



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA ⁷³
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

LA INGENIERIA EN LA INDUSTRIA DE PROCESO
PARA LA FABRICACION DE FIBRA POLIESTER
Y SU USO EN PRODUCTOS TEXTILES

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
(AREA INGENIERIA INDUSTRIAL)
P R E S E N T A :
GARCIA SANCHEZ GERARDO

FACULTAD DE
INGENIERIA



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D. F.

1994



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.

A MIS PADRES

Bertha Sánchez Vázquez

Gregorio García Martínez

Por la confianza y el apoyo incondicional que me brindaron,
mismos que permitieron la terminación de mi carrera.

De igual manera agradezco a todas las personas que
colaboraron para la realización del presente trabajo.

INDICE

INTRODUCCION	
GLOSARIO	
OBJETIVOS	2
RECURSOS	4
I.- HISTORIA	6
II.- POLIESTER	10
2.1 Procesos de polimerización	10
2.2 Definición de poliéster	12
2.3 Propiedades	14
2.3.1 Propiedades Físicas	14
2.3.2 Propiedades Químicas	20
2.3.3 Propiedades Estéticas	21
2.3.4 Durabilidad	23
2.3.5 Comodidad	24
2.3.6 Propiedades relacionadas con el cuidado y el uso final	25
III.- MANUFACTURA	30
3.1 Intermedios	32
3.1.1 Monómeros para la fabricación del poliéster	33
3.2 Polimerización	37
3.2.1 Polimerización continua y discontinua	37
3.3 Hilado	42
3.3.1 Descripción y variables del proceso	44
3.3.2 Preparación del fundido	47
3.3.3 Extrusión e hilatura	48
3.4 Desviaciones en el proceso de hilatura y fibras defectuosas	50
3.5 Problemas presentados por la hilatura del poliéster	52
3.6 Estirado	53
3.6.1 Nuevos procesos	56
3.7 Estructura y morfología	60

I N D I C E

IV.- TIPOS Y CLASES DE POLIESTER	54
4.1 Poliéster fibra corta	54
4.2 Marcas comerciales y fabricantes	59
V.- ASPECTOS ECONOMICOS DE LA FIBRA POLIESTER	71
5.1 La industria de fibras sintéticas y artificiales	75
5.2 La industria en la fabricación del poliéster	77
VI.- USOS TEXTILES DEL POLIESTER	88
6.1 Uso industrial del poliéster	88
6.1.1 Poliéster spunbond	91
6.2 Uso del poliéster en la fabricación de alfombras	98
6.3 Uso del poliéster en aplicaciones domésticas y aplicaciones de indumentaria	101
6.3.1 Aplicaciones domésticas	101
6.3.2 Aplicaciones de indumentaria	102
6.4 Comentarios acerca de los nuevos desarrollos del poliéster	108
VII.- ASPECTOS ECONOMICOS DE LA INDUSTRIA TEXTIL VINCULADOS CON EL POLIESTER	113
7.1 La industria textil y el TLC	113
VIII.-USO INDUSTRIAL COMO OPCION DE PRODUCCION	120
CONCLUSIONES	124
APENDICE	127
BIBLIOGRAFIA	144

INTRODUCCION

El presente trabajo esta enfocado ha resaltar la importancia que tiene el poliéster (como fibra sintética) en estos momentos. Es sabido que la etapa que vivimos en la actualidad es la "edad del plástico" y, dentro de ese mundo tan extenso que abarca el de los plásticos, el poliéster destaca por sus características y propiedades. No solamente tiene uso dentro de las resinas y los envases, como producto textil es un material que se ha introducido en vestido, productos domésticos, alfombras y una gama de usos industriales merced a las características que lo constituyen.

Un estudio como esté es interesante debido a que proporciona una visión del proceso de fabricación de esta fibra, los pasos necesarios para lograrlo, la materia prima empleada, en fin un mundo por demás atractivo, y sobre todo, demasiado sencillo para cualquier persona que tenga conocimientos en el área de procesos industriales. Aunque también se da una perspectiva para personas sin experiencia en los mismos.

El trabajo está dividido en dos partes :

- 1) lo que es el el poliéster como fibra sintética, desde su historia hasta sus diferentes tipos, incluyendo su manufactura, y
- 2) el poliéster como materia prima para productos textiles.

El punto 2 puede ser interesante para todo aquel que este buscando la formación de una empresa como alternativa de desarrollo, ya que resalta los usos textiles que se le pueden dar al poliéster y lo más importante, se da una opción del mejor uso y su justificación.

Para realizar esta tesis se buscó documentación veraz, respaldada por organismos nacionales (principalmente) expertos en economía y estadística, por lo que el contenido de la misma es confiable.

GLOSARIO

Alcoholólisis : La rotura de un enlace carbono-carbono por adición de alcohol.

Arancel : Impuesto aplicado a artículos importados de un país a otro.

Birrefringencia : Cambio en la doble refracción de un material sólido cuando se le somete a tensión.

Catalisis : Fenómeno por el cual una cantidad relativamente pequeña de una sustancia incrementa la velocidad de una reacción química y consumirse.

Cis : Denotación de isomerismo para saber la situación de los átomos en una molécula (al igual que Trans y Gauche).

Decorticado : Que carece de un extracto, cortical o corteza.

Denier : Peso en gramos de 9000m de filamento.

Desgravación arancelaria : Eliminación de impuestos a los productos de importación.

Dicroísmo : En ciertas sustancias anisótropas (que varían de valor según la dirección que tomen), propiedad de absorber diferentemente luz polarizada en direcciones distintas.

Diol : También conocido como 2,3 Butanodiol ($C_4H_8O_2$)
Producto principal de la fermentación originada por varias especies bacterias.

Elongación : Abscisa en un instante dado de un punto animado de movimiento vibratorio.

Escisión : Corte de una parte, extracción de un cuerpo o crecimiento extraño de una parte, órgano o tejido.

GLOSARIO

Estabilidad dimensional : Cualidad de un genero de retener la forma.

Hidrólisis : Descomposición o alteración por el agua de una substancia química.

Interacciones de Van der Waals : Interacciones asociadas a la fuerza de atracción entre dos átomos o moléculas no polares, que se origina en razón de que un momento dipolar variable de una de las moléculas induce un momento dipolar en la otra, y luego ambos momentos dipolares se interaccionan.

Meta : Prefijo usado en la nomenclatura de compuestos del anillo bencénico (al igual que Para y Orto).

Reglas de origen : Son un conjunto de procedimientos para determinar si un producto puede beneficiarse de las ventajas que concede el Tratado de Libre Comercio.

Resiliencia : Habilidad de un cuerpo estirado, en virtud de alto límite de elasticidad y bajo módulo elástico, para recuperar su tamaño y forma después de la deformación.

Salvaguardas : Son medidas de emergencia para salvar temporalmente la actividad productiva que se ve amenazada. Para ello se pueden parar las importaciones del extranjero.

Tamiz : Dispositivo en forma de malla, o perforado, a través del cual se refina material seco a granel, se cuele el líquido y desmenuzan los sólidos blandos.

Tex : Peso en gramos de 10000m de filamento.

Transición vítrea : En una zona amorfa de un polímero parcialmente cristalino, el cambio de un estado viscoso o elástico a otro duro y relativamente frágil; generalmente se efectúa con un cambio de temperatura.

OBJETIVOS

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Dar a conocer el proceso de fabricación de la fibra poliéster y mencionar los aspectos de ingeniería que lo constituyen, sobre todo aspectos relacionados con la Ingeniería Industrial (Productividad, Calidad, Costos, etc.).

OBJETIVOS EN BASE A LA CARRERA

Los objetivos de la tesis en base a los conocimientos de mi carrera son los siguientes :

primero : presentar una especie de guía para todos aquellos estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, área de Producción. Lo anterior se hace ya que la mayoría de los estudiantes al cursar la materia de Procesos Industriales no encuentran la manera de desarrollar sus temas. Sin embargo al revisar el presente trabajo tendrán un enfoque certero de la forma en que se debe realizar la presentación.

segundo : hacer una investigación de los aspectos más importantes que ocurren durante la manufactura del poliéster, presentar los usos textiles que tiene la fibra y sus ventajas sobre otras fibras, ya sean naturales o sintéticas.

tercero : generar en base a un estudio económico el mejor uso textil que puede darse al poliéster tomando en cuenta datos estadísticos, de esta manera el resultado será confiable ya que estará basado en datos reales y no en estudios de factibilidad.

OBJETIVO DE LA INVESTIGACION

Conocer el entorno del poliéster debido a su importancia dentro del mundo de los polímeros. De esta manera se amplian las ideas que tenía acerca de la fibra (proceso de elaboración, clasificación, situación económica, usos, etc.), y a su vez desarrollo una de mis inquietudes como estudiante : la relación con la industria textil.

RECURSOS

RECURSOS

Para la realización de esta tesis se utilizó el siguiente equipo técnico :

- 1) Una computadora AST Premium II 486/33
- 2) Una computadora ACER 286
- 3) Una impresora STAR XR-1920 Multi-Font

Se trabajó con los siguientes paquetes computacionales :

- Procesador de Textos (Chi Writer)
- Lotus 123
- Diagramador (Lotus Freelance Plus)
- Flow
- Base de Datos (Dbase III Plus)

También se usaron hojas continuas para impresión (500 aproximadamente), dos cintas Datapac DP-041, dos cajas de Microdisks (Verbatim DataLife. Alta Densidad), 3 Diskettes (Verbatim DataLife. Doble Densidad).

Se recibió información gráfica y asesorías de las siguientes empresas, instituciones académicas y organismos federales :

1. Celanese Mexicana S.A. (Oficinas Generales y Planta de Producción)
2. Facultad de Química (UNAM)
3. Escuela Superior de Ingeniería Textil (IPN)
4. Asociación de la Industria Química (ANIQ)
5. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI)
6. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)
7. Cámara Nacional del Vestido

CAPITULO I

HISTORIA

I. HISTORIA

Las fibras de poliésteres se fabrican de grandes polímeros, productos de condensación de alcoholes y ácidos orgánicos o de hidroxiaácidos. Estos polímeros contienen el enlace éster como parte de la cadena macromolecular, y no, como en algunas resinas de poliésteres, como parte de una cadena lateral en una base polímera de adición. Son producidas desde 1954 por la Cía. Du Pont bajo el nombre comercial de dacrón. Una fibra semejante, con el nombre registrado *terylene*, es fabricada por Imperial Chemical Industries, Ltd., en la Gran Bretaña. Ambas fibras están hechas con tereftalato de polietileno, $\text{HO(CH}_2\text{CH}_2\text{COOCC}_6\text{H}_4\text{COO)}_n\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$, producto de policondensación del glicol etilénico y del ácido tereftálico.

El poliéster es blanco, y según la cantidad de pigmento deslustrante añadido al polímero, puede variar desde lustroso y semitranslúcido a mate y opaco. Las fibras son redondas en la sección transversal, con superficie lisa. Se fabrican fibra cortada e hilaza de filamento continuo y con ellas se hacen tejidos para trajes, uniformes, pantalones de deporte, camisas, blusas, suéteres, calcetines, ropa blanca, hilos para coser, bandas de transportadores, cordelería y mangueras contra incendios, así como una gran gama de usos industriales.

El descubrimiento de la fibra de poliéster tiene su origen en los trabajos de W. H. Carothers y sus asociados, iniciados hacia 1920. Con la mira de construir moléculas gigantes (pesos moleculares mayores de 10 000), probaron primero con poliésteres. Aunque obtuvieron elevados pesos moleculares (18, 19, 20, 21), se vio la poca estabilidad de las moléculas, propensas a la escisión en los enlaces de éster; además, las temperaturas de fusión de los polímeros eran demasiado bajas. Posteriormente dirigieron su atención a las mezclas de poliésteres y poliamidas, y después a las poliamidas solas. De estos trabajos surgió el nylon, la primera fibra totalmente sintética.

En 1940, Whinfield y Dickson, de la Calico Printers Association, Ltd., estudiaron el efecto de la simetría molecular sobre la condensación de los polímeros. En 1941, habían obtenido en escala de

laboratorio el polímero teraftalato de polietileno, con el que prepararon fibras tenaces, resistentes a la hidrólisis, de elevada temperatura de fusión y estirables en frío. Los trabajos con esta fibra, a la que se dio el nombre terylene, fueron demorados por la segunda Guerra Mundial. En 1947, esta investigación fue continuada por Imperial Chemical Industries, Ltd., y la producción en planta piloto comenzó en 1948.

A su vez, Izard y sus colaboradores, buscando ampliar los primeros hallazgos de Carothers, volvieron sobre los poliésteres y descubrieron, independientemente de Whinfield y Dickson, las propiedades formadoras de fibra del tereftalato de polietileno. Como resultado de desenvolvimientos paralelos, Du Pont compró la solicitud de patente en los Estados Unidos y recibió la patente expedida sobre el tereftalato de polietileno (1946). La fibra de poliéster dacrón (al principio conocida por la designación de laboratorio "fibra V") se obtuvo en base experimental el año 1950. La primera fábrica en gran escala, situada en Kinston, N. C., comenzó la producción en marzo de 1953.

Se están produciendo diferentes tipos de fibras en filamento poliéster y un tipo de fibra cortada y de cuerda. Son los tipos de hilaza de filamento brillante 5100 y 5500, la hilaza de filamento semimate tipo 5500 y fibra semimate del tipo 5400 cortada y para cuerdas.

En 1958 la Eastman Kodak Company introdujo un nuevo poliéster, Kodel. En 1960 cuatro compañías elaboraban poliéster; en 1977 había 23 productores. Es la fibra sintética de mayor uso. Algunas veces se hace referencia al poliéster como al "*caballito de batalla*" en la industria de las fibras. Se ha dicho que la forma de filamento es la más versátil entre todas las fibras y las fibras cortas son los tipos más usados, ya que se pueden mezclar con muchas otras fibras a esto contribuyen las características ventajosas que tiene, ya que no destruye las propiedades convenientes de la otra fibra. Su versatilidad en el mezclado es una de las ventajas singulares del poliéster.

En la época en que se sintetizaron los poliésteres, ya se había aprendido mucho respecto a los altos polímeros y las estructuras de las fibras. Se habían resuelto muchos de los problemas de producción, por ejemplo, lustre y resistencia controlados, métodos de hiladura, elaboración de cuerdas para obtener fibras cortas y ondulado de la fibra corta. Continuamente se investiga acerca de la estabilización, o fijado con calor, tejido a temperaturas elevadas y control estático. Las fibras artificiales se comercializaron por sus nombres de fábrica; ya se habían acordado establecer nombres genéricos, por ejemplo nylon, rayón, acetato y acrílico. Cuando los poliésteres se introdujeron al mercado estaban respaldados por programas de control de calidad que limitaba el uso de un nombre comercial a aquellos productos que cumplieran con las normas establecidas por los fabricantes de fibras. Los consumidores aceptaron los poliésteres con gran rapidez.

Probablemente estas fibras son las que se han sometido a más trabajo de investigación y desarrollo que ninguna otra. Desde el punto de vista de la ingeniería, el polímero es sumamente versátil y es posible introducir muchas variaciones físicas y químicas. Estas fibras modificadas se diseñan para mejorar la calidad del poliéster original en las áreas en que ha mostrado tener alguna deficiencia o limitación de uso. Uno de los cambios físicos importantes ha sido modificar la sección transversal redonda por otra trilobal, lo que da a la fibra las características de la seda. Una modificación química, la fibra corta de alta tenacidad, se desarrolló para ser usada en telas de planchado durable. La resistencia del poliéster refuerza a las fibras de algodón que sufren debilidad en los procesos de acabado.

CAPITULO II

POLIESTER

II. POLIESTER

Definición de polímero

Los polímeros (sustancias macromoleculares) tienen esencial importancia para nuestra existencia y nuestra cultura. Todos los tejidos animales y vegetales y casi todas las sustancias constructivas de naturaleza orgánica, como proteínas, madera, etc., consisten en materiales poliméricos o macromoleculares. Muchos minerales, como la sílice y el feldespato, son polímeros inorgánicos, y numerosos productos de la industria antigua y moderna, como la porcelana, el vidrio, los textiles, el papel, el caucho y los plásticos, son completa o sustancialmente poliméricos. Sin embargo, sólo recientemente se ha reconocido que todas esas sustancias poseen un carácter esencial común, a saber, que constan de moléculas demasiado grandes.

Un polímero (del griego *poly*, muchos; *meros*, parte, segmento) es una sustancia cuyas moléculas son múltiplos de unidades de peso molecular bajo. La unidad de peso molecular bajo es el monómero (Unidad fundamental). Si el polímero es rigurosamente uniforme en peso molecular y estructura molecular, su grado de polimerización es indicado por un numeral griego, según el número de unidades del monómero que contiene; así hablamos de dímero, trímero, tetramero, pentámero, etc. El término polímero designa una combinación de un número no especificado de unidades.

Un polímero no necesariamente consta de moléculas individuales todas del mismo peso molecular, ni es necesario que tengan todas la misma composición química y la misma estructura molecular. La mayoría de los grandes polímeros sintéticos y naturales son mezclas de componentes poliméricos homólogos.

2.1 PROCESOS DE POLIMERIZACION

Para poder llevar a cabo una polimerización se necesita cumplir con dos cosas :

- 1) usar compuestos bi o polifuncionales,
- 2) mediante dos mecanismos, condensación o adición.

Las condiciones anteriores son conocidas como Leyes de Carothers.

Existen mucho procesos para unir pequeñas moléculas unas con otras con el fin de formar moléculas grandes. Su clasificación se basa en el mecanismo por el cual se unen las unidades monómeras unas con otras o en las condiciones experimentales de la reacción que produce la polimerización.

Mecanismos de Polimerización

Son los casos típicos de polimerización por adición los que a continuación se mencionan :

- 1) Adición de moléculas pequeñas de un mismo tipo unas a otras por la apertura de doble enlace sin eliminación de ninguna parte de la molécula.
- 2) Adición de pequeñas moléculas de un mismo tipo unas a otras por la apertura de un anillo sin eliminación de ninguna parte de la molécula.
- 3) Adición de pequeñas moléculas de un mismo tipo unas a otras por la apertura de doble enlace con eliminación de parte de la molécula.
- 4) Adición de pequeñas moléculas de un mismo tipo unas a otras por la apertura de un anillo con eliminación de parte de la molécula.
- 5) Adición de pequeñas moléculas de un tipo a las de otro tipo por la apertura de un doble enlace.
- 6) Adición de birradicales formados por deshidrogenación.

Algunos casos típicos de polimerización por condensación son los siguientes :

- 1) Formación de poliésteres, poliamidas, poliéteres, polianhídridos, etc. por eliminación de agua o alcoholes, con moléculas bifuncionales, como ácidos ω -hidroxil u ω -amonocarboxílicos o glicoles, diaminas, diésteres, ácidos dicarboxílicos, homopolímeros (etilenglicol y ácido tereftálico), copolímeros (mezclando dos glicoles distintos), terpolímeros (mezcla de tres glicoles distintos), etc.
- 2) Formación de polihidrocarburos, por eliminación de halógeno o haluros de hidrógeno, con la ayuda de catalizadores metálicos o de haluros metálicos.

3) Formación de polisulfuros o poli-polisulfuros, por eliminación de cloruro sódico, con haluros bifuncionales de alquilo o arilo y sulfuros alcalinos o polisulfuros alcalinos o por oxidación de dimercaptanes.

Condiciones Experimentales de Polimerización

Las condiciones experimentales más usuales para clasificar los procedimientos de polimerización son :

- 1) Polimerización en fase gaseosa a presión normal, reducida o elevada.
- 2) Polimerización de uno o más monómeros en fase líquida pura (polimerización en bloque). Se puede citar como ejemplo : la formación de poliésteres y poliamidas (U).
- 3) Polimerización de uno o más monómeros por dispersión en forma de gotitas de diversos tamaños en un líquido no disolvente.
- 4) Polimerización de uno o varios monómeros en solución.
- 5) Polimerización de uno o varios monómeros en emulsión.

2.2 DEFINICIÓN DE FIBRA POLIESTER

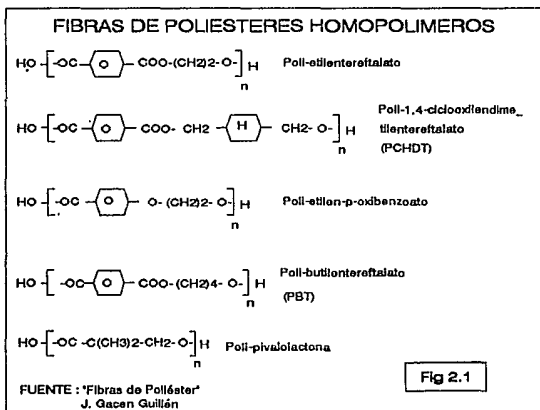
ISO y UNE dan una definición de las fibras de poliéster, en su norma sobre nombres genéricos de las fibras químicas, como formadas a partir de un "polímero de macromoléculas lineales cuya cadena contiene un 85% en peso de un éster de un diol y del ácido tereftálico".

Por otra parte la Federal Trade Commission de USA las define como "fibras químicas cuya sustancia formadora es un polímero sintético de cadena larga que contiene un mínimo del 85% en peso de un éster de un diol y del ácido tereftálico".

Todas las fibras comerciales cumplen con las definiciones anteriores, ya que en la unidad repetida de su estructura química interviene siempre la unidad estructural correspondiente al ácido tereftálico y la de un diol que es el etilenglicol cuando se trata de poli-etilentereftalato (PET), el 1,4-ciclohexanodimetanol para el poli-1,4-ciclohexilendimetilentereftalato (PCHDT), y el 1,4-butanodiol en el caso del poli-butilentereftalato (PBT).

Únicamente las fibras de poli-etilenoibenzoato, comercializadas hasta hace poco tiempo como A-Tell y consideradas como fibras de poliéster, no respondían a estas definiciones ya que se preparaban a partir del ácido p-hidroxibenzoico y del etilenglicol (Fig 2.1).

Resulta conveniente citar la definición de un compuesto que ocupa un papel trascendental para la obtención del poliéster, el ester. Un ester se define como un compuesto formado por la unión de un alcohol y un ácido con eliminación de agua.



2.3 PROPIEDADES

Las propiedades del poliéster que lo hacen la fibra sintética de mayor uso en la industria textil son^a:

PROPIEDADES	IMPORTANCIA PARA LOS CONSUMIDORES
Resiliencia en húmedo y en seco	Prendas de cuidado fácil, telas para el hogar, prendas que pueden empacarse sin problema
Estabilidad dimensional	Lavable a máquina
Resistente a la degradación por luz solar	Adecuado para cortinas y colgaduras
Durable, resistente a la abrasión	Tiene usos industriales; puede emplearse en hilos para coser, bueno para ropa de trabajo
Aspecto estético superior al nylon	Se mezcla bien con fibras naturales o con otras artificiales; se pueden obtener filamentos semejantes a la seda

^a "Introducción a los Textiles"
Norma Hollen

2.3.1 Propiedades Físicas

La fibra de poliésteres tiene una densidad de 1.38 g/ml a la temperatura ordinaria y se funde a 250°C., aproximadamente. Como el poliéster es termoplástico, se pueden estabilizar las telas en caliente de igual modo que se hace con las telas de nylon. Así son estables para el lavado normal y para el planchado.

En la TABLA 2.1 se muestran las propiedades del poliéster para uso textil (principalmente prendas de vestir), proporcionada por la empresa Celanese Mexicana.

TABLA 2.1	
PROPIEDADES DEL POLIESTER	
CLASIFICACION :	FIBRA QUIMICA
ORIGEN :	FIBRA SINTETICA
COMPOSICION QUIMICA :	ETILENGLICOL Y ACIDO TEREFTALICO
% DE ABSORCION A LA HUMEDAD :	0.40
DURABILIDAD : (1-MALO/5-EXCELENTE)	5
IDENTIFICACION : FLAMA FORMA AL MICROSCOPIO (SECCION TRANSVERSAL) FORMA DE DISOLVER	FUNDE DESPRENDIENDO HUMO NEGRO Y FORMA PERLA NECRA CIRCULAR, TRILOBAL, PENTAGONAL, OCTALOBAL EN CALIENTE CON METACRESOL O EN FENOL A EBULLICION
COLORANTES Y SOLIDEZ AL COLOR : (1-MALO/5-EXCELENTE)	3-5
RECOMENDACIONES DE LAVADO :	LAVAR A MANO O EN MAQUINA CON AGUA TIBIA. SECAR AL AIRE O EN MAQUINA EN FRIO. RESISTENTE A LAS ARRUGAS. PLANCHESE CON TEMPERATURA BAJA.
FUENTE : CELANESE MEXICANA S.A.	

Tenacidad y alargamiento

Los datos sobre la tenacidad media, la resistencia a la tracción y el alargamiento de las fibras de poliéster se citan a continuación :

FIBRA : Tipo 5100 (hilaza de filamento)
TENACIDAD AL ROMPIMIENTO, g/denier : 6,0
RESISTENCIA A LA TRACCION, kg/cm² : Aprox. 7 500
ALARGAMIENTO EN EL ROMPIMIENTO, % : 12

FIBRA : Tipo 5500 (hilaza de filamento)
TENACIDAD AL ROMPIMIENTO, g/denier : 4,8
RESISTENCIA A LA TRACCION, kg/cm² : Aprox. 5 000
ALARGAMIENTO EN EL ROMPIMIENTO, % : 20

FIBRA : Tipo 5600 (hilaza de filamento)
TENACIDAD AL ROMPIMIENTO, g/denier : 4,8
RESISTENCIA A LA TRACCION, kg/cm² : Aprox. 5 000
ALARGAMIENTO EN EL ROMPIMIENTO, % : 20

FIBRA : Tipo 5400 (cuerda no rizada)^a
TENACIDAD AL ROMPIMIENTO, g/denier : 3,8
RESISTENCIA A LA TRACCION, kg/cm² : Aprox. 4 700
ALARGAMIENTO EN EL ROMPIMIENTO, % : 38

^a Las fibras cortadas se obtienen del tipo cuerda 5400

Las muestras fueron acondicionadas a 72% de humedad relativa y 24°C. y ensayadas en un aparato de Suter (dinamómetro). Los datos para la hilaza de filamento de los tipos 5100, 5500 y 5600 se obtuvieron empleando muestras de hilaza tomadas directamente de los tubos para expedición. Los datos para las fibras del tipo 5400 fueron obtenidos en muestras de cuerda no rizada, seca y acondicionada.

