

Universidad Nacional de Ingeniería

Programa Académico de Ingeniería

Química y Manufacturera



“ Estudio de Factibilidad para la Instalación de una Fábrica de Tuberías y Accesorios de Plástico Reforzado con fibra de Vidrio ”

T E S I S

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Químico

FRANCISCA H, HURTADO ARROYO

NANCY R. HERRERA ROJAS

PROMOCION 1978 - 2 1979 - 1

LIMA • PERU • 1980

AGRADECIMIENTO

Agradecemos profundamente a todas las personas que en forma desinteresada contribuyeron en la realización del presente trabajo.

A MERCEDES ROJAS F.

MI QUERIDA MADRE

NANCY HERRERA

A MIS PADRES
QUIENES CON GRAN AMOR Y ENTU
SIASMO HICIERON POSIBLE LA
CULMINACION DEL PRESENTE TRA
BAJO.

HAYDEE HURTADO

I N D I C E

I. INTRODUCCION Y RESUMEN

1.1. Introducción

1.2. Justificación del Estudio

1.3. Resumen

1.3.1. Del Estudio de Mercado

1.3.2. Del Tamaño y Localización

1.3.3. De la Ingeniería del Proyecto

1.3.4. De las Inversiones

1.3.5. Del presupuesto de Costos e Ingresos

1.3.6. De la Evaluación Económica

1.3.7. Conclusiones

1.3.8. Recomendaciones

II. ESTUDIO DE MERCADO

2.1. Area Geográfica del Mercado

2.1.1. Características Generales de la Industria del PRFV en el país

2.1.1.1. Materia Prima

2.1.1.2. Prioridad Industrial

2.1.2. Situación de la Industria del PRFV

2.2. Definición del Producto

2.2.1. Usos del producto

2.2.2. Especificaciones

2.2.3. Productos sustituidos

2.3. Demanda Nacional

2.3.1. Importaciones

2.3.1.1. Importaciones de Manufacturas de PRFV

2.3.1.2. Importaciones de Tuberías y Accesorios de Acero Inoxidable

2.3.1.3. Importación de tuberías y accesorios de plásticos sin refuerzo

2.3.2. Producción Nacional

2.3.2.1. Producción Nacional de Plástico RFV

2.3.2.2. Producción Nacional considerando el Roving Importado como Materia Prima

2.3.3. Proyección de la demanda Nacional

2.4. Estudio de la Oferta

2.4.1. Empresas Productoras de PRFV

2.4.2. Precios

2.4.3. Comercialización

III. TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN

3.1. Tamaño

3.1.1. Capacidad Instalada Propuesta

3.1.2. Capacidad utilizada de acuerdo a la demanda proyectada

3.1.3. Area Total Requerida

3.2. Localización

3.2.1. Factores

3.2.1.1. Mercado

3.2.1.2. Insumos

3.2.1.3. Recursos

3.2.1.4. Otros Factores

IV. INGENIERIA DEL PROYECTO

4.1. Descripción y especificación de los componentes

4.1.1. Sistema Resina

4.1.1.1. Antecedentes

4.1.1.2. Composición química y manufactura

4.1.1.3. Catálisis y curado

4.1.1.4. Propiedades generales de la resina poliéster

4.1.1.5. Condiciones esenciales para su procesamiento

4.1.1.6. Curado y post-curado

4.1.1.7. Tipos de resinas

4.1.2. Sistema Refuerzo

4.1.2.1. Antecedentes

4.1.2.2. Tipos de Vidrio

4.1.2.3. Definiciones

4.1.2.4. Manufactura de la fibra de vidrio para refuerzo

4.1.2.5. Barnices

4.1.2.6. Propiedades de los filamentos de Vidrio tipo E

4.1.2.7. Refuerzos de Fibra de vidrio para tuberías

4.2. Descripción de los Procesos Tecnológicos

4.2.1. Proceso de Fabricación de Tuberías y Accesorios de PRFV por el Método de Fundición Centrífuga

4.2.1.1. Introducción

4.2.1.2. Materiales

4.2.1.3. Equipo y herramientas

4.2.1.4. Método de Moldeo y Detalles del proceso

4.2.1.5. Deducción de las fórmulas para la Fundición Centrífuga

4.2.1.6. Casos de Fundición Centrífuga

4.2.2. Proceso de Fabricación de Tuberías de PRFV por el Método de Filamento Enrollado.

- 4.2.2.1. Introducción
- 4.2.2.2. Materiales
- 4.2.2.3. Equipo y Herramientas
 - 4.2.2.3.1. Mandriles
 - 4.2.2.3.2. Máquinas Arrolladoras
 - 4.2.2.3.3. Máquinas para codos y tees
- 4.2.2.4. Detalles del Proceso
- 4.3. Selección del Proceso
 - 4.3.1. Materia Prima
 - 4.3.1.1. Resina
 - 4.3.1.2. Refuerzo
 - 4.3.2. Conocimiento de la Técnica
 - 4.3.2.1. Equipo
 - 4.3.2.2. Tiempo de Operación
 - 4.3.2.3. Técnica
 - 4.3.3. Conclusiones
- 4.4. Condiciones de Operación del Proceso Seleccionado
 - 4.4.1. Análisis de las Variables del Proceso
 - 4.4.2. Presentación del Proceso final Seleccionado
 - 4.4.3. Presentación del Proceso Final Seleccionado
 - 4.4.3.1. Diagrama de Flujo
 - 4.4.3.2. Balance de Materia
- 4.5. Diseño de Planta
 - 4.5.1. Maquinaria y Equipo
- 4.6. Requerimiento de Materia Prima
 - 4.6.1. Composición del Producto
- 4.7. Producción Diaria
- 4.8. Control de Calidad
 - 4.8.1. Control
 - 4.8.2. Acción Correctiva
- 4.9. Especificaciones

V. INVERSIONES

- 5.1. Activo Fijo
 - 5.1.1. Terreno y Edificio
 - 5.1.2. Maquinaria y Equipo
 - 5.1.3. Otros
- 5.2. Activos Intangibles y Gastos Pre-Operativos
- 5.3. Inversión en Capital de Trabajo
- 5.4. Inversión Total
- 5.5. Requerimiento de Moneda Nacional y Extranjera

5.5.1. Calendario de Inversiones

5.6. Fuentes de Financiamiento

VI. PRESUPUESTO DE COSTOS E INGRESOS

6.1. Ingresos por Ventas

6.2. Costos de Producción

6.2.1. Inventarios

6.2.2. Insumos de Materias Primas y Materiales

6.2.3. Gastos de Fabricación

6.3. Costos de Mercadotecnia

6.4. Costos Administrativos

6.5. Costos Financieros

6.6. Costo Total

6.7. Punto de Equilibrio

VII. EVALUACION ECONOMICA

7.1. Rentabilidad del Proyecto

7.1.1. Valor Actual Neto

7.1.2. Tasa Interna de Retorno

7.1.3. Relación Beneficio-Costo

7.2. Metodología

7.2.1. Flujo Económico

7.2.2. Flujo Financiero

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION

Muchos materiales plásticos son hoy en día de uso corriente en infinidad de aplicaciones industriales y otros se van incorporando a medida que se aprueban y analizan sus características. No se debe creer que los plásticos en general y el plástico reforzado con fibra de vidrio en particular sean materiales sustitutos de calidad inferior, por el contrario son poseedores de una serie de propiedades características, distintas de otros materiales de uso más generalizado, siendo estas propiedades las que hoy determinan su empleo con mucho éxito en miles de aplicaciones.

El plástico reforzado con fibra de vidrio dadas sus especiales características hace indispensable su utilización como material de construcción, para distintos equipos en procesos industriales y en todo tipo de instalación donde la corrosión ocasione costos reales de mantenimiento o reposición de equipo.

El inmenso desarrollo que la industria ha tenido a nivel mundial en los últimos años, así como el floreciente porvenir que nos espera en este campo, hace necesario que en nuestro país se haga un esfuerzo por mejorar y tecnificar la utilización de nuevos métodos en la instalación, ampliación y mantenimiento de plantas industriales. El presente estudio pretende contribuir a este logro, ya que actualmente en lo referente a tecnología se puede decir que la gran mayoría de industrias son talleres artesanales que emplean abundante mano de obra y sin más conocimiento que la sola experiencia.

Las tuberías de plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV) se usan actualmente en el mundo para una amplia gama de aplicaciones, siendo unas más importantes en cantidad que otras, pero mostrando todas un muy buen potencial para desarrollos futuros. En algunos campos de aplicación, como las tuberías para efluentes y desagües industriales y municipales, el mercado será apropiado para tubos de gran diámetro. No obstante hay aplicaciones donde los materiales tradicionales aún mantienen un potencial elevado.

Comparando la tubería de PRFV con estos materiales competitivos desde el punto de vista precio/ejecución se puede llegar a conclusiones interesantes. Señalemos tres: Aplicación, Ejecución y Peso.

Es posible concluir a la vista de las tablas 1.1; 1.2; 1.3, que las tuberías de PRFV, presentan la gama más amplia de aplicaciones, juntamente con el acero, Sin embargo, tienen una mejor ejecución global y con menos peso. De ahí, que los tubos de PRFV tendrán un futuro prometedor en algunos campos de aplicación. En los observados hasta hoy merece destacarse dos, por la incidencia de la tubería de PRFV:

- Industria de Proceso
- Obras Civiles, donde el agua es el principal elemento,

1.2. JUSTIFICACION DEL ESTUDIO

Las Industrias de Proceso, definidas como proceso químico, petrolífero y alimenticio, proporcionaron el principal estímulo para el desarrollo de la tubería de PRFV, y continúa representando un mercado sólido - muy importante. Estos tres procesos juntos suponen entre el 50%-60% del uso total de la tubería de PRFV.

La Industria Química es, por sí misma, el sector más importante. Sus aplicaciones específicas pueden dividirse en dos categorías principales: Tuberías de Servicio y Tuberías de Proceso, esta última puede subdividirse en proceso continuo y proceso intermitente.

Actualmente, la tubería de proceso está confinada en lugares de actuación de productos químicos corrosivos. En el acaecimiento y grado de corrosión influye un determinado número de factores. Los más importantes son:

- Temperatura
- Velocidad
- PH
- Condiciones oxidantes y reductoras
- Húmedad

Las clases de compuestos que causan mayores problemas de corrosión son:

- Acidos inorgánicos
- Alcalís fuertes
- Compuestos clorados inorgánicos
- Acidos orgánicos.

TABLA 1.1.

COMPARACION DE TUBERIAS POR APLICACION

TIPO DE TUBERIA	Transporte Agua	Desagues Civiles	Agricultura	Petróleo	Gas	Industria Química y Alimenticia	Desague Industrial
Hierro Fundido	X	X	X				
Acero	X	X	X	X	X	X	X
Hormigón Armado	X	X	X				
Hormigón	X	X					
Fibro Cemento	X	X	X			X	
Gres		X					X
Termoplásticos	X	X	X			X	
PRFV	X	X	X	X	X	X	X

(X) Indica posible Uso.

TABLA 1.2.

COMPARACION DE TUBERIAS POR EJECUCION

TIPO DE TUBO	Resistencia Química	Resistencia Electrolítica	Resistencia Ambiente	Resistencia Mecánica
Hierro Fundido	Poca	Poca	Buena	Poca
Acero	Poca	Poca	Poca	Buena
Hormigón Armado	Poca	Excelente	Excelente	Poca
Hormigón	Buena	Excelente	Excelente	Buena
Fibro Cemento	Buena	Excelente	Excelente	Poca
Gres	Excelente	Excelente	Excelente	Poca
Termo Plástico	Excelente	Excelente	Excelente	Poca
PRFV	Buena a Excelente	Excelente	Excelente	Excelente

TABLA 1.3.
COMPARACION DE TUBERIAS POR PESO
Kg/m

TIPO DE TUBO	Hasta 50	50 a 100	100 a 150	150 a 300	300 a 600	600 a 700	700 a más
Hierro Fundido					X		
Acero			X				
Hormigón Armado							X
Hormigón						X	
Fibro Cemento				X			
Gres			X				
Termoplástico		X	X				
PRFV	X	X					

Datos referidos a Tubería de 1.000 mm de diámetro.

TABLA 1.4.

Diámetro	A ñ o	
	1970	1980
Hasta 300 mm	85%	79%
300 - 600 mm	12%	16%
700 mm y mayores	3%	4%
	100%	100%

Es obvio que las condiciones y compuestos que provocan la corrosión pueden ocurrir en el curso de muchos procesos diferentes, aunque no necesariamente en todo el proceso completo.

Hay, no obstante, un número de procesos donde los problemas de corrosión ocurren en toda la planta, desde las materias primas iniciales hasta el producto acabado. Uno de ellos es la planta de fabricación de cloro y sosa. El material tradicional para este tipo de planta fue el acero ebonitado, pero ya ha sido reemplazado por el PRFV, el cual tiene un coste de instalación más bajo y la ventaja adicional de no ser conductor de la electricidad. Los compuestos clorados inorgánicos son generalmente corrosivos por naturaleza, y el PRFV es ampliamente usado para su manejo.

Los compuestos clorados orgánicos exhiben algunas propiedades corrosivas también, pero no siempre compatibles con el PRFV debido a su acción fuertemente disolvente.

Los ácidos orgánicos pueden ser manejados satisfactoriamente por el PRFV.

La industria del petróleo es otra de las grandes aplicaciones donde el uso de la tubería de PRFV es extensivo. Entre ellas destacan los campos petrolíferos, donde la tubería de PRFV se emplea para una gran variedad de trabajos, tanto aéreos como enterrados. Las ventajas principales que proporciona el PRFV sobre el acero son:

Resistencia a la corrosión interior y exterior

Pérdida de carga menor

Deposición menor de escamas y parafina.

Mantenimiento menor

90% menos en peso.

La industria de proceso alimenticio representa una gran aplicación para recipientes fabricados en PRFV, particularmente en almacenamiento y transporte de vino, zumos, bebidas refrescantes, etc. El empleo de las tuberías en este tipo de industria tiene un carácter muy limitado.

OBRAS CIVILES

Es éste uno de los campos donde las tuberías de PRFV están logrando una gran incidencia, y echa por tierra todas las teorías que exponían el uso exclusivo de los PRFV en áreas de gran corrosión. Ciertamente, estos fueron los pasos pioneros de los tubos de PRFV: Industria Química, manejo de fluidos agresivos, etc.

Pero en la década actual, la humanidad se está dando cuenta que el agua es uno de nuestros más grandes bienes. Es un elemento que escasea y, por lo tanto, se le ha de sacar el máximo provecho. De ahí que los países incluyen en sus presupuestos generales un buen porcentaje para mejorar y actualizar el tratamiento de agua, evitar la contaminación de los ríos y fuentes, y realizar una adecuada distribución de las mismas.

Los campos de actuación de la tubería de PRFV en este ámbito son:

- Canalización de agua pluviales
- Distribución de agua potable
- Drenaje de las carreteras y autopistas

La tendencia a usar tuberías de gran diámetro en este tipo de proyectos es notoria y evidente.

En la Tabla 1.4. se muestra el porcentaje de consumo de tubería por diámetro para todos los materiales.

Esta tendencia puede atribuirse a las siguientes causas:

- Crecimiento continuo de los centros de población
- Desplazamientos continuos de la población
- Aumento de la densidad de población.
- Aumento del uso industrial del agua
- Nuevas fuentes de abastecimiento de agua
- Planificación por distribución, incluyendo necesidades futuras de agua.

En todo este inmenso mercado de tubería, a comienzos de nuestra década, el hormigón el 67%, muestra que la tubería de materiales plásticos (incluido el PRFV) era sólo el 12%.

Hoy, la tendencia del primero es a bajar y la tendencia del segundo a subir. Tres son los motivos más importantes:

Desarrollo y elaboración de procesos y normas sobre fabricación, control y montaje de los tubos de PRFV.

Conocimiento cada vez más profundo del PRFV por parte de los usuarios e instaladores.

Ventajas notorias del PRFV sobre éste y otros materiales adicionales.

Las ventajas principales son:

- a) **Peso Lineal más Ligero.**- Por ejemplo, un tubo de diámetro de 2,800 mm, para una presión de diseño de 3 bars y factor de seguridad 10, el tubo de PRFV pesaría 720 kg/m. El hormigón para el mismo servicio pesaría sobre las 4 toneladas.
- b) **Consumo de Materia Prima.**- De acuerdo con las comparaciones anteriormente expuestas, para una tubería estandar de diámetro 1,000mm un metro de tubo de PRFV puede sustituir hasta 100 kg. de tubería equivalente en termoplástico, hasta 150 kg. de tubería de acero, hasta 300 kg de tubería de fibro cemento y hasta 600 kg de hierro fundido u hormigón.
La idea de usar tubos de PRFV parece atractiva también, desde el punto de vista de consumo de material, en una situación mundial de recursos decrecientes.
- c) **Longitudes de Fabricación.**- Son más largas, pueden fabricarse de 12 metros útiles o más.
- d) **Menor cantidad de uniones.**- Las uniones son los puntos débiles de toda instalación de tubería. Con toda lógica, una menor proporción de las mismas indicará una menor probabilidad de fallo, una vez instalada la línea.
- e) **Rapidez de Unión.**- Los tubos de poliéster se unen más rápidamente que los de hormigón, disminuyendo así el costo de instalación. Más aún, el empleo de juntas "Arpol" (Manguitos de caucho sintético y cuerpo metálico), cuyo tiempo de colocación es de sólo unos minutos y sin necesidad de personal especializado, aún es mayor el ahorro en el costo de instalación.

- f) **Mejor Resistencia a la Corrosión.**- La tubería de PRFV está protegida interior y exteriormente por una capa de resina pura.
- g) **Mejor comportamiento de infiltración=exfiltración.**- La tubería de PRFV supone una ventaja económica en aquellas zonas donde la infiltración de agua puede ser una fuente de problemas. La disminución de la resistencia mecánica, por acción duradera de la humedad, ha sido resuelta satisfactoriamente con el PRFV, pues debido a su capa exterior e interior de resina pura y al proceso especial de polimerización de ambas superficies, dan lugar a una estructura molecular única y continua, anulando así los efectos de capilaridad.
- h) **Superficie Interior Más Lisa con Mejores Características Hidráulicas.**- Las tuberías de PRFV de gran diámetro, permiten impulsiones continuas de caudal mayores, con idéntica presión de bombeo, o, si se prefiere, a velocidades de flujo constantes, las caídas de presión son menores. Debido a su sistema constructivo, no se originan incrustaciones en su superficie interna, con lo que el flujo inicial permanece inalterado. La presencia de incrustaciones en los materiales puede originar, con los años, una disminución de flujo de hasta 40%.
- i) **Coste de Instalación Más Bajo.**- Los tubos de PRFV ofrecen, en la mayoría de los casos, la solución más conveniente a un problema, porque aunque debido a sus propiedades globales, pueden ser más económicas que cualquier otro material sobre la base de costo total de instalaciones y ahorrar una considerable suma de dinero, ya que su durabilidad minimiza los reemplazos.

Un ejemplo que podemos citar es que el menor espesor de pared de tubería de PRFV da lugar a la anchura de zanja menores, lo que implica un menor cubillaje de movimiento de tierras en el caso de instalaciones enterradas. Ello unido a su gran ligereza y, por tanto equipos de instalación y descarga más pequeños, hace que el coste de instalación sea menor.

1.3. RESUMEN

1.3.1. DEL ESTUDIO DE MERCADO

El Estudio de Mercado ha sido orientado hacia el mercado nacional solamente, ya que a nivel de subregión sabemos que Colombia y Venezuela son los principales países productores.

La producción de tuberías de plástico reforzado con fibra de vidrio del presente estudio está dirigido a las de diámetros menores de 300mm ya que son las de mayor demanda.

Para la determinación de la demanda, se ha considerado la data histórica de los cinco últimos años porque presentan características semejantes. Se tomó en consideración lo siguiente:

- A. Importación de tuberías de fibra de vidrio
- B. Importación de tuberías y accesorios de acero inoxidable sustituyendo el 7% de este consumo, se hace además una equivalencia de Kg. de PRFV y kg de acero inoxidable para determinar la cantidad de kg en tuberías de PRFV.
- C. Importación de tuberías y accesorios de plásticos en general, que pueden ser sustituidos por PRFV.
- D. Producción nacional de tuberías y accesorios de PRFV.

Partiendo de estos datos obtenemos la demanda nacional aparente y luego la demanda potencial, esta nos servirá de base para la proyección de la demanda de acuerdo a la recta de regresión lineal, obteniendo así la demanda potencial proyectada de la cual pretendemos satisfacer el 25%. En el siguiente cuadro mostramos los resultados.

CUADRO 1.1.

DEMANDA DEL PROYECTO

AÑO	DEMANDA DEL PROYECTO	
	kg	TM
1981	71191	71
1982	75703	76
1983	80214	80
1984	84725	85
1985	89236	89
1986	93747	94
1987	98258	98
1988	102769	103
1989	107280	107
1990	111791	112

1.3.2. DEL TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN

La capacidad instalada propuesta es de 100 TM anuales con un 68% de capacidad productiva para el primer año. El terreno requerido es de 1000m², se considera inclusive una posible ampliación.

Se trabajará en dos turnos de 8 horas durante 6 días a la semana por 300 días al año.

De la localización concluimos que la ubicación adecuada será la Ciudad de Lima en la zona de Ventanilla.

El factor determinante para esta ubicación es la disponibilidad de materia prima.

1.3.3. INGENIERIA DEL PROYECTO

El plástico reforzado, es en esencia un compuesto en el que se combinan refuerzos de fibra de vidrio, resinas plásticas y productos químicos, para lograr un material que teniendo una elevada resistencia con relación a su peso, llega a ser tan liviano como el aluminio y tan fuerte como el acero.

El producto de PRFV es resistente a los golpes y abolladuras.

CARACTERISTICAS DEL PLASTICO REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO

Resistente al Impacto. Los plásticos reforzados tienen una alta resistencia estructural, lo mismo que a esfuerzos de flexión y ruptura.

Resistente a la Tracción.- Por su constitución, la resina poliéster reforzada con fibra de vidrio, permite una gran resistencia a la tracción..

Estabilidad Dimensional.- El plástico reforzado no se encoge ni alarga por cambios de temperatura, ya que es dimensionalmente estable.

Peso Liviano.- Con refuerzos de fibra de vidrio y plásticos, se obtienen artículos muy resistentes con poco espesor y peso muy liviano.

Resistente a la Humedad.- El plástico reforzado no es poroso y no absorbe ni lo afecta la humedad, aún en contacto continuo con líquidos.

Resistente en la Intemperie.- El plástico reforzado resiste los efectos de los agentes climatológicos y no se afecta estando a la intemperie.

Resistente a la Corrosión.- El plástico reforzado es resistente a la oxidación y corrosión, eliminando la necesidad de protección anticorrosiva.

No se inflama.- El plástico reforzado resiste altas temperaturas y no es inflamable, con la que se amplía su múltiple utilización.

Propiedades eléctricas.- El plástico reforzado no es conductor de la electricidad y se emplea en las piezas que requieren buen aislamiento.

Color integrado.- Las superficies de los productos de plástico reforzado tienen atractivos colores que se incorporan a la resina.

Fácil conservación.- La superficie terminada del plástico reforzado no requiere mantenimiento ni pintura. Limpiándose fácilmente.

Otros Beneficios.- La alta resistencia, durabilidad, peso liviano

color integrado y demás características del plástico reforzado, tiene especial importancia de acuerdo con el producto, siendo también importante la facilidad que el plástico reforzado ofrece en el diseño y producción de los artículos.

Con el diseño y empleo del plástico reforzado se obtienen piezas sencillas, con la misma facilidad que formas más complicadas, lo que generalmente no puede lograrse con el mismo acabado, rapidez y costo empleando otros materiales.

Por otra parte, la disponibilidad de distintos sistemas de fabricación, facilita que la producción de artículos en plástico reforzado, se haga en escalas que permitan abaratar su costo.

Las tuberías de PRFV son productos industriales bien establecidos sólo necesita ser conocido y apreciado por todos los usuarios potenciales a fin de efectuar su máximo potencial en el mercado total de tubería.

Fibra de Vidrio.- La fibra de vidrio usada para el refuerzo de tuberías es del tipo roving.

El roving es un refuerzo versátil para plásticos, de bajo costo que se utiliza en los diversos sistemas de refuerzo. La característica principal de un roving adecuado para arrollamiento por filamento es que bajo igual tensión tiene la facilidad de estar en una forma de cinta que se humedece rápidamente en cuanto empieza a pasar por el baño de resina. El roving se suministra en bobinas de hilos continuos no retorcidos, es el refuerzo más económico y su presentación varía según el número de cabos de 5 a 120 siendo el más usado el de 60.

Resina.- Las resinas son líquidos viscosos que una vez catalizados y curados forman un material sólido y resistente. De la gran familia de resinas comunmente utilizadas, las más empleadas por su bajo costo y capacidad para diversos requerimientos son las resinas poliésteres.

Las resinas epóxicas son también usadas, como estas se caracterizan por sus dureza y resistencia química, debido a su alto costo, sólo tienen aplicaciones muy especializadas.

Proceso de Fabricación

Existen varios métodos de fabricación de tuberías y accesorios de PRFV, entre los cuales las más importantes son:

Fundición Centrífuga.- Mediante el cuál una tubería es formada aprovechando la fuerza centrífuga de un determinado molde giratorio. La fibra de vidrio es colocada en las paredes interiores del molde al cual se le da la velocidad adecuada y se introduce la resina, luego se lleva a cabo la gelificación y el curado.

Este método tiene el inconveniente de un alto consumo de resina (90% en peso) y no resiste altas presiones, siendo el factor determinante en la selección.

Filamento Enrollado.- Este método utiliza una máquina arrolladora, la cual enrolla los filamentos de fibra de vidrio previamente humedecidos en un baño de resina.

La tensión de los filamentos de fibra de vidrio óptimo varía de 0.25 a 1.00 libras, la relación resina/fibra de vidrio es 30/70. La velocidad de arrollamiento elegida debe ser mantenida constante durante todo el proceso de arrollamiento, el cual será de tipo circunferencia.

