



300627
21
24
UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE QUIMICA
INCORPORADA A LA U. N. A. M.

Recirculación de Materiales
para la Elaboración de Recipientes
de uso Alimenticio

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER
EL TÍTULO DE:
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO
PRESENTA:
Pedro Eduardo Martínez Ayala



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Introducción

Objetivos

Capítulo 1. Antecedentes	1
1.1 La Basura y su Problemática Actual	2
1.2 Cobre	6
1.2.1 Obtención	6
1.2.2 Producción en México	10
1.2.3 Propiedades Físicas	11
1.2.4 Usos	12
1.3 Polietileno	12
1.3.1 Obtención	12
1.3.2 Producción en México	14
1.3.3 Propiedades Físicas	14
1.3.4 Usos	17
1.4 Cloruro de Polivinilo	17
1.4.1 Obtención	18
1.4.2 Producción en México	21
1.4.3 Propiedades Físicas	21
1.4.4 Usos	23
Capítulo 2. Material y Método	24
2.1 Material y Reactivos	25
2.1.1 Material y Equipo	25
2.1.2 Reactivos	26
2.2 Método	26
Capítulo 3. Resultados	29

Capítulo 4. Costos	59
4.1 Marco de Referencia	60
4.2 Análisis de Costos	61
Capítulo 5. Conclusiones	73
Referencias Bibliográficas	77

INTRODUCCION

En los últimos veinte años ha surgido una gran preocupación por el medio ambiente. La contaminación, la escasez de recursos naturales y el rápido detrimento que el hombre ha producido en los mismos ha desatado grandes polémicas. Esto ha dado como resultado múltiples estudios para establecer posibles soluciones, entre las que se encuentran el reciclado y conservación como posibles curas o paliativos para el problema de escasez de recursos.

Cuando en 1973 se inició la crisis petrolera, la gente se preocupó por determinar la cantidad de reservas existentes a nivel mundial, calcularon aumentos de la población y posibles descubrimientos futuros, asimismo, se buscaron fuentes alternativas de energía y acrecentar el aprovechamiento de éste hidrocarburo. Los plásticos, por ser materiales provenientes de este recurso no renovable también se estudiaron.

Una razón adicional para el interés en la conservación y recirculación de materiales es aliviar el problema que ocasiona la contaminación provocada por desechos sólidos. Grandes cantidades de estos desperdicios se producen en el sector doméstico, comercial e industrial. Debido a esto, se han encaminado esfuerzos a la creación de diferentes métodos

de almacenamiento, recolección y depósito de los -
desechos, así como métodos que permitan reducir su
cantidad.

Los plásticos han sido el mayor tema de discu-
sión sobre otros materiales de desecho no tóxicos -
debido a sus características (resistencia a la degra-
dación, químicamente inerte, baja densidad, imper-
meabilidad y alta pigmentación) lo cual le permite -
tener un gran campo de aplicación.

La importancia de la recirculación de plásticos
surge del hecho de que es necesario consumir 710,000
toneladas de petróleo (335,000 toneladas como mate-
ria prima y el resto como energía) para producir tan
solo 250,000 toneladas de éste derivado.

El consumo de plásticos se dirige principalmente
a tres industrias: empaque, construcción y eléctrica-
electrónica, por lo que el presente trabajo se enfoca
rá a la primera y última de las mencionadas. Se es-
tudiará la factibilidad económica y sus posibles usos
dentro de la industria alimentaria.

OBJETIVOS

Los objetivos que se persiguen con el presente estudio son los siguientes:

- Cuantificar la composición porcentual promedio del polietileno, cloruro de polivinilo y cobre.
- Estimar la conveniencia de la separación de cada material en base a su costo de extracción, valor comercial y cantidad porcentual presente.
- Determinar un proceso a nivel laboratorio al través del cual se logren apartar los materiales lo menos mezclados posible.
- Establecer la rentabilidad del proceso por medio de un análisis de costos.
- Asentar los posibles usos como materia prima para la elaboración de recipientes de uso alimenticio de los componentes que se separaron.

CAPITULO I

ANTECEDENTES

1.1 La Basura y su Problemática Actual.

En el siglo XVIII tiene lugar uno de los acontecimientos más importantes de la historia: la Revolución Industrial. En este período la civilización agrícola cede su lugar al maquinismo, y con éste se originan las grandes concentraciones urbanas. Las instalaciones fabriles atrajeron a la población rural a las ciudades. Como consecuencia, los servicios públicos se hicieron insuficientes y dieron paso al surgimiento de los grandes hacinamientos en condiciones insalubres. En México la Revolución Industrial se inició a mediados del siglo pasado, con las mismas consecuencias que produjo en Europa. Los estragos provocados en la naturaleza por la industrialización se agravaron con el paso del tiempo hasta nuestros días, en que es de vital importancia obtener el deterioro del ambiente.

La superficie del Valle de México abarca 9600 kilómetros cuadrados, de los cuales el área urbana ocupa 1 400 kilómetros cuadrados. En esta área viven más de 15 millones de habitantes.

Dotar de servicios públicos a una ciudad de tales proporciones es, sin duda, un problema que debe resolverse lo antes posible. Cuando los servi--

cios públicos de una población son insuficientes para evacuar los desechos urbanos, se crean condiciones insalubres, que afectan la salud de los habitantes. En efecto, la contaminación es la degradación del ambiente que se produce por los desechos humanos.

Actualmente el Distrito Federal tiene grandes problemas de contaminación ambiental, cuya solución requiere de considerables esfuerzos por parte de las autoridades y habitantes. Hasta ahora las principales formas de contaminación que padece el Valle de México son la atmosférica, la del agua, el ruido y la acumulación de desperdicios.

Uno de los mayores problemas a los que se enfrentan las autoridades de la capital del país es el de la eliminación de desperdicios sólidos. En 1959 se calculó que la cantidad de desechos sólidos por habitante de la ciudad de México era de 370 gramos diariamente. Actualmente esta cifra asciende a 650 gramos, lo que produce un total de 10 381 toneladas de desechos domiciliarios al día. A esa cifra deben agregarse 20 000 toneladas de desperdicios industriales, 2 000 más provenientes de sanatorios y hospitales y 2 000 de otro tipo de desperdicios municipales. Esto equivale a 34 381 toneladas diarias de

basura. (1)

El componente más grande de la basura de los capitalinos son los restos orgánicos. Pero a medida que sus ingresos son mayores lo es también el consumo de metales, plástico, papel y vidrio.

Alrededor de la mitad de la población del Distrito Federal es la que descarta más desechos sólidos que sus estratos equivalentes en Estados Unidos. Sólo en una categoría son superiores los pesos del vecino país: los metales. En cambio, se les supera, por mucho, en cuanto al plástico y la materia orgánica. En efecto, los hogares del Distrito Federal producen entre 24 y 250 por ciento más de desechos sólidos que los hogares equivalentes de Tucson y Milwaukee, de la Unión Americana. (2)

El desperdicio tiene un gran impacto en la economía del país, el manejo que se haga de ello tiene consecuencias para todo México. Si dicho manejo resultara más racional, sería considerable el impacto positivo causado al bienestar del país.

Resulta obligatorio hoy día reciclar, en lo posible, los desechos. No es posible que recursos naturales no renovables que requieren una larga cadena de procesamiento, esfuerzo social y económico se destinen a ser empleados sólo unos días y luego

se tiren a la basura.

La industrialización de estos desperdicios ayudará a solucionar el problema de la contaminación que provocan materiales difícilmente biodegradables como los plásticos.

La recirculación es la recuperación para la reutilización de materiales y energía, de valor económico, de los desperdicios que generalmente se destinan para su desecho.

En todo el mundo se han hecho estudios sobre los procesos de recuperación de residuos, por ejemplo, hay diferentes métodos para la separación de cable eléctrico de desperdicio, como son:

Fróllisis. Se quema el cable para obtener exclusivamente el cable. (23, 24)

Rotación. Utiliza un equipo similar al de la extracción de cobre en las minas, además usa un espumante, lubricante, ácido tánico y aceite mineral. (25)

Centrifugación. Se recobra en una centrífuga el polietileno, posteriormente el residuo, que contiene PVC y cobre, se carga eléctricamente para separarlos en un tambor rotatorio. (26)

Sedimentación. En una solución acuosa con un tensoactivo se retira el polietileno del PVC -

y cobre, a continuación estos últimos se recuperan en una solución salina. (27,28)

Un punto esencial del reciclaje, es que los productos deben ser recuperados en forma y con características aceptables para el consumidor. - De otra manera, no tendrá valor económico ni uso.

Si los materiales recuperados se usan como materias primas para la manufactura de nuevos productos, se ahorraría una cantidad considerable en su producción.