Reversibilidad del estirado

A continuación se dan algunas medidas de laboratorio de varias muestras de hilaza de filamento continuo de poliéster con elongación alta y baja en la rotura, tomadas de la Enciclopedia de Tecnología Química :

REVERSIBILIDAD DEL ESTIRADO. RAPIDA VELOCIDAD DE CARGA

Recuperación del estirado por tracción

Estirado, %	Hilaza de baja elongación, % de recuperación	Hilaza de alta elongación, % de recuperación
2	100	97
4	100	99
8	99	80

REVERSIBILIDAD DEL ESTIRADO. VELOCIDAD INTERMEDIA DE CARGA^a

Recuperación del estirado por tracción

Estirado, %	Hilaza de baja elongación, % de recuperación	Hilaza de alta elongación, % de recuperación
1	100 a 82	99 a 85
2	82 a 49	82 a 47
5	49 a 25	42 a 26

^a Muestras de hilaza con carga a 10% de extensión por minuto, sostenidas en estado de estiramiento 30 segundos y después descargadas para permitir la recuperación a 10% por minuto

RECUPERACION DEL ESTIRADO. LENTA VELOCIDAD DE CARGA^a

Recuperación del trabajo de alargamiento

estirado M	Hilaza de baja elongación		Hilaza de alta elongación
	60% h.r. 21°C, M de recupera- ción	Mojado, 21°C, M de recupera- ción	60% h.r. 21°C, M de recupere- ción
0.5	92	92	97
1	71	79	85
2	40	60	54
5	64	--	32

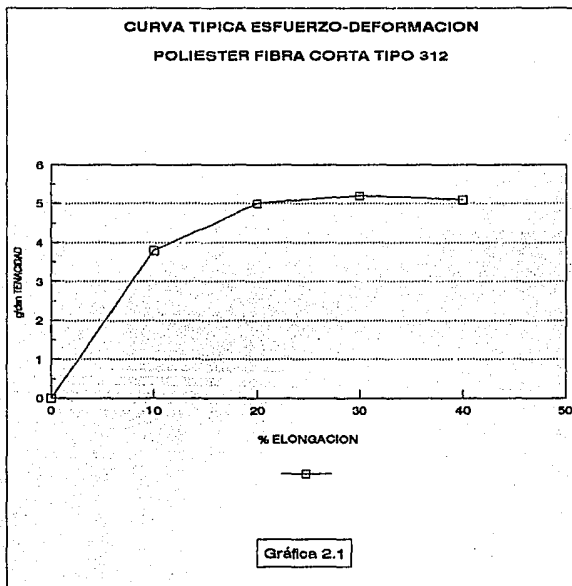
^a Muestras de hilaza con carga 1% de extensión por minuto, sostenidas en estado de estiramiento 30 segundos y después descargadas para permitir la recuperación a 1% por minuto.

Esfuerzo-deformación

El módulo inicial (resistencia al alargamiento inicial) del poliéster es elevado en comparación con el de otras fibras sintéticas. Como ocurre con la mayoría de las otras fibras, la resistencia al alargamiento del poliéster es menor a altas temperaturas que a la temperatura ordinaria; pero a diferencia de la mayor parte de las fibras, no es afectado de modo apreciable por la humedad.

Alguna información sobre el módulo y otros caracteres de esfuerzo-deformación de las fibras poliéster a 72% de humedad relativa y a 24°C. se obtiene de las curvas de esfuerzo-deformación. Los datos para poder elaborar dichas curvas se obtienen en un aparato Instron a 10% de alargamiento por minuto con hilaza sin torcer de filamento continuo tomada de los tubos de expedición, con tres vueltas de torsión por pulgada añadidas después de sacarla de los tubos.

La gráfica 2.1 muestra una curva de esfuerzo-deformación para un tipo de poliéster fibra corta (312), fabricado en México por CELMEX.



2.3.2 Propiedades Químicas

El poliéster es soluble en *m*-cresol caliente, ácido trifluoroacético, *o*-clorofenol, una mezcla de siete partes de triclorofenol y diez partes de fenol (en peso) y una mezcla de tres partes de fenol y dos partes de tetracloroetano por peso. La fibra de poliéster tiene despreciable recuperación de humedad (0.4% a 60% de humedad relativa y 21°C) y, es poco afectada por la presencia del agua.

Como agentes de hinchamiento (sustancias que provocan aumento apreciable en el área de la sección transversal de la fibra) para el dacrón, se emplean las siguientes soluciones o dispersiones en el agua (excepto las cuatro primeras, son dispersadas con un detergente sintético) : ácido benzoico al 2%, ácido salicílico al 2%, fenol al 2%, *m*-cresol al 2%, monoclorobenceno al 0.5%, *p*-biclorobenceno al 0.5%, tetrahidronaftaleno al 0.5%, benzoato de metilo al 0.5%, salicilato de metilo al 0.5%, *o*-fenilfenol al 0.3%, *p*-fenilfenol al 0.3%.

Los ensayos de laboratorio indican que la mayor parte de los compuestos de los tipos generales siguientes producen poco o ningún efecto en la tenacidad del poliéster en condiciones ordinarias de exposición : alcoholes, agentes blanqueadores, disolventes de limpieza en seco, hidrocarburos halogenados, hidrocarburos, cotonas, jabones y detergentes sintéticos, agua, agua de mar, ácidos débiles y álcalis débiles.

El poliéster presenta resistencia a la mayoría de los ácidos débiles, incluso a temperaturas de ebullición, y a los ácidos medianamente energéticos a la temperatura ordinaria. Es desintegrado por el ácido sulfúrico concentrado (98%). La fibra es resistente a los álcalis débiles y ofrece resistencia moderada a los álcalis fuertes a la temperatura ordinaria, sin embargo es degradada por éstos a altas temperaturas. El poliéster es resistente a los agentes oxidantes y no es degradado por los tratamientos ordinarios de blanqueo.

El teñido de la fibra de poliésteres requiere métodos que tengan en cuenta su baja absorción del agua. Aunque hay semejanza considerable en la composición química del poliéster y del acetato (el grupo -COO- hace 46% del peso del poliéster y 41% del peso del acetato), la compacidad de la estructura del poliéster es tal que la difusión del colorante es lenta. Para salvar esta dificultad sirven los agentes de hinchamiento o el tratamiento a alta temperatura. Por lo general se practican tres técnicas: tinción en agua hirviendo con un portador (que facilita la difusión del colorante; son portadores típicos el *o*-fenilfenol y el ácido benzoico); tinción en agua a alta temperatura y elevada presión, y el método Thermosol, que consiste en la impregnación del tejido con colorantes y pigmentos dispersados seguida de tratamiento por calor seco para lograr la penetración de la fibra por el colorante.

2.3.3 Propiedades Estéticas

Las fibras poliéster se adaptan a las mezclas de manera que mantienen el aspecto y textura de una fibra natural, con la ventaja de que permiten el fácil cuidado. Los poliésteres en tejidos de punto de doble fontura una tienen "vista" especialmente atractiva para muchos consumidores. Los poliésteres que imitan seda tienen aspecto y tacto satisfactorios.

Las fibras poliéster trilobales se desarrollaron como resultado de un estudio de Du Pont para encontrar un filamento artificial que tuviera las propiedades estéticas de la seda. El estudio, hecho en cooperación con una compañía de acabados de seda, se inició con una investigación del efecto de las diferentes etapas en los procesos de acabado de la seda sobre las propiedades estéticas de estas telas, ya que la seda como tela tenía un aspecto más lujoso.

En la tela de seda, la sericina (goma) corresponde al 30 por ciento del peso. El proceso de hervido, en el acabado, elimina la sericina y crea una estructura más móvil y suelta en la tela. Si la tela se encuentra en estado relajado mientras se elimina la sericina, los hilos de urdimbre se hacen más ondulados en el tejido. Esta ondulación junto con la estructura más suelta de la tela dan a la seda movimiento

y flexibilidad. Esta flexibilidad se ha comparado a la del juguete "Slinky" (un resorte en forma de espiral). Las propiedades son muy diferentes cuando el hervido se lleva a cabo estando la tela bajo tensión. El ondulado del tejido disminuye y la tela se compara a un resorte vencido, por lo que se pierde la naturaleza flexible. Esto ayuda a explicar porque varían las calidades de las telas de seda.

Los resultados del estudio de la seda identificaron las propiedades únicas de la seda y su vida, flexibilidad y caída de la tela; el tacto seco y el buen poder cubriente de los hilos son resultado de :

- 1) la forma triangular de la fibra de seda;
- 2) el denier tan fino por filamento;
- 3) la estructura suelta y voluminosa de los hilos y la tela y
- 4) una estructura muy ondulada en la tela.

Se aplicó entonces el proceso a los poliésteres. Las fibras se fabricaron con una sección trilobal y con ellas se hicieron telas que se procesaron siguiendo los sistemas empleados para la seda. Los poliésteres fueron especialmente adecuados para este estudio. Son únicos porque pueden tratarse con sosa caústica para disolver la superficie permitiendo obtener una fibra, hilo o tela más delgada, sin cambiar la fibra de manera específica.

Normalmente las fibras artificiales se procesan bajo tensión en un sistema continuo, más que por lotes. Debido a los resultados obtenidos en el estudio con la seda de Du Pont, las telas trilobales se procesan en una condición de *relajamiento total*. El acabado se inicia con un tratamiento de fijado con calor para estabilizar la tela a un ancho controlado, eliminar las arrugas e impartir resistencia al arrugamiento. El paso siguiente consiste en un tratamiento muy importante con sosa caústica (álcali) que disuelve una cantidad controlada de la fibra. Esto equivaldría al desgomado de la seda y da a la estructura mayor movilidad. Todos los procesos restantes de acabado se hacen de manera que la tela se encuentre en *completo relajamiento* para alcanzar una ondulación máxima. (El nylon Antron se procesa en la misma forma, excepto que se elimina el tratamiento con álcali).

Algunos problemas, rara vez mencionados por los fabricantes de poliésteres, son la formación de frisas (pilling), la adherencia de suciedad, el olor bacteriano y la incomodidad en climas húmedos. La formación de frisas ha constituido un problema grave en las telas elaboradas con poliésteres estándar. Este fenómeno cambia la apariencia de la tela haciendo que luzcan desalifadas antes de desgastarse. Las telas de poliéster no son peores en este aspecto que las de lana, pero las frisas se quedan adheridas sin desprenderse, como sucede con la lana. La formación de frisas es un problema que siempre se presenta en fibras circulares de alta resistencia. Sin embargo se han desarrollado fibras que lo disminuyen y son, por lo tanto, más adecuadas para utilizarse en mezclas con lana y celulosa y en telas con pelusilla o de tipo felpa.

2.3.4 Durabilidad

La tenacidad y resistencia a la abrasión de las fibras de poliéster es bastante alta y la resistencia en húmedo es comparable a la resistencia en seco. La elevada tenacidad se desarrolla por el estirado en caliente, que proporciona cristalización y también por un aumento en el peso molecular; debido al crecimiento de la cadena química (que se relaciona con la viscosidad). La resistencia a la ruptura en el poliéster varía de 4.0 a 5.5 en filamento regular, de 6.3 a 9.5 en filamento de alta tenacidad, y de 2.5 a 5.5 en fibras cortas. Los filamentos de alta tenacidad se emplean en neumáticos y en telas industriales. Las fibras cortas de mayor tenacidad se usan en prendas de planchado permanente.

La aparición de las telas sintéticas y el planchado permanente hicieron necesario contar con un hilo para coser que tuviera buena resistencia a los acabados a base de resina. El hilo de algodón se debilitaba con ellos, por lo tanto no era resistente a la abrasión y carecía de elasticidad por lo que se rompía cuando se estiraban las costuras. El encogimiento de los hilos provocaba la aparición de fruncidos en las mismas y en las aplicaciones de cierres, especialmente en donde se encontraba al hilo de la tela.

Existen dos tipos de hilo de poliéster que son utilizados en telas sintéticas y de planchado durable :

Hilo con alma de poliéster/algodón. Este hilo tiene un núcleo de filamento de poliéster de alta resistencia alrededor del cual se tuerce una capa de fibra de algodón de alta calidad; combina las buenas características de ambas fibras. La cubierta externa de algodón da al hilo excelentes propiedades que facilitan la costura y el núcleo de poliéster proporciona elevada resistencia a la abrasión y a la degradación, así como tenacidad. El hilo de poliéster/algodón también tiene la ligera elasticidad que se necesita en los tejidos de punto.

Hilo de poliéster cien por ciento. Este tipo de hilo es producido con fibras cortas de manera muy similar a los hilos de algodón. Es más fuerte que el algodón y tiene elasticidad sin que se rompa; resiste más la abrasión y la degradación química. Es un material muy satisfactorio para usos domésticos.

2.3.5 Comodidad

La absorbencia del poliéster es bastante baja, entre 0.4 a 0.8 por ciento de recuperación de humedad. Las telas son resistentes a las manchas de origen acuoso y secan rápidamente. Las telas de poliéster para tapicería son más estables que las de nylon en climas húmedos, ya que éstas tienen una recuperación superior a la humedad. La mala absorbencia disminuye el factor de comodidad en prendas que están en contacto con la piel. Los acabados *protectores contra la suciedad* han mejorado las características de capilaridad de los poliésteres contribuyendo a permitir que las telas "respiren" y sean más cómodas. En climas húmedos las mezclas de poliéster-algodón son de enorme comodidad.

Los poliésteres son más *electrostáticos* que las otras fibras del grupo termoplástico. : La estática es característica propia de las fibras con baja absorbencia. Esto es una desventaja definitiva ya que la pelusa es atraída hacia la superficie de la tela y hace difícil conservar el aspecto impecable en telas de colores oscuros. Las cortinas se ensucian con mayor rapidez. Las telas nuevas casi siempre

tienen un acabado antiestático, pero a menudo se elimina por el lavado o la limpieza en seco. Los suavizadores de telas, auxiliares en el lavado, son buenos agentes antiestáticos. Haciendo pasar una esponja húmeda sobre la tela o utilizando algún agente antiestático (por rociado), se logra una mejoría temporal del problema.

2.3.6 Propiedades relacionadas con el cuidado y el uso final

La resiliencia está relacionada con la recuperación de un trabajo de tensión y se refiere al grado y forma en que se logra la recuperación después de una deformación. El poliéster tiene una recuperación muy alta cuando la elongación es baja, lo anterior constituye un factor muy importante en la industria del vestido. En el arrugamiento de un traje sólo intervienen deformaciones pequeñas y el poliéster recupera mejor que el nylon. La recuperación del poliéster de la elongación es similar a la de la lana a elongaciones más altas. Sin embargo, el nylon muestra mejor recuperación a elongaciones aún mayores, de manera que resulta buena en prendas sujetas a gran elongación, como por ejemplo en calcetería.

Los otros poliésteres son similares al dacrón en su recuperación de arrugas tanto en húmedo como en seco. Esto le ha dado ventaja sobre la lana en prendas tropicales, ya que la recuperación de la lana en húmedo es deficiente. Cuando las condiciones ambientales son de alta humedad y hay sudoración corporal, los trajes de poliéster no se encogen y son muy resistentes al arrugamiento. Sin embargo, las prendas de poliéster se arrugan, como sucede en la cintura de la prenda donde el calor corporal y la humedad fijan las arrugas y entonces se necesita de un planchado para eliminarlas.

La resiliencia y el secado rápido logran que el poliéster sea especialmente adecuado para guatas de relleno en telas acolchadas, por ejemplo, colchas, cubrecamas, parkas, y batas de casa.

Resistencia a los productos químicos y al ataque biológico. Las fibras poliéster en general resisten el ataque de ácidos y álcalis y se blanquean con productos a base de cloro o de oxígeno. Esto es muy

importante ya que el principal uso de los poliésteres es mezclarlos con algodón para obtener telas de planchado permanente. Son resistentes al ataque biológico y a la acción de la luz solar. Las fibras poliéster son los filamentos más importantes para la elaboración de cortinas transparentes.

Efecto del calor. Los poliésteres son termoplásticos. Se deben fijar con calor para obtener estabilidad y pliegues permanentes en las prendas. Es recomendable lavarlos en agua tibia y se pueden secar en secadora, pero también se lavan en agua caliente para eliminar las manchas de grasa y aceite o cualquier acumulación de aceites corporales. El agua caliente puede provocar un mayor arrugamiento y ser causa de pérdida de color.

Las propiedades térmicas de los poliésteres se usan con ventaja en la producción de fibras para relleno de almohadas, colchas y forros. La fibra se aplana en uno de sus lados o se hace asimétrica mientras se reblandece por medio del calor y entonces se enroscará en un rizo espiral de flexibilidad muy alta. Esta fibra para relleno (fiberfill) puede hacerse de una mezcla de fibras de distintos deniers para dar tres distintos niveles de soporte. Los aglomerados o bolas en las almohadas se evitan soldando las fibras en algunos puntos al hacer pasar agujas calientes a través del laminado del relleno para almohadas. El peso específico del poliéster varía de 1.22 a 1.38; es más pesado que el nylon y los acrílicos, pero se compara favorablemente con los acetatos que también se emplean para rellenos acolchados, aunque debe ser menos lavable.

El *encogimiento* de los poliésteres por el calor se controla de tal manera que es utilizable en telas con aspecto de piel. El Kodel Tipo 414 es una fibra pulimentable para telas con pelo.

En 1970, Du Pont informó de un trabajo experimental sobre el moldeado con calor del poliéster para la elaboración de un chaleco de hombre.

"El ajuste de los hombros se llevó a cabo dando forma a la tela sobre la cabeza de una prensa calentada a 194°C utilizando una entretela fusible en las piezas del frente. Las prendas resultantes se lavan en casa. También se describe la elaboración de unos pantalones a partir de sólo dos piezas de tela. - *Textile Industries*, 134 : 33 (diciembre 1970)."

En resumen, las fibras poliéster tienen una resiliencia sobresaliente, tanto húmedas como secas. Debido a los poliésteres, casi ha desaparecido por completo el planchado de sábanas, colchas y manteles, aunque aún se acostumbra a retocar las prendas.

La primera aplicación de las fibras poliéster fue en camisas de punto para hombre y en blusas para mujer. También se utilizaron los filamentos en cortinas delgadas, donde la excelente resistencia de las fibras a la luz así como su grueso, las hicieron especialmente adecuadas para telas como el nínón y el marquisette. El uso de filamento de poliéster aumentó marcadamente cuando se desarrollaron los hilos texturizados ("estables") que se emplearon en telas de punto de doble fontura para trajes, sacos, vestidos y abrigos ligeros. Los filamentos lisos y los texturizados son usados en prendas como uniformes para enfermeras y meseras.

El poliéster de fibra corta se empezó a utilizar en conjuntos de tipo tropical o de verano para hombre. Los trajes eran ligeros y lavables a máquina, algo increíble en ropa masculina. La muy baja absorbencia de las fibras de poliéster limitaba la comodidad en estas primeras prendas, desventaja que se superó al mezclar el poliéster con algodón, lana o ambas. En 1977 la fibra corta de poliéster se empezó a utilizar en telas más pesadas con aspecto de algodón, como mezclillas o gabardina.

Las fibras poliéster últimamente se usan para alfombras y neumáticos. Las primeras alfombras de poliéster se veían desgastadas o apelmazadas después de un tiempo de uso en las áreas de mucho tráfico. Esto se corrigió tratando las fibras en un autoclave. En neumáticos, los poliésteres no tiene formación de "zonas planas".

CAPITULO III

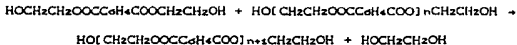
MANUFACTURA

III. MANUFACTURA

Los poliésteres pueden obtenerse por la combinación de ácidos orgánicos dibásicos y glicoles en una reacción de condensación que tiene agua como subproducto, o por otras relaciones de esterificación. El tereftalato de polietileno puede obtenerse condensando el glicol etilénico (MEG) con el ácido tereftálico (TPA) (Fig 3.1). Sin embargo, la experiencia de los fabricantes norteamericanos y británicos había demostrado que la reacción es más fácilmente regulada y se obtienen pesos moleculares mayores si se emplea el método de alcoholisis de un éster. Así, se hace reaccionar el tereftalato dimetílico (DMT) con el glicol etilénico, y éste expulsa el metanol, de menor temperatura de ebullición. El producto es un diéster monómero, conocido como : tereftalato bis-(2-hidroxietílico) :



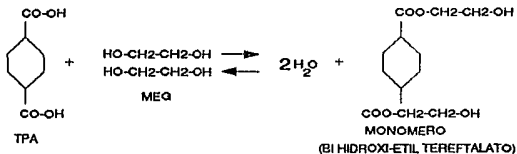
Cuando se polimeriza este monómero se elimina una molécula de glicol entre las moléculas monómeras o cadenas parcialmente polimerizadas :



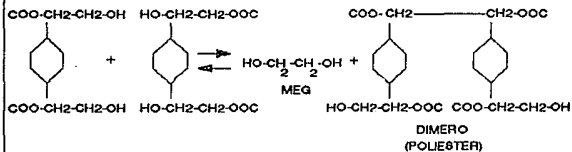
El polímero es hilado por el método de fusión comparable al empleado para el nylon. Como en el nylon, se estiran los filamentos después del hilado para aumentar la orientación molecular y la tenacidad de la fibra, aunque los métodos empleados para el estirado pueden ser diferentes de los de la tecnología del nylon. Las fibras poliéster, como el nylon, tienen la capacidad de retener la forma del orificio de la tobera o hilera, por lo que es posible hacer modificaciones en la sección transversal.

MONOMEROS EMPLEADOS PARA LA FABRICACION DE POLIESTER

ESTERIFICACION



POLIMERIZACION



TPA—ACIDO TEREFALICO

MEG—MONO ETILEN GLICOL

Fig 3.1

El poliéster a manera de fibra se produce en muchos tipos, hilos de filamento, fibras cortas y cable. Los filamentos son de alta tenacidad o regulares, brillantes o deslustrados, blancos o teñidos en solución. Las fibras cortas se producen en 1.5 a 10 deniers y son deslustradas. Pueden ser regulares o de alta tenacidad, resistentes a la formación de frisas.

Cuando las fibras regulares de poliéster se observan al microscopio son tan similares al nylon que es difícil identificarlas. Las fibras lisas, semejantes a varillas, tienen una sección transversal circular. No son transparentes como las fibras de nylon. Son blancas, así que generalmente no necesitan blanqueo. Sin embargo, se producen tipos de poliésteres más blancos por la adición de blanqueadores ópticos (compuestos fluorescentes) a la solución de hilatura de la fibra.

Se producen fibras con secciones transversales que varían desde : redonda, trilobal, octolobal, oval, hueca, hexalobal y pentalobal (en forma de estrella).

3.1 INTERMEDIOS

Las primeras materias empleadas en la fabricación de la fibra de poliéster son el glicol etilénico, el metanol y el p -xileno. Por oxidación el xileno da ácido tereftálico, el cual es esterificado con metanol para formar el tereftalato dimetilico (proceso tradicional). Este es purificado, pues se necesitan condiciones de calidad muy estrictas en el éster y en el glicol etilénico empleados en la fabricación de la fibra. Indicios de impurezas pueden dar color a la fibra o interferir en la reacción de la polimerización y originar una fibra débil. Los metales polivalentes son particularmente perjudiciales, y por esta razón, todos los recipientes empleados deben ser de materiales resistentes a la corrosión (vidrio, tantalio o acero inoxidable).

3.1.1 Monómeros para la fabricación del poliéster

Acido tereftálico

El ácido tereftálico es un polvo blanco que sublima (pasa de estado sólido a gaseoso y finalmente a sólido) arriba de los 300°C.

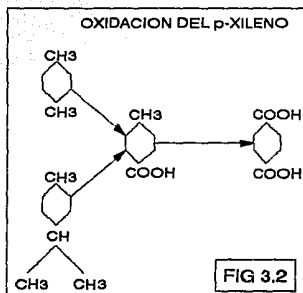
Dicho ácido, no se producía a gran escala hasta que se inició y consolidó la fabricación del poliéster. Aunque se puede obtener por métodos orgánicos corrientes la mayoría de la producción industrial se basa en la oxidación del *p*-xileno.



Los xilenos se obtienen de la fracción del petróleo rica en compuestos aromáticos y a partir de los productos procedentes de la destilación del alquitrán de carbón. El xileno no industrial contiene, aproximadamente, un 20% del isómero orto, un 50% del derivado meta y un 20% del derivado para. Antes de proceder a la etapa de oxidación, los isómeros deben ser cuidadosamente separados. El isómero orto se separa fácilmente por destilación, pero los isómeros meta y para hierven a temperaturas que difieren sólo en medio grado (137°C). Ello obliga a separar el isómero para recurriendo a la congelación o a diferentes métodos químicos.

El *p*-xileno se puede transformar en ácido tereftálico por la acción de oxidantes diversos, formándose ácido *p*-tolúico como producto intermedio. La oxidación suele llevarse a cabo con aire en presencia de un catalizador, ya sea en una o dos etapas (Fig 3.2).