Este método ofrece grandes ventajas en cuanto a resistencia química y mecánica y su costo es mucho menor comparado con el de otros métodos.

1.4.4. DE LAS INVERSIONES

La inversión total necesaria asciende a 39'138,987 soles, siendo el 48.8% el activo fijo, el 30.5% el capital de trabajo y el 20.7% el activo intangible y los gastos pre-operativos.

El 47% de la inversión total es el capital propio y el 43% es capital prestado que será financiado a través del Banco Industrial del Perú.

1.3.5. DEL PRESUPUESTO DE COSTOS E INGRESOS

Para la producción pre-establecida de acuerdo a la demanda se calculan los costos e ingresos, el resumen de los cuales se muestra en el Cuadro 1.2.

CUADRO 2.1.

RESUMEN DE COSTOS E INGRESOS

A ñ o	Costo Primo	Costo de Fabricación	Costo de Producción	Costo de Hacer y Vender	Ingresos por Ventas
1	43,335	51,302	62,853	65,563	97,750
2	47,287	55,312	68,871	72,045	106,375
3	51,704	59,789	72,258	75,524	115,000
4	55,672	64,018	75,430	78,934	123,625
5	59,432	67,742	78,114	81,703	132,250
6	61,900	69,899	79,034	82,619	138,000
7	65,830	74,018	82,050	85,904	146,625
8	67,705	76,046	84,249	88,160	150,938
9	70,699	79,229	87,454	99,426	158,125
10	72,583	81,082	89,467	93,429	163,875

1.3.6. DE LA EVALUACION ECONOMICA

La evaluación económica se ha realizado utilizando los indicadores que relaciona el ingreso obtenido y el capital invertido los cuales son:

- Tasa Interna de Retorno
- Valor Actual Neto
- Relación Beneficio-Costo

Los resultados de Rentabilidad obtenidos son los siguientes:

- TIR Económico = 58.9%
- TIR Financiero = 98.4%

1.3.7. CONCLUSIONES

De la evaluación económica del presente estudio podemos concluir que el Proyecto es factible.

La Planta sería instalada para el consumo nacional.

La tecnología a usarse no es complicada, siendo el adiestramiento de fácil aprendizaje.

El volumen de producción inicial es de 60 toneladas anuales, siendo para el décimo año de 114.

El volumen de producción no se incrementará grandemente debido a que la demanda se ha proyectado, bajo un punto de vista conservador.

La localización más adecuada de la planta será en la Ciudad de Lima, en la zona de Ventanilla, teniendo como buenas alternativas a Arequipa y Trujillo.

El terreno requerido será de 1000m² considerando ampliaciones

El punto de equilibrio para el primer año es de 46.2% y para el décimo es de 24.3% de la producción estimada.

1.3.8. RECOMENDACIONES

Desde que el análisis económico del estudio es favorable se recomienda su inmediata implementación

Dado que el producto será introducido al mercado interno, se hace necesario una amplia difusión de las bondades del producto como sustituto de sus similares hechos de materiales tradicionales.

De los insumos a utilizarse se observa que la resina es nacional y roving es importado, por lo que se recomienda la planificación de una planta productora de roving que sustituya las importaciones.

CAPITULO II

ESTUDIO DE MERCADO

2.1. AREA GEOGRAFICA DEL MERCADO

En el presente proyecto encontramos dos áreas geográficas:

- a) Mercado Nacional
- b) Mercado del Grupo Subregional Andino (GRAM)

a) MERCADO NACIONAL

Dado que el producto que se desea producir es parte del equipo industrial, los consumidores estarán ubicados mayormente en las zonas industriales del Perú. Encontramos que la zona más importante está en la ciudad de Lima, seguida por Trujillo y Arequipa.

b) MERCADO SUBREGIONAL ANDINO (GRAM).

La industria de PRFV en este grupo presenta un desarrollo heterogéneo para los diversos países que la componen así tenemos a Colombia y Venezuela como países de mayor desarrollo que exportan una variada gama de productos de PRFV a la subregión.

Perú, Ecuador y Bolivia no abastecen su mercado nacional, dependiendo de las importaciones.

El presente proyecto está orientado a cubrir el mercado nacional, nombraremos al segundo en forma referencial.

2.1.1. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA INDUSTRIA DE PRFV EN EL PAIS

El mayor desarrollo de este sector industrial ha sido logrado en los últimos cinco años, esta industria está entrando en una etapa de diversificación en el país; porque es un excelente sustituto de la madera fierro, concreto, acero y otros.

La tecnología usada es incipiente, la mayoría de fábricas son talleres

artesanales que emplean abundante mano de obra. En pocas fábricas se usan pistolas rociadoras cortadoras de Fibra de Vidrio y algunas poseen líneas manuales.

La totalidad de fábricas de PRFV se encuentran en la Ciudad de Lima. Los productos de PRFV son de uso intermedio y aún los productos finales se producen para terceros, no existiendo comercialización directa con el público.

El inmenso desarrollo que la industria de PRFV ha tenido a nivel mundial en estos últimos años, así como el floreciente porvenir que nos espera en este campo, hace necesario que en nuestro país se haga un esfuerzo por mejorar y tecnificar la utilización de nuevos métodos para la instalación, ampliación y mantenimiento de plantas industriales, puesto que los costos resultan muy competitivos y ventajosos frente al fierro, acero concreto y otros.

En lo referente a las tuberías de PRFV podemos decir que la producción nacional es muy pequeña, siendo las de uso común las tuberías y accesorios de acero, los cuales son importados pues no se cuenta con industria nacional en esta rama, este proyecto pretende sustituir parte de las tuberías y accesorios de acero debido a los problemas de corrosión que presentan.

2.1.1.1. MATERIA PRIMA

- a) Resina Poliester.- Este insumo se produce en el Perú pero todavía tenemos importaciones apreciables como se puede ver en el Cuadro 2.1.

CUADRO 2.1.

PARTIDA: NABANDINA 39.01

39.01.04.0000 RESINAS POLIESTERES DISTINTAS DE LAS ALCIDICAS

SERIE HISTORICA DE IMPORTACION DE RESINA POLIESTER

Años	Kilos	CIF Soles
1975	6'654,851	335'955,255
1976	4'718,210	316'773,958
1977	3'443,970	336'100,420
1978	4'350,939	774'530,576

FUENTE: Anuarios de Comercio Exterior-MICTI

CUADRO 2.2.

SERIE HISTORICA DE IMPORTACION DE FIBRA DE VIDRIO PARA ELABORACION DE PLASTICOS REFORZADOS

PARTIDA: NABANDINA 70-20

Año	Lana de Vidrio en		Filamentos Continuos		Fibras Discontinuas		Tejidos, Cintas		Manufacturas	
	Masa, Mats		Hilados Roving		en Mechass o Hilos		y Cuerdas			
	kg	S/.	Kg	S/.	Kg	S/.	Kg	S/.	Kg	S/.
68			41,890	1'645,744					34,936	5'120,003
69			77,785	3'032,698					29,379	4'964,113
70			65,469	2'313,310					253,599	12'336,182
71			47,257	1'580,063					314,221	17'363,637
72			37,032	1'327,711					427,290	19'988,038
73	17,634	1'010,020	42,271	1'869,838	40,112	2'907,100	23,835	4'054,570	223,221	10,225,919
74	15,420	584,773	65,560	3'411,762	88,152	5'357,365	44,690	11'486,844	168,988	7'502,844
75	61,462	4'438,560	94,199	7'595,671	137,340	11'031,741	54,349	16'645,088	407,133	22'645,088
76	73,238	6'454,859	62,837	5'419,082	125,263	13'610,356	24,170	14'975,027	291,134	23'098,659
77	64,819	9'244,683	164,797	24'582,448	33,414	4'677,397	22,078	13'678,885	318,838	68'974,056

FUENTE: Anuarios de Comercio Exterior, MICTI.

b) Fibra de Vidrio.- Este insumo se importa en alto porcentaje, en el país se produce en pequeña escala y de baja calidad.

La fibra de vidrio se presenta en las siguientes formas:

Partida Habandina: 70,20

70.20.01.01 Lana de vidrio en masa (Mats)

70.20.02.01 Filamentos continuos (Hilados Roving)

70.20.02.03 Fibras discontinuas en mechales o hilos

70.20.02.04 Tejidos, cintas y cuerdas

70.20.02.99 Manufacturas

Para el refuerzo de las tuberías y accesorios de plástico se usa la fibra de vidrio en la modalidad de filamentos continuos (Roving)

En el Cuadro 2.2. se observa la importación de este insumo.

El proceso de fabricación del Roving es simple y puede ser fabricado para este proyecto.

En el Cuadro 2.3. tenemos a las compañías importadoras de fibra de vidrio.

CUADRO 2.3.

EMPRESAS IMPORTADORAS DE FIBRA DE VIDRIO

Razón Social	Dirección
INFRISA	San Martín 1550
INRESA	Unanue 300
CORPORACION FARMACEUTICA S.A.	Av. Venezuela s/n
INDUSTRIAS ALFA S.A.	Av. Materiales 3045
MORAVECO	Trenem 937
FAB.NAC. DE ARTICULOS DE METAL	Av. Rep. de Panamá 4055
COLD IMPORT S.A.	Tacna 375
ELECTROGENOS	Av. Argentina 3250
COLDEX S.A.	Faucett 3550

FUENTE: MICTI.- Registro Nacional de Importadores

2.1.1.2.- PRIORIDAD INDUSTRIAL

Los productos de plástico reforzado con fibra de vidrio, en estudio, están ubicados en la segunda prioridad que se define como:

"Industrias de Apoyo, productoras de bienes esenciales para la población y de bienes e insumos para las actividades productivas.

Inciso b.- Industrias de apoyo productoras de insumos para las actividades productivas: agricultura, ganadería, pesquería, minería, energía, construcción, industria, transporte y comunicación".

2.1.2. SITUACION DE LA INDUSTRIA DE PLASTICOS REFORZADOS CON FIBRA DE VIDRIO EN EL PACTO ANDINO

El desarrollo de esta industria a nivel de Pacto Andino no ha sido apreciable en la mayoría de los países pertenecientes al Grupo. En Colombia esta industria ha alcanzado relativamente mayor desarrollo, este país es actualmente exportador de materia prima (fibra de vidrio) y en muy pequeña cantidad de productos terminados, con el inconveniente de que el insumo colombiano aún no alcanza un nivel de óptima calidad comparado con la de los países europeos o Estados Unidos.

La situación de esta industria en el pacto andino puede verse en los Cuadros 2.4. al 2.6.

2.2. DEFINICION DEL PRODUCTO

El término plástico reforzado, o compuesto indica que se trata de una resina, estructuralmente mejorada con la incorporación de fibras dentro de la resina matriz.

Los laminados de esta clase de plásticos, en los cuales son superpuestos, los fieltros fibrosos o las fibras entretejidas tanto en un diseño liso como en uno contorneado. Hay también procesos en los cuales los hilos cortados son asentados en un arreglo en forma de paja, o los filamentos continuos son cortados de acuerdo a un patrón predeterminado, o uni -

C U A D R O 2-4

COLOMBIA : IMPORTACIONES

Serie histórica de importaciones de fibra de vidrio para plásticos reforzados.

Partida : 70.20

AÑO	01.10: MATS..		01.20 MANUF.		02.10 HILADOS		02.20 TEJIDOS	
	Kg	CIF \$	Kg	CIF \$	Kg	CIF \$	Kg	CIF \$
1968	300	891	40,157	37,058	63,055	31,989	7,516	34,452
1969	123	628	208	588	30,158	12,498	17,220	67,546
1970	182	807	8,121	8,800	54,323	37,333	17,226	49,948
1971	162	304	8,347	10,103	47,698	35,513	17,123	56,822
1972	216	928	-	-	166,066	99,466	13,013	45,127
1973	73	2,117	10,646	12,184	48,370	30,897	10,024	32,993
1974	34,483	19,652	6,048	37,674	15,118	20,040	12,153	48,217

FUENTE: ANUARIOS DE COMERCIO EXTERIOR: COLOMBIA - MICTI

CUADRO 2-5

SERIE HISTORICA DE EXPORTACION DE F.V. PARA PRFV COLOMBIA

PARTIDA NABANDINA 70.20

AÑO	01.10 MATS		02.10 HILADOS		02.20 TEJIDOS	
	Kg.	FOB \$	Kg.	FOB \$	Kg.	FOB \$
1968	33,943	33,824	-	-	-	-
1969	49,127	27,595	174,794	120,717	40	87
1970	144,633	90,826	47,547	28,954	--	-
1971	37,273	32,233	3,631	2,904	2,672	3,283
1972	60,129	56,318	44,070	362,984	9,503	10,404
1973	347,374	271,384	130,568	137,277	2,574	3,217
1974	699,629	808,202	25,899	40,867	-	-

FUENTE: ANUARIOS DE COMERCIO EXTERIOR - MICTI

C U A D R O 2-6

PACTO ANDINO DATA HISTORICA

En Kilos

AÑO	BOLIVIA			ECUADOR			VENEZUELA		
	Producc. Nacional	Manufact. Importada	Demanda Aparente	Producc. Nacional	Manufact. Importada	Demanda Aparente	Producc. Nacional	Manufact. Importada	Demanda Aparente
1968	65,780	5,455	71,235	124,813	21,707	146,520	3,803	40,145	43,948
1969	66,488	7,430	73,918	140,480	26,517	166,997	38,140	62,201	100,341
1970	65,263	9,372	74,635	167,828	44,397	212,225	19,623	207,687	227,310
1971	69,434	9,850	79,284	180,874	18,880	199,754	15,210	162,791	178,001
1972	72,853	9,109	81,967	182,605	23,055	205,660	1'737,355	-	1'737,360
1973	67,820	15,680	83,500	343,546	12,256	355,802	50,978	109,770	160,748
1974	70,347	15,986	86,333	204,354	31,959	236,313	2'509,215	-	2'509,215
1975	97,676	17,340	115,016	255,559	11,441	267,000	1'091,209	23,711	1'114,920

FUENTE: ANUARIOS DE BOLIVIA, ECUADOR Y VENEZUELA - MICTI

dos en configuraciones paralelas. Los moldes por compresión o inyección juegan también un papel importante en la producción en masa de artículos de plástico reforzado.

La parte de la industria directamente involucrada en este trabajo especializado continúa haciendo avances sin precedentes dentro de un gran volumen de mercado tal como transporte aeroespacial, almacenamiento, juegos recreativos, industria química y marina.

Los plásticos reforzados con fibra de vidrio son favorablemente comparables con los metales, maderas, concreto y otros por muchas razones:

- a) Alto índice esfuerzo-peso.- Los componentes de los vehículos aero transportables, tanques, recipientes de carga, reducen grandes costos de operación debido a los fletes.
- b) Mayor libertad de diseño.- Los componentes curvos o ángulos difíciles para construirlos en un metal pueden ser hechos fácilmente. Los espesores extra, necesitados para fortalecer ciertas secciones, pueden ser incorporados fácilmente durante la producción.
- c) Unidad en Construcción.- Ensamblajes y conexiones de múltiples componentes son eliminados por la construcción de una sola pieza, en tonces, los rivetes-tuercas y clavos son innecesarios.
- d) Facilidad de Fabricación.- Los productos extremadamente grandes pueden ser hechos en equipos comparativamente más baratos, trabajando con herramientas en forma tan simple como si se tratara de cartón o una malla de alambre que puede soportar una laminación durante el curado, bajo costo de acabado. Las herramientas de plástico son usadas comunmente.
- e) Facilidad de Instalación.- Las grandes estructuras pueden ser elevadas en el aire y no requieren de soportes pesados.
- f) Fácil de reparar.- La mayoría de las estructuras pueden ser reparadas en el mismo lugar usando temperatura ambiente, curándolo con resina y un parche fibroso.

Aunque la selección del sistema resina, contribuye grandemente al

desempeño de la mezcla plástico-refuerzo, la parte fibrosa mejora útilmente bajo una variedad de condiciones ambientales.

- a) Resistencia a la corrosión y a los productos químicos.- El agua salada, los ácidos y álcalis frecuentemente en caliente son exitosamente combatidos por los plásticos reforzados usados en tuberías, tanque y equipo manual.
- b) Resistencia al desgaste por el tiempo (a la intemperie).- Las fibras de refuerzo permiten a los fabricantes obtener láminas corrugadas que garantizan paneles para 20 años de uso al aire libre. Las fibras de vidrio inertes minimizan la tendencia de la resina a encogerse y deformarse.
- c) Resistencia eléctrica.- Cuando la fibra de vidrio es usada como refuerzo los valores de aislamiento mejoran.
- d) Conductividad térmica.- La transferencia de calor puede ser lenta o acelerada dependiendo del tipo de refuerzo. Los asbestos mejoran el aislamiento térmico y el aluminio como aislante aumenta la velocidad de conducción.
- e) Resistencia a la fatiga.- Las fibras orientadas en la dirección del esfuerzo aplicado, posibilitan la fabricación de un número de productos tales como: tableros, divisores, arcos ahovados, garrochas para salto alto, varillas para pescar y escaleras de mano.

Cuando el área de la Industria de Plásticos Reforzados es comparado con otros procedimientos, es evidente que un sólido conocimiento del sistema resina y fibras, tejidos, rellenos y catalizadores junto con los diversos modos de combinar diferentes materiales, es la llave del éxito. Una revisión de la mayoría de las técnicas automáticas de inyección, compresión, extrusión y moldeo por soplado muestra que hay más énfasis en la rapidez del ciclo de la máquina que en la tecnología de los materiales.

Del tipo de resina y de los demás elementos que componen el sistema resinoso, dependen en mayor medida, la resistencia química y a la intemperie, su estabilidad térmica, las propiedades eléctricas, la transparen

cia, el color, la calidad y el aspecto de las superficies del material. Si bien pueden usarse para el refuerzo numerosos tipos de fibras, naturales o artificiales (algodón, amianto, nylon) sólo con el advenimiento del vidrio textil dotado de las más altas cualidades, los plásticos reforzados entran realmente a competir con los metales y demás materiales estructurales como nuevos elementos de construcción.

Acerca de la función específica de ambos componentes puede todavía decirse que, cuando el contenido de fibras se mantiene relativamente reducido, su efecto resulta análogo al del hierro en el hormigón, o sea que refuerza la resina mientras que cuando la cantidad de refuerzo alcanza altos niveles la resina más la función de adhesivo encargado de mantenerlas unidas y transmitir a las fibras los refuerzos exteriores.

Las principales razones que hacen de la combinación refuerzo vidrio resina termoendurecente o mejor dicho los plásticos reforzados con fibra de vidrio un producto de tan excelentes características y aceptación, derivan básicamente de lo siguiente.

- a) El vidrio textil es uno de los materiales más fuertes que se conocen y por su naturaleza no está sujeto prácticamente a ningún tipo de alteraciones con el transcurso del tiempo.
- b) Las resinas termoendurecentes, como por ejemplo, las resinas poliesteres, epóxicas, etc., se presentan en forma líquida, lo cual permite impregnar perfectamente bien la fibra de vidrio y además endurecen bajo una ligera presión o sin ella facilitando por lo tanto su conformación.

Como consecuencia, se tiene que de la gran familia de resinas comúnmente utilizadas, las más empleadas por su bajo costo y capacidad para los diversos requerimientos son las resinas poliester. Estas se caracterizan porque pueden polimerizarse mediante el agregado de un catalizador y un acelerante. En caso de trabajarse a temperatura ambiente esta propiedad permite la utilización de métodos de formación por contacto, para forrar tanques y otras piezas de gran tamaño. Las resinas epóxicas que se caracterizan por su dureza y resistencia química, debido a su alto costo solo tienen aplicaciones muy especializadas.

2.2.1. USOS DEL PRODUCTO

Nadas las grandes cualidades de los productos de plásticos reforzados con fibra de vidrio sería difícil encontrar otro producto capaz de competir con ellos, en cuanto a la diversidad y amplitud de sus aplicaciones extendidas a casi la totalidad de la actividad creadora humana, es decir, son de aplicación universal.

De toda la amplia gama de productos de plástico reforzado con fibra de vidrio, elegimos las tuberías y accesorios, a la producción de las cuales está orientado el presente trabajo por las grandes ventajas que ofrecen al ser usadas en todo tipo de equipo industrial, donde ocasionen costos reales, el mantenimiento o reposición de equipos, además por su alto grado de resistencia química y bajo costo comparado con otros materiales como acero inoxidable, acero revestido de caucho, entre otros.

2.2.2. ESPECIFICACIONES

Un buen número de organismos de normalización en el mundo han producido normas que especifican el uso de resinas epóxicas y poliéster, reforzadas con fibra de vidrio. Tales normas en conjunto, señalan que los usos de estos materiales son básicamente aquellos en los cuales se requiere grandes resistencias a la rotura por tracción, considerables resistencias al impacto, gran rigidez y resistencia al ataque por agentes químicos. De este modo los usos técnicos y económicamente ventajosos son en:

- Edificación y construcción
- Construcción de botes
- Plantas químicas
- Transporte sobre rieles
- Transporte sobre ruedas
- Planchas y recubrimientos
- Aplicaciones aeroespaciales

De igual modo los tubos reforzados mediante "filament winding" se limita casi con exclusividad al transporte de:

- Gases a presión

Productos de petróleo
Flúidos corrosivos
Agua potable y no potable.

Con respecto a las propiedades que interesan para el particular caso en sistemas de irrigación es posible manifestar lo siguiente:

Diámetros

La ASTM especifica diámetros nominales de 1 hasta 12 pulgadas (Norma ASTM-2996-71), pero existen realizaciones de hasta 4 metros de diámetro, en especial para la manipulación de gases (Norma BS-5480-1).

Tipos de Uniones

Las uniones compatibles con los materiales y el proceso de fabricación de los tubos y accesorios de resinas reforzadas con fibra de vidrio son las del tipo de inserción usando adhesivos, embridado y roscado, en cuanto se refiere a juntas rígidas y engranadas cuando la junta es flexible (Normas BS-5480-1 y ASTM-2517-73).

Resistencia a Presiones Internas

Los tubos reforzados mediante arrollamiento de filamentos de vidrio en una base de resinas deben soportar presiones interiores tales que los esfuerzos circunferenciales que se producen en el tubo, como consecuencia de la presión interna coincida con los valores señalados en la Norma 2996-71 "shot-time rupture strength hoop tensile stress min".

Resistencia a la flexión

La capacidad de los tubos de soportar cargas, como si fueran vigas puede ser medida mediante su resistencia a la tracción longitudinal. Cualquier tubo de acuerdo a la norma BS 5480-debe tener una resistencia longitudinal por unidad de longitud del perímetro circunferencial, no menor de:

Hasta 600mm de diámetro nominal	- 150 Newtons/mm
De 600 a 1,200 de diámetro nominal	- 200 N/mm

De 1,200 a 2,400 de diámetro nominal - 250 N/mm

De 2,400 a 4,000 de diámetro nominal - 300 N/mm

Estos requerimientos son necesarios para proveer una adecuada resistencia en condiciones normales de instalación y manipulación. No deben ser usados para propósitos de diseño estructural. Esto significa que no se les debe someter a esfuerzos combinados de compresión y flexión, o flexión y tracción. Es de mucha importancia notar el hecho de que mientras las normas de ASTM aceptan una deformación del 5%, las normas británicas no las aceptan porque afirman que deformaciones inclusive menores pueden dañar especialmente a los tubos de pared gruesa.

Resistencia al impacto

No existen requerimientos específicos para resistencia al impacto en norma alguna. Por consiguiente los únicos hechos que permiten dilucidar el particular son por ejemplo que:

Las resinas epóxicas tienen mayor dureza y resistencia al impacto que las resinas poliésteres en general.

- Las formulaciones resilientes de resinas poliésteres son resistentes al impacto, pero desafortunadamente no son flexibles.

Grado de Plasticidad

No son en general muy plásticos, característica que disminuye a su vez con el espesor de la pared del tubo, la existencia de grados de resinas flexibles, poliésteres principalmente, ofrece sin embargo ciertas facilidades. En realidad no todas las propiedades tecnológicas útiles han sido contemplados en los trabajos de normalización, debido a que la técnica es relativamente nueva en el terreno industrial.

Resistencia al Aplastamiento

En general su resistencia es buena, tal como puede apreciarse en la norma ASTM D2517-73.

Cabe notar que las normas en mención en el presente estudio, son

aquellas referentes a tuberías de resina reforzadas con fibra de vidrio mediante arrollamiento de vidrio en filamentos.

2.2.3. PRODUCTOS SUSTITUIDOS

Entre los principales productos sustituidos tenemos a las tuberías de acero inoxidable, acero revestido con resina o recubrimiento metálico, tuberías de agua y desagüe para instalaciones sanitarias, entre otros.

2.3. DEMANDA NACIONAL

La demanda nacional es cubierta en base a importaciones, ya que la producción nacional de tuberías y accesorios de plásticos reforzado con fibra de vidrio es mínima.

En el presente trabajo pretendemos sustituir parte del consumo a tuberías de acero inoxidable, los cuales son los más usados en las industrias donde las condiciones de operación son severas. Por lo tanto consideraremos como parte de la demanda del proyecto a las importaciones de tuberías y accesorios de acero inoxidable, de plástico sin refuerzo y aquellos manufacturados de plástico reforzado con fibra de vidrio.

2.3.1. IMPORTACIONES

2.3.1.1. IMPORTACION DE MANUFACTURAS DE PLASTICO REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO

La importación de manufacturas de plástico reforzado con fibra de vidrio no figura como tal en las estadísticas nacionales, pero contamos con estadísticas de importación de manufacturas de fibra de vidrio, las cuales no pueden existir sino en forma de plástico reforzado con fibra de vidrio.

En el Cuadro 2.7. puede apreciarse las importaciones de manufacturas de fibra de vidrio.

Las manufacturas de plástico reforzado con fibra de vidrio, están sectorizadas de la siguiente manera:

	Minería	40%
	Electrónica	20%
50%	Construcción	8%
	Misceláneos	12%
20%	Productos Especiales	

FUENTE: NICTI (Registro Tributario).

CUADRO 2.7.

