr su incorporación.

La segunda etapa se avoca a la determinación de las propiedades físicas de las mezclas obtenidas y los problemas -- que como manejo de materiales, sólido ó como fluido, se puedan presentar.

Finalmente, se proponen algunas aplicaciones para los materiales obtenidos. En esta etapa, además de las características de la mezcla, se consideran las propiedades que el producto final debe tener, comparado con las del producto tradicional.

GENERALIDADES

GENERALIDADES

En este capítulo se pretende hacer una presentación sencilla de las características de los materiales que de un modo directo toman parte en este trabajo.

No se tiene como finalidad el estudio profunda de los - mismos, pero tampoco se queda en la superficialidad.

La presentación de cada uno de ellos se hace siguiendo un orden de complejidad poniéndose al principio los más sencillos y al final los más elaborados, desde el punto de vista de la concurrencia de uno o varios componentes en ellos, de tal forma que este orden arbitrario quede como sigue:

I MATERIAS PRIMAS:

- Parafinas
- Polietileno
- Modificación de parafina con polietileno
- Modificación de polietileno con parafina

II USO DE PARAFINAS MODIFICADAS EN:

- Veladoras
- Encerado de papel y cartón
- Crayones
- Ceras pulidoras
- Pulidores de metales

Orden que de antemano se fija como único y que sirve como pauta no solo para este capítulo, sino en general, para - todos los que se generan en el presente estudio.

Parafinas naturales.-

Las parafinas están comprendidas dentro de la clasificación de ceras minerales. Su fuente de obtención es el petróleo.

Están constituidas por una mezcla de hidrocarburos sólidos insaponificables, casi todos saturados, que se separan de los hidrocarburos ligeros (líquidos) usados como base para aceites lubricantes (desparafinización de aceites). En estas condiciones se tiene la llamada "parafina cruda"; ésta es un sólido grasoso amarillento (debido a la presencia de aceite retenido), oloroso (debido a la presencia de compuestos volátiles) y relativamente blando. (3)

La eliminación del aceite remanente y los compuestos volátiles, de la parafina cruda, conducen a la obtención de parafina refinada.

Especificación de parafina refinada:

Sólido blanco translúcido, ceroso, incoloro, inodoro e insípido; formado por hidrocarburos saturados ó parafínicos de fórmula general C_nH_{2n+2} (3), cuyos pesos moleculares varían entre 350 y 420. (23)

Propiedades físicas:

Punto de fusión °C -----	43.3 - 65.6
Punto de inflamación mínimo °C --- (Flash Point)	205
Penetración (décimas de milímetro)	0°C - 16 25°C - 22 46°C - 221
Indice de acidez -----	0
Indice de saponificación -----	0
Densidad relativa -----	0.88 - 0.95
Viscosidad (SSU) 100°C -----	39
Resistencia a la tensión (Kg/cm ²)-	11.26 - 28.15
Estructura -----	Cristalina
Color (Saybolt) -----	25 - 30
Contenido de aceite máximo (%) ---	0.5

Clasificación atendiendo a su estructura: (3)

I.- PARAFINA CRISTALINA: es aquella obtenida mediante los procesos normales de desparafinación de aceites. Sus cristales están bien definidos, de forma y tamaño variable (dependiendo del proceso de obtención y ramificación de hidrocarburos).

Las propiedades físicas se ven en la tabla antes mencionada.

II.- PARAFINA MICROCRISTALINA: obtenida de aceites residuales mediante centrifugación. (3)

Los cristales que la forman son solo observables mediante el empleo de microscopios potentes.

Presentan un alto punto de fusión. Las cadenas de sus hidrocarburos son casi dos veces más largas que las normales. Su peso molecular varía entre 490-800, pueden presentar suavidad y mayor adhesividad (a pesar de su alto punto de fusión) ó puede ser firme y dura. (23)

En general tiene un alto grado de plasticidad, lo que la hace perfecta para usos donde plasticidad y alto punto de fusión se requiere.

Propiedades físicas: (23)

a) Para punto de fusión (71.1-87.7)°C se tiene:

Plasticidad -----	moderadamente - plásticas
Penetración (décimas de milím.)	8 - 30

b) Para punto de fusión (87.8-90.6)°C se tiene:

Plasticidad -----	menos plásticas
Penetración (décimas de milím.)	menor de 10

Para a y b:

Contenido de aceite (%) -----	0.1 - 13
Densidad a 27°C (media) -----	0.924
Viscosidad a 100°C (SSU) -----	45 - 120
Punto de inflamación mínimo (°C) (Flash Point)	260
Indice de acidez -----	0
Indice de saponificación -----	0

Tipo de cristales.-

Dependiendo del tipo de hidrocarburos, se pueden tener:

Placas -----	Hidrocarburos lineales
Agujas -----	Hidrocarburos ramificados
Amorfo -----	Posible superposición de los anteriores.

Este tipo de cristales corresponde a parafina macro y - micro cristalinas, la única diferencia entre una y otra es - el tamaño del cristal. (3)

CLASIFICACION ATENDIENDO AL ASPECTO COMERCIAL:

I.- Petrolatum: también conocida como "Gel de Petróleo". Es la materia prima para la obtención de vaselinas; para tal efecto, se somete a un proceso de blanqueo. La viscosidad final de la vaselina se regula mediante la adición de aceite - mineral. Este es un tipo especial de parafina, que se obtiene en el aceite residual que quedó después del destilado de hidrocarburos ligeros (incluyendo el destilado parafínico).

Esto se hace mediante el proceso llamado de vacío. (23)

Está formado por hidrocarburos hasta Dotriacontano, estas olefinas son menos consistentes que su parafina correspondiente y dan al Petrolatum sus características oleaginosas.

Densidad a 60°C ----- 0.815 - 0.865
 Punto de fusión °C ----- 36 - 60

La clasificación y cotización del Petrolátum para uso farmacéutica se hace atendiendo a:

- Punto de fusión ✓
- Consistencia ✓
- Color ✓

II.- Parafinas: En este aspecto se tiene una gran variedad de productos, de acuerdo al uso a que se destinan (8)

Las variables que se toman en cuenta para caracterizarlos son: (8)

- Punto de fusión
- Contenido de aceite
- Color
- Fotoestabilidad
- Resistencia a la tensión
- Dureza

Se tiene atendiendo a lo anterior:

Parafina cruda:

Punto de fusión °C ----- 48
 Contenido de aceite % ----- 3

Resistencia a la tensión (Kg/cm²) 2.81 - 7
 Color ----- amarillo ó blanco

Parafina semirefinada:

Punto de fusión °C ----- 48 - 55.5
 Contenido de aceite % ----- 0.6 - 3
 Resistencia a la tensión (Kg/cm²) 7 - 14
 Color ----- blanco ó amarillo

Parafina refinada:

Punto de fusión °C ----- 55.6 - 65.6
 Contenido de aceite % ----- 0.6
 Resistencia a la tensión (Kg/cm²) 14.07
 Color ----- blanco translúcido

Las parafinas semirefinadas son en realidad mezclas de parafinas crudas con refinadas.

III.- Parafina microcristalina: Ya definida. Debido a la gama de propiedades que presentan y a sus altos puntos de fusión, se prefiere su uso en lugar de parafinas normales, - en algunas aplicaciones donde el costo no es un factor limitante.

Usos (3)(23)(17)(8)

Recubrimientos: En general como repelente a la humedad.

Encerado de papel y cartones.

Alimentos: Protección de frutas, vegetales, quesos, etc.

Farmacéuticos: En fabricación de: vaselinas, lápices -- grasos, bases de cosméticos, ungüentos y pomadas, etc.

Grasas y ceras pulidoras: Tiene gran demanda en este uso (se utiliza combinada con ceras naturales o sintéticas), debido a su relativo bajo costo.

Adhesivos: Fabricación de fundidos con temperatura.

Aislantes eléctricos.

Cerería: Fabricación de crayones, velas y veladoras ---
(suntuarias ó decorativas).

PARAFINAS MODIFICADAS Y SINTÉTICAS.-

Es importante mencionar, las modificaciones logradas -- con el tratamiento químico de las parafinas, así como con la adición de productos plásticos, que en pequeñas proporciones, producen un gran mejoramiento en algunas de las propiedades de las parafinas convencionales.

Otro aspecto interesante lo constituyen las parafinas - sintéticas. La importancia de éstas estriba, en que se pueden regular, en cierta medida, las características del producto final mediante la variación de las condiciones de reacción.

Ejemplos de lo anterior son:

Hidrocarburos halogenados:

Parafinas cloradas o cloroparafinas: La consistencia -- de este tipo de producto puede ser líquida, semifluida, o sólida, dependiendo del tipo de parafina usada y del grado de cloración. Para uso industrial se utiliza la escala de parafinas blancas crudas y se obtienen dos grados uno con 40% de cloro y otro con 70% de cloro. (23)

La cloración se puede lograr mediante dos métodos:

a) Método de Bolley.- Se hace pasar cloro a través de - la parafina fundida hasta que se alcanza el contenido de cloro requerido. Las condiciones a las que se lleva a cabo son a 80°C y se obtiene cloruro de hidrógeno como subproducto.

b) Proceso de Eöhringer.- En éste el cloro se hace pasar a través de una solución o suspensión de la parafina por clorar, en tetracloruro de carbono, hasta que el producto resultante contenga un mínimo de 30% de cloro. En este caso la cloración se puede llevar a cabo a baja temperatura y presión, utilizando los rayos del sol como agente activante. -- Cuando se utilizan parafinas de punto de fusión lo suficientemente alto se pueden obtener productos sólidos, de color blanco o transparente.

Usos: Plastificante de resinas vínicas, nitrocelulosa, poliestireno, metracrilato, cumarona-indeno. Debido a su poder retardante del fuego, se utiliza como ingrediente en productos retardantes al fuego en textiles; como aditivo en aceites lubricantes, para impartirles características de extrema presión. (23)

Productos que se tienen en el mercado.-

Chloropane Wax 130 (octacloropropano). Sólido con olor a alcanfor, PF (110-135)^oC, PM=311, fabricado por "Hooker -- Electrochemical Co.".

Clorowax. Resina blanca pulverizada insoluble en agua, disolventes clorados e hidrocarburos. PF 90^oC, densidad 1.64, fabricado por "Hooker Electrochemical Co." y "Diamond Alkali Co."

Cloroparafinas condensadas con productos cíclicos.

Halowaxes. Grados:

- Duro cristalino, sólido, densidad 1.56
- Duro semiamorfo, sólido, densidad 1.68
- Duro amorfo, sólido, densidad 1.75

Punto de fusión (95-136)^oC

Funde dando líquidos de baja viscosidad, se usa como re tardante a la combustión, aislantes eléctricos, aditivo en ceras pulidoras pues blanquea los otros ingredientes coloridos. (23)

Seekay Wax. Características:

- No inflamables
- Punto de fusión 125°C
- Propiedades fungicidas e insecticidas

Usos: Aislantes, protector de la humedad y del fuego, - en insecticidas y fungicidas, como plastificante de ceras. - Sus humos son tóxicos y sus polvos tóxicos a la piel.

Fabricado por "Imperial Chem. Ind."

Hidrocarburos oxidados:

Estas son parafinas que han sido parcialmente oxidadas para producir una cantidad apreciable de ácidos grasos y materia saponificable. (23)

El objeto es hacer a las parafinas más o menos emulsificables. La oxidación se efectúa al hacer pasar aire a una parafina fundida y llevada a una temperatura de (150-180)°C y a presiones elevadas, durante un tiempo predeterminado.

Los ácidos (grasos e hidroxílicos), anhídridos, lactonas y lactidas, son los que dan sus características a las parafinas oxidadas.

Son clasificadas, comercialmente, según su punto de fusión, número ácido, número o valor mínimo de saponificación. En base a éstos es su precio, algunos productos comerciales son:

"Cardis" Fabricado por "Warwick Wax Co."

"Petronauba Waxes" Fabricado por "Bareco Oil Co."

Usos: Principalmente en la fabricación de emulsiones, -
tales como agentes ablandadores, lubricantes y pulidores.

Hidrocarburos sintéticos.-

Este tipo de productos se preparan mediante el proceso Fisher-Trops, (síntesis agua-gas); se quema carbono en presencia de oxígeno y vapor de agua para producir monóxido de carbono e hidrógeno. El monóxido de carbono es reducido por el hidrógeno, en presencia de un agente catalítico y bajo -- presión. (23).

Dependiendo de las condiciones de reacción se produce - una amplia variedad de hidrocarburos de estructura y propiedades similares a la de las parafinas obtenidas del petróleo.

Características: Esencialmente están constituidas por - una mezcla de hidrocarburos saturados de cadena recta, su peso molecular promedio es 750. (17)

Estructura cristalina: el tamaño de los cristales es pa recido al de las parafinas microcristalinas y su punto de fu sión es más alto y su dureza considerablemente mayor, como - se muestra en la tabla comparativa siguiente:

	Normal (3)	Microcris- talina (23)	Sintética (17)
Punto de fusión °C	máx. 65.5	máx. 90.6	101.1
Penetración a 25°C	mín. 22	mín. 8	mín. 1.5
Contenido de aceite %	máx. 0.5	0.1 - 13	1.0
Peso molec. aprox.	350 - 420	490 - 800	750
Color	blanco	amarillo	blanco
Viscosidad a 100°C (SSU)	39	45 - 120	
Densidad relativa a 25°C	0.88-0.95	0.924	0.945

Usos: En general los mismos de las parafinas.

Tipos comerciales: Fisher-Trops Waxes F-T 200, F-T 300.
 Parafint.- (grados) H-1, RG, SH, SSH. (23)(17)
 Varicos fabricantes, entre otros Moore and Murger, Inc.

POLIETILENO.-

Los inicios del descubrimiento del polietileno, se remontan a 1898, cuando Von Peckmann observa que pequeñas cantidades de sustancias blancas flocculentas, que pueden ser -- cristalizadas de cloroformo, se separan de soluciones etéreas de diazometano almacenado. Aunque la presencia de platino o sodio catalizan algo la formación de éste sólido, la cantidad obtenida es insuficiente para estudiarse. (19)

Dos años después, Hamberger y Tschiner obtienen una cantidad apreciable de este material, pudiendo determinar lo siguiente:

Fórmula General $(CH_2)_n$, Punto de fusión $128^{\circ}C$, el material es llamado polimetileno. (19)

Una serie de estudios con diazo-olefinas, dan como resultado productos de propiedades que varían entre ceras cristalinas y vidrios amorfos con pesos moleculares entre 200 y 14,000.

Todos estos materiales, resultan muy caros, de manera que los descubrimientos no son comercialmente interesantes. (19)

El inicio real del polietileno parte del descubrimiento en 1933, de los doctores E.W.Fawcett y R.O.Gibson de la Imperial Chemical Industries (ICI) de Inglaterra, del proceso de

alta presión para la fabricación del polietileno. Este descubrimiento accidental, genera un gran estudio de las propiedades del etileno a altas presiones. (13)

Después de un receso inicial causado por las explosiones ocurridas durante los primeros experimentos, el proceso se desarrolla rápidamente. El material resulta ser el aislante necesitado para el radar que Inglaterra desarrolla en esta época. En 1938 se produce la primer tonelada en una planta piloto, en 1940 la producción llega a 100 toneladas y al finalizar la guerra a 1,500 toneladas.

Después de la guerra el uso del polietileno en aplicaciones civiles tiene gran aceptación, aislamiento de alambre, moldeo por inyección, película para empaque y botellas irrompibles son algunos de sus usos. Su demanda es tal que en 1952 una corte federal determina que ICI debe modificar su patente, para permitir que otras industrias lo fabriquen. A pesar de esto la demanda continúa aumentando y la resina producida se usa rápidamente. (13)

A mediados de los años 50's se presenta una serie de patentes en la polimerización del etileno. Todas éstas tienen en común el uso de catalizadores sólidos, la operación a bajas presiones (relativamente), y la producción de un polímero más duro y fuerte que el polietileno de ICI. El material producido por este proceso, se ha llamado polietileno lineal (alta densidad). (13)

Estos procesos son: Phillips, Ziegler y Standard Oil de Indiana.

La diferencia entre ellos es básicamente el tipo de catalizador empleado.

Propiedades generales:

El polietileno pertenece al llamado grupo de las POLIOLEFINAS. (22)

Las poliolefinas son largas cadenas de hidrocarburos alifáticos, lo cual significa que pertenecen a la misma clasificación general de las parafinas. Muchas de las propiedades de las poliolefinas pueden entenderse por analogía con las de parafinas.

El polietileno es un sólido incoloro, con una superficie relativamente suave, casi transparente en espesores delgados, de translúcido a opaco en espesores gruesos, inodoro, insípido y no venenoso. (19)

Como hidrocarburo puro, su inflamabilidad es similar a la de las parafinas de alto punto de fusión. Hasta menos 60°C el polietileno es flexible pero a menores temperaturas es quebradizo. (13)

Es una resina termoplástica y como tal puede ser moldeada por métodos de inyección, extrusión o calandreado. -- (22)

Se diferencia de otros termoplásticos en su estructura cristalina; cuya extensión y orientación son factores importantes que afectan sus propiedades físicas y mecánicas. (22)

En ausencia de oxígeno el polietileno es estable hasta 290°C , de $(290-350)^{\circ}\text{C}$ se descompone en polímeros más ligeros; normalmente termoplásticos o parafinas. A más de 350°C se descompone en productos gaseosos, principalmente butileno y no etileno como era de esperarse. (19)

Resistencia a la Humedad.- Es resistente, prácticamente no absorbe agua, esto significa que no varían sus dimen-

siones al cambiar la humedad atmosférica. La permeabilidad al vapor de agua a 25°C es $(16-50)10^{-8} \text{ cm}^2 \text{ seg}^{-1} \text{ at}^{-1}$. (19)

La cantidad de agua absorbida por una muestra de polie tileno sumergida en ella se muestra en la siguiente tabla: (19)

	Absorción de agua (mg/cm ²)	
	25°C	70°C
1 mes	0.0047	0.0310
3 meses	0.0093	0.1240
1 año	0.0310	0.1860
2 años	0.0465	0.2480

Solubilidad.- Los hidrocarburos alifáticos, aromáticos y clorados causan modificaciones en sus propiedades físicas, que se recuperan al evaporar el disolvente. Solo materiales no volátiles como: aceites lubricantes, vaselinas, grasas o aceites animales o vegetales causan daño permanente.

A temp. superior a 70°C, se disuelve en tolueno, xileno, acetato de amilo, tricloro etano, hidrocarburos clorados, tetralín, decalín, éter de petróleo, aguarrás, aceite lubricante y parafina. Después de los 100°C es totalmente miscible en toda proporción, siendo el decalín el mejor disolvente. Al enfriar el polietileno se separa de sus soluciones formando una pasta o gel. (19)

Insoluble a toda temperatura en: agua, etanol, acetona, glicerol, ácido acético y disulfuro de carbono.