La producción y uso de los materiales consume energía. Sin embargo, una planta que reprocesa seiscientas toneladas diarias de desechos y separa combustible, metal y vidrio, produce suficiente comburente para generar nueve veces más energía eléctrica que la que consume, sin considerar el ahorro por el uso de los materiales recuperados.

Los principales países en los que se han implementado plantas de reproceso son Estados Unidos, Japón, Gran Bretaña, Francia, Alemania, Italia, Noruega, Suiza y Bélgica.

En conclusión, la recuperación y reutilización de materiales produce mucho más energía que

la que consume.

El material que es objeto del presente estudio consta de polietileno baja densidad, cloruro de polivinilo y cobre, por lo que se presentan a continuación sus características.

1.2 Cobre.

El cobre es el más importante de los metales no ferrosos; ningún metal, salvo el hierro, tuvo y tiene el privilegio de jugar un papel importante en la vida del hombre. Se comenzó a utilizar al menos hace 6,000 años, participo en los avances de la industria, tecnología y en las artes. El uso inicial del cobre fue probablemente en forma pura para herramientas, armas, utensilios y ornamentos. Por la adición de estaño, se produjo bronce, lo que dió el nombre a una edad de la civilización. (3)

1.2.1 Obtención.

El cobre se encuentra en la naturaleza, en numerosos minerales y en diversas combinaciones con otros elementos. Se conocen cerca de 165 minerales, pero aproximadamente 12 son comercialmente importantes y 6 son la fuente de más del 95 por ciento del cobre que se explota.

Aproximadamente el 75 por ciento del cobre -- que se explota en el mundo proviene de operaciones mineras a cielo abierto. La elección del método se determina por el tamaño, configuración y profundidad del cuerpo mineralizado, lo cual determina en forma relativa el costo de minado entre los métodos a cielo abierto y por obras subterráneas. Desde luego, la topografía, clima, infraestructura, disponibilidad de mano de obra y capital afectan la elección del método de explotación. Los grandes depósitos pueden explotarse a cielo abierto cuando se encuentran suficientemente cercanos a la superficie para que el costo de remover el capote o material estéril entre el cuerpo mineral y la superficie no sea prohibitivo. Si la relación de estéril a mineral es muy grande, estos depósitos pueden ser explotados por métodos subterráneos, con lo cual los costos bajos igualmente se alcanzan por una producción masiva. Los depósitos en vetas o en forma tubular generalmente son explotados por métodos subterráneos.

Quando los minerales de cobre contienen suficiente metal, se envían directamente a la fundición; sin embargo, la mayoría del cobre que actualmente se produce o producirá en el futuro proviene de minera

les de sulfuros, óxidos o cobre nativo que primeramente son sujetos a un tratamiento para incrementar su contenido metálico. Estos procesos se conocen como de beneficio o concentración.

Los principales pasos en un proceso de concentración son el quebrado, la molienda y la separación de los minerales valiosos del material estéril. El producto que se denomina concentrado contiene la mayoría del mineral y algo de ganga (materia que acompaña a los minerales y que se separa de ellos como útil); los desperdicios (colas) contienen el material estéril y una mínima porción de minerales valiosos. El método de separación de los minerales de cobre de la ganga se determina por características químicas y físicas del mineral.

El proceso que se usa universalmente y con un desarrollo muy grande para la concentración de sulfuros de cobre es el de la flotación; algunas pequeñas operaciones, sin embargo, emplean métodos por gravedad tales como "jigs" y mesas vibratorias. La flotación consiste en que el mineral finamente molido se agita en agua en una celda de flotación, varios aceites y productos químicos se pueden añadir para provocar que los minerales seleccionados se adhieran a las burbujas y suban a la superficie y -

otros queden suspendidos en la pulpa. Aunque en un principio este proceso se desarrolló para separar un mineral determinado, los avances técnicos permitieron desarrollar la flotación selectiva que puede abarcar dos o más productos que pueden recuperarse de un mineral complejo.

Después de fundirse el mineral, se refina, esto se puede llevar a cabo por dos métodos, por fuego o por electrólisis.

La refinación a fuego consiste en tres pasos: oxidación, flujo, y reducción; se basa en la mayor afinidad del cobre por el oxígeno en comparación con las otras impurezas. Se introduce aire comprimido de 8 a 10 lb/plg² de presión por debajo de la superficie del metal, a través de tubos de fierro, lo que causa una acción de burbujeo y agitación. Esto permite exponer el cobre fundido del horno a la atmósfera y formar el óxido cuproso. El óxido de cobre reacciona con el sulfuro de cobre para formar bióxido de azufre, el cual escapa de la masa fundida; el óxido de cobre también cede oxígeno a ciertas impurezas, y forma óxidos metálicos que pueden combinarse con sílice (que se añade) para formar la escoria.

En los procesos de refinación electrofítica el

cobre se separa de otros metales e impurezas, por oxidación electrolítica en un electrolito, el cual es esencialmente una solución de sulfato de cobre y ácido sulfúrico. (4)

1.2.2 Producción en México.

La minería constituye uno de los cinco sectores más importantes, excluyendo el petróleo, generadores del Producto Interno Bruto (PIB) del país. Aunque representa el 1.4 ó 1.6 por ciento del PIB, se considera como uno de los abastecedores primordiales de materias primas.(5)

En 1982 la producción nacional de cobre ascendió a 223 758 toneladas (6), lo que representó el 20 por ciento de la producción minero metalúrgica nacional en el mismo año, mientras que para 1983 descendió al 17.6 por ciento. (8)

Entre las minas más sobresalientes, productoras de cobre, se encuentran:

La mina de " La Caridad", en el municipio de Nacoziari de Gracia, Sonora, con reservas cercanas a los 680 millones de toneladas de cobre, se considera como una de las más grandes que se explotan a cielo abierto en el mundo.

La mina del pueblo de Cananea, que se estima

como una de las minas con mayor reserva de cobre en el mundo. (7)

En cuanto a reservas el país ocupa el séptimo lugar mundial. (8)

1.2.3 Propiedades Físicas.

En la tabla A se presentan las propiedades físicas del cobre. (9)

TABLA A. PROPIEDADES FISICAS DEL COBRE.

Peso atómico	63
Volumen atómico, cm^3/mol	7.11
Número de masa de los isotopos estables (abundancia relativa, %)	63 (69.1) 65 (30.9)
Estados de oxidación	1, 2, 3
Densidad, kg/m^3	8.96×10^3
Radio metálico, nm	0.1276
Radio iónico, nm	0.096
Radio covalente, nm	0.138
Electronegatividad	2.43
1a. energía de ionización, J/mol	745×10^3
2a. energía de ionización, J/mol	1950×10^3
Punto de fusión, °C	1083
Punto de ebullición, °C	2595
Calor de fusión, J/kg	212×10^3
Calor de vaporización, J/kg	7369×10^3

1.2.4 Usos.

El principal uso del cobre es en la industria eléctrica. La fabricación de alambre y cable, motores eléctricos, generadores, controles industriales y aparatos que se relacionen, requieren cobre para el mejor rendimiento de energía.

El cobre y sus mezclas por su resistencia a la corrosión tiene muchos usos en la industria de la construcción. Los materiales para construcción; los de tubería; el latón y bronce para artículos utilitarios y decorativos de edificios públicos y casas particulares, requieren grandes cantidades de cobre. (3)

Su color agradable y su fácil acabado, junto con su facilidad para aplicarse con otros metales, hacen que el cobre intervenga en un gran número de productos acabados, tal es el caso de la industria de la construcción, automotriz, aleaciones, proyectiles, equipo de ferrocarril, equipo de marina, maquinaria y equipo, instrumentos científicos, utensilios, joyería, etc. (4)

1.3 Polietileno.

1.3.1 Obtención.

El polietileno se produce por dos procesos bá-

sicos. El proceso de alta presión se usa para hacer polietileno de baja densidad y copolímeros del etileno con monómeros no olefínicos.

El proceso de baja presión se utiliza para fabricar polietileno de alta densidad (lineal) y una nueva línea de polímeros comúnmente conocidos como polietilenos lineales de baja densidad.

El polietileno de baja densidad se fabrica en reactores tubulares en los cuales el monómero de etileno se polimeriza con oxígeno (u otra fuente de radical libre) como un iniciador. La presión es de 15 000 a 45 000 psi y el polímero que se produce tiene un elevado contenido de cadenas laterales, con densidades de 0.910 a 0.935.

El polietileno de alta densidad se produce con la ayuda de catalizadores especiales como los organo-metálicos, óxido de cromo, y óxido de vanadio o molibdeno. Esto permite una polimerización del etileno a una presión menor de 1 500 psi. Los polímeros son lineales y tienen muy pocas cadenas laterales, son más cristalinos y tienen densidades de 0.940 a 0.965. El polietileno de alta densidad se produce por tres diferentes métodos: solución, suspensión y fase gaseosa.