SERIE HISTÓRICA DE IMPORTACIONES DE MANUFACTURAS DE FIBRA DE VIDRIO

Partida: Habandina 70.20
70.20.02.09: Manufacturas.

Año	Kilos	Soles CLF	Kilos de Tub. y Accesorios
1968	34,936	5'120,003	2,096
1969	29,379	4'064,113	1,763
1970	253,599	12'336,182	15,216
1971	314,221	17'363,637	18,953
1972	427,290	19'955,033	25,637
1973	223,221	10'255,219	13,303
1974	168,988	7'502,066	10,130
1975	407,133	22'645,089	24,427
1976	291,134	23'098,659	17,460
1977	312,838	66'974,956	19,130
1978	397,264	86'206,206	23,835
1979	353,592	77'545,172	21,215

FUENTE: Anuarios de Comercio Exterior, NICTI

CUADRO 2.8.

IMPORTACION DE TUBERIAS Y ACCESORIOS DE ACERO INOXIDABLE

Partida Habandina 73.18

73.18.03.99.00 Tubos de Acero Inoxidable sin costura de más de 60 mm de diámetro interior.

A ñ o	Kilos Tubo de acero	Soles CIF	Kilos equivalentes de tub de PPFV
1975	12'281,733	581'270,060	1'535,210
1976	12'698,587	726'621,087	1'587,323
1977	13'794,374	654,268,063	1'724,206
1978	15'716,207	1,646'972,300	1'964,525
1979	15'780,308	1,654,642,100	1'973,672,

FUENTE: Anuarios de comercio Exterior, MICTI.

Las tuberías y accesorios de plástico reforzado con fibra de vidrio están incluidas en el sector construcción al cual le corresponde el 8% del total de importaciones de manufacturas.

Se estima que el 6% de la manufactura importada correspondiente al sector construcción es principalmente tuberías y accesorios de plástico reforzado con fibra de vidrio. Este porcentaje es luego comprobado en el cuadro de producción nacional, 2.11.

2.5.1.2. IMPORTACION DE TUBERIAS Y ACCESORIOS DE ACERO INOXIDABLE

Con respecto a las importaciones de tuberías y accesorios de acero inoxidable, se tomará en consideración, aquellas de más de 60mm de diámetro interior, debido a que se producirá tuberías y accesorios de 2" a 12" de diámetro interior por ser lo más usado a nivel industrial.

Desde que el peso de 1m de tubería de acero inoxidable es mayor que 1m de tubería de plástico reforzado con fibra de vidrio, se hará una e -

quivalencia en base al peso específico de estos materiales, ya que los datos estadísticos están dados en kg.

Así tenemos que:

Peso Específico del Acero inoxidable = 8

Peso específico del plástico reforzado con fibra de vidrio = 1

De esto concluimos que el acero inoxidable es 8 veces más pesado que el plástico reforzado con fibra de vidrio. Ver cuadro 2.8.

Considerando que inicialmente podemos sustituir el 7% de las tuberías de acero inoxidable, tendremos en el cuadro 2.9. los correspondientes equivalentes de tuberías de acero inoxidable en tuberías de plástico reforzado con fibra de vidrio.

2.3.1.3. IMPORTACIONES DE TUBERIAS Y ACCESORIOS DE PLASTICO SIN REFUERZO

Dentro de la demanda nacional consideramos parte de la importación de tuberías y accesorios de plásticos sin refuerzo, entre los que se encuentran: fenoplastos, aminoplastos, resinas alídicas, políes teres saturados o no, siliconas, poliestireno, PVC, polimetacrilato, etc. Se considerará que el 30% es sustituible, porque mayormente se usan los plásticos para gasfitería y los plásticos reforzados con fibra de vidrio tienen mayor rendimiento que aquellos para tal fin.

CUADRO 2.9.

CANTIDAD DE TUBERIAS Y ACCESORIOS DE ACERO INOXIDABLE SUSTITUIBLES

Año	Kilos
1975	107,465
1976	111,112
1977	120,700
1978	137,516
1979	138,157

CUADRO 2.10.

SERIE HISTORICA DE TUBERIAS Y SUS ACCESORIOS DE PLASTICO

Partida: Nabandina 39.07

39.07.01.0000: Tuberías y sus Accesorios de Conexión: Varillas, barras y perfiles de plástico sin refuerzo

Año	kilos	Soles CIF	Kilos Sustituibles*
1975	113,372	33'293,534	34,011
1976	138,248	19'014,370	41,474
1977	442,097	48'417,965	132,629
1978	218,112	42'415,165	65,433
1979	227,957	44'329,673	68,387

FUENTE: Anuarios de Comercio Exterior MICTI

* Considerando que el 30% es sustituible

CUADRO 2.11.

PRODUCCION NACIONAL DE PLASTICO REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO

Año	Manufact.	Planchas	Tanques	Tuberías	Auto P.	Total
1969	47,115	-----	-----	-----	-----	47,115
1970	23,754	-----	-----	1,860	-----	25,614
1971	29,107	8,718	13,484	3,020	-----	54,329
1972	28,807	28,133	3,843	5,333	4,931	71,047
1973	55,931	13,928	17,517	5,301	26,428	119,105
1974	43,748	22,136	15,647	7,038	47,925	136,494

FUENTE: Anuarios de Comercio Exterior, MICTI

En el Cuadro 2.10 se muestra las importaciones de tuberías y accesorios de plástico sin refuerzo.

2.3.2. PRODUCCION NACIONAL

2.3.2.1. Producción Nacional de Plástico Reforzado con Fibra de Vidrio.- Se encuentra en Estadísticas de Producción Nacional los datos que se muestran en el Cuadro 2.11.

2.3.2.2. Producción Nacional Considerando la Importación Roving como Materia Prima.-

Estos datos son apreciados en el Cuadro 2.12. Teniendo en cuenta que no todo el roving importado es usado en la fabricación de tuberías y accesorios de plástico reforzado con fibra de vidrio y comparando los cuadros 2.11 y 2.12 encontramos que aproximadamente al 12.5% del roving importado es usado en la fabricación de tuberías y accesorios de plástico reforzado con fibra de vidrio, con este porcentaje, hallamos la producción nacional de tuberías y accesorios de plástico reforzado con fibra de vidrio para los años posteriores al año 1974 ya que no se encuentran en las estadísticas.

2.3.3. PROYECCIONES DE LA DEMANDA NACIONAL

Para hacer la proyección de la demanda nacional los próximos 10 años consideraremos la demanda potencial de los últimos 5 años debido a que, principalmente los últimos 5 años tienen características económicas similares, como es de común conocimiento, a partir del año 1974 se inicia el alza del precio del petróleo, que trajo como consecuencia, la tendencia inflacionaria a nivel mundial, lo cual ocasionó el receso de la industria en nuestro país, este receso ha sido más acentuado debido, a la crisis interna, tanto económica, política y social, que alcanzó niveles de inflación del 75% en el año 1976. Esta tendencia puede ser observada a través de los diferentes índices, los cuales son mostrados en los cuadros 2.14 y 2.15.

Los índices de variación de precios del sector manufacturero, no será considerado para esta proyección ya que la tendencia es ascendente, mientras que los índices de volumen físico de la producción disminuye como consecuencia de la inflación.

CUADRO 2.12.**IMPORTACION DE FIBRA DE VIDRIO (Roving) PARA PRFV****Partida: Nabandina 70.20****70.20.02.01: Filamentos Continuos (Hilados Roving)**

Año	Kilos	S/. CIF
1968	41'890	1'645,644
1969	77,785	3'032,398
1970	65,469	2'313,310
1971	47,257	1'580,063
1972	37,032	1'327,711
1973	42,271	1'869,838
1974	65,560	3'411,762
1975	94,200	7'595,671
1976	62,837	5'417,082
1977	164,797	24'582,448
1978	77,915	7'689,713
1979	87,094	13'832,620

FUENTE: Anuarios de Comercio Exterior MICTI**CUADRO 2.13.****PRODUCCION NACIONAL DE TUBERIA Y ACCESORIOS DE PRFV****Considerando como Materia Prima el Roving Importado**

Año	Kg. Roving	Kg. Tuber. y Acces.
1970	65,469	1,860
1971	47,257	3,020
1972	37,032	5,333
1973	42,271	5,301
1974	65,560	7,038
1975	94,200	11,775
1976	62,837	7,855
1977	164,797	20,600
1978	77,915	9,839
1979	87,094	10,056

CUADRO 2.14.

INDICES DEL VOLUMEN FISICO DE LA PRODUCCION MANUFACTURERA

AÑO BASE 1973 = 100.00

SECTOR	AÑO	1973	1974	1975	1976	1977	1978
Automotriz		100	93.5	107.8	108.05	79.35	35.73
Mueblería		100	104.7	129.7	89.0	72.1	69.22
Electrónica		100	112.83	124.06	142.3	104.5	97.89
PRFV		100	103.2	93.2	105.6	68.9	78.2

FUENTE: Estadística Industrial del Perú - MICTI

CUADRO 2.15.

INDICES DE PRECIOS DEL SECTOR MANUFACTURERO

AÑO BASE 1973 = 100

SECTOR	AÑO	1974	1975	1976	1977	1978
Automotriz		130	155.3	186.3	269.2	459.6
Mueblería		101.4	130.7	186.6	279.2	460.3
Electrónica		114.3	136.4	177.2	228.9	371.2
PRFV		106.7	122.9	158.2	178.7	269.7
Sector Fabril Total		120.7	144.3	199.0	277.1	449.4

FUENTE: Estadística Industrial del Perú - MICTI

CUADRO 2.16.**SERIE HISTORICA DE LA DEMANDA APARENTE Y POTENCIAL**

Año	(1)	(2)	(3)	(4)	Demanda Nacional Aparente	Demanda Potencial
1975	24,427	214,930	34,011	11,775	177,678	165,903
1976	17,468	222,225	41,474	7,855	177,910	170,055
1977	19,130	241,401	132,629	20,600	293,060	272,460
1978	23,835	275,033	65,433	9,739	236,524	226,785
1979	21,215	276,314	68,387	10,886	238,645	227,759

- (1) Importación de Manufacturas de Fibra de Vidrio
- (2) Importación de Tuberías y Accesorios de Acero Inoxidable sustituibles
- (3) Importación de Tuberías y Accesorios de Plástico Sustituibles
- (4) Producción Nacional de Tuberías y Accesorios de Plástico Reforzado con F.V.

METODOLOGIA

Se halla la demanda potencial en base a las importaciones sin considerar la producción nacional de tuberías y accesorios de plástico reforzado con fibra de vidrio, que se muestran en los cuadros anteriores. La proyección se hace considerando las series históricas, el modelo empleado será el de la recta de regresión. En el cuadro 2.16. se muestra la demanda nacional aparente, y la demanda potencial.

Siguiendo con la tendencia conservadora y pesimista a fin de conseguir el nivel mínimo, en el cual se desempeñará satisfactoriamente el presente estudio, esperamos captar el 25% de la demanda proyectada. En el Cuadro 2.17 se puede observar la proyección de la demanda y en el cuadro 2.17. A tendremos la demanda del Proyecto.

2.4. ESTUDIO DE LA OFERTA

La Oferta de los productos se efectúa en condiciones comunes a todos los productores nacionales, los productos importados, no son considerados como competencia, ya que su compra, obedece a la carencia de producción nacional. El presente proyecto tiene como objetivo la captación del mercado de productos importados, merced a la introducción de la tecnología adecuada.

De este modo la oferta es considerada oligopólica, ya que existen varios productores nacionales, que no logran cubrir la creciente demanda nacional.

2.4.1. EMPRESAS PRODUCTORAS DE PLASTICO REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO

Existen varias empresas productoras de plástico reforzado con fibra de vidrio que fabrican artículos diversos en volumen apreciable; la producción de tuberías y accesorios de plástico reforzado con fibra de vidrio lo fabrican sólo a pedido del cliente y el volumen de producción no es significativo, además se sabe que lo fabrican sin mayor conocimiento tecnológico. Los principales productores de plástico

reforzado con fibra de vidrio se muestran en el Cuadro N.º 2-18.

CUADRO 2.17.

PROYECCION DE LA DEMANDA

La Recta de Regresión está dada por la Ecuación:

$$Y = 158,460 + 18,044X$$

Donde: Y es la demanda proyectada

X es el año 6, 7, 8, ..., 13

Año	Demanda Proyectada (kg)
1980	266,724
1981	284,768
1982	302,812
1983	320,856
1984	338,900
1985	356,944
1986	374,988
1987	393,032
1988	411,076
1989	429,120
1990	447,164

CUADRO 2.17.A

DEMANDA DEL PROYECTO

Año	Demanda del Proyecto kg	T.M.
1980	66,681	67
1981	71,191	71
1982	75,703	76
1983	80,214	80
1984	84,725	85
1985	89,236	89
1986	93,747	94
1987	98,258	98
1988	102,769	103
1989	107,280	107
1990	111,791	112

Existen también varios pequeños productores cuyos volúmenes de producción no son significativas y trabajan a nivel artesanal.

De este modo vemos que la oferta está dividida en dos grupos: grandes productores y pequeños productores, que no logran satisfacer la demanda nacional.

CUADRO 2.18.

PRINCIPALES PRODUCTORES NACIONALES

<u>Empresa</u>	<u>Ubicación</u>
Apín S.A.	Lima
Abanicos S.A.	Lima
Creaciones Plásticas S.A.	Lima
Estructuras Plásticas S.A.	Lima
Fiber Glas S.A.	Lima
Fiber Glass Plásticos Reforzados	Lima
Laminado de Fiberglass S.A.	Lima
Penny y Vertiz S.A.	Lima
Roenco S.A.	Lima
Industrias Guimei S.A.	Lima
B.C. Industrial S.CRL.	Lima
Pefviplac	Lima
Industrias Auxiliares S.A.	Lima
Vitro Refuerzos S.A.	Lima
Forti Flax S.A.	Lima

FUENTE: Directorio Industrial - MICTI

2.4.3. PRECIOS

Debido a que la producción de artículos de plástico reforzado con fibra de vidrio dependen principalmente de insumos importados y como consecuencia de la inestabilidad de la moneda nacional el precio de los artículos de plástico reforzado con fibra de vidrio se verá afectado.

tado directamente, y será fijado mediante la norma que dan los existentes en el mercado interno.

2.4.4. Comercialización

La comercialización de estos productos se hará en parte directamente entre el productor y el consumidor, es decir por pedido y la otra parte se hará mediante los distribuidores del ramo.

Los volúmenes de producción han sido estimados para cada uno de los 10 años de operación de acuerdo a las series históricas de demanda de tuberías y el porcentaje de sustitución que pretendemos cubrir, manteniendo además una tendencia conservadora y pesimista, debido al momento que se vive, es así como se ha determinado volúmenes de producción bajos y que crecen en poca proporción aunque se vislumbra que la demanda del proyecto crecerá grandemente.

La comercialización de las tuberías a sustituir se hace mayormente por pedido, por lo que adoptamos tal posición para el 60% de la producción y la comercialización del 40% restante se hará a través de distribuidores.

Para aumentar la demanda y cumplir con los volúmenes de producción previstos debemos ilustrar al usuario sobre las ventajas de la sustitución de las tuberías de material tradicional por el nuevo producto.

CAPITULO III

TAMAÑO Y LOCALIZACION

3.1. TAMAÑO

3.1.1. CAPACIDAD INSTALADA PROPUESTA

La capacidad instalada propuesta pretende cubrir el 100% de la demanda proyectada total anual promedio de 1981 a 1990 obtenida del estudio de mercado (Ver Cuadro 2.17.A). Lo cual significa producir 100 T.M. anuales.

3.1.2. CAPACIDAD UTILIZADA DE ACUERDO A LA DEMANDA PROYECTADA

Se trabajará al 90% de rendimiento de la capacidad instalada con lo cual se prevé que se cubrirá el 100% de la demanda nacional proyectada, por consiguiente el tamaño de planta será de 110 toneladas anuales. En el cuadro 3.1. se muestra la capacidad de planta instalada y la capacidad utilizada.

Puede notarse que con esta capacidad de planta cumplimos holgadamente con la demanda nacional proyectada, debe notarse que esta demanda ha sido hallada desde un punto de vista pesimista, pero se prevé un incremento en la demanda de los productos de plástico reforzado con fibra de vidrio, como consecuencia del resurgimiento notable del crecimiento industrial, a causa del reciente cambio político económico que nos hace pensar en una estabilidad económica a corto plazo.

3.1.3. AREA TOTAL REQUERIDA

Para la instalación de planta y oficinas se requerirá 1000 metros cuadrados.

Para la producción diaria se tomará en consideración que hay 300 días laborables al año, con semana de 6 días con 8 horas diarias.

3.2. LOCALIZACION

3.2.1. FACTORES

3.2.1.1. MERCADO

La cercanía al Mercado es un factor de suma importancia. Los consumidores de tuberías y accesorios de plástico reforzado con fibra de vidrio se encuentran en las zonas industriales, de las cuales Lima es la que tiene el mayor porcentaje de consumidores, por lo que sería conveniente localizar la planta de Lima, ya que si se hiciera la localización, en un lugar diferente, se tendrá el inconveniente de considerables costos adicionales debido a los fletes por el transporte de los productos a Lima. En el cuadro 3.2. se puede apreciar los fletes.

3.2.1.2. INSUMOS

La industria de los plásticos reforzados con fibra de vidrio dependen principalmente de insumos importados y en menor escala de insumos nacionales. La utilización de insumos importados nos obligan a la localización en una zona donde existe la infraestructura adecuada para el transporte de ellos. Los proveedores nacionales se encuentran en Lima, por lo que Lima es la zona más adecuada. Ver cuadro 3.3.

3.2.1.3. RECURSOS

MANO DE OBRA

Existe una gran oferta de mano de obra a nivel nacional, en la ciudad de Lima los jornales son comparativamente más altos que en provincias, pero a nivel técnico y profesional existe mayor facilidad de conseguirlos en Lima. Ver cuadro 3.4.

ENERGIA ELECTRICA Y COMBUSTIBLES

La mayoría del equipo a usar en el Proceso productivo requiere de una apreciable cantidad de energía eléctrica y en cuanto a combustibles sólo se usará para vehículos motorizados.

Este factor no tiene mayor importancia puesto que en cualquier zona industrial se contaría con ellos.

3.2.1.4. OTROS FACTORES

INFRAESTRUCTURA

Lima ofrece las mejores condiciones de vida, por las facilidades de viviendas, sanitarias, educativas y servicios públicos.

En cuanto a vías de comunicación, Lima está enlazada con las principales zonas industriales o centros consumidores de tuberías y accesorios de plástico reforzado del país. Todo esto, como consecuencia del gran centralismo existente en nuestro país.

Después de Lima todas las ciudades de la Costa que presenten apreciable desarrollo industrial, también ofrecen buena infraestructura para este tipo de industria.

CLIMA

Para el proceso productivo del plástico reforzado con fibra de vidrio, el factor clima tiene gran importancia porque los climas contrastantes, afectan notablemente el proceso de gelificación, lo cual se debe mejorar con costosos aditivos y acelerantes, para compensar el efecto del clima, razón por la que se escoge la zona costera del país para la localización de la Planta, pues como es sabido los cambios de estaciones no están muy definidas, dado que no existen cambios notables en la temperatura ambiente.

DESCENTRALIZACION

Con el fin de alentar un lugar distinto a Lima, se ha puesto en marcha un plan de incentivación, comprendido en Reglamento de la Ley de Industrias (D.L.001-77-IC/DS, del 25-1-71) que define a las empresas industriales ubicadas fuera de Lima y Callao como las que se encuentran a más de 100 km por vía sur y norte a más de 76 km por vía este, teniendo como punto de partida a la Plaza de Armas de Lima.

El citado reglamento establece los siguientes incentivos:

La deducción del 6.5% de la Venta Neta libre del impuesto a la renta, para las empresas industriales de segunda, tercera prioridad y no prioritarias.

Ley de Descentralización (D.L. 18977), establece que el Banco Industrial concederá a las empresas descentralizadas, préstamos para bienes de capital, capital de trabajo, en condiciones más bajas que las vigentes a la tasa de interés y con períodos de amortización fijadas por el Ministerio de Economía y Finanzas.

MEDIO AMBIENTE

Debido a la toxicidad e inflamabilidad de los productos químicos usadas en el proceso productivo de las tuberías y accesorios de plástico reforzado con fibra de vidrio, la localización de la planta debe ser en un lugar distante de la zona urbana donde exista una buena ventilación.

3.2.2. LOCALIZACION RECOMENDADA

Después de analizar los factores anteriormente expuestos, vemos que si bien es cierto que los incentivos de descentralización incidirán en la empresa también lo es, que los costos por flete incidirán negativamente, lo que nos indica a recomendar que la mejor localización para este Proyecto es la ciudad de Lima.

Se tiene conocimiento que en la zona sur de Lima se tendrá un Parque Industrial del cuál se tiene la siguiente información:

PARQUE INDUSTRIAL DE LIMA

CONO SUR

Creado por:	Res.S.115,77/VC 4400-15/5/77
Inversión :	S/.960,000,000 (Marzo 78)
Financiamiento:	EMADI PERU-PBIRF-BVP
Situación :	Villa María del Triunfo-Lima

Superficie: Area Bruta Total 382 hectáreas
Area útil 1º Etapa 55.29 hectáreas

Avance de Obras: Se encuentra a nivel de otorgamiento de buena pro

Disponibilidad: 100% de terminada la infraestructura se procederá a ello

Costo de Terreno: S/.3,000 a 4,000/m en las diferentes zonas industriales de la capital

CUADRO 3.1.

Año	Capac.Instalada	Capac.Utilizada	% Utilización
1981	100	68	68%
1982	100	74	74
1983	100	80	80
1984	100	86	86
1985	100	92	92
1986	100	96	96
1987	100	102	100
1988	100	105	100
1989	100	110	100
1990	100	114	100

CUADRO 3.2.

COSTO DE FLETES

Ciudad	Km	Flete (S./Ton)
Trujillo	570	6,800
Lima	0	0
Ica	325	5,000
Arequipa	1,030	10,600

CUADRO 3.3.

INSUMOS NACIONALES DE IMPORTADOS

<u>Proveedor</u>	<u>Insumo</u>	<u>Ubicación</u>
<u>Nacionales</u>		
Industrias Vencedor S.A.	Resina Poliester	Lima
Tecnoquímica S.A.	Resina Poliester	Lima
Compañía Química S.A.	Naftenato de Cobalto al 6%	Lima
Cía. Minera Agregados Calcá- reos S.A.	Talco Blanco FM4 Carbonato de Calcio TFM4 Talco Industrial	Lima
Transformacora Atlantis S.A.	Cera en Pasta a Granel	Lima
Bayer S.A.	Aerosil 200	Lima
Química Dalton	Peróxido de Metil Etil Katona	Lima
<u>Importados</u>		
Owens Corning Corp.	Fibra de Vidrio Roving	Brasil
East Falls Corp.	Monómero Estireno	USA
Hat Co.	Pigmentos	USA

CUADRO 3.4.

MACROLOCALIZACION

Factores Alternativas	Arequipa	Ica	Lima	Trujillo
- Cercanía al Mercado	6	8	10	7
- Mano de Obra	5	6	8	5
- Capacitación	6	7	10	7
- Personal Administrativo	7	5	8	7
- Profesional Técnico	6	7	8	6
- Materias Primas	5	6	9	5
- Energía: Electricidad	8	8	9	7
- Terreno	7	6	5	7
- Agua	6	5	7	5
- Transporte: Disponibilidad	6	5	9	6
- Infraestructura: Puerto	7	6	9	8
- Incentivos Legales y Tribut.	7	6	6	8
- Parque Industrial	8	7	6	8
- Contaminación	7	8	5	7
- Clima	9	7	6	8
	100	97	115	101

Excelente : 9-10

Bueno : 5-8

Pobre : 0-4

Nulo : 0

CAPITULO IV

INGENIERIA DEL PROYECTO

4.1. DESCRIPCION Y ESPECIFICACION DE LOS COMPONENTES

4.1.1. SISTEMA RESINA

4.1.1.1. ANTECEDENTES

En el contexto de la tecnología de los plásticos reforzados, el término resina poliéster no saturada es utilizada para describir un poliéster no saturado de enlace cruzado que es producido por copolimerización de un radical libre, quizá es más lógico decir que es un polímero vinílico de enlace cruzado para dar un poliéster no saturado.

Como es frecuente en el caso de desarrollo de tecnología, las resinas poliésteres no saturadas fueron hechas por primera vez empíricamente en los años 1920.

En 1937 se demostró que los poliésteres no saturados pueden ser tratados para obtener productos infusibles e insolubles y mientras la velocidad de curado fue incrementada por lo menos 30 veces en presencia de estireno se propuso el uso de peróxido de benzoílo para iniciar el curado y en realidad el desarrollo comercial de resinas poliésteres no saturadas se inició en 1941. Sin embargo, fueron necesarios otros los años antes que la industria de los plásticos reforzados llegarán a establecerse.

Todos los sistemas de resinas curadas daban una superficie rugosa debido a la inhibición del oxígeno pero se demostró que esto puede ser evitado con adición de una pequeña cantidad de cera parafínica a la resina.

En 1951 se introdujo el refuerzo de fibra de vidrio de relativamente bajo costo en la forma de esterilla de hilo de vidrio picado,

quedando establecida la industria de plástico reforzado sobre una base comercial.

4.1.1.2. COMPOSICION QUIMICA Y MANUFACTURA

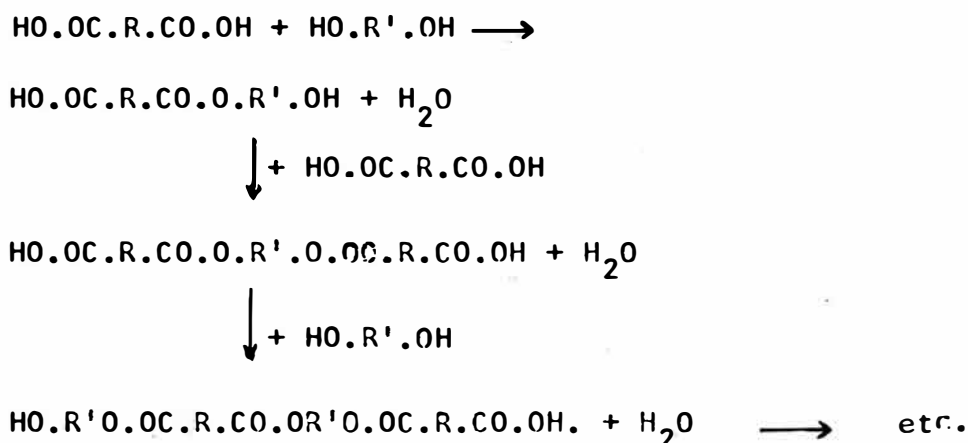
Desde un punto de vista químico las resinas son poliesteres no saturados que se presentan disueltos en soluciones más o menos viscosas en monoestireno cuyo curado se lleva a cabo por la acción de peróxidos orgánicos.

