



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

FACULTAD DE QUIMICA

**“ ESTUDIO TECNICO - ECONOMICO PARA LA
FABRICACION DE TUBERIA PVC
EN MEXICO ”.**

T E S I S

Que para obtener el Título de:

INGENIERO QUIMICO

Presenta:

JUAN CARLOS ZUÑIGA MONTALVO
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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.



EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUÍMICA

JURADO ASIGNADO

(Para imprimir ver forma C)

Presidente Prof. JOSE FRANCISCO GUERRA RECASENS.

Vocal Prof. RAMON ARNAUD HUERTA.

Secretario Prof. HECTOR MARCELINO GÓMEZ VELÁSICO.

1^{er} suplente Prof. JESUS ARTURO BUTRON SILVA.

2^{er} suplente Prof. ARTURO MARIANO LOPEZ NUÑEZ.

Sitio donde se desarrollo el tema: Facultad de Química.

Asesor: I.Q. HECTOR MARCELINO GÓMEZ VELÁSICO.

Sustentante: JUAN CARLOS ZÚRIGA MONTALVO.

A mis padres:

Miguel.

Por el amor, atención y cariño que tienes con tus hijos, pero principalmente por todo lo que me has enseñado para ser alguien en la vida, gracias por todo papá, jamás te olvidaré.

Virginia.

A la mujer que más quiero y admiro, porque eres un ejemplo a seguir en mi vida; a tu amor y dedicación que tienes a tus hijos, siempre te recordaré como la madre y mujer que eres.

A mis hermanos:

Miguel y Claudia.

Por todo el apoyo que me han proporcionado, pero sobretodo por el gran reto que me dejaron en mi vida; este trabajo representa únicamente una huella en el camino, gracias por todo.

Andrés.

Por tu amistad, comprensión y cariño, nunca te olvidaré como el hermano que siempre tendré.

A todos mis familiares:

A mis abuelas y tías (Margarita y Ana), no sólo agradezco la ayuda en la realización de este trabajo, sino todo el apoyo que me brindan para realizarme como hombre de bien.

A todos mis amigos:

Por su amistad y comprensión, pero principalmente a mis amigos de la universidad por madurar junto con ellos, y sobretodo por su valiosa amistad que me proporcionan, gracias.

Al Ing. Marcelino Gómez Velásco, por su tiempo, su dedicación y sus consejos, gracias por todo.

A todos los maestros que colaboraron con la realización del presente trabajo.

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Química, por su labor de educación y formación, pero sobretodo a la UNAM por seguir siendo la máxima casa de estudios.

-HIPOTESIS DE TRABAJO.....	4
-OBJETIVOS.....	4
-CONCLUSIONES.....	4
-ANTECEDENTES.....	12
LA INDUSTRIA DEL PLASTICO.....	15
CARACTERÍSTICAS DEL CLORURO DE VINILO.....	18
CARACTERÍSTICAS DEL PVC.....	20
PRINCIPALES PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN DE PVC.....	23
-ESTUDIO DE MERCADO.....	25
CARCTERIZACIÓN DEL PRODUCTO.....	26
LA INDUSTRIA PETROQUÍMICA EN MÉXICO.....	29
EL MERCADO DEL PLÁSTICO.....	34
EL MERCADO DE VCM (MONÓMERO) Y DE PVC.....	46
EL MERCADO DE TUBERÍAS PLÁSTICAS.....	57
EL MERCADO DE TUBERÍA DE PVC.....	59
OPORTUNIDADES.....	63
-DESCRIPCION DEL PROCESO.....	68
EXTRUSIÓN.....	69
FORMULACIÓN.....	71
EQUIPO PRINCIPAL.....	72
MANUFACTURA.....	75
-ESTUDIO TECNICO.....	77
DIMENSIONAMIENTO DEL EQUIPO PRINCIPAL.....	78
DIAMETROS Y ESPESORES.....	79
CARACTERÍSTICAS.....	81
ANÁLISIS TÉCNICO-COMPARATIVO.....	84
CONTROL DE CALIDAD.....	85
-ESTUDIO ECONOMICO.....	88
ESTIMACIÓN DE LA INVERSIÓN.....	89
ESTIMACIÓN DEL COSTO DE PRODUCCIÓN Y CAPITAL DE TRABAJO.....	91
ESTADOS FINANCIEROS.....	94
EVALUACIÓN DEL PROYECTO.....	98
-BIBLIOGRAFÍA.....	103

HIPOTESIS DE TRABAJO

En México puede desarrollarse el proyecto de construcción de una planta de tubería de PVC.

OBJETIVOS

Analizar los factores que intervienen en el mercado de tuberías, los cuales están sujetos, tanto al consumo aparente, como al las condiciones del mercado exterior.

Realizar el estudio técnico; es decir, comparar las características de las diversas tuberías plásticas, para determinar el tipo más adecuado a las necesidades requeridas actualmente.

Justificar la necesidad de aumentar la producción de tubería de PVC, para satisfacer la demanda nacional e incrementar las exportaciones.

Realizar el estudio económico con la estimación de la inversión y su rentabilidad.

CONCLUSIONES

1) MEXICO ANTE LA APERTURA COMERCIAL:

En México muchos son los beneficios de un TLC como son:

- Aumento de exportaciones.
- Aumento de inversiones extranjeras.
- Aumento de empleos.
- Aumento de salarios.
- Mano de obra barata (sólo temporal).

La perspectiva de firmar un Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos y Canadá ofrece la oportunidad a los empresarios mexicanos de ampliar sus mercados, ya que en la medida que el empresario mexicano se dé cuenta que sus productos y servicios pueden participar competitivamente en precio y calidad; es el momento de acelerar las exportaciones y romper barreras geográficas que es uno de los primeros puntos que el profesional de la exportación tiene que superar; los industriales mexicanos deben de pensar no en una forma local, sino asumir los retos de la globalización y diversificación del mercado nacional.

México no puede permitirse conformarse con que sean las grandes firmas las únicas que puedan participar en la globalización, es una veta por explotarse para la pequeña y mediana industrias.

Uno de los puntos importantes tanto para el país como para los empresarios mexicanos es que, aún sin estar aprobado el TLC, éste aceleró el proceso de aprendizaje para los empresarios exportadores y la inquietud de las autoridades para promover el desarrollo económico en México.

Como se dijo anteriormente, muchos son los beneficios de una apertura comercial, pero hay factores económicos como es la inflación, que no debe descuidarse, debe seguir declinando hasta alcanzar números inferiores a 7% anual. Con o sin el TLC México debe continuar su política de apertura comercial en todos los sectores.

Existen dos puntos importantes actualmente en el ámbito económico del país, y ambos pesan sobre la definición del futuro de México. El primero es la sucesión presidencial; este hecho es importante para los empresarios nacionales y extranjeros y punto clave en las decisiones de inversión.

El segundo punto es el retraso en la ratificación del TLC, que parece aplazarse demasiado para nuestra economía que atraviesa por uno de los momentos más difíciles en los últimos 10 años, ambos puntos influyen en la economía de México y especialmente en los inversionistas.

La política económica del gobierno es reducir la inflación. La estrategia es partir de la estabilidad al reducir la inflación en un dígito y conjugarla con el capital atraído por el TLC, lo que daría un papel protagónico al sector privado, para reanudar el crecimiento económico. Pero el punto más importante dentro de este modelo es que el TLC se cumpla, en caso contrario, este factor no puede ser sustituido por otro que tenga un efecto semejante sobre el resto de los factores que interactúan en el modelo; por tanto un viraje de 180° resultaría un retraso en la economía del país.

2) A) PLASTICOS:

México ofrece muchas ventajas para la industria del plástico como:

- Una planta productiva de 20 a 25 años.
- Tecnología de punta en muchos de los procesos de obtención.
- Una capacidad instalada superior al consumo nacional.
- Normalización de productos plásticos por asociaciones (ANIPAC, ITP) que se basan en seguir normas y estándares existentes a nivel internacional, y así poder competir en este ámbito.

La industria mexicana del plástico no cerrará ni tendrá una baja considerable, sino estará en manos de inversionistas de alta productividad con miras a la expansión tanto nacional como internacional.

No sólo el principal mercado será el norte de nuestro país (E.U. y Canadá), sino también se encuentra América Latina, países como Brasil, Argentina, Venezuela, principales consumidores de plásticos; por lo que la gran interrogante en México es entrar al mercado de una de las economías más grandes del mundo o seguir siendo uno de los países más grandes de América Latina.

El industrial mexicano deberá tener la intención de lograr costos menores con precios competitivos a nivel internacional, es decir, producir en las mismas condiciones que tienen sus competidores extranjeros si es que se pretende entrar a una apertura comercial, tanto con los países del norte, como con América Latina.

Es inminente la acción de los bloques económicos en el ámbito internacional y los beneficios que trae estos modelos; ejemplo de ello son los bloques europeos y asiáticos, por lo que México deberá analizar las adaptaciones y conceptualizarlas según la economía del país, sin olvidar que muy pronto entraremos a un procesos de globalización irreversible.

B) PVC (Policloruro de Vinilo)

El problema principal o la crisis de la industria del PVC en México es que cuenta con la mayor capacidad instalada de todos los plásticos (425,000 ton.) y el consumo nacional es aproximadamente de 150,000 ton., lo anterior hace que los industriales del PVC tengan como principal objetivo incursionar en el mercado internacional como se ha estado haciendo (Expor. 250,000 ton.), pero pensando en una expansión con mercados como los de Estados Unidos, Canadá y la mayor parte de América Latina, los cuales son las áreas de mayor crecimiento en el mundo de este producto.

Ante una apertura comercial las barreras arancelarias dejan de existir, lo que pone en desventaja al industrial mexicano del PVC ya que precios de la resina de PVC en regiones como Asia, Japón, Europa Occidental y E.U. presentan una precio por kilogramo mucho menor al precio manejado en México y de igual manera que en los plásticos deberá de bajar la industria del PVC sus costos y tener precios más competitivos, produciendo la resina en las mismas condiciones que estas regiones lo hacen para abaratar el precio en el mercado.

En Europa Occidental, uno de los principales consumidores de PVC se han producido una serie de restricciones de productos plásticos y en particular del PVC. Esto trae como consecuencia:

- 1) La baja exportación de resina de PVC hacia Europa.
- 2) Las restricciones no tardarán en llegar a México y teniendo una producción nacional de 380,000 ton.

C) TUBERIA DE PVC

Actualmente la industria de la tubería de PVC sufre un estancamiento principalmente provocado por la falta de dinero de las empresas productoras para su expansión hacia otras regiones, ejemplo de esto es la baja que se ha tenido en las exportaciones en los últimos 4 años.

El principal segmento de consumo de tubería de PVC es el de la construcción y el mayor consumidor de tubería en México es el gobierno, aunque actualmente es de mayor consumo para éste la tubería de cobre, lo cierto es que para determinadas aplicaciones de tubería, la de PVC es mucho mejor que la de cobre y en ciertas circunstancias es lo contrario.

Uno de los puntos de mayor importancia para el empresario de la industria de tubería de PVC es la identificación de Estados Unidos como el principal consumidor de tubería de PVC en el mundo, lo cual significa que con una apertura comercial los industriales deberán mirar en primer término el aumento de su producción para poder competir en el mayor mercado de tubería de PVC y presentar precios competitivos en el mercado internacional y en particular E.U. y Canadá. México tiene la "ventaja" que el mercado de tubería de PVC en E.U. en 1992, se incrementó en un 21% y seguirá con una tendencia de crecimiento para los próximos años.

Si bien México tiene ante sí un mercado muy amplio para la diversificación de productos de PVC y en particular para la tubería, la industria mexicana de tubería de PVC deberá crecer en aproximadamente un 25% anual en su producción para competir no sólo en este tratado, sino globalizar o expandirse hacia América Latina y Europa.

La tubería de PVC fabricada en México presenta muchas oportunidades para poder competir a nivel internacional, ya que presenta la calidad necesaria para exportación, a nivel internacional es uno de los productos plástico de mayor consumo, pero su principal problema es la relación entre el precio que se maneja a nivel nacional y el precio a nivel internacional, provocado por el precio de la materia prima (PVC), siendo este uno de los puntos restrictivos a vencer.

La tubería de PVC se presenta como una de las tuberías plásticas más utilizadas debido a la versatilidad del material por medio de aditivos, lo que la hace técnicamente más adecuada para las

necesidades por las cuales se requiere una tubería plástica, presenta características como resistencia mecánica, química, mayor procesabilidad, mayor elasticidad, una temperatura mayor de operación, mayores aplicaciones y estandarización, lo que otras tuberías plásticas como las de polietileno no presentan o se presentan de menor calidad.

3) IDENTIFICACION DE LOS SEGMENTOS DE MERCADO

Los principales segmentos de consumo de la resina de PVC son:

- Construcción.
- Empaque y envase.
- Calzado.
- Muebles.
- Electrodomésticos.
- Artículos del hogar.
- Discos.
- Otros.

Por orden de mayor a menor consumo.

4) PRODUCTOS CON OPORTUNIDADES

De los segmentos anteriores las principales aplicaciones que presentan una mayor oportunidad de crecimiento en su consumo y tendencia son: del PVC rígido; la película, cabe mencionar que en México es la única aplicación con un incremento positivo durante dos años, otra aplicación importante es la tubería, esta se ha mantenido estable sin incremento, pero es una de las aplicaciones que en los próximos años crecerá debido a la apertura comercial, por lo que se mantendrá como la principal aplicación de la resina.

Dentro del PVC flexible no hay ninguna aplicación con tendencia positiva; el perfil, el recubrimiento de cable y alambre, loseta y cubiertas no tienen un incremento positivo en los últimos dos años, estos se mantienen estables. Incluso muchas aplicaciones tendrán una disminución a corto plazo como son el disco, piso o loseta, película flexible, calzado, etc.

5) AMENAZAS Y RESTRICCIONES

Una de las principales restricciones como se dijo, es el precio de la materia prima para la tubería de PVC (resina de PVC); en E.U. es mucho más barata que en México, lo que ocasiona que la tubería fabricada en E.U. sea más rentable que la fabricada en México, lo cual se presenta como una de las principales restricciones para los industriales de tubería de PVC con o sin la apertura comercial.

La capacidad instalada o la infraestructura de producción es de las restricciones que presenta México frente a E.U. y la principal amenaza es el no poder introducirse al mercado de los países del norte por falta de dicha capacidad; es decir, que México no pueda penetrar económicamente el mercado del mayor consumidor de tubería de PVC, por no tener un crecimiento adecuado.

Dentro de una apertura comercial habrá una amenaza a corto plazo y a su vez una de las mejores oportunidades a largo plazo, tanto para la economía del país como en particular para la industria de tubería de PVC esto es, contar o tener como socio comercial a una de las economías más fuertes a nivel mundial y a su vez al mayor consumidor de plásticos y tubería de PVC, con el subsecuente comercio de México hacia Europa y después hacia Asia.

6) En México, principalmente por un intercambio comercial (TLC) con E.U. y Canadá, se justifica el aumento de producción de tubería de PVC por medio de la construcción de una planta para satisfacer la demanda nacional y aumentar las exportaciones hacia estos países.

México con o sin TLC, debe visualizar el aumento de producción de tubería de PVC, principalmente por la necesidad de satisfacer mercados para Centroamérica y Sudamérica cuyo consumo justifica la inversión.

Por tanto se propone en esta tesis construir una planta de tubería de PVC en México con una capacidad instalada máxima de 15,000 toneladas anuales, empezando las operaciones en el año de 1995, y continuando hasta llegar a la capacidad máxima de la siguiente manera:

AÑO	CAPACIDAD (TON.)	% DE OPERACION
1995	9,000	60
1996	12,000	80
1997	13,500	90
1998	15,000	100
1999	15,000	100
2000	15,000	100

la planta trabajará con un factor de servicio de 330 días al año y una estimación de la inversión inicial para el proyecto de N\$ 28,000,000 aproximadamente, con un error de +/- 30% en la estimación; fabricando tubería hidráulica y tubería conduit.

La ubicación de la planta está determinada más que nada por el mercado a cubrir, y puede estar en el norte del país (Chihuahua, Hermosillo, Nogales, etc.) para cubrir la demanda de los países del norte, o puede estar en la parte sur del país (Tabasco, Mérida, etc.) para cubrir la demanda de Centroamérica y Sudamérica principalmente.

ES RENTABLE UNA NUEVA PLANTA DE TUBERIA DE PVC EN MEXICO, y además, la recuperación de la inversión inicial es de 3 años.

ANTECEDENTES

- LA INDUSTRIA DEL PLASTICO.
- CARACTERISTICAS DEL CLORURO DE VINILO.
- CARACTERISTICAS DEL PVC.
- PRINCIPALES PROCESOS DE TRANSFORMACION DEL PVC.

ANTECEDENTES

México es un país rico en recursos naturales, que conforme hemos aprendido a transformarlos se han convertido en auténtica fuente de riqueza, especialmente hablando en el sector de la petroquímica, que ha tenido un enorme desarrollo en los últimos años; la economía de mercado de las potencias actuales se caracteriza por pagar precios muy baratos de productos naturales, por lo que, con madurez creciente, los empresarios nacionales se han preocupado por invertir en plantas que transforman los recursos naturales en productos de mayor valor agregado, ejemplo de lo cual son los petroquímicos.

De esta manera, la industria química se ha desarrollado hacia rubros tales como los plaguicidas y fertilizantes, resinas sintéticas, fibras artificiales, hule, negro de humo, colorantes y pinturas, así como en forma muy amplia como anteriormente se ha mencionado en el renglón de la petroquímica y la química básica.

Las empresas privadas se han visto favorecidas con el convenio de autorización de la Secretaría de Minas e Industria Parastatal (SEMIP) para la producción de cualquier petroquímico secundario y ahora lo que resta es reconocer que el petróleo mexicano es una poderosa base de desarrollo y que, por lo tanto, la petroquímica debe de seguir desarrollándose y fortaleciéndose.

Debido al crecimiento de la petroquímica básica en México, la industria mexicana del plástico crece aún más y ya participa con el 2.2 % del PIB nacional de la manufactura. La intención de la industria mexicana del plástico es integrarse en un bloque latinoamericano, como consecuencia del ejemplo a nivel internacional: Asia, Europa y Norteamérica.

Este bloque latinoamericano estaría representado por países como Brasil, Argentina, Colombia, Venezuela y México grupo de países que prácticamente consumen el 90% del total de los plásticos producidos por la industria latinoamericana; los objetivos que persigue el bloque latinoamericano es fundamentalmente beneficiar a un sector cuyo desarrollo incide en la sustitución de materiales tradicionales como metal, vidrio y papel.

Muchos de los productos sustituidos por los plásticos tienden a encarecerse y escasear, debido al gran auge y versatilidad de éstos últimos. La elaboración de productos petroquímicos a cargo de Pemex-Petroquímica alcanzó en 1992 un total de 19,206,947 toneladas lo que significó superar con 620,883 toneladas (incremento de 3.3%) lo conseguido en el año de 1991.

Del total de la producción de petroquímicos, 2,621,650 toneladas correspondieron a petroquímicos secundarios el cual representa el 13% del total; los que mayor cantidad aportaron volumen total fueron el amoniaco 2,677,769 ton. (45.1%), etileno 1,481,670 ton. (24.9%), tolueno 399,951 ton. (6.7%), xilenos 386,861 ton. (6.5%), y el benceno con 352,787 ton (5.9%).

La otra parte de los petroquímicos que aportó el gran total fuerón: anhídrido carbónico, oxígeno, dicloroetano, polietileno de baja densidad, oxido de etileno y el acetaldehido.

El etileno fué uno de los petroquímicos que incrementó su producción con respecto a 1991, éste fué del 8.5% (116,929 ton.), trajo como consecuencia el suficiente abasto de materia prima tanto para derivados oxigenados como para polímeros, y manteniendo así la disponibilidad que se tiene en el país para la exportación.

Durante 1992 el valor de la ventas globales de Pemex-Petroquímica ascendió a 4,212 millones de pesos equivalentes a 1,361 millones de dólares, los cuales el 86% corresponden al mercado interno y el 14% restante corresponden a la exportación, lo cual significó un incremento del 1% en valor y 3% en volumen con respecto a 1991.

PRODUCTOS PETROQUIMICOS
COMPORTAMIENTO DE LAS VENTAS 1991-1992
(MILES DE TONELADAS)(MILES DE MILLONES DE PESOS)

	1991		1992	
	VOLUMEN	VALOR	VOLUMEN	VALOR
VENTAS				
INTERNAS	5,664	3,410	5,620	3,606
EXPORTACION	936	762	1,179	606
<u>VENTAS TOTALES</u>	6,600	4,172	6,799	4,210

FUENTE: Memorias de Labores de Pemex 1992 (PEMEX).

LA INDUSTRIA DEL PLASTICO

En México tenemos una capacidad instalada de producción de plásticos de 1,900,000 toneladas. En la década de los 60's y 70's la inversión de los industriales mexicanos del plástico fué principalmente en la adquisición de maquinaria y es por ello que se encuentran bien equipados; sin embargo para 1992 el volumen de producción llegó a las 1,300,000 toneladas, lo cual reflejó un decremento con respecto a 1991 de 150,000 toneladas.

El consumo de plásticos en México ascendió en un 43%, siendo de 2,300,000 ton. para 1992 y de 1,600,000 ton. para 1991; la planta transformadora de plásticos presenta las siguientes características:

- * Maquinas de inyección: 15,000 maquinas de las cuales trabajan el 40% .
- * Maquinas de extrusión: 10,000 de las cuales están trabajando el 70% .
- * Maquinas de soplado: 2000 de las cuales están trabajando el 95% .

Los plásticos se clasifican en dos grandes grupos: Termoplásticos y Termofijos; el primero se refiere a los materiales que se reblandecen y fluyen por la aplicación de calor y presión, así la mayoría de estos plásticos pueden remodelarse varias veces por aplicación de calor; los segundos se refieren a todo material plástico que no se reblandece con la aplicación de calor cuando ya ha sido transformado, estos materiales no pueden remodelarse al aplicarles calor porque se destruyen

Las resinas termoplásticas tienen la característica principal de degradarse de una manera muy fácil, es decir, por medio de los efectos del calor debido al incremento de la temperatura trayendo como consecuencia la modificación de las propiedades de la resina.

Las principales resinas Termoplásticas son:

POLICLORURO DE VINILO	(PVC)
POLIESTIRENO	(PS)
POLIETILEN TEREFALATO	(PET)
POLIETILENO ALTA Y BAJA DENSIDAD	(PE)
POLIPROPILENO	(PP)

Las principales resina Termofijas son:

POLIAMIDAS
POLIESTER
POLIURETANO
POLIMETACRILATO DE METILO
FUMARICAS
MALEICAS
UREA FORMALDEHIDO

También pueden clasificarse por medio del uso o aplicación que tengan cada una de las resinas, es decir, plásticos COMODITIES, plásticos VERSATILES y los llamados plásticos TECNICOS o de INGENIERIA.

De las 1,300,000 toneladas que se produjeron en 1992 en México:

- * Casi 1,065,000 son de plásticos comodities (Polietileno AD, Polipropileno, PVC, Polietileno BD, Poliestireno).
- * Aproximadamente 194,000 son de plásticos versátiles (Poliuretanos, acrílicos, resinas epóxicas y recubrimientos en general).
- * Solamente 33,000 toneladas de plásticos de ingeniería para 1992 (PET, ABS, PC, PA, POM).

A nivel mundial, los plásticos de ingeniería están logrando un crecimiento del 25% anual ; en México su consumo ha caído al 50% , a consecuencia de la dificultad de procesamiento de estos.

México presenta una capacidad instalada de plásticos considerable, pero el consumo nos ha rebasado dado la tendencia económica de nuestro país en el consumo de productos importados; frente a esto, cabe reflexionar la llegada de los asiáticos con lo que los industriales mexicanos del plástico deben competir en cuanto a precio y no tanto en la calidad.

La industria mexicana del plástico está conformada por 3,000 empresas, entre ellas, si acaso el 20% pertenecen a la grande y mediana industria y, una de las propuestas operativas de CANACINTRA es el apoyo a la microindustria. El principal objetivo es que se formen, hacia finales de 1994, 10 grandes empresas de plástico a partir de la fusión de unas 200 ó 300 microindustrias.

FUENTE: Presente y futuro del plástico en México, Feb 1993 (IMP).

La industria del plástico en México, está en desventaja con las empresas a nivel mundial, en cuanto a mano de obra, ya que de los 120,000 a 150,000 trabajadores en la industria mexicana del plástico, el 50% de los obreros no son calificados, por lo que en México se necesitan de 12,000 técnicos medios para fortalecer las 3,000 empresas del plástico. Las cifras anteriores son comparadas con el de las grandes empresas en México y E.U..

Las empresas mexicanas del plástico se encuentran repartidas en el territorio nacional de la siguiente manera:

- * El 80% se encuentran ubicadas en el D.F. y área metropolitana.
- * En el centro del país se encuentra el 5%.
- * En la zona de Guadalajara y Monterrey se encuentra un 12% de las empresas del plástico.
- * En la franja fronteriza se encuentran unas 400 empresas, en las que compran su materia prima desde las casas matrices por lo que la planta productora mexicana de materia prima se ve en serios problemas.

Dentro del contexto internacional, los plásticos desempeñan un papel importante en la economía mundial; el mundo empieza a estructurarse en bloques que van relacionándose por medio de razones geográficas, como es el caso de Asia, Europa y recientemente la consolidación de las dos Alemanias.

La Comunidad de Estados Independientes seguirá siendo la gran incógnita para los próximos años, pero tendrá que encontrar su camino debido a dos áreas en crecimiento y desarrollo como son el sureste asiático y Europa.

Los países africanos también buscan una reestructuración dentro del contexto internacional, pero ahí se estima que el proceso tardará varios años debido principalmente a los grandes rezagos sociales existentes. La mejor perspectiva en el comercio internacional en relación con la producción de plásticos como productos específicos es el continente Americano, debido principalmente a los bloques ya hechos en latinoamérica y los que pronto se consolidarán.

FUENTE: El presente y futuro del plástico en México, Feb 1993 (IMPI).

A nivel mundial los principales consumidores percapita de plástico son:

- * Alemania: 131 Kg/hab
- * Japón: 96.00 Kg/hab
- * Estados Unidos: 91.57 Kg/hab
- * México: 27.71 Kg/hab

Teniendo Estados Unidos aproximadamente 15,000 empresas produciendo plásticos, Japón tiene alrededor de 8,000 empresas como productoras de plásticos, Alemania tiene aproximadamente 12,000 empresas y México 3,000 empresas.

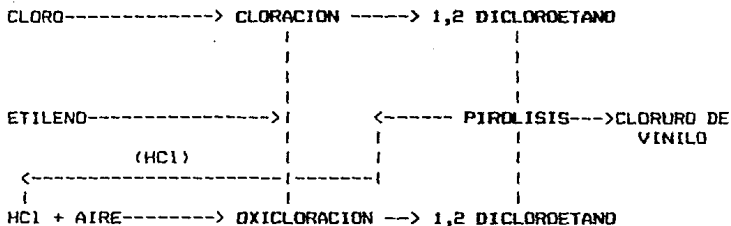
A nivel mundial se tiene la cifra de consumo de plásticos de alrededor de 110,000,000 de toneladas para 1992, y alrededor de 100,000 empresas que los producen, en la cual Estados Unidos maneja el 23% del consumo mundial y el 15% de las empresas que producen plásticos.