El polietileno de densidad media tiene una den-

sidad de 0.926 a 0.940, y se puede producir ya sea por el método de baja o de alta presión o por mezcla física de polietileno de baja y alta densidad.

El polietileno lineal de baja densidad tiene comúnmente una densidad entre 0.915 a 0.935 y se puede obtener por el proceso de solución o fase gaseosa. (10)

1.3.2 Producción en México.

La Producción nacional de 1975 a 1980 se observa en la tabla I. (11)

TABLA I. PRODUCCION Y CONSUMO APARENTE DE POLIETILENO EN MEXICO DE 1975 A 1980.

Año	Producción (ton)	Consumo Aparente (ton)
1975	99 287	105 223
1976	93 705	107 796
1977	95 043	136 326
1978	96 411	158 510
1979	95 646	171 993
1980	91 424	234 469

1.3.3 Propiedades Físicas.

En la tabla 2 se observan las propiedades físicas del polietileno de baja, media y alta densidad. (12)

TABLA 2. (Continúa)

	Poliétileno de baja densidad	Poliétileno de densidad media	Poliétileno de alta densidad
Coefficiente tér- mico de expansión lineal 10^{-6} plg/plg/°C	15 - 33	100 - 200	140 - 160
Conductividad tér- mica 10^{-4} cal-cm/ seg-cm ² -°C	8	8 - 10	11 - 12
Densidad Específica	0.910 - 0.925	0.926 - 0.940	0.941 - 0.965
Absorción de agua (muestra de 1/8 plg de espesor), %	0.01	0.01	0.01
Rigidez dieléctrica (muestra de 1/8 plg de espesor), corto tiempo, v/mil	450 - 1000	450 - 1000	450 - 1000

Sin embargo sus propiedades pueden variar, de acuerdo con muchos factores como peso molecular, distribución del peso molecular, etc. (13) También se puede modificar con el empleo de aditivos. (10)

TABLA 2. (Continúa)

	Poliétileno de baja densidad	Poliétileno de densidad media	Poliétileno de alta densidad
Coefficiente tér- mico de expansión lineal 10^{-6} plg/plg/°C	15 - 33	100 - 200	140 - 160
Conductividad tér- mica 10^{-4} cal-cm/ seg-cm ² -°C	8	8 - 10	11 - 12
Densidad Específica	0.910 - 0.925	0.926 - 0.940	0.941 - 0.965
Absorción de agua (muestra de 1/8 plg de espesor), %	0.01	0.01	0.01
Rigidez dieléctrica (muestra de 1/8 plg de espesor), corto tiempo, v/mil	450 - 1000	450 - 1000	450 - 1000

Sin embargo sus propiedades pueden variar, de acuerdo con muchos factores como peso molecular, distribución del peso molecular, etc. (13) También se puede modificar con el empleo de aditivos. (10)

1.3.4 Usos.

En la industria alimentaria gran parte del polietileno de baja densidad se convierte en películas, las cuales se utilizan en la fabricación de bolsas comerciales, envolturas, bolsas industriales y sacos con diferentes características.

El polietileno de alta densidad se destina a fabricar botellas, ello absorbe la tercera parte del consumo. Otro 20 por ciento se emplea para fabricar recipientes y películas. (14)

El 62 % del polietileno de baja densidad se destina para la fabricación de películas. Sus usos de moldeado por inyección, como tapaderas de envases y artículos domésticos, ocupan el segundo lugar con un 10 por ciento, las cubiertas extruídas en sustratos, como empaques de cartón de la leche utilizan el 8 por ciento del polietileno, seguido por un 7 por ciento en aplicaciones de cable y alambre. El resto se usa en productos moldeados soplados y -- productos extruídos. (11)

1.4 Cloruro de Polivinilo.

Los polímeros de vinilo aunque dominado por el cloruro de polivinilo (PVC), actualmente comprende una familia de resinas basadas en monómeros del -

cloruro de vinilo ($\text{CH}_2=\text{CHCl}$), acetato de vinilo -- ($\text{CH}_2=\text{CHOCOCH}_3$), y cloruro de vinilideno ($\text{CH}_2=\text{CCl}_2$). Además, la familia incluye copolímeros del PVC, - PVC clorado, alcohol polivinílico y fluoruro de poli vinilideno.

Las razones por las cuales el PVC es uno de los termoplásticos de mayor volumen en el mundo son las siguientes:

1) Es químicamente inerte. El material es resistente a la corrosión por agua, ácidos, álcalis, resistente a la oxidación; tiene buenas propiedades a la intemperie y es lo suficientemente estable para mantener sus propiedades durante un largo período de tiempo.

2) Es versátil. Del PVC se pueden hacer productos que varían del suave al rígido; tiene alta -- proporción fuerza peso; y va de claro a opaco en todos los colores.

3) Es capaz de proveer esas propiedades a un costo económico.

El vinilo con moléculas diferentes al cloro, que ataquen al grupo eteno, también ofrecen propiedades que son de valor comercial. (13)

1.4.1 Obtención.

Hay cuatro procesos básicos de producción; en los cuales, la polimerización se inicia por radicales libres que se producen por descomposición térmica de iniciadores tipo peróxido y procede exotérmicamente a temperatura de 40 a 70 °C. El cloruro de vinilo (VC) es un gas a temperatura ambiente (con un punto de ebullición de -13.37 °C) por lo que la reacción se lleva a cabo en recipientes a presión, equipados con agitadores y sistemas extractores de calor capaz de controlar con exactitud la temperatura.

La temperatura del reactor, grado de agitación, tipo y concentración de ingredientes menores, son los principales factores que afectan las propiedades del polímero como: peso molecular, tamaño de la partícula y configuración de ella. (15)

En 1935 surgió el proceso de polimerización -- por suspensión, que es uno de los que más se emplean. (16) En este método, gotitas de VC se suspenden en agua por medio de coloides protectores -- como: alcohol polivinílico, gelatina, o metil celulosa y una agitación rápida. Las reacciones que pueden tomar hasta 10 horas, se llevan a cabo a un -- punto final predeterminado, ya que éstas no son -- cien por ciento efectivas. El monómero sin reac--

cionar se extrae del recipiente vacío. A la suspensión se le elimina gran parte de agua y posteriormente se seca. El tamaño aproximado de las partículas es de 100 a 160 micras.

Un nuevo proceso, la microsuspensión, permite obtener un tamaño de partícula muy fino (1 a 3 micras). (17)

En el proceso de polimerización en masa, que comenzó en 1956, (16) el monómero se polimeriza en ausencia de agua o cualquier otro medio. La reacción procede hasta obtener un polvo seco, libre de líquido. El monómero sin reaccionar se extrae y la resina se criba y clasifica. El tamaño de la partícula es similar al que se obtiene en el proceso de suspensión. (17)

El proceso de emulsión, que es el más antiguo (1929), (16) es similar al de la suspensión a excepción de que usa gran cantidad de agente emulsificante con acción suave. El tamaño de la partícula es mucho menor, cerca de 0.5 micras de diámetro. (17)

La polimerización en solución, utiliza un solvente en el que se encuentra el monómero, se lleva a cabo la reacción y el polímero, insoluble, precipita para posteriormente eliminar el solvente. El proceso se utiliza para producir copolímeros espe-

cializados con buena solubilidad y propiedades formadoras de película. (18)

1.4.2 Producción en México.

En la tabla 3 se observa la producción y consumo aparente en México de 1975 a 1980. (11)

TABLA 3. PRODUCCION Y CONSUMO APARENTE DE CLORURO DE POLIVINILO EN MEXICO DE 1975 A 1980.

Año	Producción (ton)	Consumo Aparente (ton)
1975	49 620	51 133
1976	67 203	67 730
1977	65 558	59 892
1978	97 634	79 754
1979	106 791	108 715
1980	122 541	127 431

1.4.3 Propiedades Físicas.

En la tabla 4 se presentan las propiedades físicas del PVC rígido y flexible. (12)

TABLA 4. PROPIEDADES FISICAS DEL PVC RIGIDO
Y FLEXIBLE.