Las resinas de poliesteres no saturados en general son los productos que se obtienen por reacción en proporciones moleculares de ácidos de básicos saturados y no saturados con alcoholes divalentes. Generalmente se utilizan ácidos saturados tales como el ftálico y adípico y entre los no saturados el maleíco o fumático. Entre los alcoholes divalentes, los más importantes son el etilén glicol, dietilén glicol, propilén glicol y butilén glicol sólo o mezclados entre sí. A veces y de acuerdo a ciertos requerimientos para aplicaciones especiales se emplea otros ácidos difuncionales, así como también diversos alcoholes divalentes.

Las resinas se presentan en forma más o menos viscosa diluídas entre 65 y 75% en monoestireno; este monómero es el solvente insaturado más importante, pero existen solventes llamados "reactivos" tales como el metil metacrilato, vinil tolueno o dialftalato y que se utilizan muchas veces para aplicaciones especiales.

La poliesterificación es una reacción de policondensación típica entre proporciones aproximadamente estequiométricas, de los anhídridos y los glicoles con un pequeño exceso del componente glicol ya que estos tienden a perderse más fácilmente durante la reacción.

Ya que los glicoles y los anhídridos son difuncionales son capaces de formar dos enlaces ésteres, la reacción de esterificación continúa paso a paso resultando una molécula de cadena lineal y dando lugar a una molécula de agua por cada enlace formado.



Teóricamente se pueden obtener las cadenas de longitud indefinida, pero en la práctica la reacción continúa solamente hasta que se forman 10 a 30 enlaces dando poliésteres con un peso molecular de alrededor de 1000 a 2000. La plicondensación es usualmente llevada a cabo sin catalizador a más o menos 200°C, bajo una atmósfera inerte, continuándose por 10 o más horas hasta alcanzar una acidez valorada con 30-40 mg KOH/g. Alternativamente un pequeño porcentaje de un azeótropo tal como Xileno se le puede añadir, facilitando la remoción del agua formada y permitiendo luego reacciones a más baja temperatura que la usada. El azeótropo se destila al vacío cuando se alcanza la cantidad de ácido requerido. A medida que procede la reacción esta decae y también si es realizada durante un largo período. La reacción lateral llega a ser más importante y hay riesgo de gelificación. En algunos casos es necesario realizar la plicondensación en dos pasos: condensando primeramente el ácido saturado y luego el ácido no saturado.

El poliéster preparado como se indicó anteriormente es estabilizado con pequeñas adiciones de fenoles y esto luego es disuelto en estireno para dar un líquido viscoso que el fabricante conoce como resina poliéster. En la figura 4.1. se muestra la disposición de planta usado para esta manufactura.

Para proveer de propiedades particulares son usados por ejemplo: los ácidos fumárico e isoftálico para resistir al calor, bisfenol A para resistir al ataque químico, los componentes clorados para resistir al fuego. Para referencia las estructuras moleculares de estas materias primas están dadas en la figura 4.2.

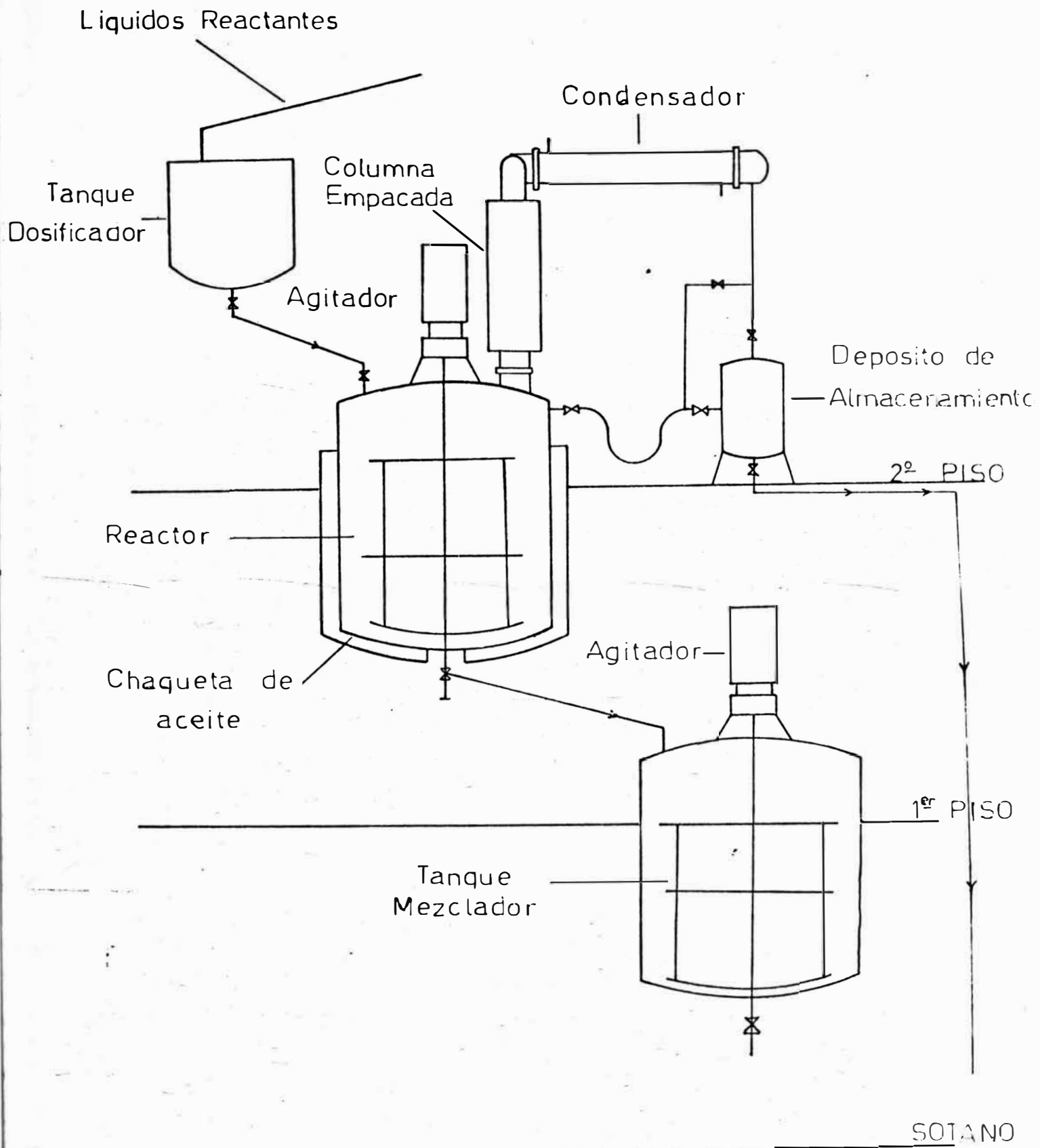
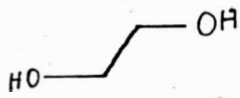


DIAGRAMA DE PLANTA

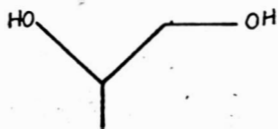
FIG. 4.1

ESTRUCTURAS MOLECULARES

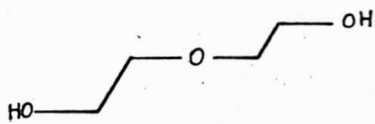
GLICOLES



Etilen Glicol



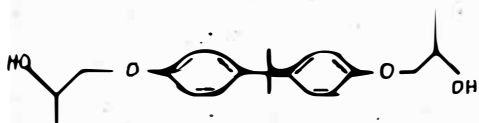
Propilen Glicol



Diutilen Glicol

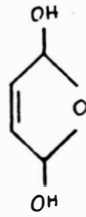


Neopentil Glicol

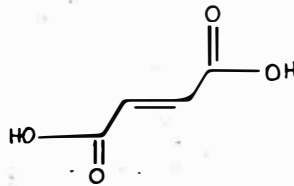


Dihidroxi, dipropoxi bisfenol A

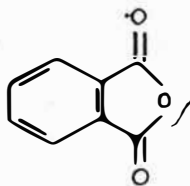
ACIDOS Y ANHIDRIDOS



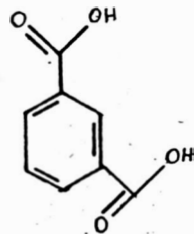
Anhidrido Maleico



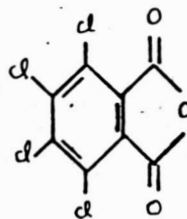
Acido Fumarico



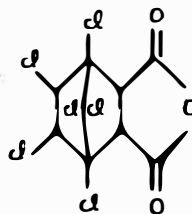
Anhidrido Ftalico



Acido Isoftalico

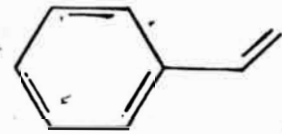


Anhidrido Tetracloroftalico



Acido "Het"

MONOMERO VINILO

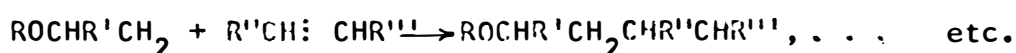
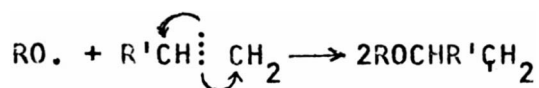


Estireno

4.1.1.3. CATALISIS Y CURADO

Las resinas poliésteres son curadas por la reacción de copolimerización de un radical libre y si esto es iniciado por un sistema catalizador dará radicales a temperatura ambiente, luego el curado o proceso de endurecimiento puede llevarse a cabo a temperatura ambiente. Este es el factor más importante que permite fabricar grandes estructuras de poliésteres.

El sistema catalizador consiste de peróxidos orgánicos activados por sustancias conocidas como aceleradores o iniciadores. Los peróxidos orgánicos son usualmente conocidos como catalizadores aunque ellas no cumplen con el uso tradicional de ser una sustancia aceleradora de la reacción química, mientras permanece invariable el hecho de que deben necesariamente ser descompuestas a fin de iniciar la reacción. Su virtud especial es que cuando se rompen los enlaces peróxidos, se forman dos radicales libres. Este enlace al igual que muchos enlaces químicos es formado con un par de electrones compartidos, pero considerando que cuando se rompen muchos enlaces dejan libres el par de electrones sobre uno de los fragmentos de tal modo que ambos están con carga eléctrica opuesta. Los dos fragmentos proveniente de estos enlaces peróxidos retienen cada uno un electrón. Estos radicales libres con un electrón más no están cargados pero su tendencia es retroceder hasta el estado apareado mediante la captura de algún electrón, lo hacen mediante la atracción de uno proveniente del monómero de vinilo formando así un radical libre e iniciando rápidamente la reacción en cadena por medio de la cual se forma la estructura de enlace cruzado:



La ruptura inicial del enlace peróxido puede ocurrir bajo la acción del calor y el peróxido de benzoílo solo es un catalizador efectivo para el curado en caliente de las resinas poliésteres sobre los 70° C. Esta ruptura puede ser acelerada con aminas aromáticas terciarias

tal como: dimetil anilina o dietil anilina, luego la reacción ocurrirá a temperatura ambiente. Sin embargo aunque este sistema es muy activo tiene la desventaja de causar algún amarillamiento. Se tendrá en cuenta que la reacción de los peróxidos con los aceleradores pueden ser explosivas, por consiguiente no deben ser mezcladas juntas; sino que una de ellas será mezclada con la resina antes que la otra sea añadida. El amarillamiento puede ser evitado con el uso de los peróxidos alifáticos tal como el peróxido de ciclohexanona y el peróxido de metil etil ketona. Estos solamente originan los radicales libres a alrededor de 80 a 100°C pero pueden ser activados a temperatura ambiente mediante varios metales de transición. El acelerador más usado es el cobalto, generalmente como octoato o naftenato. La cantidad requerida para dar una gelificación y velocidad de curado aceptable es aproximadamente 0.01% de cobalto, dependiendo de la temperatura, contra aproximadamente 1% de peróxido. Los peróxidos son siempre suministrados diluïdos con una sustancia inerte debido a su naturaleza explosiva, por ejemplo el peróxido de benzoïlo puede ser mezclado con un polvo inerte, el peróxido de ciclohexanona puede ser dispersado en un plastificante para dar una pasta gruesa mientras que el peróxido de metil etil ketona puede ser disuelto en un plastificante para dar líquidos menos coloreados.

Los aceleradores son usados como soluciones diluïdas en estireno porque las cantidades requeridas son tan pequeñas, que de otro modo sería dificultoso mezclarlas uniformemente. En muchos casos las resinas son suministradas preaceleradas de modo que solamente se añadirá el catalizador antes de ser usado.

La reacción de curado se lleva a cabo en varias etapas, primeramente hay un período de inducción cuando aparentemente no sucede nada. En realidad los radicales libres se forman inmediatamente reaccionando con el inhibidor, el que fue añadido a la resina para darle el cuerpo adecuado. Este período de inducción es por supuesto muy usado para impregnar el refuerzo de fibra de vidrio, luego ocurre rápidamente la gelificación, como la red de estructura de enlace cruzado de la figura 4.2. Se desarrollan cantidades apreciables de calor dando lugar a la curva exotérmica de la figura 4.3.



Fig. 4.2 A Diagrama de la Estructura de la Resina curada

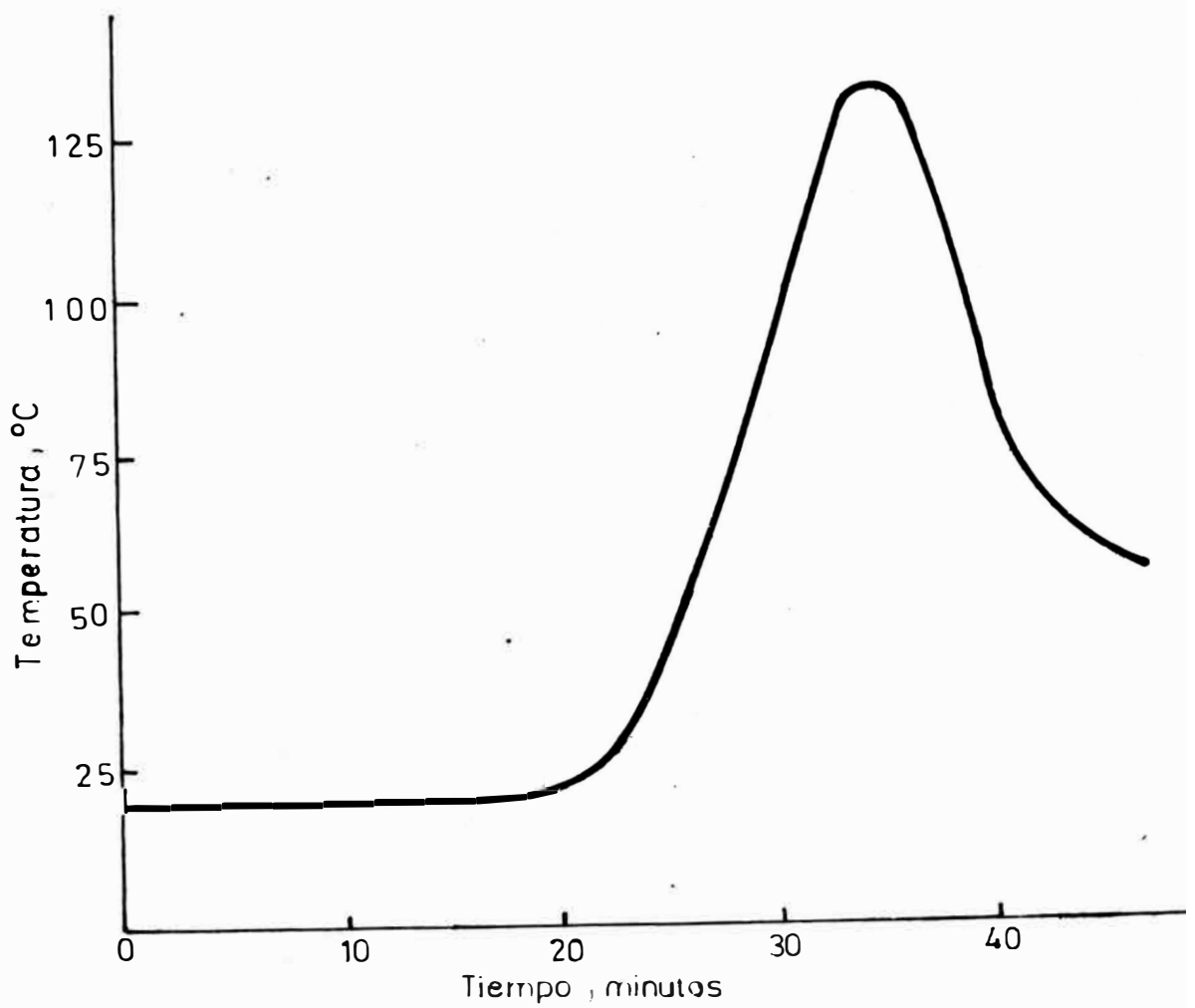


Fig. 4.3 EXOTERMA TIPICA

El aumento de la temperatura depende del espesor de la capa de resina y de la naturaleza de la superficie del molde. En secciones delgadas la velocidad de pérdida de calor prevendrá muchos incrementos en la temperatura.

El aire inhibe el curado dando como resultado una superficie rugosa debido a que el oxígeno reacciona preferentemente con los radicales libres bloqueando la reacción en cadena y formando menos radicales reactivos, esto se puede prevenir mediante el uso de una película plástica o por disolución de no más de 0.1% de cera parafínica en la resina. Después del curado de la resina esta cera es separada de la solución formando una película protectora. La tendencia a formar una superficie rugosa es menos acentuada cuando se usa aleceradores de cobalto, quizá debido a que actúan como secantes. Si se forma una superficie rugosa puede ser removida limpiándola con un solvente. El endurecimiento final de la resina continúa por un largo período de días o semanas, este endurecimiento puede ser favorecido y completado por un post curado a 80°C durante unas horas. Esto, sin embargo no es posible cuando se hacen grandes objetos, los cuales presentan una única posibilidad de ser poliésteres reforzados. Cuando se prueba las diferentes propiedades de la resina poliéster durante el curado algunas permanecen y otras cambian.

4,1,1,4, PROPIEDADES GENERALES DE LA RESINA POLIESTER

Los polímeros obtenidos con las resinas de poliéster no saturado muestran excelentes propiedades, caracterizadas por su fuerza mecánica, buena resistencia a los agentes químicos, resistencia a la intemperie y satisfactorias propiedades eléctricas, así como una alta temperatura de deflexión por el calor. Los datos que se dan a continuación son medidas promedio obtenidas con resinas poliéster no saturado de tipo standard.

a) PROPIEDADES EN FORMA LIQUIDA

Color : Desde casi incoloro hasta amarillento

Viscosidad: Entre 500-600cps

Contenido de Estireno: Entre 25-40% en peso

Densidad a 20°C: Entre 1.1. - 1.2.

Estabilidad: 6 meses o más (almacenado en condiciones de ambiente fresco y oscuro)

La viscosidad de la resina puede ser en muchos casos reducida por adición de estireno, además, la viscosidad depende grandemente de la temperatura.

b) PROPIEDADES EN FORMA POLIMERIZADA

PROPIEDADES MECANICAS

Las propiedades mecánicas de la resina poliéster no saturado polimerizadas pueden sustancialmente ser mejoradas cuando se incluyen dentro de ellas materiales de refuerzo. Como se puede apreciar en la Tabla 1, la cual nos muestra una información muy significativa con respecto al aumento de las diferentes propiedades mecánicas debido a la incorporación de fibra de vidrio.

TABLA 1

PROPIEDADES MECANICAS

	Tipo Standard, % en Peso de Fibra de Vidrio			
	0	30	40	60
Fuerza de Tensión	300-900	800-1000	1200-1400	3100-3300
Elongación a la Rotura	1.5-4	2	2	2
Fuerza de Flexión	1000-1500	1400-1900	2000-2400	3900-4400
Módulo de elasticidad (kp/cm ²)	35000	70000	90000	190000
Resistencia al Impacto (cm kp/cm ²)	7-14	50	70	110

c) PROPIEDADES TERMICAS

La conductividad térmica es baja, por consiguiente es necesario en muchos casos conseguir mayor aislamiento térmico. El coefi-

ciente de expansión térmica puede ser drásticamente disminuido con la incorporación de aditivos y materiales de refuerzo (fibra de vidrio).

Como se puede apreciar en la Tabla 4.2. los resultados obtenidos son similares al acero y aluminio.

TABLA 4.2.

COEFICIENTES DE CONDUCTIVIDAD TERMICA Y EXPANSION TERMICA LINEAL

	Tipo Standard, % en peso de Fibra de Vidrio					
	0	30	40	60	alum.	acer
Coefficiente de Conductividad Térmica	0.15	0.20	0.25	0.30	190	43
Coefficiente de Expansión Lineal 106/°C entre 20 y 75°C	7090	30	25	15	25	12

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS

Los materiales moldeados con resina poliéster insaturado no se vuelven quebradizos a temperaturas bajas, mientras que cuando son calentados presentan deformación plástica. Esto quiere decir que estos materiales no son soldables. Cuando se trabaja a temperatura elevada es necesario hacer notar que va a ocurrir una disminución reversible del módulo de elasticidad y de las propiedades mecánicas en general. Mientras que una reducción irreversible de la fuerza de tensión se presenta cuando se someten los materiales moldeados a exposición prolongada arriba de 130°C.

d) DESCOMPOSICION TERMICA Y COMPORTAMIENTO A LA LLAMA

A temperatura por encima de 140°C ocurre una marca depolimerización, durante este proceso hay una reformación de monoestireno el cual se evapora. Estos gases se inflaman a temperaturas superiores a los 400°C.

Los materiales moldeados que no son auto-extinguibles generalmente se queman y arden con la llama.

Se pueden manufacturar artículos con resina nacional poliéster, con propiedades autoextinguibles. Al cual es necesario agregarles entre un 7-10% en peso de trióxido de antimonio con el objeto de alcanzar el efecto óptimo. Existen también tipos especiales de resinas nacionales que no requieren de este aditivo y pueden ser utilizados en artículos que necesiten ser transparentes.

Se pueden manufacturar láminas de poliéster reforzado con fibra de vidrio con estos poliésteres, los cuales son resistentes a las cenizas y brasas así como al calor ocasionado por radiación.

e) PROPIEDADES ELECTRICAS

Los objetos moldeados con las resinas nacionales tienen excelentes propiedades eléctricas y de éstas la fuerza dieléctrica tiene particular importancia.

Existen tipos especiales de resinas nacionales especialmente desarrollados para uso eléctrico. Tal como nos muestra la tabla 4.3., donde se pueden apreciar sus principales valores.

Cabe mencionar que los datos expuestos en las tablas 4.1., 4.2. y 4.3. y las posteriores, acerca de las resinas nacionales fueron obtenidos de los fabricantes de resina nacional como por ejemplo COGRA S.A., RESINET DEL PERU S.A., VENCEDOR Y TEKNO.

4.1.1.5. CONDICIONES ESENCIALES PARA SU PROCESAMIENTO

a) PROPIEDADES OPTICAS

En su forma pura la mayoría de los tipos de resina nacional (Cograpol) exhiben propiedades similares al vidrio cuando están curadas: ellas son claras, transparentes, incoloras débilmente amarillentas.

Tienen principal interés comercial las láminas transparentes con fibra de vidrio, que ordinariamente dan una luz suave y difusa.

TABLA 4.1.

PROPIEDADES ELECTRICAS

PROPIEDADES		ASTM
- Constante dieléctrica		
25°C 60 Ciclos	3.5	D150-47T
25°C 1000 Ciclos	3.5	
- Factor de Disipación		
25°C 60 Ciclos	0.003	D150-47T
- Factor de Potencia		
25°C 60 Ciclos	0.0009	D150
- Resistividad al Volumen		
Ohms/cm x 1016	2.2	D157
- Resistividad en Superficie		
Ohms/cm x 1015	9.7	D157
- Fuerza Dieléctrica		
Volts/mil, 25°C	457	D149-44
- Resistencia al Arco,seg.	118	D495-48T
- Absorción de humedad,		
% 24 horas	0.01	

NOTA.-

Estos valores han sido obtenidos en placas de 1/8 de pulgada de espesor sin aditivos, ni pigmentos, ni cargas.

Pueden ser mucho más altos con cargas y refuerzos adecuados

Las propiedades arriba indicadas hacen a estas resinas muy adecuadas para cualquier tipo de aplicación eléctrica hasta una temperatura de 200°C.

La transmisión de la luz de estos laminados es solo ligeramente inferior al vidrio, es posible dar color a estos materiales con colorantes solubles. Los moldes para obtener placas opacas son pigmentados. Prácticamente se pueden obtener todos los colores y sus tonalidades.

b) PROPIEDADES QUIMICAS

Aunque las resinas de uso general son superiores a muchos materiales comunes en lo que se refiere a resistencia química. Existen tipos especiales de resinas nacionales que cumplen requerimientos específicos muy particulares.

c) PROPIEDADES BIOLÓGICAS

Los materiales moldeados con resinas no son atacados ni destruidos por insectos, hongos, bacterias. Por esta razón cuando se siguen condiciones esenciales en: la selección de los componentes, la construcción de los laminados, el curado y postcurado, éstas resinas son adecuadas para su uso en recipientes para el almacenaje de bebidas y alimentos.

d) COMPONENTES EN LA FORMULACION CON LA RESINA

De acuerdo al tipo particular de cada resina los siguientes componentes son necesarios:

- Agentes de reacción : endurecedor y acelerante
- Mono estireno: para bajar la viscosidad de la resina
- Cargas en polvo: talco, tiza, caolín, silicatos, baritina, asbesto, cuarzo, pigmentos y plásticos en polvo.
- Cargas granulares: arena, grava, cuarzo en grano, etc.