CARACTERISTICAS DEL CLORURO DE VINILO

Como se ha dicho con anterioridad la petroquímica básica es, y será, base para el desarrollo y fortalecimiento de la economía, nacional e internacional, ya que es materia prima para la diversificación de productos plásticos de gran importancia, es el caso de la tubería de PVC (consecuencia del actual trabajo que se desarrollará).

El cloruro de vinilo es uno de los petroquímicos secundarios de mayor producción y consumo a nivel nacional; su obtención es principalmente en base al etileno que reacciona ya sea con cloro (Cl_2) en una primera reacción y ácido clorhídrico en presencia de oxígeno (aire) como segunda reacción, las reacciones anteriores dan como producto principal el 1,2 dicloroetano, este último se descompone en un horno de pirólisis a temperaturas de 300°C a 600°C sobre catalizadores de contacto como piedra pómez o carbón activado a temperaturas de 200°C a 350°C.

Las dos reacciones se complementan con la de la pirólisis de tal manera que, los subproductos (HCl) de una tercera reacción (Pirólisis) es el reactivo de una segunda reacción, habiendo una simplificación, tanto de tratamiento de productos laterales, como ahorro económico de compra de materias primas entre otras cosas.



A las 3 reacciones acopladas se le llama reacción balanceada y es así como se produce en México por un sólo productor, es decir, Pemex es el único productor de cloruro de vinilo en México. La materia prima principal para la fabricación de tubería de PVC es el monómero de cloruro de vinilo (VCM): es un petroquímico que se considera como secundario; es derivado del etileno; es un gas incoloro a temperatura ambiente, inflamable, de olor dulce característico; su temperatura de ebullición es de -13.8°C , su densidad relativa al agua en estado líquido es de .9121 a 20°C .

Su punto de ignición es de -77°C y su temperatura de autoinflamación es de 472°C , ligeramente soluble en agua y soluble en eter y alcohol. Su límite de explosividad en el aire es de 4 a 22%. Se almacena generalmente como líquido en tanques a presión (34 psig a 75 psig) de acero al carbón.

El Policloruro de Vinilo (PVC) es el producto de la polimerización del monómero de cloruro de vinilo (VCM), que se lleva a cabo mediante una reacción de radicales libres promovidas por un catalizador; el polímero contiene un 60% de cloruro y un 40% de vinilo en forma gaseosa. La resina que se obtiene es una de las más versátiles de la familia de los plásticos pudiendose obtener, tanto productos rígidos, como flexibles.

La obtención del polímero de cloruro de vinilo (PVC) se lleva a cabo por medio de 4 procesos básicos:

- Suspensión.
- Emulsión.
- Masa.
- Solución.

Además existen otros procesos para modificar específicamente la propiedades de la resina como:

- Copolimerización.
- Post-cloración.

En todos los procesos antes mencionados se utiliza catalizadores como peróxidos o persulfatos continuando así la reacción con temperaturas de hasta 70°C.

CARACTERÍSTICAS DEL PVC

El PVC se comenzó a comercializar en México desde 1947, y en 1953 y 1955 se instalaron las primeras plantas productoras de resina. El PVC es una resina termoplástica lineal el cual un aumento en la interacción entre átomos trae como consecuencia un incremento en la dureza y rigidez del polímero. El PVC puede ser un homopolímero, es decir, estar hecho de cadenas del monómero, o también, puede ser un copolímero si se combina el monómero con cantidades menores de algún otro monómero.

Tanto el polímero como el copolímero se encuentran en forma de polvos blancos que después de ser formulados con aditivos específicos se convierten en productos plásticos por medio de procesos de manufactura como son: extrusión, inyección, soplado etc.

El PVC es uno de los polímeros con menor estabilidad térmica de entre los existentes en el mercado de los polímeros, también es uno de los dos materiales plásticos de mayor consumo en el mundo debido a su versatilidad, esto último se debe principalmente al descubrimiento de estabilizadores térmicos, el uso de plastificantes y otros aditivos que han servido de gran utilidad para la elaboración.

Las características de comportamiento general de los compuestos de PVC incluyen resistencia mecánica, resistencia al intemperismo, resistencia al agua y muchos reactivos como son los ácidos minerales fuertes, propiedades aceptables de resistencia eléctrica.

El PVC como polimero tiene diferentes presentaciones dependiendo principalmente de su utilización para poder ser formulados:

RESINA

Polimero puro, no es procesable pero si como materia prima para los diferentes compuestos de PVC.

COMPUESTO RIGIDO

Resina mezclada con aditivos, pero que prácticamente no tiene plastificante.

COMPUESTOS FLEXIBLES

Resina mezclada con aditivos y 25 PCR (Partes por cien de resina) de plastificantes.

COMPUESTOS SEMIRRIGIDOS

Resina con menos de 25 PCR (Partes por cien de resina) de plastificantes.

PLASTISOL

Dispersión de resina de pasta en plastificante.

ORGANOSOL

Plastisol con más de 10 PCR de solventes.

Las características de comportamiento y procesamiento de las resinas de PVC pueden variar con: el peso molecular, tamaño de partícula y las características de la superficie de la partícula. Cuando el PVC es combinado con los aditivos para formar compuestos las propiedades varían de la siguiente manera:

	<u>RIGIDO</u>	<u>PLASTIFICADO</u>
DENSIDAD (g/cc)	1.35-1.45	1.15-1.35
CALOR ESPECIFICO (Cal/°C-g)	0.24	-----
COEF. DE EXP. TERMICA (1/°C)	6 E-5	-----
TEMP. DE DISTORSION (°C)	55-75	-----
ABSORCION DE AGUA (%)	0.08-0.4	0.2 - 0.8
RESIST. A LA TENSION (Kg/cm2)	400-600	100-250
ELONGACION (%)	10-100	200-450

PROPIEDADES PRACTICAS DE PLASTICOS RIGIDOS Y PLASTIFICADOS

LIBRE DE OLOR.
AUTOEXTINGUIBLE.
BUENA RESISTENCIA QUIMICA.
BUENA RESISTENCIA A LA INTEMPERIE.
EXCELENTE AISLAMIENTO ELECTRICO.
SOLUBLE EN DISOLVENTES ORGANICOS.

Para obtener un determinado compuesto de PVC es necesario establecer las características o propiedades del producto o del compuesto deseado, y posteriormente delinear la fórmula que servirá de punto de partida para posteriores ajustes, para así poder llegar a los resultados deseados.

Para la formulación de compuestos de PVC nos valemos de :

RESINAS DE PVC
PLASTIFICANTES
ESTABILIZADORES
LUBRICANTES
CARGAS
PIGMENTOS
MODIFICADORES DE FLUJO Y DE IMPACTO
ESTABILIZADORES DE FLAMA Y LUZ ULTRAVIOLETA
ESPUMANTES
ANTIOXIDANTES
ANTIESTATICOS

PLASTIFICANTES: se emplean para impartir flexibilidad y procesabilidad, generalmente son líquidos los cuales son incorporados a la formulación de PVC para impartirle propiedades elastoméricas de flexibilidad, elongación y elasticidad.

ESTABILIZADORES: tiene la finalidad de neutralizar y reaccionar con el ácido clorhídrico que se genera o se pueda generar durante la vida útil del producto por degradación de la resina, retardando así la degradación que el calor y la luz producen en el producto.

LUBRICANTES: se emplean para mejorar las características de flujo del compuesto a procesar, reduciendo las fricciones del plástico fundido y las paredes metálicas del extrusor.

CARGAS: se usan con el objeto de reducir costos, impartir y modificar propiedades finales como: opacidad, propiedades eléctricas, resistencia a la pegajosidad, aumentar dureza, etc.

PIGMENTOS: se usan para mejorar el aspecto visual del producto.

MODIFICADORES DE FLUJO Y DE IMPACTO: el primero se utiliza para darle mayor procesabilidad a un compuesto rígido, es decir, darle

mayor velocidad o disminuir la viscosidad del compuesto. El segundo se refiere a mejorar o aumentar la resistencia al impacto de un producto rígido de PVC sin impartir flexibilidad.

ESTABILIZADORES DE FLAMA Y LUZ ULTRAVIOLETA: el primero se refiere a evitar la propagación de la flama en un producto de PVC; el segundo, se utiliza a fin de retardar la degradación por medio de la luz ultravioleta.

ESPUMANTES: se utilizan para obtener productos espumados por medios químicos.

ANTIOXIDANTES: evita la oxidación por oxígeno y ozono, evitando que el compuesto no pierda sus propiedades mecánicas.

ANTIESTATICOS: elimina la electricidad estática en la superficie del producto.

PRINCIPALES PROCESOS DE TRANSFORMACION DEL PVC

Para la fabricación de los distintos productos que se manufacturan con el PVC se tiene contemplados diversos procesos de transformación como:

EXTRUSION	MOLDEO
INYECCION	SOPLADO
TERMOFORMADO	CALANDREO
COMPRESION	

La **EXTRUSION** consiste en difundir y comprimir partículas plásticas, mientras son forzadas mediante un tornillo que gira dentro de una cavidad llamada "cañon" hasta el extremo de esta cavidad, donde desemboca en un "dado" lo cual le da la configuración deseada para un posterior enfriamiento de la resina; entre sus principales campos de uso se cuentan las siguientes:

- Mangueras flexibles de PVC.
- TUBERIA DE PVC RIGIDO para conducción de agua o canales para soportar las líneas de alambres.
- Películas para envolturas, sacos, bolsas, etc. en PVC rígido, semirrígido y flexible.
- Láminas rígidas para la industria de la construcción.
- Cintas y perfiles de PVC.
- Barras sólidas de PVC.
- Monofilamentos de PVC.
- Recubrimientos de alambre y cable.
- etc.

La INYECCION consiste en un tornillo sin fin que empuja el compuesto de PVC hacia un molde, el cual debe de ser completamente llenado para darle forma, enfriarlo y tener el producto terminado.

El proceso de CALANDREO consiste en hacer pasar el material termoplástico por medio de tres rodillos horizontales que giran a una determinada velocidad y temperatura, alimentándose el compuesto fundido para que por rotación y compresión se forme la película o lamina, según el espesor deseado.

Existen muchos otros procesos de transformación no sólo para PVC, sino para muchos otros plásticos, dependiendo que producto se quiera obtener, por lo que en este trabajo ya no se describirán los demás procesos, ya que los antes mencionados son los principales para la manufactura de productos de PVC y otros plásticos importantes.

Los productos manufacturados de resina de PVC se han clasificado por medio de su segmentos de aplicación, tomando en consideración el proceso de fabricación, tipo de resina y el producto final.

PROCESOS DE SUSPENSION Y MASA.

HOMOPOLIMERO

A) RIGIDOS.

- TUBERIA.
- BOTELLA.
- PERFIL RIGIDO.
- PELICULA.

B) FLEXIBLES.

- RECUBRIMIENTOS DE TELA.
- PELICULA.
- CALZADO.
- CABLE Y ALAMBRE.
- MANGUERA.
- ETC.

También se hacen: juguetes, discos fonográficos, loseta, tapicería plástica, pisos, pinturas, impermeabilizantes, gomas de borrar, etc.

ESTUDIO DE MERCADO

- CARACTERIZACION DEL PRUDUCTO (TUBERIA DE PVC).
- LA INDUSTRIA PETROQUIMICA EN MEXICO.
- EL MERCADO DEL PLASTICO.
- EL MERCADO DE VCM (MONOMERO) Y DE PVC.
- EL MERCADO DE TUBERIAS PLASTICAS
- MERCADO DE TUBERIA DE PVC.
- OPORTUNIDADES.

CARACTERIZACION DEL PRODUCTO (TUBERIA DE PVC).

La fabricación de tubería de PVC en México se inició en el año de 1965, y su uso fué en sistemas sanitarios de casas, edificios; actualmente se ha extendido el uso a escuelas, oficinas, fábricas, hoteles, etc.

La tubería de PVC es un producto terminado que se obtiene de la adición de determinados aditivos (Formulación) a la resina de PVC que es su materia prima, dicho producto es el de mayor consumo de los distintos productos que se manufacturan con resina de PVC, así como también, es la tubería plástica de mayor consumo en el mercado de las tuberías plásticas.

La tubería de PVC es el resultado de una serie de procesos, desde la obtención del monómero de cloruro de vinilo (sin contar las materias primas del monómero) como petroquímico secundario, pasando por la polimerización (suspensión), para posteriormente pasar a su formulación y quedar como producto terminado.

La fabricación de tubería de PVC se inicia con la preparación del compuesto; al fabricar un producto, en este caso la tubería de PVC, se debe de considerar cuales son sus características que debe de satisfacer y estas características determinan el uso a que será destinado el producto.

Estas especificaciones estarán en base a la funcionalidad a la que es destinado el producto y a su diseño.

LAS APLICACIONES más comunes de las tuberías de PVC son: abastecimiento de agua potable, conducción de aguas de riego a alta presión y baja presión, conducción de productos industriales, conducción de gas natural y L.P. a baja presión, instalaciones sanitarias, alojamiento y protección de conductores eléctricos y en conducción de aire. Las tuberías fabricadas de PVC se dividen de acuerdo a su uso o aplicación, debido a que presentan, tanto propiedades iguales como similares, presentan propiedades específicas a su utilización por lo que se puede encontrar la siguiente clasificación:

CONDUIT: para proteger cables eléctricos.

Sus principales propiedades son las siguientes:

- Resistencia al impacto.
- Resistencia al aplastamiento.
- Resistencia a la tracción (422 a 527 Kg/cm²).

- Rigidez dieléctrica.
- Resistencia eléctrica.

HIDRAULICA: para conducción de agua potable y riego. Sus principales propiedades son las siguientes:

- Resistencia al impacto.
- Resistencia al aplastamiento.
- Ligereza.
- Flexibilidad.
- Vida útil.

SANITARIA: para productos industriales, para agua negras y pluviales; sus propiedades son las siguientes:

- Resistencia al impacto.
- Resistencia al aplastamiento.
- Ligereza.
- Flexibilidad.
- Economía

En general las tuberías plásticas y las antes mencionadas presentan las siguientes características como son:

- RESISTENCIA ELECTRICA.

Su alta resistividad hace que el material sea un buen aislante de la corriente eléctrica (no conductor).

- RESISTENCIA A LA CORROSION.

Este tipo de tuberías es inmune a la corrosión ya que es un material no conductor, no se producen efectos galvánicos ni electroquímicos.

- RESISTENCIA QUÍMICA.

Es inmune al ataque de los ácidos y álcalis más comunes, de sustancias agresivas que se presentan en los residuos industriales; no se oxida por la presencia del oxígeno del agua o del aire.

- RESISTENCIA MECANICA.

Las tuberías de PVC son muy resistentes a los golpes y a un mal trato.

- ATOXICAS.

Debido a sus estabilizadores y retardadores que se agregan en la formulación de la tubería de PVC, estas no son tóxicas y no alteran el olor y sabor del agua que conducen.

- BAJA COMBUSTIBILIDAD.

Debido a su formulación, se le agregan retardadores de flama por lo que se convierte en un material autoextinguible y no propaga la flama.

- BAJA RUGOSIDAD.

Su bajo coeficiente de rugosidad y ausencia de rebabas, permite un mejor deslizamiento, tanto de cables, como de líquidos conducidos.

- LIGEREZA.

El peso de un tubo de PVC es aproximadamente la mitad del peso de un tubo de aluminio y alrededor de un quinto del peso de un tubo de acero de iguales dimensiones.

- FLEXIBILIDAD.

Representa un comportamiento mejor frente a esfuerzos como: sobrepresiones, golpes de ariete y cargas extremas, su módulo de elasticidad es de 28,100 Kg/cm².

LIMITACIONES

Las limitaciones de las tuberías de PVC que hay que tomar en cuenta son:

- A temperaturas inferiores a 0°C el PVC reduce su resistencia al impacto.
- Cuando la tubería va a trabajar a temperaturas mayores de 25°C debe de reducirse la presión de trabajo, ya que al aumentar la temperatura, el PVC disminuye su resistencia a la tracción.
- La tubería de PVC no debe quedar expuesta por periodos prolongados a los rayos del sol.
- Las tuberías de PVC pueden sufrir fácilmente raspaduras.

LA INDUSTRIA PETROQUIMICA EN MEXICO.

Como se ha dicho en la primera parte, la industria petroquímica en México es una parte importante en la economía nacional, ya que de esta industria depende una gran gama de productos, entre estos están los plásticos.

Para 1992, Pemex alcanzó la producción anual de petroquímicos más alta en su historia con 19,206,947 toneladas, siendo que para 1991 su producción anual fué de 18,586,064 toneladas, el porciento de incremento con respecto a 1991 es de 3.34% y con respecto a 1985 es de 64%, esto nos indica como ha ido aumentando la producción de petroquímicos en México.

Dentro de la industria petroquímica los productos se dividen en 3 grandes grupos los cuales son: básicos, secundarios y otros.

Básicos: productos petroquímicos que sólo pueden ser elaborados por la nación, es decir, por conducto de PEMEX o instituciones subsidiadas por el estado.

Secundarios: productos petroquímicos que no sólo el estado los puede elaborar, sino también, la industria privada con el permiso de la Secretaría de Energía Minas e Industria Paraestatal.

Otros: Son productos que generalmente no son petroquímicos pero se elaboran dentro del sector de la petroquímica, no necesitan permiso de la SEMIP, por lo que pueden ser elaborados por la industria privada.

Los principales productos petroquímicos que se producen o se elaboran en México son:

BASICOS	SECUNDARIOS	OTROS
Amoniaco.	Cloruro de vinilo	Acido clorhídrico
Benceno.	Dicloroetano	Azufre
Dodecibenceno.	Estireno	Hidrógeno
Etano	Polietileno A.D.	Nitrógeno
Etileno	Polietileno B.D.	Oxígeno
Propileno	Polipropileno	Percloroetileno
Meta y Paraxileno	Oxido de etileno	Anhidrido carbóni
Tolueno	Acetaldehido	Aromáticos

Los productos anteriores son los principales productos de cada grupo elaborados por la industria petroquímica (principalmente por PEMEX-PETROQUIMICA); la industria petroquímica ha ido en ascenso durante los últimos 9 años lo que implica una seguridad en el abastecimiento de las materias primas de los principales productos manufacturados en México, como es la industria del plástico.

En muchos de los casos, los petroquímicos secundarios tienen como materia prima principal a los petroquímicos básicos, lo anterior nos revela que debe haber una producción mayor de petroquímicos básicos que secundarios como se detallará más adelante.

El análisis en éste trabajo será principalmente para los petroquímicos básicos y secundarios que estén relacionados con la industria del plástico como son: Etileno, Propileno, Cloruro de Vinilo y Estireno, que son la materia prima de los principales plásticos que se producen y se consumen a nivel nacional e internacional.

PRODUCCION TOTAL DE PETROQUIMICOS.
(MILES DE TONELADAS) II.1 y II.2.

AÑO	PRODUCCION TOTAL	BASICOS
84	11221	6042
85	11708	6517
86	12595	7366
87	13808	8104
88	15462	9245
89	16069	9095
90	17589	9804
91	18001	10176
92	19206	10138

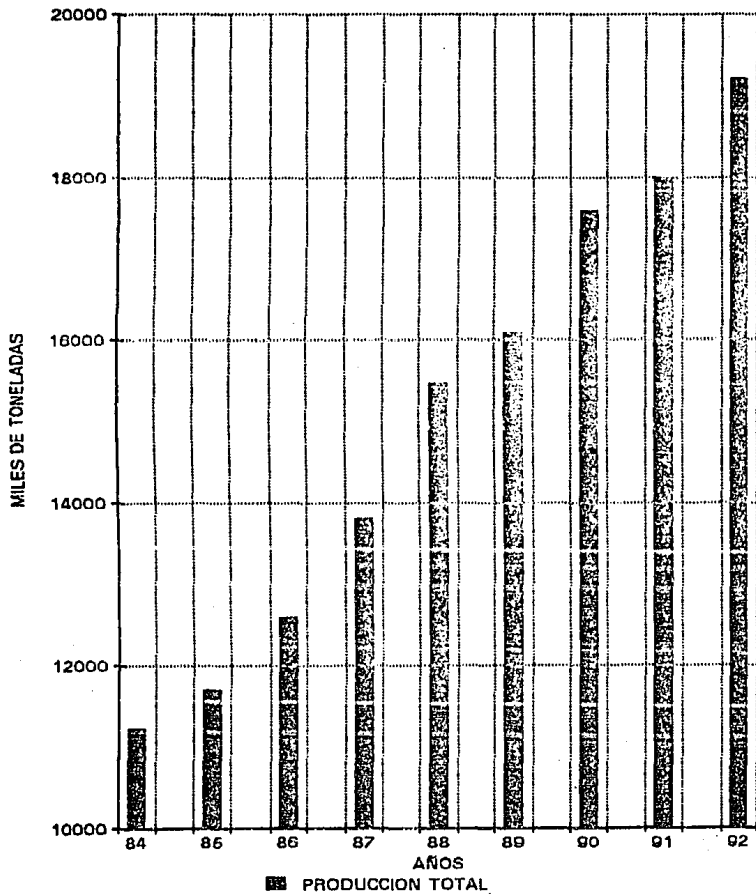
SECUNDARIOS	OTROS
1009	4170
973	4218
1292	3937
1563	4141
1635	4582
1857	5117
2256	5529
2146	5679
2391	6447

FUENTE: Anuario Estadístico 1992, PERU.

Nos damos cuenta con los datos tabulados anteriormente que hay una tendencia al aumento de la producción, no sólo de petroquímicos en general, sino específicamente de cada grupo, y se puede observar con mucho más claridad en la gráfica II.1 y II.2. Observamos que la producción de petroquímicos en 1992 se ha

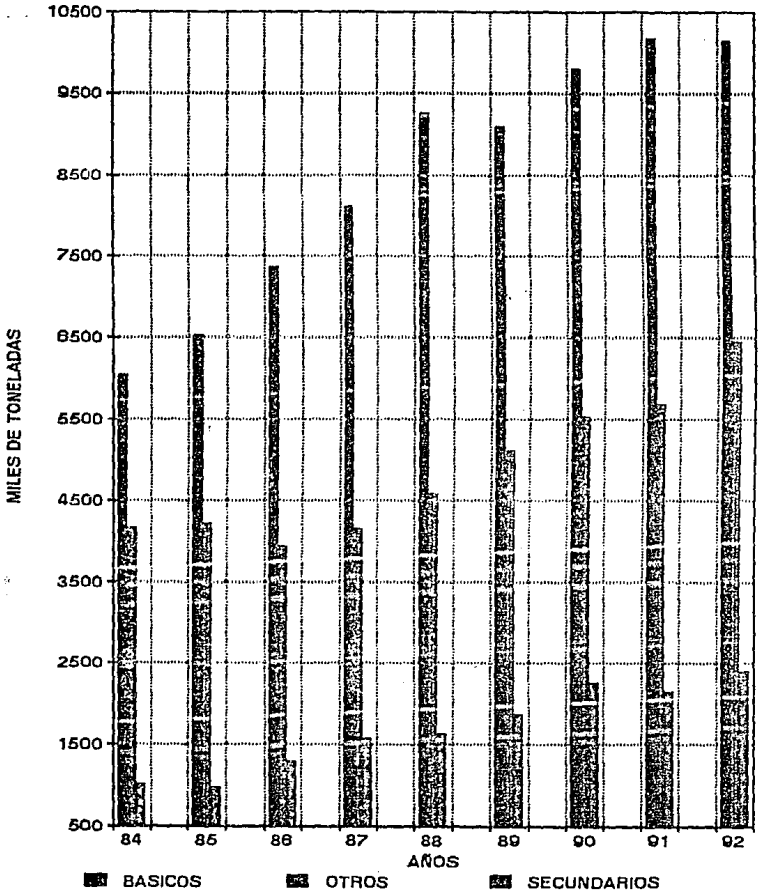
PRODUCCION TOTAL DE PETROQUIMICOS

GRAFICA II.1



PRODUCCION TOTAL DE PETROQUIMICOS

GRAFICA II.2



incrementado en un 24% con respecto a 1988, mientras que en cada grupo a aumentado de la siguiente manera:

BASICOS, su producción para 1992 se ha incrementado en un 9.65% en relación con 1988; para los SECUNDARIOS, se ha incrementado para 1992 en 46.23% en relación con 1988; para los OTROS en un 40.7% para 1992 en relación con 1988.

Lo anterior nos indica que la industria petroquímica seguirá creciendo en los próximos años, siendo pilar en la economía de México.

PRODUCCION DE PETROQUIMICOS QUE PERTENECEN A LA INDUSTRIA
DEL PLASTICO.
(MILES DE TONELADAS) II.3

	COLORURO DE VINILO	ESTIRENO	ETILENO	PROPILENO	TOTAL
AÑO					
84	132	30	643	208	1013
85	108	33	670	207	1018
86	141	69	767	232	1209
87	179	121	804	257	1361
88	175	132	916	281	1504
89	194	117	1188	295	1794
90	231	158	1370	363	2122
91	97	152	1365	365	1979
92	224	159	1481	344	2208

FUENTE: Anuario Estadístico 1992, PENEZ; Memoria de Labores, PENEZ 1992.

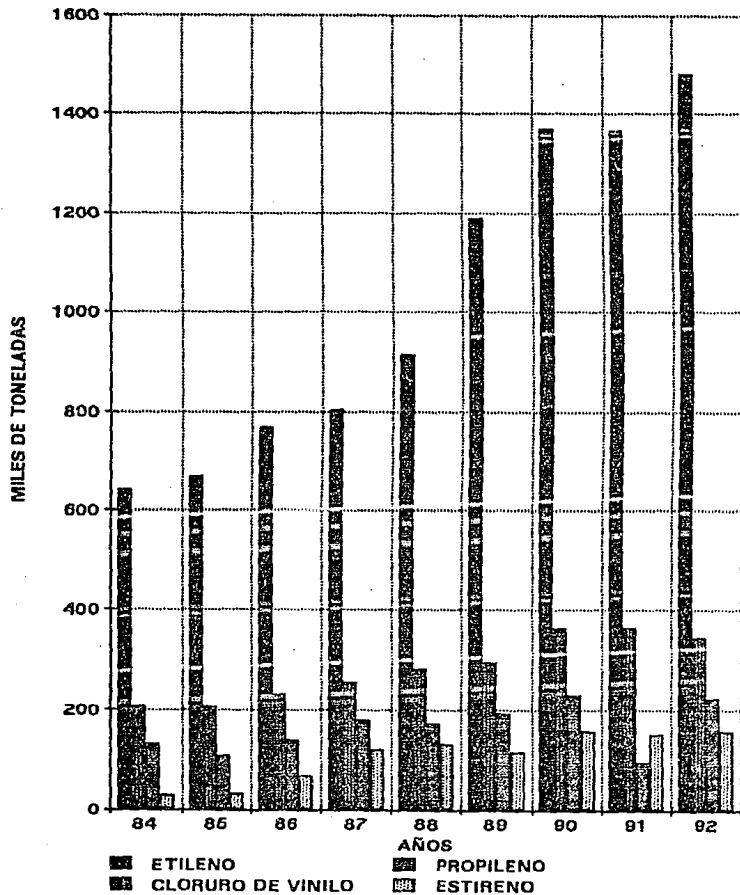
CONSUMO APARENTE DE PETROQUIMICOS QUE PERTENECEN A LA INDUSTRIA
DEL PLASTICO.
(MILES DE TONELADAS) II.4

	COLORURO DE VINILO	ESTIRENO	ETILENO	PROPILENO	TOTAL
AÑO					
84	270	123	594	243	1230
85	280	145	603	232	1260
86	280	151	741	257	1429
87	320	175	800	278	1573
88	307	170	856	300	1633
89	316	180	1108	373	1977
90	319	167	1198	362	2046
91	355	183	1213	385	2136
92	373	187	1320	414	2294

FUENTE: Anuario Estadístico de la Industria Química (ANIQ), 1992;
Anuario Estadístico 1992, PENEZ; Memoria de Labores PENEZ 1992.