	PVC Rfido	PVC Flexible
Temperatura de fusión °C	75 - 105	75 - 105
Intervalo de presión al moldeo 10^3 psi	10 - 40	8 - 25
Proporción de compresión.	2.0 - 2.3	2.0 - 2.3
Encogimiento al moldeo (lineal) plg/plg	0.001 - 0.005	0.010 - 0.050
Fuerza de tensión a la ruptura, psi	6000 - 7500	1500 - 3500
Elongación a la ruptura (%)	40 - 80	200 - 400
Fuerza compresiva, psi	8000 - 13000	900 - 1700
Módulo de tensión, 10^3 psi	350 - 600	-
Coefficiente térmico de expansión lineal 10^{-6} plg/plg/°C	50 - 100	70 - 250
Conductividad térmica 10^{-4} cal-cm/seg-cm ² -°C	3.5 - 5.0	3 - 4
Densidad Específica	1.30 - 1.58	1.16 - 1.35
Absorción de agua --- (muestra de 1/8 plg de espesor), %	0.04 - 0.4	0.15 - 0.75

continúa

TABLA 4. (Continúa)

	PVC Rígido	PVC Flexible
Rigidez dieléctrica --- (muestra de 1/8 plg de espesor), corto tiempo, v/mil	350 - 500	300 - 400

Sin embargo sus propiedades se pueden variar con el empleo de diversos aditivos (19), o por mezclas con otros polímeros. (20)

1.4.4 Usos.

El mercado del PVC es aproximadamente 55 -- por ciento para el rígido y 45 por ciento para el flexible. En 1981 en los Estados Unidos se utilizaron 387 millones de libras en la fabricación de empaques, lo que representó el 6.9 por ciento de su producción total. (21)

Actualmente el principal uso es en la fabricación de tuberías, también se utiliza para hacer bañidores, ventanas, alcantarillas, etc. (15)

Con el uso de mezclas se puede aumentar su utilidad, por ejemplo en la manufactura de gabinetes para televisión y en la industria electrónica de las computadoras. (22)

CAPITULO II

MATERIALES Y METODOS

2.1. Material y Reactivos.

2.1.1. Material y Equipo.

El material y equipo que se utilizó es el siguiente:

te:

Agitador de Laboratorio T-Line

Balanza Analítica

Balanza Granataria

Buchner

Desperdicio de cable eléctrico

Composición promedio:

- Polietileno 92.27 %

- PVC 3.69 %

- Cobre 4.04 %

Estufa

Matraz Erlenmeyer de 250 ml

Matraz Erlenmeyer de 2000 ml

Papel filtro Whatman 41

Pinzas de seguridad

Pipetas graduadas de 10 ml

Pipeta volumétrica de 150 ml

Piseta

Quitasato de 4000 ml

Soporte Universal

Termómetro

un tensoactivo se retira el polietileno del PVC y cobre, a continuación estos últimos se recuperan en una solución salina. (27,28)

Para la elección de la metodología más adecuada se deben tomar en cuenta dos criterios: composición de la materia prima y costo del proceso.

La pirólisis resulta obvio descartarla, porque se desperdiciaría el principal componente, los plás-ticos.

Algunos emplean material o equipo muy caro, - (25,26) lo que haría improbable su adaptación.

La última práctica, es barata, a excepción de la segunda parte, ya que emplea soluciones salinas para aumentar la densidad del agua, y las que se - pueden utilizar encarecerían el método, (29) lo que no lo haría económicamente rentable debido a la pe-queña cantidad de este plástico.

Por lo anteriormente expuesto, el proceso que se llevará a cabo a nivel laboratorio será:

Evaluar la cantidad óptima en gramos de mues-tra en un vaso de precipitados de 64 mm de diáme--tro.

Encontrar la mínima cantidad de detergente ne-cesaria.

Determinar el tiempo mínimo de agitación.

del agua, debido al alto costo de las sales que se pueden utilizar, (29) el único fin que se persigue con esto es separar el PVC, que en el caso de nuestra materia prima es una cantidad pequeña.

Por lo anteriormente expuesto, el proceso que se llevará a cabo será:

Evaluar la cantidad óptima en gramos de muestra en un vaso de precipitados de 64 mm de diámetro, mediante pruebas con diferentes cantidades de muestra, se cuantificará el cobre presente en las dos fases. El cobre que se considerará perdido será el que se quede junto con el polietileno, mientras que el recuperado será el que se precipite.

Encontrar la mínima cantidad de detergente necesaria, mediante soluciones jabonosas con diferentes concentraciones.

Determinar el tiempo mínimo de agitación, con variación de tiempos hasta detectar el intervalo en que el aumento de la eficiencia no sea significativa.

Para cuantificar los componentes del material, se seguirá la siguiente técnica.

La muestra se pondrá en un vaso de precipitados y se agitará, una vez que se separe el cobre y PVC del polietileno, las dos fases se filtrarán y lavarán dos veces con alcohol y agua, para evitar la interfe

rencia del detergente, ulteriormente se depositarán e
en vasos previamente tarados y se añadirá ácido ní
trico para disolver el cobre, (30) se filtrará y se -
pesará, a esta nueva porción se le adicionará tetra-
cloruro de carbono para solubilizar el PVC (31) y -
así poderse cuantificar por diferencia de peso.

CAPITULO III

RESULTADOS

3.1 Resultados.

En la tabla 5 se muestran los diferentes resultados en los que se tomó como variable la cantidad de muestra.

TABLA 5. PRUEBAS CON DIFERENTES CANTIDADES DE MUESTRA.

Experiencia	Muestra	Polietileno	PVC	Cobre	Cobre
				recuperado	perdido
	g	g	g	g	g
1.01	1.0390	.9830	.0399	.0280	.0107
1.02	1.0273	.9444	.0370	.0328	.0133
1.03	1.1484	1.0840	.0440	.0288	.0118
1.04	1.1520	1.0622	.0398	.0355	.0144
1.05	1.1875	1.0924	.0439	.0384	.0148
1.11	2.1250	1.9620	.0778	.0605	.0249
1.12	2.0158	1.8883	.0671	.0585	.0237
1.13	2.0837	1.8386	.0646	.0499	.0208
1.14	2.0158	1.8640	.0893	.0602	.0245
1.15	2.1875	2.0180	.0798	.0638	.0281
1.21	3.1484	2.9110	.1045	.0942	.0387
1.22	3.1879	2.8094	.1090	.1059	.0438
1.23	3.0664	2.8214	.1027	.1007	.0416
1.24	3.0195	2.7734	.1193	.0898	.0370
1.25	3.0312	2.7980	.1094	.0891	.0387

TABLA 5. (Continúa)

Experiencia	Muestra	Polietileno	PVC	Cobre	Cobre
				recuperado	perdido
	g	g	g	g	g
1.31	4.0898	3.7544	.1811	.1154	.0589
1.32	4.0468	3.7295	.1658	.1085	.0550
1.33	4.0390	3.7429	.1329	.1080	.0552
1.34	4.0039	3.8860	.1325	.1228	.0828
1.35	4.0703	3.7418	.1502	.1180	.0803
1.41	5.0893	4.8798	.1778	.1259	.1062
1.42	5.1879	4.7889	.1902	.1139	.0949
1.43	5.1914	4.7870	.1801	.1219	.1024
1.44	5.1211	4.7037	.2130	.1118	.0928
1.45	5.1953	4.8093	.2031	.0997	.0832
1.51	6.0117	5.5428	.1948	.1458	.1283
1.52	6.0039	5.5596	.2113	.1298	.1092
1.53	6.0234	5.5277	.2403	.1346	.1208
1.54	6.0390	5.5957	.2047	.1288	.1118
1.55	6.1328	5.6465	.2214	.1408	.1241

En la tabla que se presenta a continuación se encuentra la composición porcentual de las muestras evaluadas en la tabla 5.

TABLA 5. COMPOSICION DE LA MUESTRA

Experiencia	Polietileno	PVC	Cobre total	Cobre recuperado	Pureza Polietileno
	%	%	%	%	%
1.01	92.69	3.78	3.53	70.84	98.90
1.02	91.93	3.80	4.47	71.02	98.61
1.03	92.65	3.83	3.52	70.79	98.90
1.04	92.23	3.44	4.33	71.14	98.66
1.05	91.99	3.70	4.31	71.09	98.66
1.11	92.33	3.65	4.02	70.84	98.75
1.12	92.59	3.33	4.08	71.17	98.75
1.13	92.59	4.04	3.37	70.78	98.95
1.14	92.51	3.29	4.20	71.07	98.70
1.15	92.25	3.65	4.10	70.90	98.72
1.21	92.42	3.32	4.22	70.88	98.69
1.22	91.84	3.44	4.72	70.84	98.52
1.23	92.01	3.35	4.64	70.77	98.55
1.24	91.85	3.95	4.20	70.82	98.68
1.25	92.24	3.61	4.15	70.83	98.70

TABLA 6. (Continúa)

Experiencia	Polietileno	PVC	Cobre total	Cobre recuperado	Pureza Polietileno
	%	%	%	%	%
1.31	91.80	3.94	4.28	66.21	98.48
1.32	92.18	3.86	3.99	65.94	98.55
1.33	92.67	3.29	4.04	66.18	98.55
1.34	92.06	3.31	4.63	66.13	98.32
1.35	91.93	3.69	4.38	66.18	98.41
1.41	91.95	3.49	4.58	54.24	97.78
1.42	92.28	3.68	4.04	54.55	98.05
1.43	92.21	3.47	4.32	54.35	97.91
1.44	91.85	4.18	3.99	54.60	98.07
1.45	92.57	3.91	3.52	54.51	98.30
1.51	92.20	3.24	4.56	53.19	97.74
1.52	92.80	3.52	3.88	53.13	98.07
1.53	91.77	3.99	4.24	52.70	97.86
1.54	92.88	3.39	3.95	53.14	98.04
1.55	92.07	3.61	4.32	53.15	97.85

En la siguiente tabla se encuentran los diferentes resultados en los que se tomó como variable la concentración de jabón en solución.