El ácido tereftálico se puede obtener también a partir del tolueno. Este producto se oxida a ácido benzoico, el cual se transforma en benzoato potásico, y éste en ácido tereftálico por acción del ácido sulfúrico. Se ha indicado que el ácido tereftálico así producido es lo suficientemente puro para utilizarlo directamente en la policondensación. Según el proceso Henkel II el ácido benzoico reacciona con dióxido de carbono y con hidróxido potásico para producir tereftalato potásico.



También puede obtenerse ácido tereftálico a partir del naftaleno, del ácido benzoico o del anhídrido ftálico, según los procesos Henkel I y II. (Según anotaciones en el libro "Fibras de Poliéster" de Gacén Guillén)

En otro procedimiento se parte de una mezcla de xilenos (xileno técnico) que se trata con hidróxido potásico y dióxido de carbono, de tal manera que por isomerización se obtiene tereftalato potásico. La purificación del ácido presenta dificultades a causa de su alto punto de fusión y de su poca solubilidad. Aunque se puede purificar por recristalización de su sal amónica, durante mucho tiempo se considero más práctico proceder a la transformación del ácido tereftálico en tereftalato de dimetilo. La esterificación se realiza por calentamiento con metanol en presencia de ácido sulfúrico. El éster se purifica fácilmente por destilación bajo vacío, por recristalización o recurriendo a ambas técnicas, obteniéndose un éster puro en forma de cristales blancos que funden a una temperatura de 140.8°C.

A pesar de la dificultad para obtener un ácido tereftálico de alta pureza a precios razonables, las ventajas potenciales que ofrece el

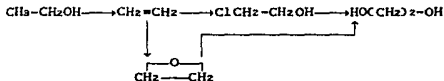
diácido y los avances en la tecnología de la purificación han conducido a que cada vez sea más utilizado como producto intermedio. Como ventajas que ofrece el empleo del diácido se pueden citar un menor peso por mol de producto, mayores velocidades de polimerización, la ausencia de metanol como subproducto y un menor consumo de energía.

Evitar la purificación del ácido tereftálico o la preparación del dimetiltereftalato puede lograrse haciendo reaccionar el ácido tereftálico crudo con óxido de etileno para formar bis(2-hidroxietyl)-tereftalato (BHET), el cual se purifica y se policondensa. También existen patentes que se refieren a la obtención de BHET por reacción del tereftalocnitrilo con etilenglicol.

Etilenglicol

El etilenglicol es un producto que se fabrica a gran escala desde hace muchos años. Se usa como refrigerante de los motores de aviación y como anticongelante del agua de los radiadores de los automóviles.

Se obtiene en base al tratamiento del etileno con agua de cloro para obtener clorhidrina etilónica, la cual se calienta después con un álcali débil (carbonato sódico o hidróxido cálcico). El etileno procede del cracking del petróleo o de la deshidratación catalítica del etanol con ácido fosfórico en piedra pómez.



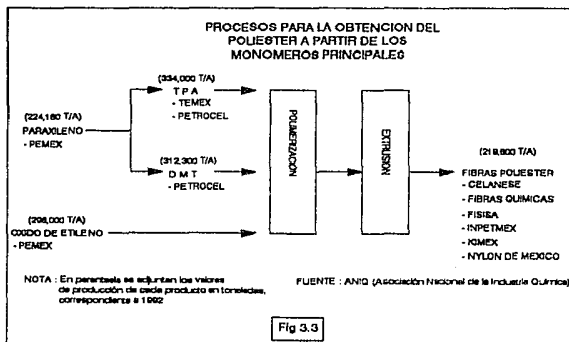
Otro proceso consiste en la oxidación del etileno por catálisis formándose óxido de etileno que se hidroliza a continuación para dar glicol. Es muy importante que el glicol esté exento de impurezas coloreadas, agua, ácidos o halógenos.

La empresa Halcón (España) ha desarrollado un nuevo proceso que se basa en la acetoxilación del etileno. La reacción entre el etileno y el oxígeno se realiza en un medio acético en presencia de un catalizador. El producto resultante es una mezcla de mono y diéster

del etilenglicol, y se hidroliza para obtener glicol y ácido acético recuperable. La ventaja de este proceso con respecto al del óxido de etileno consiste en que la conversión del etileno del etilenglicol es mucho más eficaz (superior al 90%).

También se ha sugerido que el gas de síntesis procedente de la gasificación del carbón puede llegar a desplazar al etileno en la fabricación del etilenglicol. Últimamente se han estado mejorando constantemente los procesos de producción simultánea de glicol y metanol a partir de monóxido de carbono e hidrógeno.

A continuación se muestra la producción de la fibra poliéster a partir de los monómeros principales (Fig 3.3).



3.2 POLIMERIZACIÓN

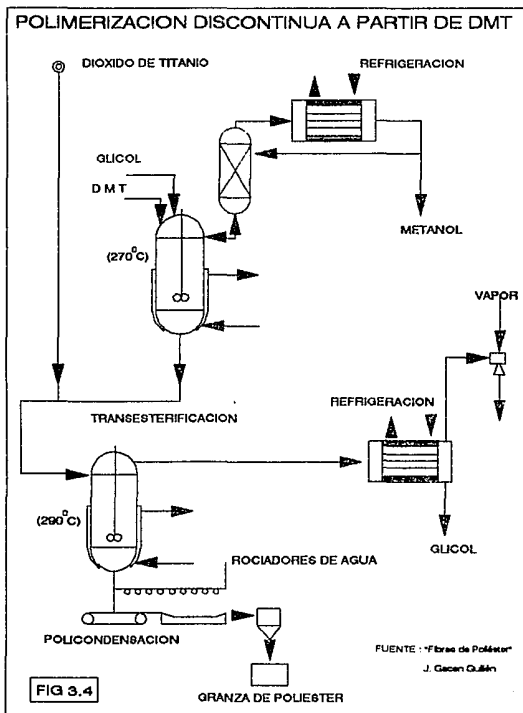
La formación del tereftalato de polietileno se realiza en dos etapas. En la primera etapa, alcoholísis, se separa por destilación el metanol. La segunda etapa es la formación de la cadena, y en ella también se debe separar mediante destilación uno de los productos de la reacción, el glicol etilénico, esta vez a presión reducida. Se opera a elevada temperatura para aumentar la velocidad de la reacción y mantener fluido el polímero a fin de facilitar su manejo.

Conviene aclarar que, inicialmente, era imprescindible utilizar el tereftalato dimetilico (DMT) en lugar del ácido tereftálico (TPA) por no ser posible preparar un ácido con la pureza adecuada. Más adelante se pudo preparar un ácido de calidad pero a expensas de un proceso complejo que no garantizaba un costo más bajo. En la actualidad el TPA se obtiene por oxidación catalítica del xileno en aire, de manera que es posible un ahorro del 27% de energía en el proceso de fabricación del TPA y del 19% en la fabricación del polímero. Aunque estos datos son elocuentes, la dificultad actual estriba en la reconversión de las plantas actuales a la nueva técnica a causa del desánimo ante nuevas inversiones; sin embargo la sustitución del DMT por el TPA es la meta obligada hacia la que deben dirigirse las plantas actuales de poliéster.

En México, la empresa CELANESE MEXICANA S.A. es la única que adopto el cambio a finales de los 70', y el resultado obtenido es más que elocuente: primer lugar a nivel nacional en fabricación de fibras sintéticas.

3.2.1 Polimerización discontinua y continua

En la práctica industrial las dos etapas mencionadas (alcoholísis y formación de la cadena) se realizan por procedimientos continuos y discontinuos. El proceso discontinuo (Fig 3.4) se prefiere por sus ventajas económicas cuando se trabaja en plantas de reducido tamaño o cuando se requiere una gran flexibilidad que permita la fabricación de pequeñas cantidades de poliéster de diferentes brillos, colores, aditivos químicos, copolímeros, productos de bajo título, etc.



La polimerización continua presenta ventajas sobre el proceso discontinuo. Unas ventajas son de tipo económico y otras se refieren a la calidad final del producto.

Conviene resaltar que en procesos de gran importancia, como la elaboración del poliéster, los aspectos económicos son vitales para la supervivencia de la empresa, si éstos se mantienen controlados.

Como ventajas económicas del proceso continuo se citan las siguientes :

- a) es más económica para líneas de gran capacidad,
- b) se requiere menor cantidad de glicol,
- c) el reactor está menos afectado por variaciones en el flujo de calor y en el control de la temperatura,
- d) no se requiere de una enorme cantidad de mano de obra,
- e) se evita el almacenamiento de la granza, así como su mezcla y secado,
- f) cumple satisfactoriamente con las exigencias de la hilatura por fusión de alta capacidad.

Como ventajas en la calidad del producto se mencionan :

- a) se reduce la degradación (menor contenido de grupos carboxílicos y mejor color),
- b) es menor la degradación térmica, oxidativa e hidrolítica,
- c) el producto es más uniforme,
- d) los reactores se pueden diseñar de manera que se consiga una óptima transferencia de calor, así como la viscosidad deseada,
- e) se consiguen más fácilmente los altos pesos moleculares necesarios para la fabricación de hilos industriales.

Polimerización continua

Las grandes instalaciones modernas se basan en la polimerización continua y en la hilatura directa. El proceso es más económico, pues se elimina la formación de chips, su secado, su homogeneización y su refundición, pero el equipo ha de tener una gran capacidad a efectos

de reducir la inversión del capital por kilogramo producido. Este permite obtener con más facilidad productos de alto peso molecular, aunque la gran calidad del producto que debe abastecer a la planta de hilatura por fusión obliga a recurrir a instrumentaciones y controles demasiado complejos.

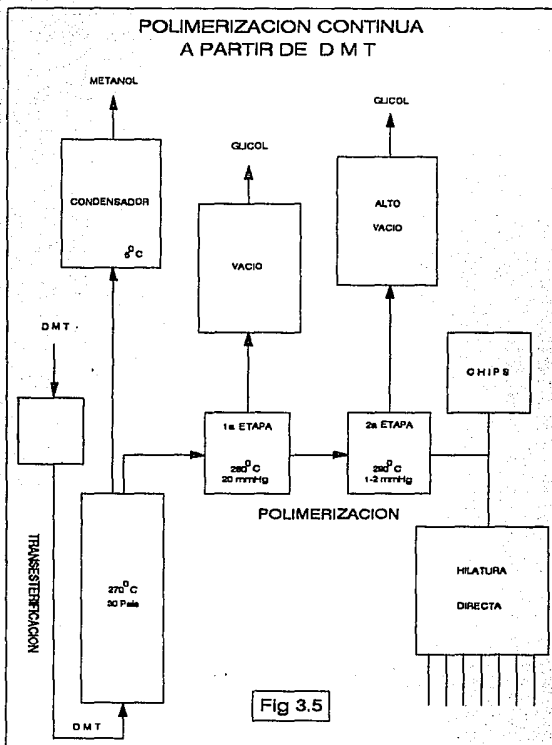
Por otra parte, el proceso debe interrumpirse mínimamente ya que de no ser así se perdería mucho material, deduciéndose que los equipos correspondientes no permiten producir a precios razonables la gran variedad de tipos especiales que ofrece el sistema discontinuo.

Un equipo típico de polimerización continua del poliéster (Fig 3.5) comprende los siguientes elementos :

- a) un recipiente de fusión del DMT o del TPA (según sea el proceso)
- b) una columna para realizar el intercambio de éster
- c) un recipiente para el glicol
- d) un polimerizador
- e) un segundo polimerizador
- f) un sistema de distribución del polímero fundido que lo haga llegar a varias cabezas de hilatura.

El diseño del segundo polimerizador es hasta cierto punto crítico. Puede consistir en un recipiente cilíndrico horizontal de alto vacío que contiene un eje horizontal al que están acoplados discos o husillos poco profundos que originan grandes superficies que permiten eliminar el glicol de la masa polimerizante. El agitador actúa también moviendo lentamente el material desde la entrada hasta el husillo que extrae el polímero del recipiente de alto vacío.

El grado de polimerización es controlado a través de la viscosidad del fundido y las desviaciones se corrigen automáticamente modificando el vacío aplicado.



Tal como se ha indicado se requiere una instrumentación muy complicada, sobre todo en lo referente a la regulación del flujo del material a través de las diversas etapas. Por otra parte, la considerable inercia del sistema hace difícil una respuesta rápida cuando es necesario realizar cambios sustanciales.

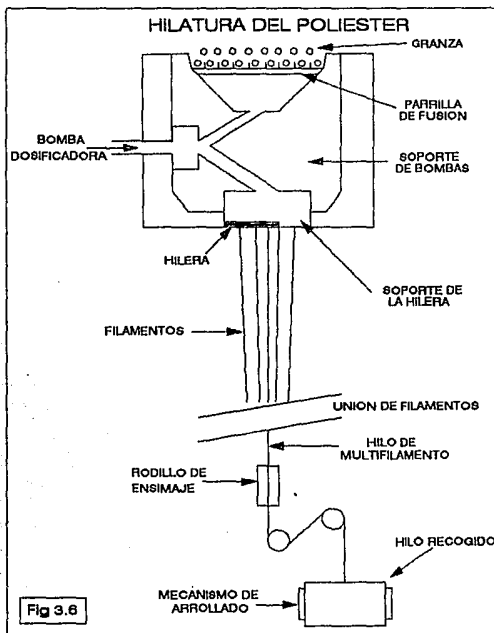
Existen diversos procedimientos de preparación de poliéster de alto peso molecular. Uno de ellos consiste en la adición de una pequeña cantidad de agentes bifuncionales que reaccionan rápidamente con los grupos terminales del poliéster actuando como agentes copulantes, extendedores o alargadores de la cadena. Otro procedimiento consiste en la policondensación en estado sólido calentando chips de polímero de peso molecular moderadamente bajo y finalmente divididos en una atmósfera inerte a temperaturas bastante superiores a la de transición vítrea (para favorecer la velocidad de polimerización) pero por debajo del punto de fusión cristalino (para prevenir las reacciones de escisión de la cadena polimérica). De este modo se obtienen pesos moleculares muy altos, pero existe el peligro de que al fundir el producto para llevar a cabo el hilado se produzca un ataque térmico.

3.3 HILADO

El hilado en función del poliéster es generalmente comparable al hilado del nylon (Fig 3.6). Las temperaturas de fusión son semejantes (255°C aprox.), aunque la viscosidad del tereftalato de polietileno es algo superior a la de nylon en el grado de polimerización requerido para el hilado. El polímero fundido es obligado a pasar por la hilera, solidificado por una corriente de aire transversal y arrollado en carretes antes de pasar a la etapa de estirado.

Se aumenta la tenacidad y la elasticidad de las fibras de poliéster por orientación de las moléculas a lo largo de la fibra. Se hace esto por estirado, procedimiento de alargamiento irreversible de la hilaza hasta 2-6 veces su longitud original, que al mismo tiempo disminuye el área de la sección transversal de la fibra casi proporcionalmente (la hilaza estirada es algo más densa que la no estirada). El modelo de la hilaza estirada presenta típica simetría angular compleja de alto grado de orientación. Las propiedades físicas del poliéster varían con

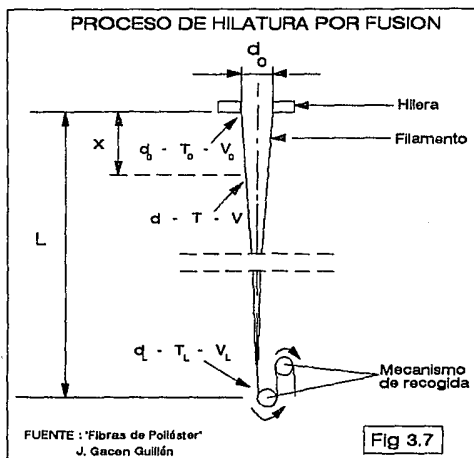
el grado del estirado : las razones de estirado grandes disminuyen el grado de elongación, resiliencia, elasticidad y otras propiedades semejantes a la lana, haciendo que la fibra sea muy atractiva.



3.3.1 Descripción y variables del proceso

Todas las fibras de poliéster que se comercializan de manera importante se preparan por el procedimiento de hilatura por fusión (Fig 3.7), el cual implica :

- 1) la preparación de un fundido,
- 2) la extrusión del fundido a través de los agujeros de la hilera,
- 3) la extensión de los chorros de polímero que emergen de los agujeros, y
- 4) el arrollado de los filamentos solidificados en una bobina o en un mecanismo de recogida.



A continuación se mencionan los puntos más importantes en el proceso de hilatura.

El polímero se extruye a través del canal de la hilera en cantidades de masa constante. Los parámetros del chorro del polímero a la salida de la hilera son d_0 (diámetro), \bar{V}_0 (velocidad media de extrusión) y T_0 (temperatura de extrusión). En el mecanismo de recogida, situado a una distancia L de la hilera, se arrollan los filamentos a una velocidad lineal constante V_L , siendo d_L y T_L el diámetro y la temperatura del filamento en el punto de tangencia al mecanismo de arrollado. En la distancia que media entre la hilera y el mecanismo de recogida se produce :

- a) la deformación del chorro de polímero,
- b) el enfriamiento y solidificación del fundido, y
- c) la formación de la estructura supramolecular de los filamentos.

Las variables de la hilatura por fusión que determinan el proceso de formación, las dimensiones y las propiedades de los filamentos son muchas y a veces independientes. La ecuación de continuidad exige que en el estado de equilibrio :

$$\rho_0 A_0 V_0 = \rho_L A_L V_L = W = \frac{\pi d^2}{4} \rho V_n$$

en donde W es la masa abastecida por unidad de tiempo y ρ , A y V son la densidad del polímero, la superficie de la sección transversal y la velocidad media de la línea de hilatura a la salida de la hilera ($X=0$) y en el mecanismo de recogida ($X=L$).

Las variables del proceso de hilatura pueden dividirse en tres grupos :

- a) Variables primarias o independientes, que determinan la evolución del proceso de hilatura y las propiedades y estructura de las fibras resultantes :

- T_o temperatura de extrusión.
- d_o, l_o dimensiones del canal de la hilera.
- n número de filamentos en la línea de hilatura.
- W masa de polímero abastecido a los n orificios de la hilera.
- L longitud del recorrido de hilatura.
- V_L velocidad de arrollado.
- Condiciones enfriantes (medio enfriante y su temperatura y flujo)

b) Variables secundarias, relacionadas con las primarias a través de la ecuación de continuidad y que pueden utilizarse para describir más explícitamente el proceso de hilatura.

$$V_o = \frac{4W}{n\rho_o \pi d_o^2} \text{ --- Velocidad media de extrusión}$$

$$d_L = 2 \left[\frac{W}{n\rho_L V_L} \right]^{1/2} \text{ --- Diámetro de un filamento individual en el punto de tangencia al mecanismo de arrollado}$$

$$T_t = 1000 \frac{W \text{ (g/min)}}{V_L \text{ (m/min)}} \text{ --- Título (tex) de la línea de hilatura}$$

$$S = \frac{V_L}{V_o} = \frac{d_o^2}{d_L^2} \text{ --- Estirado de hilatura}$$

c) Variables resultantes

F_{ext} --- Fuerza de tracción en el mecanismo de recogida

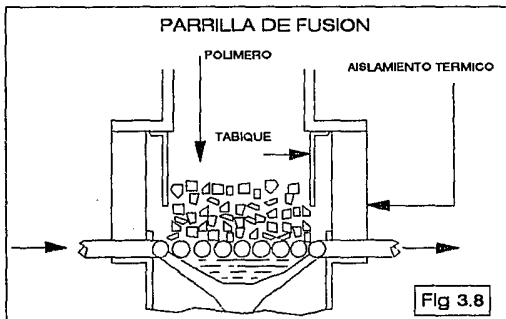
$$T = \frac{4F_{ext}}{n\pi d_L^2} \text{ --- Esfuerzo de tracción}$$

T_L --- Temperatura de los filamentos en el punto de tangencia al mecanismo de arrollado

- Estructura del filamento (orientación, cristalización, morfología,)

3.3.2 Preparación del fundido

El equipo más utilizado consiste en una rejilla o parrilla de fusión formada por un serpentín espiral de acero inoxidable calentado eléctricamente o mediante un fluido transmisor de calor (Fig 3.8). Las primeras rejillas consistían en arrollamientos espirales con una separación entre espiras que impide el paso de la granza a través de la misma. Actualmente se utilizan también otros equipos formados por varillas, agrupadas horizontal o verticalmente, o placas perforadas en lugar de rejillas tubulares. El polímero fundido pasa de la rejilla a un depósito situado debajo de ella y el volumen del fundido en este depósito puede controlarse por la posición de la rejilla, ya que cuando el nivel se sitúa por encima de ésta disminuye el abastecimiento de calor a la granza de polímero en contacto con ella. Para reducir al mínimo las reticulaciones encima de la parrilla y el tiempo de permanencia del polímero en el depósito, se recurre a un dispositivo que mantiene el nivel del fundido por debajo de la rejilla.



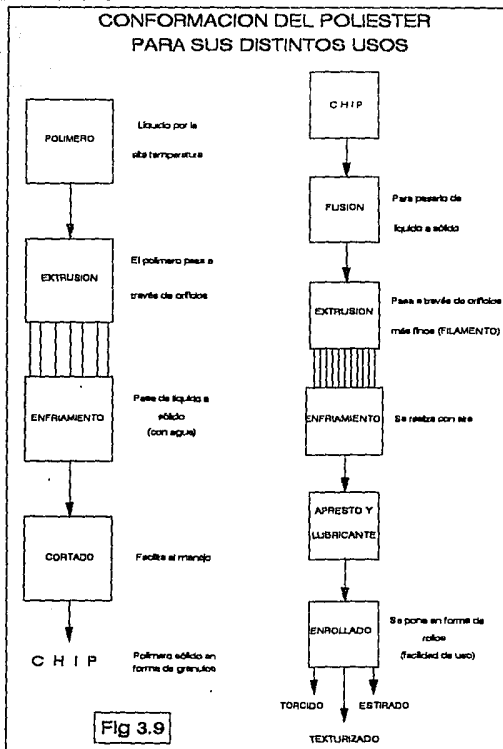
La granza puede llegar a la rejilla empujada por un tornillo transportador. La degradación del polímero puede minimizarse protegiéndolo con una atmósfera inerte (nitrógeno exento de oxígeno). Para ello se cierra herméticamente la tolva que contiene la reserva de la granza de polímero y se mantiene en su interior una atmósfera inerte, así como una presión arriba de la atmosférica para impedir la entrada de aire y para facilitar el paso del fundido desde el depósito que lo contiene hasta las bombas de medida, a las cuales se llega por gravedad o mediante una bomba impulsora. Por su parte, las bombas de medida están asociadas a los correspondientes equipos de las hileras.

Actualmente existe una tendencia a integrar las etapas de polimerización e hilatura cuando se trata de polímeros que se obtienen en estado fundido. De este modo se suprimen los equipos necesarios para la transformación del polímero en granza, el secado de ésta y su fusión previa a la transformación en fibras. La hilatura directa presenta su máxima eficacia cuando se procede a una polimerización a la continua, ya que de otro modo el polímero sufre alteraciones al permanecer fundido en los tanques de almacenamiento asociados a los autoclaves en los que se realiza la polimerización discontinua.

3.3.3 Extrusión e hilatura

El fundido pasa del depósito de fusión a unas bombas de engranajes dosificadoras y de éstas a un equipo de filtrado que consta de una serie de tamices metálicos finos o bien de capas de arena, o de otros materiales refractarios, de finura creciente, contenidos en tamices metálicos. El polímero fundido pasa finalmente a la hilera después de atravesar un sistema de distribución diseñado de manera que se consiga un mezclado máximo y una estanqueidad mínima. Cuando, con el paso del tiempo, se bloquea el filtro, se produce un aumento de la presión y un estrechamiento de los agujeros de la hilera, por lo que conviene que el equipo de filtración y la hilera se monten de tal manera que se pueda cambiar fácilmente cuando se tenga que limpiar o renovar.

A continuación se muestra la secuencia que sigue el poliéster para su conformación en distintos usos (Fig 3.9).



Las hileras generalmente son discos de acero de 5-8mm con agujeros cuyo tamaño y distribución deben garantizar un flujo de la máxima regularidad y un enfriamiento uniforme de los filamentos. El chorro de polímero se solidifica rápidamente cuando entra en contacto con la atmósfera y, para minimizar la deposición de productos degradados alrededor de los orificios, se ha recomendado que inmediatamente debajo de la hilera exista una estrecha zona en la que se mantenga una atmósfera inerte y se evite la deposición.

Los filamentos individuales, ya solidificados, convergen en una guía y pasan a la zona de aplicación del ensimaje antes de ser arrollados en el mecanismo de recogida. Cuando se trata de hilo continuo, el hilo se arrolla a velocidades de unos 1200 m/min sobre bobinas que trabajan a velocidad constante o bajo tensión constante. El arrollado bajo tensión constante resulta más caro pero proporciona hilos de mejor calidad.

Cuando la materia se ha de presentar en forma de fibra no hay necesidad de arrollar los filamentos. Los hilos procedentes de varias hileras (recientemente se han desarrollado hileras de 22mm y hasta 1000 agujeros) se reúnen para formar un cable, al cual se le hace avanzar a velocidad constante mediante unos rodillos para pasar finalmente al almacenamiento (éste se realiza en botes).

3.4 Desviaciones en el proceso de hilatura y fibras defectuosas

Técnicamente se puede admitir que el producto $\rho \bar{V}_A$ permanece constante en cualquier punto de la línea de hilatura y que las variables del proceso de hilatura permanecen constantes en el tiempo. Sin embargo, la práctica demuestra que no siempre sucede así y que la variación de las condiciones de hilatura por encima de las tolerancias permitidas puede llevar al fabricante a obtener fibras defectuosas no uniformes.