Estas cargas reducen el encogimiento y en muchos casos son extendedores baratos. Sin embargo sólo pueden ser usados en procesos que envuelven aplicaciones a presión o compactado (vibrado). Para artículos reforzados con fibra de vidrio la adición de cargas varía en el rango de 20-200 partes por peso y para -

morteros y concretos sintéticos entre 600-1400 partes por peso sobre 100 partes de resina.

e) COLORANTE-PIGMENTOS

Se obtienen colores transparentes y translucidos con colorantes solubles o pigmentos finamente dispersados.

Usualmente, los colores opacos son producidos con pigmentos dependiendo del poder cubriente y su fuerza tintórea las cantidades varían entre 1-15% sobre la resina. Los pigmentos orgánicos son los preferidos necesitándose de una molienda satisfactoria.

f) AGENTES TIXOTROPICOS

Son adicionados a las formulaciones, entre 1 a 4 partes sobre 100 partes de resina; para aplicaciones sobre superficies verticales especialmente en los llamados "gel coat". Su adición previene que las resinas se chorreen o descuelguen en la superficie.

g) LUBRICANTES

Utilizados para obtener una mayor facilidad en el desmolde evitando que la pieza se adhiera a los moldes.

h) INHIBIDOR Y ESTABILIZADORES

Utilizados para prolongar la estabilidad al almacenaje en las resinas ya formuladas tales como masillas, compuestos para moldear, barnices, etc.

Las resinas nacionales con las que se cuenta contienen incorporado un inhibidor; así como bajo pedido se puede adicionar estabilizadores a la luz, los cuales se usan para prevenir el amarillamiento a la luz o al menos minimizar este defecto.

i) TEJIDO DE FIBRA DE VIDRIO PARA SUPERFICIE

Conocido como "Mats" pesan entre 20-60 gr/m² y son usados en las superficies exteriores, contienen gran porcentaje de resina re -

sultando superficies más uniformes y resistentes a la intemperie y a los productos químicos.

j) MATERIALES DE REFUERZO

La fibra de vidrio usada casi exclusivamente en la práctica, es el material de refuerzo por excelencia.

k) FIBRA DE VIDRIO (Mats)

Este es el mayor y más ampliamente usado material de refuerzo, es un material no tejido con un peso uniforme por unidad de superficie y que consiste en filamentos de vidrio cortados y enteros unidos entre sí por un aglomerante.

Los laminados que se obtienen con este refuerzo contienen entre 20 y 45% en peso de fibra de vidrio.

l) HILOS DE FIBRA DE VIDRIO (Roving)

Consisten principalmente en un número dado de finísimos hilos que forman un rollo. En esta forma son principalmente empleados para tuberías y recipientes con contenido de fibra de vidrio entre 60 y 70% por peso.

4.1.1.6. CURADO Y POSTCURADO

El curado de las resinas de poliéster insaturado tiene un efecto crítico sobre la calidad del artículo terminado.

Los siguientes tipos de curado son empleados comunmente:

- a) Peróxido orgánico con aplicación de calor entre 90-160°C
- b) Hidroperóxido con acelerante de cobalto a temperatura ambiente entre 15-25°C
- c) Peróxido de benzolilo con acelerante del tipo amino para temperaturas frías entre 10-25°C.

El curado por calor (a) permite ciclos de moldeo más rápidos cuando el moldeo se lleva a cabo en moldes de acero calentados.

Temperatura de moldeo entre 90-130°C se usa comunmente en moldeo húme do, mientras que con "compuestos" se procesa entre 140-160°C.

El curado a temperatura ambiente (b) se caracteriza por requerir un largo tiempo para desmoldar.

El proceso para curado en frío procede (c) más rápido que el curado con cobalto y tiene la ventaja, que el proceso se completa también a baja temperatura.

Es de hacer notar que con el curado con a $\text{m}\text{i}\text{n}\text{a}\text{s}$, resultan artículos de color amarillo hasta marrón y no es adecuado para objetos donde se necesi ten colores naturales.

El mejor método para determinar el grado de curado es la determina - ción del contenido de estireno residuales, es decir, la cantidad de mono estireno (solvente) que no ha sido incluido en la copolimerización. Pa- ra especificaciones muy exactas de artículos terminados (resistencia quí mica, estabilidad a la intemperie, estabilidad térmica, ausencia de olor) el contenido de estireno residual deberá ser tan bajo como seaaposible.

4.1.1.7. TIPOS DE RESINAS (Nacionales)

Se fabrican los siguientes tipos de resinas, que absuelven un amplio campo de aplicación.

COGRAPOL UG 3640	(USO GENERAL)
COGRAPOL GC 3641	(GEL COAT)
COGRAPOL IB 3642	(BOTONES)
COGRAPOL AE 3643	(AU TOEXTINGIBLE)
COGRAPOL RQ 3644	(AGENTES QUIMICOS)
COGRAPOL IM 3645	(MUEBLES)
COGRAPOL IE 3646	(USO ELECTRICO)
RESIPOL UG - 100	(USO GENERAL)

De las resinas antes mencionadas, las que son usadas para nuestros fines son:

COGRAPOL UG 3640, COGRAPOL GC 3641 y RESIPOL UG -100.

COGRAPOL UG 3640

RESINA DE POLIESTER INSATURADO DE USO GENERAL

El COGRAPOL UG 3640 es un poliéster insaturado de baja viscosidad de tipo resilente, utilizado para la mayor parte de aplicaciones de moldeo por contacto (plásticos reforzados con fibra de vidrio). Diseñado especialmente para curar adecuadamente a temperatura ambiente en un amplio rango de temperaturas y a varias concentraciones de acelerantes y catalizador, lo cual dá al usuario la oportunidad de controlar la producción tanto en moldeo de artículos pequeños como de grandes piezas.

Usos y Aplicaciones Principales

Todo tipo de artículos reforzados con fibra de vidrio, tales como botes, tanques, laminados, tuberías, etc.

Especificaciones

Viscosidad Brookfield 25°	500-800 cps
Color Gardner 1933	2 máximo
Contenido de estireno	30 ± 2%
Densidad a 20°C	1.13
Acidez	40 máximo
Estabilidad (almacenado en lugar fresco y oscuro)	6 meses o más

Propiedades de la Resina Endurecida

Dureza Barcol	40-45
Fuerza de Tensión	8-11,000 lb/pulg ²
Fuerza de flexión	13-15,000 lb/pulg ²
Módulo de flexión	5.3-5.7 x 10 ⁵ lb/pulg ²
Temperatura de deflexión bajo carga	70°C
Absorción de agua	Máximo 0.12%

Utilización

La resina debe ser acelerada con cobalto (0.01-0.06%) y catalizada con peróxido de metil etil ketona (1 a 3%) si se desea un endurecimiento a temperatura ambiente, o con 1 a 2% de peróxido de benzoilo para endurecimiento con calor.

Tiempo de Gelificación

La siguiente proporción sirve como punto de partida:

100 gramos de resina

1 gramos de cobalto 1% (0.2 gramos de cobalto al 6%)

2 gramos de Peróxido MEK

Obteniendo un tiempo de Gel entre 12 y 20 minutos (dependiendo de la temperatura ambiente).

NOTA.-

Es de hacer notar que si el peróxido toma contacto en su forma pura como acelerante de cobalto ocurrirá una deflagración por la descomposición violenta del peróxido pudiendo tener caracteres explosivos por consiguiente tener cuidado de mezclar bien la resina con el acelerante de cobalto y luego añadir el peróxido.

RESIPOL UG-100

Tipo.- La resina poliéster UG-100 es un poliéster no saturado de uso general.

Especificaciones

Contenido normal de sólidos	69-71%
Solvente	Monoestireno
Viscosidad (tubos Gardner) (25°C)	U-W
Viscosidad (Copa Ford # 4) (seg.25°C)	250-300
Número de Acido	35-45
Color Apha	máx 100
Color Gardner	máx 1
libras/galón	11.14

Gravedad específica	1.1
Estabilidad en la oscuridad a 25°C	6 meses

Características de Gelificación

Preparación "A"

Resina	100 gramos
Cobalto (6%)	1 gramo
M.E.K.P.	1 gramo
Verano: de 4 a 6 minutos	
Invierno de 8 a 11 minutos	

Preparación "B"

Resina	100 gramos
Cobalto (6%)	1 gramo
M.E.K.P.	1.5% gramos
Verano: de 3 a 4 minutos	
Invierno: de 6 a 8 minutos	

Propiedades de la resina curada (sin relleno)

Resistencia a la tensión	500 kg/cm ²
Resistencia a la flexión	950 kg/cm ²
Dureza Barcol	42

Aplicaciones

La resina UG-100 por sus buenas cualidades físicas es recomendada para trabajos de moldeo, sola o con rellenos (generalmente fibra de vidrio), tales como carrocerías de automóviles, ómnibuses, casillas, a naqueles, etc.

Con esta resina se puede lograr curados en colores utilizando como catalizador el peróxido de benzoilo, sin el acelerador cobalto y sometiéndola al calor por un tiempo moderado.

Recomendaciones

Al utilizar poliéster UG-100 con acelerador de cobalto y catalizador de MEKP recomendamos:

- 1° Mezclar la resina con el acelerador homgenizando bien el sistema
- 2° A la mezcla anterior agregarle el catalizador M.E.K.P.
- 3° Por ningún motivo debe mezclarse el catalizador con el acelerador, ya que la mezcla de ambos origina una descomposición violenta con peligro de explosión.

COGRAPOL GC-3641

RESINA DE POLIESTER INSATURADO PARA EL "GEL COAT"

El COGRAPOL GC 3641 es una resina de poliester utilizada transparente o pigmentada sin refuerzo de fibra de vidrio para dar color o acabados transparentes a una superficie exterior de los artículos fabricados con refuerzo de fibra de vidrio.

Usos y principales aplicaciones

Artículos tales como botes, piscinas, carrocerías de automóviles e in finidad de artículos emplean esta técnica. Los principales requerimientos para una resina tipo "Gel Coat" son: Resistencia a la intemperie, resistencia a la abrasión, dureza y resiliencia.

El COGRAPOL GC 3641 ha sido formulado para cumplir estos requerimientos.

Especificaciones

Viscosidad Brookfield 25°C	1100-1700cps
Color Gardner 1933	2 máximo
Contenido de estireno	24%
Contenido de metil metacrilato	6%
Densidad a 20°C	1.12
Acidez	30 máximo
Estabilidad (almacenado en lugar fresco y oscuro)	6 meses

Propiedades de Resina Endurecida

Dureza Barcol	45-48
Fuerza de Tensión	10-12000 lb/pulg ²

Fuerza de flexión	16-17000lb/pulg ²
Fuerza de flexión	13-15000 lb/pulg ²
Módulo de flexión	5.3.-5.7 x 10 ⁵ lb/pulg ²
Temperatura de deflexión bajo carga	70°C
Absorción de agua	Máximo 0.12%

Utilización

La resina debe ser acelerada con cobalto (0.01-0.06%) y catalizada con peróxido de metil etil Ketona (1 a 3%) si se desea un endurecimiento a temperatura ambiente o con 1 a 2% de peróxido de Benzoilo para endurecimiento con calor.

Tiempo de Gelificación

La siguiente proporción sirve como punto de partida:

100 gramos de resina

1 gramo de cobalto 1% (o 0.2 gramos de cobalto al 6%)

2 gramos de Peróxido MEK

Obteniendo un tiempo de Gel entre 12 y 20 minutos (dependiendo de la temperatura ambiente).

4.1.2. SISTEMA REFUERZO

4.1.2.1. ANTECEDENTES

Se sabe que hace muchos siglos el vidrio fundido podía ser estirado en filamentos para propósitos decorativos también que se produjeron monofilamentos de vidrio corriente que luego fueron tejidos en mallas y usados como materiales aislantes al calor, pero aparte de esta aplicación no encontraron otra en la industria.

Por el año de 1930 la "Owens Corning Fiberglass Corporation" de los Estados Unidos desarrolló filamentos contínuos de fibra de vidrio torcida y descubrió que cierto tipo de vidrio podía ser estirado desde la base de un crisol de platino, calentado eléctricamente y adelgazado para obtener filamentos contínuos de aproximadamente 10 μ m de diámetro y

reunido luego dentro de una malla multifibrosa, dispuestos según el tamaño y enrollado en un carrete a alta velocidad, luego este tipo de vidrio podía ser procesado en una máquina textil convencional, obteniéndose un tejido. El principal uso del hilado y del tejido fue para reforzar los sistemas aislantes eléctricos.

Una composición del vidrio que dio buenas propiedades eléctricas - era de borosilicato con calcio y alúmina con un contenido álcali menor del 1% y podía ser estirado en filamentos finos, este vidrio llegó a ser comunmente conocido como el vidrio "E", cuyas propiedades eran su alta resistencia acompañado de un alto módulo de Young y su resistencia a la intemperie y podía ser usado como refuerzo para resinas termoestables para muchas aplicaciones industriales.

Los primeros intentos de usar la fibra de vidrio para resinas de usos estructurales fracasaron debido a la naturaleza quebradiza del material que no se prestaba a ser moldeado a alta presión. Sin embargo con el advenimiento de las resinas de tipo poliéster en los Estados Unidos en 1942, las que podían ser curadas usando baja presión de moldeo o inclusive a presión atmosférica y sin producir residuos, fue entonces que el uso de fibra de vidrio como material de refuerzo llegó a ser realidad y su utilización en los plásticos reforzados comenzaron a crecer rápidamente.

4.1.2.2. TIPOS DE VIDRIO

Hay varios tipos de vidrio tan buenos como el vidrio "E" los cuales pueden ser también estirados en filamentos continuos. Un vidrio de borosilicato y alúmina con un contenido de álcali hasta del 5% podía originar fibras de vidrio con propiedades físicas iguales a las del vidrio "E" pero inferior eléctricamente.

Un vidrio de cal y soda con un contenido álcali que varía del 10 al 15% comunmente conocido como vidrio A puede ser usado en refuerzos, pero es inferior tanto en propiedades físicas como eléctricas; pero debido a su menor costo encuentra aplicaciones en los plásticos reforzados donde la alta resistencia física y las buenas propiedades eléctricas no

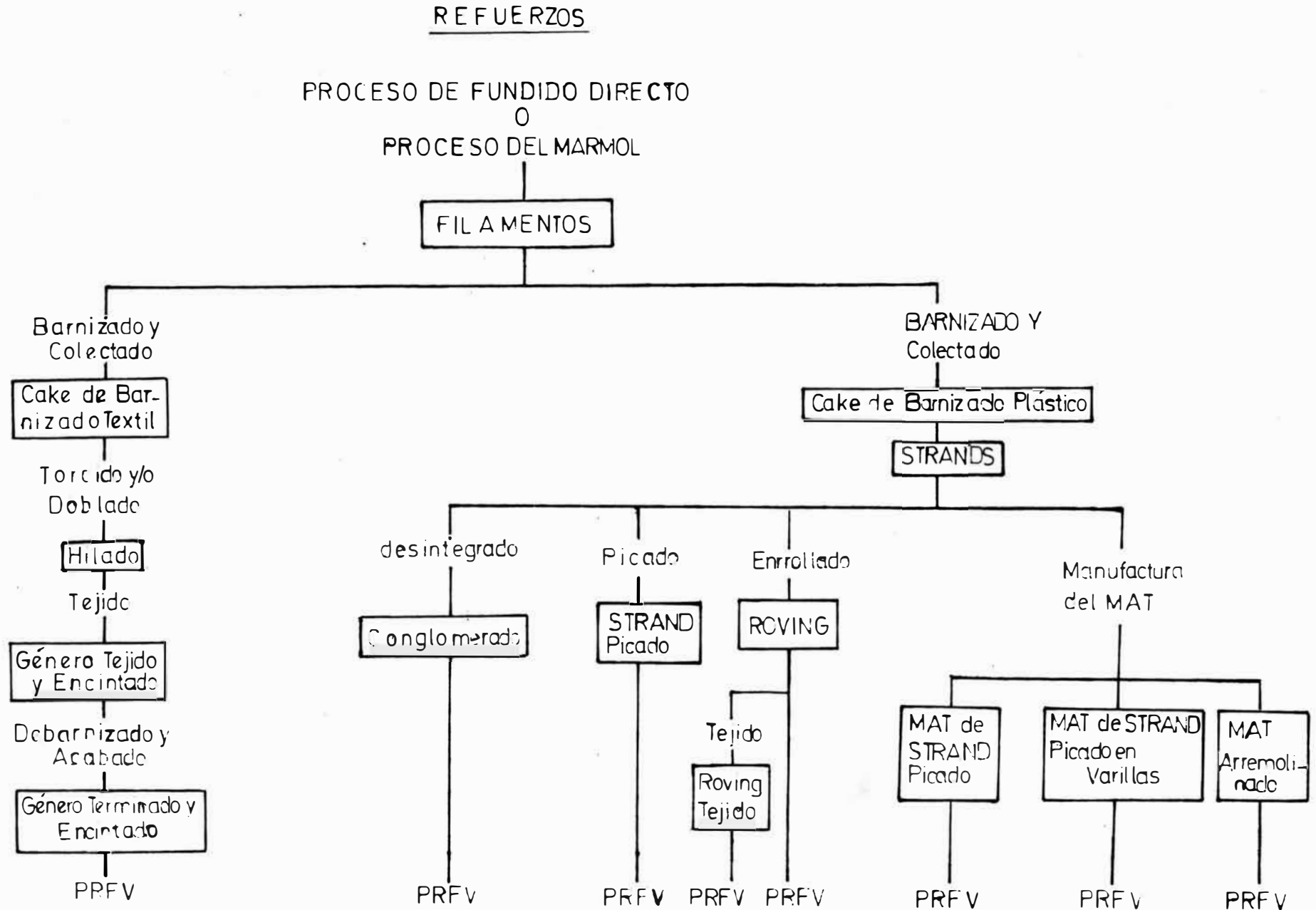
son de principal importancia y el producto final no es sometido a ataques severos de humedad, pero al ser atacados por ácidos su resistencia es superior al vidrio E. Recientemente un nuevo vidrio fibrolizable ha sido desarrollado por la Owens Corning Fiberglass Corporation que consiste de sílice alúmina y magnesia combinado en proporciones para dar una composición de vidrio que tenga la relación necesaria entre viscosidad, temperatura y miscibilidad, este vidrio es conocido como vidrio "S". Este es requerido para producir fibras de vidrio de filamento continuo con una resistencia mayor del 40% y su resistencia a 100°C de temperatura mayor que el vidrio E. Sin embargo su fabricación es más costosa que el vidrio E y sus usos son especificados para cápsulas espaciales y misiles en los Estados Unidos. De otro modo el vidrio E debido a su versatilidad y sus propiedades únicas de acabado tales como un buen proceso textil, su adaptabilidad a la industria eléctrica tanto en forma de tejido como en forma de strand, ha llegado a ser la mejor fibra de vidrio en la industria de plásticos reforzados. Las propiedades de todos los productos finales están reunidas en la fig. 4.4.

4.1.2.3. DEFINICIONES

- a) ROVING.- Un conjunto de strands paralelos
- b) STRAND.- Un conjunto de filamentos unidos con un barniz
- c) FILAMENTO.- Una sola fibra de vidrio estirada
- d) BARNIZ.- Material aplicado al strand durante su manufactura para facilitar su procedimiento y su uso.
- e) AGENTE COPULANTE.- Aditivo para mejorar el rendimiento del roving en uso
- f) CANTIDAD DE ROVING TEX.- La masa en gramos por km de roving
- g) ROVING TIPO W.- Para superficies de tejido enrollado y estirado
- h) ROVING TIPO C.- Para fines de picado

Cada tipo está disponible en cualquier grado, grado normal o grado selecto dependiendo de la frecuencia del ensayo aplicado.

Figura 4.4



Este Diagrama muestra los Procesos involucrados en la Conversión de los Filamentos Continuos de Vidrio E a varios Productos de Fibra de Vidrio e indica los Productos usados en la Manufactura del Plástico reforzado con Fibra de Vidrio.