TABLA 7. PRUEBAS CON SOLUCION DE JABON DE DIFERENTES CONCENTRACIONES.

Experiencia	Concentración		Polietileno	PVC	Cobre	Cobre
	Jabón	Muestra			recuperado	perdido
	%	g	g	g	g	g
2.01	0.0	3.0508	2.8283	.1153	.0475	.0817
2.02	0.0	3.1094	2.8541	.1073	.0843	.0837
2.03	0.0	3.1485	2.8922	.1219	.0684	.0780
2.04	0.0	3.2071	2.9886	.1283	.0488	.0834
2.05	0.0	3.2422	2.9798	.1288	.0590	.0768
2.11	0.2	3.1448	2.8905	.1173	.1078	.0292
2.12	0.2	3.0625	2.8295	.1138	.0837	.0257
2.13	0.2	3.0196	2.7904	.1193	.0895	.0234
2.14	0.2	3.2305	2.8956	.1283	.0839	.0227
2.15	0.2	3.2305	2.8750	.1289	.1012	.0274
2.21	0.4	3.0743	2.8434	.1058	.1092	.0159
2.22	0.4	3.0391	2.8078	.1216	.0960	.0137
2.23	0.4	3.0504	2.8211	.1280	.0908	.0129
2.24	0.4	3.2148	2.8770	.1235	.1002	.0142
2.25	0.4	3.1838	2.8428	.1047	.1190	.0173

TABLA 7. (Continúa)

Experiencia	Concentración			Cobre		
	jabón	Muestra	Folietileno	PVC	recuperado	Cobre perdido
	%	g	g	g	g	g
2.31	0.6	3.2227	2.8710	.1035	.1253	.0228
2.32	0.6	3.0782	2.8347	.1019	.1200	.0216
2.33	0.6	3.1993	2.9411	.1181	.1188	.0213
2.34	0.6	3.1172	2.8697	.0994	.1255	.0226
2.35	0.6	3.1328	2.8828	.1278	.1033	.0189
2.41	0.6	3.0703	2.8422	.1071	.0987	.0223
2.42	0.6	3.1875	2.9312	.1237	.1083	.0243
2.43	0.6	3.1758	2.9325	.1207	.1000	.0226
2.44	0.6	3.1836	2.9270	.1308	.1029	.0229
2.45	0.6	3.1563	2.9089	.1259	.0994	.0221
2.51	1.0	3.0391	2.8008	.0970	.1152	.0261
2.52	1.0	3.2227	2.9800	.1041	.1298	.0288
2.53	1.0	3.1398	2.8959	.1308	.0901	.0200
2.54	1.0	3.2110	2.9782	.1236	.0891	.0201
2.55	1.0	3.2422	2.9835	.1184	.1160	.0263
2.61	2.0	3.2344	2.9976	.1226	.0932	.0210
2.62	2.0	3.1797	2.9412	.1142	.1013	.0230
2.63	2.0	3.1055	2.8499	.1028	.1250	.0276
2.64	2.0	3.1328	2.9056	.1075	.0977	.0220
2.65	2.0	3.0884	2.8380	.1082	.0961	.0221

TABLA 7. (Continúa)

Experiencia	Concentración			PVC	Cobre	Cobre
	Jabón	Muestra	Poliétileno		recuperado	perdido
	%	g	g		g	g
2.71	3.0	3.0977	2.8505	.1084	.1132	.0258
2.72	3.0	3.1875	2.9414	.1135	.1081	.0245
2.73	3.0	3.1880	2.9355	.1115	.0988	.0224
2.74	3.0	3.1841	2.9107	.1188	.1099	.0249
2.75	3.0	3.0118	2.7868	.1114	.0929	.0207
2.81	4.0	3.0430	2.8154	.1153	.0713	.0410
2.82	4.0	3.1993	2.9520	.1107	.0885	.0501
2.83	4.0	3.1802	2.9159	.1081	.0882	.0500
2.84	4.0	3.0825	2.8284	.1179	.0747	.0435
2.85	4.0	3.0586	2.8084	.1147	.0657	.0498
2.91	5.0	3.0078	2.7783	.1023	.0884	.0629
2.92	5.0	3.2110	2.9715	.1188	.0821	.0588
2.93	5.0	3.0884	2.8297	.1055	.0871	.0641
2.94	5.0	3.0977	2.8644	.1108	.0828	.0599
2.95	5.0	3.0118	2.7862	.1018	.0837	.0601

En la tabla 8 se muestra la composición porcentual de las muestras evaluadas con soluciones jabonosas de diferentes concentraciones.

TABLA 8. COMPOSICION DE LA MUESTRA.

Experiencia	Poliétileno	PVC	Cobre total	Cobre recuperado	Pureza Poliétileno
	%	%	%	%	%
2.01	92.64	3.78	3.58	43.50	97.86
2.02	91.79	3.45	4.76	43.45	97.15
2.03	91.86	3.87	4.27	43.45	97.44
2.04	92.50	4.00	3.50	43.49	97.91
2.05	91.90	3.91	4.19	43.45	97.49
2.11	91.92	3.73	4.35	78.65	99.00
2.12	92.39	3.71	3.80	78.48	99.10
2.13	92.41	3.95	3.64	78.71	99.17
2.14	92.73	3.97	3.30	78.71	99.25
2.15	92.09	3.93	3.98	78.89	99.09
2.21	92.49	3.41	4.07	87.29	99.44
2.22	92.39	4.00	3.61	87.51	99.51
2.23	92.47	4.13	3.40	87.56	99.54
2.24	92.80	3.84	3.53	87.59	99.53
2.25	92.43	3.29	4.28	87.31	99.42

TABLA 8. (Continúa)

Experiencia	Poliétileno	PVC	Cobre	Cobre	Pureza
	%	%	total	recuperado	Poliétileno
	%	%	%	%	%
2.31	92.19	3.21	4.80	84.55	99.24
2.32	92.09	3.31	4.80	84.75	99.24
2.33	91.93	3.89	4.38	84.80	99.28
2.34	92.08	3.19	4.75	84.74	99.22
2.35	92.02	4.08	3.80	84.53	99.35
2.41	92.57	3.49	3.94	81.57	99.22
2.42	91.98	3.88	4.16	81.67	99.18
2.43	92.34	3.80	3.88	81.57	99.24
2.44	91.94	4.11	3.95	81.80	99.22
2.45	92.16	3.99	3.85	81.81	99.25
2.51	92.16	3.19	4.65	81.53	99.08
2.52	91.85	3.23	4.92	81.84	99.04
2.53	92.32	4.17	3.51	81.83	99.31
2.54	92.75	3.85	3.40	81.59	99.39
2.55	92.02	3.59	4.39	81.52	99.13
2.61	92.68	3.79	3.53	81.61	99.30
2.62	92.50	3.59	3.91	81.50	99.22
2.63	91.77	3.31	4.92	81.81	99.09
2.64	92.75	3.43	3.82	81.62	99.25
2.65	92.55	3.53	3.92	81.61	99.23

TABLA 8. (Continúa)

Experiencia	Polietileno	PVC	Cobre total	Cobre recuperado	Pureza Polietileno
	%	%	%	%	%
2.71	92.02	3.50	4.48	81.58	99.11
2.72	92.28	3.58	4.18	81.52	99.17
2.73	92.88	3.52	3.82	81.49	99.24
2.74	91.99	3.75	4.28	81.53	99.15
2.75	92.53	3.70	3.77	81.78	99.28
2.81	92.52	3.79	3.89	83.49	98.56
2.82	92.27	3.48	4.27	83.92	98.33
2.83	92.27	3.42	4.31	83.29	98.31
2.84	92.29	3.85	3.86	83.20	98.48
2.85	91.82	3.75	4.43	83.25	98.28
2.91	92.30	3.40	4.30	51.35	97.78
2.92	92.54	3.70	3.78	51.45	98.07
2.93	92.28	3.44	4.28	51.14	97.78
2.94	92.47	3.57	3.98	51.18	97.95
2.95	92.51	3.38	4.11	51.45	97.89

En la tabla que se presenta a continuación se encuentran los resultados en los cuales el tiempo de agitación fue diferente.

TABLA 8. PRUEBAS CON DIFERENTES TIEMPOS DE AGITACION.