Resistencia Química.- A Temp. ambiente es atacado ligeramente por ácido sulfúrico fumante, ácido nítrico, mezclas sulfúrico con nítrico y de sulfúrico con ácido crómico.

Resistente a ácidos incluyendo al fluorhídrico (excepción hecha de los anteriores), álcalis fuertes y metales al calinos. (19)

Permeabilidad.-

A líquidos. Pobre en el caso de líquidos polares orgánicos, aumenta cuando se trata de líquidos orgánicos no polares, casi nula permeabilidad al agua.

A gases. Baja permeabilidad a vapor de agua, gran permeabilidad a vapores orgánicos y gases. (19)

La combinación de permeabilidad alta a bióxido de carbono y oxígeno y baja permeabilidad a vapor de agua, es lo que hace, de la película de polietileno un empaque perfecto de productos vegetales frescos (se permite la respiración del vegetal y al mismo tiempo se evita su deshidratación), y al mismo tiempo se hace prohibitivo, como empaque, en per fumería.

Resistencia ambiental.- (cracking). La acción del medio ambiente hace que el polietileno se degrade y agriete después de cierto tiempo de trabajo. Este fenómeno es más notorio si el polietileno se encuentra en contacto directo con detergentes, disolventes o ácidos. La resistencia al agrietamiento representa el índice de durabilidad y resisten cia química.

Esta propiedad está en función del polímero empleado, las condiciones de moldeo y diseño del artículo.

Densidad.- Depende de la estructura molecular del polí mero; el polietileno llamado de baja densidad tiene una estructura en su mayor proporción amorfa (debido a la presen-

cia de ramificaciones en la cadena polimérica) y sus valores están comprendidos entre $(0.910-0.944)\text{g/cm}^3$. El de alta densidad (polietileno lineal) una estructura esencialmente cristalina y sus valores están entre $(0.945-0.970)\text{g/cm}^3$. -- (18)

La relación entre la densidad y otras propiedades se describe en la tabla 1.

Peso Molecular.— Los polietilenos comerciales son materiales polidispersos, lo que significa que cualquier muestra del producto está formado por moléculas de diferente peso. Por lo tanto cuando se habla de peso molecular, se habla de un peso molecular promedio. El peso molecular tiene una influencia importante en la variación de ciertas propiedades, un ejemplo de esto está dado en la tabla 1. (16)

Índice de fluidez.— Es una medida de la fluidez y del grado de procesabilidad del material, se expresa en $\text{g}/10\text{ min.}$ (peso del polímero extruido de un cilindro estandarizado y por efecto de un pistón de peso determinado) en 10 minutos. El índice de fluidez está en función inversa del peso molecular del polímero. Su valor se encuentra entre 0.1 y 70. -- (16)

Clasificación.—

Normalmente se hace atendiendo a la densidad del polietileno y se tiene: (18)

Polietileno de baja densidad y Polietileno lineal o de alta densidad.

Debido a la marcada influencia que tiene el peso molecular sobre las características generales del producto, podemos hacer una subdivisión en: (23)

Poliétileno de bajo peso molecular (menor de 12,000) y
Poliétileno de alto peso molecular (mayor de 14,000).

Métodos de obtención.- (13)

Método de Alta Presión.- Originalmente desarrollado -- por ICI, todavía es el método mediante el cual se obtiene - la mayor cantidad de poliétileno. Por motivos económicos su uso está limitado para producir poliétilenos de densidades baja y media.

El proceso se efectúa a presiones entre 15,000 y 50,000 psi y temperaturas entre (93-260)°C. Hay dos tipos de equipo que se usa: reactores tubulares y autoclaves con agitación.

La polimerización del etileno en un reactor de alta -- presión es extremadamente rápida, produciendo una molécula de polímero completa en una fracción de segundo. Al mismo - tiempo es muy exotérmica, de manera que la producción está limitada a la cantidad de calor que puede manejarse. Esto - limita la conversión a un 10 o 15% en peso del gas alimentado.

Los reactores tubulares pueden transferir una mayor -- proporción de calor que las autoclaves y por lo tanto permiten una mayor conversión.

Después de su paso por el reactor, el gas se separa - del polímero, se enfría, comprime y recircula al reactor, mientras que el polímero se extruye, peletiza y enfría. -- (ver diagrama).

Método de Baja Presión.- En este método la reacción - se efectúa en áreas activas de un catalizador sólido, que

TABLA I (16)

Propiedades:	Conforme a la <u>den</u> sidad aumenta	Conforme el <u>índi</u> ce de fluidez -- disminuye o <u>PM</u> - aumenta
Térmicas:		
Punto de reblandeci miento	gran incremento	incremento leve
Viscosidad a P.F.	incrementa	incrementa
Resistencia del flu jo a la presión ...	incrementa	incrementa
Flexibilidad a baja temperatura	disminuye	incrementa
Mecánicas:		
Rigidez -	incrementa	incrementa
Tensión	incrementa	incrementa
Torsión	incrementa	incrementa
Impacto	disminuye	leve incremento
Descascaramiento ..	gran incremento	leve incremento
Químicas:		
Agrietamiento (cra- cking)	disminuye	disminuye
Permeabilidad	disminuye	leve incremento
Resistencia general	aumenta	aumenta
Eléctricas:		
Valores de aisla--- miento	leve incremento	sin cambio
Características de proceso:		
Velocidad de produc ción	aumenta	aumenta
Contracción	incrementa	incrementa
Torcimiento	leve incremento	incremento
Brillo	incrementa	disminuye

puede ser sílica o sílica alúmina impregnada con una pequeña cantidad de óxido metálico. Las técnicas de preparación y activación de los catalizadores no solo determinan la actividad o eficiencia del mismo, sino también las propiedades de la resina producida. En los procesos Phillips y Standard Oil, los catalizadores deben activarse antes de entrar en contacto con la mezcla reactiva. En el proceso Ziegler los componentes del catalizador pueden ponerse por separado en el reactor ó mezclarse separadamente. (ver diagrama de flujo).

Las ventajas de este proceso son:

- Se obtienen polietilenos libres de ramificaciones (lineales), de alta densidad y resistencia.

- Se opera a bajas presiones, eliminando los altos costos de bombeo a alta presión; de este modo se pueden utilizar reactores comparativamente más baratos.

- Gran eficiencia del catalizador. Permite producciones hasta de 6,000 Kg/Kg de catalizador.

- La velocidad de reacción es lo suficientemente lenta para permitir la eliminación de calor del reactor por completa en un solo paso.

MODIFICACION DE POLIETILENOS

Aditivos.- Sustancias que se agregan al polietileno para mejorar sus propiedades, los más empleados son: (18)

- Antiestático.- Imparte un ligero o moderado grado de conductividad eléctrica, lo que previene la acumulación de cargas electrostáticas en productos terminados.

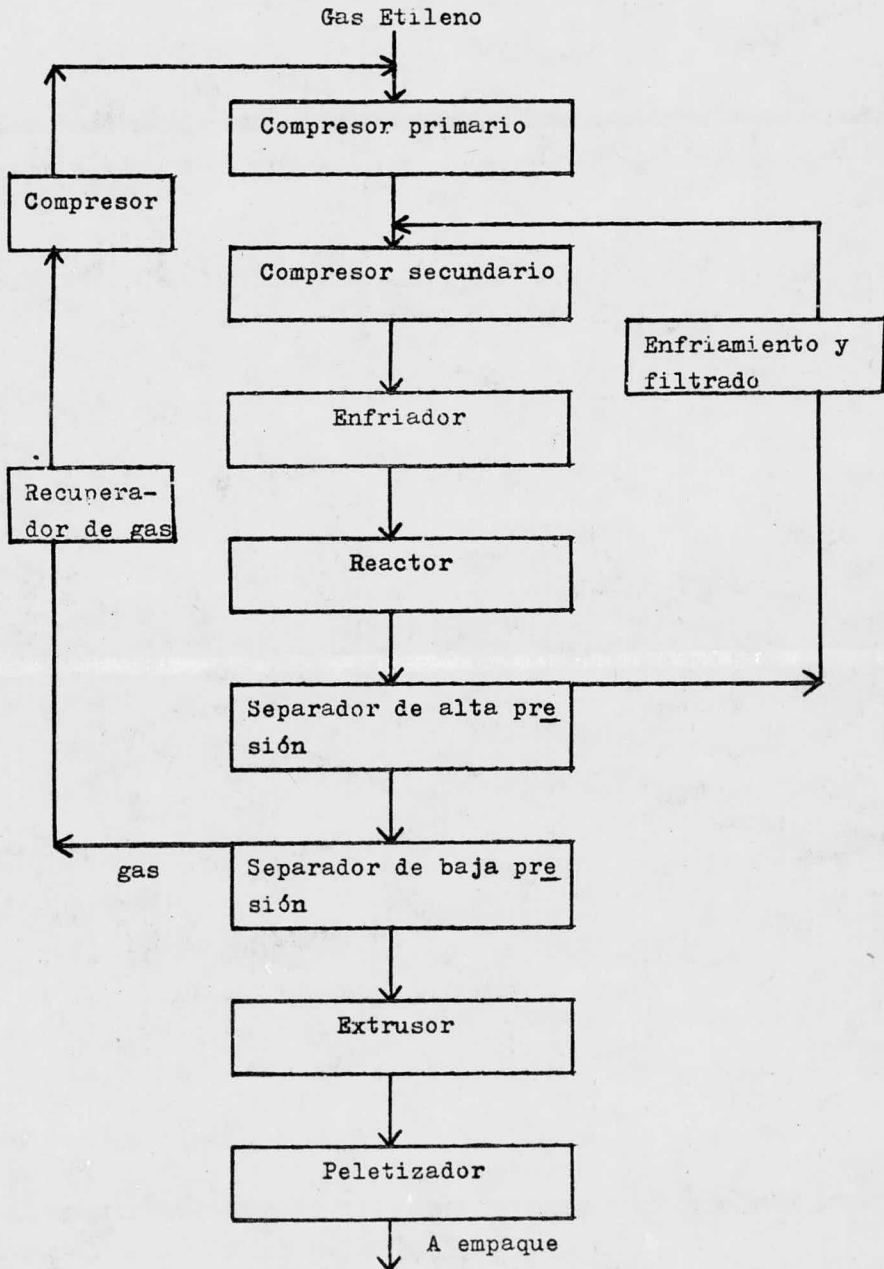


Diagrama de flujo de obtención de polietileno.

PROCESO DE BAJA PRESION (13)

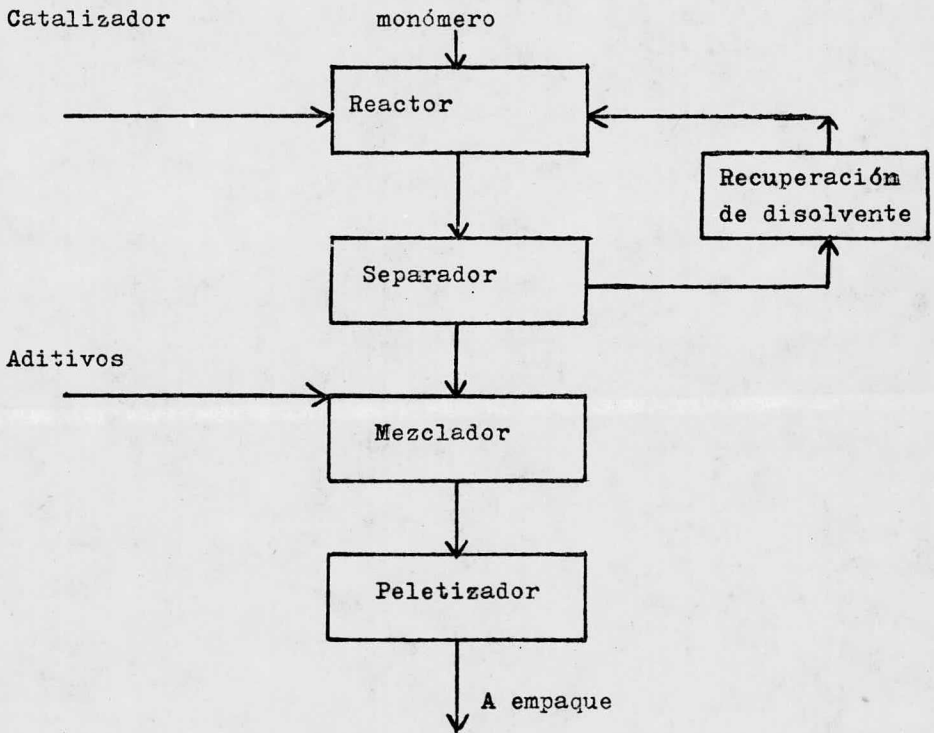


Diagrama de flujo de obtención de polietileno.

- Antioxidantes.- Evita la oxidación por efecto del -- aire u oxígeno a temperaturas normales o elevadas, evitando la degradación del polímero, por ejemplo BHT.

- Antibloqueo.- Aditivo incorporado al polímero emplea do en películas, para prevenir una adhesión indeseable du-- rante su almacenamiento.

- Deslizante.- Actúa como lubricante interno. Emerge a la superficie del polímero inmediatamente después de ser -- procesada.

Espumas.- Se pueden obtener espumas de polietileno con las siguientes características: (10)

- Comparadas con las de poliestireno, presentan mayor resiliencia y resistencia a impactos repetitivos.

- Absorción despreciable de agua y estructura celular cerrada, lo que las hace perfectas para efectos de flota--- ción.

Los procesos de obtención de espumas pueden ser: (10)
(12)

- Inyección de un gas o líquido volátil al polímero -- fundido durante el proceso de extrusión. (P. ejem. Freón 11 ó agua).

- Adición de agentes químicos espumantes a los pelets (poliazodicarbon amidas, de fórmula general:

$R-(\text{N}=\text{N}-\underset{\text{N}}{\text{C}}-\text{NH}_2)_n$ $n \geq 2$), seguido por moldeo por in--
yección. Un ejemplo de espumante empleado es:

4,4'-oxi bis (bencen sulfonil hidracina); conocido comercialmente como CELOGEN-T.

El empleo de los espumantes puede hacerse:

- a) Espolvoreado sobre los pelets justo antes del moldeado.
- b) Incorporación directa dentro del pelet.
- c) Adición del espumante por medio de un concentrado - (master batch).

- Expansión en el molde.- El polietileno granulado preadicionado de un espumante se alimenta a un molde que después se somete a calentamiento para generar la espuma. El producto ya moldeado se extrae y enfría. (10)

Productos comerciales de espumas son:

- Ethafoam.- Dow Chemical
- Microgoam.- Du Pont
- Marlex.- Hercules, Inc.

Reacciones Químicas.-

- Con el oxígeno. La reacción extrema es la de la combustión. El polietileno se quema con goteo. Su razón de quemado en especímenes de un milímetro de espesor es de 58 cm/min. (7)

La oxidación menos drástica, se efectúa sobre la superficie del polietileno provocando la degradación del mismo - debido a la formación de ésteres o ácidos carbonílicos. Para evitar la acción del oxígeno se utilizan los antioxidantes, por ejemplo BHT. (19)

- Cloración. Puede ser directa con cloro a una solución de polietileno o a polietileno en forma pulverizada. Para este efecto es necesario la intervención de activadores como ejemplo luz U.V.

Los productos obtenidos pueden ser materiales suaves como hule o muy duros. Dependiendo del grado de cloración y polímero usado. La propiedad principal que se adquiere es la no inflamabilidad. (19)

Cuando se alimenta simultáneamente dióxido de azufre, se obtiene la clorosulfonación que da como resultado polietilenos de forma elastomérica. (19)

POLIETILENO DE BAJO PESO MOLECULAR

Polietilenos de Bajo Peso Molecular.- Los polietilenos de bajo peso molecular son importantes desde el punto de vista de su gran parecido a las parafinas y su afinidad hacia ellas.

Los polímeros de peso molecular entre 2,000 y 4,000 pueden considerarse como parafinas. Funden en el rango de $(97-106)^{\circ}\text{C}$ y producen fusiones fluidas y fácilmente dispersables en parafinas. Algunas de sus propiedades físicas, como viscosidad y cristalinidad, son influenciadas por el grado de ramificación y tamaño de arborecencias en la cadena polimérica y no por el peso molecular. (23)

Los que caen dentro del rango de peso molecular entre 4,000 y 12,000 son resinas cerosas: los de peso molecular superior a 12,000 definitivamente son resinas. (23)

Métodos de obtención.- Existen varios métodos de obtención, en estos se emplean diferentes catalizadores y condi-

ciones de temperatura y presión, dependiendo de éstas es el producto que se obtiene.

- En un método el reactor se llena con nitrógeno libre de oxígeno y algo de benceno anhidro al que se le ha añadido una pequeña cantidad de solución bencénica de un poliperoxido orgánico. Para preparar el polietileno, el nitrógeno del reactor se elimina mediante la adición de etileno a una presión de 165 atmósferas y calentado a 125°C, la presión del etileno se eleva a 600 atmósferas y se deja polimerizar durante 18 horas con agitación, manteniendo la presión agregando más etileno. Después de este tiempo el exceso de etileno se quita quemando el polímero ya formado. (23)

- En otro método la polimerización del etileno se hace en presencia de 1.1 a 2% de peróxido de hidrógeno y del 5 al 10% de alcohol isopropílico en volúmen. La reacción se efectúa mediante condiciones predeterminadas de temperatura y presión. El resultado es un polietileno parafínico de peso molecular superior a 2,000. (23)

- La polimerización del etileno puede efectuarse en presencia de una sustancia modificadora para obtener productos de fórmula $A(C_2H_4)_nB$, en la que la composición de los grupos terminales A y B está determinada por el modificador usado. El peso molecular del producto obtenido es aproximadamente 2,000. Un producto de este tipo es fabricado por Sement-Solvay Petrochemical Division, Allied Chemical & Dye Corporation, con el nombre de polietileno A-C. Y otro, por Eastam Chemical Products, Inc., con peso molecular entre 2,000 y 6,000 y punto de fusión de 106°C. Esta es conocida con el nombre de "Epolene". (23)

Propiedades Físicas.- Los polietilenos de tipo parafínico se venden en forma granulada, hojuelas o polvos. Son -

duros, de color blanco translúcido, insípidos, no tóxicos y prácticamente inodoros. Son resistentes al agua y productos químicos en solución acuosa; ligeramente solubles en agua--rrás, gasolina, xileno y tolueno a temperatura ambiente; su solubilidad aumenta con la temperatura. Insolubles en sol--ventes polares fríos o calientes. (23)

En las siguientes tablas se muestran las propiedades físicas de los productos comerciales de este tipo y sus aplicaciones.