El problema presentado por las condiciones no uniformes de hilatura se refieren a: (1) título irregular y (2) a fibras de estructura o morfología no uniforme. Las irregularidades en el título se acentúan en el estirado post-hilatura, en tanto que la aplicación de este

estirado a fibras de título uniforme y estructura irregular conduce a fibras estiradas de título no constante. Otras irregularidades son las que se derivan de la aplicación del estirado en condiciones irregulares sobre un sustrato dimensional y estructuralmente uniforme.

Las causas presentadas a continuación se originan por las irregularidades o la no uniformidad de las fibras resultantes :

- a) heterogeneidades en el fundido,
- b) dimensiones no uniformes de los orificios de las hileras,
- c) irregularidades en el abastecimiento del polímero,
- d) variaciones incontroladas en las condiciones de enfriamiento,
- e) distribución no uniforme de los acabados de hilatura,
- f) desviaciones en la velocidad de alimentación del hilo,
- g) control insatisfactorio de la temperatura-tensión en el proceso de estirado.

En lo referente a heterogeneidades del fundido se puede señalar que la presencia de partículas sólidas (agente mateante, pigmentos o aditivos insuficientemente dispersados) o de burbujas gaseosas conduce a la formación de secciones irregulares más abultadas.

Otras irregularidades del fundido se deben a variaciones del peso molecular del polímero, a pequeñas porciones de polímero oxidado, ramificado o reticulado, o a variaciones de la temperatura del fundido que producen heterogeneidades en la viscosidad del producto al ser extruido

A este respecto debe indicarse que la hilatura del poliéster se caracteriza por la necesidad de trabajar en condiciones extraordinariamente secas, ya que la velocidad del ataque hidrolítico es muy alta a la temperatura de fusión. Por otra parte, en la manipulación de los fundidos de poliéster se producen ataques térmicos, hidrolíticos y oxidativos que se traducen en la formación de grupos carboxílicos terminales, en la generación de diversos productos gaseosos y en una decoloración.

Además de la no deseada disminución del peso molecular ocasionada por la escisión de la cadena, el prolongado calentamiento de un fundido de poliéster en presencia de aire conduce a la formación de impurezas en forma de geles que, como se ha dicho, entorpecen el proceso de hilatura y conducen a filamentos defectuosos. Por esta razón, la humedad y el oxígeno deben estar ausentes en el fundido y éste debe mantenerse como tal a la temperatura más baja y durante tiempos tan cortos como lo permita el buen desarrollo del proceso. La adición de estabilizadores en la etapa de policondensación permite reducir la degradación del polímero y minimizar las reacciones que conducen a formación de productos coloreados no aptos para ser usados.

3.5 Problemas presentados por la hilatura del poliéster

Conjuntando las desviaciones en el proceso se presentan los siguientes problemas en la hilatura.

Las razones por las que en la actualidad hay tan pocos hilanderos de hilados de poliéster 100% se resumen en estas observaciones.

El hiladero no solo tiene que mantener todas estas fibras separadas durante el procesamiento de fibra a hilo, sino que también debe reconocer que hay ajustes y velocidades de maquinaria que se deben contemplar cada vez que se cambie el tipo de fibra.

Esto también es cierto cuando se cambia de un producto a otro. Cualquiera que haya procesado poliéster 100% sabe que si cambian productores de fibra o si se usa un tipo de fibra diferente, se van a tener grandes problemas sino se efectúa una limpieza completa y sino se cambian los ajustes en cada proceso. Estos problemas incluyen enredos de hilos, cabos rotos, paros de maquinaria, y en general pérdidas económicas.

El problema en este caso es que la calidad es de gran importancia para el cliente y todas estas cosas pueden deteriorar el nivel de calidad y por lo tanto alejar al consumidor.

Las diferencias que se deben considerar por un manufacturero de hilos típico que procesa poliéster para los varios mercados son :
Si quiere producir un hilado para el mercado de ropa infantil, ropa de dormir, frazadas y similares, debe asegurarse primero que todas las características de la fibra cumplan con las regulaciones federales relacionadas con el retardo de las llamas. Ahora, puesto que esta sección del mercado es bastante competitiva y sensitiva a los precios, el hiladero debe controlar sus costos de materia prima. Las propiedades de la fibra no son tan estrictas en esta línea de géneros, de modo que una fibra de tenacidad mediana sería apropiada.

Sin embargo, si esta misma fibra se fuera a usar en el mercado de ropa de vestir, sería demasiado áspera para el mismo, ya que no tendría el tacto suave requerido para las confecciones y no sería resistente al frisado. Tampoco tendría el brillo óptico requerido por este mercado, en el que el producto final debe tener un atractivo visual para poder ser colocado.

En los Estados Unidos las fibras importadas no tienen brillo óptico, y tienen la tendencia a tener niveles de tenacidad más altos de lo requerido por muchos mercados domésticos.

Como lo saben los hiladeros, mientras más alta sea la tenacidad, más áspero será el tacto y será mayor la tenacidad al frisado.

La etapa siguiente consiste en el estirado del hilo o del cable.

3.6 ESTIRADO

Los filamentos retirados de la base de la célula de hilatura suelen ser no cristalinos o amorfos en contraste con muchos otros polímeros como los nylonos 6-6 y 6 y el polipropileno. Ello significa que el estiraje debe plantearse en términos bastantes diferentes a los propios de las fibras que ya son cristalinas antes de proceder a su estirado. Sin embargo, el producto final posee una estructura cristalina ordenada cuyo grado de ordenación depende mucho de la temperatura, de la velocidad y de la relación de estirado, así como de la temperatura de la placa de estabilización situada después de los

rodillos estiradores.

Los filamentos arrollados en el mecanismo de recogida presentan orientaciones bajas que oscila entre el 2% y el 20% del que se considera conveniente. No obstante, este grado de orientación molecular y la polaridad de la molécula que resulta es suficiente para que pueda ser medido por birrefringencia y utilizado como parámetro de control.

La orientación necesaria se consigue mediante el estirado mecánico que resulta de hacer pasar el conjunto de filamentos alrededor de los rodillos que giran a diferente velocidad periférica. La relación de velocidades entre los rodillos estiradores y alimentadores determina la relación de estirado, la cual oscila entre 3 y 6 según se trate de fibra e hilo continuo. Cuando se trata de hilo continuo la relación de estirado es del orden de 3.5 y, en cualquier caso, la relación elegida depende de la elongación, tenacidad, módulo de recuperación y resistencia a la abrasión del producto final, así como de la orientación previamente impartida en el proceso de hilatura.

Para obtener un producto estirado de manera uniforme, el estiraje se localiza en una zona cuya temperatura debe ser bastante superior a la de transición vítrea. La regularidad resulta también beneficiada localizando el estiraje mediante la colocación de una guía de cromo esmerilada sobre la que da una vuelta el hilo continuo. El deslizamiento se reduce haciendo que el hilo de varias vueltas alrededor de los rodillos alimentadores y estiradores, los cuales están pulidos y tienen asociados rodillos guía más pequeños dispuestos de tal modo que evitan que las espiras evolucionen conjuntamente.

El hilo continuo estirado es arrollado a unas velocidades de unos 1200 m/min sobre un soporte cilíndrico, con o sin torsión según el equipo empleado corresponda a una estiradora-torcedora o a una estiradora-arrolladora. Las bobinas resultantes pesan de 2-3 kg o más y se preparan para su expedición al mercado o pasan a otra etapa de la que el hilo continuo sale presentado en forma de plegador.

En la fabricación de fibra cortada se procede a la formación de cables que contienen del orden de 250000 filamentos, a partir de los filamentos que emergen de varias cabezas de hilatura. El equipo estirador trabajaba hacia 1970 a velocidades del orden de 75-150 m/min pero ya en esas fechas se habían diseñado equipos que permitían preparar cables de 111 ktex (título del cable estirado) a velocidades de hasta 400 m/min. El estiraje se realiza pasando el cable entre dos series de rodillos que giran a diferente velocidad. Para evitar deslizamientos, los rodillos están muy pulidos y pueden estar equipados con rodillos sujetadores adicionales. A efectos prácticos es necesario calentar el hilo por encima de la temperatura de transición vítrea, ya que así resulta un estirado uniforme. El calentamiento puede realizarse de diferentes maneras utilizando vapor, agua caliente, rodillos calientes, rayos infrarrojos, etc. Después de estirado, y siempre sin interrumpir el proceso, el cable se riza en una cámara de embutición, se seca si es necesario y se fija térmicamente (Memoria Térmica). Finalmente se embala en forma de cable o se corta a una longitud entre 38 y 150mm y se comercializa en forma de floca.

El alineamiento molecular que se produce en el estirado induce la cristalización del poliéster y el grado de cristalización depende del historial temperatura-tiempo durante y después de la etapa de estirado, del grado de orientación y del peso molecular. Por otra parte, es muy importante que la cristalización de las fibras de poliéster sea constante y con un nivel adecuado para que resulten productos que respondan en forma adecuada y uniforme al encogimiento térmico y en el procesado (texturación, tintura).

Es interesante señalar que cuando el estiraje se aplica en dos etapas, cada una de ellas con una relación de estirado y una temperatura determinada, se consiguen fibras con mejores propiedades globales, mayor uniformidad, mayor velocidad de estirado y una gran versatilidad en esta operación.

La segunda etapa de estiraje se realiza a efectos de conseguir una mayor orientación y una alta resistencia necesaria en algunos tipos de hilos industriales. El segundo estirado, que se suma al primero, se

se suele realizar a temperaturas altas, del orden de 200°C, interponiendo una placa caliente ligeramente curvada entre los rodillos alimentadores y estiradores.

3.6.1 Nuevos procesos

(Basado en "Fibras de Poliéster", Gacén Guillén)

No hace mucho tiempo se desarrollaron procesos de estiraje a alta velocidad que son simultáneos con la etapa de hilatura en un proceso denominado de hilatura-estirado. Las ventajas más importantes de estos procesos consisten en la mayor productividad y en la supresión de varias etapas con la consiguiente disminución en la manipulación del hilo. De este modo han resultado los denominados POY (pre-oriented-yarn) cuya utilización como materia prima en el proceso de estiraje-texturación ha crecido rápidamente en los últimos años.

Hacia 1970 las velocidades de hilatura entre 2000 y 3500 m/min eran las más frecuentes. Trabajando a 2000 m/min resultan los MOY (medium-oriented-yarn) e hilados a 3500 m/min se obtienen los POY. Estas velocidades contrastan con las de los procesos normales de hilatura que se sitúan no muy lejos de los 1000 m/min. Los hilos POY son morfológicamente más estables que los MOY, pero estos tienen la ventaja de que su fabricación requiere variaciones menos profundas en las plantas de hilatura convencionales.

La mayor ventaja de un proceso de hilatura a alta velocidad consiste en una gran producción por cabeza de hilatura. El aumento de la productividad no es lineal, ya que cuando se pasa de 1500 a 2500 m/min se gana el 22% pero al pasar de 2500 a 3500 m/min se mejora el 8%. Por extrapolación se ha deducido que a 1000 m/min se obtendría un hilo totalmente estirado, aunque al pasar de 4000 m/min ya casi no mejora la productividad. La literatura científica se ha referido a velocidades de hasta 7500 m/min, aunque la continuidad de la línea de hilatura a estas velocidades presenta exigencias especiales en cuanto a la calidad del polímero y a la necesidad de adaptar alguna de las variables del proceso. Por otra parte, puede decirse que las necesidades del mercado se encuentran satisfechas con la transición de

la hilatura clásica al proceso POY. No obstante debe indicarse que cuando la velocidad de hilatura pasa de 3000 a 5000 m/mín la producción aumenta del 20% al 25%. lo que ha permitido desarrollos nuevos en este campo que pueden justificar nuevas inversiones por parte de las productoras para poder fabricar los productos conocidos como HOY y FOY (high o full oriented yarn) que se utilizan como hilos planos.

En la hilatura a alta velocidad se prescinde de los rodillos situados antes del mecanismo de recogida, de modo que el haz de filamentos es directamente arrollado después de aplicarle el acabado. Ello evita que se onreden sobre los rodillos, pero impide controlar la tensión de arrollado ajustando las velocidades relativas de los rodillos y del arrollador.

Como se ha indicado anteriormente, el equipo para la hilatura a alta velocidad es más caro, más difícil de mantener y más propenso a errores del operador que el de las máquinas convencionales. El riesgo de una mayor formación de desperdicios es alto, por lo que se ha dedicado gran interés a aumentar el peso de las bobinas, así como a automatizar, o al menos mecanizar, tanto el cambio como el transporte de las bobinas. Como ventaja, además de la productividad, debe señalarse que se puede obtener un hilo continuo más regular gracias, según se cree, a la mayor fuerza de tiraje que ocasionaba una mayor tensión en la línea de hilatura.

Un aspecto muy interesante a considerar se refiere a la influencia de las altas velocidades de hilatura en las propiedades textiles y mecánicas de los filamentos. Siempre ha sido atractiva la idea de hilar el poliéster a velocidades tan altas que permitan obtener directamente hilos totalmente estirados. Por encima de los 5000 m/mín se pueden obtener tenacidades aceptables, pero los valores de la elongación son bastante o muy superiores a los normales, lo cual supone un problema, al menos para el procesado textil. Consecuentemente, se hace necesario que los hilos que se hilan hasta 5000 m/mín experimenten un estirado adicional, probablemente un estirado en frío, cuando deban ser utilizados directamente en la industria textil. Por otra parte, existe acuerdo en admitir que se

requieren velocidades de 5000-5500 m/min en el mecanismo de recogida para conseguir un hilo totalmente estirado adecuado para todos los usos finales.

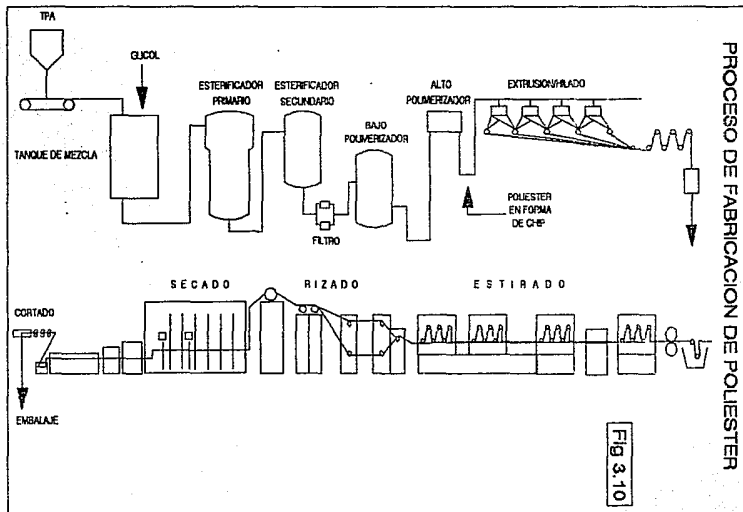
Los hilos obtenidos a alta velocidad presentan encogimientos muy bajos, comparables tan solo a los que resultan de un fijado o estabilización a altas temperaturas. La birrefringencia no es tan alta como en los hilos totalmente estirados, lo cual es lógico si se tiene en cuenta su menor cristalización. También cabe indicar que estos filamentos se tiñen con más facilidad cuando se arrollan por encima de unos 5000-6000 m/min, por lo que se puede teñir sin transportador. Por su parte, la literatura de patentes señala que a unos 4000 m/min se obtienen fibras con superior tintabilidad, habiéndose sugerido su uso en el proceso textil sin tener que recurrir a un estiraje posterior.

La hilatura a alta velocidad no presenta un atractivo especial en cuanto a la producción de fibra poliéster, ya que sin cambiar la maquinaria disponible es posible aumentar la producción :

- 1) utilizando hileras tan grandes como lo permitan las dimensiones de la máquina de hilar,
- 2) el mayor número de filamentos por hilera que permita un enfriamiento efectivo,
- 3) optimizando el número de cabezas por máquina de acuerdo con la capacidad de abastecimiento del fundido,
- 4) aumentando en lo posible la velocidad de hilatura.

Una vez estirado, el poliéster pasa por etapas de rizado, secado, cortado (si se trata de fibra corta), embalado y finalmente es almacenado.

La figura 3.10 ilustra el proceso completo para la fabricación del poliéster.



3.7 ESTRUCTURA Y MORFOLOGIA

Estructura fina

La diferencia estructural más importante entre las fibras de poliamida y las de poliéster consiste en que la fibra de poliéster rápidamente enfriada (quenched) es de naturaleza no cristalina y que la cristalización se desarrolla en el estirado. Los diferentes estados de la fibra presentan las siguientes combinaciones en cuanto a cristalización y orientación :

ESTADO DE LA FIBRA	MODELO ESTRUCTURAL
fibra después de la extrusión	amorfo-desorientado
fibra estirada en frío	amorfo-orientado
fibra extruida y tratada térmicamente	cristalino-desorientado
fibra estirada en caliente o fibra estirada en frío y templada	cristalino-orientado

Prati y Seves han indicado que mediante cuatro técnicas (difracción de rayos X, birrefringencia y dicroísmo, espectroscopia IR de reflexión y análisis térmico diferencial) se puede determinar el grado de cristalización y el grado de orientación.

Cuando se enfría rápidamente un fundido resulta un poliéster amorfo y vítreo de densidad 1.33 g/cm^3 . Al calentar el polímero se observa una transición vítrea a 87°C y por encima de 100°C se produce una cristalización que alcanza su máxima velocidad a 180°C . Como sucede con todos los polímeros, la cristalización nunca es completa y la densidad del polímero cristalino varía con el grado de perfección de los cristalitas.

La celdilla unitaria es triclinica y las cadenas moleculares se encuentran en un estado casi totalmente extendido a lo largo del eje z . La distancia repetida es de $10,75 \text{ \AA}$ frente a los $10,9 \text{ \AA}$ que se han calculado para la forma totalmente extendida. Las cadenas están también ligeramente inclinadas con respecto al eje de la fibra. Los segmentos alifáticos ($-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$) adoptan configuración trans y el agrupamiento de las cadenas es bastante apretado, de modo que queda

poco espacio libre. La agrupación relativa de las cadenas en el cristal se realiza de tal modo que los anillos aromáticos y otros elementos estructurales se disponen sobre planos perpendiculares al eje de la fibra.

Las distancias entre átomos de moléculas vecinas son las que corresponden a interacciones Van der Waals, por lo que no existe evidencia estructural de que existan fuerzas de atracción entre moléculas. Ello concuerda con los valores estimados de la energía de cohesión, la cual es muy similar a la de un poliéster alifático semejante (polietilénadipato). Así pues, el alto punto de fusión del poliéster, 260°C, con respecto a los poliésteres alifáticos no debe atribuirse a la existencia de potentes fuerzas de atracción entre moléculas, sino a la rigidez del anillo aromático unido a los enlaces éster.

A partir de los difractogramas de los rayos X se ha deducido la celdilla unitaria y la densidad del componente cristalino. Esta se ha estimado en 1,455 y se ha sugerido que la fracción de materia cristalina puede calcularse por interpolación entre la del material totalmente amorfo y la del 100% cristalino. La densidad del polímero amorfo puede determinarse midiendo la de una muestra preparada enfriando muy rápidamente un fundido. Algún lector ha indicado que la mencionada interpolación no está exenta de riesgos.

$$\alpha = \frac{1,455(\rho - 1,335)}{0,120 \rho}$$

α = fracción cristalina
 ρ = densidad de la muestra

La espectroscopia en el infrarrojo y la resonancia magnética nuclear han ayudado también a conocer muchas de las características estructurales de los poliésteres comerciales. Grine y Ward y Miyake han estudiado con detalle el espectro del poliéster en el infrarrojo y han coincidido en la asignación de las bandas de absorción en la región comprendida entre 5 y 15 μm . Estos autores sugieren que una de las principales diferencias entre los espectros IR de las muestras amorfas y parcialmente cristalinas del poliéster se debe a una isomería rotacional. En particular se asignó la banda de 808 cm^{-1} a la

configuración gauche (intermedia entre las configuraciones *cis* y *trans*) del grupo $-\text{OCH}_2-\text{CH}_2\text{O}-$, la cual presenta un máximo de absorción en una muestra totalmente no cristalina. Como quiera que en las regiones cristalinas del poliéster se sabe que este grupo presenta una configuración trans, las variaciones de absorción en esta banda que tienen lugar en las muestras parcialmente cristalinas han sido atribuidas a diferencias de cristalización.

Las diferencias entre los espectros IR de los poliésteres amorfo y cristalino han sido objeto de un estudio muy detallado y se han correlacionado con los valores de la cristalización medidos por otros procedimientos (rayos X, IR, densidad). La conclusión final fue que no es posible conocer el porcentaje de cristalización a partir de la intensidad relativa de las bandas de absorción específica del espectro IR. En realidad, la debilitación de la banda de 898 cm^{-1} está mucho más relacionada con el cambio de orientación de las moléculas, ya que existe una correlación mucho mejor con los aumentos de la birrefringencia de la fibra que con los de la cristalización.

CAPITULO IV

TIPOS Y CLASES

DE

POLIESTER

IV. TIPOS Y CLASES DE POLIESTER

A continuación se presenta la terminología que se utiliza para describir los tipos y clases de poliéster. Cada compañía tiene una gran variedad de fibras específicas o de hilos que combinan una o más de estas variables.

- FILAMENTO, FIBRA CORTA, CABLE DE FILAMENTOS, FIBERFILL (relleno), FIBRA CORTA PARA AGLOMERADOS.
- SECCION TRANSVERSAL MODIFICADA.
- TEXTURIZADO POR EL FABRICANTE, PARCIALMENTE ORIENTADO, FILAMENTO SIN ESTIRAR.
- TEÑIDO CON COLORANTES DISPERSOS, TEÑIDO CON COLORANTES CATIONICOS, TEÑIDO EN SOLUCION, CON BLANQUEADORES OPTICOS.
- TENACIDAD REGULAR, ALTA TENACIDAD.
- ENCOJIMIENTO ALTO, ENCOJIMIENTO NORMAL, ENCOJIMIENTO BAJO, ESTABILIZADO CON CALOR.
- RESISTENTE A LA FORMACION DE FRISAS, FORMACION NORMAL DE FRISAS.
- HOMOPOLIMERO, COPOLIMERO.
- BICOMPONENTE-COHILADO (homopolimero/copolimero).
- PULIDO DE LUSTRE ELEVADO.

4.1 POLIESTER FIBRA CORTA

El poliéster se presenta en forma de un filamento continuo para hacer telas económicas pero también se presenta como fibra corta en longitudes y gruesos que simulan el algodón o la lana dependiendo la mezcla de fibras que se busque.

Para fabricar poliéster fibra corta se requiere contar básicamente con dos procesos; una etapa de Polimerización para hacer el polímero y una etapa de Acabado en donde se le dan las características requeridas dependiendo de su uso final. Dentro de ésta última etapa se realiza el Estirado, que determina los deniers por filamento (DPF) de las fibras.

La etapa de Acabado (excluyendo el estirado) solamente es usada cuando la fibra no se requiere a manera de filamento, es decir, cuando el poliéster es usado como filamento continuo (cuerdas de llantas, tapicería de automóviles, lonas, etc), el Acabado se elimina.

Cuando se requiere fabricar alfombras se fabrican hilos gruesos (altos DPF : 9 a 18), cuando el hilo es para prendas de vestir se fabrican hilos finos (bajos DPF : menos de 3) y cuando el uso final es para rellenos de muebles o cojines se utilizan hilos con DPF de 3 a 9.

En las siguientes tablas se mencionan las características del poliéster fibra corta textil elaborado por CELMEX (Celanese Mexicana S.A.).

Producto : T-410

Denier (Grueso) : 1.5

Corte (Longitud) : 88 mm

Tenacidad (Resistencia) : suaja

Usos finales típicos : Rellenos, filtros y entretejas.

Producto : T-512

Denier (Grueso) : 1.5

Corte (Longitud) : 88 mm

Tenacidad (Resistencia) : regular

Usos finales típicos : Tejidos de punto, bonetería. Prendas de vestir.

Producto : T-880

Denier (Grueso) : 1.25

Corte (Longitud) : 88 mm

Tenacidad (Resistencia) : Alta

Usos finales típicos : Prendas de vestir, y artículos para el hogar.

Producto : T-121

Denier (Grueso) : 1.20

Corte (Longitud) : 88 mm

Tenacidad (Resistencia) : Alta

Usos finales típicos : Prendas de vestir y artículos para el hogar.