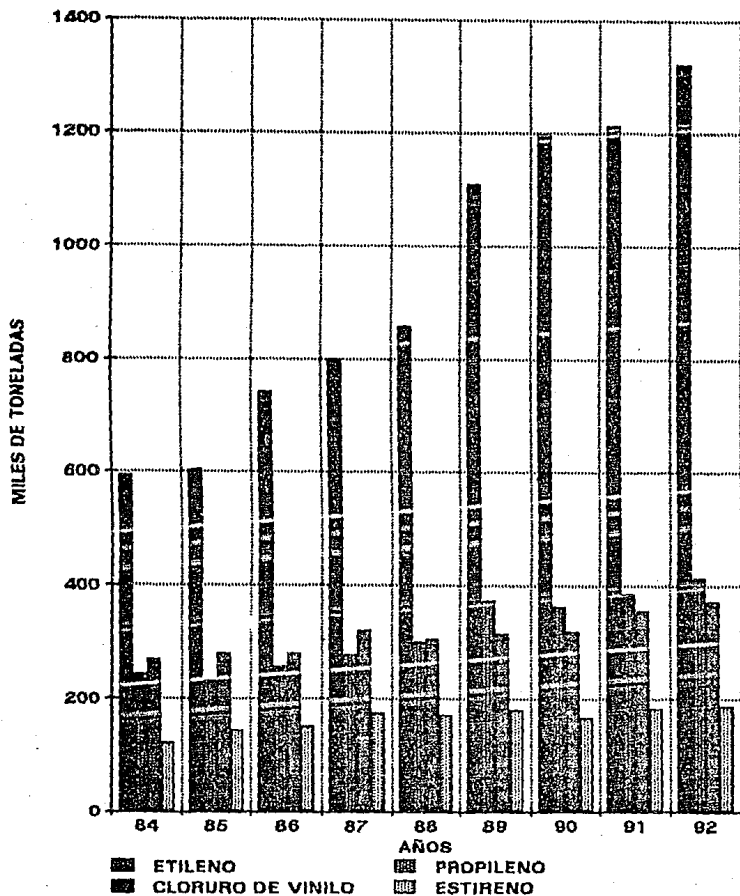
PRODUCCION DE PETROQUIMICOS

GRAFICA II.3



CONSUMO APARENTE DE PETROQUIMICOS

GRAFICA II.4



**EXPORTACION DE PETROQUIMICOS QUE PERTENECEN A LA INDUSTRIA
DEL PLASTICO.
(MILES DE TONELADAS) II.5**

	ESTIRENO	ETILENO	PROPILENO	TOTAL
ANO				
84	0.0	29.5	0.0	29.5
85	0.0	60.3	0.0	60.3
86	0.0	26.0	0.0	26.0
87	0.0	3.7	0.0	3.7
88	0.0	58.9	0.0	58.9
89	3.2	80.1	0.0	83.3
90	3.1	125.7	0.0	128.8
91	0.0	151.2	0.0	151.2
92	0.0	160.4	0.0	160.4

NOTA: El 100% del cloruro de vinilo se utiliza como materia prima para la elaboración de PVC; no hay ninguna exportación de propileno.
FUENTE: Anuario Estadístico 1992, PENEZ; Memoria de Labores PENEZ 1992.

**IMPORTACION DE PETROQUIMICOS QUE PERTENECEN A LA INDUSTRIA
DEL PLASTICO.
(MILES DE TONELADAS) II.6**

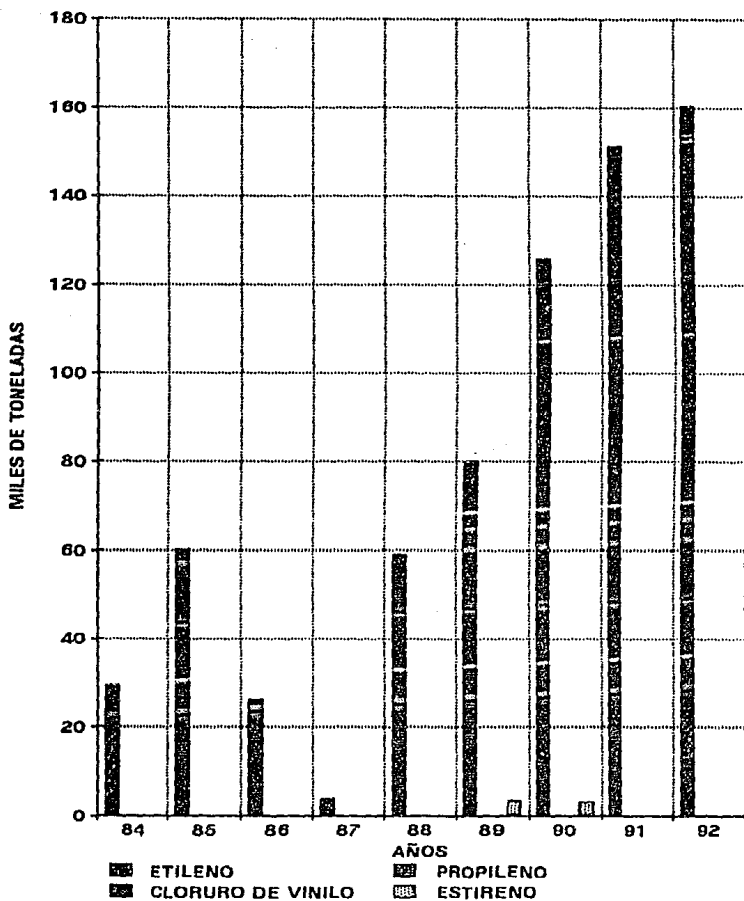
	CLORURO DE VINILO	ESTIRENO	ETILENO	PROPILENO	TOTAL
ANO					
84	138.9	93.3	0.0	26.3	228.5
85	180.1	112.0	0.0	26.4	300.5
86	139.0	82.0	0.0	26.0	247.0
87	142.0	54.1	0.0	21.9	218.0
88	132.5	39.2	0.0	19.6	191.3
89	123.0	64.2	0.0	78.5	265.7
90	88.8	13.2	0.0	0.0	102.0
91	258.5	37.1	0.0	23.9	319.5
92	149.0	28.5	0.0	69.7	191.4

NOTA: Desde 1988 no hay importaciones considerables de etileno.
FUENTE: Anuario Estadístico 1992, PENEZ; Anuario Estadístico de la Industria Química (ANIQ), 1992; Memoria de Labores PENEZ 1992.

Las gráficas anteriores, que representan la PRODUCCION TOTAL y EL CONSUMO APARENTE (Gráficas II.3 y II.4) de los petroquímicos que se utilizan como materia prima para la elaboración de las principales resinas sintéticas, se observa una tendencia al aumento de la producción y el consumo aparente de cada uno de los petroquímicos, y se espera que aumenten su producción de un 10 a

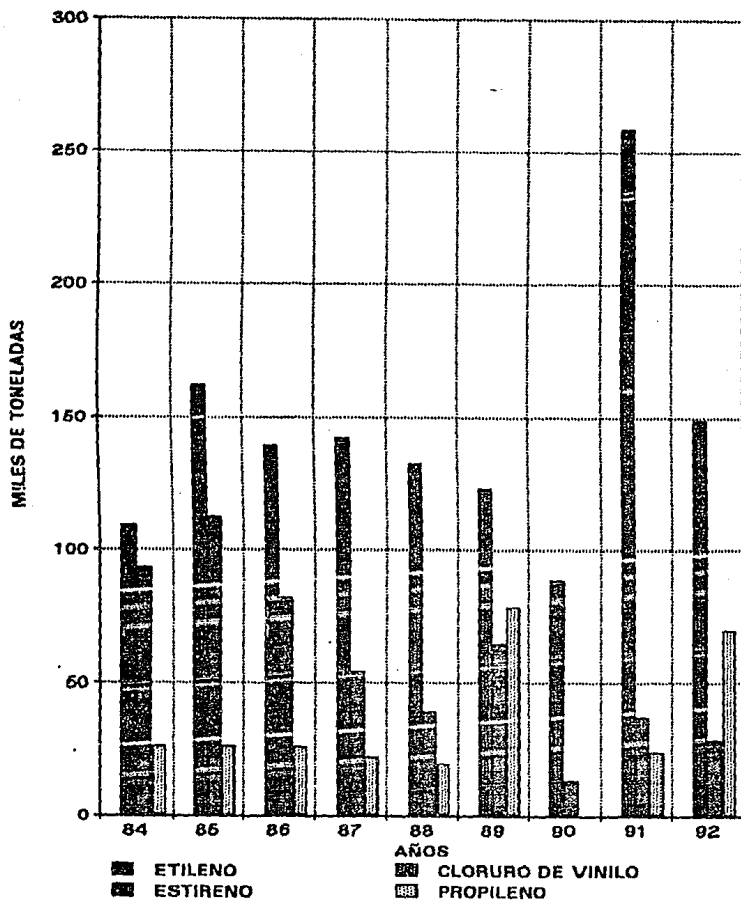
EXPORTACION DE PETROQUIMICOS

GRAFICA II.5



IMPORTACION DE PETROQUIMICOS

GRAFICA II.6



15% en relación con 1992, para este año la producción ha aumentado 23.07% y el consumo en 16.03% con respecto a 1989. De la gráfica II.5 (exportación), nos damos cuenta del periodo de 1984-1989 no hay una exportación considerable, pero en los últimos 3 años se ha incrementado la exportación en un 24% aproximadamente debido principalmente al etileno, por lo que se espera que las exportaciones de estos petroquímicos para los próximos años sea demasiado baja, en especial para el estireno y propileno debido al gran consumo de estas materias primas.

Lo anterior tiene como consecuencia que se tenga que imputar para satisfacer la demanda nacional; esto lo observamos en la gráfica II.6 (importaciones) en la cual en el periodo de 1984-1987 había una cantidad estable de importaciones con respecto a la producción nacional, aproximadamente el 22% en promedio de la producción total; en los últimos 3 años (1990-1992) se ha mantenido baja la importación con respecto a la producción total, es decir, no ha habido un aumento considerable, pero tampoco una disminución de importaciones.

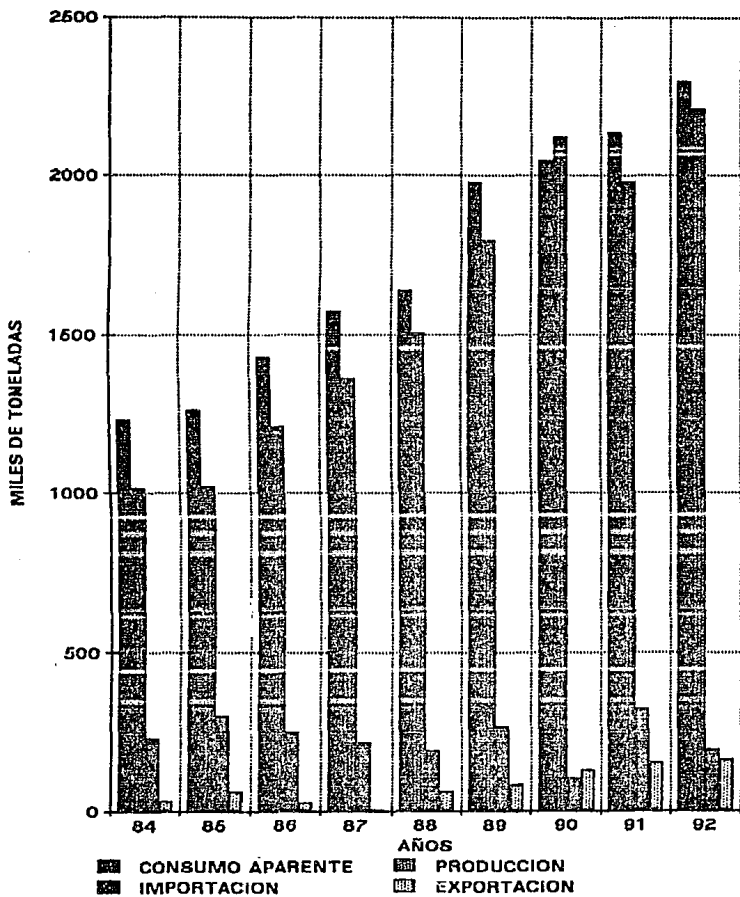
La autosuficiencia de la industria petroquímica mexicana en los últimos años se observa más detalladamente en el % de participación de la producción de petroquímicos en el consumo aparente y en el % de participación de las importaciones en el consumo aparente.

En la gráfica II.7 se representa la producción y consumo total de los petroquímicos analizados anteriormente, los cuales pertenecen a la industria del plástico.

PORCIENTO DE PARTICIPACION DE LOS PETROQUIMICOS QUE
PERTENECEN A LA INDUSTRIA DEL PLASTICO (%)

	PRODUCCION/C. APARENTE	IMPORTACIONES/C.APARENTE
AÑO		
84	82.35	18.53
85	80.79	23.84
86	84.60	17.28
87	86.56	13.78
88	92.10	11.71
89	90.74	13.43
90	103.71	4.98
91	92.64	14.95
92	96.25	8.34

PETROQUIMICOS QUE PERTENECEN A LA INDUSTRIA DEL PLASTICO



PEMEX es el principal proveedor de estos productos, aunque hay algunas industrias privadas como INDELPRO de Himont, que están produciendo sus propias materias primas para bastecer mejor el mercado.

EL MERCADO DEL PLASTICO.

Como se ha dicho en la primera parte las resinas sintéticas en general se dividen en 2 grandes grupos: Resinas Termofijas y Resinas Termoplásticas, estos agrupan en total 18 tipos de resinas sintéticas y se han excluido las resina epóxicas y copolímeros VCM-VAM, ya que en el primer caso se importa en su totalidad quedando un sólo productor y en el segundo caso sólo existe un fabricante (POLICYD). A continuación se da un panorama general de las resinas sintéticas fabricadas en México

TOTAL DE RESINAS SINTETICAS (MILES DE TONELADAS).

	PRODUCCION	IMPORTACION	EXPORTACION	C. APARENTE
84	770.6	188.7	143.2	816.0
85	685.9	299.2	135.0	850.2
86	906.0	285.9	174.4	1017.5
87	1001.8	219.1	242.6	978.2
88	1078.4	231.3	218.7	1091.1
89	1147.1	320.0	207.3	1259.6
90	1254.6	314.4	307.5	1261.4
91	1425.3	338.3	391.5	1372.0
92	1300.0	400.0	300.0	1400.0

FUENTE: Anuario Estadístico de la Industria Química 1992 (ANIQ); El presente y futuro del plástico en México (IMPI), Feb 1992.

Las importaciones aún siguen siendo altas debido principalmente al Polipropileno y algunas otras especialidades de otras resinas, ya que PEMEX, en septiembre de 1991 inicia la comercialización del Polipropileno (100,000 t/año), e Indelpro arranca su planta en marzo de 1992, por lo que no se consideran en las cifras presentes.

La disminución en la producción de manufacturas plásticas en 1992 (1,300,000 ton), bajó en 150,000 toneladas en relación con 1991 (1,450,000 ton), lo que representa un 11% menos, esto tuvo como principal consecuencia la elevada importación de plásticos para poder satisfacer la demanda en México, que para 1991 fueron de 300,000 ton. y en 1992 fueron de 1,200,000 ton., lo que representa un incremento del 300% en relación a 1991, las exportaciones por su parte se mantuvieron bajas con un incremento en un año de 50,000 toneladas.

Las principales resinas sintéticas son:

Resinas termoplásticas

Policloruro de vinilo (PVC)	Polietileno Baja Densidad (PEBD).
Poliestireno (PS)	Polietileno Alta Densidad (PEAD).
Polietileno tereftalato (PET)	Polipropileno (PP).

Resinas termofijas

Breas esterificadas	Melamina formaldehído.
Emulsiones PVA y acrílicas	Poliámidas.
Fenol formaldehído	Poliéster.
Fumáricas	Polimetacrilato de metilo.
Maleicas	Poliuretano.

En esta parte nos abocaremos únicamente al análisis de las Resinas Termoplásticas, debido principalmente: a) son los plásticos de mayor consumo y por lo tanto de mayor importancia a nivel nacional e internacional, b) en este grupo se encuentran las materias primas de las principales tuberías plásticas fabricadas en México.

NOTA: NO SE TOMARA EN CUENTA AL PET EN EL SIGUIENTE ANALISIS.

PRODUCCION

PRODUCCION DE RESINAS TERMOPLASTICAS EN MEXICO
(MILES DE TONELADAS) II.8

	PVC	PS	PE(A.D.)	PE(B.D.)	PP	TOTAL
84	251.2	88.5	76.2	135.5	0	551.4
85	262.8	96.3	67.8	159.9	0	586.8
86	264.8	110.5	69.0	242.1	0	686.4
87	283.7	126.1	75.9	256.8	0	742.5
88	272.6	125.5	81.7	317.1	0	796.6
89	287.5	124.7	97.1	340.1	0	849.4
90	309.2	132.4	175.6	347.8	0	965.0
91	375.0	137.7	212.7	337.2	36.0	1098.6
92	301.0	95.8	220.1	354.8	111.0	1120.9

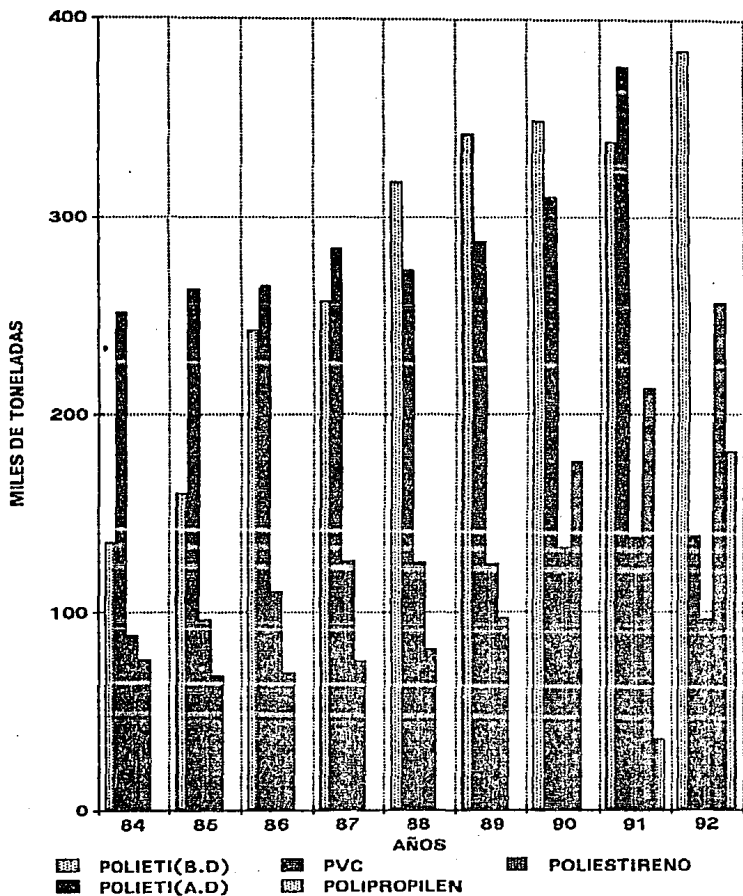
FUENTE: Anuario Estadístico de la Industria Química 1992 (ANIQ); Memoria de Labores PEMEX 1992; Modern Plastics International, Jan 1992.

La información de la tabla anterior se observa en la gráfica II.8. Se observa el aumento de producción de las resinas para 1992, con la excepción del poliestireno, que ha mantenido una tendencia al aumento, pero para el periodo de 1988-1989 sufrió un baja de producción y ahora para 1992 se presenta el mismo caso, hay una baja de producción muy considerable la cual representa 30.4% menos en relación con 1991.

Con lo que respecta a las demás resinas, se espera un incremento del 15% para 1993 con respecto a 1992; cabe mencionar el gran aumento de producción que ha tenido el Polipropileno debido principalmente al arranque de la planta de PEMEX en la comercialización del Polipropileno en 1991, y de Indelpro en 1992, esta resina tuvo un aumento en su producción para 1992 del 208.3% con respecto a 1991 y se espera que para 1993 su producción llegue a las 180,000 toneladas anuales representando un 62.1% de aumento con respecto a 1992.

PRODUCCION DE RESINAS TERMOPLASTICAS

GRAFICA II.8



CONSUMO APARENTE**CONSUMO APARENTE DE RESINAS TERMOPLASTICAS**
EN MEXICO
(MILES DE TONELADAS) II.9

	PVC	PS	PE(A.D.)	PE(B.D.)	PP	TOTAL
84	131.7	78.9	102.9	230.6	60.6	604.7
85	148.6	90.5	115.2	292.4	88.5	735.2
86	120.7	98.2	164.3	326.4	93.1	802.7
87	126.9	91.7	134.4	262.1	115.9	731.0
88	129.7	87.4	157.2	338.4	111.6	824.3
89	148.4	103.2	209.1	379.4	130.0	970.1
90	150.6	112.9	226.4	345.5	147.7	983.1
91	147.3	128.7	250.0	351.9	178.8	1056.7
92	143.0	93.0	260.0	380.0	186.0	1062.0

FUENTE: Anuario estadístico de la Industria Química 1992 (ANIQ); Modern Plastics International, Jan 1992.

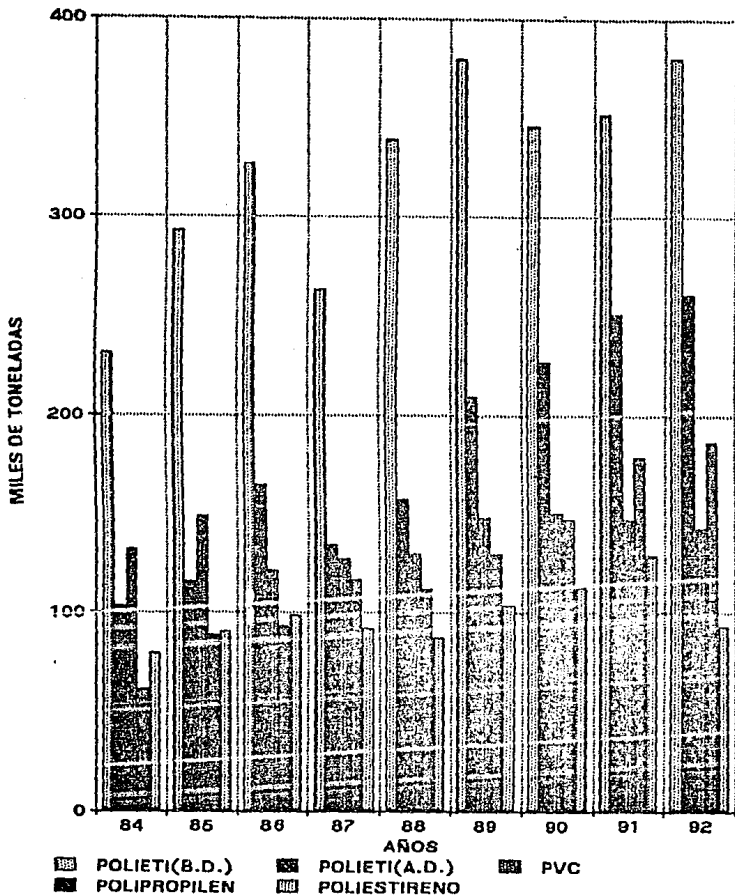
La tabla anterior está representada en la gráfica II.9.

En los últimos 2 años se ha mantenido estable el consumo de resina termoplásticas, esto se observa en el consumo total, que desde 1987 ha aumentado el consumo en México en un 45%, para 1992 hubo un aumento de menos del 1% en relación con 1991, esto se debe principalmente a la disminución del consumo del PVC y del Poliéstireno.

Con respecto a las resinas de Polietileno (Alta y Baja densidad) y Polipropileno, las primeras seguirán teniendo el mayor mercado de consumo para los próximos 5 años, pero por lo que se refiere al Polipropileno crecerá su mercado aún más que el de PVC como se ha visto desde 1991, ya que ésta resina representa para 1992 el 17% del consumo de todas estas resinas, mientras que el PVC representa el 13% del consumo total.

CONSUMO APARENTE DE RESINAS TERMOPLAST

GRAFICA II.9



EXPORTACIONES

EXPORTACIONES DE RESINAS TERMOPLASTICAS EN MEXICO (MILES DE TONELADAS) 11.10

	PVC	PS	PE(A.D.)	PE(B.D.)	PP	TOTAL
84	121.5	11.0	0.0	0.0	0.0	132.5
85	116.3	9.5	0.0	0.0	0.0	125.8
86	148.1	18.1	0.0	0.0	0.0	166.2
87	161.0	38.7	9.5	15.2	0.0	224.4
88	148.8	47.3	0.5	0.0	0.0	196.6
89	151.6	36.0	0.4	0.0	1.2	189.2
90	170.0	35.2	54.9	27.0	0.0	287.1
91	242.4	31.0	75.0	18.8	3.9	371.1
92	250.0	25.0	70.0	15.0	15.0	375.0

FUENTE: Anuario estadístico de la Industria Química 1992 (AHIQ); Modern Plastics International, Jan 1992.

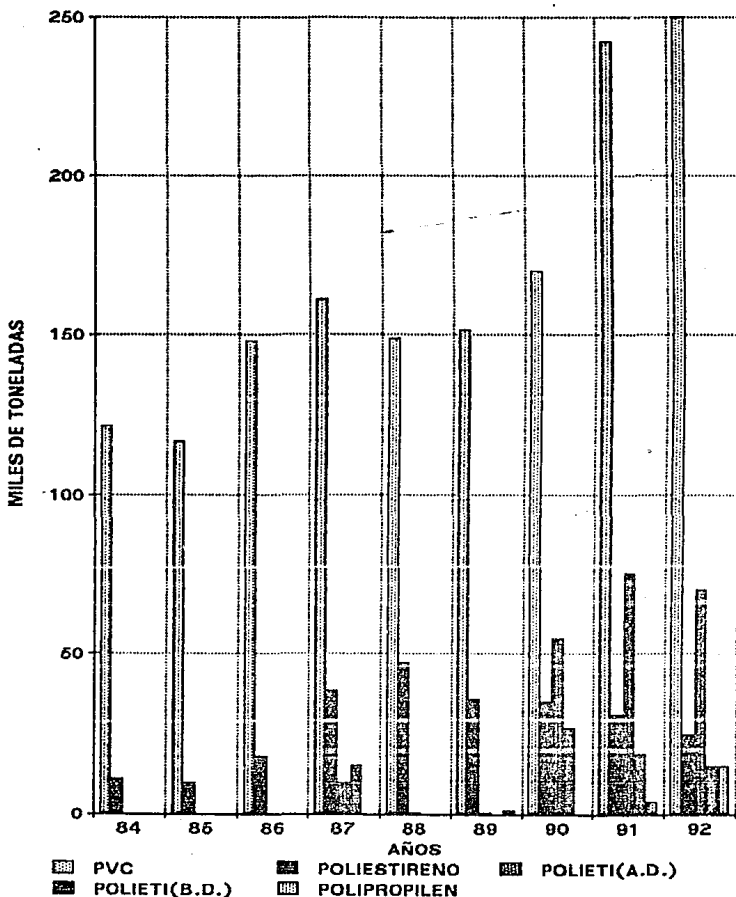
En la gráfica 11.10 se muestran las exportaciones de las resinas termoplásticas; para 1992 las exportaciones totales aumentaron en más de 185,800 toneladas con respecto a 1989 representando un 98% de incremento, esto se debe principalmente a que el Polietileno de alta y de baja densidad han empezado a exportarse desde 1990, aunque el polietileno de baja densidad disminuyó para 1992 en 45% en relación con 1987, mientras que el de alta densidad tuvo un aumento del 28%; el mercado del Polipropileno aumentará sus exportaciones por la comercialización de las dos grandes empresas antes mencionadas.