Propiedades de Polietilenos A-C (1)					
Tipo	PM	P.F. °C	Dureza décimas mm.	ρ relativa	μ 140°C cps
6 y 6A	2,000	103.8-107.7	3-5	0.92	180
7	2,000	100.1-110.0	2-3	0.92	220
615	5,000	106.6-111.1	3-4	0.92	4,000
617 y 617A	1,500	98.9-102.8	6-9	0.91	100
G-2011	2,000	93.0- 97.8	6-9	0.92	230

Propiedades de los "Epolene" (9)					
Epolene E	2,500		2	0.94	1,500
" HDE	1,500		1	0.96	455
" LVE	1,500		5	0.94	400
" N	2,500		1	0.93	2,500
" HD	1,500		0.5	0.94	340
" LV	1,500		3	0.93	360
" C	7,000		7	0.91	16,000

Simbología de la tabla de Epolene:

- E Polietileno emulsificable
- C, N Polietilenos no emulsificables
- HD Polietilenos de alta densidad

USOS (1)(9)

Uso	Tipo de Polietileno		
	E	N	C
Adhesivos (Hot melt)			X
Recubrimiento cartón corrugado			X
Sustitutos de ceras	X	X	X
Ceras modificadas para cartones doblables	X	X	X
Acabado en pieles	X		
Laminación de materiales de empaque			X
Ingredientes en pinturas y barnices		X	
Recubrimiento de papel	X	X	X
Recubrimiento de papel emulsión	X		
Papel carbón		X	
Pulidores, emulsión	X		
Pulidores, pasta		X	
Tintas	X	X	
Espreado agrícola	X		
Acabados textiles	X		
Modificación general de ceras	X	X	X
Fijador partes electrónicas			X
Modificador hules			X

Simbología:

E = Emulsificable

N,C= No emulsificable

Los usos de polietilenos AC, son los mismos de la tabla anterior, las equivalencias son: (1)

E = A-C 629, A-C 392

N y C = A-C 6, A-C 6A, A-C 8, A-C 617, A-C 615.

↓ 5ⁿ 8^o

MODIFICACION DE PARAFINAS CON POLIETILENO.--

El uso del polietileno como modificante en parafinas, ha tenido gran aceptación, debido al bajo costo y abundancia del mismo. El polietileno mejora las propiedades físicas de las parafinas, haciéndolas más apropiadas para determinadas aplicaciones y ampliando con ello su campo de utilización. (21)

Debe hacerse notar que hay otros tipos de resinas o polímeros que usados como aditivos de parafinas pueden producir las mismas modificaciones (21), pero pueden diferenciarse, de las de polietileno, en las propiedades características de cada uno de ellos al incorporarse a las parafinas -- (21). Algunos de estos aditivos son:

- **Elastómeros.**- Sus mezclas presentan gran ductibilidad, adhesividad, fibras largas y opacas. Aditivos de este tipo son:

Hule butílico, poli-iso-butileno, hule de etileno-propileno, nombres comerciales Oronite, Vistanex

- **Elastómeros modificados.**- Características parecidas al anterior pero produce materiales más transparentes, algo elásticos y altamente insolubles, con puntos de fusión de -75°C en adelante. Nombres comerciales: S-polimer, Tervan -- 2,800, Arwaxes; todos estos son premezclas de los tres componentes: parafina, poli-isobotuleno y polietileno.

- **Resinas.**- Olor fuerte, residuo insoluble, se les puede determinar número de ácido y número de saponificación, - ejemplos de éstas son: brea, brea polimerizada y eterificada, ésteres de Staybelite y Polypale, Cellolyn, Pentalyn, - Piccolyte, Piccopale, resinas Durez, resinas Dow, etc.

- Parafinas sintéticas.- Punto de fusión y de nebulosidad muy alto, algunas veces número de saponificación y/o --olor.

- Copolímeros de acetato de polietilen-vinil (Elvax). Extrema contracción al solidificarse, número de saponificación, ligero olor, al someterse a la absorción en el infrarrojo presenta grupos éster.

En la actualidad existen cientos de tipos de polietileno no comercializados, la variación principal entre ellos es la densidad y el peso molecular. Muchos están ya prefabricados con determinado tipo de aditivo (antioxidantes, desli--zantes, etc.). De toda esta gama de polietilenos solo un pequeño porcentaje es apropiado para mezclarse con parafina.

Por razones obvias los productos que tienen aditivos -- quedan descartados. Los productos de alto peso molecular y densidad, presentan una gran dificultad para incorporarse, por lo que también se eliminan. (5)

Los polietilenos de baja densidad se incorporan más fácilmente, pero presentan la limitación de formar productos muy viscosos (cuando fundidos), a altas concentraciones.

La compatibilidad óptima se obtiene con polietilenos -- de peso molecular inferior a 12,000, con índice de fluidez mayor a 250. (4)(5)

Con este tipo de producto se pueden incorporar concentraciones hasta de un 40%.

El polietileno se disuelve en parafinas a temperaturas superiores de 100°C, al enfriar, se separa en forma de una dispersión fina. La temperatura a la cual se separa se conoce

ce como punto de nebulosidad y depende de la concentración y densidad del polietileno usado. (4)(5). Es necesario mantener la temperatura de la mezcla por lo menos 10°C sobre el punto de nebulosidad, para eliminar el peligro de precipitación de polietileno durante procesos de aplicación de recubrimientos.

Efectos del polietileno:

En la mezcla fundida.- Las características del fundido son importantes pues determinan la facilidad de impregnación durante el proceso de recubrimiento, en el cual la parafina es el cubriente.

- Viscosidad: Esta se aumenta con la adición del polietileno. El aumento producido depende del peso molecular y la proporción de polietileno usado. (23). A un mayor peso molecular corresponde un mayor incremento de viscosidad para una concentración dada (tabla 1). El tipo de maquinaria utilizada es también una función de la viscosidad, para viscosidades altas es necesario utilizar equipo para "Hot melts".

- Densidad: La temperatura mínima a la cual la mezcla se puede manejar, depende del punto de nebulosidad del polietileno disuelto.

El punto de nebulosidad está en función de la estructura y ésta a su vez determina la viscosidad del polímero. A mayor densidad, mayor temperatura de trabajo. (5)

Mezcla sólida.- En el producto ya solidificado lo interesante es el mejoramiento obtenido en el aspecto y resistencia.

- Resistencia Química: El polietileno es bien conocido por su resistencia química y frecuentemente al añadirse a -

las parafinas les mejora esta propiedad. Esta mejora es enmascarada cuando se presentan porosidades (pinholes) u otro tipo de fallas en el recubrimiento. (4)

- Dureza: La dureza es mejorada por la adición de polietileno, pero el grado de mejoramiento es difícil de predecir (especialmente en concentraciones menores del 5%), ya que como se ha dicho, en el estado sólido se tiene una separación de componentes (5), gráfica No. II). A temp. ambiente hay poca diferencia en la dureza; variaciones más notables se producen a temperaturas mayores (gráfica No. I)

- Resistencia a la tensión y flexibilidad: Se incrementan mediante la adición de polietilenos de bajo peso molecular, el pico máximo alcanzado varía con el tipo de parafina empleada. El mejoramiento no solamente se analiza a temp. ambiente, sino es muy importante a temperaturas bajas, por ejemplo las de un congelador. (4)(5). Estas variaciones están en la (gráfica No. IV).

- Resistencia a la abrasión: Grandemente mejorada. (4)

- Bloque: Un 5% es normalmente suficiente para evitar peligros, adhesión en el almacenaje en época calurosa. (4)

- Tersura: Le da una apariencia plástica, evitando el aspecto ceroso en los recubrimientos. (4)

- Distribución y peso de recubrimiento: El polietileno reduce la penetración dentro de la pieza a cubrir, lo cual produce una reducción en el total de parafina usada, aún cuando la cantidad superficial de parafina se incrementa. - Esto es más notorio en productos porosos. (4) (tabla No. II)

- Punto de reblandecimiento: El polietileno, cuando se añade a las parafinas, tiene la habilidad de aumentarles el

punto de fusión. El grado de aumento está en proporción de la concentración del polietileno usado. Nuevamente se tienen resultados erráticos en concentraciones menores al 5% - (gráfica No. III). Como en el caso de la dureza, la densidad del polietileno tiene un efecto pronunciado en el incremento del punto de fusión. (5)

Polietilenos empleados:

Se emplean generalmente los polietilenos de bajo peso molecular, ya mencionados, también se encuentran en el mercado concentrados de pre-mezclas de polietileno (resina) -- con parafinas (normales o microcristalinas), ejemplo de estos es el conocido como Morax (Moore & Munger, New York). - (23)

Usos:

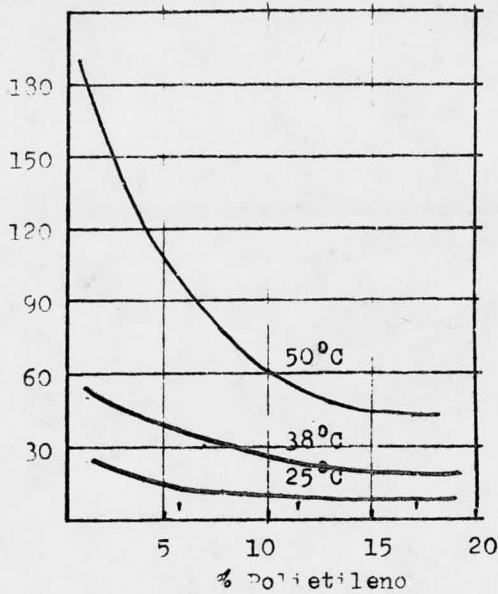
El uso principal que se le ha dado a las mezclas parafina-polietileno es en el campo de los recubrimientos de papel (21)(4)(5) y cartones. Otro uso es en el de ceras pulidoras y aislantes eléctricos.

MODIFICACION DE POLIETILENO CON PARAFINAS.-

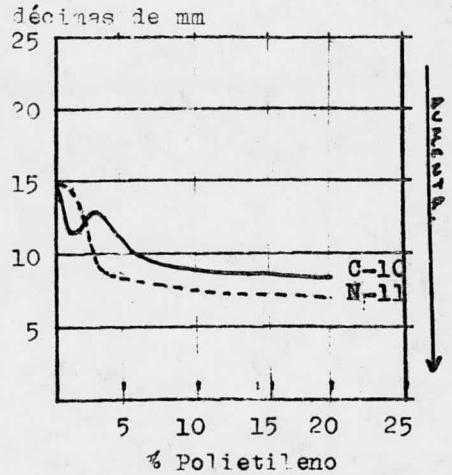
De manera similar al estudio de parafinas modificadas, se ha estudiado el polietileno como material a modificar.

Los resultados obtenidos de algunos estudios (14) son los siguientes:

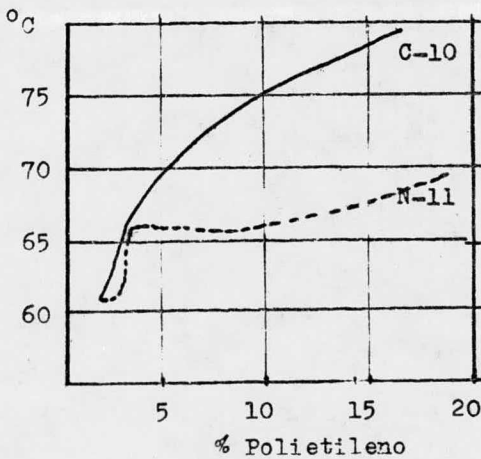
Compatibilidad con algunos modificantes.-



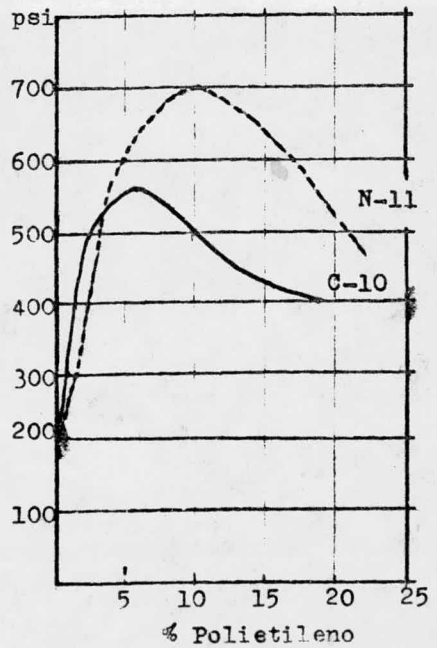
Gráfica I (4)
Penetración



Gráfica II (5)
Penetración



Gráfica III (5)
Reblandecimiento



Gráfica IV (5)
Esfuerzo de tensión

TABLA I (23)

Mezcla de parafina (PF⁰C 56/57) con diferentes polietilenos. Viscosidad a 100⁰C expresada en SSU.

%	Peso Molecular			
	2,000	4,000	7,000	12,000
0	39.0	39.0	39.0	39.0
4	40.5	42.5	46.5	63.9
10	57.0	68.0	86.0	194.5

TABLA II (4)

Peso del recubrimiento:

% Polietileno	Peso del recubrimiento g/m ²
0	0.294
5	0.294
10	0.253
20	0.211
40	0.169
60	0.127
100	0.253

<u>En todas proporciones</u>	<u>En proporciones limitadas</u>
Hule natural virgen	Neopreno GN
Gutta-Percha	Hule butadieno-acrilo-nitrilo
Hule butílico (GR-1)	Thiokolfa (polisulfuro orgánico)
Buna S (GR-S)	Parafinas
Poli-isobutileno	Resinas cumarona indeno

El criterio para determinar la compatibilidad es el siguiente:

-- Moler los ingredientes hasta conseguir uniformidad de la mezcla.

- Fabricación de muestras.

- Una vez a temperatura ambiente doblar la muestra y analizar el doblés.

La formación de una marca blanca en el doblés determina incompatibilidad. La exudación de material modificante a la superficie de la muestra también es signo de incompatibilidad. El análisis de muestras con diferentes porcentajes de modificantes determina si hay compatibilidad total ó limitada (14).

La incorporación de los aditivos puede hacerse en un molino de varillas o en un mezclador Banbury a temperaturas entre $(100-150)^{\circ}\text{C}$, simultáneamente pueden incorporarse otros tipos de aditivos como pigmentos, antioxidantes, antiestáticos, etc. También pueden incorporarse cargas, (carbonatos de calcio y algunos negros al carbón), estos producen un es fuerza reforzante pudiendo incrementar la dureza y el punto de reblandecimiento pero le restan otras propiedades de resistencia al polímero. (19)

Algunas composiciones de este tipo se detallan abajo:

- Polietileno (80-90)%, poli-isobutileno (10-20)%.- Re
cubrimiento de cables, generalmente se mejora la flexibili-
dad a temperaturas ordinarias, disminuye el resquebrajamien-
to a bajas temperaturas, se reduce la ruptura ambiental (de-
gradación). Las propiedades eléctricas no se afecta. (19)

- La incorporación de pequeñas cantidades de tio-urea
y anilina reducen la degradación por efecto de radiación en
un factor de 3. (19)

- Polietileno (85-60)%, copolímero de estireno isobuti-
leno (aprox. 60% de estireno combinado) (15-60)%. Composi-
ción especialmente adaptada para la fabricación de fibras -
artificiales. (19)

- Polietileno 50 partes, brea 50 partes, se calientan
hasta reblandecimiento, se eleva la temperatura a 94°C, ce-
sando el calentamiento inmediatamente. La masa formada fría
se recalienta hasta 120°C hasta fluidez. Se obtiene un com-
puesto moldeable flexible. (19)

- Polietileno clorosulfonado mezclado con un compuesto
de zinc (óxido ó sales de ácidos grasos). Acelera la vulca-
nización del hule butílico en el que un dimetilolfenol es -
el agente vulcanizante. (19)

El uso de parafinas en la modificación de polietileno,
presenta compatibilidad en proporciones hasta de un 15% (es-
te porcentaje es variable según el tipo de parafina que se
utiliza), la compatibilidad aumenta con el refinamiento de
la parafina. Después de esta cantidad la parafina es exuda-
da, lo cual es un signo de incompatibilidad. (14)

En términos generales, la acción de la parafina, como

aditivo en el polietileno, es nociva; ya que propiedades tales como resistencia a la tensión, elongación, rigidez, disminuyen notablemente (ver gráficas 6 y 7) y la degradación ambiental se favorece. (14)

El beneficio que se obtiene, es principalmente en el procesamiento del polímero, ya que las velocidades de moldeo (inyección o extrusión) aumentan considerablemente y la temperatura de trabajo disminuye (debido al incremento en el valor del índice de fluidez propiciado por la adición de la parafina. (19)

Los moldeados obtenidos son más flexibles.

Los ejemplos siguientes justifican lo antes dicho:

1.- Polietileno 91 partes, parafina microcristalina (MF de 75-80°C) 8 partes, un antioxidante (fenólico) 0.2 partes, estearato de zinc 1 parte. El producto se puede extruir a una velocidad de 50 m/min. (19)

2.- Polietileno 90 partes, parafina 10 partes. La mezcla permite el moldeo por inyección, a menores temperaturas y produce moldeados más flexibles. (19)

3.- Una mezcla de parafina refinada, polietileno y polietileno de bajo peso molecular que contenga un grupo hidroxilo terminal, produce un buen producto para recubrimiento de papel. (19)

4.- Un proceso que involucra la polimerización catalítica del etileno en presencia de una parafina fundida, produce una mezcla íntima entre el polietileno y la parafina. (19)

5.- Mezclas que contengan polietileno clorado (Lithar-

ge), una parafina microcristalina y una sal metálica de ácido graso, se usa como material aislante, es flexible, térmicamente estable, su superficie es tersa y tiene propiedades aislantes satisfactorias. Su uso es apropiado ya que este material puede extruirse a altas velocidades sin usar --plastificantes. (19)

VELAS Y VELADORAS.-

La fabricación de velas y veladoras puede dividirse según el tipo de producto obtenido en:

I.- Productos religiosos o suntuarios.- Materiales baratos y de fácil obtención: parafinas grado comercial, refinada, semirefinada y cruda: colorantes a la grasa.

Su elaboración se basa en el simple moldeo del material en caliente el que puede ser:

a) Mediante el uso de máquinas moldeadoras:

La maquinaria empleada está constituida por simples cambiadores de calor que operan intermitentemente. En ellos la parte a enfriar lo constituyen las parafinas que llenan los moldes y el enfriamiento se efectúa con agua que circula por la chaqueta que envuelve dichos moldes.

Después del moldeo se pasa a un acondicionamiento que consiste en:

- empabilado,
- envoltura y
- empaque.

b) Mediante el uso de recipientes que sirven de medio de contención y al mismo tiempo forman parte del producto.



Estos pueden ser de los siguientes materiales:

Vidrio: vasos, figuras o frascos, etc.

Metal: recipientes formados con película de aluminio.

Papel: recipientes fabricados con papel o cartones.

Las características que deben reunir los productos así fabricados son:

- combustión lenta y total,
- economía y
- presentación.

La calidad del producto depende de la parafina usada. La más alta la constituyen productos fabricados con parafina refinada y la más baja con parafina cruda con alto contenido de aceite.

II.- Productos decorativos:

En esta rama los materiales no tienen (hasta cierto punto), la limitación de su precio; sino de su calidad; entendiéndose ésta como la extensión de la mejoría que se confiere al producto final. Para este caso las parafinas -- que se prefieren son de acabado brillante pero no transparente.