Producto : T-88

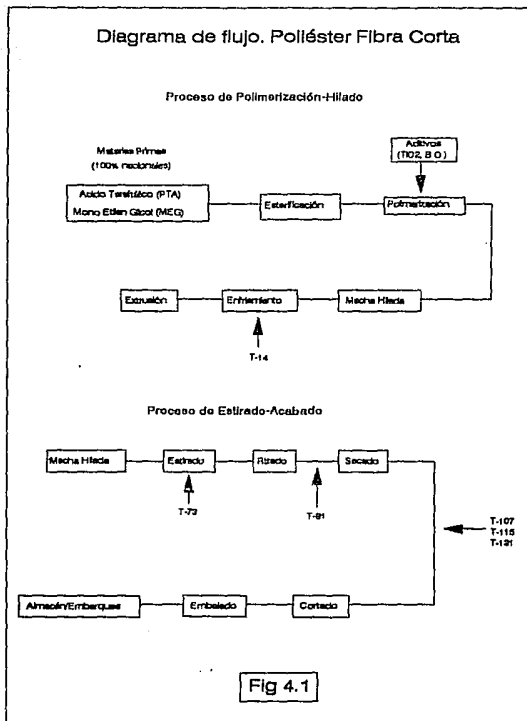
Denier (Grueso) : 1.20

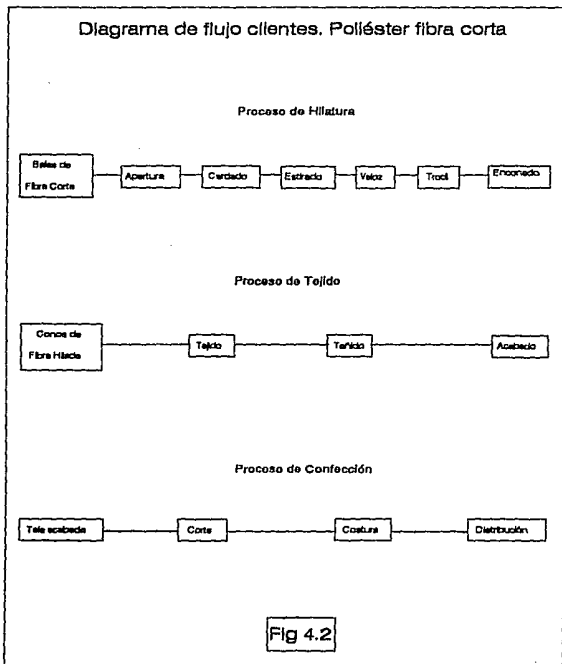
Corte (Longitud) : 88 mm

Tenacidad (Resistencia) : Muy alta

Usos finales típicos : Hilos de costura.

Las siguientes figuras : 4.1 y 4.2, hacen referencia al proceso que sigue el poliéster fibra corta desde su fabricación hasta su distribución, según Celanese Mexicana.





4.2 MARCAS COMERCIALES Y FABRICANTES

MARCA COMERCIAL	FABRICANTE
A. G. E.	Allied Chemical
Avlin	Avlex Fibers
Dacron	Du Pont
Encron	American Enka
Fortrel	Fiber Industries
Golden Touch	American Enka
Kodel	Eastman Chemical Products
Quintess	Phillips Fibers
Spectran	Monsanto
Strialine	American Enka
Trevira	Hoechst Fibers Industries

CAPITULO V

ASPECTOS ECONOMICOS DE LA FIBRA POLIESTER

V. ASPECTOS ECONOMICOS DE LA FIBRA POLIESTER

A continuación se muestra un análisis de la industria química, encargada de la producción de fibras sintéticas (teniendo como principal producto el poliéster).

La industria química, como componente importante y dinámico de la economía nacional, se encuentra en estrecha vinculación con su comportamiento y desarrollo. Es por ello que existe la necesidad de conocer, cuando menos, las principales variables que afectan la situación económica general. La idea es dar un esbozo del comportamiento de algunos indicadores básicos que se consideran indispensables para obtener una correcta ubicación en el contexto económico nacional, y sus interrelaciones con factores internos y externos que afectan a la economía mexicana, a la Industria Química y por ende a la Industria de las Fibras Sintéticas.

En 1992 la producción manufacturera registro un incremento de 1.8% tasa inferior a las de 5.8 y 4.0% de 1990 y 1991. La producción manufacturera mostro crecimientos en las divisiones de alimentos, bebidas y tabaco del 3.7%, productos químicos 2.2%, productos no metálicos 7.0% así como productos metálicos y equipo 1.4% en tanto que las divisiones restantes resintieron disminuciones en sus niveles de producción (Cuadro 5.1).

El cuadro 5.2 y el cuadro 5.3 muestran las exportaciones realizadas de 1985 a 1992 (preliminar), tanto del sector químico, como del petróleo. Es evidente el aumento que se tuvo en el año de 1992 respecto a los años anteriores en lo que se refiere a productos químicos, lo que implica que dichos productos están teniendo una enorme demanda de parte de países extranjeros.

CUADRO 5.1

PIB / INDUSTRIA MANUFACTURERA POR DIVISION

DIVISION	MILLONES DE NUEVOS PESOS A PRECIOS DE 1980		VARIACION PORCENTUAL	
	1991	1992	1991	1992
	PRODUCTO INTERNO BRUTO NACIONAL	5,463.00	5,607.00	3.6
PRODUCTO INTERNO BRUTO TOTAL INDUSTRIA MANUFACTURERA	1,252.30	1,274.60	4.0	1.8
PARTICIPACION DE LA IND. MANUF. EN EL PIB NACIONAL			22.9	22.7
Productos alimenticios, bebidas y tabaco.	323.10	334.90	5.1	3.7
Textiles, prendas de vestir, e Industria del cuero.	125.30	119.00	(3.7)	(5.0)
Industria de la madera y productos de madera.	39.50	38.70	0.6	(2.0)
Papel, productos de papel, imprentas y editoriales.	68.80	67.70	(1.3)	(1.6)
Sustancias químicas, derivados del petróleo, productos de caucho y plástico.	226.60	231.60	3.0	2.2
Productos minerales no metálicos, exceptuando derivados del petróleo.	84.40	90.30	3.1	7.0
Industrias metálicas básicas.	71.30	71.00	(3.6)	(0.4)
Productos metálicos, maquinaria y equipo.	283.30	287.30	12.3	1.4
Otras industrias manufactureras.	30.10	34.10	1.9	13.1

FUENTE : ANIQ

CUADRO 5.2

**EXPORTACIONES COMPARATIVAS
(MILLONES DE DOLARES)**

DIVISION	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992 (P)
Exportaciones totales (FOB)	21,663.8	16,031.0	20,656.2	20,565.1	22,764.9	26,950.3	27,120.1	27,530.8
Exportaciones petroleras	14,766.8	6,307.2	8,629.8	6,711.2	7,876.0	10,103.7	8,166.4	8,303.5
Exportaciones no petroleras	6,897.0	9,723.8	12,026.4	13,853.9	14,888.9	16,846.7	18,953.8	19,227.3
Exportaciones del sector químico	836.4	1,042.7	1,400.0	1,754.6	1,751.1	1,880.2	2,054.4	1,553
(P) Preliminar								

FUENTE : ANIQ

CUADRO 5.3

**EXPORTACIONES COMPARATIVAS
(MILLONES DE DOLARES)**

VARIACION PORCENTUAL	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992 (P)
Exportaciones totales (FOB)	(10.5)	(26.0)	28.9	(0.4)	10.7	18.4	0.6	1.5
Exportaciones petroleras	(11.1)	(57.3)	36.8	(22.2)	17.4	28.3	(19.2)	1.7
Participación del petróleo en el total de Export.	68.2	39.3	41.8	32.6	34.6	37.5	30.1	30.2
Exportaciones no petroleras	(9.2)	41.0	23.7	15.2	7.5	13.1	12.5	1.4
Exportaciones del sector químico	(12.0)	24.7	34.3	25.3	(0.2)	7.4	9.3	(24.4)
Participación de las exportaciones del sector químico en el total, excluyendo el petróleo	12.1	10.7	11.6	12.7	11.8	11.1	10.8	8.1

(P) Preliminar

FUENTE : ANIQ

5.1 LA INDUSTRIA DE LAS FIBRAS SINTÉTICAS Y ARTIFICIALES

El sector esta constituido por las siguientes empresas :

- Celanese Mexicana, S.A.
 - Celulosa y derivados, S.A.
 - Fibras Químicas, S.A.
 - Fibras Sintéticas, S.A.
 - Finacril, S.A. de C.V.
 - Industrias Polifil, S.A. de C.V.
 - Kimex, S.A. de C.V.
 - Nylon de México, S.A.
 - Inpetmex (M)
- (M) No asociada.

La tabla 5.1 muestra la ubicación de las empresas dedicadas a la fabricación de los distintos tipos de Poliéster.

TABLA 5.1			
FIBRAS SINTÉTICAS DE POLIÉSTER			
FABRICADAS EN MEXICO			
EMPRESA Y PLANTA	POLIÉSTER FILAMENTO TEXTIL	POLIÉSTER FIBRA CORTA	POLIÉSTER FILAMENTO INDUSTRIAL
Celanese Mexicana, S.A. Toluca, Edo. de México		*	*
Celanese Mexicana, S.A. Ocotlán, Jalisco	*		
Celanese Mexicana, S.A. Querétaro, Qro.	*	*	
Fibras Químicas, S.A. Monterrey, N.L.	*		*
Fibras Sintéticas, S.A. México, D.F.	*		
Fibras Sintéticas, S.A. Cotaxtla, Ver.	*		
Inpetmex, S.A. El Salto, Jal.	*		
Kimex, S.A. Edo. de México	*	*	
Nylon de México, S.A. Monterrey, N.L.	*	*	

FUENTE : ANIQ

Inversión.- La inversión en Activos fijos Brutos en 1992 fue de orden \$US 283,352,660. Los proyectos de inversión para 1993 son del orden de \$US 208,598,360.

Capacidad Instalada.- La capacidad total instalada a diciembre de 1992 fue del orden de 500,761 toneladas, correspondiendo 470,225 a las sintéticas y 30,536 a las artificiales.

Producción.- La producción de fibras sintéticas en 1992 fue de 431,965 tons. y la de fibras artificiales de 25,948; lo que da un total de 457,913 toneladas.

Las fibras artificiales en 1992 mostraron una disminución en la producción de 3.02% con respecto a 1991. De igual forma, las fibras sintéticas mostraron un incremento de 8.7%.

Fuerza de Trabajo.- La fuerza de trabajo del sector durante los últimos 6 años ha mantenido los siguientes niveles :

	1988	1989	1990	1991	1992
TECNICOS	1,308	1,360	1,176	611	669
EMPLEADOS	8,598	8,496	8,528	9,014	8,742
OBREROS	14,326	14,570	12,476	12,595	12,066
TOTALES	19,027	19,426	17,176	17,120	16,477

En el mismo periodo el sector pago por concepto de sueldos, salarios y prestaciones las siguientes cantidades :

MILLONES DE PESOS

	1988	1989	1990	1991	1992
	275,394	292,648	412,444	605,885	660,824

La fuerza de trabajo en 1992 disminuyo en 3.76% con respecto a 1991 y los sueldos, salarios y prestaciones aumentaron en un 10.57%.

Comercio Exterior

Importación.- En 1992 se importaron 51,694 toneladas de fibras sintéticas y artificiales, cifra superior a la de 1991 en un 29.7%, con un valor de \$US 85,404,002. Las principales importaciones se realizaron en fibra corta de polipropileno, fibra corta poliéster, y rayon fibra corta.

Exportación.- La exportación de fibras de 1992 fue del orden de \$US 278, 254, 124, es decir, un 5.6% superior a lo exportado en 1991.

En 1992 se exportaron 113, 256 toneladas y en 1991, 106,331 toneladas, lo que significó un aumento de 6.51%.

Es importante resaltar que el país que más importa y exporta fibras sintéticas en conjunto con México es Estados Unidos. Algunas cifras significativas son :

Exportación máxima en 1990 de fibras sintéticas (principalmente de poliéster) : 126 302 --- Valor en millones de pesos.

63 301.6 --- Volumen (Toneladas).

Importación máxima en 1990 de fibras químicas (principalmente de poliéster) : 523 299 --- Valor en millones de pesos.

51 832.1 --- Volumen (Toneladas).

5.2 LA INDUSTRIA EN LA FABRICACION DE FIBRA POLIESTER

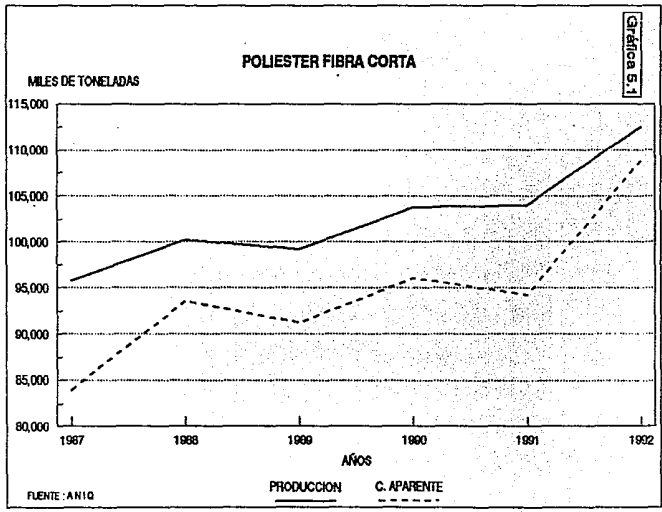
Para observar las tendencias económicas de la fibra de poliéster se muestran varias gráficas en las que se puede apreciar el comportamiento de tres de los tipos de poliésteres que existen en México : fibra corta, filamento textil y filamento industrial.

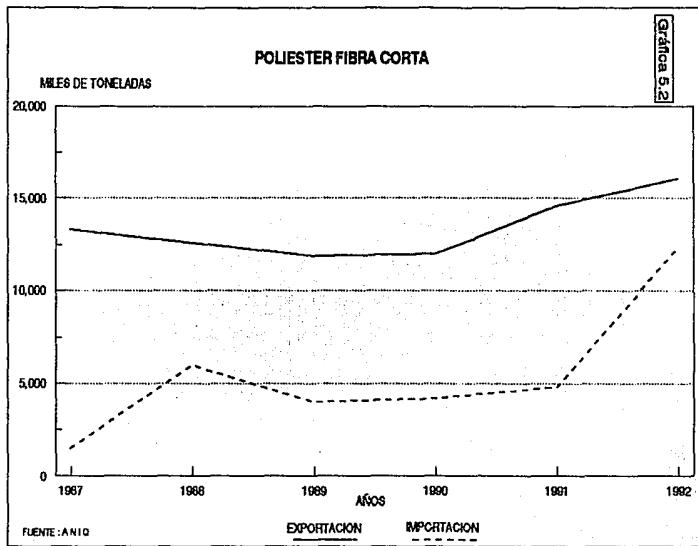
En la tabla 5.2 se muestran :

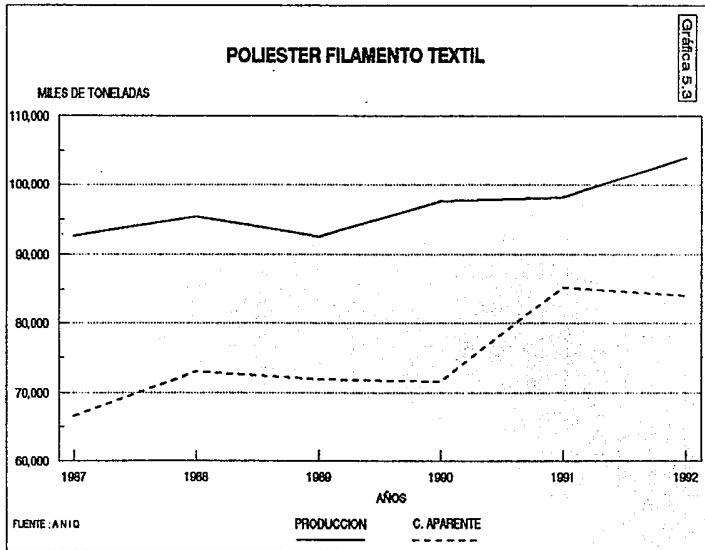
La producción, la importación, la exportación, el consumo aparente, el incremento del consumo aparente y la capacidad instalada de los tres tipos de fibra poliéster. De igual manera se anexan seis gráficas para observar el comportamiento económico de los tipos de fibra.

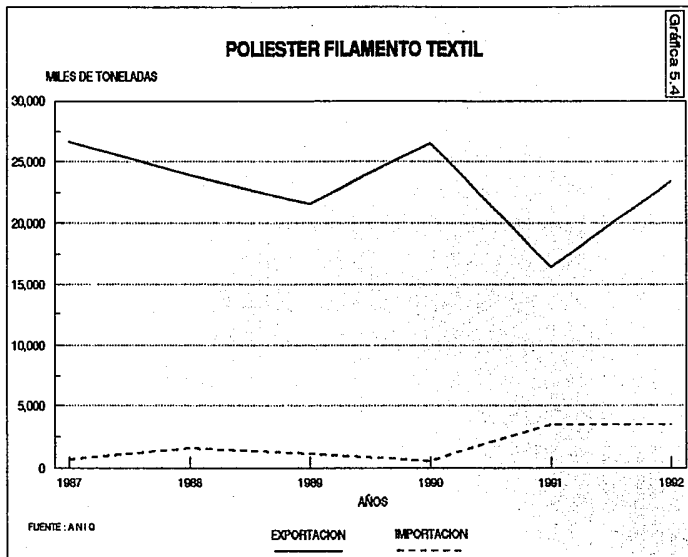
TABLA 5.2						
POLIESTER						
FIBRA CORTA						
TONELADAS	1987	1988	1989	1990	1991	1992
PRODUCCION	95735	100165	99104	103775	103947	112464
IMPORTACION	1502	5971	3968	4140	4795	12316
EXPORTACION	13291	12556	11821	11971	14562	16013
C. APARENTE	83945	93580	91251	95944	94180	108767
INCTO. C.A. %	27.1	11.5	-2.5	5.1	-1.8	15.5
CAP. INSTALADA	106800	106800	106800	116350	131460	122900
POLIESTER						
FILAMENTO TEXTIL						
TONELADAS	1987	1988	1989	1990	1991	1992
PRODUCCION	92510	95278	92420	97569	98142	103937
IMPORTACION	674	1631	1093	549	3412	3413
EXPORTACION	26670	23876	21566	26501	16408	23342
C. APARENTE	66505	72933	71947	71617	85146	84008
INCTO. C.A. %	11.9	9.7	-1.4	-0.46	18.9	-1.34
CAP. INSTALADA	133000	133000	133000	133000	123800	117500
POLIESTER						
FILAMENTO INDUSTRIAL						
TONELADAS	1987	1988	1989	1990	1991	1992
PRODUCCION	4831	6477	7399	9006	9284	10076
IMPORTACION	59	318	247	124	226	402
EXPORTACION	1917	2064	2902	2534	2379	4750
C. APARENTE	2973	4731	4744	6596	7131	5728
INCTO. C.A. %	-13.5	59.1	0.3	39.1	8.1	-19.7
CAP. INSTALADA	7700	7700	7700	7700	10000	11000
FUENTE : ANIQ						

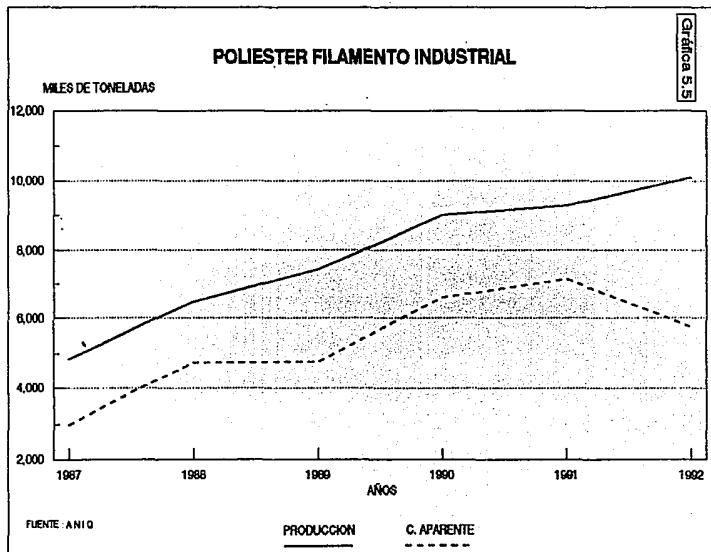
ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

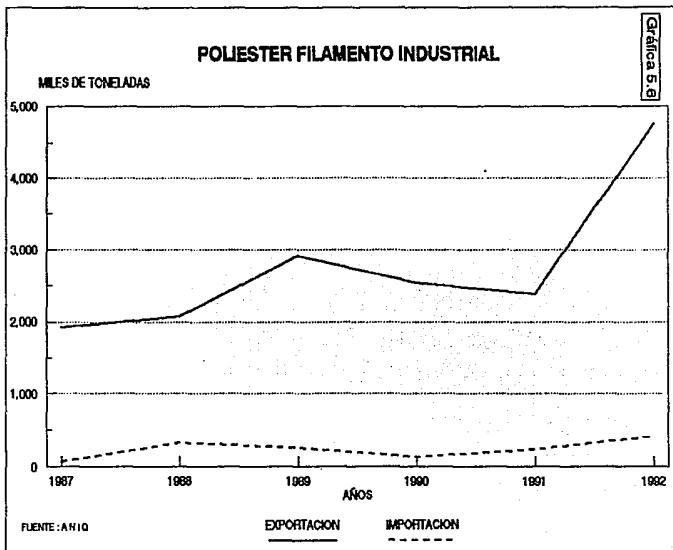












Se ilustra también una tabla con la Balanza Comercial 1992 del sector fibras por bloques económicos.

TABLA 5.3					
BALANZA COMERCIAL 1992					
SECTOR FIBRAS					
BLOQUE ECONOMICO	IMPORTACIONES	%	(DOLARES) EXPORTACIONES	%	BALANZA
NORTEAMERICA	54,371,738	63.66	91,546,492	33.26	37,174,754
ESTADOS UNIDOS	51,460,524	60.26	85,584,088	31.09	34,123,564
CANADA	2,911,214	3.41	5,962,404	2.17	3,051,190
ALADI	253,313	0.30	60,275,477	21.90	60,022,164
ARGENTINA	0	0.00	18,003,971	6.54	18,003,971
BOLIVIA	0	0.00	3,515,315	1.28	3,515,315
BRASIL	253,313	0.30	3,769,249	1.37	3,515,936
COLOMBIA	0	0.00	8,026,932	2.92	8,026,932
CHILE	0	0.00	9,994,296	3.63	9,994,296
ECUADOR	0	0.00	9,601,774	3.49	9,601,774
PARAGUAY	0	0.00	436,259	0.16	436,259
PERU	0	0.00	4,486,530	1.63	4,486,530
URUGUAY	0	0.00	1,418,721	0.52	1,418,721
VENEZUELA	0	0.00	1,022,430	0.37	1,022,430
CEE	9,352,888	10.95	16,481,424	5.99	7,128,536
FUENTE : ANIQ					

...conclusión					
BALANZA COMERCIAL 1992					
SECTOR FIBRAS					
BLOQUE ECONÓMICO	IMPORTACIONES	%	(DOLARES)		BALANZA
			EXPORTACIONES	%	
ALEMANIA	1,672,160	1.96	825,982	0.30	(846,578)
BELGICA Y LUXEMBURGO	841,467	0.99	3,213,538	1.17	2,372,071
ESPAÑA	1,404,235	1.64	3,042,655	1.11	1,638,420
FRANCIA	1,417,514	1.66	1,800	0.00	(1,415,714)
GRECIA	0	0.00	23,961	0.01	23,961
IRLANDA	0	0.00	0	0.00	0
ITALIA	2,709,571	3.17	5,534,463	2.01	2,824,892
PAISES BAJOS	0	0.00	0	0.00	0
PORTUGAL	0	0.00	1,032,954	0.38	1,032,954
REINO UNIDO	1,307,941	1.53	2,806,471	1.02	1,498,530
ASIA	5,148,926	6.03	19,771,372	7.18	14,622,446
TAIWAN	162,666	0.19	0	0.00	(162,666)
COREA DEL SUR	0	0.00	0	0.00	0
HONG KONG	1,071	0.00	10,924,815	3.97	10,923,744
SINGAPUR	0	0.00	0	0.00	0
JAPON	4,985,189	5.84	8,846,557	3.21	3,861,368
CHINA	0	0.00	0	0.00	0
SUBTOTAL	69,126,865	80.94	188,074,765	68.33	118,947,900
OTROS PAISES	16,277,137	19.06	87,179,359	31.67	70,902,222
TOTAL	85,404,002	100.00	275,254,124	100.00	189,850,122

CAPITULO VI

USOS TEXTILES DEL POLIESTER

VI. USOS TEXTILES DEL POLIESTER

La fibra de poliéster ha encontrado aplicaciones en prendas de vestir, telas para uso doméstico, telas industriales y cordelería.

En el vestido, las telas de poliéster se usan en trajes, pantalones de deporte y abrigos para hombres y mujeres; camisas para hombres (con 100% de poliéster o en mezclas con nylon y algodón) y corbatas; blusas de mujer, vestidos y ropa blanca. La resiliencia y recuperación elástica de la (fibra corta) hace al poliéster a propósito para géneros de punto en suéteres, vestidos de jersey, camisas de deporte, calcetines e hilaza para tejer de punto. La hilaza de filamento continuo se emplea para uniformes de enfermeras y camareras; la hilaza de fibra cortada sirve para uniformes más pesados, análogos a trajes y pantalones de deporte, para el personal de líneas aéreas, conductores de autobuses y policías, donde conviene la facilidad de lavado y la resistencia al arrugamiento.

Los usos domésticos del poliéster comprenden cortinas, tapicería, fundas, mantelería y relleno de almohadas, cobertores y bolsas para dormir.

El poliéster se emplea en la industria para bandas de transportadoras, cubiertas para máquinas de planchar, mangueras para incendios y tela para velas. Es apropiada para cuerdas, redes y sedales de pesca. El hilo de coser de poliéster se emplea para el calzado, y en sastrería para prendas hechas con telas de fibras sintéticas y de sus mezclas.

6.1 USO INDUSTRIAL DEL POLIESTER

El sector industrial posee una gran importancia como consumidor de poliéster tanto en forma de filamento continuo como de fibra. Como ejemplos se pueden mencionar los correspondientes a los hilos de multifilamento de alta tenacidad y una gran parte de las telas no tejidas a base de filamento continuo o de fibra cortada. La enorme multitud y variedad de usos posibles del poliéster en este sector hace difícil una detallada exposición de la situación. Sin embargo,

actualmente se puede anticipar que el crecimiento de este mercado será superior al de la media, ya que se trata de un mercado muy interesante por estar sometido a fluctuaciones mucho menores que las de los usos textiles para el vestido o alfombras y por su gama en cuanto a artículos producidos se refiere.