Las tablas anteriores, nos muestran que para 1991 la producción de resinas termoplásticas fue superior en el consumo aparente, lo que nos deja un amplio margen para las exportaciones, estas muestran una variación para 1992 del 30.6% con respecto a 1990.

En general desde 1990 hay una tendencia al aumento de las exportaciones de estas resinas, lo cual implica la autosuficiencia en la producción de cada una de las resinas y por tanto se verá más adelante la disminución de las importaciones de cada uno de estos productos, trayendo como consecuencia el aumento de la participación de la producción en el consumo y el aumento considerable de las exportaciones para los próximos años.

EXPORTACION DE RESINAS TERMOPLASTICAS

GRAFICA II.10



IMPORTACIONES

IMPORTACIONES DE RESINAS TERMOPLASTICAS EN MEXICO (MILES DE TONELADAS) II.11

	PVC	PS	PE(A.D.)	PE(B.D.)	PP	TOTAL
84	1.9	1.4	26.6	95.1	60.6	185.6
85	2.1	3.7	47.4	132.4	88.5	274.1
86	4.1	5.8	95.2	84.2	93.1	282.4
87	4.2	4.3	68.0	20.5	115.9	212.9
88	5.9	9.2	75.9	21.3	111.6	223.9
89	12.5	14.6	112.4	39.3	131.2	310.0
90	11.5	15.7	105.7	24.8	147.7	305.4
91	14.7	22.0	112.3	33.5	146.8	329.3
92	12.0	18.0	130.0	55.0	90.0	305

FUENTE: Anuario Estadístico de la Industria Química 1992 (AMIQ); Modern Plastics International, Jan 1992.

En la gráfica II.11 observamos que el total de importaciones en este grupo de resinas termoplásticas en los últimos 4 años, se ha mantenido estable al no tener incrementos de importaciones y al tener una baja para 1992 en relación con 1991.

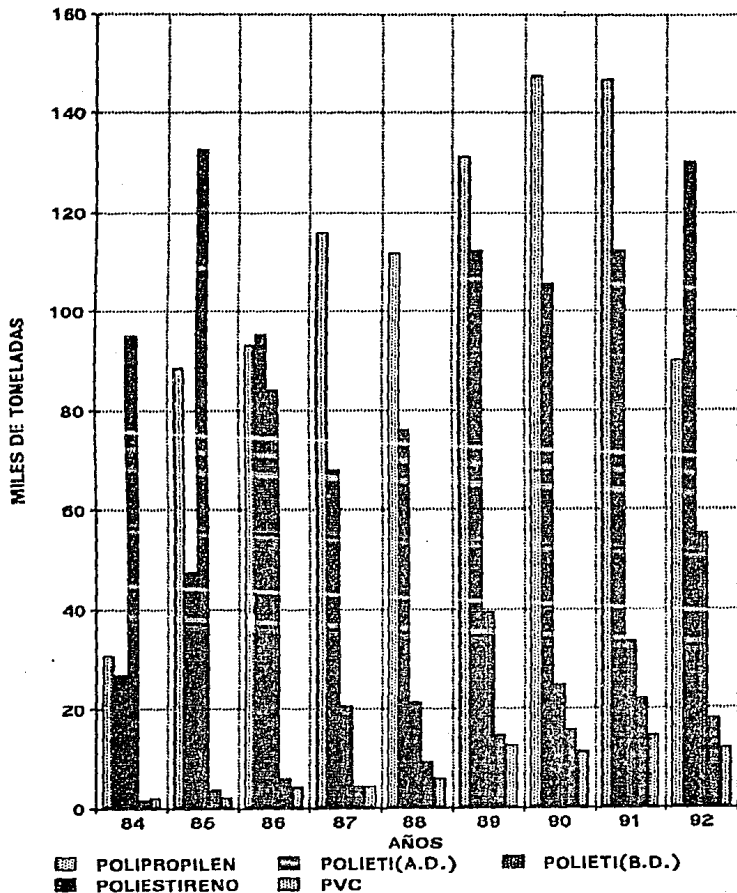
Las importaciones son un reflejo de la autosuficiencia de la industria de las resinas, es decir, la producción nacional satisface en gran parte el consumo de dichas resinas, prueba de ello, es la baja participación de dichas importaciones en el consumo nacional, y en particular el del Polipropileno que desde 1991 se produce en México y para 1992 disminuyó en un 38% en relación con las importaciones de 1991; con respecto a las demás resinas se puede decir que los números son considerablemente bajos con la excepción del Polietileno (A.D. y B.D.) que han incrementado para 1992 sus importaciones en relación con sus 3 últimos años.

Cabe mencionar que la resina que ha tenido menor cantidad de importaciones en los últimos 10 años es el PVC.

En la gráfica II.12 se muestra la producción y el consumo total de las resinas termoplásticas analizadas en este trabajo para los últimos 10 años.

IMPORTACION DE RESINAS TERMOPLASTICAS

GRAFICA II.11



PORCIENTO DE PARTICIPACION

PORCIENTO DE PARTICIPACION DEL TOTAL
RESINAS TERMOPLASTICAS (%)

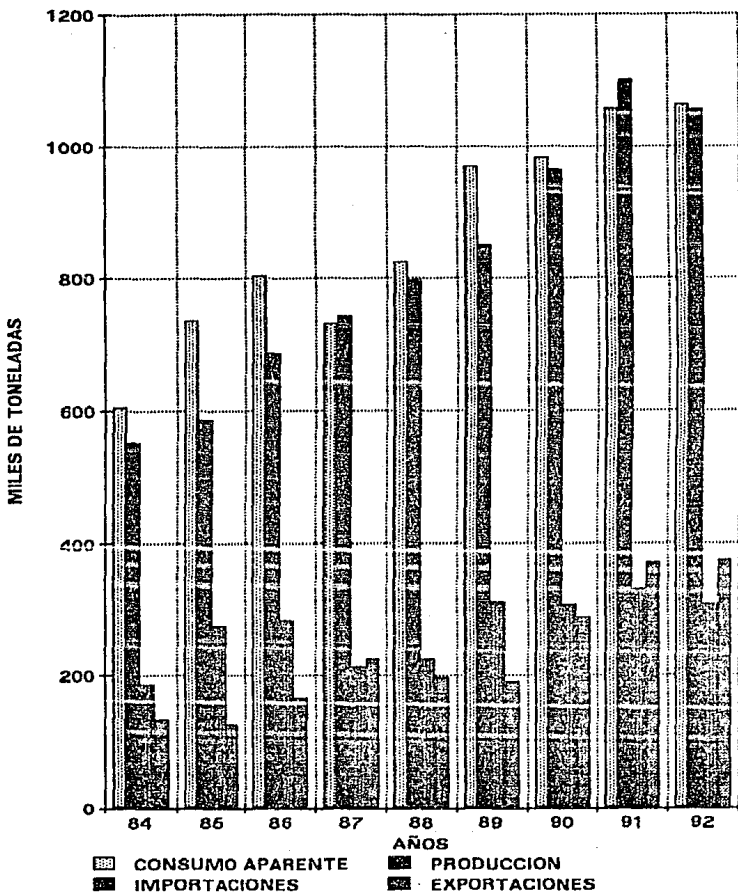
	PRODUCCION/C. APARENTE	IMPORTACIONES/C. APARENTE
AÑO		
84	91.18	30.59
85	79.81	37.28
86	85.51	35.18
87	101.57	29.12
88	96.63	28.10
89	87.55	31.95
90	98.15	31.06
91	103.96	31.63
92	99.34	28.71

La tabla anterior, como se ha dicho antes refleja la autosuficiencia de la industria de las resinas, la producción ha mantenido durante los últimos 10 años un gran porcentaje de participación y sobresalen los años de 1987 y 1991 en los cuales la producción superó al consumo, trayendo como consecuencia un incremento de exportaciones desde 1990.

El porcentaje de participación de las importaciones en el consumo de las resinas, mantiene un porcentaje de estabilidad en el periodo 1987-1992, no hay un incremento considerable, pero tampoco una disminución, por lo que se espera que las importaciones continúen de esta manera, en un 30% de participación en promedio en el consumo de resinas termoplásticas.

RESINAS TERMOPLASTICAS

GRAFICA II.12



CAPACIDAD INSTALADA A NIVEL NACIONAL
DE LAS RESINAS TERMOPLASTICAS.
PARA 1992 (MILES DE TONELADAS)

PLASTICO	CAP. NAL.	EMPRESAS	CONSUMO
PEBD	310	PEMEX	380
PEAD	200	PEMEX	260
PP	250	PEMEX, INDELPRO	185
PVC	425	POLICYD, PRIMEX	140
PS	146	IRSA, POLIDESA	100
TOTAL	1,331		1,065
LOS DEMAS	569		227

FUENTE: El presente y futuro de la industria del plástico en México, Feb 1992 (INPI).

En México se tiene una capacidad instalada para la producción de resinas sintéticas de 1,900,000 toneladas, le corresponde el 70% a las resinas termoplásticas.

En México, para 1992 se produjeron 1,065,000 toneladas de los llamados plásticos COMODITIES (PEBD, PEAD, PP, PVC, PS), sin contar al PET, ya que este pertenece al grupo de los plásticos técnicos, lo anterior representa el 81.9% de las 1,300,000 toneladas que se produjeron en México de resinas sintéticas.

El PVC continua siendo la resina de mayor capacidad instalada en México con un 22.3% de la capacidad total.

**PORCIENTO DE PARTICIPACION EN LA PRODUCCION DE RESINAS
 TERMOPLASTICAS
 PARA 1992 (MILES DE TONELADAS).**

PLASTICO	CONSUMO NAL.	% DE PART.
PEBD	380	36
PEAD	260	24
PP	185	17
PVC	140	13
PS	100	10
TOTAL	1,065	100

PANORAMA INTERNACIONAL DE LOS PLASTICOS.

La capacidad instalada a nivel mundial para la producción de resinas sintéticas se incrementó en un 26.5% en relación a 1989, para ese año fué de 118,500,000 toneladas, mientras que para 1992 es de 150,000,000 de toneladas, de esta capacidad instalada le corresponde el 70.66% a los llamados COMODITIES (PEBD, PEAD, PP, PVC Y PS).

De los anteriores el PVC continua representando el primer lugar en capacidad instalada mundial de resinas con un 16% del total.

PLASTICO	CAP. INST. MUNDIAL (MILES DE TONELADAS)	% PART 1992
PEBD	23,000	15.33
PEAD	13,000	8.66
PP	23,000	15.33
PVC	24,000	16.00
PS	11,000	7.33
LOS DEMAS	56,000	37.33
TOTAL	150,000	

A continuación se enlistan los principales países de mayor consumo de plásticos en general, así como el número de empresas que los manufacturan.

CONSUMO DE PLASTICOS POR PAIS. (PARA 1992)

PAIS	CONSUMO (ton.)	% MUNDIAL	No. DE EMPRESAS
USA	25,000	22.72	15,000
JAPON	12,000	10.90	8,000
ALEMANIA	8,000	7.27	10,000
URSS	4,000	3.63	2,000
ITALIA	3,800	3.45	5,000
CHINA	3,500	3.18	7,000
INGLATERRA	3,200	2.90	2,000
FRANCIA	3,200	2.90	3,000
COREA DEL SUR	3,000	2.72	5,000
MEXICO	2,300	2.09	3,000
CANADA	2,000	1.81	5,000
BRASIL	1,500	1.36	4,000
ESPAÑA	1,500	1.36	2,000
BELGICA	1,200	1.09	1,500
RESTO	32,800	29.81	23,500
TOTAL	110,000	100.00	100,000

FUENTE: El presente y futuro del plástico en México, Feb. 1992. (IMPI) Seminario del plástico 1992 (IMPI).

México guarda una buena participación en el consumo de manufacturas plásticas ya que representa un 2.1% del consumo mundial y permanece en lugar 10° de la lista de consumidores, siendo así el país latinoamericano de mayor consumo a nivel mundial, arriba de países como Brasil y Canadá.

Cabe destacar que países como E.U., Japón y México fueron los que incrementaron más su consumo en relación con 1989 de la siguiente forma:

PAIS	CONSUMO 1989	CONSUMO 1992	% INCREMENTO
E.U.	24,234	25,000	3.16
JAPON	11,075	12,000	8.35
MEXICO	1,600	2,300	43.75
EUROPA OCCID.	26,860	27,330	1.74

El consumo y la producción de las resinas plásticas más importantes a nivel mundial se dan principalmente en 4 regiones, que en adelante se analizarán, y son: Europa Occidental, Estados Unidos, Japón y Canadá.

A continuación se presentan los cuadros del consumo mundial de plásticos commodities por región.

CONSUMO MUNDIAL DE RESINAS TERMOPLASTICAS
POR REGION (COMODITIES)
(MILES DE TONELADAS).

AÑO	EUROPA OCCID.	E.U.	JAPON	CANADA	TOTAL
85	13,066	13,276	5,555	1,254	33,151
86	14,058	14,128	5,752	1,296	35,204
87	15,108	15,492	5,794	1,387	37,781
88	17,600	16,500	7,210	1,530	42,840
89	18,200	16,300	7,810	1,500	43,810
90	19,410	19,600	8,000	1,520	48,530
91	19,510	19,790	8,030	1,390	48,720
92	19,770	21,150	8,220	1,460	50,600

FUENTE: Modern Plastics International, McGraw-Hill Publications; Jan, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92.

Europa Occidental, en los últimos años ha sido el mercado de mayor consumo de resinas sintéticas y de plásticos commodities como se aprecia en la tabla anterior, E.U. para 1992 es el principal consumidor, además de ser la región que presenta un mayor incremento en el consumo de estas resinas el cual representa un 6.87% más con respecto a 1991, lo anterior, puede significar el crecimiento para los próximos años del mercado de consumo de resinas termoplásticas (comodities) para E.U., desbancando como principal consumidor de los últimos años a Europa Occidental.

Es importante observar que desde 1985 el consumo total de resinas en estas regiones ha tenido una tendencia creciente, ejemplo de ello es que, para 1992 el consumo de commodities en estas regiones se ha incrementado en un 33.9% en relación con 1987.

Cabe mencionar que Japón en los últimos 5 años ha incrementado su consumo en un 41.8%, aunque su consumo en relación con E.U. y Europa Occidental es muy baja, pero mucho mayor en incremento de su consumo en relación con Europa Occidental (30.85%) y E.U. (36.52%).

 % DE PARTICIPACION EN EL CONSUMO MUNDIAL
 DE LOS COMODITIES
 (MILES DE TONELADAS).

AÑO	CONSUMO MUNDIAL	COMODITIES	% DE PARTICIPACION
87	86,145	59,107	68.61
89	95,390	65,048	68.19
92	110,000	* 68,430	62.20

* Estimación IMPI 1989, Para 1992.

El consumo de los plásticos commodities se incrementa para 1992 en un 5.2%, mientras que el consumo mundial lo hace en un 14.26%, lo que nos demuestra que no están creciendo a la par y por lo tanto baja su % de participación y por lo que se espera que haya una baja de éstas resinas en el consumo mundial para los próximos años según las estimaciones (*).

FUENTE: Anuario Estadístico de la Industria del Plástico (IMPI), 1989.

CONSUMO MUNDIAL DE COMODITIES POR REGION
(MILES DE TONELADAS).

EUROPA OCCIDENTAL

ARO	PVC	PS	PEAD	PEBD	PP	TOTAL
89	5068	1669	2649	5074	3257	17,717
90	5142	1806	2974	5257	3693	18,872
91	5006	1759	3056	5321	3838	18,980
92	5105	1774	3277	5548	4068	19,772

ESTADOS UNIDOS

89	3441	2292	3348	4412	2824	16,317
90	4094	2297	4021	5443	3749	19,604
91	4154	2219	4183	5525	3710	19,791
92	4574	2365	4747	5600	3868	21,174

JAPON

89	1907	1082	1013	1390	1741	7,133
90	2009	1184	1127	1602	2063	8,005
91	1957	1165	1126	1685	2100	8,033
92	2002	1158	1142	1699	2220	8,221

CANADA

89	369	166	271	484	213	1,503
90	409	163	276	512	168	1,528
91	334	151	267	473	167	1,392
92	361	162	255	490	193	1,461

FUENTES: Modern Plastics International; McGraw-Hill Publications; Jan; 89, 90, 91, 92.

EL MERCADO DE VCM Y DE PVC.

El cloruro de vinilo es uno de los petroquímicos secundarios de mayor producción y consumo a nivel nacional; su obtención es en base a un sólo productor, únicamente se produce en México por PEMEX en las plantas de cloruro de vinilo 2,3 y en algunas otras plantas de dicloroetano, en Pajaritos Veracruz; para 1992 el cloruro de vinilo tiene una capacidad instalada de 270,000 toneladas al año en estas plantas.

Cabe mencionar que en marzo de 1991 hubo que lamentarse el siniestro que afectó las instalaciones de los derivados clorados 3 en el complejo petroquímico de Pajaritos, Ver., la reconstrucción de cloración directa 3, cloruro de vinilo 3 y oxiclорación entraron en operación de nueva cuenta en ese mismo año en mayo, noviembre y diciembre respectivamente.

Se menciona lo anterior debido a que con el incidente se vino abajo la producción de cloruro de vinilo para 1991, esto se observa en las tabulaciones de la producción, la cual disminuyó en un 58% en relación con 1990, pero para 1992 hubo un incremento del 130% con respecto a 1991.

Anteriormente en la parte de petroquímicos se presentó la demanda y producción de éste monómero (cloruro de vinilo), ahora presentaremos las proyecciones a futuro del consumo y de la producción. Las proyecciones que se harán a continuación se hacen por medio de mínimos cuadrados y ajustando por medio de regresión lineal ya que este fué el modelo que más se acercó a la representación de los datos históricos del periodo 1984-1992, lo anterior se hace debido a la naturaleza de los datos originales que se observa que hay una dependencia lineal en general, en este caso de los años (x) y la producción y consumo (y) del cloruro de vinilo que es lo que se graficará a continuación.

El modelo lineal es muy simple, ya que se aproxima a la realidad de la demanda de un producto por medio de la ecuación siguiente:

$Demanda_{t} = A + BT$ donde A: cte. de la regresión lineal

B: cte. de la regresión lineal

T: tiempo (años)

por tanto para los datos históricos del periodo 84-92 las ctes. son:

$A = - 1400$ (ordenada al origen) y $B = 18$ (pendiente)

Las proyecciones de VCM se presentan en la tabla II.13; el modelo lineal no muestra en general el comportamiento de un producto, pero si puede determinar una tendencia de crecimiento o decremento para los proximos años dependiendo de los datos históricos utilizados.

Un modelo que más se acerca a la realidad de la demanda de la industria del monómero, de la resina o cualquier producto en general, es en el cual la demanda del producto está en función de varios factores como:

- El precio del mismo producto.
- El precio de un producto sustituyente y todos los que haya.
- El ingreso nacional (PIB_{total} , $PIB_{sectorial}$)
- Aspectos técnicos (mano de obra, servicio, etc.)

$Demanda_n = f(P_n, P_1, P_2, \dots, P_n, PIB)$.

Quedando el modelo de la siguiente manera para cualquier tiempo:

$$\ln PVC_t = A + B \ln P_{PVC} + C \ln P_1 + \dots + Z \ln P_n + \mu \ln PIB_{sectorial} + E$$

donde A, B, C, ..., Z, μ son ctes. obtenidas de la regresión múltiple. El modelo puede ser bastante confiable con sólo 3 términos, la cte. A, B y el del PIB; con esto se puede determinar la demanda de la resina de PVC y a su vez con este dato se determina la demanda del monómero y así sucesivamente.

$Demanda_{PVC} \leftarrow D_{VCM} \leftarrow D_{DCC} \leftarrow D_{Estileno} \leftarrow D_{Etano} \leftarrow D_{Gas\ L.P.}$

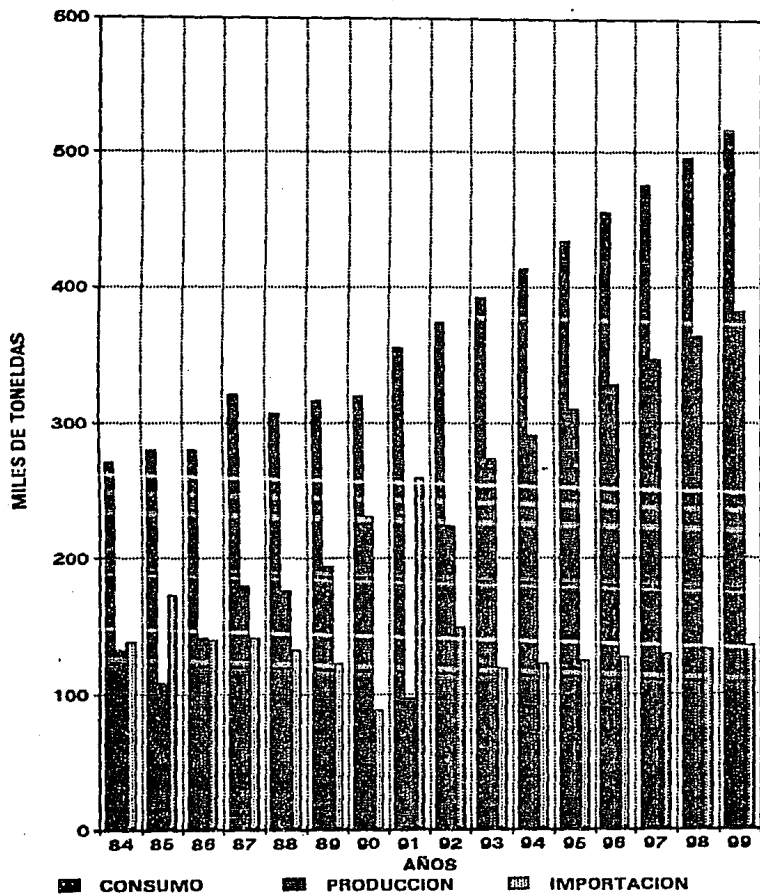
PROYECCION DE LA PRODUCCION, CONSUMO E IMPORTACIONES
DE CLORURO DE VINILO EN MEXICO
(MILES DE TONELADAS) II.13

AÑO	PRODUCCION	CONSUMO APARENTE	IMPORTACIONES
84	132	270	138
85	108	280	172
86	141	280	139
87	179	320	141
88	175	307	132
89	194	316	122
90	231	319	88
91	97	355	258
92	224	373	149
93	273	392	119
94	291	413	122
95	310	434	124
96	328	455	127
97	346	475	129
98	363	496	133
99	382	517	135

NOTA: El 100% del cloruro de vinilo se utiliza como materia prima para la elaboración de PVC; por lo que no hay exportaciones.

PROYECCION DE PROD. Y CONS. DE VCM

GRAFICA II.13



Para los años anteriores de 1987, PEMEX importaba directamente la diferencia del consumo y la producción en los mercados internacionales, pero a partir de 1987 las empresas consumidoras deben importar sus faltantes directamente en el mercado internacional; con lo que respecta a la importación de los años anteriores a 1991, se han mantenido en cierta forma estable, no hay un aumento en gran cantidad, pero tampoco han disminuido considerablemente; para los años siguientes a 1992 se espera que haya una cantidad de importaciones estable por lo cual no aumentarán considerablemente, por lo que crecerá de esta manera la industria del cloruro de vinilo, eso se observa en la gráfica II.13, que nos muestra los datos de la tabla anterior; habiendo un promedio de aproximadamente 127,000 toneladas de importaciones de cloruro de vinilo al año en el periodo de 1993-1999 y un incremento del 13.5% para 1999 en relación con 1993 en las importaciones.

Para detallar más el comportamiento que está teniendo y que tendrá la industria del cloruro de vinilo en México, observamos la tabulación de las proyecciones, en la cual al comparar el incremento de la producción, consumo e importaciones en un mismo periodo, tenemos lo siguiente:

Para el periodo 1986-1992.

INCREMENTO EN EL PERIODO (%)

PRODUCCION	58.87
CONSUMO	33.21
IMPORTACIONES	7.19

Para el periodo 1993-1999

INCREMENTO EN EL PERIODO (%)

PRODUCCION	39.93
CONSUMO	31.88
IMPORTACIONES	13.45

Observamos el decremento que podría existir en la industria del cloruro de vinilo (PEMEX) con respecto al primer periodo, ya que en los próximos años esta industria deberá fijar sus objetivos a satisfacer la demanda del cloruro de vinilo en México para poder crecer aún más que en el periodo de 1986-1992; por el lado del consumo se mantendrá estable su crecimiento para los próximos 7 años de una manera muy similar al crecimiento que se tubo en el primer periodo (1986-1992); para los próximos años las importaciones no aumentarán considerablemente, pero seguirán en incremento en relación con los últimos 7 años.

PORCIENTO DE PARTICIPACION
CLORURO DE VINILO(%)
(1988-1999)

AÑO	PRODUCCION/C. APARENTE	IMPORTACIONES/C. APARENTE
88	57	43
89	61	38
90	72	27
91	27	72
92	60	40
93	69	31
94	70	29
95	71	28
96	72	27
97	72	27
98	73	26
99	73	26

RESINA DE PVC

El Cloruro de Polivinilo ó PVC, es una de las resinas termoplásticas más importantes a nivel nacional e internacional, debido a la versatilidad de la resina para procesarse y fabricar una gama de productos plásticos de muchos sectores, el PVC es el único material que puede ser procesado por 12 diferentes procesos de transformación, formulandose, por más de 22 diferentes aditivos que es lo que le dá la versatilidad y la gran diversificación de productos plásticos terminados.

La obtención de la resina de PVC se obtiene por medio de 4 procesos básicos (polimerización del monómero de Cloruro de Vinilo) y se obtiene por medio de:

MASA
SUSPENSION
EMULSION
SOLUCION

Cada uno de los procesos antes mencionados proporciona una resina de diferentes propiedades y tamaño de partícula.

El PVC es producido principalmente por 4 empresas en México, contando con las mejores tecnologías a nivel mundial lo cual hace que haya una gran competitividad en el mercado exterior y puedan aumentarse las exportaciones nacionales.

EMPRESA	LOCALIZACION	CAP. INSTALADA
ALTARESIN	ALTAMIRA, TAMPS.	10,000 TON.
POLICYD	ALTAMIRA, TAMPS.	
	TLALNEPLANTLA, EDO MEX.	130,000 TON.
POLIMEROS	MOYOTZINGO, PUE.	65,000 TON.
PRIMEX	ALTAMIRA, TAMPS.	
	PUEBLA, PUEBLA.	150,000 TON.

El 97% de la producción de resina de PVC se destina para la elaboración de productos plásticos y el restante 3% se destina para la elaboración del copolímero cloruro-acetato de vinilo.

De igual manera que el cloruro de vinilo se tabulan los últimos 7 años y se harán proyecciones para los próximos 7 años, dada la naturaleza de los datos del periodo 1988-1992 se puede generalizar que hay un comportamiento lineal en relación con los años(x) y la producción, exportación, etc (y), por lo que las proyecciones se harán para el periodo antes mencionado y por medio de mínimos cuadrados y ajustando con regresión lineal, por lo que los siguientes datos estarán representados en la gráfica 11.14 .