Los materiales empleados son:

- Parafinas refinadas, en la mayoría de los casos modificadas con parafinas sintéticas (Fisher-Trops), ceras naturales, polietilenos de bajo peso molecular, etc.

- Colorantes y pigmentos, tanto para la coloración del cuerpo del producto, como para el acabado exterior.

- Barnices y lacas.

El proceso de fabricación es:

- Moldeo de las partes constituyentes del producto.
- ensamble.- Puede hacerse mediante calentamiento indirecto o usando cautines.
- Acabado final. Generalmente decoración manual de la pieza y/o barnizado.

Las características que debe reunir el producto son:

- Acabado final atractivo y durable.
- Buena combustión con flama mediana.
- Carencia de humo y "lagrimeo" durante la combustión.

EMPARAFINADO DE PAPEL Y CARTON.-

Uno de los métodos de protección de papel y cartón contra la humedad más antiguos es el encerado de los mismos. - La invención del papel encerado se acredita a un fabricante de velas de Nueva Jersey. Este hombre al sumergir un papel de envoltura común dentro de cera fundida, obtiene un papel con propiedades impermeables que utiliza para envolver carne y pescado. (21)

Con la llegada del polietileno en los años 50's, se -- consigue un mejor impermeabilizado, mediante la extrusión - de polietileno sobre el papel.

Este recubrimiento es superior al de las parafinas, pero en contraposición requiere de equipo muy costoso. (21)

Una técnica intermedia consiste en la modificación de parafinas con aditivos que impartan mayor resistencia al -- recubrimiento con requerimiento de equipo casi tan econó---mico como el del encerado, estas modificaciones son conocidas con el nombre genérico de termoaderentes.

Entre los materiales que se usan se tienen:

- Polietileno de bajo peso molecular (ceras).
- Polietileno de baja densidad (resinas).
- Polipropileno.
- Copolímero de vinil acetal (Elvax).
- Hules de butadieno y butadieno estireno e isobutileno.

De estos, el que más versatilidad presenta es el Elvax, esta versatilidad ha producido un sin número de productos - usados tanto en el ramo de recubrimiento de papelería como en el de los adhesivos llamados de fusión (Hot Melts).

La maquinaria empleada para impregnación es: (21)

- Aplicadores para ceras, viscosidades hasta 100 cp.
- Aplicadores para ceras modificadas, viscosidades hasta 1000 cp.
- Aplicadores para Hot-Melt., viscosidades entre 500 y 20,000 cp.

Debido al calentamiento continuo a que se someten las parafinas durante el proceso de impregnación, se puede presentar el fenómeno de oxidación, el que, produce una degradación que se traduce en olores y colores indeseables en el papel encerado que incluso pueden acarrear problemas en el aspecto sanitario.

Para evitar lo anterior es necesario el uso de antioxidantes que eviten estos fenómenos. Generalmente se emplea - BHT técnico como antioxidante en proporción de 0.5 a 1% en peso.

Un buen parafinado debe tener las siguientes características:

- Uniformidad en el encerado

- Ausencia de grumos o lágrimas (exceso de cera).
- Color blanco translúcido.
- Inodoro
- Facilidad de dobles a temperatura ambiente y a 0°C.

CRAYONES.-

La palabra crayón originalmente sirve para designar un material para dibujo, generalmente en forma de lápiz, empleado por los artistas. (3)

Las formulaciones empleadas para su fabricación son -- muy variadas y van de acuerdo al uso final del producto, pudiendo o no incluir el uso de ceras o parafinas.

Para el presente trabajo nos interesan los crayones fabricados con materiales cerosos.

Un crayón consiste en una mezcla homogénea de colorante en polvo con una tierra suave, aglomerada con un material ceroso apropiado. Los métodos de fabricación pueden ser:

a) Mezclar colorante, tierra y aglomerante (generalmente ácido esteárico en parafina), en un molino de bolas hasta obtener uniformidad. La pasta formada se pasa a través de una matriz cilíndrica de diámetro apropiado, los crayones se cortan al tamaño deseado y se dejan enfriar a temperatura ambiente.

b) Mezclar bien el colorante y la tierra, rociar la mezcla con el aglomerante; colocar esta nueva composición en moldes y calentar para asegurar una impregnación total.

c) Los llamados crayones duros o marcadores se fabrican por moldeo en caliente (semejante a la fabricación de velas), en máquinas de moldes de forma y tamaño apropiado.

En su fabricación se emplean materiales baratos como: parafina P.F. (60-63)^oC, estearina (ácido esteárico comercial), talco, sulfato de bario y magnesita, etc.

Un ejemplo de formulación para este tipo de crayón es:

parafina ---	50
sebo -----	40
carnauba ---	3
pigmento ---	7

Características de un buen crayón marcador:

- Consistencia firme a temperatura ambiente.
- Facilidad de escritura.
- Uniformidad.
- Ausencia de corrimiento en lo escrito.

CERAS PULIDORAS.-

Uno de los métodos más usados en el acabado y protección de los materiales es el "encerado". Dependiendo del material a recubrir es la composición y el tipo de cera a emplear.

Originalmente se emplean como base ceras naturales como: carnauba, candelilla, cera de abejas, etc. Al convertir se en materiales inaccesibles por su precio o dificultad de suministro se buscan materiales sustitutos.

Los primeros que aparecen son ceras obtenidas de esterificación de resinas naturales por ejemplo ceras "montan". Un mayor desarrollo conduce a la obtención de ceras sintéticas de características superiores a las ceras naturales. Ejemplo de esto lo tenemos en las ceras I-G alemanas que -- son ésteres glicéricos, glicólicos ó etilénicos polimeriza-

dos de ácidos derivados de cera "montan", modificados.

Los tipos fabricados son:

	Duros:	Suaves:
Cera I-G	O y OP	Cera I-G B
" "	E y EG	" " N
" "	S y L	" " N nueva
" "	Especial	
" "	CR	
" "	A	

El otro caso lo constituyen las ceras llamadas Fisher Trops, obtenidas por síntesis de carbón y agua.

La siguiente tabla muestra una comparación entre una - cera natural y una sintética: (23)

PROPIEDAD	CARNAUBA	IG-KP (sust. carnauba)
Punto de fusión °C	78-83	80-82
Densidad	0.990-0.999	1.02
No. ácido	4-9	25-35
No. saponificación	78-87	135-145
% de insaponificables	52-55	12-14
Color	amarillo a café	café claro

Dependiendo del tipo de superficie a cubrir se tienen dos tipos de ceras: (6)

- Emulsiones acuosas. Usadas para algunos plásticos, - pisos ahulados ó asfálticos, sensibles a disolventes.

- Ceras de tipo disolvente. Para superficies barniza- - das o pintadas, linoleum, madera, etc.

Para este tipo, la calidad del producto final es determinada principalmente por la elección del disolvente apropiado.

Los disolventes pueden ser:

- Volátiles.- Derivados del petróleo, aguarrás.
- No volátiles.- Aceites para tenería.

En todas las formulaciones la cera está compuesta por:

- Cera dura.- Imparte brillo (generalmente carnauba ó sustituto).
- Carga (generalmente parafina P.F. (50-52)^oC.
- Cera amorfa.- Evita la cristalinidad y facilita la -retención disolvente (ozoquerita ó sustituto).

Formulaciones generales para ceras con disolvente (partes en peso):

Carnauba -----	4.5	Cera OP -----	4.0
Cresina -----	5.5	Cera V -----	1.0
Candelilla -----	7.5	Cresina -----	1.0
Parafina -----	12.0	Parafina -----	4.0
Nafta -----	60.5	Solvente de petróleo ----	89.7
Aguarras -----	10.0	Perfume -----	0.3
Abrasivo opcional		Abrasivo opcional	

Características de una cera pulidora:

- Facilidad de aplicación.
- Rapidez en el pulido.
- Homogeneidad en el encerado.
- Resistencia a la humedad.
- Brillo perdurable.

MATERIALES Y METODOS

MATERIALES Y METODOS:

Materiales usados.-

- Parafina refinada (P_A)

Fabricante:	Pemex
Grado:	F
Punto de fusión:	63°C
Punto de reblandecimiento:	(65-66)°C
Densidad:	0.89 g/cm ³
Color:	blanco translúcido
Viscosidad:	6.4 cp
Contenido de aceite:	menor de 0.5%
Presentación:	bloques de 50 Kg

- Parafina cruda (P_B)

Fabricante:	Pemex
Grado:	G
Punto de fusión:	68°C
Punto de reblandecimiento:	68°C
Densidad:	0.87 g/cm ³
Color:	amarillo opaco
Viscosidad:	10.2 cp
Contenido de aceite:	4%
Presentación:	bloques 20 Kg

- Polietileno (P_O)

Fabricante:	Pemex
Grado:	PX-18450-G
Punto de fusión:	128°C
Densidad:	0.918 g/cm ³
Índice de fluidez:	40 g/10 min
Uso recomendado:	moldeo por inyección
Presentación:	granulado, sacos 25 Kg

- Papel

Fabricante: Papel San Rafael
 Grado: papel parafinado K-45 ($45g/m^2$)
 Presentación: bobinas
 Uso: fabricación de papel encerado

- BHT

Fabricante: varios
 Grado: técnico (cristales transparentes)
 Presentación: frascos
 Uso: antioxidante de parafinas

- Carbonato de magnesio (magnesita)

Fabricante: varios
 Grado: polvo fino
 Presentación: sacos
 Uso: carga aglomerada en la fabricación de crayones

- Colorantes

Fabricante: varios
 Grado: polvo o pasta
 Presentación: tambores
 Uso: base de pigmentación de crayones

- Acido oléico

Fabricante: varios
 Grado: técnico
 Presentación: recipientes de polietileno
 Uso: fabricación de tensoactivos

- Trietanolamina

Fabricante: varios
 Grado: técnico
 Presentación: frescos ámbar
 Uso: fabricación de tensoactivos

- Morfolina
- | | |
|---------------|-----------------------------|
| Fabricante: | Varios |
| Grado: | técnico |
| Presentación: | frascos ámbar |
| Uso: | fabricación de tensoactivos |
- Hidróxido de sodio
- | | |
|---------------|---------------------------------------|
| Fabricante: | varios |
| Grado: | técnico |
| Presentación: | recipientes de polietileno (lentejas) |
| Uso: | fabricación de tensoactivos |
- Oleatos
- | | |
|--------------------------|--|
| | No. HLB |
| Oleato de trietanolamina | 12 |
| Oleato de morfolina | 14 |
| Oleato de sodio | 18 |
| Fabricante: | fabricados in situ mediante la combinación del ácido oléico y el hidróxido o amina correspondiente |
| Uso: | tensoactivos |
- Nafta
- | | |
|---------------|-----------------|
| Fabricante: | Pemex |
| Grado: | Nafta P.E. 55°C |
| Presentación: | tambores |
| Uso: | disolvente |
- Petróleo diáfano
- | | |
|---------------|----------------------------|
| Fabricante: | Pémex |
| Grado: | Petróleo diáfano P.E. 58°C |
| Presentación: | tambores |
| Uso: | disolvente |

- Aguarras

Fabricante:	varios
Grado:	técnico
Presentación:	tambores
Uso:	disolvente

- Caolín

Fabricante:	varios
Grado:	polvo fino
Presentación:	granel
Uso:	abrasivo

- Tierra poma

Fabricante:	varios
Grado:	polvo fino
Presentación:	granel
Uso:	abrasivo

METODOS.-

- Método estandarizado de prueba para: determinación - de punto de reblandecimiento, con el aparato de anillo y bola (Ring and Ball). ASTM E 28-67.

Alcance: Este método cubre la determinación del punto de reblandecimiento de resinas y materiales similares. - En general con materiales de este tipo, el reblandecimiento no tiene lugar a una temp. definida. Conforme la temp. aumenta, estos materiales cambian gradualmente de un estado - denso a uno más suave y menos viscoso. Por esta razón la de terminación del reblandecimiento debe ajustarse a un método cuyos resultados se puedan comparar.

Definición: El punto de reblandecimiento se define - como la temperatura a la cual un disco de muestra mantenido dentro de anillos horizontales, es atravezado hacia abajo - una distancia de una pulgada por una bola de peso determina do, cuando la muestra se calienta (a una velocidad de calen tamiento determinada), en un baño de glicerina.

Aparatos: Anillo.- Para conformar el disco de mues-- tra. Bola.- Una bola de acero de 9.53 mm de diámetro, cuyo peso varía entre 3.45 y 3.55 cm de altura.

Guía centradora de bola.- Opcional

Recipiente.- De vidrio, capaz de calentarse, no menor de -- 8.5 cm de diámetro y 12.7 cm de altura.

Soporte para anillo y termómetro. Se puede usar cualquier mpetodo, siempre y cuando cumpla con lo siguiente:

- El anillo debe de sostenerse en posición horizontal.
- El fondo del anillo debe de estar a 2.5 cm sobre el plato horizontal que esté debajo de él; la superficie del - plato horizontal debe de estar a un mínimo de 1.25 y un máx imo de 1.87 cm sobre el fondo del recipiente. La altura del líquido en el recipiente no debe de ser menor de 10 cm.

- El termómetro debe de estar suspendido, de manera - que el bulbo esté nivelado con el anillo, pero sin tocarlo.

Termómetro.- Termómetro para reblandecimiento de rango ---- (30-200)°C.

Agitador mecánico.- Agitador de hélice fijo al fondo del - recipiente, utilizado para asegurar una distribución unifor- me de calor. Debe mover al líquido hacia arriba, su veloci- dad será entre (500-700)rpm.

Preparación de la muestra: Seleccione una muestra re-- presentativa del material de prueba, por lo menos utilice - dos veces la cantidad necesaria, o en su caso no menos de - 40 gramos; fúndala inmediatamente en un recipiente limpio, utilizando calentamiento indirecto, para evitar sobrecalen- tamiento local. Evite que se formen burbujas de aire. Preca- liente los anillos, antes de llenarlos, aproximadamente a - la misma temperatura del material. Llene los anillos de ma- nera que tengan un exceso de material. Después de enfriar-- los un mínimo de 30 minutos, corte el exceso de material.

Procedimiento: Llene el recipiente con glicerina a una altura no menor de 10 ni mayor de 11 centímetros. (el apara to se ha armado conforme a las instrucciones antes dichas). Mantenga la temperatura inicial de la glicerina (32°C), du- rante 15 minutos. Coloque el anillo en el centro de la par- te superior del material contenido en el anillo. Inicie la agitación y continúela hasta el final de la determinación. Aplique calor de tal manera que la temperatura del líquido se eleve 5°C por minuto.

Reporte: Apunte como temperatura de reblandecimiento, la lectura del termómetro, en el momento en que el mate---- rial toca el plato horizontal inferior, o el fondo del re- cipiente.

Precaución: El motor que impulsa al agitador, debe montar-

tarse de manera que cualquier vibración producida por él, - no afecte directamente el soporte en el que se encuentra la muestra.

PUNTO DE FUSION (28)

Norma Oficial de Método de prueba: Determinación del - punto de fusión en sustancias orgánicas sólidas (D.G.N.- - F-113-1970).

Alcance: La norma presente establece el método de prueba para la determinación del punto de fusión en sustancias orgánicas sólidas. Por este método se determinan puntos de fusión con una aproximación de $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$.

Definición: Se denomina punto de fusión, a la temperatura en la cual coexisten la fase sólida con la fase líquida.

Este método se basa en la propiedad que tienen las sustancias orgánicas sólidas, de pasar al estado líquido por incrementos de temperatura.

Aparatos: Balanza analítica con sensibilidad de ----- 0.0001 g. Fisher-Johns, con sus respectivos dispositivos y accesorios. Pinzas. Material común de laboratorio.

Preparación de la muestra: La muestra empleada para - esta determinación debe ser de 100 mg.

Procedimiento: Se conecta el Fisher-Johns, se abre el portamuestras y se toma con las pinzas la muestra ya pesada, la cual se coloca en el dispositivo adecuado, se cierra, se observa a través del vidrio de aumento el momento de fusión de la sustancia y se anota la temperatura.

Resultados: Se expresa en grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$) la temperatura de fusión, según las determinaciones que se hayan efectuado.

Para mayor exactitud se efectúan cuando menos dos determinaciones.

VISCOSIDAD

- Método estandarizado de prueba para: Viscosidad aparente de parafinas modificadas con aditivos (Hot Melts).

Alcance: Este método cubre la determinación de la viscosidad aparente de parafinas modificadas. Aplicable a fluidos con viscosidades hasta 20,000 cp y temperaturas hasta 175°C .

Significado: La prueba distingue entre "Hot Melts" que tienen diferentes viscosidades aparentes, las determinaciones se hacen suponiendo condiciones de baja velocidad de maquilado, al usar altas velocidades pueden encontrarse diferencias notables. Aunque el viscosímetro descrito en esta prueba normalmente opera a baja velocidad, pueden existir diferencias dependiendo de la aguja y condiciones de velocidad rotacional seleccionadas.

Definición: La viscosidad de un líquido es la medida de la fricción interna del líquido en movimiento. Para un líquido Newtoniano la viscosidad es constante a cualquier velocidad. Para uno no Newtoniano es variable.

Viscosidad aparente.- Es la determinada por este método, expresada en Pascal-segundo. Su valor depende de la velocidad rotacional y aguja seleccionada.

Aparatos: Viscosímetro Brookfield Synchro-Lectric, modelos LVF o LVT, con agujas de acero inoxidable números 1, 2, 3 y 4, soporte en V con tornillos niveladores.

temperatura no debe bajar en más de 0.5°C a la temperatura de prueba). Inicie nuevamente la agitación y el funcionamiento del viscosímetro, permita que la temperatura descienda - en 15°C y repita las operaciones antes mencionadas. Continúe la secuencia hasta obtener lecturas a cuatro o más temperaturas diferentes.

Resultados: Determine el promedio de las tres lecturas hechas para cada temperatura. Calcule la viscosidad aparente en cp multiplicando el valor promedio de cada prueba por el factor apropiado de la tabla 1.

Grafique los valores de viscosidad obtenidos en una escala logarítmica, de la gráfica, determine la viscosidad de la muestra a cualquier temperatura dentro del rango de prueba.

El reporte debe de incluir la temperatura de prueba, - el número de aguja y la velocidad a que se efectuó la prueba.

Tabla 1 (2)

Núm. de aguja		Velocidad de rotación, rpm			
		60	30	12	6
1	Factor	1	2	5	10
	visc. máx.	100	200	500	1,000
2	Factor	5	10	25	50
	visc. máx.	500	1,000	2,500	5,000
3	Factor	20	40	100	200
	visc. máx.	2,000	4,000	10,000	20,000
4	Factor	100	200	500	1,000
	visc. máx.	10,000	20,000	50,000	100,000

CONTRACCION EN VELADORAS

- Método de prueba para determinación de contracción - en parafinas usadas en la fabricación de veladoras.