Conviene indicar también que el desarrollo de este sector presupone una colaboración particularmente intensa entre el consumidor y el productor de la fibra, ya que sólo así se puede hallar la solución más adecuada entre todas las posibles. Ello significa que, para utilizar racionalmente las fibras de poliéster, se requiere un profundo conocimiento de sus características químicas, físicas y tecnológicas.

El mercado de las aplicaciones industriales se distribuye entre las poliamidas y el poliéster, prefiriéndose aquellas cuando es necesaria una gran resistencia a la abrasión y al choque, en tanto que se recurre al poliéster cuando se desea un alto módulo de elasticidad y un escaso alargamiento. Hoechst ha presentado una relación muy completa de los campos de aplicación del Trevira de alta tenacidad en forma de tejidos anchos (pesados, ligeros y de rejilla), estrechos y circulares, así como en forma de retorcidos, cuerdas y cables. Como mercados consumidores de los artículos correspondientes se puede mencionar la agricultura y silvicultura; deportes y camping; explotación de minas, fabricación y elaboración de metales; industrias del automóvil, construcción textil, eléctrica, química y petroquímica; transporte, pesca y navegación; industrias de la confección, caucho, cuero y calzado.

A modo de ejemplo se puede decir que la utilización del poliéster en el utillaje de las lavanderías se basa en su gran resistencia al calor, unida a una buena resistencia a la abrasión y al uso.

Por su parte los tejidos cauchutados de poliéster de alta tenacidad son especialmente adecuados para fabricar teleras transportadoras de grandes dimensiones, gracias a su resistencia a la tracción, escaso alargamiento y gran estabilidad dimensional.

El hilo de multifilamento de poliéster de alta tenacidad y alto peso molecular ha merecido una gran aceptación como material para cuerda de neumáticos. La razón se debe a que su resistencia es casi tan alta como la del nylon sin que presente el problema del aplastamiento matinal (flat spotting), y a que su estabilidad dimensional es superior a las del rayon y nylon. La justificación de esta mayor estabilidad se basa en que se encoge menos a alta temperatura, a que se deforma menos cuando está sometido a una carga y a su menor sensibilidad a la humedad.

En otros casos lo idóneo del poliéster se basa en su buen comportamiento a los ácidos (industria papelería y telares sometidas a la acción de los ácidos) y en su insensibilidad al agua dulce o salada. También debe tenerse en cuenta que la solidez de las tinturas permite que el poliéster, cuya resistencia a la acción directa de la luz es menor de la que se le supone, pueda competir con las fibras acrílicas, más resistentes a la luz pero de tinturas menos sólidas.

El poliéster de alta tenacidad tiene la facilidad de transformarse en tejidos circulares que se emplean, como mangueras para incendios y tubos para el transporte, en sectores tales como servicios de extinción de incendios y de auxilios en catástrofes, industria química, petroquímica y de la construcción, explotación de minas y transporte. Como ventajas más importantes para el empleo del poliéster en estos casos se ha indicado su gran flexibilidad, incluso a bajas temperaturas, su resistencia a las heladas y al calor, su solidez a la intemperie y su resistencia a los agentes químicos.

Mención especial por su novedad merece el empleo de los artículos spunbond de poliéster como geotextiles, pudiéndose citar como principales campos de aplicación los referentes a :

- 1) Construcción de caminos y carreteras así como en vías de ferrocarril.
- 2) Construcciones hidráulicas.
- 3) Drenaje.
- 4) Construcción de zonas espaciales libres.
- 5) Afianzamiento de taludes de carreteras, escombreras y lado tierra

de los diques.

6) Protección contra la acción del medio circundante.

6.1.1 Poliéster spunbond

Estos productos son el resultado de la combinación de los procesos de fabricación de la fibra y de la tela no tejida, reduciéndose a una sola la secuencia de operaciones que se inicia con la fabricación de la fibra y terminar con la de la tela. El proceso consta de las etapas de extrusión, estirado, alimentación sobre una superficie colectora móvil y ligado de la napa para formar la tela no tejida. El ligado se suele realizar recurriendo a la acción del calor o con el concurso de agentes ligantes.

En el proceso Du Pont, la napa que se forma contiene dos tipos de filamentos, de manera que por aplicación de calor y presión de uno de los dos, con menor punto de reblandecimiento, queda ligado al otro o consigo mismo en los puntos de intersección. Otro procedimiento consiste en simultanear la extrusión y el ligado de los filamentos mientras éstos se encuentran todavía en un estado blando o pegajoso.

A continuación se muestran los productos de poliéster spunbond más divulgados en Europa :

PRODUCTO	FIRMA COMERCIAL
Midim	Rhodiaacet, Francia
colback	Enka-glanzstoff, Holanda
Lutradur	Lutravil Spinnvlies, RFA
Lutradur T	Lutravil Spinnvlies, RFA
Reemay	Du Pont, USA
Trevira Spunbond	Hoechst

El Reemay de Du Pont se obtiene a partir de fibras rizadas o no rizadas. El empleo de fibras rizadas conduce a telas de tacto suave y confortable, mientras que las no rizadas conducen a telas rígidas y tersas. Los artículos de Reemay se emplean principalmente en la

fabricación de entretelas para prendas de vestir, forros de zapatos, basamentos para recubrimientos, aislantes eléctricos, prendas semidesechables, etc.

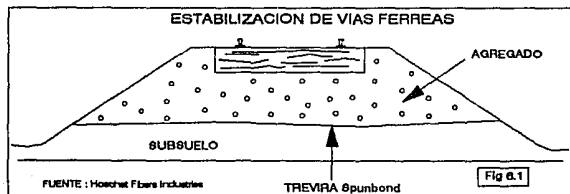
Geotextiles

Un campo de aplicación relativamente reciente corresponde al de los GEOTEXTILES. A este respecto Hoechst señala que su producto Trevira Spunbond (punzonado) posee una construcción que lo hace muy adecuado para este tipo de aplicaciones.

El poliéster hecho a manera de fieltro geotextil es empleado en construcciones de vías férreas, principalmente.

Uso del poliéster geotextil en vías férreas

Las reacciones de los subsuelos bajo vías férreas son diferentes que aquellas bajo carreteras. El aumento en el uso de vagones pesados y trenes unitarios causan problemas en los subsuelos que requieren estabilización y drenaje de suelos (Fig 6.1). El uso del fieltro geotextil se esta utilizando en nuevas construcciones, cruces, desvíos, rastreos, áreas donde por la existencia de lodos se requiere un mantenimiento continuo en control de erosión y sedimentación, en drenajes de subsuelos, y en carreteras de acceso y patios de clasificación para reducir o eliminar problemas de mezcla de suelo con el agregado. El fieltro geotextil se ha utilizado con gran éxito por más de una década en proyectos ferroviarios.



En nuevas construcciones donde el subsuelo es adecuadamente compactado, las cargas cíclicas causarán una serie de movimientos bajo los durmientes dejando vacíos propicios para la acumulación de agua. El resultado es un subsuelo saturado con altas presiones hidráulicas bajo la vías.

Altos niveles de humedad en el subsuelo eventualmente resultarán en :

- Fisuras
- Migración de finos a la superficie
- Pérdida del agregado hacia el subsuelo
- Pérdida de drenaje
- Pérdida del soporte del subsuelo
- Pérdida del nivel transversal
- Pérdida del alineamiento
- Deformación de los durmientes

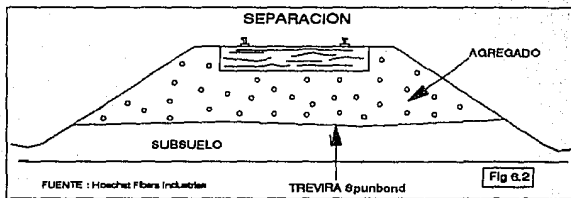
Varios métodos de estabilización de subsuelos incluyen :

- Mayor espesor del agregado
- Mayor espesor del compactado
- Estabilización del subsuelo con cal
- Estabilización del subsuelo con cemento
- Filtro geotextil (Poliéster)

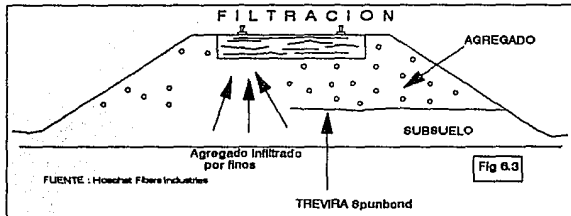
De los cuales resulta más económico y se logra mayor estabilidad al usar el filtro geotextil.

Los cuatro usos del filtro geotextil a nivel ingeniería, más importantes son :

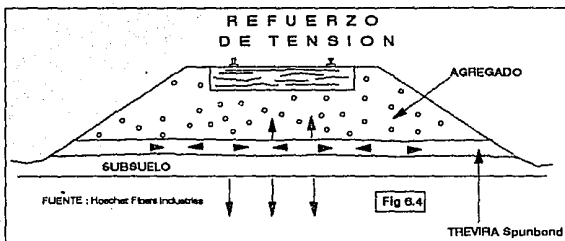
Separación.- Separación es la habilidad del filtro de prevenir que el agregado se mezcle con el subsuelo y al mismo tiempo prevenir movimientos de los finos del subsuelo hacia el agregado bajo las cargas del tráfico. Si estos movimientos no se impiden, deformaciones y fisuras resultarán en el subsuelo, seguidas por pérdida de nivel lateral, alineamiento y perfil de la vía férrea.



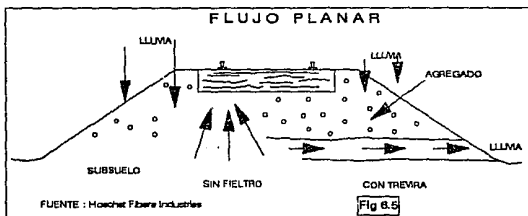
Filtración. - Filtración es la habilidad del fieltro de restringir el movimiento de partículas sólidas a través del fieltro al mismo tiempo que permite el flujo libre de agua.



Refuerzo de tensión.- Refuerzo de tensión se refiere al hecho que los fieltros geotextiles proveen resistencia a la tensión. En usos recomendados, el fieltro introduce un miembro resistente a la tensión en un sistema estructural que es tradicionalmente fuerte en compresión y débil en tensión. El resultado neto es equivalente a la distribución de la carga sobre un área mayor.



Flujo planar.- Flujo planar es la habilidad del fieltro de proveer un medio de menor resistencia al flujo de agua en el plano del fieltro, permitiendo así, disipar la presión hidraulica existente.



Selección del fieltro geotextil en base a la clasificación
de los fieltros TREVIRA Spunbond

El fieltro geotextil TREVIRA Spunbond se provee en seis tipos que designan el espesor, peso y propiedades físicas del fieltro. Los fieltros de mayor peso se recomiendan donde mayores cargas, alta frecuencia de tráfico u otros factores que cargan al máximo el subsuelo y el compactado.

Los usos típicos y tipos recomendados para cada uso se describen en el cuadro siguiente :

USOS EN PROYECTOS DE :	TIPO DE FIELTRO
Fieltros en drenajes de subbase.....	Tipo 1115 o más pesado
Bajo líneas férreas secundarias.....	Tipo 1127
Bajo líneas principales, cruces y desvíos.....	Tipo 1125, 1145 O 1155
Cruces y desvíos de tráfico pesado.....	Tipo 1155
Refuerzo de asfalto en estacionamientos, patios y carreteras.....	Tipo 1155

El fieltro TREVIRA Spunbond es 100% filamento continuo de poliéster, mecánicamente unido por perforación de agujas.

No necesita de químicos o ingredientes especiales para preservar la alta resistencia, la buena flexibilidad, las excelentes filtración y permeabilidad, como también la resistencia a la perforación y rasgamientos.

El fieltro geotextil ha sido probado por años bajo estrictas condiciones tanto en laboratorios como en el campo para asegurar un desempeño apropiado en todos los usos.

La tabla 6.1 se refiere a las propiedades físicas del fieltro mencionado.

TABLA 6.1
FIELTRO GEOTEXTIL
TREVIRA Spunbond

Tipo de fieltro	1115	1120	1127
Peso por área (g/m ²)	150	200	270
Espesor (mm) (ASTM D-1777)	2.0	2.5	3.2
Resistencia a la tensión (Grab)(daN)(DL/DL)(ASTM D-1682)	58/49	78/69	116/100
Elongación (%) (Grab)(ASTM D-1682)	85/95	85/95	85/90
Resistencia al rasgado (Trapezoidal)(daN)(ASTM D-1117)	22/20	29/27	45/42
Resistencia a la perforación (daN)(ASTM D-751)	27	40	56
Resistencia al rompimiento (Mullen)(kPa)(ASTM D-3786)	32	44	55
Velocidad de flujo de agua vertical (l/s)(HF Test)	21	19	18
EOS (CW-02215)	70+	50/70	70/100
Anchura estándar de rollo (cm)	-----380, 440 & 490-----		
Longitud estándar de rollo (cm)	-----91 & 305-----		
Tipo de fieltro	1135	1145	1155
Peso por área (g/m ²)	350	450	550
Espesor (mm) (ASTM D-1777)	3.8	4.5	5.3
Resistencia a la tensión (Grab)(daN)(DL/DL)(ASTM D-1682)	151/133	191/173	234/216
Elongación (%) (Grab)(ASTM D-1682)	90/95	90/95	90/95
Resistencia al rasgado (Trapezoidal)(daN)(ASTM D-1117)	59/58	82/80	91/89
Resistencia a la perforación (daN)(ASTM D-751)	69	89	116
Resistencia al rompimiento (Mullen)(kPa)(ASTM D-3786)	73	87	116
Velocidad de flujo de agua vertical (l/s)(HF Test)	17	15	14
EOS (CW-02215)	70+ -100+	100-120	120+
Anchura estándar de rollo (cm)	-----380, 440 & 490-----		
Longitud estándar de rollo (cm)	91 & 305 ---91 & 183---		
DL = Dirección longitudinal DT = Dirección transversal			
FUENTE : Hoechst Fibers Industries			

6.2 USO DE POLIESTERES PARA LA FABRICACION DE ALFOMBRAS**Introducción**

El sector de las alfombras es importante en volumen, por lo que no debe extrañar el interés por intensificar la participación del poliéster, ya que actualmente es todavía escasa. Se trata de un mercado que en un 70% utiliza fibras de poliamida a causa fundamentalmente de que se pueden teñir con mayor facilidad, de su mayor resistencia a la abrasión y de su buena recuperación elástica. La importancia de estas dos últimas propiedades es decisiva cuando se trata de artículos con bajo peso de fibra de pelo.

Sin embargo, el 12% del mercado USA de fibras para alfombras es absorbido por fibras de poliéster, sobre todo cuando se trata de artículos con altos pesos de fibra en pelo, en los que la recuperación elástica es menos importante a causa de la construcción abierta de la alfombra. Por otra parte, la mayor capacidad de fijado y la mayor solidez a la luz del poliéster, así como su mejor tacto, aspecto visual y fácil cuidado son de mayor importancia en este tipo de construcciones.

En Europa Occidental, el poliéster sólo participa con un 4% (finales de los 70') en el sector alfombras. Actualmente se considera que su penetración puede aumentar teniendo en cuenta que las fibras de poli-butilentereftalato (PBT) presentan ventajas esenciales con respecto a las fibras de poliamida y a las de poliéster estándar (tenacidad, elongación, solidez a la luz, tintabilidad, capacidad de fijado o estabilización, densidad). También se ha indicado que la variedad de tipos y modificaciones posibles en el campo de las fibras de poliamida para alfombras puede trasladarse a las fibras PBT. Por otra parte, el poliéster kodel preparado, según se ha indicado, a partir de ácido tereftálico y 1,4 dimetilolciclohexano presenta ventajas como fibra para alfombras en relación a las fibras de poliéster convencional (PET), aunque su incidencia sea escasa en Europa.

Poliéster para alfombras

La industria de las alfombras de pelo se nutre principalmente de las fibras lana y poliamida (nylon), con repetidos intentos por parte del poliéster para penetrar en este mercado y con el polipropileno como fibra cada vez más utilizada. Crawshaw ha resumido la situación de las diferentes fibras del modo siguiente :

Poliamida-----cantidad
Lana-----prestigio
Poliéster-----aspirante
Polipropileno-----crecimiento
Acrílica-----estabilizada

Las productoras de poliéster intentan aprovechar el buen comportamiento antimancha para penetrar en el sector de las alfombras, a la vez que insisten en el deficiente comportamiento al café caliente de los acabados antimancha aplicados a las fibras de poliamida. El buen comportamiento antimancha de las fibras de poliéster es consecuencia de su estructura compactada, del mismo modo que ésta dificulta su tintura. Por la misma razón, las fibras más adecuadas son las convencionales y su tintura se realiza en floca pues es difícil la tintura de las alfombras como tales.

Una de las ventajas de las fibras de poliéster para su empleo en la fabricación de alfombras tufted su mayor retención del fijado. Ello se debe a que la tintura en torniquete de las alfombras tufted de construcción ligera fabricadas con hilos de otras fibras fijados térmicamente produce un gran deterioro por la acción mecánica del torniquete en condiciones calientes y mojadas.

Inicialmente, la tintura de las alfombras de poliéster se realizaba en presencia de carriers pero por razones ecológicas se han puesto a punto diversos tipos de fibras de poliéster para alfombras teñibles sin carriers. Las alfombras de poliéster se tiñen actualmente tanto en continuo como en torniquete. Es reciente la fibra Trevira tipo 816 de Hoechst teñible sin carrier con una sección transversal trilobulada y lustre claro o limpio. Por su parte, Kuraray ha desarrollado un tipo de poliéster para alfombras que se separa o fibrila en sus extremos.

resultando alfombras que tienen el tacto suave de las alfombras fabricadas con fibras finas y también la resiliencia de las fabricadas con fibras más gruesas. La fijabilidad de las fibras de poliéster permite conseguir un gran nivel de definición del penacho y la conservación del nivel de definición cuando se emplean hilos de poliéster con torsión fijada.

Excepto en construcciones muy densas, las fibras de poliéster no pueden competir con las de poliamida o lana en resiliencia o en resistencia a la compresión. El pelo de la mayor parte de las alfombras de poliéster puede ser calificado como de bastante suave, lo cual puede ser muy interesante en determinados tipos de alfombras, sobre todo en Japón. Como se sabe, en las casas japonesas no se lleva zapatos, por las que la suavidad del pelo de la fibra poliéster es muy apreciada. Ello explica que signifique el 22% de las materias empleadas en la fabricación de alfombras de pelo y que la tendencia sea a aumentar. Esta participación es muy superior a la de cualquier parte del mundo. En Europa, este atractivo tacto al pie desnudo es explotado en el mercado de las alfombrillas o esterillas para baño en una campaña para mejorar el diseño y aumentar el valor añadido de este tipo de artículos.

Como puede apreciarse, las productoras de poliéster no han abandonado el campo de aplicación de las alfombras, según se deduce de lo indicado en párrafos anteriores y de estudios realizados sobre los procesos de fabricación de los hilos y de las mismas alfombras de poliéster, habiendo resultado importantes mejoras en el comportamiento de las alfombras fabricadas con esta fibra.

En nuestro país el aspecto tapetero (tapetes y alfombras, principalmente) está incluido dentro de los usos de la fibra corta de poliéster.

6.3 USO DEL POLIESTER EN APLICACIONES DOMESTICAS Y APLICACIONES DE INDUMENTARIA

6.3.1 Aplicaciones domésticas

Las fibras de poliéster poseen un conjunto de propiedades que las hacen muy adecuadas para la fabricación de artículos para cortinas, tapicería y decoración. Como propiedades más sobresalientes para estos menesteres se pueden citar :

- 1) la buena resistencia a la luz, sobre todo detrás del vidrio,
- 2) un mantenimiento muy sencillo hasta el punto de que las cortinas se pueden colgar en condiciones húmedas sin que cambien de dimensiones,
- 3) la gran solidez de los colorantes utilizados en la tintura del poliéster.

Como desventaja se puede citar la facilidad con que atraen el polvo, aunque es preciso señalar la mejora que ha supuesto la aplicación de agentes antiestáticos adecuados en los procesos de acabado.

Por otra parte, el fácil entretenimiento de los artículos de mezcla con algodón, así como la tendencia de la moda, explican la difusión de la fibra de poliéster en artículos tales como mantelerías y lencerías de cama.

La fibra de poliéster constituye un excelente material para el relleno de almohadas, colchas, sacos de dormir, etc. La excelente elasticidad de volumen de las fibras de poliéster permite una retención del calor similar a la de las rellenas con plumas. Las almohadas presentan también la ventaja de que el conjunto funda-relleno es fácil de lavar y de secar, y de que pueden ser sometidas a diferentes tipos de desinfección sin que resulten castigadas. Para estos usos se pueden destinar fibras de calidades inferiores que no cumplen las especificaciones exigidas para su transformación en hilos o tejidos. Sin embargo, el mercado es tan importante que se han diseñado fibras huecas especiales para estos menesteres, con la particularidad de que existen acabados que les

comunican un tacto pluma muy logrado.

Por otra parte, la excelencia de sus propiedades ha conducido al desarrollo de tipos química o físicamente modificados que carecen, en mayor o en menor medida, de las desventajas mencionadas o que se han diseñado para satisfacer, mejor que los tipos convencionales, las necesidades de un campo de aplicación determinado o para penetrar en nuevos mercados.

También debe tenerse en cuenta que la fibra de poliéster es, en la mayoría de los casos, la fibra sintética elegida para aportar resistencia y fácil cuidado a las mezclas con fibras naturales (lana, algodón, lino) o de polímero natural (fibrana, modal), aportando éstas el confort al uso del que carecen las fibras de poliéster y que es conveniente o imprescindible en muchos campos de aplicación.

6.3.2 Aplicaciones de indumentaria

Las fibras de poliéster se pueden utilizar en la fabricación de la casi totalidad de las prendas de vestir. Solas o mezcladas con lana, algodón, fibrana, modal, lino u otras fibras, permiten preparar una amplia gama de prendas duraderas al uso, confortables, de fácil cuidado, con alta estabilidad dimensional y de forma al uso, y excelente resistencia a las arrugas.

Por su parte, la resistencia y estabilidad dimensional de los hilos de multifilamento permiten fabricar artículos ligeros de bajo peso, tales como tules, velos, tafetanes, satenes, brocados, organdies y tejidos para vestidos delicados que se lavan con facilidad y retienen su forma y aspecto. Ello explica la penetración del poliéster en artículos tales como corbatas, forrería, lencería femenina. A estas aplicaciones habría que añadir las correspondientes al poliéster texturado FTF en muchos campos de la indumentaria.

En la fabricación de prendas femeninas se puede mencionar el empleo de mezclas poliéster/algodón para vestidos, blusas y prendas deportivas, sobre todo a partir de tejidos de doble ancho, batista y popelín.

En el campo de la indumentaria masculina se pueden citar los pantalones, camisas y trajes fabricados con poliéster 100%, los artículos doble ancho de poliéster/algodón para camisas; los de poliéster/estambre para trajes, y los de poliéster/algodón y poliéster/fibrana en sargas y popelines para pantalones.

Como artículos típicos para niños deben mencionarse las mezclas poliéster/algodón con propiedades de planchado permanente.

Mezclas de poliéster con otras fibras naturales o con polímeros

Las fibras de poliéster/fibra celulósica conservan muchas de las propiedades de las fibras componentes, tales como el aspecto, tacto e hidrofiliidad de las fibras celulósicas, y la tenacidad, resistencia al uso y estabilidad dimensional de las fibras de poliéster. Ello permite que los artículos de camisería ofrezcan el confort y la hidrofiliidad de la celulosa, a la vez que se pueden lavar y secar con rapidez gracias al componente poliéster.

En las mezclas poliéster/algodón la relación más favorable parece ser la 65/35, de manera que casi todos los hilados se mantienen en el intervalo 67/33-60/40 cuando se trata de hilos destinados a la fabricación de artículos ligeros. También se ha sugerido la mezcla 50/50 para la fabricación de artículos pesados, sobre todo con propiedades de planchado permanente (permanent-press). El campo de aplicación de las mezclas poliéster/algodón es muy amplio y se extiende a camisas, blusas, faldas plisadas, indumentaria femenina y masculina, tapicería, etc.

En cuanto a las mezclas poliéster/fibrana y poliéster/modal existen opiniones contrapuestas en cuanto a la composición de la mezcla más favorable, siendo por otra parte necesario tener en cuenta el tipo de fibra natural (algodón o lana) a la que sustituye la fibrana o fibra de alto módulo. Algunos prefieren la relación 70/30 y otros la relación 50/50, aunque existen también mezclas con un menor contenido de poliéster 33/67 o 30/70, en cuyo caso debe aplicarse un acabado para aumentar la resistencia a las arrugas del componente celulósico. A este respecto, conviene señalar que la gran resistencia que aporta el componente poliéster permite conseguir altos niveles de

recuperación a las arrugas en el componente celulósico (algodón, fibrana o modal), sin que resulte excesivamente afectada la resistencia del tejido, ya que, como es bien conocido, la mejora de la recuperación a las arrugas se consigue a expensas de importantes pérdidas en los parámetros resistentes de las fibras celulósicas.

Las mezclas poliéster/lino permite combinar el tacto fresco y la alta absorción de humedad del lino con la estabilidad dimensional y fácil cuidado del poliéster, cuando éste interviene en la proporción 60/70%. También se han sugerido mezclas con porcentajes de lino iguales o inferiores al 20%. Las mezclas poliéster/lino se destinan a la fabricación de tejidos ligeros veraniegos.