El modelo lineal es muy simple, ya que se aproxima a la realidad de la demanda de un producto por medio de la ecuación siguiente:

$Demanda_{PVC} = A + BT$ donde A: cte. de la regresión lineal

B: cte. de la regresión lineal

T: tiempo (años)

por tanto para los datos históricos del periodo 84-92 las ctes. son:

$A = - 2,372$ (ordenada al origen) y $B = 30$ (pendiente)

Este modelo también puede ser como una función de varios factores como observamos en la proyección del monómero (cloruro de vinilio) y simplificarse a su vez en 3 términos como se ha mencionado: la constante A, el término del precio del producto es en este caso el PVC, el término del PIB sectorial con su constante; las constantes son obtenidas de una regresión múltiple.

PROYECCION DEL POLICLORURO DE VINILO EN MEXICO
(MILES DE TONELADAS) II.14

AÑO	PRODUCCION	C. APARENTE	IMPORTACIONES	EXPORTACIONES
84	251	132	1.9	121
85	262	149	2.1	116
86	264	121	4.1	148
87	284	127	4.2	161
88	272	130	5.9	149
89	287	148	12.5	152
90	309	151	11.5	170
91	375	147	14.7	242
92	381	143	12.0	250
93	417	153	16.0	280
94	447	155	17.7	309
95	478	158	19.4	339
96	508	161	21.1	368
97	539	165	22.8	397
98	570	169	24.5	426
99	600	171	26.2	455

Desde 1986 las exportaciones han sido mayores que el mismo consumo aparente, prueba de ello es que de 1986 a 1989 las exportaciones han representado el 50% de la producción, siendo de mayor importancia el mercado internacional que el mercado nacional para la industria del PVC, principalmente por que el consumo para el periodo de 1973-1999 crecerá en un 11.76%, siendo que para el periodo de 1986-1992 creció en un 18.18%.

Para el periodo 1986-1992

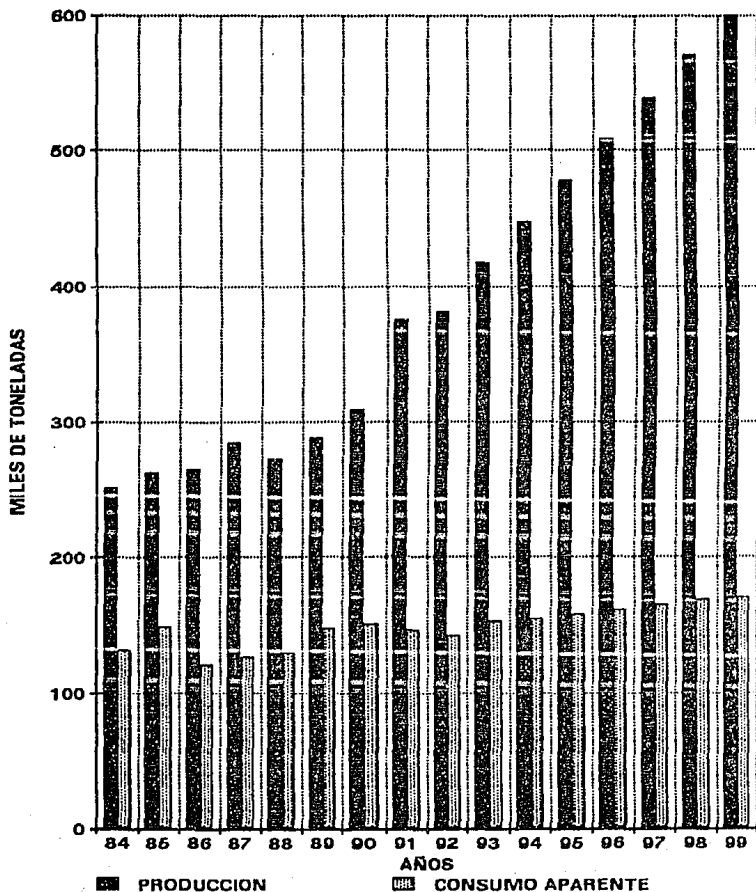
	INCREMENTO EN EL PERIODO (%)
PRODUCCION	44.32
CONSUMO	18.18
IMPORTACIONES	192.68
EXPORTACIONES	68.92

Para el periodo 1993-1999

PRODUCCION	43.88
CONSUMO	11.76
IMPORTACIONES	63.75
EXPORTACIONES	62.50

PROYECCION DE PROD. Y CONS. DE PVC

GRAFICA II.14



Cabe destacar que las importaciones en el segundo periodo sufren una considerable disminución según el modelo utilizado, lo que implica que la industria del PVC será más autosuficiente para los próximos años, viendo también, que la participación de las importaciones en el consumo es pequeña en relación con la producción nacional.

En este caso la importancia de la industria de resina de PVC no es el mercado nacional, sino, el mercado internacional en las exportaciones de PVC.

De las 143,000 toneladas que se consumieron de resina de PVC en México para 1992 en manufacturas plásticas, los productos terminados son los siguientes:

PRODUCTO	CONSUMO (MTON)	% PARTC.
Tubería	57	40.14
Botella	18	12.68
Otros	17	11.97
Plastisol	15	10.56
Película flexible	10	6.34
Calzado	9	6.34
Cables	6	4.23
Perfil flexible	5	3.52
Lámina	4	2.82
Pisos	2	1.41
TOTAL	143	100.00

**SEGMENTACION DEL CONSUMO EN MEXICO
PARA 1992 (MILES DE TONELADAS)**

SECTOR	CONSUMO		% PART. 1992	% INCRE 1992/1991
	1991	1992		
PVC RIGIDO				
Tubería y conex.	57	57	68.26	0.0
Botella	20	18	21.56	-11.11
Película	3	4	4.79	33.33
Discos	1	0.5	0.6	-50.00
Otros	4	4	4.79	0.0
TOTAL	85	83.5	*58.19	-1.76
PVC FLEXIBLE				
Perfil	5	5	11.11	0.0
Cable y alambre	6	6	13.33	0.0
Película	11	9	20.00	-18.18
Loseta	2	2	4.4	0.0
Calzado	11	9	20.00	-18.18
Cubiertas	7	7	15.56	0.0
Otros	6	6	13.33	0.0
TOTAL	48	45	*31.36	-6.25
Emulsión	17	15	*10.45	-11.76
GRAN TOTAL	150	143.5	-----	-4.67

* % CON RESPECTO AL GRAN TOTAL.

FUENTE: El presente y futuro del plástico en México (INPI), Feb 1992. Modern Plastics International, Jan 1992.

Observamos que no hay ningún producto con un incremento positivo lo que hace ver que la industria del plástico y en particular la del PVC está en un periodo de recesión y con una tendencia negativa, ya que hay muchos productos que disminuyó su consumo notablemente con respecto a 1991.

Lo anterior muestra que la tubería es el producto de mayor porcentaje en el consumo de resina de PVC, tanto para los últimos años, como para los próximos años, ya que se espera la instalación de nuevas plantas en el sur de México con el propósito de aumentar la exportación de dicho producto hacia centroamérica y sudamérica.

SITUACION INTERNACIONAL DEL MERCADO DE PVC.

La capacidad instalada a nivel mundial para 1992 de resina de PVC fué del orden de 24 millones de toneladas anuales, las cuales están repartidas por regiones, principalmente: Europa occidental, Estados Unidos, Japón y Asia.

Para 1989 la capacidad instalada fué de 20 millones de toneladas por lo que hubo un incremento del 20% para 1992, la distribución de las regiones es la siguiente (Las regiones que se analizarán serán Europa Occidental, Estados Unidos, Japón y Canadá (principalmente por la situación económica de México).

CONSUMO DE PVC A NIVEL MUNDIAL POR REGION (MILES DE TONELADAS) II.15

AÑO	EUROPA OCCIDENTAL	ESTADOS UNIDOS	JAPON	CANADA
86	3980	3201	1391	327
87	4207	3534	1527	348
88	4912	3587	1784	388
89	5068	3441	1907	369
90	5142	4093	2009	409
91	5006	4154	1957	334
92	5105	4574	2002	361

FUENTE: Modern Plastics International, Jan 87, 88, 90, 91, 92.

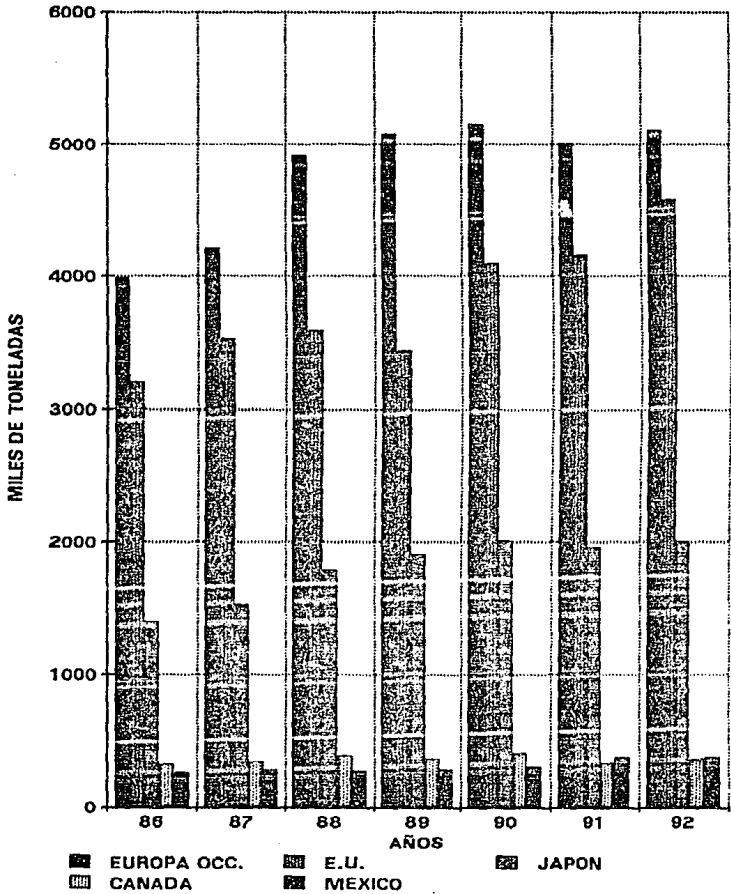
La tabla anterior se representa en la gráfica II.15.

El principal consumidor a nivel mundial es Europa Occidental, aunque para 1991 hubo un decremento en el consumo del 2.6%, y un aumento de casi 100,000 toneladas para 1992 que representa el 2% en relación con 1991. Estados Unidos es la región que representa el mayor incremento, tanto para el periodo de 1989-1992, como en relación con 1991, 33% y 10.11% respectivamente.

A nivel mundial y para 1992, la resina de PVC es la tercera de mayor consumo, abajo de los Polietilenos, aproximadamente la resina de PVC abarca el 15.36% del mercado de Estados Unidos, siendo también, la tercera resina de mayor consumo abajo de los Polietilenos.

CONSUMO MUNDIAL DE PVC

GRAFICA II.15



SEGMENTACION DEL CONSUMO POR REGION
PARA 1992 (MILES DE TONELADAS)

EUROPA OCCIDENTAL

SECTOR	CONSUMO	% PART.
PVC RIGIDO		
Botella	420	12.64
Película	542	16.31
Moldeo por inyección	28	0.84
Tubería	1359	40.90
Discos	29	0.84
Otros	945	28.44
TOTAL	3323	100.00
PVC PLASTIFICADO		
Película	380	21.32
Pisos	241	13.52
Tubos y perfiles	208	11.67
Cable	434	24.35
Perfiles flexibles	289	16.22
Otros	130	7.30
TOTAL	1782	100.00
TOTAL GLOBAL	5105	

ESTADOS UNIDOS

SECTOR	CONSUMO	% PART.
CALANDREO		
Construcción	164	33.81
Transporte	30	6.19
Lámina	57	11.75
Bienes de consumo	100	20.62
Decorativos	40	8.25
Muebles	47	9.69
TOTAL CALANDREO	485	100.00
EXTRUSION		
Construcción	1640	60.27
Forros	425	15.62
Ventanas	194	7.13
Película	131	4.81
Eléctrico	190	6.98
Consumo general	132	4.85

Otros	9	0.33
TOTAL EXTRUSION	2721	100.00
Latex vinilicos	32	
Reselladores	163	
Exportación	602	
TOTAL MOLDEO POR INYECCION	220	
TOTAL MOLDEO POR DISPERSION	104	
TOTAL PELICULA POR DISPERSION	141	
GRAN TOTAL	4468	

CANADA

SECTOR	CONSUMO	% PART.
PVC RIGIDO		
Tubería	115	46.75
perfiles	118	47.97
Empaques	10	4.07
Otros	3	1.22
TOTAL	246	100.00
PVC FLEXIBLE		
Cable	29	25.00
Película	35	31.17
Pisos	17	14.66
Otros	35	31.17
TOTAL	116	100.00
EXPORTACIONES	64	
GRAN TOTAL	426	

FUENTE: Modern Plastics International, Jan 1992.

La situación en Estados Unidos indica un mayor consumo dentro del mercado de productos terminados de resina de PVC, lo cual muchos de los productos elaborados mencionados anteriormente han sufrido múltiples ataques debido a prohibiciones parciales en su utilización, pero muchos de los sectores mencionados seguirán creciendo, tal es el caso del sector de la construcción y en productos como la tubería, los perfiles rígidos, botella, soplado de cuerpos huecos, etc.

PARTICIPACION Y TENDENCIA DE PRODUCTOS EN
ESTADOS UNIDOS (%)

SECTOR	1988	1989	1990	1991	1992	TENDENCIA
Extrusión						
Tubería	49.45	48.27	52.19	50.32	51.53	Positiva
Conduit	9.49	9.44	9.98	9.67	8.75	Estable
Cable y Man	7.75	7.52	6.62	6.36	6.98	Estable
Pelí rígido	6.84	6.93	5.23	5.43	5.23	Negativa
Calandreo						
Loseta	22.84	22.30	21.32	20.26	19.71	Negativa
Pelí flex	10.00	9.23	11.43	11.73	11.83	Estable
Botella	2.6	2.49	2.49	2.14	1.92	Negativa
Muebles	17.32	17.79	15.82	15.57	15.77	Negativa

NOTA: el por ciento de participación de cada uno de los productos terminados se refiere al 100% de producción por el tipo de transformación utilizada.

Los productos anteriores son los de mayor consumo en Estados Unidos y se observa que la mayoría presentan una tendencia, o ya sea negativa, o es estable, el único que aún presenta una tendencia positiva es la de la tubería, lo cual se espera que tenga un crecimiento aún mayor que en años pasados.

EL MERCADO DE TUBERIAS PLASTICAS

Como se ha dicho con anterioridad la tubería de PVC es el producto terminado a partir de la resina de PVC que más se produce y más se consume.

El principal segmento de aplicación que tiene la tubería de PVC es en la industria de la construcción, y en particular la obras realizadas por el gobierno, son las que consumen en su mayoría la tubería de PVC, como por ejemplo:

Instalación de sistemas de abastecimiento de agua potable, instalación de sistemas eléctricos, instalación sanitaria.

Lo anterior se puede aplicar:

En edificios, en casas habitación, escuelas, condominios, hospitales, etc.

Hay otro tipo de tuberías plásticas, no sólo se utiliza y se consume en México la de PVC, también, la de Polietileno de baja densidad, Polietileno de alta densidad y Polipropileno, claro está que la de PVC es de mayor consumo, producción, etc., que las mencionadas anteriormente.

CONSUMO Y PARTICIPACION DE LAS TUBERIAS PLASTICAS
EN MEXICO (MILES DE TONELADAS).

	CONSUMO		% PART.		% INCRE
	1991	1992	1991	1992	92/91
PEBD	20	22	21.51	23.66	10.00
PEAD	14	11	15.05	11.83	-21.43
PP	2	3	2.15	3.23	50.00
PVC	57	57	61.29	61.29	0.00
TOTAL	93	93	-----	-----	0.00

FUENTE: Modern Plastics International; Jan, 1992.

Nos damos cuenta que la tubería de PVC es la de mayor consumo, desde los últimos 2 años está en un periodo estable debido a que la mayoría de las industrias de tubería plástica no tienen un gran apoyo económico para su expansión.

Dentro del mercado de las tuberías la segunda de mayor importancia es la de Polietileno de baja densidad, aunque no es el principal producto dentro del consumo de la resina, éste producto representa el 7.86% de participación en el consumo de Polietileno de baja densidad.

Cabe mencionar que la tubería de Polipropileno tiene muy bajo consumo debido principalmente al abastecimiento de su materia prima, ya que PEMEX desde 1991 produce PP e Indelpro desde 1992, se tienen grandes perspectivas como plástico y como tubería ya que presenta ventajas técnicas sobre las demás tuberías.

MERCADO DE TUBERIA DE PVC

A continuación se muestra la producción, consumo, importaciones y exportaciones de tubería de PVC en México.

TUBERIA DE PVC EN MEXICO (TONELADAS)

AÑO	PRODUCCION	CONSUMO	IMPORTACION	EXPORTACION
90	40,900	48,200	7,831	531
91	43,718	56,800	13,446	364
92	41,795	57,000	15,415	210
93	-----	-----	* 3,338	* 31

* Cifras preliminares Ene-Mar 93; Secofi, Bancomext.

FUENTES: Anuario Estadístico De La Industria Química 1992 (AMIQ); Secofi-Bancomext, Cifras Estadísticas Semestral del Plástico 1992 (ISPI).

Actualmente la industria de la tubería plástica y en particular la de PVC sufre un estancamiento debido a que no hay inversiones sobre nuevas plantas de tubería de PVC para la ampliación del mercado de este producto, esto lo observamos para 1992 que el consumo sólo aumentó en un .35% en relación con 1991, mientras que la producción cayó en un 4.4% en relación con 1991, de tal forma que la industria de la tubería de PVC deberá crecer para los próximos años, y mucho más debido a la apertura comercial con Estado Unidos y Canadá.

Las exportaciones en los últimos 4 años han tenido una tendencia negativa y cada año disminuyen, para 1992 el decremento fué de 42% en relación con 1991; mientras que las importaciones presentan una tendencia positiva incrementándose para 1992 en 15% en relación con 1991.

En México hay muy pocos productores de tubería de PVC, los principales son: Plásticos Rex, Plásticos Omega, Plásticos Vinílicos, Tuberías y Conexiones, Plásticos y Conexiones, las empresas anteriores forman la Asociación Mexicana de la industria de la Tubería Plástica (AMITUB) y actualmente es conocida como ITP (Instituto de Tubería Plástica).

Algunas de la industrias más grandes aquí en México que fabrican tubería de PVC (Plásticos Rex S.A. de C.V.) pretenden aumentar su producción de tubería con la finalidad de abastecer el mercado sudamericano y centroamericano principalmente, es decir, aumentar las exportaciones en relación con 1992, actualmente las exportaciones han decaído en un 60.45% en relación con 1990.

Como se dijo anteriormente el principal consumidor en México de tubería de PVC es el gobierno, utiliza la tubería en la construcción de viviendas, edificios, escuelas, hospitales, etc., es decir, en la instalación de sistemas: hidráulicos (abastecimiento de agua potable), eléctricos (conduit) y sanitarios.

A continuación se muestra el consumo que tuvo la industria de la construcción en México, tanto para tubería de PVC, como de tubería de cobre.

CONSUMO DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION
(MILES DE TONELADAS)

AÑO	TUBERIA DE PVC	TUBERIA DE COBRE
87	12,538	5,169
88	14,660	30,896
89	16,924	33,697
90	17,082	20,362
91	21,848	31,843

FUENTE: Censura Nacional de la Industria de La Construcción (CNIC); INEGI, Sistema de Cuentas Nacionales de México.

Es notorio la cantidad de tubería de metal que se está utilizando en relación con la de PVC, aunque para 1990 disminuyó el consumo en la de cobre en un 39.5%, pero para 1991 aumento en un 56.3%, y la de PVC ha aumentado en los últimos años pero no en un incremento tan grande y ejemplo de ello es que para 1991 aumentó en un 28% en relación con 1990.

A continuación se mostrará las proyecciones del consumo y la producción de tubería de PVC en México; dada la naturaleza de los datos (comportamiento lineal con respecto a los años(x) y la

producción-consumo (y)) se utilizará mínimos cuadrados y ajustando con regresión lineal.

El modelo lineal es muy simple, ya que se aproxima a la realidad de la demanda de un producto por medio de la ecuación siguiente:

$$\text{Demanda}_{T_{ab}, PVC} = A + BT \quad \text{donde } A: \text{cte. de la regresión lineal} \\ B: \text{cte. de la regresión lineal} \\ T: \text{tiempo (años)}$$

por tanto para los datos históricos del periodo 84-92 las ctes. son:

$$A = - 212,000 \text{ (ordenada al origen)} \quad \text{y} \quad B = 2810 \text{ (pendiente)}$$

PROYECCIONES DE TUBERIA DE PVC EN MEXICO
(TONELADAS) II.16

AÑO	PRODUCCION	CONSUMO
90	40,900	48,200
91	43,710	56,800
92	41,795	57,000
93	49,330	62,800
94	52,140	67,200
95	54,950	71,600
96	57,760	76,220
97	60,570	80,400
98	63,380	84,800
99	66,190	89,200

En la gráfica II.16 se observa el gran aumento, tanto de la producción como del consumo de tubería de PVC. Aunque comparando con el consumo de E.U. es aún mínimo y el de Canadá para entonces será mayor.

Para el periodo 1990-1992

	INCREMENTO EN EL PERIODO (%)
PRODUCCION	2.1
CONSUMO	18.2

Para el periodo 1993-1995

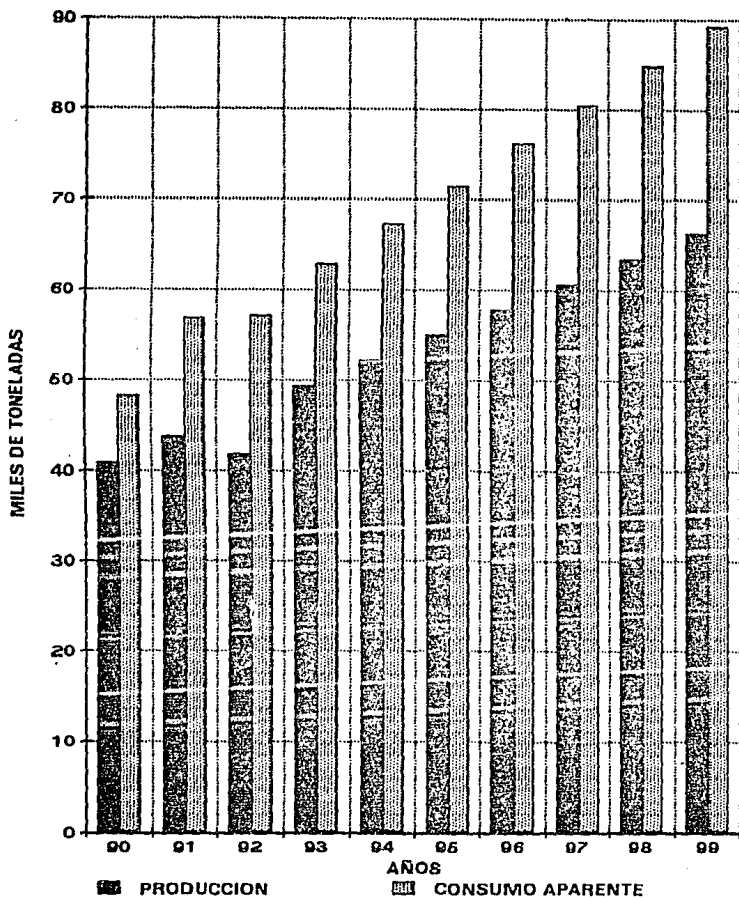
PRODUCCION	11.39
CONSUMO	14.01

Para el periodo 1996-1998

PRODUCCION	9.72
CONSUMO	11.25

PROYECCION DE TUBERIA DE PVC

GRAFICA II.18



Nos podemos dar cuenta que el incremento en la producción para el último periodo disminuyó, al igual que el consumo en relación al periodo anterior. Esto no debe de representar la realidad de la industria de tubería de PVC, ésta requiere un crecimiento mayor en los 7 años propuestos, incrementos de producción de aproximadamente 30% anual o más, debe de haber una mayor inversión en la construcción de plantas.

La situación económica del país en los últimos años ha hecho que muchas industrias se hayan estancado, una de estas es la de tubería de PVC, que hace 5 años sus exportaciones eran superiores a las 10,000 toneladas y que por la recesión se han venido abajo y trayendo como consecuencia la importaciones que seguirán aumentando para los próximos años si es que esta industria no crece.

SITUACION INTERNACIONAL

Con lo que respecta a la situación internacional de la tubería de PVC, se analizará únicamente en el trabajo actual, Estados Unidos y Canadá debido principalmente a la situación económica de estos países con México, y Europa Occidental como uno de los bloques de mayor consumo en el mundo de dicho producto; así el consumo de tubería de PVC en estos países es el siguiente:

CONSUMO POR REGION DE TUBERIA DE PVC (MILES DE TONELADAS).

	1990	CONSUMO 1991	1992	% INCRE 1992/1991
ESTADOS UNIDOS	1558	1414	1640	16.22
EUROPA OCC.	1278	1307	1359	3.97
CANADA	96	111	115	3.60
MEXICO	49	57	57	0.00

FUENTE: Modern Plastics International; Jan, 1992, 1993.

Lo anterior nos hace observar que tenemos como vecino al principal consumidor de tubería de PVC, lo cual nos abriría el mercado hacia Europa y otros países de Asia, viene siendo una de las mejores oportunidades para la industria de tubería de PVC en México, se observa que México en los últimos 2 años su mercado está estancado, mientras que E.U. presenta el mayor incremento en el consumo por año. La principal desventaja en México frente a E.U., Canadá y Europa Occidental, es el precio de la materia prima (resina de PVC), no tanto de la tubería, esto hace que en México es menos rentable la tubería de PVC que en E.U. y otros países de Asia.

OPORTUNIDADES

PETROQUIMICOS

El análisis de los petroquímicos nos indica una autosuficiencia en esta industria para satisfacer la demanda de materia prima para la manufactura de los principales plásticos, por lo que hay total disposición y abastecimiento de estos productos petroquímicos como materia prima.

Para los próximos años los petroquímicos como materia prima de los principales plásticos que se producen y consumen en México, deberán aumentar su producción con vistas en que la industria petroquímica mexicana siga satisfaciendo la demanda nacional, en otras palabras, esta industria deberá disminuir considerablemente las importaciones y a la vez un aumento de las exportaciones para poder ser más autosuficiente en este sector de la petroquímica y seguir siendo pilar de la economía mexicana.

El etileno seguirá siendo uno de los pilares de la industria petroquímica mexicana como una de las principales materias primas para la elaboración de una gran gama de productos como son el cloruro de vinilo y los polietilenos entre otros muchos.

LA INDUSTRIA DEL PLASTICO

Uno de los puntos de gran importancia para la industria privada del plástico y en particular la de PVC, es que podrá participar en la elaboración de su propia materia prima sin la intervención de PEMEX, trayendo como consecuencia el crecimiento de la industria del plástico en México. Lo anterior significa el aumento de la producción y por tanto el incremento de las exportaciones de los principales plásticos más importantes a nivel nacional e internacional.