Alcance: Este método abarca la determinación empírica de la contracción interna mediante la medición del % de vacío en el cuerpo del producto.

Significado: Las parafinas empleadas en la fabricación de veladoras, difieren en contracción. El % de vacío en el cuerpo de la veladora es una medida de la contracción. La contracción puede tener un efecto significativo sobre el -- grado de combustión del producto.

Definición: Contracción en parafinas: El vacío en el interior del cuerpo de la veladora medido como un %.

Aparatos: Bureta graduada de 50 ml rango 0.1 ml. Báscu la granataria capacidad 2 Kg, gradiente mínimo 0.1 g y gradiente máximo 10 g. Termómetro rango -10 a 200°C, gradiente 1°C. Recipiente para muestra: molde de aluminio de forma cilíndrica de dimensiones: 10 cm de alto y 8 cm de diámetro - mayor, abierto por ambos lados. El cilindro se coloca sobre una superficie lisa por uno de sus lados, quedando el otro descubierto. Sobre el lado descubierto, se coloca un bastidor de 1 cm de alto que proveerá un exceso de parafina, la que se eliminará al solidificar. El bastidor es un marco -- móvil que se acopla al molde por el exterior. Las paredes - del cilindro deben humedecerse con aceite mineral antes de vertirse la parafina, removiendo cualquier exceso de aceite, el objeto es para facilitar el desmolde. Medio de calentamiento: resistencia eléctrica de calor variable.

Preparación de la muestra: tómesese 20 g de la parafina problema, fúndase y caliéntese 10°C sobre su temperatura de

fusión, use calor indirecto para evitar calentamientos locales. Agítese hasta homogeneidad.

Coloque el molde sobre una superficie lisa y el bastidor de exceso sobre el molde, humedéscanse las partes interiores con el aceite mineral (removiendo cualquier exceso con un paño limpio). Vierta la parafina fundida llenando -- hasta el borde del bastidor y deje el conjunto enfriar por una hora, al término de la cual se elimina el exceso de parafina con una espátula cuya hoja sea más ancha que el diámetro del molde, y se retira el bastidor. Dejando enfriar el sistema por tres horas a temperatura ambiente. Desmolde y elimine el aceite remanente (si lo hay), con papel absorbente.

Procedimiento: Se determina el volúmen geométrico de la muestra preparada y se parte transversalmente por el centro para dejar al descubierto el hueco formado. En cada mitad, se tapa con cinta adhesiva el lado en que aparece la abertura menor (si la hay), para dejar la cavidad abierta por un solo lado. Se llena el vacío existente con agua, el agua empleada proviene de una bureta graduada con volúmen de agua conocido, determinándose con esto el volúmen del vacío (considerar densidad del agua como la unidad).

El porcentaje de vacío se obtiene por la siguiente fórmula:

$$\% \text{ vacío} = \frac{V_{\text{agua}}}{V_{\text{geométrico}}} \times 100$$

Hacer pruebas con un mínimo de tres muestras diferentes.

Reporte: Apunte como porcentaje de vacío el promedio de las pruebas efectuadas y el tipo de parafina empleada.

PUNTO DE NEBULOSIDAD

- Método de prueba para: Determinación de temperatura de nebulosidad en me~~g~~clas parafina-polietileno.

Alcance: Este método abarca la determinación del punto de nebulosidad de sistemas parafina-polietileno, medidos como la temperatura de precipitación del polietileno de su mezcla.

Definición: Temperatura de nebulosidad, la temperatura a la cual se inicia la separación del polietileno de su mezcla por precipitación, formándose una turbiedad persistente.

Aparatos: Agitador mecánico de velocidad variable, con propela helicoidal. Balanza granataria con capacidad de --- 200 g, gradiente mínimo 0.1 g y gradiente máximo 10 g. Termómetro de rango -10 a 200^oC, gradiente 1^oC. Fuente de calor: resistencia eléctrica de calor variable. Vaso de precipitado: de 400 ml con soporte para termómetro. Material normal de laboratorio. Soporte con pinzas para sostener el agitador y el baño de agua, para enfriamiento.

Preparación de la muestra: Tome 250 g de la parafina - problema. Fúndala en un recipiente limpio, utilizando calentamiento indirecto, para evitar sobrecalentamiento local. - Agite el fundido obtenido para lograr homogeneidad. De aquí separe 150 g que constituyen la muestra a estudiar.

Procedimiento: Se coloca el vaso de precipitados sobre la fuente de calor en la base del soporte, se acopla el agitador mecánico dejando un centímetro de separación entre la propela y la base.

Móntese el termómetro de manera que su bulbo quede sumergido en la parafina, pero que no se interfiera con la -- propela del agitador; en estas condiciones se vierte la ---

muestra dentro del vaso de precipitados y se calienta hasta obtener transparencia en el fundido (aproximadamente 20°C - sobre su temperatura de fusión).

La agitación debe iniciarse en cuanto la cantidad fundida sea suficiente para permitirla y se mantendrá a lo largo del experimento. La velocidad de agitación será tal que no se generen burbujas de aire en el fundido, pero que se asegure la homogeneidad de la misma. Se retira la fuente calorífica y se sustituye por algún medio apropiado de enfriamiento (baño de agua, hielo, etc.) tal que pueda regularse la velocidad de enfriamiento a 2 o 3 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$.

Iniciar el enfriamiento verificando constantemente la temperatura del sistema.

Anotar la temperatura a la cual aparece el primer indicio de precipitación de polietileno (turbiedad persistente).

Repetir el experimento un mínimo de tres veces.

Reporte: Anotar como temperatura de nebulosidad, la media aritmética de las lecturas tomadas.

CONSUMO DE ENCERANTE

- Método de prueba para: Cuantificación de parafina -- empleada en el encerado de papel.

Alcance: Este método abarca la determinación cuantitativa de la parafina usada en el proceso de encerado por inmersión.

Definición: Cantidad de encerante (consumo): Es la cantidad en g/m^2 de parafina retenida por el papel al ser inmerso en un fundido de parafina que se mantiene a una temperatura superior a su punto de nebulosidad.

Aparatos: Agitador mecánico de velocidad variable con propela helicoidal. Balanza analítica, gradiente mínimo ---

0.001 g y gradiente máximo 1.0 g. Termómetro con rango de -10 a 200°C, gradiente 1°C. Fuente de calor: resistencia eléctrica de calor variable. Charola de inmersión: recipiente en forma de paralelepípedo abierto de un lado con las siguientes medidas: largo = 30 cm, ancho = 20 cm y alto = 10 cm; susceptible de calentarse. Rasero: varillas metálicas -- dispuestas en arreglo conveniente para eliminar mecánicamente el exceso de fundido del papel. Baño de agua: recipiente, de dimensiones apropiadas, con agua para el enfriamiento rápido de los segmentos encerados. Soporte con pinzas para -- agitador y termómetro.

Preparación de la muestra: Se cortan rectángulos de papel parafinar de dimensiones uniformes, pueden ser de 10 x 15 cm o de tamaño que no interfieran con la propela de agitación en la charola de inmersión. El material encerante se funde y calienta 10°C sobre su punto de nebulosidad, mediante calentamiento indirecto para evitar sobre calentamientos locales. Una vez fundido se agita por 5 minutos para homogeneizarlo; la velocidad de agitación será tal que no produzca burbujas de aire en la parafina; de este producto homogéneo se toma el material necesario para llenar la charola de inmersión hasta una altura mínima de 5 cm.

Montaje del aparato: Se monta la charola de inmersión sobre la fuente de calor y se adapta como sigue: Por un extremo se coloca la propela del agitador con una inclinación adecuada para proveer una agitación continua de la parafina, a una velocidad tal que no se produzcan burbujas de aire ni zonas estacionarias. En el mismo extremo se coloca el termómetro de manera tal que su bulbo quede sumergido totalmente en la parafina.

En el extremo opuesto se colocan las varillas del rasero de forma que el exceso de parafina eliminado caiga dentro de la charola.

Procedimiento: Se pesan las muestras: fabricadas de papel seco, con una aproximación de milésimas de gramo. La parafina se calienta hasta 10°C sobre su temperatura de nebulosidad, temperatura a la cual debe permanecer el sistema - durante todo el desarrollo.

Se inicia la agitación, la que se mantiene durante todo el proceso.

Una vez estabilizadas temperatura y agitación, se sumerge la muestra por encerar, manteniéndose inmersa aproximadamente 30 segundos y asegurándose de su inmersión total.

Se pasa la muestra por el rasero, para eliminar el exceso de parafina e inmediatamente se sumerge en el agua de enfriamiento por espacio máximo de 30 segundos. Se elimina el exceso de agua usando un papel absorbente.

Se pesa la muestra encerada y la cantidad de parafina retenida se obtiene por diferencia del peso del papel seco. La cantidad de parafina usada se obtiene mediante:

$$c = \frac{P_p}{A_m}$$

donde c = consumo (g/m^2)

P_p = peso de parafina usado (g)

A_m = área de la muestra de papel (m^2)

Hágase un mínimo de tres determinaciones.

Resultados: Reporte como consumo, la media aritmética de las pruebas realizadas.

RESISTENCIA A LA HUMEDAD EN PAPEL ENCERADO

- Método de prueba para: Determinación de resistencia a la humedad de papeles encerados.

Alcance: El método abarca la cuantificación de la resistencia a la humedad en papel encerado, como un porcentaje de agua absorbida con respecto a base seca.

Definición: Por ciento de absorción: La cantidad de agua retenida por una muestra de papel encerado, de dimensiones y peso conocidas, después de estar sumergido totalmente en agua por un lapso de tiempo prefijado.

Aparatos: Balanza analítica, rango mínimo 0.001 g. --- Cronómetro. Cuba de agua suficientemente grande para contener las muestras de papel encerado.

Preparación de la muestra: Se cortan, del papel encera do a probar, pedazos rectangulares de 10 x 15 cm (pueden -- ser de otras dimensiones) procurando que salgan lo más uniforme posible.

Procedimiento: Se pesa la muestra con una aproximación de milésimas de gramo. Se sumerge en agua totalmente, duran te 60 minutos. Transcurrido este tiempo, se saca la muestra y se elimina el exceso de agua usando un papel absorbente; se pesa inmediatamente (para evitar evaporación del agua).

La cantidad de agua absorbida se saca por diferencia - de peso respecto a la base seca.

La humedad se calcula mediante:

$$\% H = \frac{W_{H_2O}}{W_{pe}} \times 100$$

Donde:

W_{H_2O} = peso del agua absorbida

W_{pe} = peso de papel encerado seco

H = humedad retenida

Hágase un mínimo de tres determinaciones.

Reporte: El reporte debe incluir:

- Tipo de encerado
- Porcentaje de humedad retenida.

El % de humedad reportado debe ser el promedio aritmético de las determinaciones efectuadas.

UNIFORMIDAD DE ENCERADO EN PULIDORES

- Método de prueba para determinación de: Homogeneidad de cobertura de una cera pulidora.

Alcance: Este método abarca la cuantificación del poder cubriente del encerante, medido como la distribución y tamaño uniforme de las gotas de agua remanentes, después de mojar profusamente la superficie encerada.

Definición: Homogeneidad de encerado; es la uniforme - distribución de una cera, que ha sido aplicada sobre una su perficie, predeterminada, originalmente libre de suciedad y de cualquier tipo de pulidor.

Aparatos: Aplicador.- Cualquier sistema de aplicación apropiado a las características del encerante por emplear. Sistema de pulido: Cualquier tipo de mecanismo que provea - una eliminación del exceso de cera, aunado a un acabado bri llante.

Preparación de la muestra: Se toma una lámina pintada de dimensiones conocidas y se lava perfectamente para elimi nar cualquier suciedad ó pulidor en ella. Se seca perfectamente.

Procedimiento: Se aplica la cera problema sobre la ---

muestra limpia, cerciorándose de cubrirla totalmente. Se de ja secar el pulidor el tiempo necesario para eliminar el -- vehículo (agua ó disolvente) dispersor de la cera.

Se pule y abrillanta la superficie hasta eliminar cualquier exceso de cera.

Mediante un sistema burdo de aspersion, se moja completamente la superficie encerada y se analiza la distribución, tamaño y esfericidad de las gotas de agua que quedan sobre la superficie encerada. Una distribución uniforme de gotas de aproximadamente el mismo tamaño y esfericidad, es índice de homogeneidad.

Resultados: Catalóguese el análisis de la distribución de gotas de agua como bueno, regular o malo. La apreciación debe ser hecha por un mínimo de tres individuos y el resultado expresará el criterio que prevalezca.

El reporte debe incluir:

- Resultado expresado por cada calificador
- Resultado prevaleciente
- Tipo de cera analizada.

RESISTENCIA A LA HUMEDAD EN PULIDORES

- Método de prueba para: Determinación del grado de -- protección de una cera, medido como resistencia a la hume--dad,

Alcance: Este método determina la cuantificación de la protección contra la humedad conferido por el encerado, meddido como el porcentaje de oxidación sobre una lámina de -- fierro encerado, de dimensiones conocidas, que haya sido su mergida en agua durante un período predeterminado.

Definición: Grado de protección.- Es la inherencia con ferida al material encerado por la aplicación de un agente pulidor.

Aparatos: Aplicador.- Cualquier sistema de aplicación apropiado a las características del encerante por emplear.
Sistema de pulido.- Cualquier tipo de mecanismo que provea la eliminación del exceso de cera, aunado a un acabado final brillante. Cuba de agua de dimensiones apropiadas para contener los especímenes preparados.

Preparación de la muestra: Se corta un rectángulo de 10 x 20 cm de lámina de fierro sin pintar, libre de oxidación. Se lava perfectamente para eliminar cualquier residuo de grasa o suciedad que pudiera tener y se seca inmediatamente para evitar cualquier posible oxidación.

Procedimiento: Se aplica la cera sobre la muestra limpia, cerciorándose de cubrirla completamente, se deja secar el pulidor el tiempo necesario para eliminar el vehículo -- (agua ó disolvente) dispersor de la cera.

Se pule y abrillanta la muestra, hasta eliminar cualquier exceso de cera y se sumerge la muestra encerada dentro de la cuba de agua por espacio de 24 horas.

Se saca la muestra y se le sacude el exceso de agua, dejándose secar a temperatura ambiente.

Una vez seca, se calcula el porciento de oxidación mediante:

$$\% \text{ oxidación} = \frac{\text{superficie oxidada}}{\text{superficie total}} \times 100$$

Efectuar un mínimo de tres determinaciones.

Resultados: Reportar como porciento de oxidación el promedio aritmético de las determinaciones efectuadas.

EMULSIFICACION DE CERAS

- Método de emulsificación de ceras como base para pulidores.

Alcance: Este método abarca la emulsificación de ceras, naturales ó sintéticas, mediante el sistema: aceite en agua, por la acción de un tensoactivo.

Definición de emulsión: Es una dispersión de dos líquidos no miscibles, en la que se establece una fase dispersa y una dispersante bajo la acción de un tensoactivo.

En el sistema aceite en agua la fase dispersa es el -- aceite.

Aparatos: Recipiente enchaquetado de mezclado. Sistema de agitación.- Agitador mecánico de velocidad variable - con propela modificada (de brazos que "barran" las paredes del recipiente). Medio de calentamiento.- Resistencia eléctrica de calor variable. Termómetro de -10 a 200°C, rango - 1°C. Balanza granataria, capacidad 2 Kg, rango mínimo 0.1 g rango máximo 1 g. Probeta: capacidad 25 ml rango 0.5 ml.

Preparación de la muestra: Se toma una muestra representativa de la cera en cuestión, se funde y homogeneiza -- por agitación. De este fundido uniforme se toma la cantidad necesaria para tener la formulación siguiente:

Partes en peso	
cera -----	120
ácido oléico --	12
amina ó hidróxido	6
borax -----	2
agua	182

Procedimiento: Acondiciónese el agitador sobre el reci

piente enchaquetado y el termómetro de manera que su bulbo quede totalmente sumergido en el fundido, sin que haya interferencia con el agitador.

Se funde la cera iniciando la agitación tan pronto haya suficiente fundido para permitirlo, cuando se haya fundido casi totalmente, se agrega el ácido oleico. Se calienta la mezcla a una temperatura de 20°C sobre su punto de fusión y se inicia una agitación vigorosa. Se agrega la amina ó hidróxido, a la misma temperatura de la mezcla, para fabricar el tensoactivo y no se agrega nada más por espacio de tres minutos. Separadamente se disuelve el borax en 20 partes de agua hirviendo, una vez hecho lo cual, se agrega lentamente en pequeñas proporciones. Durante la adición del borax, la mezcla se vuelve una masa transparente gruesa, como jarabe. Una vez homogénea la mezcla, se agrega el resto del agua -- hirviendo. Una vez hecho esto, la emulsión se enfría a temperatura ambiente, se repone el agua perdida por evaporación y se filtra.

Es importante que la agitación sea continua e ininterrumpida durante todo el proceso. Debe cesar cuando la emulsión haya enfriado a 40°C .

La duración promedio del emulsificado es de hora y media.

Una vez a temperatura ambiente, la emulsión debe ser perfectamente estable, sin presentar separación de fases ni precipitaciones.

PARTE EXPERIMENTAL

Durante el estudio del sistema parafina-polietileno, - deben considerarse algunas variables que, en una u otra forma, determinan el comportamiento del mismo.

FABRICACION

La solubilidad del polietileno, se logra en parafina - fundida. La viscosidad de la solución se incrementa a mayor temperatura de la parafina y a mayor velocidad de agitación; se puede tener una amplia gama de temperaturas de miscibilidad aplicables al sistema, el factor que limita la temperatura a emplearse es la degradación térmica de los componentes. Esta se presenta como una oxidación de la parafina y - se manifiesta con la aparición de color u olor en el sistema. Para evitarse pueden emplearse los siguientes métodos:

- a) Se emplea baja temperatura de miscibilidad y prolongado tiempo de agitación.
- b) Se emplea un antioxidante para contrarrestar los -- efectos de la alta temperatura, acortando así el tiempo de agitación.

El sistema de agitación es el que incrementa el contacto entre soluto y disolvente. Originalmente no se presenta resistencia a la agitación pues la viscosidad del sistema - es baja (fusión de la parafina), aproximadamente 6 cp, pero a medida que la disolución se logra, empieza a aumentar notablemente la viscosidad y con esto, la resistencia va en aumento.

Este incremento en la resistencia a la agitación está en función de la cantidad de polietileno usado. Para contrarrestar en cierta medida el efecto de la viscosidad y producir una mezcla homogénea, es necesario el empleo de un sistema de agitación que provea una velocidad variable susceptible de incrementarse a requerimiento del proceso.

Durante la fabricación de las mezclas parafina-polietileno, se tiene como concentración limitante el 40% en peso de polietileno, que establece la diferencia entre bajo y alto contenido de polietileno; siendo las mezclas con bajo -- contenido las que tienen un máximo de 40% del mismo y de alto contenido las que presentan concentraciones superiores. Para mezclas de bajo y alto contenido de polietileno es necesario usar diferentes sistemas de agitación.