Con las mezclas poliéster/lana se pueden preparar artículos con un tacto similar al de la lana y la resistencia y estabilidad dimensional del poliéster. Estas mezclas gozan de gran aceptación y han permitido el fácil acceso del gran público a las prendas de aspecto lana, ya que el poliéster actúa como un eficaz diluyente económico. Como quiera que la producción de lana se mantiene casi constante en cantidad, no es difícil imaginar los altos precios que habrían alcanzado los artículos correspondientes si no se hubiese podido disponer de este tipo de mezclas. La bibliografía menciona que la relación 55/45 es la más adecuada para combinar del mejor modo posible las propiedades de estas dos fibras. También se ha indicado la mezcla 65/35 para la fabricación de artículos de estambre para trajes masculinos, así como composiciones intermedias entre 65/35 y 55/45 para artículos de este tipo. Con la relación 55/45 se preparan también mezclas con estambre o lana de carda para pantalones y faldas, y con la composición 50/50 se fabrican hilados destinados a tejidos para faldas plisadas y para artículos tricotados suaves. Con la tendencia a intentar aumentar el contenido de poliéster en las mezclas con fibras naturales, se han sugerido también las mezclas 70/30 y 85/15, en tanto que la 80/20 ha sido mencionada como adecuada para la fabricación de vestidos femeninos.

Las mezclas poliéster/acrítica están incidiendo en mercados que hasta no hace mucho eran patrimonio casi exclusivo de las fibras acrílicas. La mezcla más frecuente es la de 50/50, habiéndose indicado que la proporción del poliéster no debe ser inferior al 50%. El componente acrílico aporta a estas mezclas sus propiedades características, tales como aspecto, tacto, voluminosidad, etc. Por su parte, el poliéster les comunica durabilidad (tenacidad, resistencia a la abrasión) y permite que no se manifiesten con tanta intensidad los brillos que el planchado puede ocasionar en las prendas de fibra acrílica 100%. Estas mezclas se destinan a la fabricación de prendas exteriores de punto.

Ampliando un poco la información se hace referencia a continuación, a los tipos de poliéster especialmente diseñados para la mezcla con las fibras naturales más importantes.

La fibra poliéster fue inicialmente desarrollada como alternativa al algodón habida cuenta de su precio estable, comportamiento al lavado y mayor durabilidad, a lo que se suma una mayor eficiencia en el proceso de fabricación del hilo y del tejido y menores costos. La aceptación inicial no pasó de moderada pero fue máxima cuando se reconoció que la presencia de poliéster en un tejido permitía la aplicación de las resinas permanent-press (planchado permanente) sobre el algodón. Una prenda de algodón 100% tratada con estas resinas experimenta una reducción muy importante de la resistencia a la tracción y a la abrasión, de lo que resulta una reducida durabilidad. En los tejidos de mezcla poliéster/algodón se dan simultáneamente un buen comportamiento "permanent-press" y una buena durabilidad. Fue entonces cuando el poliéster fibra fue solicitado en grandes cantidades y cuando paso a ser un producto de gran interés.

La resistencia del hilo es muy importante cuando las mezclas poliéster/algodón se destinan a tejidos de calada; a este respecto, es importante la posibilidad de modificar la fibra de poliéster para que el hilo posea la máxima resistencia.

En mezclas poco ricas en poliéster (<35%), la resistencia del hilo viene determinada por la de las fibras de algodón, pero con la particularidad de que la rotura sobreviene para un alargamiento del 10%. Este es el motivo por el que desarrollaron poliésteres que poseen una alta resistencia para una elongación del 10% a efectos de contribuir a la resistencia del hilo. Para mezclas más ricas (265% de poliéster), es este componente el que determina la resistencia del hilo, de modo que se diseñan para que su resistencia a la tracción sea muy alta (53 cN/tex) para un alargamiento del 30%. En estas mezclas no es necesario un alto módulo para el 10% de alargamiento y pueden ser convenientes valores más bajos para conseguir tipos o variantes de bajo encogimiento. Como es bien sabido, las fibras de bajo encogimiento conducen a tejidos que encogen menos en las operaciones de tintura y acabado.

Puede afirmarse que las mezclas poliéster/algodón, generalmente 67/33 o 50/50, han invadido un mercado inicialmente monopolizado por los productos de algodón 100%. Como excepciones pueden mencionarse la ropa interior, el denim y la pana. Las camisas, blusas, tejidos para vestidos, telas para trajes ligeros y sábanas son los principales campos de aplicación de las mezclas poliéster/algodón.

Un aspecto a destacar es la ubicación radial de las dos fibras que se traduce en un mayor contenido de algodón en la periferia del hilo y sobre todo en las fibras que producen la vellosidad de los hilos. Ello es consecuencia natural de que las fibras de algodón, usualmente más cortas, son centrifugadas y expulsadas al exterior en la operación de hilatura. Así pues, los hilos poliéster/algodón parecen más ricos en algodón de lo que cabría esperar de las proporciones de la mezcla. No obstante, debe señalarse también que estos hilos se presentan más apretados, tiesos o tersos en su textura y que se suelen fabricar con títulos menores que los de los hilos de algodón a los que reemplazan.

Ems fabrica un poliéster HT (5.5 dN/tex) en forma de peinado adaptado al lino que utilizan los hiladores en lo referente al título, longitud y diagrama (2.3 y 2.8 dtex, 88, 105 y 132 mm). A pesar de su alta tenacidad el poliéster es de bajo pilling y posee una elongación que facilita el tisaje del lino con el que se mezcla, puesto que

compensa la reducida elongación del lino. En mezclas lino/poliéster (55/45) Nm 28, los tejidos producidos con este poliéster reciben finalmente un apresto inarrugable suave adaptado al consumidor europeo, el cual, a diferencia del italiano, no aprecia la arrugabilidad del lino.

Aunque en cantidades mucho menores que en el caso del algodón, la lana suele mezclarse frecuentemente con el poliéster para ganar en resistencia y disminuir el precio de los productos correspondientes. El precio del poliéster es aproximadamente cinco veces menor que el de la lana, si bien los artículos de mezcla poliéster/lana son de alto precio y se orientan en el sentido de ofrecer una buena calidad. El poliéster que se mezcla con lana debe generar poco pilling para comportarse en este aspecto de un modo similar a la lana. Como quiera que la lana se tiñe con colorantes aniónicos o premetalizados, se han desarrollado desde hace tiempo fibras de poliéster tejibles con colorantes catiónicos a bajas temperaturas y que permiten obtener tinturas cruzadas. También existe una variante que se tiñe con colorantes dispersos con una intensidad diferente a la normal, lo cual significa mayores posibilidades de diseño puesto que se pueden conseguir efectos tricolores.

El uso del poliéster caustificado o decorticado está muy extendido en el sector de los tejidos para indumentaria. Las características textiles son efectivamente mejores que las de la fibra tradicional. El tratamiento con sosa cáustica, que debe ser cuidadosamente controlado para evitar un ataque irreversible de la fibra, permite obtener un artículo sintético con características de aspecto muy próximas a las de la seda, con la que puede ser fácilmente confundido, incluso por operarios del sector. Las características de resistencia, solidez del color y fácil cuidado del poliéster caustificado lo hacen muy atractivo para el consumidor medio.

Muchos industriales textiles han decidido con gran acierto mezclar esta fibra, en cantidades moderadas pero superiores al 20%, en artículos de seda. De este modo mejoran las propiedades dinámicas de la fibra natural sin modificar el aspecto final y, desde luego, la textura del tejido final.

Otros industriales, por el contrario, han partido de la hipótesis opuesta en el sentido de ennoblecer el poliéster añadiendo un 20% de seda. El producto final es desde luego algo similar al obtenido con sólo poliéster; no obstante, puede beneficiarse de la gran ventaja que significa poderse clasificar como "seda mezclada", con un considerable efecto sobre el precio de venta final, lógicamente mayor. Las mezclas poliéster/seda son producidas en un amplio intervalo de composiciones de las dos fibras, lo cual significa que el tintorero no puede utilizar siempre el mismo proceso de tintura. De hecho, es necesario adaptarlo a las características de ambas fibras y es frecuentemente difícil conseguir la misma intensidad de color en las dos fibras, las cuales, cuando están presentes en iguales cantidades, producen un efecto tornasol que no siempre es apetecido. La necesidad de teñir el poliéster a alta temperatura pone en peligro la resistencia de la seda, con el resultado de un producto de calidad inferior al de poliéster 100% y, por supuesto, a la del tejido de sólo seda.

Así pues, es imprescindible valorar las ventajas económicas en relación al riesgo que supone el tratamiento conjunto de dos fibras de comportamiento tintórico tan diferente.

6.4 COMENTARIOS ACERCA DE LOS NUEVOS DESARROLLOS DEL POLIÉSTER

En los Estados Unidos, las más recientes estadísticas de la industria revelan que el poliéster todavía está batiendo records. Y aunque ha pasado por malos ciclos comerciales, al igual que todos los textiles, el consenso de la industria es que ésta fibra retendrá su posición (No.1 de las fibras sintéticas) en el mercado en el futuro previsible.

Las buenas noticias son que los despachos norteamericanos de poliéster cortado y en forma de filamento crecen en un 12% durante los primeros seis meses de 1992, en comparación con el mismo periodo del año inmediato anterior. Y los despachos de filamento de poliéster industrial tuvieron un incremento de un 20% durante el mismo periodo.

Durante los diez últimos años, las fábricas textiles norteamericanas han consumido poco más de 3.200 millones de libras al año de poliéster cortado y en forma de filamento. Los grandes productores domésticos tienen fe en el futuro de esta fibra.

Du Pont, el más grande productor de poliéster, está expandiendo su producción de poliéster cortado y en forma de filamento, mientras que la firma Hoechst Celanese se está reestructurando y al mismo tiempo está invirtiendo cerca de \$800 millones de dólares en sus operaciones de fibras de poliéster para los próximos cinco años.

Esta gigantesca inversión, que incluye operaciones en Canadá y en México, se presenta después de una expansión de las operaciones de la firma en América del Norte a un costo de \$200 millones de dólares.

Las demandas de la moda, así como signos de crecimiento en los mercados de textiles industriales y de accesorios para el hogar, contribuyeron a que el poliéster creciera, de dos fabricantes originales a alrededor de doce plantas productoras en los Estados Unidos, en cuestión de 12 años. Y también se construyeron plantas en otros países desarrollados.

Algunas de estas plantas han descontinuado su producción, pero el mercado ha continuado creciendo y un puñado de gigantes han sobrevivido forjando una variedad de éxitos en áreas importantes.

Estas nuevas áreas incluyen las confecciones, donde nuevos desarrollos se han anunciado en rápida sucesión; y accesorios para el hogar, donde el éxito se nota en artículos tales como manteles y sábanas, calculándose que el 90% de los norteamericanos utilizan sábanas y fundas de almohada que contienen poliéster.

Como se mencionó anteriormente, los productos industriales muestran crecimiento en artículos tales como cordones para llantas, asientos para automóviles, hilos de coser industriales, productos médicos y quirúrgicos, y en telas no tejidas.

Estadísticas recopiladas recientemente por el Concilio Norteamericano del Poliéster, una entidad establecida en 1982 para informar a la industria y a los consumidores sobre los beneficios del poliéster, muestran que más del 85% de la población norteamericana usa prendas elaboradas con poliéster o con mezclas de poliéster.

Además más del 50% de todas las prendas fabricadas en los Estados Unidos contienen poliéster.

Mirando el panorama mundial, en casi todos los países textiles continúa creciendo la producción de fibras de poliéster. Se ha calculado que el crecimiento a largo plazo para el mercado del poliéster será de un 5% al año, comparado con un 3% para las otras fibras textiles. Y para el siglo veintiuno, la participación del poliéster en el mercado mundial de fibras podría ser de cerca del 30%.

Se ha notado que la capacidad de producción de fibras de poliéster se está expandiendo de una manera rápida en el Lejano Oriente, principalmente a costa de los productores de los países desarrollados.

Alrededor del mundo, la producción de fibras cortas de poliéster probablemente se mantendrá adelante de la producción de filamento de poliéster. Pero en este momento, está creciendo más rápidamente la capacidad para la producción de filamento de poliéster debido a una creciente demanda en los mercados industriales, así como en el mercado de las microfibras y de los tejidos de denier fino "parecidos a la seda".

Estas tendencias muestran que el exceso de capacidad para la producción de poliéster se podría convertir en una característica permanente del mercado, determinado por la situación del Lejano Oriente.

Varios cálculos muestran que en 1983, la producción del poliéster en Estados Unidos representó el 30% de la producción mundial, pero observadores del mercado creen que para 1995 esta proporción se podría reducir hasta un 15%, mientras que Japón y Europa Occidental representarían cada uno menos del 10% de la producción mundial.

El programa de expansión de Hoechst Celanese, mencionado anteriormente, involucra a Canadá y México, así como también a los Estados Unidos. La primera fase de reestructuración requiere la instalación de una planta de fibra de poliéster, con una capacidad de 125 millones de libras al año, en Querétaro, México, para Celanese Mexicana.

Esta nueva construcción duplicará la capacidad de la planta y entrará pronto en producción. Pero la producción extra será compensada por el cierre de plantas anticuadas en los Estados Unidos y Canadá.

La segunda fase de la reestructuración requiere el cierre de una planta de filamento técnico de denier alto en Millhaven, Ontario, operada por Celanese Canadá. La planta en Salisbury, N.C., continuará siendo el centro de producción de filamentos técnicos de denier alto de la compañía, así como también de fibras cortadas especiales.

A continuación se muestra un cuadro donde se pueden apreciar los Despachos de poliéster por mercado primario.

DESPACHOS DE POLIESTER POR MERCADO PRIMARIO
(MILLONES DE LIBRAS)

Fuente : Fiber Economics Bureau

	1986	1987	1988	1989	1990	1991
POLIESTER CORTADO:						
Confecciones	022.0	050.2	087.8	027.2	780.8	777.0
Textiles para el hogar	310.9	820.8	354.4	355.1	820.2	818.5
Alfombras	145.0	209.0	261.2	211.6	166.5	230.4
Tejidos industriales	615.2	712.1	758.4	767.4	788.9	807.0
POLIESTER FILAMENTO:						
Confecciones	510.0	506.6	487.8	447.7	417.2	500.4
Textiles para el hogar	169.2	174.9	200.6	208.3	196.5	192.1
Tejidos industriales	406.2	431.9	469.5	459.7	482.5	412.5

El resultado final de todos los desarrollos recientes del poliéster es que esta fibra está encontrando una gran aceptación en el mercado. Con la continua investigación y desarrollo, así como con el mantenimiento de los compromisos de marketing, parece que el poliéster tendrá un gran futuro.

CAPITULO VII

ASPECTOS
ECONOMICOS
DE LA
INDUSTRIA TEXTIL
VINCULADOS CON EL
POLIESTER

VII. ASPECTOS ECONOMICOS DE LA INDUSTRIA TEXTIL
VINCULADOS CON EL POLIESTER

7.1 LA INDUSTRIA TEXTIL Y EL TLC

Uno de los aspectos económicos más interesantes en lo que se refiere a productos textiles, incluyendo aquellos elaborados a base de poliéster, viene dado por el Tratado de Libre Comercio.

El Tratado significa más empleo y mejor pagado para los mexicanos. Esto es lo fundamental; y es así, porque vendrán más capitales, más inversión, que quiere decir más oportunidades de empleo en nuestro país, siempre y cuando exista una buena capacitación. En palabras sencillas, podremos crecer más rápido y entonces concentrar mejor nuestra atención para beneficiar a quienes menos tienen.

TABLA 7.1				
LA INDUSTRIA TEXTIL COMO GENERADORA DE EMPLEO 1986-1990 (MILES DE PERSONAS)				
CONCEPTO	1986	1987	1988	1989
Personal ocupado en la Industria Manufacturera	2,404.1	2,429.8	2,431.9	2496.0
Personal ocupado en la Industria Textil	168.1	169.0	168.4	175.0
Hil. y tej. fibras blandas	115.8	116.3	115.5	121.6
Hil. y tej. fibras duras	12.0	12.4	11.9	11.8
Otras Industrias Textiles	40.3	40.3	41.0	41.6
Participación (%)				
3/1	0.8	0.8	0.8	0.8
3/2	7.0	7.0	6.9	7.0

FUENTE: CANAINTEX

La industria textil mexicana tiene raíces profundas y un historial tan amplio como sus posibilidades de desarrollo. Hoy, las restricciones al comercio internacional de productos textiles constituyen un obstáculo al desarrollo pleno de la actividad. Por ello, México puso empeño especial en lograr un acceso franco, estable y permanente de sus productos textiles a los mercados de Estados Unidos y Canadá. Este propósito se alcanzó plenamente.

El Tratado abrirá al sector oportunidades excepcionales de crecimiento sobre la base de los mercados de exportación ya que propiciará una integración eficiente de la cadena productiva, a partir de la modernización tecnológica y de la explotación de grandes economías de escala.

El capítulo textil establece las condiciones de liberación comercial en cuatro áreas básicas : eliminación de cuotas de exportación, desgravación arancelaria, definición de reglas de origen para el sector y establecimiento de salvaguardas sectoriales.

Primero : Eliminación de cuotas. Al entrar en vigor el Tratado, quedará sin efecto el convenio bilateral que restringe el comercio textil entre México y Estados Unidos. Con ello se eliminarán inmediatamente todas las cuotas para los artículos textiles y de la confección que México exporta y cumplan con las reglas de origen. Ello beneficiará a más de 90 por ciento de nuestras ventas a Estados Unidos.

Para los productos que no cumplan con la regla de origen, también quedarán sin cuota 97 categorías. Restarán, así, solo 14 categorías sujetas a cuota al entrar en vigor el Tratado; para diez de ellas se eliminarán las cuotas en siete años y, para las cuatro restantes, en una década.

Por otra parte, México mantendrá las restricciones actuales a la importación de ropa usada, por considerar que esas importaciones afectarían a la industria nacional.

Segundo : Desgravación arancelaria. Se eliminarán los llamados "picos arancelarios" en Estados Unidos en el momento de entrada en vigor del Tratado. Para una gran variedad de artículos textiles mexicanos de exportación, los Estados Unidos mantiene aranceles superiores a 20 por ciento que, en algunos casos, alcanzan niveles cercanos a 80 por ciento. Al entrar en vigor el Tratado, el arancel máximo para las exportaciones mexicanas de textiles a ese país será de 20%.

A partir de ese nivel arancelario inicial, los países desgravarán los productos de la industria textil y de la confección en un plazo máximo de diez años.

Sin embargo, en reconocimiento de la asimetría existente entre los países, Estados Unidos eliminará inmediatamente los aranceles a las fracciones que representan 45 por ciento del valor actual de nuestras exportaciones a ese país. México, en cambio, sólo desgravará inmediatamente menos de 20 por ciento del valor de las exportaciones estadounidenses a nuestro país.

Con el fin de proteger a los segmentos más sensibles de la cadena textil, México desgravará en un plazo de diez años, 16 por ciento del valor de nuestras importaciones provenientes de los Estados Unidos, mientras que ese país sólo mantendrá 6 por ciento de sus importaciones textiles de México en dicho plazo.

Tercero : Reglas de origen. Para asegurar que el acceso preferencial beneficie primordialmente a los productores de la región, el Tratado establece que la mayoría de los productos textiles y confeccionados se considerarán originarios de América del Norte si están hechos con hilos fabricados en la región. En el caso de exportación de hilos e hilados, así como de ciertas prendas de punto, éstos tendrán que fabricarse con fibras mexicanas, estadounidenses o canadienses para cumplir con el requisito de origen.

Como régimen excepcional, los productos de seda y lino, que son materiales no producidos en América del Norte, si gozarán del tratamiento preferencial, siempre y cuando la última transformación se realice en la región.

Se establecerá, asimismo, el régimen conocido como "cupos de preferencia arancelaria" para bienes producidos en México, pero que no cumplan con la regla de origen. El objetivo es permitir a esos exportadores mexicanos acceso preferencial a Estados Unidos y Canadá hasta ciertos límites. Bajo este régimen, México podrá exportar prendas que no cumplan con la regla de origen, hasta por el equivalente a 77.8 millones de metros cuadrados de tela para ser utilizada en la confección, y hasta 31 millones de metros cuadrados de tela sin confeccionar.

Cuarto : Régimen de salvaguardas. Con el fin de que durante la transición sectorial de diez años no se presenten desequilibrios graves que dañen a la cadena textil en alguno de los tres países, se han incorporado medidas de emergencia transitorias que garantizarán a los productores afectados un plazo para ajustarse a las nuevas condiciones del mercado.

Para los bienes que cumplan con la regla de origen, la salvaguarda consistirá en la posibilidad de restablecer, hasta por un período de tres años, el arancel vigente previo a la entrada en vigor del Tratado. Al concluir los tres años de salvaguarda, se reanudaría el programa de desgravación para concluir en el término pactado originalmente. Esta salvaguarda para productos originarios sólo podrá adoptarse una vez por producto. Asimismo, el país que adopte una salvaguarda de esta naturaleza deberá compensar al país exportador afectado, otorgándole concesiones comerciales de valor equivalente en el propio sector textil.

Para los productos que no cumplan con la regla de origen, los países podrán imponer restricciones cuantitativas, también hasta por tres años, aunque dichas restricciones sólo podrán aplicarse a las exportaciones que rebasen el valor registrado en el momento de decretarse la salvaguarda.

Con el acuerdo en materia textil, México garantizará un acceso permanente a un mercado más de mil por ciento mayor que el nacional. Esta escala, aunada al acceso de tecnologías e insumos competitivos, permiten prever un crecimiento sustancial en la inversión y en la

generación de empleo en el sector. La modernización textil se convierte, así, en la opción que mejor garantizará su viabilidad de largo plazo.

El acceso preferencial y el diseño de las reglas de origen sectoriales estimularán, asimismo, una integración eficaz del productor mexicano con sus proveedores y clientes. En particular, se arraigarán las condiciones indispensables para establecer los más modernos sistemas de respuesta dinámica y calidad total.

Como conclusión se cita lo siguiente :

Textiles.- El sector textil comprende desde la fabricación del hilo y la producción de las telas hasta la confección de prendas de vestir.

- En México existen alrededor de 11 mil fábricas que dan empleo a 850 mil personas.
- México ya exporta a Estados Unidos 950 millones de dólares, y las ventas a Canadá son de 17 millones de dólares.
- Las ventas de textiles mexicanos a Estados Unidos están limitadas por cuotas y pagan impuestos, algunos de ellos muy altos.

¿ Qué se gana con el Tratado ?

Se suprimen todas las cuotas existentes en Estados Unidos. México podrá vender hilos, tela y prendas de vestir hechos en México en las cantidades que quiera.

De inmediato se quitan los impuestos para casi la mitad de los productos que México vende a Estados Unidos. Los productos mexicanos serán más baratos que los que llegan de otros países.

Para la otra mitad se bajan los impuestos, que en algunos casos llegaban a 65 por ciento, a solamente 20 por ciento como máximo. Estos impuestos se eliminarán en un plazo de 10 años.

Canadá suprime de inmediato los impuestos para el 10 por ciento de nuestras exportaciones.

A cambio

Los productos de Canadá y Estados Unidos, sin pagar impuestos, vendrán a México, pero más despacio...

México eliminará, cuando se apruebe el Tratado, sus impuestos a solamente 20 por ciento de sus compras textiles en Estados Unidos y al 4.7 por ciento en Canadá.

México entra a un mercado que consume MIL por ciento más.

En el Apéndice se muestran una serie de tablas, figuras y gráficas que proporcionan una visión amplia de la situación económica de la Industria Textil (sin olvidar que uno de sus principales productos es la fibra poliéster).

CAPITULO VIII

USO INDUSTRIAL COMO OPCION DE PRODUCCION

VIII. USO INDUSTRIAL COMO OPCION DE PRODUCCION

Los ejemplos que se han citado anteriormente, uso industrial, uso para alfombras y uso para prendas de vestir y uso doméstico, forman en conjunto el uso TEXTIL que se le da al poliéster. Los otros usos que tiene el poliéster son :

- 1) Resinas.
- 2) Plástico para envases.

Sin embargo debido a la variedad de empleos que se le puede dar al polímero en cuestión; de manera textil, se enfocó la investigación por este rubro. Consultando con empresas afines, se concluyó que el uso textil es el más explotado y el que les ha reportado mejores dividendos.

Como parte final de la tesis, se realizó un análisis para demostrar cual de los tres usos textiles es más rentable, pensando en instalar un sistema de producción de acuerdo al producto que genere la mayor utilidad. Para conocer el resultado se hizo una recopilación de información económica estadística de :

- 1) No. de empresas,
- 2) Total de importación, exportación y producción,
- 3) Diversidad de "subaplicaciones" de los tres usos textiles
- 4) Opiniones de gente experta en el ramo.

También se considero un tema que es de importancia para cualquier persona que tenga en mente la constitución de una empresa : el Tratado de Libre Comercio, en este caso lo referente a Industria Textil.

En la información estudiada se incluyó también la situación de poliéster a manera de fibra sintética, con el objetivo de conocer cual es la tendencia de la materia prima : se produce de manera suficiente?, a quién se le importa?, a dónde se exporta?, etc.

NOTA :

La Industria Textil proporciona una información general de todos sus productos (hilados duros y blandos, prendas de vestir, alfombras y tapetes de todos tipos y otros usos textiles), es decir, no entrega resultados de un tipo de fibra en particular, sin embargo aunque parezca difícil, se puede concluir que la mayoría de todos los productos tienen como principal materia prima el poliéster. Lo anterior se cita ya que no se obtuvieron de forma específica datos sobre textiles fibra poliéster. Inclusive la Cámara Nacional de la Industria Textil arroja resultados de manera general en su memoria estadística.