El análisis que se hizo para la industria mexicana del plástico nos indica que es autosuficiente para abastecer la demanda nacional de plásticos, en particular la industria del PVC y del polipropileno, este último crecerá su mercado aún más que el de PVC en los próximos 5 años, los dos presentan la suficiente infraestructura de producción para elevar sus exportaciones en más de un 50% al año y disminuir considerablemente las importaciones.

La oportunidad para los industriales del plástico con la apertura comercial es que, E.U. es el principal consumidor de plásticos commodities, así como también es el 2º consumidor de resina de PVC, lo que da a México un mercado muy extenso y la ventaja geográfica y comercial ante Sudamérica, Latinoamérica, Europa Occidental y Asia.

La industria del plástico presenta problemas principalmente a corto plazo debido a la moderación y estancamiento de precios.

LA INDUSTRIA DEL CLORURO DE VINILO

El cloruro de vinilo deberá de aumentar en los próximos años su capacidad instalada para aumentar su producción con el objetivo de satisfacer la demanda de la industria del PVC como lo ha hecho en los últimos años.

Una de las oportunidades de la industria privada del plástico (PVC) es el poder integrar en una sola planta la obtención del cloruro de vinilo y el polímero para poder satisfacer su propia demanda de éste último con el permiso autorizado por la SEMIP.

En el análisis de las proyecciones obtenidas y los incrementos en cada periodo analizado, muestran que la industria del VCM deberá crecer en forma más rápida que en el modelo lineal propuesto en este trabajo, para cubrir el mercado nacional y mantener sus importaciones bajas.

LA INDUSTRIA DEL PVC

El tener cubierta la demanda de resina de PVC implica que el principal reto para la industria mexicana del PVC es el abarcar y abastecer en un mayor porcentaje el mercado internacional de PVC, ya que cuenta con la tecnología adecuada para el crecimiento a nivel internacional.

En el análisis de incremento en el periodo (proyecciones) nos indica que la industria del PVC deberá de contar con el crecimiento de su capacidad instalada, no sólo a nivel nacional, sino también a nivel internacional para poder crecer a la par del incremento de producción, si es que quiere seguir compitiendo en el mercado de PVC a nivel internacional.

Una de las principales desventajas que se presenta para este producto, es que para 1993 en Europa han sido prohibidos muchos productos de PVC, lo cual tarde o temprano esto llegará a México cuando hay que exportar aproximadamente 300,000 toneladas anuales.

Otra de las desventajas que presenta este producto, es el precio de la resina que en otros países es mucho menor que en México.

El polipropileno se presenta como la resina de mayor futuro en México, su mercado crecerá más que el de PVC, presenta incrementos de producción y consumo mayores a la de la resina de PVC.

TUBERIAS PLASTICAS

La industria de las tuberías plásticas está en un momento de recesión debido a que su demanda en los últimos dos años ha permanecido estable, ya que no cuenta con la solvencia para la construcción de nuevas plantas e incrementar sus exportaciones hacia Latinoamérica.

La tubería de polipropileno se presenta como una de las alternativas con mayores perspectivas a futuro, ya que tiene uno de los incrementos de su demanda por año más grande, por lo que dentro de 3 a 5 años aproximadamente el mercado de esta tubería será mayor a la de PVC.

Con lo que respecta a las tuberías de polietileno, la de baja densidad seguirá siendo una de las mejores alternativas como sustitución de la tubería plástica más utilizada (tubería de PVC).

TUBERIA DE PVC

La industria de la tubería de PVC sufre un estancamiento en el consumo debido a que en los últimos dos años no ha habido un incremento en la demanda, también la producción no se ha incrementado principalmente por la falta de solvencia para una expansión o construcción de una planta.

El consumo de la tubería de PVC dentro de la industria de la construcción para los próximos años crecerá de tal manera que, será mayor el consumo a la de cobre o cualquier otra tubería de metal desplazando completamente el mercado a las tuberías plásticas.

Dentro de las proyecciones que se hicieron para el crecimiento que se requiere en la industria de la tubería de PVC en México para competir en un mercado de libre comercio, dicho crecimiento lineal no puede ser la realidad, esta industria debe de crecer más de los incrementos que se están proyectando y en menos de 3 años (un periodo).

En Estados Unidos, uno de los principales productos y el único con tendencia positiva es la tubería de PVC, esto será de gran importancia para México si es que quiere competir en el mercado libre y en caso particular, en el mercado de tubería de PVC.

Estados Unidos es el principal consumidor en el mundo de tubería de PVC, por lo que esta industria de tubería en México, debe de estar mirando para los próximos 3 años la entrada al mercado internacional y en particular al mercado de tubería de PVC en E.U. .

El argumento antes mencionado nos lleva a lo siguiente:
México tiene un consumo y una producción muy baja en relación con los principales consumidores.
Tiene como principales mercados internacionales a E.U. (Principal consumidor de tubería de PVC) y Canadá, por lo que México debe mirar en primer término, aumentar la producción de tubería de PVC para mantener y satisfacer la demanda nacional y aumentar las exportaciones, como segundo término introducirse al mercado de E.U. y Canadá, sin perder el mercado nacional, y en tercer término abarcar un mayor % en el consumo nacional.

DESCRIPCION DEL PROCESO

- EXTRUSION
- FORMULACION
- EQUIPO PRINCIPAL.
- MANUFACTURA.

EXTRUSION

La obtención de la tubería de PVC viene dado a partir del tipo de resina de PVC que se obtiene, es decir, depende del proceso que se utilice para obtener la resina de PVC, este proceso es el de "Suspensión", el proceso da las características de tamaño, forma de partícula, densidad, peso molecular, etc., que le confiere ciertas propiedades físicas y mecánicas para determinado producto manufacturado, ejemplo de ello es, conforme disminuye el peso molecular, las temperaturas de procesamiento de resina serán más bajas y más fácilmente procesable, la tensión, la resistencia al rasgado serán más pobres, en este caso de la tubería de PVC. Como resultado de la formulación de resinas obtenidas por medio de la Suspensión, se obtienen compuestos en forma de polvos secos, que cuando se procesan se transforman en un líquido viscoso (No Newtoniano), teniendo como temperatura óptima de flujo más adecuado para realizar la transformación de 120°C a 130°C.

El proceso de transformación por el cual la tubería de PVC se obtiene se llama "extrusión".

La extrusión termoplástica, consiste en difundir y comprimir las partículas mientras son forzadas mediante un "husillo" o tornillo que gira dentro de una cavidad llamada "cañon" o "barril" para conducir las hasta el extremo de esa cavidad que desemboca en el "dado", este le da al flujo fundido una determinada configuración de acuerdo a la sección definida de ese dispositivo, forma que se vuelve permanente al solidificarse por enfriamiento de la masa termoplástica fundida.

La extrusión es un proceso continuo en donde el polímero está en forma de pellets (pequeñas bolitas sólidas), que se alimenta y se funden por la acción de la presión y la temperatura, forzándose a pasar a través del dado el cual proporciona la forma final. Las máquinas de extrusión presentan el atractivo de su amplio campo de aplicación, ya que es un proceso continuo de producción y razonablemente económico.

Entre las principales aplicaciones se cuentan las siguientes:

- A) Mangueras flexibles de PVC con grado industrial para aplicaciones quirúrgicas.
- B) Tubería de PVC rígido para conducción de agua, soporte de líneas, conducción de cables eléctricos, etc.
- C) Películas para envolturas, sacos, bolsas, etc., en diferentes materiales (rígido, semirrígido y flexible).
- D) Láminas de PVC rígido que se utilizan en la industria de la construcción y la industria automotriz.
- E) Barras sólidas, monofilamentos de PVC, cintas y perfiles de PVC.

Las maquinas de extrusión se clasifican en tres formas: por tipo de proceso, por tipo de Husillo y por tipo de dado.

El primero se refiere si es continuo o es discontinuo, en el caso de tubería es un proceso continuo; el segundo se refiere si se utilizará uno o más husillos para darle mayor procesabilidad, y por el tipo de dado, debe de ser específico para fabricar tubería de PVC.

Anteriormente se ha mencionado el husillo y el dado; el primero se refiere a la parte en el cual está girando a una determinada velocidad y con una determinada presión lo que hace que se funda o plastifique el material, en este caso el PVC, el husillo comprime y fuerza al material a lo largo del cañon hasta la entrada del dado; el dado es la parte del proceso que le dá la forma al material antes fundido, en este caso en forma de tubo.

Se mencionan estas partes ya que son las principales en el extrusor y más adelante se describirán con mayor detalle.

La extrusión es un proceso de transformación exclusivamente para las resinas termoplásticas, ya que la mayoría de los procesos de transformación dependen de la versatilidad del material, por lo que existirán procesos de transformación únicos para las resinas termoplásticas, y en este caso para la tubería de PVC es la extrusión.

En algunos casos existen procesos de transformación para resinas termoplásticas y resinas termofijas o una mezcla de ambas, como el vaciado, rotomoldeo, compresión y esreado.

FORMULACION

La formulación es la parte más importante en el proceso de transformación de cualquier plástico, ya que de ésta depende las características, propiedades físicas y mecánicas en particular del producto manufacturado. Anteriormente se han mencionado los aditivos básicos y complementarios que se agregan para fabricar un producto terminado a partir de resina de PVC, ahora mencionaremos los principales aditivos que se utilizan para la manufactura de la tubería de PVC en particular.

FORMULACION DE TUBERIA HIDRAULICA.

RESINA DE PVC: suspensión, K= 67, 100 partes.
K: es la viscosidad inherente.

ESTABILIZADOR PRIMARIO: metil estaño 1.5 pcr.
Excelente transparencia y estabilidad al calor, disponibilidad de ciertos tipos con aprobación para uso grado alimenticio.

MODIFICADOR DE IMPACTO: metil metacrilato 6.0 pcr.
Su principal característica es la resistencia al intemperismo.

MODIFICADOR DE FLUJO: polimetil metacrilato 0.8 pcr.

CARGA: carbonato de calcio 6.0 pcr.

LUBRICANTE: estearato de calcio 1.8 pcr.
Mayor solubilidad con la resina de PVC por suspensión.

PIGMENTO: bióxido de titanio 0.5 pcr, negro de humo 0.02 pcr.
Pigmento inorgánico, con una mayor resistencia al calor y uso.

ABSORBEDOR DE LUZ: 2 hidroxí 4 metoxi benzofenona 0.2 pcr.

ANTIOXIDANTE: fenol triazol 0.1 pcr.

* PCR: partes por cien de resina.

FORMULACION PARA LA TUBERIA CONDUIT

RESINA DE PVC: suspension, K= 67, 100 partes.

ESTABILIZADOR PRIMARIO: dibutil estaño 1.2 pcr (IDEM).

MODIFICADOR DE FLUJO: polimetil metacrilato 1.0 pcr (IDEM).

CARGA: carbonato de calcio 5.0 pcr (IDEM).

LUBRICANTE INTERNO: (IDEM).

PIGMENTO: bióxido de titanio 0.5 pcr (IDEM).

ABSORBEDOR DE LUZ: (IDEM).

ANTIOXIDANTE: triazol 0.1 pcr.

LUBRICANTE EXTERNO: cera parafinica 0.5 pcr.

EQUIPO PRINCIPAL

Como se ha visto anteriormente la manufactura de la tubería de PVC no es proceso muy complicado ya que su equipo principal consta de:

EL MEZCLADOR	
EL EXTRUSOR	COSTO PROMEDIO DE TODO EL
EL DADO EN CABEZAL	EQUIPO AQUI MENCIONADO:
LA TINA DE ENFRIAMIENTO	* <u>208,847 USD</u>
EL EXTRACTOR	
LA SIERRA	

En este caso nos referiremos a los 4 primeros ya que necesitan mayor especificación.

* NOTA: Costo base tercer trimestre de 1993, paridad promedio N\$ 3.2823/USD.

MEZCLADOR

Como ya hemos dicho debido al proceso de polimerización (Suspensión) es la presentación de la resina pura, por lo que nos proporciona así el tipo de mezclador que se necesita, y en este caso es el mezclador de polvos secos de alta velocidad que se emplea para mezclar resinas de suspensión y masa.

La operación de mezclado de los aditivos con la resina, genera calor que se transmite a la mezcla, provocando que el PVC absorba a éstos dando como resultado un polvo seco y listo para una transformación.

Para el caso de la tubería de PVC se utiliza un mezclador de alta velocidad, posee un tipo de aspas de diseño especial recubiertas con aleación para resistir el desgaste por abrasión. La temperatura dentro del mezclador se controla por medio de un termopar que está conectado al tablero de control, así como también la velocidad de las aspas ya que el tiempo de mezclado depende de la cantidad y el tipo de aditivos, pero generalmente es de 30 a 40 minutos el tiempo de mezclado.

PARA COMPUESTOS DE PVC RIGIDO (TUBERIA).

- A) Adicionar la resina al mezclador y arrancar a baja velocidad.
- B) A los 40°C y a baja velocidad adicionar los estabilizadores.
- C) Aumentar la velocidad a fin de aumentar el calor.
- D) A los 70°C adicionar el modificador de impacto.
- E) A los 80°C se adicionan las cargas.
- F) A la temperatura de 100°C se adicionan los lubricantes.
- G) Se alcanza la temperatura final en los 120°C a 130°C.
- H) Se enfría el compuesto de PVC hasta 40°C a 50°C.

EXTRUSOR

El tamaño de la extrusora se determina con el tipo de tubería que se quiera fabricar, ya que hay distintos diámetros para cada aplicación de tubería (Hidráulica, Sanitaria, Conduit), por lo que se debe determinar la aplicación para que se establezca los diferentes tamaños de tubería y de extrusora.

El extrusor consiste en 2 partes importantes, el husillo y el dado; el primero, de acuerdo a su diseño y material del que está hecho, será el plástico que pueda comprimir, ya que cada plástico requiere diferentes esfuerzos para su plastificación, de hecho cada husillo se diseña para trabajar a un material en particular y por lo tanto un sólo husillo sería muy difícil que trabajará con diferentes materiales.

Dentro del husillo existen 3 zonas de trabajo las cuales son:

1) Alimentación.- su función es de tomar el material en forma de pellets, transportarlo, comprimirlo y alimentarlo en la zona de compresión.

2) Compresión o transición.- es en esta zona en donde se realiza la transición del material sólido a un fluido viscoso y lo suficientemente deformable y listo para que se transporte a la zona de mezclado.

3) Mezclado o descarga.- es donde termina de mezclarse totalmente para ser enviado al dado dosificado.

Se le denomina "dado general", cuando se fabrica tubería, perfiles, recubrimiento de alambre y monofilamento; el dado consiste en un orificio con un centro por lo que saldrá el material sólo por el espacio anular que deja el centro y el orificio, quedando así formado el tubo. En el cabezal se acopla el dado para tener una sola pieza en la parte extrema del extrusor. El cabezal y el dado tienen diferentes dimensiones para fabricar diferentes medidas de tubería que existen en el mercado; el cabezal tiene un rango de fabricación de aproximadamente un 20%, esto significa que, por ejemplo: el cabezal es de un diámetro nominal de 100 mm, pero sus espesores pueden variar un 20% más o menos, y fabricándose así, diferentes espesores de tubería (clases).

EQUIPOS DE ENFRIAMIENTO

Estos equipos se utilizan debido principalmente a que el PVC se degrada a altas temperaturas, por lo que se requiere enfriamiento. Hay diferentes tipos de enfriadores dependiendo de su utilización para tubería de PVC, como es el caso de un enfriador por agua acoplado al mezclador, su función es la de solidificar el flujo líquido en forma de polvos, este equipo consiste en un tubo de metal (cobre, bronce) por el cual corre el fluido, el agua baña por fuera al tubo de metal, solidificándose el compuesto en forma de polvos.

El otro tipo de enfriador es el que se encuentra después de salir del dado, éste consiste en un tubo largo, dentro del cual va corriendo la tubería de PVC, cayendo el agua en forma de regadera sobre el tubo, enfriándolo para solidificarlo en forma definitiva.

Todos los equipos antes mencionados ya están acoplados en un sólo equipo y en México los distribuidores lo venden integrado con su tablero de control para el manejo de todos los equipos.

MANUFACTURA

La fabricación de tubería de PVC se inicia con la preparación del compuesto, el compuesto se prepara en un mezclador de alta velocidad, en el cual se homogenizan los diferentes elementos mencionados anteriormente.

El orden de incorporación de los aditivos al mezclador es importante para evitar la interferencia con otros aditivos, por las necesidades del producto se requiere emplear un equipo de mezclado adecuado para un perfecto balanceo de las propiedades y por lo consiguiente un producto de calidad.

La reacción de estos elementos se logra mediante agitación en un recipiente caliente con temperatura controlada, en este caso es de aproximadamente 120°C, una vez que alcance esta temperatura se pasa al compuesto a un recipiente donde se enfría con agua hasta una temperatura de 50°C, y quedando así el compuesto en forma de polvos.

Una vez que está listo el compuesto se alimenta a una extrusora, el compuesto es introducido al husillo o tornillo que gira a una cierta velocidad y es accionado por medio de una transmisión y un motor eléctrico, la cavidad en donde se encuentra el husillo junto con el compuesto es calentado por medio de resistencias eléctricas donde su temperatura es controlada por instrumentos, el husillo al girar, introduce al material dentro del "cañón" o cavidad empujándolo hacia el extremo de la máquina donde se encuentra el cabezal con el "dado" que es el que le da la forma tubular, existen diferentes tamaños de cabezal o dado, así como también diferentes tamaños y capacidades de extrusión según el tamaño o diámetro de la tubería a fabricar.

En el cabezal es donde empieza a tomar su forma tubular, en este mismo lugar se empieza a calibrar, es decir, que tenga el mismo espesor en toda su circunferencia, al pasar por el cabezal continúa por un recipiente de enfriamiento en donde toma su forma y dimensiones definitivas.

La redondez del tubo se logra al salir del formador ya que todavía está muy blando el material y tiende a contraerse demasiado y en forma desigual, por lo que se aplica vacío en la

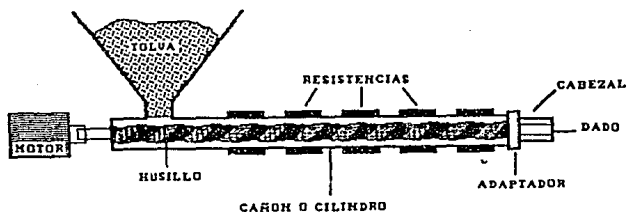
parte externa del tubo y aún dentro de la tina, este vacío es un auxiliar para el control del espesor.

El jalador es un equipo que como su nombre lo indica jala el tubo para pasarlo a través de la tina, este equipo es de velocidad variable para poder dar al tubo una velocidad de acuerdo al diámetro de éste y a la capacidad de la maquina extrusora.

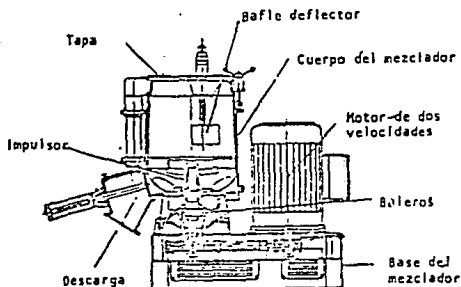
Por último el tubo es cortado, es decir, se coordina la velocidad de una banda con los sensores digitales, estos sensores dan la orden de corte a un determinado tiempo de paso del tubo para darle una longitud de tubo determinada.

En el caso de tubería hidráulica (sistemas de agua potable), después de ser cortados, por medio de aire caliente se les hace una campana que sirve para conectar una sección de la tubería con otra sección de tubería de PVC.

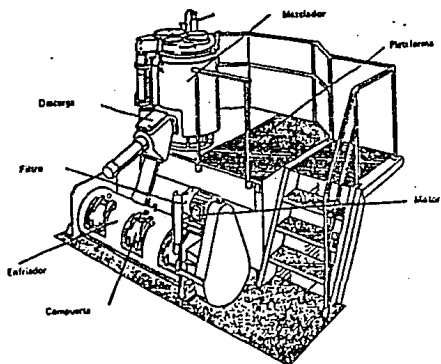
EXTRUSOR PARA PVC



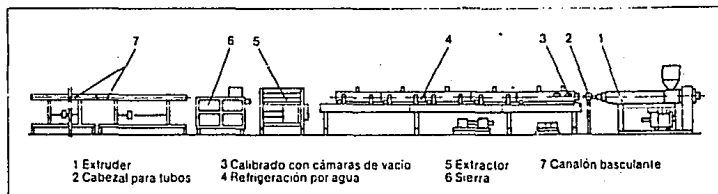
MEZCLADOR DE ALTA VELOCIDAD



EQUIPO PARA MEZCLAR Y ENRIERAR MEZCLAS DE PVC



MANUFACTURA DE TUBERIA DE PVC



ESTUDIO TECNICO

- DIMENSIONAMIENTO DEL EQUIPO PRINCIPAL
- DIAMETROS Y ESPESORES DE TUBERIA DE PVC
- CARACTERISTICAS DE LA TUBERIA DE PVC
- ANALISIS TECNICO-COMPARATIVO
- CONTROL DE CALIDAD

DIMENSIONAMIENTO DEL EQUIPO PRINCIPAL

En la parte anterior (Estudio de mercado) se caracterizó el producto en general (tubería de PVC), ahora, antes de mencionar la manera del dimensionamiento del equipo, determinaremos el tipo de tubería de PVC (aplicación) que se fabricará en la planta propuesta en este trabajo; basandose en el estudio de mercado y tomando en cuenta la importancia y consumo a nivel nacional la planta fabricará tubería Hidráulica y Conduit

CAPACIDAD DE LA PLANTA

La capacidad de la planta puede determinarse en base al estudio de mercado que se ha hecho previamente, partiendo de la demanda del producto a nivel nacional e internacional y de la proyección a futuro de dicha demanda, lo anterior nos dará a producir determinada cantidad de tubería de PVC en términos del mercado. Dado lo anterior se ha fijado que para la planta de tubería de PVC su capacidad instalada será de 15,000 TON/AÑO.

Con la capacidad ya determinada se puede especificar principalmente el tamaño del mezclador y por lo tanto sus dimensiones.

Las dimensiones de los demás equipos están dados por el diámetro de tubería de PVC que se fabricará.

DIMENSIONAMIENTO DEL MEZCLADOR

El dimensionamiento del mezclador está fijado por la cantidad a producir por día o por año, por lo regular estos mezcladores son de tamaño estandar de una determinada capacidad (100, 250, 1000, 2000 Kg) por lo que para la utilización de mezclas de resina de PVC y sus aditivos pueden usarse varios de este tipo de capacidad para poder abastecer la demanda de la capacidad de la planta.

El tipo de material que utiliza este tipo de equipo no es especializado con la excepción de las aspas que por el calor generado y la fricción se hacen de acero y tengan una mayor durabilidad.

DIMENSIONAMIENTO DEL EXTRUSOR

El dimensionamiento del extrusor y del "dado", depende directamente de la aplicación de tubería de PVC, es decir, para cada aplicación (hidráulica, conduit, sanitaria) hay determinados tamaños de extrusores y "dados" para los distintos diámetros de tubería que hay en el mercado. Como se ha especificado la aplicación de la tubería a fabricar, los extrusores serán para tubería hidráulica y conduit. Más adelante se mencionarán las dimensiones de las tuberías de PVC por su aplicación y por tanto se dimensionarán los extrusores a utilizar.

DIMENSIONAMIENTO DEL ENFRIADOR

El dimensionamiento del enfriador depende principalmente del diámetro de la tubería a fabricar, ya que la cavidad del enfriador será mayor que la tubería, y por lo tanto un mayor diámetro implica mayor consumo de agua y viceversa. El consumo de agua debe de ser el necesario para bañar a todo el cuerpo de la tubería durante el tiempo de paso por el enfriador y por tanto, dicho consumo estará relacionado con la velocidad del jalador.

El dimensionamiento de los equipos anteriores está en base a la medida de la tubería a fabricar, por lo que los distribuidores los venden como un sólo equipo y todas sus implementaciones para tubería de PVC.

DIAMETROS Y ESPESORES DE TUBERIA DE PVC

Dentro de las dos aplicaciones que se determinaron para la fabricación de tubería de PVC, la línea de TUBOS HIDRAULICOS de PVC fué diseñada de acuerdo al sistema internacional de medidas. Lo integran 13 diámetros (de 50 a 650 mm), que permiten presiones de 5, 7, 10, 14 y 20 Kg/cm² y en función de estas presiones de trabajo se clasifican las tuberías de PVC en 5 clases; el espesor promedio en cada tubería está en función de la presión de trabajo y del diámetro nominal, se presenta normalmente en el mercado en

longitudes de 6 metros pero puede fabricarse de otras longitudes según acuerdo entre cliente-fabricante y con la hechura de la campana para la union con otra tubería de PVC; la clasificación se observa de mejor manera en la tabla IV.1 .

Para este tipo de aplicación se tienen distintos tipos de conexiones y accesorios para la instalación de sistemas de abastecimiento de agua, desde bridas, codos, "Tes", hasta válvulas de metal o PVC.

El peso promedio de cada tubo está en función del diámetro nominal y de la clase a la que pertenecen (ver tabla IV.2). El acoplamiento entre tuberías se hace de 2 maneras: acoplamiento espiga-campana, que es por medio de un anillo de hule que se coloca dentro de la campana y hace que se una con la espiga, éste se ha diseñado para que soporte la misma presión interna de los tubos, la eficiencia del sellado del acoplamiento por el anillo aumenta con la presión hidráulica interna; la otra es la unión cementada, en la cual se aplica cemento especial para PVC dentro de la espiga y acoplándose dentro de la campana. El acoplamiento de conexiones y accesorios se hace por medio de roscas.

Dentro de los TUBOS CONDUIT se fabrican dos líneas, la línea pesada y la línea ligera; la primera se prefiere para instalaciones visibles (aéreas) y lo integran 9 diámetros (de 13 a 100 mm) tabla IV.3, la otra línea se refiere a instalaciones ocultas y lo integran 6 diámetros (de 13 a 50 mm) tabla IV.4 . Ambos tipos se presentan normalmente en el mercado en longitudes de 3 metros, salvo en casos en que el cliente especifique otra longitud. Los accesorio y conexiones se fabrican en dos líneas de igual manera que la tubería.

El acoplamiento de los tubos conduit es de dos formas: unión cementada y unión roscada (de igual manera que la hidráulica).

TABLA IU.1
TUBO HIDRAULICO DE PUC DIAMETROS Y ESPESORES

DIAMETRO NOMINAL (MM)	DIAMETRO EXTERIOR (MM)	ESPESORES PROMEDIO (e) Y DIAMETROS INT. PROMEDIO (d) EN MM.									
		CLASE 5		CLASE 7		CLASE 10		CLASE 14		CLASE 20	
		e	d	e	d	e	d	e	d	e	d
50	50					2.0	46.1	3.6	44.9	3.7	43.7
63	63			1.7	59.7	3.4	58.3	3.0	56.5	4.5	54.1
80	80	1.7	76.0	2.2	75.8	3.1	74.0	4.1	72.0	5.8	68.6
100	100	2.0	96.2	2.7	94.8	3.8	92.6	5.2	89.8	7.2	85.0
150	150	3.1	154	4.2	151	5.9	148	8.1	146	11.4	137
200	200	3.8	192	5.3	189	7.4	185	10.1	180	14.1	172
250	250	4.7	240	6.5	237	9.2	231	12.6	225	17.7	214
315	315	6.0	303	8.2	298	11.6	292	15.0	283	22.3	270
380	380	6.6	342	9.3	337	13.9	329	17.9	319	25.8	305
450	450	7.5	385	10.4	379	14.6	371	20.1	360	28.1	344
480	480	8.4	433	11.7	427	16.4	417	22.6	405	31.6	387
550	550	9.4	482	13.9	475	19.2	464	25.1	450	35.1	430
630	630	11.0	607	16.3	598	23.9	588	31.6	567	44.1	542

CLASE	5	7	10	14	20
PARTE DE TRABAJO (CM/CM ²)	5	7	10	14	20

FUENTE: MANUAL DE CONSTRUCCION DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA CON TUBERIA DE PUC ITP, FEBRERO 1991.