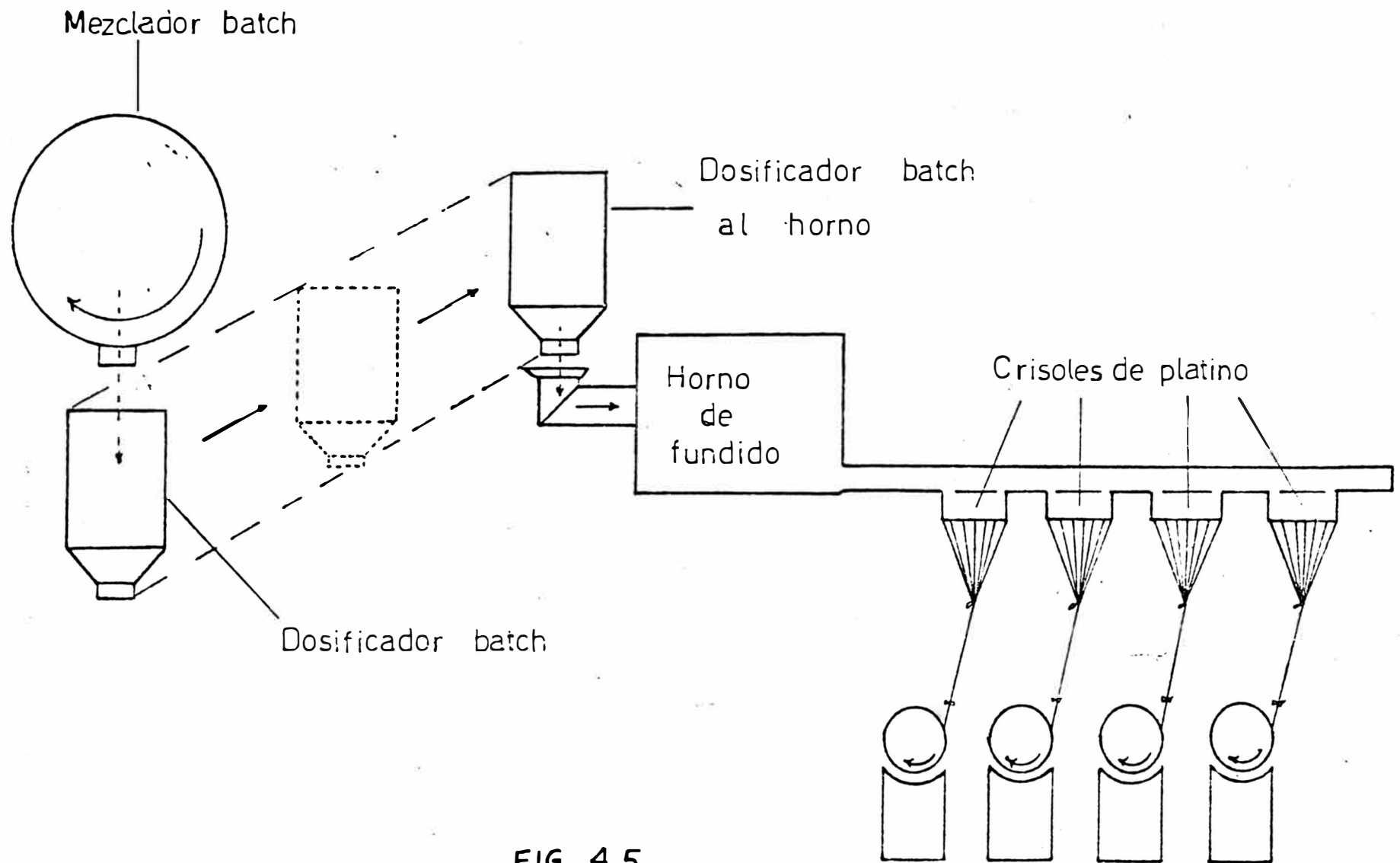


FIG. 4.5

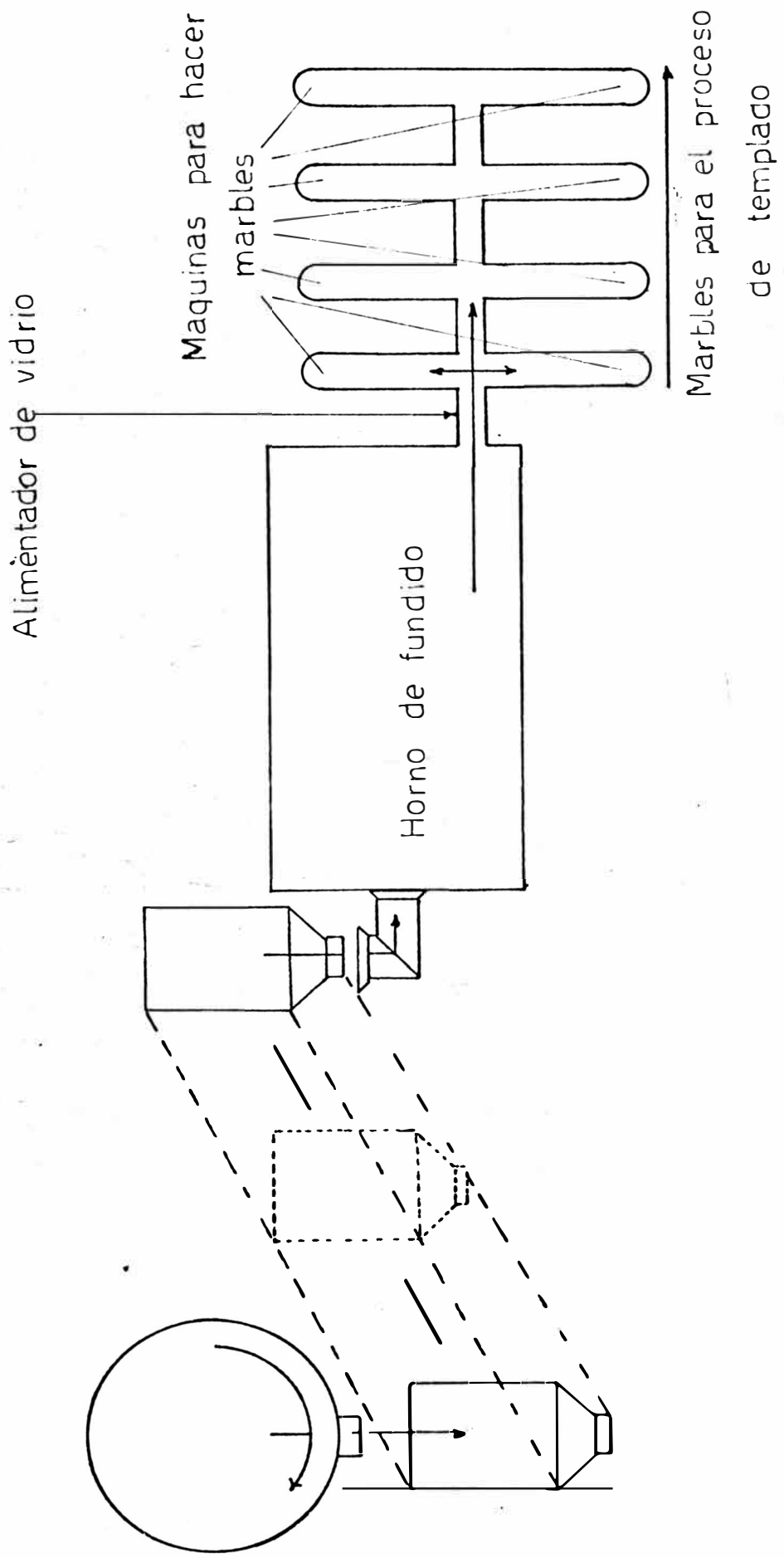


FIG. 4.6

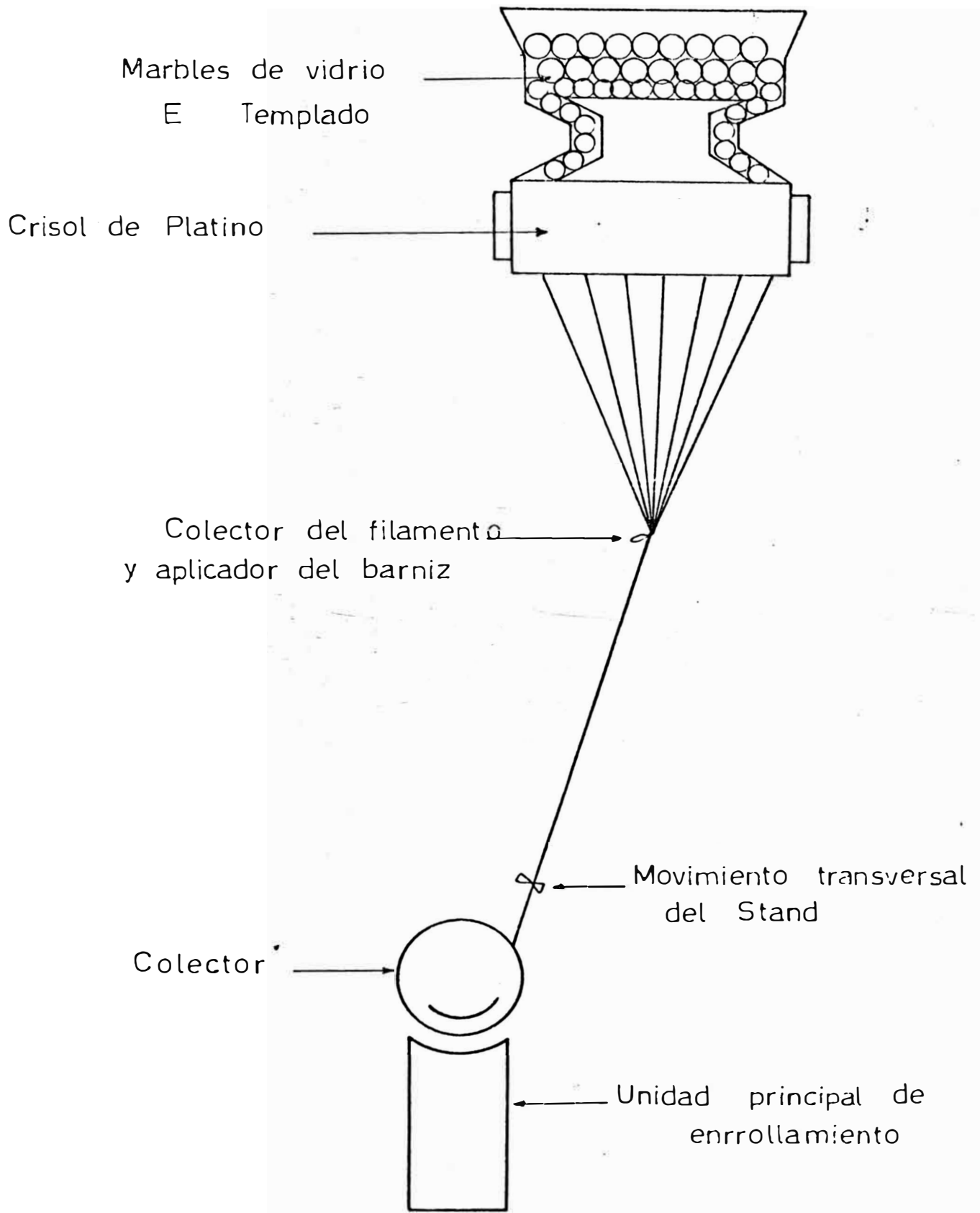


FIG. 4.7

4.1.2.4. MANUFACTURA DE LA FIBRA DE VIDRIO PARA REFUERZO

El vidrio E es producido por la combinación de una variedad de componentes inorgánicos, de los cuales la sílica se encuentra en poco más del 50%, estos componentes son colocados en una tolva la cual es usada para alimentar a un horno de fundido a alta temperatura. Los óxidos metálicos interactúan y pasan a través del horno a elevada temperatura alrededor de 1600°C a cuya temperatura los gases disueltos son removidos y se obtiene el vidrio con una composición homogénea.

En el sistema de fundido directo el vidrio refinado es alimentado directamente a crisoles de platino para obtener filamentos continuos como se aprecia en la figura 4.5.

En el proceso del marble el vidrio refinado es primero convertido a bolillas de vidrio en una máquina para hacer marbles, luego estas bolillas son templadas y fundidos nuevamente en un crisol reductor de platino como se muestra en la figura 4.6.

En ambos procesos se usa un crisol de platino calentado eléctricamente, la base de este crisol contiene entre 100 y 800 boquillas de diseño especial. El diámetro del orificio en la boquilla puede ser variada dependiendo del tipo de producto final requerido. Las esferas de vidrio fundido en la base de los orificios son adelgazados mecánicamente en filamentos continuos a una velocidad aproximada de 50m/s. Los filamentos son luego reunidos en cordones continuos en un mango de aplicación medida y enrollados en un mandril a alta velocidad, como se muestra en la figura 4.7.

El diámetro de las fibras es controlado por el tamaño del agujero en el orificio del crisol, de la viscosidad del vidrio y del grado de adelgazamiento, esto significa que la cantidad del hilo de vidrio puede ser variado sin cambiar necesariamente el crisol.

El diámetro de los filamentos usados en el roving será definido con un código de letras como sigue.

CODIGO	RANGO DEL BIAMETRO DEL FILAMENTO (μm)	
	DE	HASTA
G	8.75	10.00
H	10.00	11.25
J	11.25	12.50
K	12.50	13.75
L	13.75	15.00

μm : micrómetros

FUENTE: Norma BS 3691, 1969.

4.1.2.5. BARNICES

Los filamentos de vidrio solos son dañados mecánicamente con facilidad y son sujetos a la abrasión propia, para minimizar estos efectos se usa barnices textiles o plásticos, llamados también revestimiento, el barniz se añade de acuerdo a los requerimientos de los productos finales en la boquilla colectora, como se puede apreciar en las figuras 4.5, 4.6 y 4.7.

La adición del barniz en este paso inicial, del proceso proporciona protección a los filamentos iniciales y los une en un cordón permitiéndoles ser fácilmente desenrollados del cake, en los casos posteriores del proceso, tales como la preparación del hilado y el tejido en una máquina textil y la conversión a roving, cordones picados y tejido picado.

El barniz aplicado a los diferentes filamentos de vidrio durante la operación de estirado es sumamente importantes.

El barniz textil consiste de un sistema de aceite vegetal emulsificado-almidón dextrógiro, el cual permite al cordón ser torcido, doblado y tejido sin daño mecánico para las fibras de vidrio. Este tipo de barniz no es compatible con las resinas poliésteres o epóxicas y tienen que ser parcial o completamente removidas del tejido dependiendo del producto final y en muchos casos es añadido un agente copulante de resina. Este barniz es compatible con las resinas poliésteres, epóxicas y fenólicas.

El segundo tipo de barniz es conocido como barniz plástico y está formado de acetato de polivinilo adecuadamente plastificado conteniendo un agente copulante de resina. Este barniz es compatible con las resinas poliésteres, epóxicas y fenólicas, dependiendo del tipo de agente copulante usado y no requiere ser removido después que el proceso ha sido concluído. La incorporación del agente copulante de resina permite mejorar la unión entre la resina laminada y la fibra de vidrio barnizada y mejora las propiedades mecánicas y eléctricas de la lámina reforzada.

Ultimamente se está usando un barniz plástico conteniendo un agente copulante de resina, el cual es compatible con las resinas poliésteres y ha mejorado la resistencia a la abrasión.

Los rovings con este tipo de barniz pueden ser tajidos sin el excesivo daño a las fibras, lo que da como resultado un rango de roving tejido los cuales no necesitan de un nuevo barnizado.

4.1.2.6. PROPIEDADES DE LOS FILAMENTOS DE VIDRIO "E"

Se han realizado muchos trabajos experimentales para determinar el efecto de las condiciones de producción sobre la resistencia a la tensión del vidrio E. Se demostró que la resistencia a la tensión del filamento de vidrio E aumenta con la disminución del diámetro de la fibra y la resistencia a la rotura de las fibras de vidrio era independiente del diámetro de la fibra y cerca de $345 \times 10^4 \text{KN/m}^2$. Alcanzada la temperatura del vidrio fundido a la cual la fibra era estirada, era suficiente para permitir la producción de una fibra de vidrio de diámetro uniforme, luego la fibra será cuidadosamente ensayada. Sin embargo bajo condiciones normales de producción la resistencia a la rotura de la fibra de vidrio E es reducida casi a la mitad, debido a daños mecánicos durante el proceso y el rango es de $140-200 \times 10^4 \text{KN/m}^2$.

Los filamentos de vidrio E sin barniz, tienen las propiedades que se muestran en la tabla 4.4. y 4.5. que da el tipo y diámetro de filamentos de vidrio E básicos. En la tabla 4.6. se muestra la tendencia de los radios a la rotura de los diferentes tipos de filamento de vidrio

que aumentan con el incremento del diámetro del filamento confirmando la tendencia a usar filamentos finos para procesos textiles y filamentos ordinarios para los refuerzos tejidos. Los filamentos ordinarios son más baratos de producir y toleran fácilmente el grado requerido en el proceso para refuerzos tejidos.

La Owens Corning Fiberglass Corporation ha logrado recientes mejoras en las técnicas de manufactura, resultando en la producción comercial de filamentos de vidrio y puede verse en la Tabla 4.7. Estos filamentos de vidrio son de extrema fineza y se inclina más fácilmente antes que romperse, esta es una propiedad importante de los filamentos para el proceso textil.

4.1.2.7. REFUERZOS DE FIBRA DE VIDRIO PARA TUBERIAS

ROVING.-

Es un conjunto de strands enrollados en un cono. El uso del roving en la Industria del Plástico Reforzado ha aumentado considerablemente durante los últimos años, ya que han sido desarrollados para usos finales específicos y pueden ser divididos en las siguientes categorías:

- a) Roving depositado
- b) Roving preformado
- c) Roving laminado transparente
- d) Filamento enrollado y roving de malla labrada
- e) Roving de grado tejido

El número de hilos en un roving puede variar desde 2 para el roving de grado tejido hasta 120 para un roving de grado picado.

El tipo y cantidad del barniz plástico sobre el hilo y el agente copulante de la resina son sumamente importantes juntamente con el tipo de roving.

- a) El uso de roving depositado utilizando la técnica de aspersión con pistola al costo del método por contacto utilizando esterilla de vidrio ha sido incrementado rápidamente durante los últimos años.

TABLA 4.4.

PROPIEDADES DE LA FIBRA DE VIDRIO "E"

Propiedades	Valores
Físicas y Mecánicas:	
Gravedad Específica	2.55
Tenacidad	62 g/tex
Resistencia a la tracción	175×10^4 KN/m ²
Módulo de Young	7×10^7 KN/m ²
Elongación en el punto de ruptura	2.5%
Módulo de Poisson	0.2
Histerisis	Ninguna
Fluencia	Ninguna
Térmicas:	
Coefficiente de expansión térmica	4.7×10^{-6} /K
Coefficiente de conductividad térmica	1.05W/mK
Eléctricas:	
Constante dieléctrica	6.43 a 10^2 Hz 6.11 a 10^{10} Hz
Ópticas:	
Índice de Refracción	1.548

FUENTE: PARKYN, Glass Reinforced Plastics

TABLA 4.5.

TIPO Y DIAMETRO DE LOS FILAMENTOS BASICOS DE VIDRIO "E"

Designación del Filamento	Diámetro del filamento básico m x 10 ⁵
Beta	457
D	508-632
E	635-759
G	889-1013
J	1143-1267
K	1270-1395
L	1397-1521

FUENTE: PARKYN, Glass Reinforced Plastics

TABLA 4.6.

Designación del filamento	Diámetro de la fibra m x 10 ⁻⁵	Radio de flexión en el punto de ruptura mm x 10 ⁻⁵
Beta	368	3810
DE	640	6604
G	902	9398

FUENTE: PARKY, Glass Reinforced Plastics

TABLA 4.7.

VENTAJAS DE LA FIBRA DE VIDRIO "E" SOBRE OTROS MATERIALES CA CUANDO ES USADO COMO REFUERZO PARA PLASTICOS

1. Disponibilidad inmediata de materia prima para la producción
2. Alta resistencia a la tracción
3. Alto Módulo de Young
4. Baja extensibilidad
5. Buenas estabilidad dimensional
6. No presenta fluencia
7. Resistencia a temperaturas hasta de 500°C
8. Completa incombustibilidad
9. Inmunidad al ataque biológico
10. Buenas resistencia al ataque químico
11. Buena resistencia a la intemperie
12. No absorbe humedad
13. Buenas propiedades eléctricas
14. Disponibilidad en una variedad de formas para unos particulares en la industria del plástico reforzado.

FUENTE: PARKYN, Glass Reinforced Plastics.

Las razones principales son: menores costos de materia prima, rápida producción con una disminución en el residuo y reducido costo de mano de obra. Se han desarrollado tipos especiales de roving para usarlos con pistola atomizadora. Hay varios tipos de atomizadores en el mercado, su función es picar el roving en longitudes especificadas, generalmente alrededor de 20-40 mm se añade la resina y el catalizador al cañón y atomiza sobre el molde una mezcla de hilo picado y resina poliéster catalizada. Un roving adecuado para ser usado con atomizador debe tener las siguientes características:

FACILIDAD DE PICADO

Esta es una medida de la habilidad del roving a ser picado consistentemente y desmenuzado en hilos individuales sin aglomeración de la unidad picada. La principal falla de muchos rovings depositados es su tendencia al encintado y no separarse en hebras individuales.

NO AUMENTO DE SU CARGA ESTÁTICA

La fibra picada causa el aumento estático para adherirse originando la obstrucción del atomizador.

FACILIDAD DE CONSOLIDACION

Esta característica cubre el rápido humedecimiento externo de las fibras con la resina removiendo el aire.

- b) Si el operador usa matrices de metal apareado para hacer las preformas, entonces los rovings adecuados para el trabajo de depositado son también adecuados para el preformado.
- c) Hay una tendencia a cambiar la esterilla a roving para la manufactura de láminas transparentes y esto da como resultado un ahorro considerable en la materia prima y su uso favorece la automatización del proceso. Un roving adecuado para la manufactura de láminas translúcidas debe tener las siguientes características:

Facilidad de picado y liberación del cono
Rápido humedecimiento con la resina poliéster

Libertad de variación en el contenido de barniz que si está presente origina diseños fibrosos en la lámina terminada.

Barnizado especial para favorecer un buen laminado transparente, y lograr que el índice de refracción de la fibra de vidrio-barniz sea similar al de la resina poliéster.

Buenas propiedades de resistencia a la intemperie

- d) La principal característica de un roving adecuado para filamento enrollado, es aquél que cuando es tejido aún bajo tensión tiene la habilidad de permanecer en una forma encintada, pero se humedece rápidamente cuando pasa a través del baño de resina.

Los carretes son normalmente usados para suministrar el roving a la máquina de filamento enrollado, entonces serán necesarios buenas características de abrasión.

- e) El roving adecuado para ser tejido debe tener las siguientes características:

La habilidad de permanecer en forma de encintado desde un envase hasta un telar, pero desmenuzable en hilos individuales durante la operación de tejido, buena resistencia a la abrasión a bajo contenido uniforme de barniz es también un factor significativo.

La Tabla 4.8. proporciona las propiedades típicas del roving de grado depositante y transparente. Los valores dados en la tabla 4.8. son para laminado con 30% de contenido de vidrio.

TABLA 4.8.

PROPIEDADES TÍPICAS DE LAMINADOS DE FIBRA DE VIDRIO-RESINA
POLIESTER USANDO ROVING TIPO DEPOSITANTE Y ROVING CON RE -
VESTIMIENTO TRANSPARENTE

	Tipo de Roving		
	Depositante	Transparente	
	Roving endurecido - c.milano	Roving endurecido con cromo	Roving milano con bajo contenido de barniz
Gravedad específica	1.42	1.46	1.42
Resistencia a la Tracción kN/m ² x 10 ⁴	9.8	9.9	10.0
Módulo de Tracción kN/m ² x 10 ⁷	0.66	0.69	0.79
Resistencia a la Flexión kN/m ² x 10 ⁴	18.8	22.6	23.8
Módulo de Flexión kN/m ² x 10 ⁷	0.55	0.55	0.55
Resistencia a la Tracción después de 24 horas de hervido en agua con contenido de fibra de vidrio tex.	90% 30%	85% 30%	95% 30%
	2280	2280	2280

FUENTE: PARKYN, Glass Reinforced Plastics

4.2. DESCRIPCION DE LOS PROCESOS TECNOLOGICOS

4.2.1. PROCESO DE FABRICACION DE TUBERIAS Y ACCESORIOS DE PLASTICO REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO POR EL METODO DE FUNDICION CENTRIFUGA

4.2.1.1. INTRODUCCION

En el método de la fundición centrífuga el refuerzo y la resina son aplicados al interior de la superficie de un tanque rotativo cilíndrico, alargado, parabólico e inclusive a un disco plano cortante que sirve como molde. La velocidad de rotación es controlada para conseguir la fuerza centrífuga deseada, la cual sirve para mantener el material de plástico reforzado con fibra de vidrio contra la super-

ficie del molde. Presionar el molde origina la compactación del refuerzo, removiendo el aire del refuerzo y de la resina curada; al finalizar el curado el artículo es removido del molde con amplia facilidad.

La fundición centrífuga es limitada esencialmente a partes cilíndricas y simétricas, y/o superficies de revolución. Los productos típicos incluyen tubos de variado diámetro y longitud que superan los 20 pies para uso de las industrias petroleras y químicas, para instalaciones sanitarias, tubos submarinos de lanchas, tanques de combustible y muchos otros.

4.2.1.2. MATERIALES

a) REFUERZOS

Todas las formas de refuerzo de fibra de vidrio descritas anteriormente pueden ser usadas en la fundición centrífuga. Para los tubos el refuerzo puede ser del tipo de roving picado, tejido de strand picado y otros. Para tanques son comunmente usadas tejidos de fibras en forma de planchas o lienzos. En otros tipos de artículos se dará la forma al refuerzo en una operación inicial y luego se añadirá la resina.

b) RESINAS

Las resinas usadas son las del tipo poliéster no saturado catalizadas con peróxido de metil etil ketona MEK y aceleradas con nafatenato de cobalto. Para las aplicaciones que requieren una resistencia química excepcional la resina puede ser un bisfenol "A" y el catalizador puede ser el peróxido de benzoilo con un iniciador de dimetil anilina.

4.2.1.3. EQUIPO Y HERRAMIENTAS

El equipo para la fundición centrífuga es generalmente diseñado para uniformizar el artículo a producir. Hay un pequeño equipo llamado equipo de uso general. Grandes operaciones de fundición para productos tales como: tuberías y pequeños tanques utiliza equipo di-

señado especialmente para el producto particular. Las bombas, aplicadores, rodillos y herramientas de mano son adaptadas de los modelos estándares.

HERRAMIENTAS ROTATIVAS

Generalmente son suministradas velocidades variables de rotación para obtener baja velocidad durante la carga de la resina y velocidad durante la densificación y curado de la resina.

CALENTADORES

Como medio de calentamiento algunas manufacturas permiten solamente una llama de gas para penetrar en la superficie exterior del molde rotativo, haciendo posible mantener separado el vapor de estireno. También es usado aire caliente, moldes enchaquetados y aceite o vapor como medio de calentamiento. El calentamiento no es indispensable para el proceso centrífugo pero es necesario para obtener curas más rápidas y aumentar la producción.

HERRAMIENTAS

Para los tubos los moldes deben ser de una sola pieza, debido a que la fundición se encogerá y podrá ser removida fácilmente de la superficie del molde, el cual debe ser liso y libre de oscilaciones. Se debe tener especial cuidado para asegurar el balance dinámico del molde.

Debido a que ocurre calentamiento y enfriamiento repetido, el material del molde debe ser normalizado antes de finalizar el proceso para evitar posteriores torceduras. Las planchas de acero, de hierro son buenos materiales para el molde, para una producción a gran escala pueden usarse revestimientos de cromo, teflón entre otros, para tanques pequeños los moldes son montados con un eje y son abiertos en un extremo, el orificio del extremo abierto forma un labio que guarda la resina de la volatilización, este labio es luego removido con la parte curada.

Los moldes tienen un eje de tamaño común, para que los moldeos de diámetros o tamaños diferentes pueden ser hechos alternativamente en la misma máquina, inclusive pueden ser usadas diferentes velocidades rotacionales. Estos moldes son generalmente hechos de láminas de acero soplado.

4.2.1.4. METODO DE MOLDEO Y DETALLES DEL PROCESO

Los pasos básicos a seguir en la fundición centrífuga de los plásticos reforzados con fibra de vidrio son detallados a continuación.

- a) Aplicar una película de alivio (release), o que el molde tenga un revestimiento de teflón, luego cubrir la superficie con una capa de gel-coat.
- b) Tanto para tanques grandes y pequeños debe ser prefabricado un fondo de tanque con una extensión para unir a la pieza que debe ser moldeada y será instalado dentro del molde donde entrará en contacto con la resina y el refuerzo en una fundición centrífuga.
- c) Después de colocar el fondo agregar el refuerzo en la forma requerida ya sea mat, láminas de tejido, roving picado o un refuerzo combinado.
- d) Girar o rotar el molde teniendo presente las condiciones de la fundición centrífuga
- e) Introducir la resina por vaciado, por aspersion, por sistema de oscilación o de barrido total vertical. La meta principal es conseguir una aplicación uniforme de la resina lo más rápido posible y densificarla completamente antes de la gelificación.
- f) Continuar con la rotación hasta que la resina sea gelificada adicionando calor al molde para acelerar la gelificación (si es necesaria)
- g) Después del curado remover la pieza del molde, este paso no será un problema debido a la contracción de la pieza que genera grandes fuerzas las cuales desprenden la pieza de la superficie del molde como se puede apreciar en la figura 4.8.

INSTRUMENTOS PARA LA ADICION DEL REFUERZO DE FIBRA

Para tanques pequeños, el refuerzo de fibra de vidrio mat es fácilmente introducida dentro del molde de lenta rotación.

Para las tuberías el refuerzo de fibra de vidrio puede estar en la

forma de una manga trenzada la cual es deslizada sobre un mandril desplazante, este puede girar con el molde rotativo. Como la velocidad racional es incrementada la manga trenzada se expande y se transfiere del mandril al molde y luego el mandril es quitado.

Para grandes tanques, un brazo recíprocante soporta una pistola picadora la cual suministra el refuerzo mientras atravieza la longitud del molde rotativo

Roving encintado también puede ser suministrado desde un rollo el cual que gira lo suficientemente rápido para uniformizar la velocidad periférica del molde. Para tanques en forma de succionadores se colocan tejidos de fibra de vidrio hechos con anterioridad en el extremo más bajo del molde rotando verticalmente.

INSTRUMENTOS PARA INTRODUCIR LA RESINA

La cantidad de resina para tanques pequeños es colocada en una cubeta y vertida en la superficie del molde rotativo, se inclina la cubeta y la resina se desliza y se extiende en forma de una película o lámina sobre el refuerzo. Frecuentemente primero se añade la resina para que la fuerza centrífuga empuje el refuerzo sobre ella y puede remover el aire atrapado más fácilmente. Para tuberías la resina puede ser bombeada en el molde a través de un tubo perforado a lo largo de toda su longitud o también es introducida desde el extremo de un tubo largo movido a través del molde en una relación que controla el incremento.

Para tanques grandes, la resina puede ser añadida al tiempo de picar las fibras como en el método de aspersion.

INSTRUMENTOS PARA LA DENSIFICACION

En tuberías o tanques pequeños la velocidad rotacional constituye el instrumento para la densificación de la resina y el refuerzo. En tanques grandes los rodillos presionan automáticamente el laminado atravezando la longitud del molde, algunas veces pueden usarse los rodillos de mano.