Experiencia	Tiempo de	Muestra	Polietileno	PVC	Cobre	Cobre
	agitación				recuperado	perdido
	min.	g	g	g	g	g
3.01	3.0	3.1055	2.8518	.1181	.1122	.0254
3.02	3.0	3.1641	2.8187	.1120	.1104	.0250
3.03	3.0	5.2149	2.9542	.1241	.1114	.0252
3.04	3.0	3.1172	2.8903	.1181	.0884	.0204
3.05	3.0	3.1280	2.8909	.1297	.0851	.0193
3.11	5.0	3.1953	2.9384	.1233	.1118	.0218
3.12	5.0	3.0880	2.8450	.1180	.1043	.0207
3.13	5.0	3.0825	2.8221	.1185	.1020	.0199
3.14	5.0	3.0118	2.7828	.1051	.1099	.0202
3.15	5.0	3.0880	2.8380	.1154	.1122	.0224
3.21	8.0	3.0704	2.8444	.1259	.0855	.0148
3.22	8.0	3.0704	2.8358	.1080	.1072	.0184
3.23	8.0	3.0547	2.8125	.1182	.1058	.0182
3.24	8.0	3.0078	2.7822	.1125	.0987	.0184
3.25	8.0	3.0157	2.7898	.1086	.1174	.0201

TABLA 9. (Continúa)

Experiencia	Tiempo de	Muestra	Polietileno	PVC	Cobre	Cobre
	agitación				recuperado	perdido
	min.	g	g	g	g	g
3.31	7.0	3.2149	2.9851	.1236	.1111	.0162
3.32	7.0	3.2422	3.0007	.1232	.1042	.0141
3.33	7.0	3.1094	2.9813	.1180	.1159	.0162
3.34	7.0	3.0684	2.8214	.1043	.1237	.0170
3.35	7.0	3.1524	2.9242	.1147	.0999	.0136
3.41	8.0	3.0591	2.8114	.0979	.1170	.0128
3.42	8.0	3.0820	2.8538	.1055	.1325	.0144
3.43	8.0	3.0938	2.8582	.1290	.0979	.0107
3.44	8.0	3.1738	2.9167	.1245	.1212	.0194
3.45	8.0	3.1710	2.9140	.1160	.1260	.0139
3.51	8.0	3.2145	2.9821	.1299	.0950	.0079
3.52	8.0	3.2227	2.9655	.1103	.1351	.0112
3.53	8.0	3.0938	2.8528	.1256	.1085	.0089
3.54	8.0	3.2421	3.0020	.1068	.1268	.0105
3.55	8.0	3.2344	2.9653	.1048	.1333	.0110
3.61	10.0	3.0039	2.7781	.1123	.1072	.0083
3.62	10.0	3.2344	2.9721	.1132	.1409	.0082
3.63	10.0	3.1641	2.9179	.1025	.1359	.0078
3.64	10.0	3.2305	2.9727	.1286	.1239	.0073
3.65	10.0	3.2071	2.9537	.1094	.1361	.0078

TABLA 9. (Continúa)

Experiencia	Tiempo de	Muestra	Polistileno	PVC	Cobre	Cobre
	agitación				recuperado	perdido
	min.	g	g	g	g	g
3.71	15.0	3.0078	2.7872	.1134	.1204	.0068
3.72	15.0	3.2188	2.9700	.1252	.1170	.0068
3.73	15.0	3.1133	2.8720	.1034	.1308	.0071
3.74	15.0	3.1053	2.9342	.1326	.1220	.0065
3.75	15.0	3.2032	2.9540	.1169	.1257	.0068
3.81	20.0	3.0430	2.7989	.1248	.1140	.0053
3.82	20.0	3.2266	2.9649	.1223	.1141	.0053
3.83	20.0	3.1328	2.8778	.1215	.1275	.0060
3.84	20.0	3.0079	2.7894	.1062	.1263	.0060
3.85	20.0	3.1680	2.9257	.1020	.1340	.0063
3.91	25.0	3.0000	2.7786	.1118	.1049	.0049
3.92	25.0	3.2149	2.9618	.1276	.1198	.0059
3.93	25.0	3.0235	2.7785	.1049	.1356	.0065
3.94	25.0	3.1802	2.8023	.1321	.1202	.0056
3.95	25.0	3.1838	2.9270	.1331	.1181	.0054

En la siguiente tabla se encuentra la composición porcentual de las muestras evaluadas con diferentes tiempos de agitación.

TABLA 10. COMPOSICION DE LA MUESTRA.

Experiencia	Polietileno	PVC	Cobre total	Cobre recuperado	Pureza Polietileno
	%	%	%	%	%
3.01	91.89	3.74	4.49	81.54	99.12
3.02	92.18	3.54	4.28	81.54	99.15
3.03	91.89	3.88	4.25	81.55	99.15
3.04	92.72	3.79	3.49	81.25	99.30
3.05	92.51	4.15	3.34	81.51	99.34
3.11	91.98	3.86	4.13	83.68	99.26
3.12	92.19	3.76	4.06	83.44	99.28
3.13	92.15	3.87	3.98	83.68	99.30
3.14	92.39	3.40	4.12	83.72	99.28
3.15	91.90	3.74	4.38	83.36	99.22
3.21	92.84	4.10	3.23	85.41	99.49
3.22	92.38	3.55	4.09	85.35	99.38
3.23	92.07	3.87	4.08	85.32	99.36
3.24	92.50	3.74	3.78	85.50	99.41
3.25	91.84	3.60	4.59	85.38	99.28

TABLA 10. (Continúa)

Experiencia	Poliétileno	PVC	Cobre	Cobre	Pureza
	%	%	total	recuperado	Poliétileno
	%	%	%	%	%
3.31	92.29	3.84	3.93	87.97	99.49
3.32	92.55	3.80	3.65	88.08	99.53
3.33	92.02	3.73	4.25	87.74	99.44
3.34	92.01	3.40	4.59	87.92	99.40
3.35	92.76	3.84	3.20	88.02	99.54
3.41	92.51	3.22	4.27	90.14	99.55
3.42	91.82	3.42	4.78	90.20	99.49
3.43	92.32	4.17	3.51	90.15	99.63
3.44	91.84	3.92	4.24	90.04	99.54
3.45	91.87	3.72	4.41	90.06	99.53
3.51	92.78	4.04	3.20	92.32	99.74
3.52	92.02	3.44	4.54	92.34	99.82
3.53	92.21	4.06	3.73	92.29	99.89
3.54	92.48	3.29	4.23	92.35	99.65
3.55	92.30	3.24	4.46	92.38	99.63
3.61	92.45	3.74	3.78	94.45	99.77
3.62	91.89	3.50	4.61	94.50	99.72
3.63	92.22	3.24	4.54	94.57	99.73
3.64	92.02	3.82	4.06	94.44	99.76
3.65	92.10	3.41	4.49	94.51	99.73

TABLA 10. (Continúa)

Experiencia	Poliétileno	PVC	Cobre	Cobre	Pureza
	%	%	total	recuperado	Poliétileno
	%	%	%	%	%
3.71	92.00	3.77	4.23	94.65	99.75
3.72	92.27	3.89	3.84	94.66	99.78
3.73	92.25	3.32	4.43	94.85	99.75
3.74	91.83	4.15	4.02	94.94	99.78
3.75	92.22	3.65	4.13	95.01	99.78
3.81	91.98	4.10	3.92	95.56	99.81
3.82	92.51	3.79	3.70	95.56	99.82
3.83	91.86	3.88	4.26	95.51	99.79
3.84	92.07	3.53	4.40	95.46	99.78
3.85	92.35	3.22	4.43	95.51	99.79
3.91	92.62	3.72	3.66	95.54	99.82
3.92	92.12	3.97	3.91	95.31	99.80
3.93	91.53	3.47	4.70	95.43	99.77
3.94	91.84	4.18	3.93	95.55	99.81
3.95	91.94	4.13	3.88	95.63	99.82

En la tabla que se muestra a continuación, se encuentra la composición promedio porcentual de la muestra.

TABLA 11. COMPOSICION PROMEDIO DE LA MEZCLA

	Composición %	Desviación Estander
Polietileno	92.23	.2880
PVC	3.68	.2702
Cobre	4.09	.3827

En la tabla 12 se comparan los resultados promedio de las diferentes cantidades de muestra contra el cobre recuperado y la pureza del polietileno.

TABLA 12. COMPARACION DE COBRE RECUPERADO Y PUREZA DE POLIETILENO CON DIFERENTES CANTIDADES DE MUESTRA.