Después de revisar los datos estadísticos y analizar la opinión de los expertos, se concluye de manera un tanto contundente que la mejor opción en cuanto a producción textil se refiere, es la del USO INDUSTRIAL. Las bases para demostrarlo son :

1) El uso para alfombras tiene dos grandes fabricantes que son Luxor y Nobilis Lees, tratar de competir con cualquiera de ellos resultaría un tanto difícil (sino imposible) debido al dominio que ejercen como fabricantes de alfombras.

Otro aspecto de reflexión referente al uso del poliéster para alfombras viene dado por las cifras que se importan. Existe una enorme importación en comparación con los otros usos textiles, esto aunado con el comentario anterior deja al futuro empresario en una situación de completa incompetividad en esta área.

2) El uso para prendas de vestir así como uso doméstico tiene la enorme desventaja de que existe una cantidad desmesurada de empresas dedicadas a este fin, en esta rama textil sólo se podría competir teniendo maquinaria que se considere como tecnología de punta, y, obtener productos de calidad superior a los existentes. Tampoco se debe olvidar que existe una importación considerable, sobre todo de productos orientales (chinos, principalmente).

3) El uso industrial es un campo que no se ha explotado de manera masiva, tiene una gama de productos que lo hacen atractivo para

cualquier fabricante que piense introducirse en la Industria Textil a base de poliéster.

Se comprende entonces porque el uso industrial es la mejor opción para producir a base de fibra poliéster, el siguiente paso a dar sería un estudio de factibilidad para poder consolidar la empresa destinada a dicha producción. Dicho estudio debe comprender una localización de planta, un prototipo de layout, una cotización de la maquinaria necesaria para poder trabajar, cumplir con los requisitos fiscales que genere la introducción de la fábrica, etc. Pero se ha dado un paso importante al haber seleccionado el tipo de textil que se va a producir, ya que se puede abarcar la elaboración de no tejidos, tales como : rellenos, interiores de automóviles, fibras desechables para limpieza, pañales, toallas femeninas, abrasivos, filtros, lonas, macramés, impermeabilizantes, geotextiles etc., así como cordones para llantas, asientos para automóviles, hilos de coser industriales, productos médicos y quirúrgicos, etc.

Finalmente para reafirmar el favorable ascenso que ha tenido el uso industrial del poliéster se citan algunos párrafos de una importante revista textil, haciendo alusión a los No Tejidos :

"Las telas no tejidas se han estado fabricando durante muchos años, aún antes de que se usara dicho término. Ahora, después de décadas de investigación y desarrollos tecnológicos, los no tejidos gozan de una gran demanda y popularidad.

El sector de más rápido crecimiento en el campo de los no tejidos, desde el período posterior a la II Guerra Mundial hasta mediados de la década de los 70' fue el de los no tejidos elaborados por el proceso de colocación en seco, el cual está basado en napas cardadas, y que en un principio se aglutinaron por resina. El rayón cortado se convirtió prontamente en la principal fibra usada en este campo.

A medida que declinó el precio de las fibras de poliéster, éste reemplazo gran parte de las fibras de rayón usadas en la elaboración de no tejidos."

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

El poliéster es un material con enormes perspectivas tanto de fabricación como de consumo para la elaboración de diferentes productos. Sin embargo la producción de esta fibra no es suficiente para cubrir el mercado textil; por lo mismo, se ha reducido la posibilidad de vincular los procesos de hilado y tejido al de la producción de fibra básica y se ha tenido que importar de manera masiva materia prima, lo que a su vez origina un incremento en los costos de producción en la rama textil.

La importación (principalmente europea) de maquinaria y equipo representa una inversión en la industria textil, el motivo es que no se producen en México bienes de capital para el sector.

Sin embargo, pese a las dificultades económicas a las que se enfrenta la producción del poliéster, la industria textil no ha variado significativamente su participación en el Producto Interno Bruto. Incluso algunas de las principales empresas del ramo muestran un nivel de ventas creciente.

En base a lo anterior cobra fuerza la importancia de éste estudio sobre el poliéster, para conocer el proceso de fabricación y tratar de aumentar la producción nacional (Las materias primas para su manufactura son practicamente 100% nacionales, excepto algunos aprestos y aditivos) y reducir de manera considerable la importación. En cuanto al uso del poliéster en productos textiles, existen problemas que no se pueden ignorar :

- la falta de integración vertical en la mayoría de las plantas productoras.
- las tasas y plazos del financiamiento, que elevan costos de producción y restan competitividad internacional.
- la falta de modernización de la planta productora, que frena la producción.
- los problemas estructurales dentro del marco fiscal y jurídico.

Pese a dichos problemas, no es imposible un desarrollo industrial del ramo textil, pero se necesita vocación de productividad, calidad, competitividad, etc., aunado a tales características, el contenido de esta tesis proporciona una visión clara para cualquier persona que tenga deseos de implantar un sistema productivo dedicado a la producción de textiles a base de poliéster, el material del futuro.

Por último, la conclusión a la que se llega al referirse a los tres principales productos textiles hechos con poliéster: es personal, y está fundamentada con opiniones de expertos y análisis estadísticos reales, por lo que el uso industrial es la mejor opción para trabajar y desarrollar una empresa.

APENDICE

APENDICE

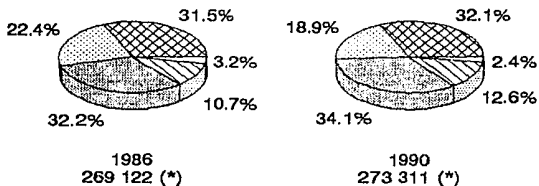
Las tablas, gráficas y figuras que se muestran a continuación describen la situación económica que ha tenido la Industria Textil y el poliéster en México.

T A B L A 1									
PRODUCCION BRUTA DE LA INDUSTRIA TEXTIL									
Y DEL VESTIDO POR RAMA DE ACTIVIDAD									
1986-90									
(Millones de pesos)									
PERIODO	TOTAL	HILADO Y TEJIDO DE FIBRAS		OTRAS INDUSTRIAS TEXTILES	PRENDAS DE VESTIR	CUERO Y CALZADO			
		BLANDAS	DURAS						
A precios corrientes									
1986	4 484 020	1 305 234	151 109	486 803	1 525 414	1 015 460			
1987	11 170 586	3 475 177	344 894	1 186 520	3 608 705	2 955 260			
1988	22 560 244	6 570 167	690 242	2 378 886	7 642 576	5 278 373			
1989 (P)	25 948 654	7 603 615	797 113	2 965 231	8 722 627	5 860 068			
1990 (P)	31 020 468	8 697 999	705 126	3 713 745	11 194 587	6 709 011			
A precios de 1980									
1986	269 122	269 122	8 681	28 844	86 627	60 184			
1987	257 644	257 644	8 218	28 056	82 209	52 489			
1988	259 344	259 344	7 952	29 233	82 767	51 132			
1989 (P)	267 220	267 220	8 046	31 570	85 011	53 498			
1990 (P)	273 311	87 617	6 431	34 428	93 314	51 521			

(P) Preliminar

FUENTE : INEGI

**PRODUCCION BRUTA DE LA INDUSTRIA
TEXTIL Y DEL VESTIDO POR RAMA DE
ACTIVIDAD 1986-1990**



- ☒ F. BLANDAS
- ☑ C. Y CALZADO
- ▨ P. DE VESTIR
- ▧ O.I. TEXTILES
- F. DURAS

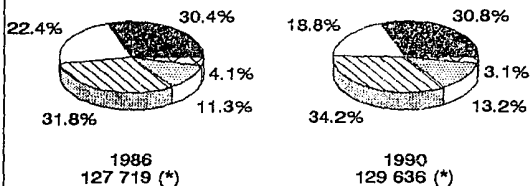
(*) millones de pesos a precios de 1980






FUENTE : I N E G I

Fig 1

TABLA 2						
PRODUCTO INTERNO BRUTO DE LA INDUSTRIA TEXTIL Y DEL VESTIDO POR RAMA DE ACTIVIDAD						
1986-90						
(Millones de pesos)						
PERIODO	TOTAL	HILADO Y TEJIDO DE FIBRAS BLANDAS	HILADO Y TEJIDO DE FIBRAS DURAS	OTRAS INDUSTRIAS TEXTILES	PRENDAS DE VESTIR	CUERO Y CALZADO
A precios corrientes						
1986	2 096 278	983 661	80 951	242 478	696 245	492 943
1987	5 143 640	1 536 337	187 477	587 225	1 635 795	1 196 806
1988	10 678 266	2 987 522	393 271	1 165 123	3 640 444	2 491 906
1989 (P)	12 411 502	3 392 024	452 081	1 512 913	4 207 554	2 846 930
1990 (P)	14 987 389	3 893 808	405 131	1 918 172	5 435 519	3 334 759
A precios de 1980						
1986	127 719	38 801	5 237	14 410	40 648	28 623
1987	121 548	39 043	4 954	13 962	38 903	24 686
1988	122 497	40 005	4 835	14 467	39 119	24 071
1989 (P)	126 797	40 564	4 880	15 712	40 369	25 272
1990 (P)	129 636	39 933	3 967	17 080	44 311	24 345
(P) Preliminar						
FUENTE : INEGI						

**PRODUCTO INTERNO BRUTO DE LA INDUSTRIA
TEXTIL Y DEL VESTIDO POR RAMA DE
ACTIVIDAD 1986-1990**



-  F. BLANDAS
-  C. Y CALZADO
-  P. DE VESTIR
-  O. I. TEXTILES
-  F. DURAS

(*) millones de pesos a precios de 1980

FUENTE: INEGI

Fig 2

TABLA 3

**PRODUCTO INTERNO BRUTO DE TEXTILES
Y PRENDAS DE VESTIR**

1986-91

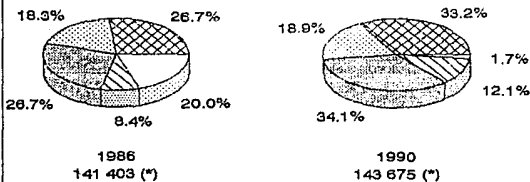
En millones de pesos a precios de 1980

TOTAL	1986	1987	1988	1989	1990	1991
TEXTILES	127,719	121,548	122,497	126,038	127,972	115,308
Hilados y tejidos de fibras blandas	38,801	39,043	40,005	40,069	39,275	32,669
- Preparación de fibras blandas para hilado y tejido	2,734	2,963	3,033	3,422	3,613	3,215
- Fabricación de estambres	1,658	1,684	1,530	1,705	1,584	1,455
- Fabricación de casimires, paños, cobijas y productos similares	1,990	1,873	1,870	1,856	2,006	1,883
- Otros hilados y tejidos de fibras blandas	17,689	17,341	17,882	18,221	17,860	14,856
Hilados y tejidos de fibras duras	5,237	4,954	4,835	4,880	3,782	1,970
- Otros hilados y tejidos de fibras duras	1,169	1,266	1,204	1,249	968	505
Otras industrias textiles	14,410	13,962	14,467	15,818	17,478	18,102
- Telas impermeabilizadas e impregnadas	724	709	767	772	729	763
- Alfombras, tapetes y similares de fibras blandas	1,835	1,924	1,995	1,913	1,807	1,792
- Algodón absorbente, vendas y similares	2,222	1,825	1,804	2,232	2,755	3,049
- Otras industrias textiles	6,330	6,360	6,724	7,312	8,079	8,368
PRENDAS DE VESTIR	40,648	38,903	39,119	40,369	41,394	42,067
- Confección de camisas	3,339	3,320	3,184	3,206	3,210	3,240
- Uniformes	1,205	1,209	1,206	1,349	1,331	1,275
- Sueters y playeras	3,050	2,666	2,692	2,641	2,297	2,045
- Otras prendas de vestir	10,341	9,573	9,818	10,171	10,934	10,600

FUENTE : CANAINTEX

TABLA 4 CONSUMO INTERMEDIO DE LA INDUSTRIA TEXTIL Y DEL VESTIDO POR RAMA DE ACTIVIDAD 1986-90 (Millones de pesos)						
PERIODO	TOTAL	HILADO Y TEJIDO DE FIBRAS BLANDAS	HILADO Y TEJIDO DE FIBRAS DURAS	OTRAS INDUSTRIAS TEXTILES	PRENDAS DE VESTIR	CUERO Y CALZADO
A precios corrientes						
1986	2 387 742	721 573	70 158	244 325	829 169	522 517
1987	6 026 916	1 938 840	157 417	599 295	1 972 910	1 358 454
1988	11 881 978	3 582 645	296 971	1 213 763	4 002 132	2 786 467
1989 (P)	13 537 152	4 211 591	345 032	1 452 318	4 515 073	3 013 138
1990 (P)	16 033 079	4 804 191	299 995	1 795 573	5 759 068	3 374 252
A precios de 1980						
1986	141 403	45 985	3 444	14 434	45 979	31 561
1987	136 096	47 589	3 264	14 134	43 306	27 803
1988	136 847	48 255	3 117	14 766	43 648	27 061
1989 (P)	140 423	48 532	3 166	15 858	44 642	28 225
1990 (P)	143 675	47 684	2 464	17 348	49 003	27 176
(P) Preliminar						
FUENTE : INEGI						

**CONSUMO INTERMEDIO DE LA INDUSTRIA
TEXTIL Y DEL VESTIDO POR RAMA DE
ACTIVIDAD 1986-1990**



- ☒ F. BLANDAS
- ☑ C. Y CALZADO
- ☒ P. DE VESTIR
- ☒ O.I. TEXTILES
- ☐ F. DURAS

(*) millones de pesos a precios de 1980

FUENTE : I N E C I

Fig 3

T A B L A 5

IMPORTACION DE ARTICULOS TEXTILES, DE
 VESTIR Y DE LA INDUSTRIA DEL CUERO
 POR TIPO DE BIEN SEGUN PRODUCTOS
 1990-1991
 (CIFRAS EN MILES)

PRODUCTOS	UNIDAD	TOTAL		BIENES DE CONSUMO		BIENES DE USO INTERMEDIO	
		CANTIDAD	DOLARES	CANTIDAD	DOLARES	CANTIDAD	DOLARES
1990							
TOTAL			1 047 743		562 044		482 461
Alfombras y tapetes (*)		-	33 850	-	33 850	-	-
Calzado con corte o suela de piel o cuero	Kg	5 182	86 044	5 005	83 488	177	2 556
Pielés y cueros preparados y manufacturados	Kg	8 467	39 083	2 668	4 634	5 799	34 449
Prendas de vestir de FIBRAS SINTETICAS o artificiales	Kg	9 704	103 555	9 658	102 946	46	620
Prendas de vestir de fibras vegetales	Kg	17 526	157 653	17 526	157 653	-	-
Ropa de casa-habitacion	Kg	4 886	31 595	4 179	30 879	707	716
Telas de todas clases	Kg	7 460	30 146	20	199	7 440	29 947
Hilados y tejidos de FIBRAS SINTETICAS o artificiales	Kg	44 133	242 022	26	150	44 107	241 872
Otras prendas de vestir		-	86 804	-	84 471	-	2 333
Otros (*)		-	236 980	-	63 774	-	169 968

(*) No se anota la cantidad por agrupar unidades heterogéneas

FUENTE : INEGI

IMPORTACION DE ARTICULOS TEXTILES, DE VESTIR Y DE LA INDUSTRIA DEL CUERO POR TIPO DE BIEN SEGUN PRODUCTOS 1990-1991 (CIFRAS EN MILES)						<i>Conclusión</i>	
PRODUCTOS	UNIDAD	TOTAL CANTIDAD DOLARES		BIENES DE CONSUMO CANTIDAD DOLARES		BIENES DE USO INTERMEDIO CANTIDAD DOLARES	
1991							
TOTAL			1 394 286		742 468		649 342
Alfombras y tapetes (*)		-	54 571	-	54 571	-	-
Calzado con corte o suela de piel o cuero	Kg	20 860	143 154	20 440	139 320	420	3 834
Pieles y cueros preparados y manufacturados	Kg	13 198	50 234	6 620	11 560	6 578	38 674
Prendas de vestir de FIBRAS SINTETICAS o artificiales	Kg	11 489	133 624	11 125	132 076	364	1 548
Prendas de vestir de fibras vegetales	Kg	21 154	191 021	21 154	191 021	-	-
Ropa de casa-habitación	Kg	3 835	23 306	3 411	23 037	424	269
Telas de todas clases	Kg	12 409	44 403	21	259	12 388	44 144
Hilados y tejidos de FIBRAS SINTETICAS o artificiales	Kg	48 277	337 460	42	453	48 235	337 007
Otras prendas de vestir		-	104 555	-	102 247	-	2 308
Otros (*)		-	311 953	-	87 921	-	221 556
(*) No se anota la cantidad por agrupar unidades heterogéneas							
FUENTE : INEGI							

TABLA 6			
RESUMEN DE LAS PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LA INDUSTRIA TEXTIL Y DEL VESTIDO SEGUN RAMA			
Datos referentes a 1988			
RAMA	NUMERO DE UNIDADES ECONOMICAS CENSADAS	PERSONAL OCUPADO TOTAL (PROMEDIO)	REMUNERACIONES TOTALES AL PERSONAL OCUPADO MILLONES DE PESOS
Textiles prendas de vestir e Ind. del cuero	16 621	423 323	2 414 732.4
Ind. textil de fibras duras y cordeleria de todo tipo	261	8 535	60 141.0
Hilados, tejido y acabado de fibras blandas, excluye de punto	1 371	128 834	1 084 137.4
Confección con materiales textiles, incluye fabricación de tapices y alfombras de fibras blandas	1 222	25 116	151 061.2
Fabricación de tejidos de punto	908	38 934	210 692.6
Confección de prendas de vestir	9 090	132 385	513 507.7

FUENTE : INEGI

RESUMEN DE LAS PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LA INDUSTRIA TEXTIL Y DEL VESTIDO SEGUN RAMA			
Datos referentes a 1988			
RAMA	ACTIVOS		FORMACION BRUTA DE CAPITAL FIJO MILLONES DE PESOS
	TOTALES EL 31 DE DICIEMBRE MILLONES DE PESOS	FIJOS NETOS EL 31 DE DICIEMBRE MILLONES DE PESOS	
Textiles prendas de vestir e Ind. del cuero	10 813 910.1	7 691 798.7	599 280.2
Ind. textil de fibras duras y cordeleria de todo tipo	309 702.8	257 329.1	7 993.8
Hilados, tejido y acabado de fibras blandas, excluye de punto	6 936 556.8	5 397 170.5	348 149.4
Confección con materiales textiles, incluye fabricación de tapices y alfombras de fibras blandas	568 951.2	365 927.0	30 607.3
Fabricación de tejidos de punto	695 324.6	401 427.8	48 600.4
Confección de prendas de vestir	1 027 213.7	488 688.3	77 564.6

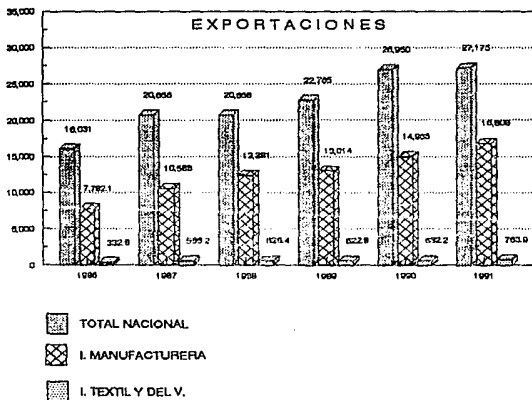
RESUMEN DE LAS PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LA INDUSTRIA TEXTIL Y DEL VESTIDO SEGUN RAMA		
Datos referentes a 1988		
RAMA	PRODUCCION BRUTA	
	TOTAL	VALOR DE LA PRODUCCION INDUSTRIAL
MILLONES DE PESOS		
Textiles prendas de vestir e Ind. del cuero	14 945 251.2	13 139 995.3
Ind. textil de fibras duras y cordelería de todo tipo	262 596.5	239 148.5
Hilados, tejido y acabado de fibras blandas, excluye de punto	6 917 729.5	6 227 755.4
Confección con materiales textiles, incluye fabricacion de tapices y alfombras de fibras blandas	890 267.0	767 619.0
Fabricación de tejidos de punto	1 331 197.5	1 176 226.1
Confección de prendas de vestir	2 761 151.4	2 192 741.8

RESUMEN DE LAS PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LA INDUSTRIA TEXTIL Y DEL VESTIDO SEGUN RAMA			
Datos referentes a 1988			
RAMA	I N S U M O S		VALOR AGREGADO CENSAL BRUTO MILLONES DE PESOS
	MATERIAS PRIMAS, MATERIALES PARA CONSTRUCCION, EXPLOSIVOS Y REACTIVOS CONSUMIDOS MILLONES DE PESOS		
...conclusión	TOTAL		
Textiles prendas de vestir e Ind. del cuero	9 388 406.8	6 672 341.1	5 556 844.4
Ind. textil de fibras duras y cordeleria de todo tipo	154 415.5	118 033.4	108 181.0
Hilados, tejido y acabado de fibras blandas, excluye de punto	4 223 356.4	2 866 082.0	2 694 373.1
Confección con materiales textiles, incluye fabricación de tapices y alfombras de fibras blandas	590 322.9	459 751.9	299 944.1
Fabricación de tejidos de punto	806 836.7	543 670.2	524 360.8
Confección de prendas de vestir	1 705 226.4	1 168 470.5	1 055 925.0

PARTICIPACION DE LA INDUSTRIA TEXTIL Y DEL VESTIDO EN EL COMERCIO EXTERIOR DE MEXICO

(Fuente : INEGI)

(Miles de millones de dólares)

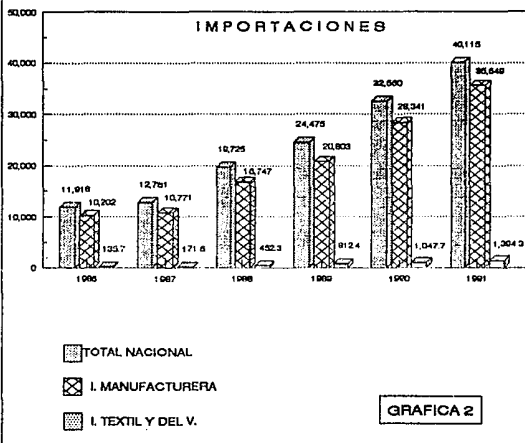


GRAFICA 1

PARTICIPACION DE LA INDUSTRIA TEXTIL Y DEL VESTIDO EN EL COMERCIO EXTERIOR DE MEXICO

(FUENTE : I N E G I)

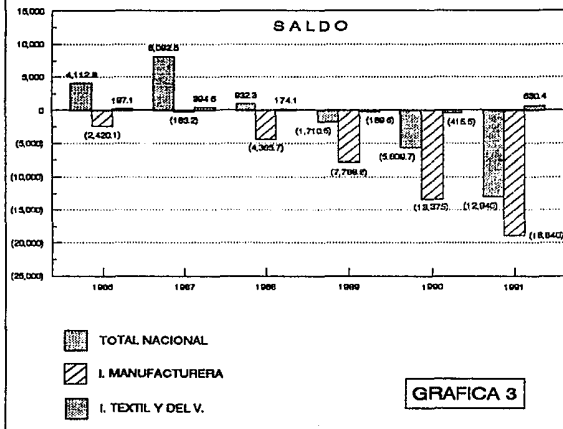
(Miles de millones de dólares)



PARTICIPACION DE LA INDUSTRIA TEXTIL Y DEL VESTIDO EN EL COMERCIO EXTERIOR DE MEXICO

(Fuente : INEGI)

(Miles de millones de dólares)



BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

LIBROS

- "FIBRAS DE POLIÉSTER"
Joaquín Gacén Guillén
Ed. Universidad Politécnica de Catalunya
2ª Edición, 1990
- "INTRODUCCIÓN A LOS TEXTILES"
Norma Hollen
Jane Saddler
Ed. Limusa-Noriega, 1990
- "TECNOLOGIA DE LAS FIBRAS ARTIFICIALES
DERIVADAS DE POLIMEROS SINTETICOS"
Rowland Hill
Ed. Aguilar, Madrid, España

REVISTAS

- "TREVIRA SPUNBOND, FILTRO GEOTEXTIL"
Hoechst Fibers Industries
- "INDUSTRIA"
Organo Informativo
CONCAMIN (Confederación de Camaras Industriales
de los Estados Unidos Mexicanos)
abril de 1992
- "TEXTILES PANAMERICANOS"
Bullian Publishing, Inc.
Atlanta, Georgia, 1993

PUBLICACIONES

- "CONCLUSIÓN DE LA NEGOCIACIÓN DEL TRATADO DE LIBRE COMERCIO ENTRE MEXICO, CANADA Y ESTADOS UNIDOS"
Jaime Serra Pucho
SECOFI

- "¿ QUE ES EL TLC ?"
SECOFI

- "ANUARIO ESTADISTICO DE LA INDUSTRIA QUIMICA MEXICANA"
ANIQ (Asociación Nacional de la Industria Química)
Edición 1993

- "MEMORIA ESTADISTICA"
CANAINTEX (Cámara Nacional de la Industria Textil)
Edición 1992

- "LA INDUSTRIA TEXTIL Y DEL VESTIDO EN MEXICO"
INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática)
Edición 1992

OTROS

- "ENCICLOPEDIA DE TECNOLOGIA QUIMICA"
Kirk-Othmer
Ed. UTEHA

- "GRAN ENCICLOPEDIA LAROUSSE"
Ed. Planeta