Para tanques de 6 a 15 pies de diámetro se usa generalmente un mango de velocidad variable y el molde es girado lo suficiente - mente rápido para mantener el refuerzo seco. A medida que la re sina es introducida la velocidad es incrementada para efectuar la remoción del aire y la densificación.

4.2.1.5. DEDUCCION DE LAS FORMULAS PARA LA FUNDICION CENTRIFUGA

Es recomendable revisar las fórmulas derivadas para el cálculo correcto de la presión a las rpm requeridas.

La fórmula clásica para la fundición centrífuga es:

$$F = \frac{W \times v^2}{g} \quad (1)$$

Donde:

W = peso del artículo en libras

v = velocidad de rotación en pies/segundo

g = aceleración de la gravedad en pies/segundo

F = fuerza total sobre el laminado

Luego: se tiene que:

$$v = \sqrt{\frac{F \times g}{W}} \quad (2)$$

también se tiene que:

$$F = P \times A \quad (3)$$

donde:

P = presión en psi

A = área en pies ($\pi dx1$)

además:

$$W = A \times t \times q \quad (4)$$

donde:

t = espesor del laminado en pulgadas

q = densidad en libras por pulgadas

de (3) y (4) se tiene que:

$$\frac{F}{W} = \frac{\pi d \times l \times P}{\pi d \times l \times q \times t} = \frac{P}{q \times t} \quad (5)$$

donde:

d = diámetro

l = longitud

Entonces,

$$v = \sqrt{\frac{P \times g}{q \times t}} \quad (6)$$

Luego la velocidad angular (w) en rpm será:

$$w = \frac{v \times 60}{\pi \times d} = \frac{\sqrt{P \times g} \times 60}{\sqrt{q \times t} \times \pi d} \quad (7)$$

El valor de la presión (P) es muy importante en esta fórmula y debe ser interpretada como similar a la presión aplicada en el proceso de saco vacío, la cual es alrededor de 14 psi a nivel del mar, los valores prácticos son de 10 psi y las presiones de las autoclaves son de 50 psi.

En la selección de la densificación deseada deben ser consideradas la viscosidad de la resina, la solubilidad del aglomerante, el acabado y otros factores, es también la dureza del material de refuerzo, los refuerzos de mats tienden a enrollarse mejor que los tejidos, ya que entra en contacto con la resina más fácilmente, los tejidos son más fuertes pero cuando no son colocados apropiadamente en el molde tienden a formar puentes en lugar de enrollarse propiamente. La elección de la presión (p) es crítica y aquellas experimentadas en fundición centrífuga demandan aquello, en el análisis final está basada sobre la información empírica.

4.2.1.6. CASOS DE FUNDICION CENTRIFUGA

CASO 1.- Se refiere a la producción de tubos cilíndricos y rectos de diámetros grandes y longitudes largas, las máquinas de fundición tienen un exceso de 20 pies de longitud y tienen también la forma de grandes cajas rectangulares, estos cascos aisladores con

forma de grandes cajas rectangulares, estos cascos aisladores con tienen al tubo de molde, cojinetes y aceite calentado que es requerido en la operación de fundición.

El aceite es bombeado continuamente de la máquina fundidora a través de bobinas calentadas eléctricamente y es recirculado dentro de la máquina. Los sensores calientes en la máquina activan las bobinas calentadoras debido a que se debe mantener la temperatura aproximadamente constante, la finalidad del aceite caliente es suministrar el calor necesario para polimerizar la resina, el nivel del aceite se mantiene en un punto superior al tubo de molde para que el calor constante sea transmitido sobre la circunferencia total del tubo del moldeo. El tubo del moldeo se extiende sobre la longitud de la máquina y descansa sobre una serie de cojinetes dentro de la cámara, los cuales se mantienen rectos mientras se lleva a cabo la fundición centrífuga el tubo del molde es hecho girar desde un extremo con un motor eléctrico. La velocidad angular deseada es mantenida durante el proceso de fundición creando fuerzas en exceso de 100 G's.

Los ventiladores de aire caliente son colocados en la parte superior de las máquinas, los conductos movibles de aire son bajados sobre cada extremo del tubo de molde durante el proceso de curado flujo de aire medido es soplado al interior del molde para desplazar el calor generado por la reacción exotérmica de la resina y el catalizador. Los ventiladores de aire son diseñados para que el volumen y la temperatura del aire soplado a través del tubo del molde pueda ser regulado cuidadosamente, el flujo de aire a través del tubo es bidireccional y programado para alternar durante el ciclo de curado para que una temperatura casi constante sea mantenida sobre la longitud total del tubo. El control de la temperatura es necesario para eliminar las burbujas exotérmicas o la creación de un producto final frágil.

La fundición centrífuga de tuberías en este caso es realizado colocando primero el tipo de refuerzo deseado sobre un mandril plegable.

El mandril cargado es luego insertado en el tubo del molde, este mandril es luego replegado y desplazado, dejando a la fibra de vidrio en el lugar deseado, después de desplazar el mandril se colocan bridas en cada extremo del tubo de moldeo, esto proviene a la resina del sobreflujo en los extremos cuando es inyectada dentro del tubo de moldeo, este es luego girado a la velocidad angular calculada o especificada. La cantidad de resina y catalizador son pesados y combinados para cada tamaño y grado de tubo producido, la fuerza producida mantiene el refuerzo de vidrio en su lugar y presiona la resina a través de las fibras hasta que alcance la superficie interior del tubo de moldeo, la gran fuerza G asegura un laminado uniforme y de gran densidad con la completa humedad de las fibras de vidrio. La cantidad de resina inyectada excederá levemente a la cantidad de resina requerida para cubrir la fibra de vidrio y esto da como resultado una capa de resina pura en la superficie interior del producto final, esta superficie interior es extremadamente suave, la superficie exterior es la misma que la del molde y permite al producto terminado tener un diámetro exterior bien controlado.

CASO II.- El producto resultante de esta operación es un tanque cilíndrico con extremos sellados en el cual los extremos son íntegramente moldeados dentro de una porción cilíndrica. La máquina básica es un molde cilíndrico montado sobre rodillos y rotado mediante un motor con una faja transportadora sobre un eje, esto es una parte integral del molde, El refuerzo mat enrollado ligeramente es introducido en el molde, luego se coloca un casco de refuerzo premoldeado con un biselado y sostenido por un anillo, luego es insertado el casco del extremo opuesto, luego un cojinete adaptable junto con una presión especial para cerrar el molde, se inserta una probeta a través del agujero de la adaptación.

Las fuerzas centrífugas que se originan como consecuencia de la rotación causan el desenrollado del mat, luego una cantidad de resina bombeada a través de la probeta satura completamente el refuerzo y ambos después del curado forman una pieza integral.

El calor es introducido a través de un conducto en una caja rodeando la porción externa del molde para acelerar el curado.

CASO III.- Este método se refiere a la producción de elementos cilíndricos usando asperción para la resina y el refuerzo. Un molde metálico, cilíndrico retractable es colocado dentro de cojinetes y lo hace girar un motor de velocidad variable, luego la resina y el vidrio picado son introducidos desde un cabezal sobre un brazo para ser fundidos. La resina es bombeada a presión desde un tanque al rociador y luego es rociada sobre la superficie interior del molde. La fibra de vidrio roving es suministrada de un carrete a un cabezal cortante situada en el extremo del brazo extremo del brazo extendible donde es cortado en pequeñas longitudes ($3/4$ a $1\ 1/4$ de pulgada) y depositado junto con la resina sobre la superficie interior del molde rotativo. El brazo y el batidor se desplazan a lo largo de la longitud del molde en un carro. La velocidad de rotación es suficiente para compactar y densificar el material, depositado, el curado de la resina es acelerado mediante el suministro de calor con unas lámparas infrarrojas sobre la superficie exterior del molde. Para una mejor compactación del refuerzo de fibra de vidrio se puede añadir acetona a la capa de vidrio picado rociándola en el interior del molde antes de añadir la resina.

CASO IV.- Este método se refiere a la fabricación de tanques de forma parabólica, para esto el molde gira sobre un eje vertical accionando por un motor de velocidad variable, la resina es introducida bombeándola a través de un aguilón vertical, un disco giratorio sirve para mezclar la resina y el catalizador mediante la acción de un esfuerzo cortante que arroja el material contra la pared del molde. Las fibras de vidrio roving suministradas desde un carrete estas fibra on picadas y sopladas hacia un tubo mediante una corriente de aire y son dispersados al azar mediante otro disco dispersante giratorio. Tanto la resina como la fibra picada son simultáneamente arrojadas contra la paredes del molde giratorio, ya que el aguilón que viaja es sostenido verticalmente

a través de la longitud total del molde. El molde es calentado eléctricamente usando calentadores de fajas en el espacio entre el molde y el albergue o pestaña.

Obviamente la relación de retractabilidad del aguilón debe ser retrazado a medida que el diámetro aumenta, también debe ser mantenida la velocidad correcta de rotación. Las excesivas velocidades causarían la no uniformidad en la distribución del espesor de la pared.

4.2.2. PROCESO DE FABRICACION DE TUBERIAS DE PLASTICO REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO POR EL METODO DE FILAMENTO ENROLLADO

4.2.2.1. INTRODUCCION

El "Arrollamiento con Filamentos" o "Filament Winding" como es conocido comunmente, es un proceso tecnológico que inicia a tener aplicación industrial cuando en 1948 R.E. Young forma la firma de Consulta Ypung Development Laboratories con sede en Long Island, N.Y. y opera luego en Rocky Hill, N.J. Su actividad se orienta al desarrollo de contenedores de propelentes para cohetes principalmente. Condujeron al desarrollo de una serie de firmas norteamericanas y desarrollaron tanto equipo militar como depósitos de presión y tubería de uso industrial. Desde 1952 la técnica de "Filament Winding" se ha desarrollado aceleradamente y ofrecido al mundo industrial un elevado número de productos y patentes de productos y procesos, cuyas relevancias serán tratadas en el curso de este análisis. Se discutirá lo referente a las técnicas, máquinas y materiales que intervienen en el proceso, así como las diferentes formas de realización del arrollamiento.

4.2.2.2. MATERIALES

a) RESINAS

Poliésteres.- Prácticamente todas las aplicaciones comerciales usan resinas poliésteres más que las resinas Epóxicas.

Los poliésteres son buenos o mejores en resistencia química, su

costo es casi la mitad de las epóxicas y no requieren un post-curado. Sin embargo, tienen que ser cuidadosamente catalizadas, aunque algunos problemas como el de conseguir la compresión adecuada y la afinidad de un material con otro, sin aplicar vacío o algún otro procedimiento que legisla tales usos generales. Los tanques químicos y las tuberías consumen la mayor cantidad de resinas poliésteres vía Filament Winding.

La mayor parte de este trabajo es hecho con sistemas que son curados en pocos minutos después del laminado ha sido terminado. Los artículos pequeños pueden ser curadas en hornos, minimizando así el riesgo de pérdida de energía.

RESINA VINIL-ESTER.- Se ha vuelto muy popular debido a su gran resistencia a una lista impresionante de reactivos químicos. Aunque son más costosas, la resistencia química más sus propiedades físicas permitirán que pronto se coloquen en un lugar aceptable en el mercado.

OTRAS RESINAS.- La resina Poliéster Bis-Fenol A todavía tiene un gran mercado, para tratamiento de agua a temperatura ambiente, el poliéster tipo isoftálica es el más usado.

b) REFUERZOS

ROVINGS.- Fibra de vidrio tipo roving viene en una amplia variedad de números desde yarn simples a strands simples a strand de 120 hilos, reunidos y suministrados en forma de queques, listo para adicionarlo al propósito principal mediante un aparato de tensión. En aplicaciones militares, es obligatorio elaborar carretes debido a que es necesario una tensión uniforme y las especificaciones del fabricante para el vidrio suministrado son muy difíciles de obtener y son costosas.

Para uso comercial los requerimientos de roving son menos exigentes. El acabado debe ser compatible con la resina y el material debe ser limpio y poseer bajo contenido de humedad.

ROVING PRE IMPREGNADO.- Se suministra una gran cantidad de roving preimpregnado o acondicionado con contenido de resinas. Un roving con 20 cabos, 660 yardas por libra de strand, roving impregnado con 20% de B preparado epóxico o poliéster producirá 528 yardas por libra de winding (enrollado). Los strands de vidrio individuales deben haber estado sometidas a una tensión aplicada uniforme dentro del baño de para evitar las flexiones debido a su peso. La presencia de la resina de impregnación permite llegar a esta condición.

El roving debe ser refrigerado y aún bajo estas condiciones mostrará gelificación y curado en un tiempo de 3 a 6 meses. El roving preimpregnado debe ser tensionado uniformemente cuando es aplicado en enrollamiento, el precalentamiento es usado para ablandar la resina suavemente y ablandarla es casi una necesidad, aunque es más costoso, el uso de este producto permite al enrollamiento superar muchos de los problemas mecánicos y manuales asociados con el baño de resina y la humedad de enrollamiento.

Se ha generado un tipo extraordinario de roving "Preparado" para usarlo especialmente en Filament Winding para suministrar un material fuerte, no conductor, no corrosivo, de peso liviano para reemplazar metales. Este producto consiste de 5 cabos de una fibra de vidrio con 75 1/0 yarn (66% en peso) y 4 cabos de un polipropileno de 420 denier (33% en peso de strand terminado) "remolino" torcido para formar un strand balanceado, 965 yardas por libra y suministrado en un carrete. En la práctica, el strand de vidrio plástico es helicoidalmente enrollado o enrollado de otro modo bajo tensión sobre un mandril adecuado y calentado a suficiente temperatura para que la fracción de polipropileno se disuelva o ablande y que se produzca la unión con el vidrio. El resultado es un compuesto más interesante, aunque limitado en la desviación del calor y temperatura es capaz de muchas aplicaciones diversas.

VIDRIO CORTADO Y MAT.- Se le usa mayormente en laminados o en recipientes que para su fabricación se usa el método "spray-up", junto con tejidos y roving.

El material de vidrio cortado es aplicado comunmente al mandril inmediatamente después que el "gel coat" lo que es como una barrera. El mandril se envuelve luego con rovings. En la fabricación de tanques químicos, se añade una operación final de un rociado de buena cantidad de vidrio cortado, esto servirá como una barrera para el ataque exterior.

OTROS MATERIALES

En la fabricación de tuberías de agua se usa comunmente arena de playa lavada en la envoltura de los filamentos. Se usan otros rellenos como microesferas termoplásticas, esferas fenólicas, fibras de sisal, etc.

4.2.2.3. EQUIPO Y HERRAMIENTA QUE INTERVIENE EN EL PROCESO

Debido a que el equipo, la herramienta y los métodos de moldeo son inseparables en Filament Winding, ellos se presentan en el presente capítulo.

4.2.2.3.1. MANDRILES

En la mayoría de los casos de manufactura de tubos la construcción de la resina ocasiona que la pieza de fabricación se ajuste alrededor del mandril. En consecuencia el mandril debe ser hecho con una débil conicidad a lo largo de toda la longitud o en su defecto con una superficie permanentemente cilíndrica y fina. En ambos casos separar la pieza del mandril introducirá grandes fuerzas mecánicas e hidráulicas. Con tubos arrollados helicoidalmente, es mejor fijar el extremo inicial del tubo reforzado en un soporte fijo para tirar el mandril y tratar de separarlo de la pieza de trabajo. De esta forma se ha podido separar piezas de 4 pies de diámetro y 80 pies de longitud.

Algunos fabricantes han usado aluminio como mandril a despecho de su gran vulnerabilidad, debido a que son huecos, existiendo sin embargo, la ventaja de calentarlo o enfriarlo según se quiera. Durante la producción el mandril es calentado para acelerar el proceso de consolidación de la resina (curado), luego enfriado; este hecho permite la contracción

del mandril y facilita la separación. Algunas firmas utilizan agua a presión para el trabajo de separación, en este caso, se conecta la fuente de agua al tubo reforzado y se acciona una bomba, el agua a presión se infiltra en la unión del tubo con el mandril, actúa como agente lubricante y facilita la separación.

Bastante se ha escrito acerca de mandriles y se han investigado muchos materiales, los que trataremos de describirlos. Sabemos que los mandriles para Filament Winding deben ser hechos con cuidado de modo que sean lo suficientemente fuertes para soportar las tensiones de fabricación de los filamentos o strands y también los esfuerzos causados por la temperatura del horno de curado que son parte de la mayoría de los procesos. Los mandriles grandes deben ser fuertes o lo suficientemente rígidos para no ceder durante el proceso. La remoción del mandril es una paradoja para el ingeniero, debido a que en algunos casos el agujero que se necesita para remover es mayor que el eje.

Los tipos más comunes de mandriles son: Sales solubles en agua, o capaces de fundirse, yesos, diseños metálicos desarmables, plásticos y espumas, mandriles huecos, aleaciones de bajo punto de fusión, mandriles inflables.

Tipos de combinación: Segmentos de aluminio presionado, estructura interior metálica revestida con yeso, de segmentos metálicos, mandriles de tubos desechables, mandriles laterales, mandriles de cuchilla, mandriles para envolver cinta, y otros.

SALES Y YESOS SOLUBLES EN AGUA O FUNDIBLES

Arena PVA es una de los mejores tipos para mandriles de hasta 5 pies de diámetro. Los mandriles deben ser de peso reducido por acoplamiento de tubos grandes o esferas en ellos. El PVA es fácil de disolver en agua, así que es fácilmente removible.

SALES EUTECTICAS

Son mejores que los metales de bajo punto de fusión y son aplicables en mandriles de hasta 2 pies de diámetro.

Los yesos solubles no son recomendados para mandriles debido a la resistencia que ofrece su peso al arrollamiento y además su pobre comportamiento de ser deslavado para el desmolde.

Estos mandriles son sacados formando un canal para que el agua caliente de lavado pase.

MANDRILES DISEÑADOS DE METAL DESARMABLE

Los mandriles segmentados de aluminio son adecuados para diámetros de 3 a 5 pies y para cantidades mayores de 25 unidades. Se han construido y usado muchos diseños complicados de este tipo de mandril. El mandril más grande segmentado desarmable usado fue de 22 pies de diámetro y 55 pies de largo.

PLASTICOS Y ESPUMAS

Las espumas no se consideran útiles para los mandriles debido a su baja resistencia y su pobre rendimiento a elevadas temperaturas. Sin embargo, para ciertas aplicaciones de bajo costo con resinas poliésteres y para curados a temperatura ambiente se puede usar exitosamente las espumas de estireno cubiertas con una película especial, para separar y enmascarar la espuma de la resina. La espuma se retira con acetona cuando finaliza el curado. En muchos casos este tipo de mandril trabaja bien debido a que el tanque se hace esencialmente en dos pasos. El primer paso es cubrir el interior con gel coat y una aplicación de 1 o dos pasadas de strands, quedando así listos para la cura, reforzando así el mandril. La segunda fase se inicia aplicando arrollamiento residual sobre el mandril, luego del curado el mandril se deshecha.

Los mandriles de plástico laminado son generalmente laminados relativamente delgados hechos sobre un molde y juntado para formar la matriz del tanque. Montándolo luego sobre un eje; para dar una perfecta rotación. Este es en esencia el mismo mandril de espuma con un revestimiento delgado de enrollamiento curado. Una ventaja del mandril de plástico laminado es que es construido con materiales que se dejan dentro del tanque para formar parte de la estructura del tanque ya que es hecho para formar una superficie resistente.

MANDRILES INFLABLES

Este mandril es uno de los más interesantes y se usó en la fabricación de un carro tanque de ferrocarril; de 8 1/2 pies de diámetro y 50 pies de longitud. La elección de este tipo de mandril fue necesario debido a que si se usaba acero o aluminio o tipos desarmables, el peso de estos originaban suficiente pandeo en el soporte, causando tensiones inaceptables en el laminado.

El mandril inflable fue hecho sobre un eje largo central y una serie de estrellas circulares las que servían para ayudar a soportar el revestimiento y servir como puntos para las cargas torsionales.

Para menores diámetros las técnicas actuales utilizan moldes soplados de poliolefinas como mandriles. Estos se montan sobre el eje del mandril y sobregirado como se arrequerido para tomar las presiones interiores. La presión es generalmente aplicada por una unión giratoria, aunque en algunos casos, se bombea agua caliente dentro de la matriz y el curado puede progresar casi tan rápido como el arrollamiento. Se requiere un buen conocimiento del comportamiento de las resinas y de los productos.

ALEACIONES DE BAJO PUNTO DE FUSION

Las aleaciones de bajo punto de fusión son restringidas para mandriles pequeños y baja tensión de arrollamiento. Los diámetros serán no mayores de 1 pie de diámetro y 1 pie de largo. Desde que estos materiales se parecen al plano, su alta densidad y tendencia al escurrimiento limitan sus tamaños y aplicaciones. Sin embargo para aplicaciones de mayor volumen involucra pequeños tanques y botellas a presión, este puede ser considerado como herramientas de producción. Después que el material se funde es reutilizable.

TIPOS COMBINADOS

El diseño de aluminio segmentado y presionado es bueno para mandriles de 12 a 20 pies de diámetro. Ofrece diseño simple y de fácil fabricación y de bajo peso. Sin embargo el control de la sobre presión presenta problemas durante el curado en el horno.

El diseño de la estructura metálica revestido con yeso es apropiado para mandriles que varían en tamaño de 12 a 20 pies de diámetro y se producen en pequeñas cantidades. El yeso puede ser enrasado a muchas matrices proporcionando así un costo bajo en el método de diseño para la generación de tanques. El desmontaje de estos mandriles es relativamente fácil y es otra razón para su popularidad.

Los mandriles de segmentos metálicos reusables se usan para formas cilíndricas de grandes diámetros y longitudes, para grandes tanques. El desmontaje se hace desarmando los segmentos metálicos.

4.2.2.3.2. MAQUINAS ARROLLADORAS

En la industria, la mayoría de las máquinas para realizar el arrollamiento han sido construídas por las compañías que actualmente usan la técnica. Algunas empresas, como las que aparecen en la relación de fabricantes de maquinaria que se anexa a este trabajo, han desarrollado sin embargo diseños especiales comerciales y estandarizados, que son ofrecidos como productos finales. Estas máquinas se producen más o menos en las mismas variedades que las formas típicas de llevar a cabo el arrollamiento.

ARROLLADORES HELICOIDALES (CLASICOS)

Los arrolladores helicoidales operan básicamente envolviendo una muestra helicoidal del filamento a lo largo del mandril cilíndrico. La máquina es parecida a un torno en cuyo carro transversal está ubicado un cabezal que suministra los cordones (strands), cintas o bandas o filamentos, comunmente llamados extremos (ends). Un extremo de material de refuerzo contiene usualmente 8, 12 o 20 cordones individuales. Ellos son generalmente suministros de carretes, ligeramente tensionados, saturados de resina en un pequeño depósito, y alimentados luego sobre el mandril el que tiene una rotación positiva en relación a la velocidad de desplazamiento del carro.

Estas máquinas pueden ser altamente automatizadas y tener capacidad para hacer 20 y 30 pies de longitud e incluir medios automáticos de introducción y separación del mandril una vez completado el número total

de enrollamiento. Cuando el peso de la pieza de trabajo causa la deflexión del mandril estas máquinas pueden estar equipadas con un eje vertical de trabajo y entonces el cabezal fuente de los cordones de refuerzo tiene movimiento repetitivo vertical. Los hornos de curado para este tipo de máquinas son a menudo verticales.

Los tubos fabricados en estas máquinas tienen los extremos rebordea dos y más llenos debido al tiempo que demora la máquina en invertir el desplazamiento. En pocos diseños se usa esta área y generalmente debe ser cortada con considerable desperdicio de material y mano de obra. Estos arrolladores son usados en todas las industrias y se han producido tubos, ductos y tanques. Como los productos más populares.

ARROLLADORES HELICO-CIRCUNFERENCIALES

Estos arrolladores tienen fabricación semejante al anteriormente descrito con la ventaja de un mecanismo preciso que permite un avance lento y controlado con relación a la rotación del mandril. La envoltura es casi circunferencial puesto que el ángulo que hace la envoltura con el eje del mandril es del orden de los 85°. Estas máquinas pueden hacer el arrollamiento tanto helicoidal como circunferencial.

Los arrolladores clásicos con capacidad de arrollamiento circunferencial son una extensión de los helicoidales y se usan cuando el producto final debe soportar grandes presiones internas cuya resistencia no es posible con solo un arrollamiento helicoidal. Los fabricantes han encontrado que el uso de arrollamientos en forma de anillos proveen resistencia equivalente con menos material.

ARROLLADORES CONTINUOS

a) MANDRIL DESPLAZANTE

Estas máquinas usan filamentos en la forma de mallas tejidas y cintas las cuales están ubicados en una estructura rotatoria, por cuyo centro pasa el mandril. Se usa un mínimo de dos estructuras con sentido de rotación contrario. Como el mandril se mueve al través del eje de rotación de cada estructura el ángulo de la espi

ral con que se deposita la envoltura es función de la velocidad de rotación de la estructura porta cordones y la velocidad de avance del mandril, como es de imaginar la habilidad de la máquina de hacer más arrollamiento a la vez que puede ser realizada con solo aumentar tantos pares de ruedas como se desee. Se puede incluir en el refuerzo filamentos longitudinales con la finalidad de incrementar la resistencia de los tubos. Las piezas de trabajo fabricadas de este modo se ubican individualmente en el horno de curado. Los mandriles son extraídos entonces del tubo compuesto ya curado. Los mandriles son extraídos entonces del tubo compuesto ya curado, por tracción del mandril del tubo compuesto mediante mecanismos de atracción adecuados. Las fuerzas de extracción deben traccionar el mandril y comprimir la pieza de trabajo. Este tipo de máquina es el que tiene mayores capacidades de producción.

b) MANDRIL FIJO

Este tipo de máquina es semejante al anterior en lo fundamental la diferencia consiste en la forma de fabricar la pieza principalmente.