METODO DE FABRICACION DE MEZCLAS

- a) Método para la fabricación de mezclas con contenido de polietileno de 10% a 40%.

Objetivo: Lograr la modificación de parafinas, mediante la disolución de polietileno de baja densidad hasta una concentración máxima de 40% en peso.

Aparatos usados: Balanza granataria, capacidad 2 Kg, - gradiente mínimo 0.1 g. Medio de calentamiento.- Resistencia eléctrica de calor variable. Agitador mecánico.- Motor eléctrico monofásico de 1/8 HP, velocidad variable hasta -- 1500 rpm. Propela helicoidal. Termómetro.- Rango de -10 a - 200°C, gradiente 1°C. Baño de aceite.- Recipiente (20 x 20 x 20)cm susceptible de ser calentad. Recipiente para mezclas. Vaso de precipitados de 500 mL. Soporte universal con dos - pinzas.

Montaje del aparato: Se coloca sobre la base del soporte el medio de calentamiento y sobre éste el baño de aceite, dentro del cual previamente se ha colocado el vaso de precipitados que va a contener los componentes de la mezcla.

En una de las pinzas del soporte se asegura el agitador, se ajusta de manera que la propela quede al centro y - separada del fondo del vaso medio centímetro aproximadamente.

En la otra pinza se asegura el termómetro y se ajusta de manera que se garantice la inmersión total del bulbo dentro de la parafina, sin que exista posibilidad de golpe entre la propela del agitador y el termómetro.

Preparación de la muestra: Se toman muestras de parafina de diferentes regiones de una marqueta, hasta obtener el doble de la cantidad requerida. Se funde y agita para homogeneizarse; se toma la parte alícuota necesaria para el experimento.

De un saco de polietileno se toman muestras de diferentes regiones hasta obtener el doble de la cantidad requerida. Se agita para homogeneizar y se pesa la cantidad necesaria para el experimento.

Procedimiento: Una vez montado el aparato, se coloca, en el interior del vaso, la cantidad de parafina requerida y 0.5% de antioxidante (BHT). El nivel del baño debe sobrepasar en 30% el nivel de parafina existente en el vaso.

Calentar el baño, de tal manera que la transmisión de calor sea indirecta en la parafina, hasta lograr la temperatura de 130°C.

La agitación debe iniciarse en cuanto se tenga fundida la parafina y se mantiene hasta lograr la mezcla homogénea.

Mantener la temperatura constante hasta que se logre la mezcla (si es necesario se debe calentar el sistema durante el proceso).

Una vez estabilizada la temperatura, se agrega el polietileno granulado, poco a poco, en esta etapa manténgase la agitación moderada y las partículas de polietileno deberán estar en movimiento constante, pero sin originar un cono vacío en torno al agitador; evitar todo exceso que provoque pérdidas de parafina por salpicaduras.

La velocidad de agitación puede aumentarse gradualmente a medida que la viscosidad se incrementa. Una vez logra-

da la homogeneidad de la mezcla, se suspende la agitación y el producto se vierte en moldes de forma y tamaño apropiados y se deja enfriar a temperatura ambiente.

- b) Fabricación de mezclas con contenido de polietileno de 0.1 a 10%.

Puede lograrse por dos métodos:

Uno es el empleo directo del método de fabricación de mezclas igual al procedimiento anterior y el otro es el empleo de una premezcla de 20 ó 30% de polietileno, que combinada con parafina pura en proporciones adecuadas, produce la mezcla deseada.

El método de fabricación es el siguiente: Se funde la premezcla a su temperatura de fusión; por otro lado se calienta la parafina fundida hasta la misma temperatura de la premezcla y se incorpora la primera. Se agita hasta obtener una mezcla homogénea y se vierte en recipientes de forma y tamaño adecuados.

Esta alternativa facilita la producción de mezclas con contenido de polietileno de 0.1 a 10%, pues disminuye la temperatura de miscibilidad y el tiempo de agitación.

- c) Fabricación de mezclas con contenido de polietileno superior a 40%.

Objetivo: Lograr la modificación de parafinas con polietileno en concentraciones superiores al 40% en peso.

Aparatos usados: Balanza granataria, capacidad 2 Kg, - gradiente mínimo 0.1 g. Medio de calentamiento.- Resistencia eléctrica de calor variable. Agitador.- Propela tipo ancla, sus aspas barren el fondo y lados del recipiente. Pro-

visto de un acoplamiento para ser impulsado mecánica ó manualmente. El motor para impulsión mecánica es de 1/4 HP, - de velocidad variable. Termómetro rango de -10 a 200°C , gra diente 1°C . Recipiente de mezclado.- Cilindro metálico, --- ajusta a las dimensiones del agitador de manera tal que sus paredes y fondo pueden ser barridas por la propela. Provis- to de guía para la flecha del agitador. Soporte universal - con pinzas. Baño de arena.- Recipiente de (20 x 20 x 20)cm susceptible de ser calentado.

Montaje del aparato: Se coloca la fuente de calentamien- to y sobre éste el baño de arena, dentro del cual previamen te se ha colocado el recipiente de mezclado. Se adapta el - mecanismo de agitación en el soporte y se ajustan las aspas de la propela, de manera que al girar lo haga libremente, - barriendo las paredes y el fondo del recipiente. Se introdu ce el termómetro dentro del baño de arena, separado un cen- tímetro del recipiente de mezclado y haciendo penetrar el - bulbo hasta la mitad del baño.

Procedimiento: Una vez montado el aparato, se coloca - en el interior del recipiente la cantidad requerida de po- lietileno granulado y 0.5% de antioxidante (BHT). Iniciar - el calentamiento hasta tener una temperatura en el baño de arena de 130°C , la cual debe mantenerse constante durante - todo el proceso. Una vez fundido el polietileno, iniciar la agitación (si el motor no da la potencia necesaria, hacerlo manualmente hasta que el motor pueda usarse); se agrega la parafina pulverizada y se continúa la agitación hasta obte- ner una mezcla homogénea. Una vez producida, se extrae del recipiente y se deja enfriar en moldes de tamaño y forma -- apropiados.

El empleo de las técnicas de fabricación mencionadas - dan como resultado la serie de muestras enlistadas en la ta bla IV.

ANALISIS DE LAS MEZCLAS PARAFINA POLIETILENO

La determinación de las propiedades físicas de las mezclas fabricadas se efectúa con los métodos correspondientes. Estas propiedades se pueden interrelacionar como una función de la concentración de polietileno presente en la mezcla.

La tabla V muestra las propiedades determinadas en las mezclas fabricadas, la tabla VI muestra la emulsificación; y las gráficas VI y VII establecen el perfil de variación de las temperaturas de fusión, reblandecimiento y viscosidad en función de la concentración de polietileno.

Una vez determinadas las propiedades físicas de las mezclas, se seleccionan a aquellas que por sus características puedan ser empleadas en la fabricación de un producto particular.

Para seleccionar un material apropiado, se sigue el siguiente sistema:

a) Propiedades del material tradicional.- Determinar las especificaciones del material empleado tradicionalmente en la fabricación del producto.

b) Elección de material sustituto.- Elegir la mezcla que, por sus propiedades, pueda emplearse en la fabricación del mismo.

c) Evaluación del producto.- Hacer las pruebas necesarias para determinar si el producto manufacturado con la mezcla elegida, es de calidad equivalente al elaborado tradicionalmente.

FABRICACION DE VELAS Y VELADORAS

Propiedades del material tradicional.- En la actualidad se emplean parafinas comerciales, (cruda, refinada o — mezcla de ellas), en algunos casos modificadas con ceras ó parafinas sintéticas.

Las características de ellas son:

1.- Su punto de fusión no debe ser elevado, esto es un factor importante para la combustión del producto, el punto de fusión máximo en parafinas normales es 65°C.

2.- Su temperatura de trabajo debe ser lo más baja posible para:

a) Disminuir el tiempo de residencia durante el enfriamiento en el molde.

b) Evitar la formación de contracción interna (interior hueco), el cual se favorece con el empleo de material de alto punto de fusión.

c) Evitar gasto excesivo de combustible en el proceso de fusión.

d) Eliminar peligros de quemaduras a los trabajadores.

3.- La contracción interna conferida al producto debe ser menor del 10%, ya que cuando es mayor a este porcentaje; se presentan problemas de interrupción de la combustión.

4.- Debe proveer al producto final de consistencia dura, poco grasosa y buen brillo.

Elección de material sustituto.- De acuerdo con el contenido de la tabla V, los materiales cuyas propiedades pueden presentar estas características son:

Parafina refinada:		Parafina cruda:	
Mezcla	Conc. de polietileno (%)	Mezcla	Conc. de polietileno (%)
P _A 99	1	P _B 99	1
P _A 97	3	P _B 97	3
P _A 95	5	P _B 95	5
		P _B 90	10

Evaluación del producto.- Las características a evaluar para comprobar la calidad del producto obtenido son:

- a) Facilidad de moldeo
- b) Contracción interna
- c) Combustibilidad
- d) Consistencia
- e) Brillo
- f) Aspecto general.

Los resultados obtenidos se muestran en las tablas VII y VIII que muestran las características de mezclas con parafina refinada y parafina cruda respectivamente.

ENCERADO DE PAPEL

Propiedades del material tradicional.- En la actualidad se emplea parafina refinada, en algunos casos modificada con parafinas sintéticas, algunos plásticos como Elvax ó polietilenos de bajo peso molecular.

Las características del material son:

- 1.- Su viscosidad no debe constituir un problema para poder manejarlo.
- 2.- Que pueda ser empleado en el equipo normal de encerado, es decir, eliminar la posibilidad de modificaciones - costosas ó uso de equipo especial.
- 3.- No transmitir olor ni color al encerado, esto está estipulado en la reglamentación sanitaria vigente.
- 4.- Debe tener una temperatura de nebulosidad baja, para proveer una temperatura de trabajo mínima.
- 5.- El recubrimiento debe ser uniforme, con un consumo de material mínimo.
- 6.- El encerado producido debe ser resistente a la humedad.

Elección del material sustituto.- Las características anteriores limitan el uso de parafinas refinadas modificadas (incoloras e inodoras), que presenten una viscosidad menor de 100 cp. De acuerdo a la tabla V, los productos apropiados para este uso son aquellos con un contenido máximo de 10% de polietileno.

Para la fabricación de los materiales de prueba, se em

plea una premezcla con 20% de polietileno y parafina refinada. Las mezclas fabricadas están enlistadas en la tabla IX.

Evaluación del producto.- En el producto encerado, las propiedades a evaluar son: consumo de material encerante y resistencia a la humedad. Los resultados obtenidos se muestran en las tablas X, XI y XII.

FABRICACION DE CRAYONES

Propiedades del material tradicional.- En la actualidad, en la fabricación de crayones marcadores, se usa parafina refinada ó parafina comercial con un 90% de refinación.

Las características del material empleado son:

- a) Consistencia dura pero no quebradiza.
- b) Facilidad de aglomeración de la carga.
- c) Adhesividad tal que se aplique al papel sin que haya corrimiento posterior.
- d) Afinidad a los pigmentos.

El uso de parafinas crudas, (de menor costo y mayor facilidad de obtención), está restringido debido a:

- a) Consistencia suave.
- b) Exceso de grasitud.

La eliminación de las características anteriores, es el tema interesante. Una modificación tentativa incluye el uso de parafina refinada para eliminar la grasitud y el uso de polietileno de baja densidad para mejorar la consisten--

cia y dureza. Los materiales que se proponen están enlistados en la tabla XIII; en estos se intenta modificar la para fina cruda con bajas cantidades de parafina refinada y polietileno de baja densidad, para ser empleados en la fabricación de crayones marcadores.

En cuanto al vehículo receptor y pigmentos, se utilizan los empleados en formulaciones normales y a concentraciones comunes; ya que la finalidad es obtener un aglomerado diferente y no una variación en carga o pigmento.

Estos materiales son:

Material	% en peso
Magnesita ($MgCO_3$)	40
Color liposoluble	3



Evaluación del producto.- Las propiedades a evaluar son: consistencia, facilidad de escritura y corrimiento. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla XIV.

CERAS PULIDORAS

Propiedades del material tradicional.- Para la fabricación de los diferentes tipos de pulidores, se puede partir de ceras naturales, (carnauba, candelilla, montan, etc.) ó ceras artificiales (ceras I-G), que, mezcladas convenientemente con otros componentes, dan como resultado productos de fácil aplicación, que al pulirse producen una capa protectora altamente brillante sobre la superficie de los materiales.

Los componentes con que se combinan en términos generales son:

1.- Otras ceras:

a) Ceras amorfas, naturales ó artificiales, que favorecen la retención de los disolventes.

b) Parafina refinada, usada como carga para abatir costos.

2.- Disolventes generales:

a) Derivados del petróleo ó aguarrás, tetralín, de calín, etc.

b) Agua, cuando la dispersión es una emulsión, tipo aceite-agua.

Las características del material base en la fabricación de pulidores son:

1.- Punto de fusión superior a 80°C. Esto es para garantizar la estabilidad de la película formada, en climas extremos.

2.- Capacidad de formar una película homogénea.

3.- Que confiera brillo perdurable a la superficie sobre la que se aplica.

4.- Que forme dispersiones con disolventes ó emulsiones con agua.

5.- Que confiera resistencia a la humedad a la superficie encerada.

Elección del material sustituto.- De acuerdo con la tabla V, los materiales que pueden elegirse son los que tienen un contenido de polietileno superior a 10%.

Debido a la dificultad de manejo de materiales muy viscosos, se eliminan las mezclas que tienen un contenido de polietileno superior a 40%.

Ya que la formación de película es una característica importante, se debe emplear una mezcla con alto contenido de polietileno (magnífico formador de película) en la formulación del pulidor.

Una mezcla apropiada para este uso es aquella con un contenido de polietileno de 30%.

Es bien sabido que el polietileno presenta un acabado brillante, cuando se trabaja sobre moldes con superficies -abrillantadas. El presente no es el caso, por lo que debe conferirse el brillo con el auxilio de otra cera que pueda impartirlo, esta puede ser cualquier cera natural ó sintética, usada en baja concentración. Para este trabajo se emplea cera de candelilla.

Las mezclas con parafina refinada requerirán un componente adicional que favorezca la retención del disolvente -empleado; no así las fabricadas con parafina cruda, que puede retenerlo por sí misma. Para este trabajo se emplea petrolatum con fijador de disolvente.

Con base en lo expuesto, se propone como materiales --sustitutos las mezclas de parafina refinada (P_A 70) y parafina cruda (P_B 70) con un 30% de polietileno, formuladas como se indica en la tabla XV.

Evaluación del producto.- Las ceras fabricadas se aplican a diferentes tipos de materiales, en cada caso, se modifica la formulación base con materiales específicos.

CERA PARA CALZADO

Se usa la formulación base sin modificación; el patrón de comparación lo constituye una cera comercial para calzado.

Las características que se deben tener para este tipo son:

- a) Facilidad de aplicación
- b) Tiempo de cepillado
- c) Brillo
- d) Acabado final

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla XVI.

CERAS AUTOMOTIVAS

Se agrega a la formulación base un 10% de abrasivo --- (caolín); y 1.5% de aceite de silicón. El patrón de comparación es una cera comercial en pasta con silicón.

Las propiedades a evaluar para el producto obtenido son:

- a) Consistencia
- b) Facilidad de aplicación
- c) Poder limpiador
- d) Facilidad de pulido

- e) Brillo
- f) Homogeneidad
- g) Resistencia a la humedad

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla XVII.

PULIDOR DE METALES

Se agrega a la formulación base 40% de abrasivo (polvo de caolín 50%, polvo de piedra poma 50%) y 1.5% de aceite de silicón.

El patrón de comparación lo forma un pulidor para metales comercial.

El producto obtenido debe tener:

- a) Facilidad de aplicación
- b) Poder limpiador
- c) Facilidad de pulido
- d) Brillo
- e) Resistencia a la humedad.

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla XVIII.

RESULTADOS

TABLA IV
MEZCLAS FABRICADAS

Polietileno %Po	Parafina	Refinada		Cruda	
		%P _A	Clave	%P _B	Clave
0		100	P _A 100	100	P _B 100
1		99	P _A 99	99	P _B 99
3		97	P _A 97	97	P _B 97
5		95	P _A 95	95	P _B 95
10		90	P _A 90	90	P _B 90
20		80	P _A 80	80	P _B 80
30		70	P _A 70	70	P _B 70
70		30	P _A 30	-	-
80		20	P _A 20	-	-
90		10	P _A 10	10	P _B 10

P₀ = Polietileno baja densidad PX 184506.