TABLA IU.2
PESO PROMEDIO, EN Kg POR TRAMO DE UN
METRO EN TUBOS DE PUC

DIAMETRO NOMINAL (mm)	CLASE 5	CLASE 7	CLASE 10
50	-----	-----	0.423
63	-----	0.489	0.640
75	0.507	0.704	1.024
100	0.663	1.157	1.610
140	2.100	2.802	4.004
200	3.202	4.002	6.234
250	5.074	4.908	9.703
315	8.140	11.076	15.430
380	10.120	14.163	19.441
450	12.947	17.840	24.707
525	16.339	20.880	31.323
600	20.314	27.679	38.627
630	22.132	40.063	41.242

CLASE 14	CLASE 20
0.543	0.755
0.655	1.160
1.371	1.897
2.152	2.928
3.419	7.421
5.445	11.023
13.170	19.009
20.030	29.678
24.593	36.246
33.638	46.837
42.540	59.241
53.510	71.886
63.300	113.037

**TABLA IU.3
TUBOS CONDUIT TIPO PESADO**

DIAMETRO NOMINAL (MM)	DIAMETRO EXTERIOR (MM)	ESPESOR DE PARED (MM)	DIAMETRO INTERIOR (MM)
13	21.3	1.0	17.4
19	26.7	1.0	23
25	32.4	1.0	29.7
32	42.2	1.6	39.0
39	46.3	1.9	43.7
50	60.3	2.3	54.9
60	73.0	2.7	66.8
75	83.9	2.8	78.0
100	114.3	2.0	107.9

**TABLA IU.4
TUBOS CONDUIT TIPO LIGERO**

DIAMETRO NOMINAL (MM)	DIAMETRO EXTERIOR (MM)	ESPESOR DE PARED (MM)	DIAMETRO INTERIOR (MM)
13	17.9	1.0	15.4
19	23.4	1.0	20.9
25	29.0	1.2	26.6
32	38.1	1.4	34.6
39	44.2	1.5	40.2
50	56.1	1.6	51.9

FUENTE: INSTALACION DE SISTEMAS ELECTRICOS CON TUBERIA CONDUIT DE PVC. ITP. 1999

CARACTERISTICAS

Dentro del mercado nacional de tuberías plásticas podemos encontrar 4 tuberías de diferentes materiales, de PVC, de polietileno alta y baja densidad y la de polipropileno; las 3 primeras son las más comerciales; la de polipropileno no se ha comercializado tanto debido a la falta de disponibilidad de la materia prima, debido a que no hay una infraestructura de producción de tubería de polipropileno comparable a la de PVC, pero es uno de los materiales más versátiles, y la tubería uno de los productos con mayores perspectivas a futuro dentro del mercado.

El consumo de las tuberías de polietileno es reducido debido a, que su principal campo de aplicación es en la tubería conduit. Dentro de las tuberías de polietileno la de mayor consumo es la de baja densidad, esto es debido a que su manufactura es más económica que la de alta densidad, esta última se utiliza principalmente para instalaciones abiertas debido a su mayor resistencia, mientras que la otra se utiliza para instalaciones subterráneas y aéreas con propiedades mecánicas buenas, cabe mencionar que la tubería de polietileno de baja y alta densidad no son el principal producto manufacturado de la resina.

Se mencionarán las principales características de la tubería de PVC, las ventajas y limitaciones del producto y de cualquier tubería plástica se dará por la especificación del uso que se le dará.

Nota: en la segunda parte (estudio de mercado) se mencionaron las características generales de la tubería de PVC, ahora se mencionan características más específicas.

-RESISTENCIA A LAS PRESIONES INTERNAS

La resistencia a las presiones internas de las tuberías de PVC disminuye a medida que aumenta la temperatura del agua conducida, cuando una tubería enterrada se ha instalado adecuadamente, la única temperatura a considerar es la del agua conducida. Cuando la temperatura del agua es mayor a 25°C la tubería y conexiones de PVC se ven reducidas en su máxima presión de trabajo en un factor lo que hace que se deba de cuidar la presión de trabajo en la tubería.

TEMPERATURA DEL FLUIDO °C	FACTOR DE REDUCCION DE PRESION DE TRABAJO
0 A 25	1.00
26 A 30	0.83
31 A 35	0.80
36 A 40	0.63

- RESISTENCIA AL IMPACTO

A temperaturas menores a 0°C la resistencia del PVC al impacto se reduce, sin embargo la baja conductividad térmica del PVC proporciona la ventaja de menores riesgos de congelación del fluido conducido, mientras que a una temperatura normal (25 a 35°C) la resistencia es aún adecuada para la conducción de líquidos.

- RESISTENCIA A LA TRACCION

Los efectos de tracción se absorben satisfactoriamente gracias a su resistencia que es de 422 a 527 Kg/cm².

- ADAPTACION A OTROS MATERIALES

Este es una parte del campo de aplicación que tiene la tubería de PVC, y una de las principales adaptaciones es la de asbesto-cemento a PVC: es una de las adaptaciones más utilizadas para el sistema de abastecimiento de agua potable. También existe la adaptación acero galvanizado-PVC y se pueden unir por medio de rosca y se utiliza también en el abastecimiento de agua potable. Por último se utiliza la derivación de PVC-PE (polietileno) que se utiliza principalmente en las tomas domiciliarias formando parte del sistema de abastecimiento de agua.

- TOXICIDA

Las tuberías de PVC no contaminan el agua que conducen con los elementos que contiene el compuesto de PVC en su fase primaria, tales como plomo, cadmio, bario y zinc. Las tuberías no son susceptibles al ataque de productos usados para tratamiento de agua, el contenido de plomo y cadmio debe de ser menor a 0.05 y 0.01 ppm respectivamente.

- PRUEBAS FISICAS Y QUIMICAS

Las pruebas que se deben de someter los tubos y conexiones antes de ser llevados al mercado son las siguientes:

- A) Presión de reventamiento.
- B) Presión sostenida a 1000 hrs.
- C) Resistencia a la acción de la acetona.
- D) Absorción de agua.
- E) Aplastamiento.
- F) Combustibilidad.
- G) Acoplamientos.

Estas pruebas se hacen principalmente en el control de calidad y teniendo distintos parámetros para diferentes tipos de tuberías, más adelante se especificará este tipo de pruebas.

- PESO DE TUBERIA

El cálculo del peso de cada sección de tubería se basa en la forma cilíndrica y se utiliza la siguiente secuencia:

$$P = aD \quad \text{donde} \quad \begin{array}{l} a: \text{área anular del tubo} \\ D: \text{densidad del material del tubo} \\ P: \text{peso del tubo.} \end{array}$$

sabiendo que el área anular es:

$$a = [3.14 * (De^2 - Di^2)] / 4 \quad \text{donde} \quad \begin{array}{l} De: \text{diámetro externo.} \\ Di: \text{diámetro interno.} \end{array}$$

$$\text{y} \quad De = Di + 2E \quad \begin{array}{l} E: \text{espesor.} \end{array}$$

- NUMERO DE CONDUCTORES (CONDUIT)

Todos los conductores que se alojen en tubos de PVC (conduit), sean portadores de corriente o no, incluyendo su aislamineto y otros forros, no deben ocupar más del 40% de la sección transversal del tubo en el caso de 3 conductores o más; no más del 30% cuando sean 2 conductores y no más del 55% cuando se trate de un sólo conductor. El número de conductores dentro del tubo es el mismo para tubería metálica que para PVC, según norma NTIE-85 (SECOFI).

Debido a sus propiedades físicas, químicas y eléctricas la tubería conduit de PVC es propia para proteger instalaciones eléctricas de hasta 1,000 voltios.

ANALISIS TECNICO-COMPARATIVO

En el caso de una empresa constructora que es el mayor consumidor de tubería plástica y metálica, debe contar con ciertas especificaciones del proyecto, que en casos generales es para la conducción de agua potable, por lo tanto debe proporcionar los siguientes datos:

- Tipo de fluido a conducir.
- Presión máxima de trabajo.
- Temperatura de operación del fluido conducido.
- Tipo de instalación (aérea, subterránea, visible bajo techo, submarina, etc.
- Plano topográfico.
- Gasto por conducir.
- Plano de línea de proceso.
- Datos complementarios: caminos, ríos, derivaciones, bocas de riego, etc.

Para el caso de conducción de fluidos diferentes al agua, deben suministrarse además los siguientes datos:

- Composición química del fluido.
- Concentración.
- Temperatura máxima y mínima de operación.
- Presión máxima y mínima de operación.

En el cuadro IV.5 se hace el análisis para tubería de PVC y tubería de polietileno de baja densidad, ya que como hemos visto anteriormente son las de mayor consumo y por lo tanto son las que presentan mayor especificación.

Para este trabajo no se considera necesario hacer un estudio más profundo de todas las tuberías plásticas, debido a que no hay una gran especificación técnica, no son tan importantes como las que se analizarán, no tienen una gran demanda en el mercado, no llenan el requisito de la mayoría de las aplicaciones, etc.

**TABLA IV.5
ANALISIS COMPARATIVO DE TUBERIAS**

CARACTERISTICAS	TUBERIA DE PUC	TUBERIA DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD
INFLAMABILIDAD (PROPAGACION DE FLAMA) NOM-E-25.	NO TIENE RIESGO DE INFLAMABILIDAD. PUNTO DE IGNICION 332°C. VELOCIDAD DE PROPAGACION 3.64 MM/MIN.	MATERIAL NO COMBUSTIBLE. PUNTO DE IGNICION 340°C. VELOCIDAD DE PROPAGACION 1.42 MM/MIN.
ADECUACION AL AFLASTA- NOM-E-14. MODULO DE ELASTICIDAD NOM-E-74.	TIENE RIESGOS DE DEFORMACIONES NO ELASTICAS EN CASOS DE MODULO DE ELASTICIDAD: 25.100 Kg/cm ² .	NO TIENE RIESGOS DE DEFORMACIONES NO ELASTICAS. MODULO DE ELASTICIDAD: 2.900 Kg/cm ² .
HERMETICIDAD	EN UNION, GARANTIA SU ESTANCHEZ. PULSO, GAS, ETC.	EN UNION, INHERENTE NO SE GARANTIZA EL ESTANCHEZ DE PULSO, GAS, ETC.
RESISTENCIA A LA TRACCION NOM-E-52.	RESISTENCIA A LA TRACCION 42-527 Kg/cm ² .	RESISTENCIA A LA TRACCION 42-162 Kg/cm ² .
TEMPERATURA MAXIMA DE OPERACION.	70°C. NIKI-51. INCISO 396.15	43°C.
FACILIDAD DE CABLEADO	NO PRESENTA PROBLEMAS	BY-TIENDAS DE CABLEADO
USOS PERMITIDOS	INSTALACIONES OCULTAS: SISTEMAS, ETC.	INSTALACIONES OCULTAS
USOS NO PERMITIDOS	OPERA EN AMBIENTES CON TEMPERATURA MAYOR A 70°C.	OPERA EN AMBIENTES CON TEMPERATURA MAYOR A 43°C.
RESPONSABILIDAD DEL FABRICANTE. NIKI-51. INCISO 396.15	LOS FABRICANTES OBTIENEN EL SELLO DEL ITP EN TODA SU TUBERIA CON SU RAZON SOCIAL, DIAMETRO, TIPO Y No. OFICIAL.	EL FABRICANTE NO MARCA SU TUBERIA.
APOYO TECNICO	NORMALIZACION, CERTIFICA- CION, ASESORIA E INFORMA- CION TECNICA EN EL ITP.	NO EXISTE EL APOYO TEC- NICO.

CONTROL DE CALIDAD

CONCEPTOS GENERALES

En México existe una dependencia llamada Dirección General de Normas, la cual dicta la norma oficial mexicana (NOM) con los requerimientos mínimos para cada tipo de material dependiendo de su uso.

Todo producto que lleve el sello de la Dirección General de Normas, significa que cumple con ciertos requisitos según el producto y uso de éste. Para que se cumplan los requisitos se efectúan visitas periódicas de inspección, en donde se verifica a los productos con pruebas, y que estos cumplan con la norma.

En toda empresa de tubería plástica se encuentra un departamento de control de calidad, este toma como base las normas oficiales para efectuar periódicamente la inspección de los productos fabricados y aceptarlos o rechazarlos, para así tener absoluta seguridad y control en los requerimientos y especificaciones técnicas y tener un producto de calidad.

Particularmente la industria de tuberías plásticas tiene además, otras instituciones las cuales vigilan las normas de control y calidad que dicta la Dirección General de Normas, una de estas instituciones se llama ITP (Instituto de Tubería Plástica) y la otra AMITUP (Asociación Mexicana de la Industria de Tubería Plástica).

NORMAS OFICIALES PARA TUBOS PLÁSTICOS Y DE PVC

- NOM-E-22 .- Tubos y conexiones de PVC para abastecimiento de agua potable.
- NOM-E-12 .- Tubos y conexiones de PVC.
- NOM-E-94 .- Anillos de hule para uso hidráulico.
- NOM-E-13 .- Método de prueba para la determinación de resistencia de la presión interna sostenida.
- NOM-E-14 .- Método de prueba de aplastamiento de tubos de plástico.
- NOM-E-15 .- Método de prueba de inmersión en acetona de tubos de PVC.

- NOM-E-16 .- Método de prueba para la determinación de la resistencia al reventamiento por presión interna en tubos de plástico.
- NOM-E-21 .- Método de prueba para la determinación de dimensiones en tubos lisos de plástico.
- NOM-E-25 .- Método de prueba de combustibilidad en tubos de plástico.
- NOM-E-28 .- Método de extracción de sustancias contenidas en tubos de plástico por contacto con agua potable.
- NOM-E-63 .- Método de prueba para la determinación del plomo en tubos de plástico.
- NOM-E-64 .- Determinación del contenido de cadmio en tubos de plástico.
- NOM-E-30 .- Cementos disolvente para tubos y accesorios de PVC.

Para las tuberías de polietileno, además de algunas de las normas anteriores, existen específicas para este tipo de material por su aplicación, aunque estas tuberías son las de mayor consumo después de la de PVC, pero hay un inconveniente, no están tan normalizadas y certificadas como esta última, por lo que están en desventaja técnica.

MÉTODOS Y PRUEBAS EN EL CONTROL DE CALIDAD EN TUBOS DE PVC

Antes de ser entregado al almacén, el producto terminado pasa por el departamento de control de calidad para aplicar las pruebas necesarias y de esta manera comprobar la calidad del producto. En la siguiente tabla se pueden observar las diferentes pruebas aplicadas en la tubería de PVC.

**TABLA IV.6
PRUEBAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y MECÁNICAS**

	HIDRAULICA	CONDUIT
DIMENSIONES	CUMPLA NOM-E-22	CUMPLA NOM-E-22
RESISTENCIA ACETONA	20 MIN.	20 MIN.
COMBUSTIBILIDAD	AUTOEXTINGUIBLE	AUTOEXTINGUIBLE
APLASTAMIENTO	40% SU DIAMETRO	40% SU DIAMETRO
IMPACTO	-----	1 Kg-m
PRESION DE TRABAJO	CUMPLA NOM-E-22	-----
PRESION DE REVENTA.	CUMPLA NOM-E-22	-----
RESISTENCIA QUÍMICA	RESISTENTE	RESISTENTE
ABSORCION DE AGUA	-----	0.5% MAX.
COLOR DE TUBO	BLANCO	VERDE OLIVO
SELLO	CUMPLA NORMA	CUMPLA NORMA

A) **DIMENSIONES:** se toma una muestra de tubo y utilizando un calibrador Vernier se determina espesor, diámetro, ovalidad, excentricidad que deben de cumplir según la norma.

B) **RESISTENCIA DE ACETONA:** consiste en sumergir un pedazo de tubería en un frasco que contenga acetona anhidra por un tiempo de 20 min., después de esto la muestra no deberá presentar desprendimientos en forma de escamas, aparición de grietas o cualquier ataque que sea notorio en la superficie.

C) **COMBUSTIBILIDAD:** a una parte de un tubo de PVC se le aplica una flama, la muestra deberá apagarse por si sola.

D) **APLASTAMIENTO:** se toma una muestra de 5 cm de tubo y se colóca en medio de dos placas paralelas y se presiona en un 40% de su diámetro en un lapso de 2 a 5 min., después de esto la muestra no debe de presentar rupturas o grietas en la superficie.

E) **ABSORCION DE AGUA:** consiste en poner en contacto con el agua una muestra de tubería la cual después de 48 hrs no debe contener más del 0.5% en peso de agua.

Una de las limitaciones de la tubería de PVC es la temperatura del fluido manejado, por lo cual se tiene una tubería específica para este tipo de fluido, la tubería se le conoce como PVC-clorado, en si sería un dicloruro de polivinilo, el cloro que se le agrega al PVC hace que sea más resistente a la temperatura del fluido (más de 90°C), desgraciadamente este producto no es muy consumido y por tanto no se fabrica en México, lo poco que se consume se importa, pero en un futuro sus aplicaciones crecerán y se tendrá que construir plantas, más que nada, para la post-cloración (PVC-clorado).

ESTUDIO ECONOMICO

- ESTIMACION DEL COSTO DE LA INVERSION
- ESTIMACION DEL COSTO DE PRODUCCION Y DEL CAPITAL DE TRABAJO
- ESTADOS FINANCIEROS
- EVALUACION DEL PROYECTO

ESTIMACION DE LA INVERSION

Para saber el costo de cada equipo y de la materia prima que se utiliza en la fabricación de tubería de PVC se utilizó lo siguiente:

- Cotización comercial de distribuidores.
- Precio comercial de materia prima

Para la estimación de la inversión se utiliza el método de factores: en base al costo de los equipos principales, este tipo de método de inversión tiene una precisión de +/- 30% en orden de magnitud, en la tabla V.1 se presentan los conceptos incluidos en el estimado, el factor o criterio utilizado y el costo de la inversión desglosado por concepto. El valor de estos factores depende del tipo de materia prima y producto terminado que se maneje.

Dentro de la estimación de la inversión se incluye el capital de trabajo, este se estima en base al costo de las materias primas y del producto, en la tabla V.4 se presenta la estimación del capital de trabajo.

Cabe mencionar que en esta parte se presenta la estimación en moneda nacional (pesos constantes del tercer trimestre de 1993, con una paridad promedio frente al dolar de 3.2823 N\$/USD).

La inversión inicial comprende la adquisición de los activos fijos o tangibles (equipo principal, edificios, terreno, instalación de equipo, etc.) y los activos diferidos o intangibles (asistencia técnica, gastos preoperatorios, servicios, puesta en marcha, etc.).

TABLA V.1

ESTIMACION DE LA INVERSION (**)

CONCEPTO	FACTOR	* MONTO ESTIMADO (MILES USD)	* MONTO ESTIMADO (M N\$)
C O S T O S D I R E C T O S			
EQUIPOS	1.00	1,461	4,813
INSTALACION DE EQUIPOS	0.45	658	2,166
INSTALACION ELECTRICA	0.15	219	722
EDIFICIOS	0.20	292	963
ARREGLO DEL TERRENO	0.10	146	481
SERVICIOS AUXILIARES	0.30	438	1,444
IMPLEMENTOS DE PLANTA	0.30	438	1,444
TERRENO	0.06	88	289
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS		3,740	12,322
C O S T O S I N D I R E C T O S			
SUPERVISION DE CONSTRUCCION	0.65	950	3,128
GASTOS DE CONSTRUCCION	0.40	584	1,925
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS		1,534	5,053
TOTAL DIRECTOS + INDIRECTOS		5,274	17,375
IMPREVISTOS (10% DE DIRECTOS + INDIRECTOS)		527	1,737
TOTAL CAPITAL FIJO		5,801	19,112
CAPITAL DE TRABAJO	TABLA V.4	2,589	8,499
TOTAL INVERSION		8,412	27,611

* NOTA: Costo base tercer trimestre de 1993, paridad promedio N\$3.2823/USD

** Consultar bibliografía citada.

ESTIMACION DEL COSTO DE PRODUCCION Y EL CAPITAL DE TRABAJO

Para la estimación del costo de producción se considera también el método de factores basado en el costo de materia prima y de producto.

En la tabla V.2 se presenta la lista de materias primas, su consumo y precio, la tabla se construye en base a la capacidad de la planta en 1995 (9000 Ton/año), y también en base a la eficiencia que es de .98 Kg de Prod./Kg de M.P., con lo cual se estima el costo de materia prima por Kg y el costo del producto por Kg.

En la tabla V.3 se presentan los conceptos incluidos como costos de producción para el producto terminado, el factor utilizado y el monto estimado en base al costo del producto por Kg.

En la tabla V.4 se presenta la estimación del capital de trabajo, en base al costo del producto y de las materia primas.

TABLA V.2

CONSUMO DE MATERIAS PRIMAS

MATERIA PRIMA	CONSUMO Kg/hr	CONC. (P.C.R)	* PRECIO USD/Kg	TOTALES USD/hr	TOTALES N\$/hr
Resina de PVC	879.0	100	0.95	835	2,741
Metil estaño	13.0	1.5	7.80	101	332
Metil metacrilato	53.0	6.0	0.76	40	131
Polimetil metacrilato	7.0	0.8	0.95	6	20
Carbonato de calcio	53.0	6.0	0.28	15	49
Estearato de calcio	16.0	1.8	1.80	29	95
Bióxido de titanio	4.0	0.5	29.93	120	394
Benzofenona	2.0	0.2	28.10	56	184
Fenol triazol	1.0	0.1	10.66	11	36
Total M.P.	1,028	116.9		1,213	3,982

EL costo de materia prima es: $1,213/1,028 = \underline{1.18 \text{ USD/Kg de M.P.}}$

El costo de producto es: $1.18/.98 = \underline{1.2041 \text{ USD/Kg de Prod.}}$

Para producir 1007 Kg/hr de producto.

* NOTA: Costo base tercer trimestre de 1993, paridad promedio N\$3.2823/USD.

TABLA V.3
COSTO DE PRODUCCION Y GASTOS GENERALES ()**

CONCEPTO		FACTOR	* COSTO %/Kg
<hr/>			
COSTOS DIRECTOS	COSTOS FIJOS		
DE OPERACION	1 MANO DE OBRA	15% COSTO M.P.	581
	2 SUPERVISION	15% DE (1)	87
	3 MANTENIMIENTO	8% COSTO M.P.	310
	4 SUMINISTROS	15% DE (3)	46
	COSTOS VARIABLES		
	5 MATERIAS PRIMAS	TABLA V.2	3,873
	6 SERVICIOS	15% COSTO M.P.	581
	7 MATERIALES DE OP	6% DE (1)	35
COSTOS INDIRECTOS	COSTOS FIJOS		
DE OPERACION	8 SERVICIO MEDICO	CONSIDERAR 60% DE	587
	9 SEGURIDAD	(1+2+3)	
	10 COMEDOR		
	11 PRESTACIONES		
	12 INDIRECTOS DE NOMINA		
	COSTOS VARIABLES		
	13 SERVICIOS DE ALMACEN	15% DEL COSTO DE MATERIA PRIMA	581
<hr/>			
TOTAL DE COSTOS			6,681
<hr/>			
GASTOS	14 SALARIOS DE EJECUTIVOS	CONSIDERAR 50% DE	290
ADMINISTRATIVOS	15 COSTOS LEGALES	(1)	
	16 MANTENIMIENTO DE OFICINAS		
	17 SERV. DE COMPUTACION		
GASTOS DE VENTAS	18 OFICINAS	CONSIDERAR 10% DE	212
	19 DE REPRESENTACION	LA INVERSION FIJA	
	20 TRANSPORTES		
	21 PUBLICIDAD		
	22 SERVICIOS DE VENTAS		
	23 PLANEACION Y DESARROLLO		
<hr/>			
TOTAL DE GASTOS			502
<hr/>			
TOTAL			7,183
IMPREVISTOS (10% DE TOTAL)			718
<hr/>			
TOTAL			7,901

** Consultar bibliografía citada.

* NOTA: Costo base tercer trimestre de 1993, paridad promedio 100.200/USD.

TABLA V.4

ESTIMACION DEL CAPITAL DE TRABAJO

C O N C E P T O	BASE DE CALCULO	* MONTO ESTIMADO (M N\$)
ACTIVO CIRCULANTE		
- Caja y bancos	15 días del CMD	1,433
- Cuentas por cobrar	30 días del CPD	5,729
- Inventarios		
Materia prima	30 días del CMD	2,866
Producto terminado	7 días del CPD	1,337
PASIVO CIRCULANTE		
- Cuentas por pagar	30 días del CMD	2866
T O T A L C A P I T A L D E T R A B A J O		8,499

Capacidad de la planta para 1995	9,000 ton/año
Costo del producto	7.901 N\$/Kg de Prod.
Costo de materia prima	3.873 N\$/Kg M.P.
CPD: Costo de producto por día	190.95 MN\$/DIA
CMD: Costo de materia prima por día	95.55 MN\$/DIA

* NOTA: Costo base tercer trimestre de 1993, paridad promedio N\$3.2823/USD.

La base de cálculo, los costos de producto y de materia prima por día, se mantendrán de igual manera a través de los 6 años de estudio, en la tabla V.5 se muestran las proyecciones del capital de trabajo, así como la variación de la capacidad de la planta hasta llegar a su máxima capacidad; cabe mencionar que el capital de trabajo unicamente está en función de la capacidad de la planta.

Proyecciones del Capital de Trabajo

TABLA V.5

(MILES DE NUEVOS PESOS)

(Pesos constantes del tercer trimestre de 1993)

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
- Caja y bancos	-----	1433	1910	2149	2387	2387	2387
- Cuentas por cobrar	-----	5729	7637	8592	9546	9546	9546
- Inventarios							
Materia prima	-----	2867	3820	4297	4775	4775	4775
Producto terminado	-----	1337	1782	2005	2227	2227	2227

ACTIVO CIRCULANTE	-----	11365	15149	17042	18936	18936	18936
- Cuentas por pagar	-----	2867	3820	4297	4775	4775	4775

PASIVO CIRCULANTE	-----	2867	3820	4297	4775	4775	4775
CAPITAL DE TRABAJO	-----	8499	11329	12745	14161	14161	14161

CAPACIDAD DE LA PLANTA

AÑO	CAPACIDAD (ton.)	Costo del producto	7.901 N\$/Kg de Prod.
1995	9000	Costo de materia prima	3.873 N\$/Kg de M.P.
1996	12000		
1997	13500		
1998	15000		
1999	15000		
2000	15000		

ESTADOS FINANCIEROS

Para la elaboración de los estados financieros se tomó el precio del producto a pesos constantes del trimestre de 1993, cabe mencionar que el hacer una estimación del índice inflacionario para el periodo comprendido, es la suposición de muchos de los factores que intervienen en éste, ya que no todos tienen el mismo comportamiento, por lo que la mejor forma de interpretarlos es haciéndolos constantes (pesos constantes).

La construcción de la planta e instalaciones se consideran para el año siguiente a 1993, así que el primer año de producción es 1995, año en que empezarán los estados financieros.