Muestra g	Cobre recuperado %	Pureza Polietileno %
1.1108±.0650	70.98±.1379	98.75±.1271
2.0875±.0660	70.95±.1458	98.77±.0900
3.0867±.0607	70.83±.0354	98.83±.0788
4.0500±.0292	68.13±.0974	98.48±.0875
5.1530±.0414	54.45±.1343	98.02±.1741
6.0422±.0468	53.06±.1821	97.91±.1245

En la tabla que se presenta a continuación, se comparan el promedio de los resultados de diferentes concentraciones de jabón en solución contra el cobre recuperado y la pureza del polietileno.

TABLA 13. COMPARACION DE COBRE RECUPERADO Y PUREZA DE POLIETILENO CON SOLUCIONES DE JABON DE DIFERENTES CONCENTRACIONES.

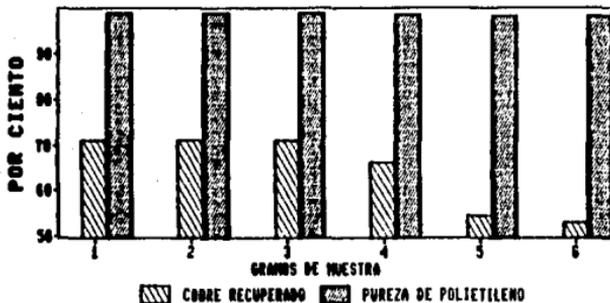
Concentración		Cobre	Pureza
Jabón	Muestra	recuperado	Polietileno
%	g	%	%
0.0	3.1516±.0682	43.47±.0223	99.57±.2828
0.2	3.1375±.0859	78.65±.0868	99.12±.0838
0.4	3.1125±.0724	87.45±.1269	99.49±.0487
0.6	3.1500±.0534	84.67±.1115	99.27±.0463
0.8	3.1547±.0438	81.68±.1054	99.22±.0240
1.0	3.1704±.0747	81.68±.1433	99.21±.1268
2.0	3.1438±.0584	81.63±.1002	99.21±.0922
3.0	3.1258±.0846	81.58±.1044	99.19±.0561
4.0	3.1047±.0828	83.31±.0986	98.99±.1130
5.0	3.0790±.0742	51.31±.1315	97.93±.0985

En la tabla siguiente se compara el promedio de los resultados de diferentes tiempos de agitación con tra el cobre recuperado y la pureza del polietileno.

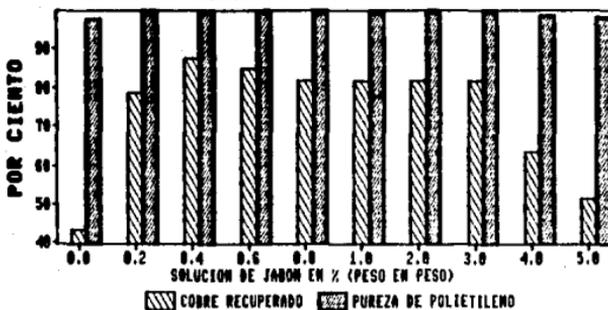
TABLA 14. COMPARACION DE COBRE RECUPERADO Y PUREZA DE POLIETILENO CON DIFERENTES TIEMPOS DE AGITACION.

Tiempo de agitación	Muestra	Cobre recuperado	Pureza Polietileno
min.	g	%	%
3.0	3.1450±.0400	81.48±.1148	99.21±.0898
5.0	3.0883±.0800	83.58±.1466	99.27±.0271
8.0	3.0439±.0269	85.39±.0618	99.36±.0690
7.0	3.1571±.0650	87.95±.1159	99.48±.0533
6.0	3.1133±.0529	90.12±.0595	99.55±.0459
9.0	3.2024±.0553	92.34±.0301	99.67±.0441
10.0	3.1680±.0858	94.49±.0467	99.74±.0194
15.0	3.1477±.0789	94.82±.1455	99.77±.0147
20.0	3.1157±.0803	95.52±.0374	99.80±.0147
25.0	3.1164±.0375	95.59±.1111	99.90±.0165

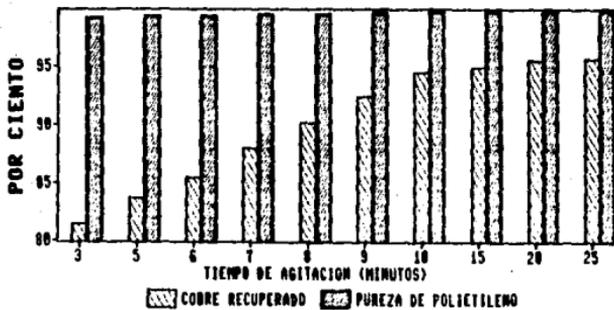
GRAFICA 1. COMPARACION DE COBRE RECUPERADO CONTRA PUREZA DE POLIETILENO CON DIFERENTES CANTIDADES DE MUESTRA



GRAFICA 2. COMPARACION DE COBRE RECUPERADO CONTRA PUREZA DE POLIETILENO CON SOLUCIONES JABONOSAS DE DIFERENTE CONCENTRACION



GRAFICA 3. COMPARACION DE COBRE RECUPERADO CONTRA PUREZA DE POLIETILENO CON DIFERENTES TIEMPOS DE AGITACION



CAPITULO IV

COSTOS

4.1 Marco de Referencia.

Moneda: Dólar Estadounidense

Tipo de Cambio Considerado: \$ 583.20 pesos
por dólar controlado a la venta al 4
de Julio de 1986.

Porcentaje de Inflación Estimado en los Estados
Unidos de Norteamérica: 4 por ciento

Intereses sobre Prestamos: 7.5 por ciento

Estas condiciones han demostrado ser bastante
constantes por lo que se tomarán como base para el
análisis de costos.

Para el establecimiento de una planta para la
recuperación de estos materiales se requeriría el
siguiente equipo:

- 5 Tanques de Agitación
- 5 Agitadores
- 5 Tolvas
- 1 Bomba
- 1 Báscula

el precio de estos representa \$ 171, 719. 45 US.

De acuerdo con estudios realizados por M. Peters -
y K. Timmerhaus sobre la inversión necesaria para
el arranque de fábricas de este tipo se observó que
el costo del equipo representa el 32.5 por ciento -

del capital inicial, por lo que se requeriría un total de \$ 528,367.59 US en su inicio.

El precio de venta del polietileno corresponderá al 80 por ciento de su valor comercial, mientras que para el cobre será del 70 por ciento, por tratarse de materiales recirculados.

4.2 Análisis de Costos.

A continuación se presentan los cuadros de inversión total, depreciación, amortización, estado de resultados y flujo neto de efectivo que se obtendrá del año 1 al 10. Los factores que se utilizarán son los siguientes:

- Precio de Venta del polietileno virgen:

\$ 689.60 US por Ton

- Precio de Venta del Cobre puro: \$ 1,143.20 US
por Ton

- Cantidad a procesar diariamente: 2 Ton

- Días laborables al año: 250

- Número de empleados: 20 con un sueldo igual
a dos veces el salario mínimo

- Salario mínimo: \$ 3.5372 US diario

- Costo de la materia prima: \$ 110.13 US por Ton

En el cuadro 1 se muestran los gastos específicos que se tendrían que realizar para la instalación de una planta de esta naturaleza.

CUADRO 1. INVERSION TOTAL

Inversión Fija.

	%	\$ US
Adquisición de Equipo	32.5	171,719.46
Instalación de Equipo	7.3	38,570.84
Instalación de Instrumentación y Controles	2.5	13,209.19
Instalación de Tuberías	3.5	18,492.87
Instalación Eléctrica	5.3	28,003.48
Edificación	11.5	60,762.27
Servicios	8.1	42,797.78
Mejoramientos Terreno	1.5	7,825.51
Terreno	1.0	5,283.68
Ingeniería y Supervisión	12.8	67,361.05
Gastos de Construcción	4.8	25,361.84
Contratista	3.0	15,851.03
Imprevistos	5.0	26,418.38

Inversión Diferida.

Gastos de Preinversión y Preoperativos	1.2	6,340.41
--	-----	----------

En el cuadro 2 se presentan las cantidades y porcentajes anuales a depreciarse y amortizarse.

CUADRO 2. CUADRO DE DEPRECIACION Y AMORTIZACION

Depreciación.