P_A = Parafina refinada grado F

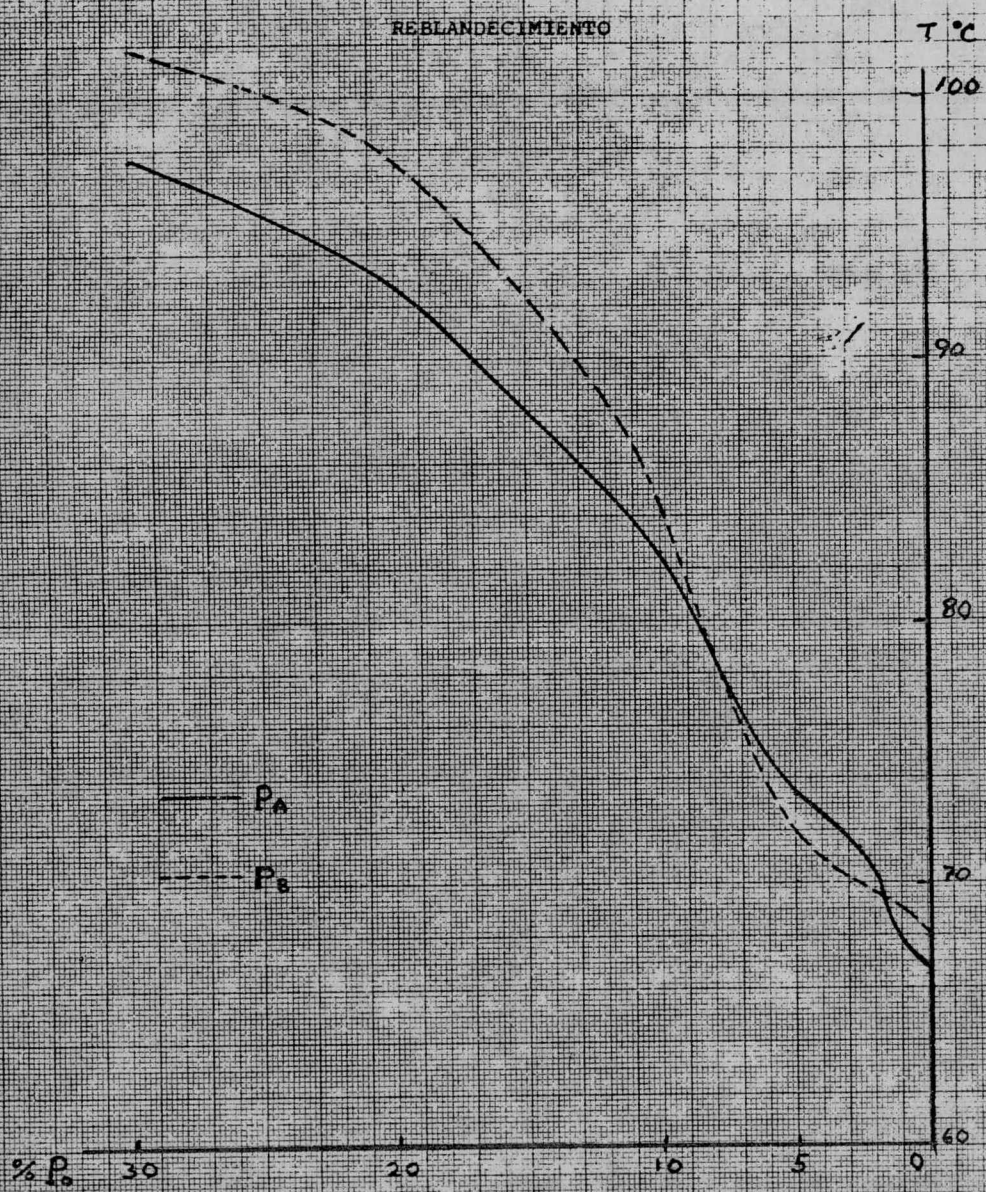
P_B = Parafina cruda comercial

TABLA V

PROPIEDADES FISICAS DE LAS MEZCLAS FABRICADAS

Material	Propiedad	Punto de Fusión	Punto de Reblandecimiento	Punto de Nebulosidad	Densidad	Viscosidad
		°C	°C	°C	g/ml	cp
P _A 100		62	66 - 67	67	0.878	6.4
P _A 99		62 - 63	67 - 68	83.5	0.878	8.4
P _A 97.5		62 - 65	71 - 72	88	0.875	10.0
P _A 95		63 - 84	72 - 74	90	0.870	17.5
P _A 90		86	82 - 83	93	0.875	74.1
P _A 80		92	92 - 93	-	0.873	261.0
P _A 70		94	97 - 98	-	0.883	1914.0
P _A 30		110	106 - 108	-	-	-
P _A 20		118	-	-	-	-
P _A 10		122	-	-	-	-
P _B 100		68	68 - 68	-	0.864	10.2
P _B 99		68 - 85	69 - 69	-	0.864	19.6
P _B 97		70 - 92	70 - 70	-	0.864	19.9
P _B 95		73 - 92	72 - 73	-	0.858	30.5
P _B 90		93	84 - 85	-	0.858	125.0
P _B 80		96	97 - 98	-	0.869	320.5
P _B 70		98	-	-	0.862	2264.0
P _B 10		122	-	-	-	-

GRAFICA VI
REBLANDECIMIENTO



GRAFICA VII
VISCOSIDAD.

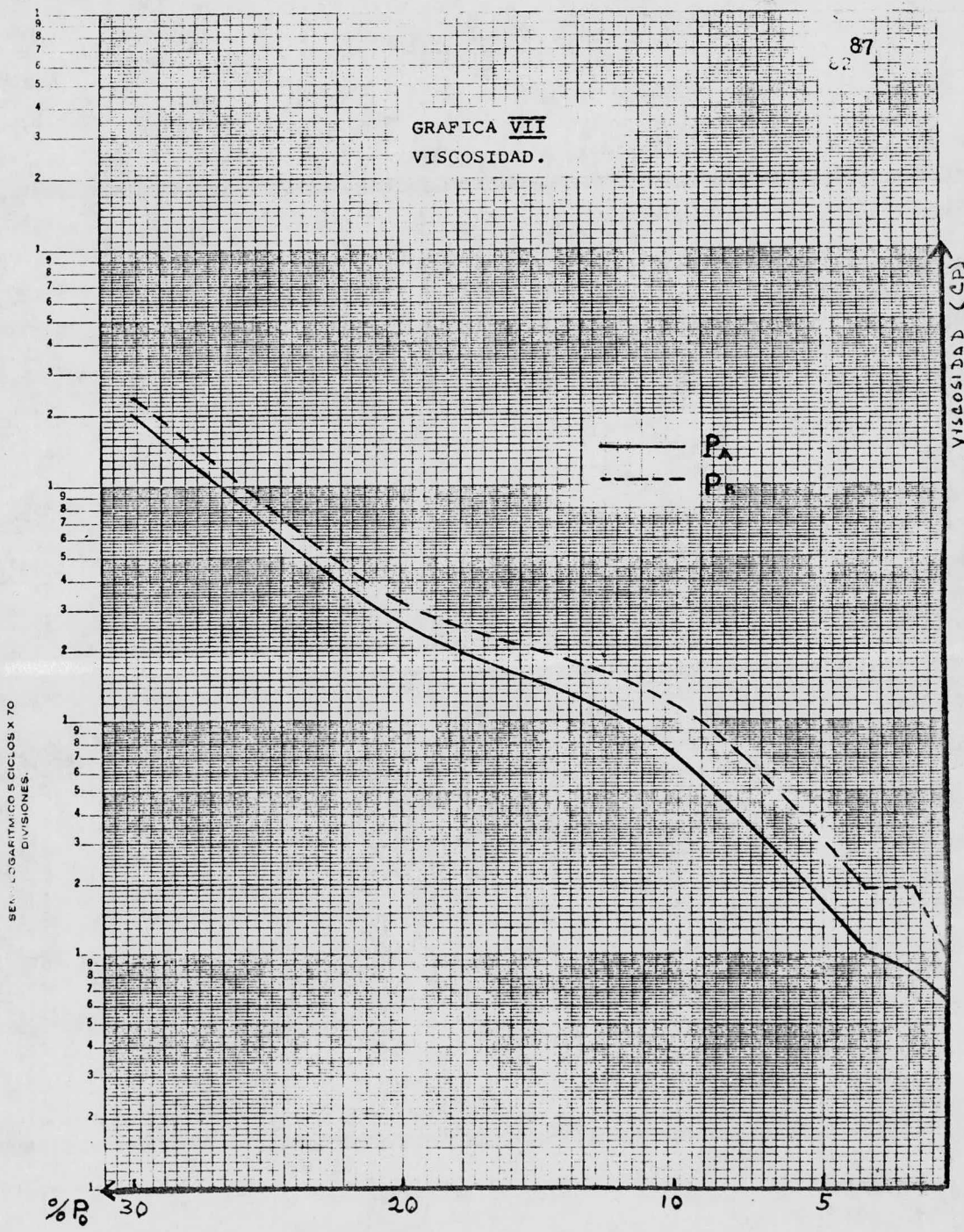


TABLA VI
EMULSIFICACION

Mezcla	Tensoactivo	Oleato de tri etenol amina	Oleato de Morfolina	Oleato de sodio
P _A 100		E	E	E
P _A 90		NE	E	E
P _A 97		NE	I	E
P _A 95		NE	I	I
P _A 90		NE	NE	NE
P _B 100		E	E	E
P _B 99		NE	E	E
P _B 97		NE	I	E
P _B 95		NE	I	I
P _B 90		NE	NE	NE

E = Emulsifica estable

NE = No emulsifica

I = Emulsifica inestable

TABLA VII

CARACTERISTICAS DE VELADORAS FABRICADAS CON PARAFINA REFINA
DA MODIFICADA CON POLIETILENO

Mezcla	P _A 100	P _A 99	P _A 97	P _A 95
Propiedades	(patrón)			
Temp. de trabajo °C	62	65	70	85
Facilidad de moldeado (desmolde)	fácil	fácil	fácil	fácil
Contracción %	3	3	5	12
Consistencia	dura	la dureza incrementa considerablemente		
Brillo	bueno	excelente	excelente	excelente
Aspecto general	ceroso	ceroso	ceroso	plástico
Combustibilidad	completa	completa	completa	50%
Pabulo usado (fusible de plomo)	16	18	20	22

Nota: Se mantuvo la agitación hasta el momento de llenar los moldes. Los moldes empleados fueron metálicos, de cara brillante; enfriados exteriormente con agua corriente.

TABLA VIII

CARACTERISTICAS DE VELADORAS FABRICADAS CON PARAFINA
CRUDA MODIFICADA CON POLIETILENO

Mezcla Propiedades	P _B 100 (patrón)	P _B 99	P _B 97	P _B 95	P _B 90
Temp. de trabajo °C	68	70	75	75	82
Facilidad de - moldeo (desmolde).....	fácil	fácil	fácil	fácil	difícil
Contracción %	0	0	0	3	5
Consistencia	suave	La dureza incrementa levemente →			
Brillo	regular	bueno	bueno	bueno	bueno
Aspecto gral.	grasoso	El aspecto grasoso disminuye levemente →			
Combustibilidad	completa	completa	completa	completa	completa
Pabulo usado - (fusible de -- plomo)	18	18	20	20	22

Nota: Se mantuvo la agitación hasta el momento de llenar los moldes. Los moldes empleados fueron metálicos, de cara brillante; enfriados exteriormente con agua corriente.

TABLA IX

FABRICACION DE MEZCLAS PARA EL ENCERADO DE PAPEL

Premezcla P _A 80	Parafina refinada	Producto encerante
0	100	P _A 100 (patrón)
5	95	P _A 99 (1% polietileno)
15	85	P _A 97 (3% polietileno)
25	75	P _A 95 (5% polietileno)
50	50	P _A 90 (10% polietileno)

TABLA X
PROPIEDADES DE LAS MEZCLAS USADAS PARA EL ENCERADO DE PAPEL

Muestra	Temperatura °C		g de papel			Consumo		Ahorro de pa- rafina	Absorción media	% Humedad (base papel seco)
	Nebulosidad	Trabajo	solo (7x10.5)cm	parafinado	parafinado húmedo ⁺	medio (g)	unitario (g/m ²)	%	(g)	
P _A 100	69	75	0.402	0.718	0.820	0.316	43.0	0	0.102	14.20
P _A 99	83.5	95	0.417	0.648	0.734	0.231	34.4	20.0	0.086	13.27
P _A 97	88	100	0.417	0.667	0.731	0.250	34.0	20.9	0.064	9.59
P _A 95	90	100	0.419	0.691	0.741	0.272	37.0	13.9	0.050	7.23
P _A 90	93	105	0.408	0.602	0.636	0.194	26.4	38.3	0.034	5.66

+ Tomada después de 60 minutos de inmersión total en agua

TABLA XI
COMPARACION CON PRODUCTOS COMERCIALES

Modificante	Costo	Cantidad	Temperatura		Consumo	Ahorro
	\$/Kg	modific. %	Neb. °C	Trabajo °C	mo g/m ²	material %
Patrón	15	0	65.0	70	43.0	0
N-11	50	2	80.0	90	33.5	22.0
PX-184506	17	1	83.5	95	34.4	20.0

Patrón: Parafina refinada grado "F", P.F. (63-65)°C.

N-11 : Polietileno de bajo peso molecular "Epolene".

Px-184506 : Polietileno de baja densidad "Pemex".

TABLA XII

FORMULACIONES PROPUESTAS PARA LA FABRICACION DE CRAYONES
MARCADORES

Producto	Composición	% peso	Formulación
Parafina refinada		35	I
Parafina cruda		35	
Polietileno		30	
Parafina refinada		16	II ⁺
Parafina cruda		80	
Polietileno		30	
Parafina refinada		20	III ⁺⁺
Parafina cruda		75	
Polietileno		5	

+ Utilizando premezcla P_A 80 y parafina refinada.

++ Utilizando premezcla P_A 80 y parafina cruda.

TABLA XIII

PROPIEDADES DE CRAYONES FABRICADOS CON PARAFINA CRUDA
MODIFICADA CON PARAFINA REFINADA Y POLIETILENO

Propiedad	Mezcla			
	Patrón	I	II	III
Facilidad de moldeo	buena	buena	buena	buena
Consistencia	firme	firme	firme	firme
Tacto	ligera	pe seco	pegajoso	ligera
		gajosidad		pegajos.
Facilidad de escri- tura	buena	desmorona	untuosa	buena
Corrimiento	no hay	-	se corre	no hay

TABLA XIV

FORMULACIONES BASE PARA LA FABRICACION DE PULIDORES

Componente	Composición	% peso	Pulidor obtenido
Cera tipo I ⁺		28.0	
Petrolatum		2.5	A
Disolvente		69.5	
Cera tipo II ⁺⁺		28.0	
Disolvente		72.0	B

+ Fabricada con premezcla P_A 70 y cera de candelilla - (80/20)

++ Fabricada con premezcla P_B 70 y cera de candelilla - (80/20)

TABLA XV

PROPIEDADES DE LAS FORMULACIONES PARA CERA DE CALZADO

Propiedad \ Producto	Patrón	A	B
Aplicación	fácil	fácil	fácil
Tiempo cepillado (min)	2	10	10
Brillo	excelente	bueno	bueno
Acabado final	uniforme	mayor <u>uni</u> formidad	mayor uni- formidad

TABLA XVI

PROPIEDADES DE LA FORMULACION PARA CERA AUTOMOTIVA

Propiedad	Mezcla		
	Patrón	A	B
Consistencia	pastosa	pastosa	pastosa
Aplicación	fácil	fácil	fácil
Poder limpiador	bueno	bueno	regular
Facilidad de pulido	rápido	rápido	lento
Homogeneidad ⁺	uniforme	uniforme	uniforme
Resistencia a la humedad ⁺⁺	40%	50%	35%
Brillo	bueno	bueno	bueno

+ Determinada sobre el cofre de un automóvil, la mitad con el patrón, la otra mitad con la mezcla propuesta.

++ Determinada sobre placas de lámina de 20cm x 10cm. Representa el porcentaje de oxidación en la superficie de la placa.

TABLA XVII

PROPIEDADES DE LA FORMULACION PARA PULIDOR DE METALES

Mezcla Propiedad	Patrón	A	B
Consistencia	pastosa	pastosa	pastosa
Aplicación	fácil	fácil	fácil
Poder limpiador	bueno	bueno	bueno
Eliminación de exceso	fácil	fácil	fácil
Brillo	excelente	bueno	excelente
Resistencia a la humedad ⁺	50	50	35

+ Determinada sobre placas de lámina de 20cm x 10cm.
Representa el porcentaje de oxidación de la superficie de la placa.

DISCUSSION

La tabla V muestra las propiedades físicas de las muestras fabricadas.

El punto de fusión ha sido determinado en muestras sólidas sacadas de moldes con paredes pulidas, éstas presentan, en consecuencia, una cara brillante y una opaca. La de terminación se hace en cada una de ellas correspondiendo el primer valor a la cara opaca.

Es notoria la diferencia de valores obtenidos para cada una de ellas a concentraciones menores del 5% de polietileno, la diferencia es más marcada en el caso de modificaciones hechas sobre parafina cruda (P_B), mientras que a concentraciones superiores a 10%, el valor coincide y se reporta un valor único.

La posible explicación de esto es que a concentraciones bajas de polietileno, la mezcla se separa durante la solidificación, precipitándose el polietileno sobre las paredes frías del molde y formándose una película con mayor proporción de polietileno. Es de suponerse, que este problema no se presenta a concentraciones superiores de 10% de polietileno debido a una mayor estabilidad de los componentes de la mezcla que hace que se forme una dispersión lo suficientemente estable, que conserva su homogeneidad hasta el momento de solidificar; obteniéndose con esto un sólido de igual composición en todos sus puntos.

El caso de la temperatura de reblandecimiento es diferente, ya que para su determinación se toma una muestra de espesor mínimo de un centímetro y las temperaturas reportadas corresponden a la temperatura inicial de ablandamiento y a la temperatura a la cual la "bola" atraviesa la muestra. Aquí es notorio el aumento de temperatura en la muestra con el incremento de polietileno en ella.

Una visión más objetiva de esto lo muestra la gráfica VII.

Es importante destacar el comportamiento errático que se presenta, en la gráfica, a concentraciones menores del 5% de polietileno. Este corresponde a la posible incompatibilidad de los componentes en la mezcla sólida, ya expuesta en el caso de punto de fusión.

Tanto en el punto de fusión como en el de reblandecimiento, es notable el incremento logrado en la temperatura, a consecuencia del aumento de polietileno en la mezcla. Esto es importante pues se abate la limitación térmica apreciablemente, ampliándose el campo de acción de las parafinas hacia usos en que se requiera una temperatura relativamente elevada, por ejemplo, podrían sustituir a ceras ó parafinas sintéticas que trabajan a temperaturas superiores a 80°C.

El comportamiento de la mezcla fundida está determinado por las variaciones en el punto de nebulosidad y en la viscosidad. Al enfriar el polietileno precipita de sus mezclas fundidas; la precipitación se efectúa a diferentes temperaturas, que a su vez están en función de la cantidad de polietileno presente.

La tabla VI demuestra lo afirmado. En ella se puede ver claramente el incremento en la temperatura de precipitación con el aumento en la concentración de polietileno.

Esto lleva a la necesidad de usar las mezclas fundidas, a una temperatura de trabajo mínima igual a la de la temperatura de nebulosidad. Además, considerándose que es un material de baja conducción térmica, se debe usar un sistema de agitación que garantice la uniformidad en la temperatura de la mezcla, evitando, de este modo, que el polietileno --

pueda depositarse sobre las paredes del recipiente que lo contenga.

Los valores de punto de nebulosidad, mostrados en la tabla V, son determinantes en el encerado de papel, ya que en cierto modo limitan la aplicación de la mezcla a determinados tipos de papel (de acuerdo a la resistencia térmica del mismo), y determinan las condiciones mínimas de trabajo en el proceso.

Seguramente la propiedad más notoriamente modificada con la presencia del polietileno, es la viscosidad.

Nuevamente, en ésta se presenta una marcada diferencia entre las modificaciones presentadas a concentraciones menores al 5% de polietileno y las obtenidas a concentraciones superiores al 10%. En el primer caso, el incremento en la viscosidad, aunque apreciable, no es sustancialmente grande (este hecho es más notorio en modificaciones sobre parafina cruda, P_E); incluso, como lo muestra la gráfica VI, no se puede establecer un patrón de variación definido y en consecuencia las modificaciones en viscosidad a concentraciones menores al 5% de polietileno no se pueden predecir con un margen de confianza aceptable.

Nuevamente surge la idea de la inestabilidad de la mezcla como explicación al comportamiento aleatorio de la misma.

En el segundo caso, la viscosidad aumenta drásticamente con el incremento de polietileno en la mezcla. No obstante esta variación, es posible, como lo muestra la gráfica VI, establecer un patrón de variación bien definido, que en un momento dado puede servir de base para definir el comportamiento de mezclas con una concentración superior al 10% de polietileno. Esto demuestra que la distribución de los -

componentes es tal, que origina una mezcla estable y homogénea.