Finalmente se reúne y se especifica la información requerida para la elaboración de los estados financieros, principalmente el de pérdidas y ganancias (estado de resultados) y el balance general. El estado de pérdidas y ganancias (estado de resultados) Tabla V.6 estará en base a los ingresos por ventas, los conceptos utilizados son un factor ó un % con un valor medio referido a las ventas totales para los años siguientes partiendo de 1995.

- Los ingresos por ventas.- se considera el precio del producto de 1993 multiplicado por el volumen programado en cada año.

- Los costos de lo vendido.- son los ingresos totales por ventas multiplicado por 59% (.59) que es el porcentaje del valor medio referido a las ventas totales, de éste tomamos 3 rubros, el material de operación con 32% de valor medio, mano de obra 16% y otros 11%.

- Utilidad marginal.- son los ingresos totales por ventas menos el costo de lo vendido.

- Gastos generales.- son los ingresos totales por ventas multiplicado por 26% (.26) que es el porcentaje del valor medio referido a las ventas totales que le corresponde a este rubro, y se puede dividir en, gastos de ventas 18% y gastos administrativos 8%.

- Utilidad bruta.- es la utilidad marginal menos los gastos generales y gastos financieros.

- Impuesto sobre la renta.- se considera el 35% de la utilidad antes de impuestos (utilidad gravable).

-El reparto de utilidades.- se considera el 10% de la utilidad antes de impuestos (utilidad bruta).

- El flujo neto de efectivo.- para un periodo determinado (un año), es la diferencia entre todos los desembolsos en el periodo y las ganancias obtenidas en dicho periodo, el cálculo para obtener los flujos netos de efectivo se observan en la tabla V.7.

El balance general (Tabla V.8) se hará para los 6 años de estudio pero, se recomienda hacer el balance general inicial debido a: cuando una empresa empieza a generar ganancias, no se sabe con certeza el destino de las mismas, ya que hay distintas opciones, como distribuir la mayoría de las utilidades, reinvertir en el propio negocio, invertir en otras empresas por medio de acciones, o invertir en cualquier otra alternativa, lo anterior acarrearía suponer la mayoría de los datos sin una base realmente firme y por lo tanto la recomendación es que se presente el balance general inicial (para 1995), aunque en el presente trabajo se hará el balance para los 6 años de estudio como ejemplo de simulación de activos y pasivos de la empresa.

Antes de empezar a elaborar el balance general se tiene que determinar de la inversión total inicial cuanto se podrá financiar (instituciones bancarias) y cuanto es por parte de los accionistas. La inversión total inicial (cuadro V.1) es de 27,611 MN\$.

Para determinar la TMAR o costo de capital de los inversionistas sobre su inversión aportada, nos basamos en la tasa anual de los certificados de la tesorería (CETES), más un 10% como regla empírica (regla heurística), sumando a lo anterior 6 puntos porcentuales como premio al riesgo, lo cual arroja una TMAR para los inversionistas (Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento) de 30% por lo tanto tenemos lo siguiente:

Tasa anual de CETES:

CETES a 364 días 13.81%, por tanto: $13.81\% + 10\% + 6\% = 30\%$

INVERSIONISTAS PRIVADOS TMAR = 30%
INSTITUCION BANCARIA TMAR = 35%

La TMAR bancaria es simplemente el interés que la institución cobra por hacer un préstamo y aquí se está suponiendo una tasa de interés preferencial.

Se toma como 40% de financiamiento por parte de una institución bancaria y el otro 60% restante por parte de inversionistas privados.

ESTADO DE RESULTADOS (PERDIDAS Y GANACIAS)

TABLA V.6

* (MILES DE NUEVOS PESOS)

(Pesos constantes del tercer trimestre de 1993)

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
VENTAS (TON.)	0	9000	12000	13500	15000	15000	15000
PRECIO M Ns/TON	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8
+ Ingresos por ventas	-----	79200	105600	118800	132000	132000	132000
- Costos de producción	-----	46728	62304	70092	77880	77880	77880
Materiales	-----	25344	33792	38016	42240	42240	42240
Mano de obra	-----	12672	16896	19008	21120	21120	21120
Otras	-----	8712	11616	13068	14520	14520	14520
= Utilidad marginal	-----	32472	43296	48708	54120	54120	54120
- Gastos generales	-----	20592	22176	24948	27720	27720	27720
Gastos de ventas	-----	14256	19008	21394	23760	23760	23760
Gastos admon.	-----	6336	8448	9504	10560	10560	10560
- Gastos financieros	-----	2676	2230	1784	1338	892	446
= Utilidad bruta	-----	9204	18890	21976	25062	25508	25954
- Impuesto sobre la renta	-----	3221	6612	7692	8772	8928	9084
- Reparto de utilidades	-----	920	1889	2198	2506	2551	2595
= Utilidad neta	-----	5062	10390	12087	13784	14029	14275

*NOTA: El financiamiento se refiere al 40% de la inversión total fija.

ESTADO DE ORIGEN (FLUJO DE EFECTIVO)

TABLA V.7

* (MILES DE NUEVOS PESOS)

(Pesos constantes del tercer trimestre de 1993)

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
+ Saldo inicial en exceso	-----	-----	-2799	1957	11927	23786	39217
+ Utilidad neta	-----	5062	10390	12097	13784	14029	14275
+ Depreciación y Amort.	-----	1911	2293	2495	2676	2676	2676
+ financ. bancario	7645	-----	-----	-----	-----	-----	-----
+ Aportación de capital	11467	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Ingresos	19112	6973	9893	16528	28387	40491	56167
- Pago de pasivo bancario	-----	1274	1274	1274	1274	1274	1274
- Incremento Inver. fija	19112	-----	3822	1911	1911	0	0
- Incremento Cap. de trab.	-----	8499	2830	1416	1416	0	0

Egresos	19112	9773	7926	4601	4601	1274	1274

= Flujo Neto de Efectivo	-11467	-2799	1957	11927	23786	39217	54893

BALANCE GENERAL

V.B

* (MILES DE NUEVOS PESOS)

(Pesos constantes del tercer trimestre de 1993)

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
- Caja y bancos	-----	1423	1910	2149	2387	2387	2387
- Cuentas por cobrar	-----	5729	7637	8592	9546	9546	9546
- Inventarios							
Materia prima	-----	2867	3820	4297	4775	4775	4775
Producto terminado	-----	1337	1782	2065	2227	2227	2227

ACTIVO CIRCULANTE TOTAL	-----	8566	15149	17042	18936	18936	18936
- Maquinaria y equipo	4813	4813	5776	6257	6738	6738	6738
- Terreno	289	289	347	376	405	405	405
- Edificios	963	963	1156	1252	1348	1348	1348
- Instalación de equipo	2166	2166	2599	2816	3032	3032	3032
- Otros activos fijos	4091	4091	4909	5318	5727	5727	5727

ACTIVO FIJO TOTAL	12322	12322	14786	16019	17251	17251	17251
- Gastos de construcción	1925	1925	2310	2503	2695	2695	2695
- Supervisión e ingeniería	3128	3128	3754	4066	4379	4379	4379
- Otros activos diferidos	1737	1737	2084	2258	2432	2432	2432

ACTIVO DIFERIDO TOTAL	6790	6790	8148	8827	9506	9506	9506
DEPRE. Y AMORT. ACUMULADA	-----	1911	4204	6689	9365	12040	14716

ACTIVO TOTAL	19112	25767	33879	35199	36328	33652	30977

- Fiananc. de proveedores	-----	2867	3820	4297	4775	4775	4775
- Pasivo bancario	1274	1274	1274	1274	1274	1274	0

PASIVO CIRCULANTE	1274	4141	5094	5571	6049	6049	4775
- Pasivo bancario	6371	5097	3823	2549	1274	0	0
- Otros pasivos	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

PASIVO FIJO	6371	5097	3823	2549	1274	0	0

PASIVO TOTAL	7645	9238	8917	8120	7323	6049	4775
CAPITAL SOCIAL	11467	11467	11467	11467	11467	11467	11467
UTILIDAD DE LA EMPRESA	-----	5062	10390	12087	13784	14829	14275
RESERVA ACUMULADA	-----	-----	3106	3525	3754	2107	460

CAPITAL TOTAL + PASIVO TOTAL	19112	25767	33879	35199	36328	33652	30977

ACCIONISTAS	APORTACION	TMAR	PONDERACION TMAR
Privados	0.60	0.30	0.18
Banco	0.40	0.35	0.14
TMAR global			----- 0.32 = 32%

Lo anterior significa que es el rendimiento o tasa mínima que deberá ganar la empresa para pagar el 30% de intereses sobre la inversión aportada por lo inversionistas privados (60%), así como también deberá pagar el 35% de los intereses sobre la aportación bancaria.

Por tanto la ganancia mínima que se debe de dar en la empresa para que los inversionistas recuperen su capital invertido es: 6,116 MN\$.

+ Ganancia mínima = $19,112 * .32 =$	6,116 MN\$
- Intereses sobre su inversión (privados) = $19,112 * .6 * .3 =$	3,440 MN\$
- Intereses sobre su inversión (banco) = $19,112 * .4 * .35 =$	2,676 MN\$

	0.00000

En conclusión, si el rendimiento de la empresa no fuera 32% (el mínimo que puede ganar para operar) no alcanzaría a cubrir el pago de los intereses de los accionistas, es decir, su propia TMAR.

PAGO DEL FINANCIAMIENTO

El financiamiento adoptado se calculó de acuerdo a la disponibilidad de capital por parte de los inversionistas privados, que es, como ya se ha visto del 60% de la inversión total, por tanto es imprescindible obtener un crédito del 40% de la inversión fija total que es un monto de 7,645 MN\$.

El pago anual se hará como una parte proporcional fija del capital inicial prestado (16.67%), más los intereses anuales sobre saldos insolutos, así, presentamos la tabla de pago de la deuda para un financiamiento del 40% de la inversión fija total.

Cabe mencionar que el tipo o la manera de pago de cualquier empresa va depender de la tasa interna de rendimiento que está ganando, de hecho para la institución financiera, las distintas formas de pago le son equivalentes.

CREDITO REFACCIONARIO

AÑO	INTERES (35%)	PAGO DE CAPITAL FIJO (16.67%)	PAGO A PRINCIPAL	SALDO
0	----	----	-----	7,645
1	2,676	1,274	3,950	6,371
2	2,230	1,274	3,504	5,097
3	1,784	1,274	3,058	3,823
4	1,338	1,274	2,612	2,549
5	892	1,274	2,166	1,275
6	446	1,275	1,720	0

Financiamiento: 40% sobre el total del capital fijo (7,645 MN\$).

Monto total de la inversión: 27,611,000 N\$.

Total capital fijo: 19,112,000 N\$

Tasa de interés: 35%.

Plazo: 6 años.

Pagos: iguales de capital más intereses.

PUNTO DE EQUILIBRIO

En el análisis de un proyecto es importante determinar el volumen de producción al que debe de trabajar la planta para que sus ingresos sean iguales a sus egresos, es decir, el volumen mínimo a producir por el cual se obtienen utilidades para una combinación dada de precios de adquisición de los insumos y los precio de venta del producto.

Al punto en el cual los ingresos son iguales a los egresos se le denomina Punto de Equilibrio y al nivel de producción en que se obtiene este equilibrio se le llama capacidad mínima de operación.

Cabe mencionar que la determinación del punto de equilibrio no es una técnica para evaluar la rentabilidad de la inversión, sino que sólo es una importante referencia que debe de tenerse en cuenta para especificar la capacidad mínima de operación de la planta para cada año de operación.

En la tabla V.9 se enlistan los conceptos tomados para la determinación del punto de equilibrio.

PUNTO DE EQUILIBRIO (1995)

TABLA V.9

GRAFICA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

(PRIMER AÑO DE OPERACION)

(MILES DE NUEVOS PESOS)

TON. EGRESOS (M INGRESOS (M N°)

COSTOS VARIABLES	49617
- Materia primas	34857
- Servicios generales	5229
- Materiales	315
- Servicios de almacen	5229
- Mantenimiento	2790
- Suministros	414
- Supervisión	783

COSTOS FIJOS	22227
- Mano de obra	5229
- Seguridad, prestaciones, servicio medico, etc.	5283
- Gastos generales	4518
- Depreciación	1911
- Gastos financieros	2676
- Gastos de administración	2610

COSTOS TOTALES (M N°) 71844

INGRESOS TOTALES (M N°) 79200

PRODUCCION PROGRAMADA (Ton)	9000
CAPACIDAD INSTALADA (Ton)	15000
% DE UTILIZACION	60
<u>PRODUCCION MINIMA ECONOMICA</u>	<u>6762</u>

0	22227	0
9000	71844	79200

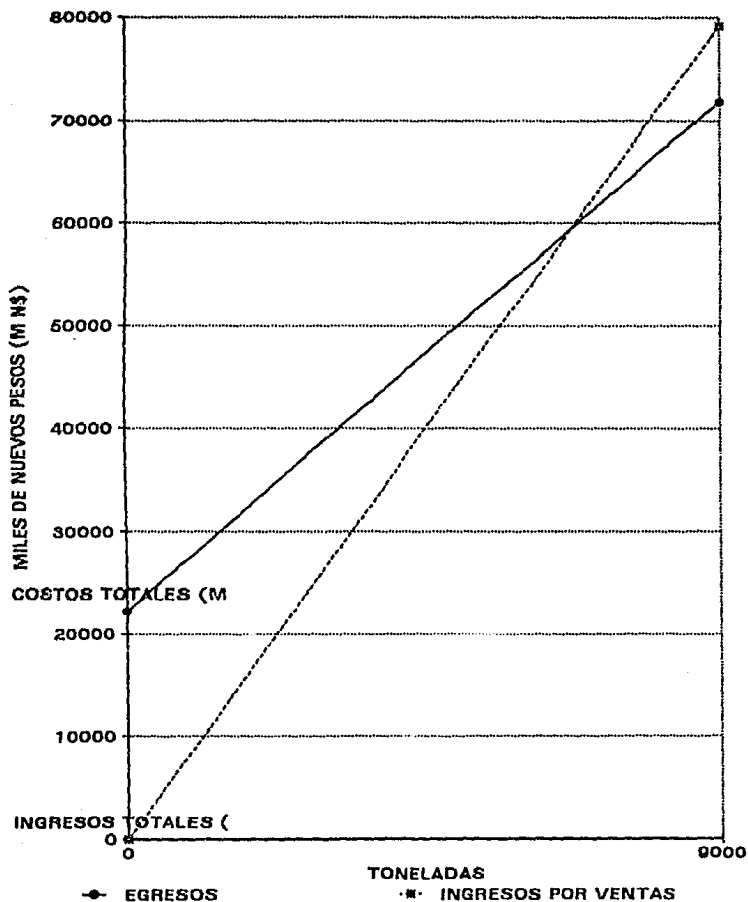
$$\text{PROD. MIN. ECON.} = \frac{\text{Prod. Programada} \times \text{Costos Fijos}}{\text{Ingreso total} - \text{Costo variables}}$$

El punto de equilibrio se hace sólo para el año inicial, pero puede hacerse para cualquier año de operación, y así saber la producción mínima de cada año, aunque no es necesario siempre y cuando se mantenga en este caso la capacidad determinada en cada año.

$$\text{Punto de equilibrio} = 6762 \text{ ton.} = \text{MN} 59506$$

$$= 75.134 \% \text{ de capacidad}$$

GRAFICA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO
(PRIMER AÑO DE OPERACION)



EVALUACION DEL PROYECTO

Esta es la parte final de toda la secuencia del análisis de la factibilidad de un proyecto, en este momento más que en ninguna otra parte del análisis nos daremos cuenta si el proyecto es rentable económicamente.

Para la evaluación económica del proyecto se utilizarán el método de la TIR (Tasa Interna de Rendimiento) y el del VPN (Valor Presente Neto).

Para el método del valor presente neto se tomará como tasa de descuento costo de capital la TMAR y los flujos netos de efectivo obtenidos en el estado de origen o flujo de efectivo (Tabla V.7)

VALOR PRESENTE NETO

Para una TMAR = 32%, una Inversión fija de 19,112 MN\$, y una aportación de los inversionistas privados de 11,467 MN\$ tenemos:

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	VS
FNE (M N\$)	-2,799	1,957	11,927	23,786	39,217	54,893	12,040

Por medio de la siguiente ecuación se encontrará el VPN para el periodo de la tabla anterior, se establece como criterio de aceptación del proyecto que al sustituir los valores en la ecuación el resultado sea igual o mayor de cero (\geq)

$$VPN = -P + FNE_1/(1+i)^1 + FNE_2/(1+i)^2 + \dots + (FNE_n+VS)/(1+i)^n$$

Sumar los flujos descontados en el presente y restar la inversión aportada inicial, lo que equivale a comparar todas las ganancias esperadas contra todos los desembolsos para producir esas ganancias, en términos de su valor en tiempo cero. la resolución de la ecuación anterior nos da el siguiente resultado:

$$VPN = 25,995$$

y como $VPN > 0$ se acepta como criterio de evaluación para aceptar la inversión.

Donde:

VS: Valor de salvamento (Depreciación a través de 6 años).

N: periodos considerados en el estado de resultados (6 años).

FNE: flujos netos de efectivo (tabla V.7).

P: inversión aportada por los inversionistas (11,467 N\$).

i: es la TMAR.

Lo anterior nos determina que para un valor de VPN=0 la TMAR crecería mucho, ya que en la fórmula es inverso el VPN a la TMAR, y es claro que sólo se estará ganando la tasa de descuento aplicada, o sea la TMAR, pero deberá aceptarse el proyecto; en el caso en que el valor de VPN es positivo, esto significa directamente que se obtienen ganancias a lo largo de los 6 años de estudio por un monto igual a la TMAR más el valor del VPN.

TASA INTERNA DE RENDIMIENTO

Se le llama tasa interna de rendimiento (TIR) porque hace que los flujos descontados se igualen con la inversión, en este caso por la inversión aportada por los inversionistas privados, y a su vez hace que el VPN sea igual a cero (0). Cuando el VPN=0 se ha llegado al punto en que se ha cubierto la inversión aportada

$$VPN = P - \sum FNE_{(descontados)} = 0$$

La TIR que se obtuvo para este cálculo fue de .6483 (64.83%), lo cual significa que cada año si no se toca el capital generado (flujo neto de efectivo FNE), es decir, que se invierte, se cubrirá la inversión inicial aportada por los inversionistas privados para el periodo estudiado.

El cálculo que se hace para poder determinar la tasa interna en la cual se recupera la inversión inicial aportada con los flujos descontados a valor presente es de una manera similar al método del VPN:

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	VS
FNE (M N\$)	-2,799	1,957	11,927	23,786	39,217	54,893	12,040

por medio de una ecuación similar a la anterior se obtiene la TIR correspondiente a la inversión aportada:

$$P = FNE_1 / (1+i)^1 + FNE_2 / (1+i)^2 + \dots + (FNE_n + VS) / (1+i)^n$$

donde P es la inversión aportada por los inversionistas (60%)

la ecuación anterior nos dá como resultado $i = .6483$, que se determina por medio de tanteos del valor de la "i", igualándose la inversión inicial "P" con la sumatoria de los flujos descontados a valor presente.

El tasa de rendimiento de la empresa para el periodo propuesto en la inversión de los inversionistas privados (11,467 MN\$) es $.6483$ (64.83%), que es la TIR, se supone que el dinero que se gana año con año se reinvierte en su totalidad. Es decir, se trata de la tasa de rendimiento generada en el interior de la empresa por medio de la reinversión directa, lo cual nos dá a conocer el rendimiento real de esa inversión.

La i que satiface la ecuación del método de la TIR igualando lo aportado por los inversionistas privados es 64.83%, para que el proyecto sea aceptado completamente este valor (TIR) tiene que ser comparado con otros valores como los intereses que proporciona el banco o instituciones financieras, los bonos, los CETES y en algunas ocasiones en la bolsa de valores; lo cierto es que el punto más confiable para la comparación con la tasa de interna de rendimiento son los CETES.

TIR (X)	CETES			CERTIFICADO A PLAZO FIJO	
	28 días	182 días	364 días	182 días	378 días
64.83% >	13.29	14.01	13.81	14.36	14.35

Nota: Excelsior, 15 de octubre de 1993 (sección financiera).

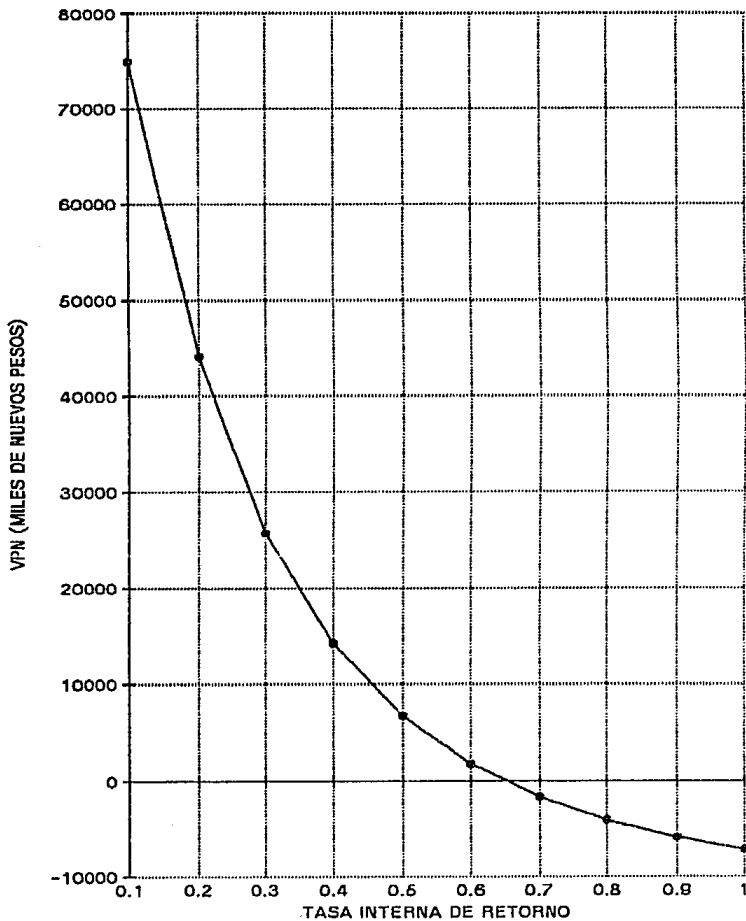
El comparar la TIR obtenida a partir de los flujos netos de efectivo con los CETES nos asegura que la ganancia en la empresa será mayor a la de una inversión con dichos certificados de la tesorería, por tanto podemos decir que partiendo de una TIR de 64.83% anual durante el periodo analizado, la empresa será rentable, lo anterior se toma como criterio de aceptación del proyecto de la planta de tubería de PVC.

Otro de los criterios que se evalúan para la aceptación de la inversión es la comparación de la tasa interna de rendimiento (TIR) y del costo de capital (K) que en este caso se llamó TMAR, ambos porcentajes se han obtenido en base a ecuaciones que se presentan en la bibliografía, por lo que tenemos:

$$TIR = 64.83\% > K = TMAR = 32\%$$

Por lo que es otro criterio además de los antes vistos (métodos) para afirmar que la inversión es aceptada.

POSIBILIDAD DE QUE EL VPN > 0



Otro criterio para evaluar el proyecto es el llamado periodo de recuperación de la inversión y el tiempo que tarda el proyecto en regresar las aportaciones iniciales. Lo anterior se tiene que definir dos conceptos, el periodo de recuperación de la inversión (PRI) y el horizonte de planeación (HP).

El primero será definido por la sumatoria de los flujos netos de efectivo hasta llegar al punto en que se recuperó la inversión total o la inversión aportada, el segundo concepto se refiere a la estimación de la recuperación de la inversión por medio de la experiencia de otras plantas iguales o similares, así por lo tanto tenemos:

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	VS
FNE (M N\$)	-2,799	1,957	11,927	23,786	39,217	54,893	12,040

Horizonte de planeación (HP) 3.5 años.

Si la aportación total es de 11,467 MN\$ y con los flujos netos de efectivo como se muestran, la planta tardará aproximadamente 3 años en cubrir la aportación de los inversionistas privados, con lo que se llega a determinar que:

PRI < HP y por tanto es otro criterio para poder aceptar la inversión de la planta.

A continuación se hará el método gráfico para determinar con mayor exactitud el PRI

BIBLIOGRAFIA

LIBROS

- Baca Urbina G., Evaluación de Proyectos, McGraw-Hill, México, 1990.
- Coss Bu R., Análisis y Evaluación de Proyectos de Inversión, Limusa, México, 1981.
- Chapra S., Canale R., Métodos Numéricos para Ingenieros, McGraw-Hill, México, 1988.
- Giral José, Ingeniería de Procesos, Alhambra, México, 1979.
- Kirk R.E., Othmer D., Enciclopedia de la Tecnología Química.

MANUALES TECNICOS

- Curso Técnico para la Fuerza de Ventas, CYDSA (1988).
- Manual de Sistemas de Construcción para Abastecimiento de Agua Potable con Tubería de PVC, ITP (1991).
- Manual para Instalaciones Sanitarias con Tubería de PVC, ITP (1990).
- Manual Técnico de Instalaciones de Sistemas Eléctricos con Tubería Conduit de PVC, ITP (1990).
- PVC, Documento Promocional, ANIQ (1988).
- Seminario del Plástico, IMPI (1993).

ANUARIOS ESTADISTICOS

- Anuario Estadístico 1992, PEMEX.
- Anuario Estadístico de la Industria Química, ANIQ (1992).
- Memoria de Labores 1992, PEMEX.
- Anuario Estadístico de la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción, CNIC (1992).
- Secofi-Bancomext, Cifras Estadísticas.
- Anuario Estadístico del Plástico, IMPI (1990).

ARTICULOS DE REVISTAS

- Blanco V. Rafael, Presente y Futuro de la Industria del Plástico en México, Plasti-Noticias, Feb. 1993.
- Modern Plastics International, McGraw-Hill, Jan 1986.
- Modern Plastics International, McGraw-Hill, Jan 1987.
- Modern Plastics International, McGraw-Hill, Jan 1988.
- Modern Plastics International, McGraw-Hill, Jan 1989.
- Modern Plastics International, McGraw-Hill, Jan 1990.
- Modern Plastics International, McGraw-Hill, Jan 1991.
- Modern Plastics International, McGraw-Hill, Jan 1992.
- Modern Plastics International, McGraw-Hill, Jan 1993.
- Ricardez S. Ricardo, La Economía Latinoamericana en el Contexto Mundial, Plasti-Noticias, Marzo 1993.

OTRAS FUENTES

- Apuntes de Ingeniería Económica II, Fac. de Química, 1993.
- Brito Julio, La Tecnología Abate Costos para Ingresar al Comercio, Periódico Excelsior, 28 de Sep. 1993.
- Brito Julio, Poco Influirá el TLC a Corto Plazo, Periódico Excelsior, 4 de Octubre 1993.
- La Industria Química, Garantía de Riqueza en el Futuro, Ediciones Especiales, Periódico Excelsior, Junio 1993.
- Perez-Rul Rocio, El cambio de Estrategia, Periódico Excelsior, 15 de Octubre 1993.

TESIS

- Cortés García José Gonzálo, Estudio Técnico Económico para la Síntesis de Acido Ascórbico , Fac. de Química, 1987.

- Domínguez Beltrán Fernando, Estudio Técnico Económico para la Producción de Lidocaina, Fac. de Química, 1986.
- Moreno Gómez Miguel Angel, Evaluación Económica para el Establecimiento de una Planta de Acido Ascórbico, Fac. de Química, 1990.