	%	
	Anual	• US
Equipo	10	17,171.05
Instalaciones	5	4,019.82
Edificación	5	9,801.22
Servicios		
De Proceso (67%)	5	1,433.73
Equipo no Productivo (33%)	10	1,412.33

Amortización

Gastos de Preversión y Preoperativos	10	634.04
---	----	--------

ESTADO DE RESULTA I

	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5
	\$ US				
Ventas Totales	330,879.97	344,115.17	357,879.78	372,194.97	387,082.77
Costo de Venta	(106,708.79)	(110,977.14)	(115,416.23)	(120,032.88)	(124,834.19)
Utilidad Bruta	224,171.18	233,138.03	242,463.55	252,162.09	262,248.57
Gastos de Vta., Dist. y Fab.	(22,417.12)	(23,313.80)	(24,246.35)	(25,216.21)	(26,224.86)
Depreciación	(34,733.05)	(34,733.65)	(34,733.05)	(34,733.05)	(34,733.05)
Amortización	(634.04)	(634.04)	(634.04)	(634.04)	(634.04)
Gastos Financieros	(31,702.05)	(31,702.05)	(31,702.05)	(30,083.85)	(26,379.46)
Utilidad Antes de Impuestos	134,684.92	142,755.08	151,148.05	161,494.94	174,277.17
Utilidad Neta	64,648.76	68,522.44	72,551.07	77,517.57	83,653.04
	=====	=====	=====	=====	=====

F L U J O N E T O D E E F E C T I V O

	Periodo 0	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6
	\$ US	\$ US	\$ US	\$ US	\$ US	\$ US	\$ US
Utilidad Neta		64,648.76	68,522.44	72,551.07	77,517.57	83,653.04	90,111.11
Depreciación, Amortización		35,367.09	35,367.09	35,367.09	35,367.09	35,367.09	35,367.09
Inversión Fija	(522,027.18)						
Inversión Diferida	(6,340.41)						
Inversión Circulante		(21,520.99)					
Financiamientos	422,694.07						
Amortización del Capital					(47,716.95)	(51,421.34)	(55,411.11)
Valor de Recuperación							
Flujo Neto de Efectivo	(105,673.52)	78,494.86	103,889.53	107,918.16	65,167.71	67,598.79	70,000.00

Si se lleva cada flujo neto ^{efectivo anual} al año cero se tendrá un valor presente neto equivalente a \$ 665,764.99 con una tasa interna de retorno equivalente al 82.39 %, lo que indica ser un proyecto económicamente muy interesante.

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

CAPITULO V

CONCLUSIONES

- También es moderada la hermeticidad respecto a componentes del sabor, olor y aroma.

- Con excepción de algunos tipos de polietileno de baja densidad, la transparencia es baja o mediana.

- Hinchamiento medio o fuerte del polietileno de baja densidad en aceites minerales y vegetales.

- Sensible a álcalis y ácidos.

De acuerdo a sus características se puede utilizar en el envase de productos en los que no importa la hermeticidad a los gases, como la miel; en los que se requiere una buena capacidad de aplastamiento, como la mostaza; en leche y otros productos lácteos líquidos, como la leche pasteurizada, leche con cacao, nata, etc. y bebidas sin dióxido de carbono o con poca cantidad de él.

No es recomendable para el envase de salsa de tomate ya que por la permeabilidad al oxígeno, el producto que está en contacto directo con las paredes se oscurece, por lo tanto, esto es aceptable para cuando la mercancía va a consumirse en corto tiempo; el vinagre con la entrada del oxígeno presenta un enturbiamiento por la formación de las llamadas madres, además de una pérdida del sabor; el aceite alimenticio presenta una rápida rancidez y por su parte el polietileno en contacto con aceites vegetales

se hincha y va adquiriendo porosidad, por lo que las paredes se muestran sucias y pegajosas.

El cobre que contiene el polietileno recirculado, puede afectar a los alimentos ya que actúa como catalizador en la reacción de oxidación de los ácidos grasos insaturados, lo que produce rancidez, cambios de color y otras reacciones.

Este metal, en mantequilla y leche ocasiona un sabor desagradable que daña la calidad de dichos productos, además en frutas y vegetales incrementa la destrucción de la vitamina C.

Por lo que los posibles usos del polietileno recirculado son: bolsas con y sin asas, botellas, vasos, redes de plástico y espumas para revestimientos de recipientes y elementos interiores para amortiguación de choques.

El cobre se puede aprovechar en la elaboración de marmitas, en donde se lleve a cabo la cocción de vegetales verdes, que con la acción de éste metal, desarrollarían un color brillante atractivo para el que haga uso de ellos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.- Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente. 1981. La Contaminación en el Valle de México. Información Científica y Tecnológica 3 (49): 4-12
- 2.- Restrepo, Iván. 1982. Lo que tiran los capitalinos. Uno más Uno. 15 de Diciembre.
- 3.- Schroeder, H. J. 1984. Copper. Mineral Facts and Problems. Vol XVIII. p.p. 293-310
- 4.- Comisión de Fomento Minero. 1970. "Cobre". México: Departamento de Estudios Económicos. p.p. 1-96.
- 5.- Ladislao, Ulises. 1985. La Riqueza Subterránea de México. Información Científica y Tecnológica. 7 (102): 36-38
- 6.- Consejo de Recursos Minerales. 1982. Anuario Estadístico de la Minería Mexicana. México, D. F Vol. 6 p.p. 77-87
- 7.- Corro León, Javier. 1985. Altas y Bajas de la Minería Mexicana. Información Científica y Tecnológica. 7 (102): 39-40
- 8.- Herrera, Norma. 1985. México, Veta Prometedora. Información Científica y Tecnológica. 7 (102): 45-48.
- 9.- Brayl H , Freiser, 1979. "Copper". Encyclopedia of Chemical Technology. IV New York

John Wiley & Sons p.p. 391-431

- 10.- Schumann, R.C. 1980 "Polyethylene". Modern Plastics Encyclopedia. LVI New York: Mc Graw-Hill p.p. 58-74
- 11.- Asociación Nacional de la Industria Química. 1981. Anuario de la Industria Química Mexicana de 1980. ANIQ. Vol 15 p.p. 239-241
- 12.- William, C. 1980. "Physical Properties". Modern Plastics Encyclopedia LVI New York: Mc Graw-Hill p.p. 469-471
- 13.- Karasev, A. and Andreeva, I. 1979. Influence of the molecular structure of PE on its mechanical properties. Intl. Polymer Sci. & Tech. 8: 32-33
- 14.- Castañeda, C. y Maya, F. 1983. Envase y Embalaje: Problemas y Perspectivas en México. Información Científica y Tecnológica. 5 (78):23-25
- 15.- Cohan, G.F. 1980. "Polyvinyl and Vinyl copolymers". Modern Plastics Encyclopedia, LVI New York: Mc Graw-Hill p.p. 102-111
- 16.- Seymour, P.B. 1981, Procesos en la Tecnología del PVC. Revista de Plásticos Modernos. 8 (95): 214-218
- 17.- Micht, K.H. 1981. Policloruro de Vinilo. Plásticos

- Univ. 4: 151-155.
- 18.- Barnes, A. W. 1976. Vinyl chloride and the production of PVC. Proc. Pol. Soc. Mod. 69: 277-281.
- 19.- Senyel, Z.; et al. 1981. Trends in production, processing and utilization of PVC. Intl. Pol. Sci. & Technol. 8: 28-36
- 20.- Crusos, A. 1980. Compatibility of poly (vinyl chloride) with other polymers. Third International Symposium on Polyvinyl chloride. Illinois, U.S.A.
- 21.- Hunter, D.H. 1982. PVC Manufacture and uses. Petrochemical and Polymer Consultation Week. Illinois, U.S.A.
- 22.- Bourland, L.G. 1983. More-heat-resistant alloy open up new uses for PVC. Plastics Engin. 39: 23-27.
- 23.- Alter, H. 1980. Is The Pyrolysis a Good Way to Separate Materials ? Resource Recovery and Conservation. 5(1): 1-4
- 24.- Wilson, D.C. 1982. Thermal Processing of Solid Wastes for Resource and Energy Recovery. Resource Recovery and Conservation 7(2): 161-166
- 25.- Sheng, H.P. 1981. Industrial Waste Treatment

- by Flotation. Resource Recovery and Conservation 4(1): 85-96
- 26.- Klumb, K. 1976. Centrifugation, an Alternative for separating Plastic Materials. Resource Recovery and Conservation 1(3):225-231
- 27.- Bevis, M.; Irving, N. and Allan, P. 1983 Recovery and Reuse of Polymeric Cable Scrap. Conserv. Recycl. 6(1-2):3-10
- 28.- Woodruff, K.L.; Fookson, A. and Rogers, B. 1981 How many methods are There to Separate Waste Plastics from Others Materials ? Resource Recovery and Conservation 6(1): 79-87
- 29.- Chemical Marketing Reporter, 28 de Agosto de 1986
- 30.- Merck & Co. Inc. "Copper" The Merck Index. Seventh ed. U.S.A.: Merck & Co. p 284
- 31.- Kirk-Othmer. 1984. "Polyvinyl chloride". Encyclopedia of Chemical Technology. Third ed. New York: John Wiley & Sons p.p. 896-936
- 32.- Peters, M.S. and Timmerhaus, K.D. 1973. Plant Design and Economics for Chemical Engineers. New York, U.S.A.: Mc Graw-Hill p.p. 83-159