El valor de la viscosidad da una idea de la dificultad de manejo de la mezcla fundida en términos generales, aún cuando se manifiesta la aleatoriedad a bajas concentraciones de polietileno.

Mezclas con contenido hasta del 10% de polietileno, se pueden trabajar fácilmente con equipo sencillo. Si además se provee un sistema de agitación apropiado para garantizar la homogeneidad en todo momento, puede allanarse, hasta cierto punto, el problema de la inestabilidad presentado a concentraciones menores del 5%. Con esto se obtiene por ejemplo una serie de productos para encerado de papel, de fácil manejo. Desde luego, no puede descartarse el empleo de mezclas con mayor contenido de polietileno, pero estas están limitadas a usarse con equipo adecuado a la viscosidad que se presenta. Otra alternativa es usarlas en productos sólidos en los que el problema de la viscosidad no está presente, tal es el caso de crayones, veladoras ó ceras pulidoras.

Una propiedad importante, sobre todo en la fabricación de pulidores y protectores textiles en emulsión, lo constituye la emulsificación.

La tabla VI muestra las posibilidades de emulsificación de las mezclas fabricadas. Los tensoactivos usados son de diferente No. de HLB y se fabrican in situ.

Como se puede ver en la gráfica, la emulsificación estable se obtiene solo a concentraciones de polietileno hasta del 3% ($P_A 97$), siendo el oleato de sodio de HLB = 18, - el tensoactivo apropiado para conseguirlo, lo cual resulta una ventaja, ya que su fabricación y conservación es más barata y fácil.

La desventaja que se presenta es la gran limitación de uso de las mezclas en cuanto a su aplicación como emulsiones ya que otros productos como: polietilenos emulsificables de bajo peso molecular, ceras naturales y ceras artificiales las superan ampliamente.

La tabla VII muestra los resultados obtenidos al fabricar veladoras con parafina refinada modificada con polietileno.

Como lo muestra la tabla, se usan mezclas con contenido de polietileno menor al 5%. Como ya se ha establecido, es necesario la agitación de la misma hasta el momento de su uso; esto puede significar un problema grave cuando se emplean grandes cantidades de material, pero puede resolverse mediante el empleo separado de una premezcla y parafina refinada que converjan en la descarga mediante un dosificador adecuado.

Como puede verse en la tabla VII, la presencia mínima de polietileno en la mezcla mejora considerablemente las características del producto, sobre todo en dureza y brillo, sin influir negativamente en aspecto final y combustión, -- desde luego, se requiere el uso de un pabito de mayor graduación a medida que aumenta la presencia de polietileno, -- pero el costo adicional se compensa grandemente con la calidad del producto obtenido.

Definitivamente un porcentaje superior al 5% resulta contraproducente, pues a pesar que se obtiene un magnífico acabado final se presenta el problema de la contracción interna exagerada, lo que se traduce en una combustión incompleta del producto.

El brillo y dureza obtenidos con el polietileno son factores muy importantes para la aceptación del producto y

la cantidad de modificante empleado no origina una inversión que no quede ampliamente justificada.

La tabla VIII muestra las modificaciones producidas -- por el polietileno sobre parafina cruda.

El problema del sistema de agitación puede remediarse de la misma forma ya indicada en el caso de parafina refina da.

Nuevamente se puede observar un buen incremento en el brillo y dureza del producto, a bajas concentraciones de po lietileno.

Una modificación adicional, permitida por el bajo costo de la parafina cruda, podría ser el refuerzo del producto ya modificado con polietileno mediante empleo de parafina refinada, en baja proporción, para obtener un producto de bajo costo y magnífica calidad. Esta modificación mejora ría además las características de combustión, moldeo y as pecto; y en un momento dado, evitarían la dificultad de mol deo presentada en $P_B 90$, que es la única característica que limita a esta mezcla para ser un magnífico material para la fabricación de veladoras.

La tabla IX muestra la forma en que se fabrican las -- mezclas para encerado de papel. Esto se logra con una premez cla de 20% de polietileno ($P_A 80$) y parafina refinada en -- las proporciones adecuadas.

De la tabla, puede verse la facilidad y rapidez de obtención al emplear el método de fabricación de mezclas con contenido de polietileno entre 0.1% y 10%. La ventaja del - procedimiento es que facilita la fabricación de parafinas - modificadas de manera sencilla y económica; pudiendo produ- cirse grandes cantidades de producto, sin necesidad de equi

po costoso. Esto puede significar un factor importante para la comercialización del producto.

La tabla X muestra las propiedades de las mezclas descritas en la tabla IX, empleadas como encerante de papel.

Como la columna de temperatura lo muestra, existe un aumento apreciable en la temperatura de trabajo (20°C) al agregar una cantidad mínima de polietileno (1%), respecto a la obtenida con parafina refinada pura.

A partir de este momento el incremento en temperaturas, respecto al aumento de polietileno, es menos drástico.

Este incremento de la temperatura de trabajo puede significar un inconveniente importante, desde el punto de vista económico, para el empleo de las mezclas obtenidas, ya que a mayor temperatura de trabajo el costo de operación se eleva considerablemente.

El análisis del consumo de material encerante proporciona una buena arma para contrarrestar el incremento en el costo de operación antes mencionado.

A primera vista es posible observar una notable disminución de material empleado para encerar la misma superficie de papel, cuando la mezcla empleada contiene polietileno.

Para tener una referencia más sólida en cuanto a la magnitud en que el consumo disminuye, puede establecer el porcentaje de ahorro de material con base en el consumo que se tiene al usar parafina refinada pura, como lo muestra la columna de ahorro, en la tabla X.

Una de las mezclas de mejor comportamiento, desde el -

punto de vista de sus condiciones de trabajo, es la P_A 99 - (1% de polietileno), presenta características como son:

a) Baja viscosidad de la mezcla fundida, su viscosidad es 8.6 cp que comparada con la viscosidad de la parafina pu-
ra de 6.8 cp muestra una diferencia mínima. Esto significa que el encerado se efectúa con la misma facilidad en ambos casos.

b) Para su fabricación requiere una cantidad mínima de polietileno (1%), por lo que el costo aumenta muy poco en este aspecto.

c) Puede fabricarse rápidamente usando el método para mezclas con contenido de polietileno entre 0.1% y 10% usando cualquier premezcla con contenido de polietileno superior a 20%.

Estas características, aunadas al buen ahorro de encerrante que posee, convierten a la mezcla P_A 99 en un buen material, cuando el principal objetivo es abatir costos. Así la elevación de costos, debido al incremento en la temperatura de trabajo, se compensan.

Un punto de vista diferente lo constituye la búsqueda de un encerado de calidad, considerada la calidad principalmente como resistencia a la humedad.

En este caso la mezcla P_A 99 se ve ampliamente superada por mezclas con mayor contenido de polietileno, que aunque en algunos casos, (P_A 95), proporcionan un menor ahorro en el consumo de material, si suministran mayor resistencia, como lo muestra la columna de humedad en la tabla X.

Respecto a la resistencia a la humedad, puede establecer una relación de proporcionalidad directa respecto a la

cantidad de polietileno presente en la mezcla, lo cual no se consigue en el caso de ahorro en consumo de encerante. Como lo muestra la columna correspondiente, el porcentaje de humedad absorbida disminuye con el aumento de polietileno en la mezcla.

En la mezcla P_A 90 (10% de polietileno), se presentan los siguientes inconvenientes:

a) Se emplea una mayor cantidad de polietileno en su fabricación (10%).

b) Presenta mayor dificultad de manipulación debido a su relativa elevada viscosidad (74 cp), considerando que -- una máquina normal de encerado opera con un material de viscosidad máxima de 100 cp.

c) Requiere una temperatura de proceso elevada (105°C).

A pesar de todo, probablemente constituye la mejor mezcla para encerado, ya que en ella se combina la economía en el consumo de material (ahorro en el consumo del 38.3%), y magnífica calidad pues solo absorbe 5.66% de agua en las -- condiciones más drásticas. Estas características compensan ampliamente el incremento posible en costos a causa de los inconvenientes antes mencionados.

En este punto es interesante hacer comparación entre -- las propiedades de las mezclas obtenidas y las reportadas -- en la literatura para algunos productos comerciales.

La tabla XI muestra una comparación entre la mezcla -- P_A 99 (1% de polietileno PX 184506) y un polietileno de bajo peso molecular.

Como puede verse, las condiciones de trabajo son muy --

similares en ambos casos, y aunque el N-11 aventaja en 2.1% en ahorro de material encicante, se puede considerar al pro ducto con PX 184506 un producto sustituto.

Más aún, se tienen resultados semejantes empleando solo 1% de PX 184506 y el producto obtenido resulta considera blemente más barato.

Cabe agregar que, si se usa el método de fabricación - de mezclas con contenido de polietileno entre 0.1% y 10%, - se tiene la misma facilidad de fabricación para P_A 99, que para el N-11.

La tabla XII muestra las formulaciones propuestas para la fabricación de crayones marcadores. Como lo muestran las formu laciones II y III, se aprecia nuevamente la ventaja de emplear una premezcla en la fabricación del producto, con - lo que se conjunta la facilidad de obtención, limitada solo al empleo de la premezcla apropiada, y el abatimiento del - costo del producto debido al alto contenido de parafina cru da, de bajo costo.

La tabla XIII muestra las características de las formu laciones propuestas en la tabla XII.

La combinación de proporciones semejantes de parafina cruda, parafina refinada y polietileno (fórmula I), producen un material que no tiene una consistencia apropiada durante la escritura, es decir, es un material que no aglomera la - carga pigmentada con la suficiente cohesión.

El caso de la fórmula II es diferente, en ésta, la ca- racterística grasosa de la parafina cruda no se elimina com pletamente y, aunque la dureza si se incrementa, no imparte al producto la consistencia apropiada, produciéndose un cra yón demasiado graso para el uso que se requiere.

El aspecto grasoso se elimina, en la formulación III, con el aumento en la proporción de parafina refinada; ya -- que el contenido de polietileno aproximadamente es el mismo que en la formulación II, se puede comprobar que la mejoría obtenida se debe exclusivamente al incremento en parafina -- refinada.

De acuerdo a lo obtenido en la tabla XIII la formula-- ción III se presenta como un material perfecto para ser usa do en fabricación de crayones, de calidad comparable al pa-- trón usado como referencia pero de costo notablemente menor.

En la tabla XIV se muestran las formulaciones empleadas como base para pulidores.

Aquí se pretende aprovechar la facilidad de formación de película que el polietileno pueda proporcionar a la mez-- cla, es por eso que se requiere la presencia del mismo en -- una proporción considerable, por ejemplo un mínimo del 20%.

Como la dispersión de polietileno solo produce una su-- perficie continua, que no es lo suficientemente brillante -- como se requiere en este tipo de productos, es necesaria la presencia de un abrillantador adicional, tal es el caso de la cera de candelilla.

El uso de petrolatum en la formulación es debido a que éste por su constitución amorfa aumenta la retención de di-- solvente, productos equivalentes a él son ceras naturales -- amorfas como cerasina u osoquerita.

La parafina cruda, por contar con una porción amorfa -- en su constitución, no requiere de otro producto amorfo adi-- cional, por lo que en la formulación "B" correspondiente se omite el uso de petrolatum.

La tabla XV muestra el comportamiento de las formulaciones "A" y "B" cuando se usan como pulidor de calzado.

El problema principal que se presenta es el prolongado tiempo de cepillado, comparado con el patrón considerado, - que se requiere para un acabado final. Esto puede ser un -- factor limitante para su aplicación en este uso, no obstante, la mayor uniformidad en el acabado abre la posibilidad de su empleo como una fase inicial en el tratamiento del -- calzado, complementado con la aplicación de otro producto - que imparta alto brillo.

La mayor uniformidad lograda al emplear "A" y "B" pone de manifiesto las características de formación de película impartidas por el polietileno, que se ha mencionado al discutir la tabla XIV.

Al analizar los resultados de las pruebas hechas en pulidores para automóviles mostradas en la tabla XVI, se puede ver que el único aspecto en que la formulación "A" difiere del patrón de comparación empleado, es en cuanto a la -- protección contra la humedad; por otro lado, en la formulación "B" la protección lograda aventaja considerablemente a la proporcionada por el patrón, probablemente la adición de una pequeña proporción de parafina cruda como modificante ~~de~~ la formulación "A" pudiera producir un incremento en la protección suministrada por ésta, sin modificar considerablemente las otras propiedades; de ser así, esto traería consigo un beneficio adicional que sería el abatimiento en el -- costo de fabricación.

En lo que a pulidores para metales se refiere, como -- se muestra en la tabla XVII, se puede decir que ambas formulaciones (A y B) llenan los requisitos mínimos necesarios - para este uso, siendo la formulación "B" de características superiores a las del patrón empleado y el de menor costo de fabricación.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Tomando como base lo expuesto en los capítulos anteriores, es posible concluir los siguientes aspectos:

1.- La modificación de las parafinas con polietileno es posible mediante la solución de polietileno granular en parafina fundida. El método a emplear y la mezcla obtenida dependen de la proporción de polietileno que se usa.

2.- El uso de premezclas facilita la modificación de las parafinas, proporcionando un método sencillo y aceptablemente exacto.

3.- Las modificaciones producidas a concentraciones inferiores del 5% de polietileno presentan, cuando fundidas, problemas de inestabilidad que deben resolverse mediante el empleo de un sistema de agitación continua apropiado.

4.- La presencia de polietileno incrementa propiedades físicas tales como: viscosidad, temperatura de fusión y dureza, cuya modificación está en función directa de la cantidad de polietileno presente, con lo que se consigue ampliar el campo de acción de las parafinas.

5.- El límite de emulsificación es en mezclas hasta con 3% de polietileno.

6.- Comportamiento en productos específicos.

6.1. Veladoras y velas.

Se obtiene un magnífico incremento en dureza y brillo al usar mezclas de parafina refinada hasta con un contenido máximo del 3% de polietileno, mezclas con mayor contenido presentan problemas de combustión incompleta. Al usar parafina cruda, el límite que se presenta es de 5% de

polietileno.

6.2.- Encerado de papel.

Un buen producto encerante lo constituye la mezcla de parafina refinada con 1% de polietileno, que disminuye el consumo de material encerante en 20%.

Un producto de magnífica resistencia a la humedad y -- gran ahorro en consumo de material lo constituye la mezcla de parafina refinada con 10% de polietileno que combina la economía (38% de ahorro de material) y la resistencia a la humedad (5.7% de humedad absorbida).

6.3.- Crayones.

Un magnífico material para fabricación de -- crayones marcadores se obtiene con un 25% de premezcla P_{A80} 75% de parafina cruda, que además de constituir una base -- aglomerante apropiada, proporciona un producto grandemente económico.

6.4.- Ceras pulidoras.-

Cuando se formula el pulidor con una parafina refinada modificada con polietileno, el polietileno presente en la mezcla proporciona una película continua que -- sirve como base, que provee una mayor protección contra la humedad y que combinada con otro agente abrillantador, por ejemplo cera de candelilla, produce un encerado uniforme, -- de brillo perdurable.

Cuando se emplea parafina cruda modificada con polietileno para la fabricación de pulidores de metales, en combinación con otro agente abrillantador, se obtiene un pulidor que proporciona gran resistencia a la humedad y acabado brillante. El pulidor así obtenido, presenta un costo de fabricación considerablemente bajo.

7.- Se puede decir que el polietileno PX 184506 de baja densidad proporciona modificaciones similares a las producidas con polietileno de bajo peso molecular, y una vez formulado como premezclas proporciona la misma facilidad de miscibilidad que éstos, pero con la ventaja siguiente:

a) Es perfectamente miscible en parafinas cruda y refinada en toda proporción.

b) Por ser de fabricación nacional, no produce los problemas inherentes a la importación.

c) Su costo es aproximadamente tres veces menor que el del polietileno de bajo peso molecular más barato.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Allied Chemical Corp.- Elastics
Polietileno A-C Datos técnicos
México, 1979.
- 2.- American Society for Testing and Materials
Manual ASTM 1977
Vols. 18, 23, 25.
- 3.- Bennett Henry
Commercial Waxes
Chemical Publishing Co.
- 4.- Bennett Henry
Industrial Waxes Vol. 1
Chemical Publishing Co.
pp. 210-213, 291-298.
- 5.- Brunson M. O.
Modification of Petroleum Waxes with Polyethylene
T.A.P.P.I. Vol. 45, No. 11, Nov. 1962
pp. 175 A- 179 A.
- 6.- Brunson M. O.
Recent Develops in Waxes and Polish Formulation
Soap and Chem. Specialties, Agosto 1957
pp. 155-159
- 7.- Calzada Bejar Fdo. Augusto
Contribución al Estudio de la Tecnología de
Materiales Plásticos
Tesis Fac. C. Químicas UNAM 1975
pp. 48-50.

- 8.- Distribuidores de Parafina en el D. F.
Parafina, Información Técnica
México, 1979.
- 9.- Eastman Chem. Prod. INC.
Epolene, Datos Técnicos
México, 1979.
- 10.- Harper Charles A.
Handbook of Plastics and Elastomers
Mc. Graw Hill
pp. 7-30, 7-34.
- 11.- Job Navarrete Wilfrido
Ante Proyecto de una Planta para producir
Parafina granulada por medios físico-químicos
Tesis, Fac. C. Químicas, UNAM, 1965
pp. 56-57.
- 12.- Johnson Keith
Cellular Plastics Recent Develop
Noxses Data Corp., 1970
pp. 19-20.
- 13.- Kresser Theodore O. J.
Polyolefin Plastics
Van Nostrand Reinhold
pp. 2-20, 65-75.
- 14.- Macht, Fletcher, Hahn
Polyethylene
Chemical Engeniering, Vol. 37, No. 6
pp. 530_531.

- 15.- Mason, Monning
The Technoloty of Plastics
Van Nostrand
pp. 350.
- 16.- Milby Robert V.
Plastics Technology
Mc Graw Hill
pp. 240-241.
- 17.- Moore and Murger INC
Paraflint A New Hard High Melting Point
Syntetic Paraffin
New York, 1979.
- 18.- Pémex
Manual de Pclietileno baja densidad
México, 1979.
- 19.- Raff R.A.V. and J.B. Allison
Polyethylene, Vol. XI, Hig Polymer Series
Interscience Publishers INC N.Y.
pp. 235-373, 155-157.
- 20.- Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial
Catálogo de Normas Oficiales
México, 1978
D.G.N.-F.-113-1970.
- 21.- T.A.P.P.I.
Petroleum Waxes, Characterization, Performance
and Aditives
Special Tech. Associated Publishers
pp. 146-148.

- 22.- Terán Zavaleta Julio
Apuntes de Plásticos y Silicones
Facultad de Química, UNAM. 1972.
- 23.- Warth Albin H.
The Chemistry and Technology of Waxes
Reynhold Publishers
pp. 418, 442-452, 528-530.
- 24.- Winding and Hasche
Plastics Theory and Practice
Chem. Eng. Series.
Mc Graw Hill
pp. 165-170.