Luego se pega una lámina de alivio (realease film) que puede ser Mylar Tedlar Cllophane (marca de fábrica) con una ligera tensión sobre el mandril y se sella. A continuación se hace el arrollamiento. Se requiere de un horno de curado en esta máquina el que puede ser de aire caliente, energía de radio frecuencia, radiación gamma o de otro tipo. El adherente debe ser cuidadosamente planeado puesto que hay posibilidad de que se produzcan contracciones durante el proceso de curado. Las ruedas alimentadoras de cordones no deben ocasionar mucha presión al tubo recién curado que sale del horno. En el caso de que el tubo tenga usos estructurales el papel o celofán pueden quedar. Con PVC, ABS y otras láminas usadas como alma, la resina que usualmente es poliéster, reacciona con el material y se une muy firmemente.

4.2.2.3.3. MAQUINAS PARA CODOS Y TEES

Se han desarrollado máquinas especiales para la manufactura de accesorios como codos y tees que acompañan a los tubos reforzados. Thaden Engrs. Co. ha desarrollado una máquina que produce codos de 90° de 2 hasta 12 pulgadas de diámetro.

La operación básica involucra la generación de un mandril toroidal capaz de ser desarmado o retirado luego de concluida la operación, mientras el toroide tiene un movimiento de giro alrededor de un eje horizontal un gran número de cordones y filamentos que son ubicados en la superficie mediante una rueda que gira en el plano horizontal con el eje vertical.

Por sincronización de los movimientos de giro de la rueda horizontal y el toroide vertical se puede obtener arrollamientos tanto circunferenciales como helicoidales. El proceso de arrollamiento termina cuando mediante capas sucesivas y con movimientos repetitivos se ha dado a la pieza la consistencia requerida.

La impregnación de la resina se puede hacer durante el proceso de arrollamiento.

Para las tees, igualmente Koch Products Co., ha desarrollado la maquinaria y el producto.

4.2.2.4. DETALLES DEL PROCESO

TIPOS DE ARROLLAMIENTO

Arrollamiento Helicoidal Clásico

Llevado a cabo mediante un carrete que tiene desplazamiento horizontal repetitivo y la rotación de la pieza de trabajo como se observa en la figura 4.8.

Arrollamiento Circunferencial

Realizado de modo muy semejante al anterior pero ordenado el arrollamiento de modo tal que los filamentos quedan como hilos de

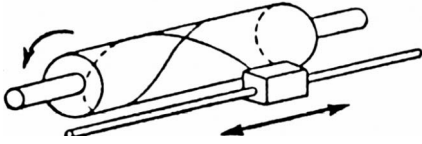


Fig. 4.8.

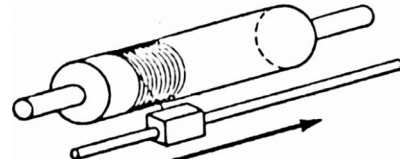


Fig. 4.9

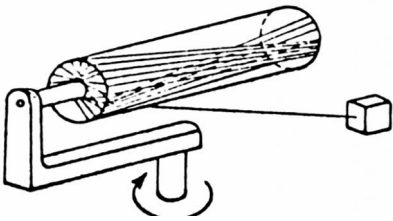


Fig. 4.10.

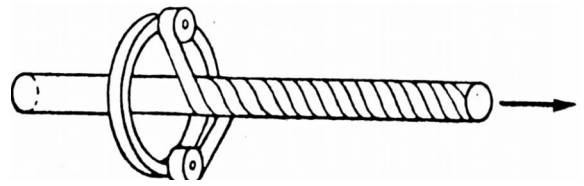


Fig. 4.11.

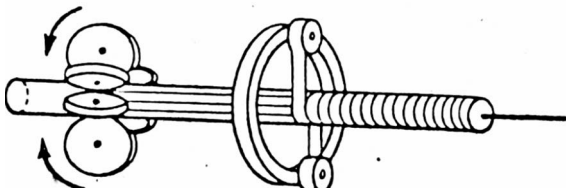


Fig. 4.12.

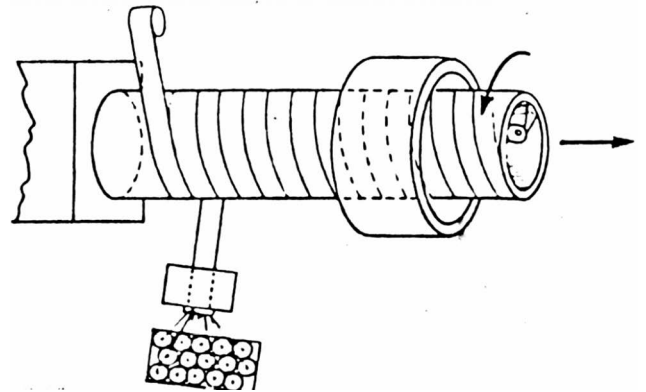


Fig. 4.13.

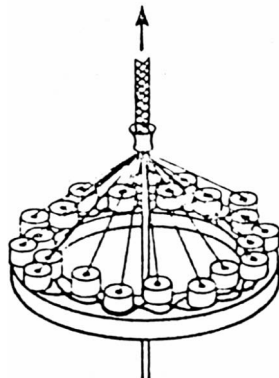


Fig. 4.14.

una rosca. Fig. 4.9.

Arrollamiento Polar

Este tipo de arrollamiento permite un avance continuo del filamento de extremo a extremo sobre la pieza de trabajo usando como límite el eje del mandril. Fig. 4.10.

Arrollamiento Helicoidal Continuo

Difiere del método helicoidal clásico en que el enrollamiento es continuo y no repetitivo como en este último. El elemento de refuerzo puede ser tanto un filamento como una cinta. Fig. 4.11.

Arrollamiento Continuo Normal al Eje

Esta forma de refuerzo es muy similar al helicoidal continuo con la única diferencia de que incluye filamentos longitudinales sobre la pieza de trabajo. Fig. 4.12.

Con Mandril Rotativo Continuo

En este proceso, un mandril externo a la pieza gira continuamente y se adhiere del filamento de refuerzo desde unos carretes estáticos. Fig. 4.13.

Arrollamiento Trenzado

Los filamentos o cintas son ubicados sobre el material de trabajo por una máquina multipolar. El mandril o pieza de trabajo rotativo puede ser plástico, vidrio o cualquier material que requiere refuerzo o ser reforzado. Fig. 4.14.

Arrollamiento Combinado

La adición de filamentos longitudinales al arrollamiento trenzado descrito anteriormente provee propiedades adicionales para usos especiales.

4.3. SELECCION DEL PROCESO PARA LA MANUFACTURA DE TUBERIAS Y ACCESORIOS DE PLASTICO REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO

Haciendo un análisis de los procesos expuestos anteriormente seleccionaremos uno de ellos teniendo en cuenta los siguientes factores:

4.3.1. MATERIA PRIMA

4.3.1.1. RESINA

Ambos procesos usan el mismo tipo de resina, en este caso se trata de la resina poliéster no saturada. En cuanto a la cantidad de resina consumida, el proceso de fundición centrífuga necesita del 0 50% en peso de resina mientras que el proceso de filamento enrollado necesita del 20% en peso de la resina (porcentaje óptimo)

4.3.1.2. REFUERZO

El proceso de fundición centrífuga utiliza los diferentes tipos de refuerzo de fibra de vidrio pero preferentemente las del tipo "mat" y el proceso de filamento enrollado utiliza exclusivamente el refuerzo de fibra de vidrio tipo roving.

Haciendo una comparación de los costos de las fibras de vidrio tipo mat y roving vemos que las del tipo roving son menos costosas que las del tipo mat.

Comparando sus propiedades físicas y químicas se ha visto que los productos reforzados con fibra de vidrio tipo roving tienen mejores propiedades que los productos reforzados con fibra de vidrio tipo mat.

4.3.2. CONOCIMIENTO DE LA TECNICA

4.3.2.1. EQUIPO

El proceso de fundición centrífuga involucra un equipo costoso debido a que para alta velocidad de producción y las partes diseñadas deben ser cuidadosamente fabricadas para permitir el balance dinámico de todos los componentes.

El proceso de filamento enrollado utiliza equipo más simple y puede ser fabricado fácilmente en nuestro medio. La velocidad de producción se adecúa a las necesidades de la demanda del proyecto.

4.3.2.2. TIEMPO DE OPERACION

El proceso de fundición centrífuga utiliza mayor tiempo de operación desde que involucra varias etapas de producción. El proceso de filamento enrollado no involucra varias operaciones, por tanto es más económico.

El tiempo de operación está relacionado directamente con la energía consumida y las horas-hombre necesarias.

4.3.2.3. TECNICA

En el proceso de fundición centrífuga el proceso de producción debe ser severamente controlado. La colocación de la resina debe ser balanceada cuidadosamente.

En el proceso de filamento enrollado el control del proceso es inherente al buen funcionamiento del equipo.

4.3.3. CONCLUSION

Del análisis anterior podemos concluir que el proceso de fabricación óptima para el presente proyecto es el de filamento enrollado.

4.4. CONDICIONES DE OPERACION DEL PROCESO DE FILAMENTO ENROLLADO

4.4.1. ANALISIS DE LAS VARIABLES DEL PROCESO TENSION DE LOS FILAMENTOS

La tensión de los elementos de refuerzo tales como cordones, cintas y filamentos es un parámetro crítico en el control del proceso de fabricación de una pieza reforzada por arrollamiento. El óptimo de esta tensión varía de 0.25 a 1.00 libras según declaran los diferentes propietarios de tecnología. Otros parámetros como la viscosidad de

la resina y el comportamiento del material del mandril durante y después del proceso de curado tienen influencia sobre la consistencia y resistencia del producto terminado.

Volviendo a la tensión, si esta es alta puede conducir a considerables concentraciones internas de tensiones y una baja tensión igualmente puede ocasionar la separación de cordones y dar lugar a zonas vacías de disminuída resistencia.

EL CONTENIDO DE RESINA

Una cierta cantidad de resina fluye hacia el exterior mientras se está llevando a cabo el arrollamiento sirviendo para eliminar aire atrapado. Esto está totalmente relacionado con la tensión de los elementos de refuerzo, donde haya una excesiva tensión quedará menor cantidad de resina y aumentará la concentración de vidrio. Usando preimpregnación se puede aumentar la velocidad de operación durante el arrollamiento. Debido a que el contenido de la resina es fundamentalmente para la integridad de la estructura, debe empeñarse considerable esfuerzo para asegurar su control. El porcentaje óptimo de resina es de aproximadamente el 20% en peso.

En la Tabla N°4.9. muestra las resistencias a esfuerzos con diferentes concentraciones de resina.

TABLA N° 4.9.
DEL ESFUERZO VS CONTENIDO DE RESINA

ESFUERZO (Miles de libras por pulgada cuadrada)	% DE RESINA			
	15	17.5	20	25
Esfuerzo Compuesto	--	--	195-205	160-285
Esfuerzo Circunferencial	--	--	450-480	375-435
Esfuerzo Longitudinal	340-365	400	425-445	345-400

CONDICIONES DE LA FIBRA DE REFUERZO

Los elementos de refuerzo, una vez en los carretes de suministro tienen resistencias del orden de 700,000 psi o mayores. Sin embargo, los procedimientos de manipulación como el arrollado, la tracción, la acción de dirigirlos o simplemente los cambios de carretes dañan la resistencia a la tracción de los filamentos y causan su disminución hasta aproximadamente 300,000 psi. No obstante las máquinas de arrollamiento llevan cordones desde el carrete hasta el mandril con un mínimo de equipos, cada punto de contacto disminuye cualidades al material. Un exceso de humedad por ejemplo condiciona la corrosión la que a su vez afecta a la resistencia a la fatiga. De lo expuesto resulta que la resistencia óptima depende del nivel de humedad reinante durante el proceso de manufactura y la sofisticación de los mecanismos que permiten localizar los cordones de re fuerzo en la pieza de trabajo.

ANGULO DE ARROLLAMIENTO

La resistencia es dependiente de la ubicación adecuada de los cordones. Una vez que un diseño ha sido completado y probado el prototipo, la máquina de arrollamiento se puede preparar para reproducción del patrón sin falla. Los diseños consisten en redes de triángulos o paralelogramos con arrollamientos circunferenciales a intervalos que ofrecen protección contra fuerzas de expansión o contracción.

Las separaciones del ángulo de arrollamiento en el diseño original, afectan grandemente el rendimiento del producto. Por lo que el proceso de manufactura debe ser cuidadosamente vigilado y corregido si ocurren errores.

VELOCIDAD DE ARROLLAMIENTO

En la producción comercial, la meta es realizar el arrollamiento a una velocidad tan alta como sea posible. En producciones militares y aeroespaciales la velocidad no es tan importante como la alta resistencia. Una vez que la velocidad ha sido elegida sea esta alta o baja, debe ser mantenida, puesto que los cambios de velocidad significan necesariamente el cambio de las propiedades físicas. Las anomalías de velocidad pueden con seguridad causar mayores desventajas por aumento de costo y consumo

de tiempo; que las ganancias aumente de la velocidad de producción.

CALIDAD DEL CURADO

Por lo general se requiere un óptimo curado a fin de obtener la máxima resistencia durante incrementos de temperatura. El regimen del curado depende del aditivo que permite el endurecimiento (en el caso de resinas epóxicas) y el catalizador (en el caso de los poliésteres). Con las resinas epóxicas, el curado inicial es acompañado de la generación de calor (exotérmico) baja viscosidad y tendencia a permanecer como gel.

La fase de baja viscosidad, demanda usualmente que el producto, tal como un tanque o un tubo, sea rotado dentro de un horno a fin de prevenir el flujo de resina o el drenaje cuando el gel se ha formado.

Con los poliésteres no existe problema porque la gelación ocurre antes de la exotermia. Para establecer propiedades físicas óptimas, las resinas epóxicas demandan procesos de post curado que deben ser llevados a cabo siguiendo estrictamente las recomendaciones del proveedor del agente de endurecimiento, tales tratamientos de post curado. Se hacen usualmente mediante el mantenimiento por intervalos de tiempos definidos de la pieza en temperaturas controladas.

Es importante tener presente el coeficiente de dilatación del material del mandril a fin de no someter la pieza de trabajo a deformaciones indebidas. Afortunadamente las resinas epóxicas tienen contracciones mucho menores que los poliésteres durante la consolidación y causan pocos problemas, esta situación puede aún ser mejorada si los mandriles se diseñan colapsibles en la medida de que sea posible.

Del mismo modo en arrollamiento con pre impregnación existe alivio de esfuerzos debido a la consolidación inicial lo cual pues disminuye los problemas del mandril. Finalmente la calidad de la consolidación puede mejorarse observando los siguientes tres aspectos:

1. Trabajando con mandriles huecos de tal modo que la superficie interior se pueda mantener una temperatura apropiada para el curado.
2. Preparando el mandril de tal modo que en su interior pueda circular agua o aceite caliente, y

4.4.2. ANÁLISIS DE LAS VARIABLES DEL MATERIAL

La manufactura de los productos reforzados con filamentos de vidrio depende del reconocimiento de las variables y el control de aquellos que afectan el producto terminado. La mayoría de los materiales usados en filament winding no son producidos por el fabricante de los productos reforzados y deben ser controlados en el momento de la compra. La totalidad de los proveedores del refuerzo y las resinas publican especificaciones de sus productos. El fabricante de productos reforzados deben pensar en dos cosas para protegerse:

1. Demandar la certificación de aquellas especificaciones declaradas por el fabricante
2. Reunir el mínimo equipo de prueba para determinar que el material reuna las especificaciones declaradas, como sigue:
 - a) Prueba de tiempo de gelación (Gel-Timer) para comprobar la respuesta de la resina a cantidades controladas de catalizadores o rigidizadores
 - b) Prueba de viscosidad, a fin de comprobar toda desviación de la viscosidad especificada. Los cambios significativos requieren la inmediata determinación de la razón del cambio (resina incorrecta, pasada, etc.)
 - c) Pruebas de rigidez (Hardners Test) a fin de determinar las características de la consolidación y la permanencia de tales características. Por ejemplo, una misma resina, en los mismos lapsos de tiempo debe alcanzar la misma dureza (asumiendo que el rigidizador o catalizador mantiene propiedades constantes).
 - d) Prueba de mallas y fibras a fin de determinar las cantidades requeridas de resina, pre impregnación y porcentaje de resina y fibra en los productos terminados
 - e) Microscopio, a fin de determinar el diámetro del filamento o la estructura de la malla.

Debe recordarse que la toma de estas actitudes conduce al fabricante a una más cuidadosa revisión de los lotes que venderá.

CATALIZADORES Y RIGIDIZADORES

Los agentes de endurecimiento o rigidizadores para los sistemas epóxicos abarcan una amplia variedad de tipos, viscosidades, propiedades tóxicas y peligrosas. Ceñirse a las recomendaciones del fabricante es fundamental para la obtención de los mejores resultados. Los catalizadores para sistemas poliéster son peróxidos. Estos son inestables y significan peligros potenciales de explosiones e igualmente deben manejarse con estricto cumplimiento de las recomendaciones del fabricante. La mayoría de los catalizadores, sin embargo son estables y se emplean para la consolidación, temperaturas del orden de 200°F. Existen algunos que se consolidan a temperatura ambiente auxiliados por unas sustancias denominadas aceleradores. Estos no deben mantenerse en contacto con los catalizadores porque puede ocurrir explosión o generación de fuego.

Los catalizadores deben ser controlados con mucho cuidado. Es una buena práctica examinar cada embarque o lote mediante chequeos sencillos del tiempo de consolidación, de igual modo debe comprobarse las concentraciones que tienen un gran efecto sobre el tiempo de gelación. Los rigidizadores para sistemas epóxicos son usualmente materiales copolimerizantes que imparten sus propiedades al sistema de aleación resina-rigidizador no tienen efecto sobre el tiempo de gelación, tienen efecto en el costo. La mayoría de los rigidizadores tienen mayor costo que las resinas y el fabricante debe usar la mínima cantidad de rigidizador compatible con las propiedades del sistema.

Como todas las reacciones químicas es fundamental la buena y uniforme mezcla, para la obtención de los mejores resultados, siendo desafortunadamente cierto que muy buenos diseños de ingeniería han fallado por mezcla defectuosa del rigidizador o catalizador.

AGENTES DE DESPRENDIMIENTO

Estos materiales que tienen la misión de facilitar el desprendimiento de la pieza de trabajo una vez completados el arrollamiento y la consolidación o curado, deben reunir las siguientes propiedades:

- a) Ser no compatibles con el material del molde y su superficie
- b) Ser no compatibles con el material de la resina en todas las condiciones
- c) Ser capaces de aceptar expansiones térmicas del molde o las contracciones del material de trabajo sin rotura ni arrugamiento
- d) Tener la suficiente dureza y resistencia como para resistir el gel de resina y la primera envoltura sin daño.
- e) Prestar facilidad al ser eliminada de la pieza, una vez culminada la consolidación.

Para la selección de estos agentes se deben tener presente los siguientes aspectos:

- 1) Uniformidad de aplicación. Una buena aplicación de estos materiales, del tipo de rociado (spray) demanda mucha habilidad y cuidado.

A menudo, superficies de cobertura pobre en resinas, pueden ser la consecuencia de la preparación de una superficie de desprendimiento irregular.

- 2) Un secado apropiado
- 3) Mezcla apropiada: si un material para la lámina de desprendimiento es preparada en la fábrica se debe ejercer un gran cuidado sobre los procedimientos de mezcla a fin de asegurar la uniformidad y homogenización de los ingredientes.

Las sustancias que sequeen con granulosidades obviamente tendrán un rendimiento inapropiado.

Los agentes de desprendimiento en forma de láminas u hojas deben estar libres de toda impureza superficial que en la forma de grasas o polvos pudiera estar presente. El material es usualmente aplicado en forma de espiral sobre un mandril rotativo, desde un carrete.

Algunos de los materiales de desprendimiento comunes son: Mylar (una lámina Poliester), PVF (lámina de fluoruro de polivinilo), PVC PVA PVA (alcohol polivinílico) o líquidos rociables como acetato de celulosa y polietileno. Las láminas de PVC y PVF son a veces tratados para que formen parte del tubo compuesto. Esta acción provee una lámina de recubrimiento que facilita la extracción de la pieza desde el mandril

a la vez que deja un recubrimiento resistente a ataques químicos en el tubo.

MATERIALES DE RELLENO

A fin de modificar y mejorar las propiedades del producto final se agrega a la resina una serie de sustancias de relleno. Tales sustancias como arcillas, carbonato de calcio o fibra de vidrio molida pueden disminuir la contracción durante la consolidación así como el coeficiente de expansión. Del mismo modo puede aumentar las propiedades químicas y mecánicas. Asbesto en pequeñas fibras puede ser por ejemplo adicionada para incrementar la dureza. Los rellenos deben ser cuidadosamente especificados y su contenido debe ser controlado en estricto acuerdo con las recomendaciones de los proveedores.

TABLA 4.10.

PROPIEDADES CARACTERISTICAS PROMEDIO DE LAS ESTRUCTURAS REFORZADAS CON ARROLLAMIENTO DE FILAMENTOS

PROPIEDAD	ESPECIFICACION
Gravedad específica	1.7 - 1.9
Resistencia a la Tracción, KPSI	80 - 250
Módulo de Tensión, PSI	Mayor de 7×10^6
Resistencia a la flexión, KPSI	100 - 200
Resistencia a la Compresión, KPSI	50 - 75
Resistencia al Impacto, lb-pie/pulg ²	50 - 70 (Pieza no dañada)
Absorción de humedad, (%)	Lenta, tendiente a la autoextinción (0.1 - 0.5)
Resistencia a la alta temperatura continua °F	Mayor de 500
Resistencia a los ácidos y Alcalis	De regular a excelente
Resistencia a solventes	De buena a excelente
Maquinabilidad	De pobre a regular (debe usarse moldeado)
Contenido de Resina %	15 - 25

FUENTE: "Handbook of Reinforced Plastics of SPI", Mohr J.G., Ollsky, S.S. Reinhold, 1964, p. 541

4.4.3. PRESENTACION DEL PROCESO FINAL SELECCIONADO

Seguidamente detallamos el proceso de fabricación de tuberías y accesorios de plástico reforzado con fibra de vidrio por el método de filamento enrollado.

4.4.3.1. DIAGRAMA DE FLUJO

OPERACION I.- ENCERADO DEL MANDRIL

Al mandril debidamente encerado se le aplica el agente desmoldante en capas delgadas y uniformes evitando discontinuidades para obtener una tubería lisa.

El agente desmoldante en este caso será Cera de Carnauba y emulsiones de cera. Pudiendo ser, además delgadas películas de acetato de celulosa, triacetato de celulosa, alcohol polivinílico, polietileno, celophane, poliéster saturado (Mylar, terphane), etc.

OPERACION II.- APLICACION DEL GEL-COAT

Al mandril completamente encerado en la cara a ser trabajada, se le aplica gel coat por medio de un soplete, se impregna la superficie con una delgada capa pero uniformemente distribuida a fin de evitar zonas irregulares y dar mayor protección contra los agentes químicos.

Se deja secar durante 10 minutos a temperatura ambiente, para obtener la consistencia adecuada; esto se comprueba cuando al tocar con el dedo el recubrimiento, se siente pegajoso pero sin que se adhiera al dedo.

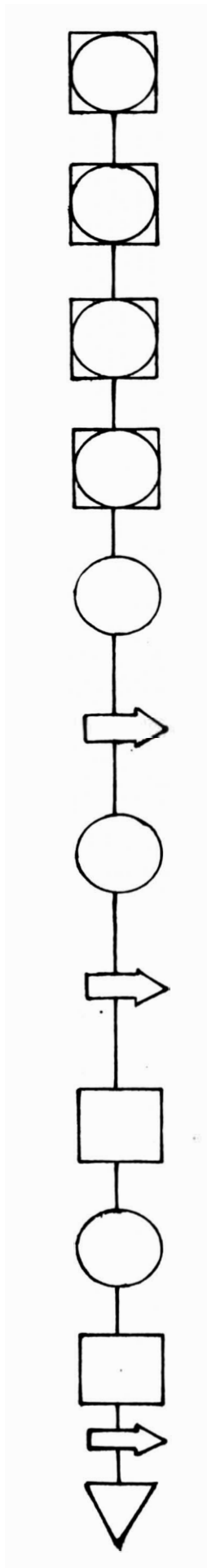
OPERACION III.- RODILLADO

Terminada la operación de arrollamiento, se efectúa un trabajo de compresión por rodillo para emparejar y compactar la pared de la tubería expulsando el aire que hubiera podido quedar atrapado.

OPERACION IV.- DESMONTAJE DEL MANDRIL

El mandril es desmontado de la máquina enrolladora y luego se trasladada a la zona de curado.

DIAGRAMA DE FLUJO



Encerado del Mandril

Aplicación del Gel-Goat

Enrollamiento con Fibra de Vidrio
más Resina

Rodillado

Desmontaje del Mandril
(De máquina arrolladora)

Hacia zona de Curado

Remoción del Mandril

Hacia zona Acabado e Inspección

Inspección

Acabado

Control de Calidad

Hacia Almacén de Productos Terminados

Almacenamiento

OPERACION V.- REMOCION DEL MANDRIL

El mandril a usarse será retirado después del curado, dejando la tubería lista para el acabado.

OPERACION VI.- ACABADO E INSPECCION

Debido a que generalmente se presentan bordes cortantes, superficies irregulares, etc. Es necesario dar un buen acabado, mediante masillado, retoques, pulido, etc., según corresponda.

4.4.3.2. BALANCE DE MATERIA

Para calcular la cantidad de material a usar en cada tubería tenemos los siguientes datos:

Las tuberías de mayor uso son de diámetros nominales de 4", 6", 8", 10" y 12", la longitud de estas tuberías será igual a 10 pies (3 mt). También se consideran diámetros externos estándar para estas tuberías. La presión nominal de las tuberías será igual a 350 PSI, esta es la presión máxima de servicio recomendada a una temperatura de 73°F (23°C). Se adiciona una presión de 42 PSI para permitir mayor seguridad en el diseño.

Las normas de diseño para la presión interna son las establecidas por las normas ASTM D 2992 y ASTM D 2996.

La presión nominal se basa en un ensayo hidráulico de 100% de la estanqueidad de cada tramo de tubería a una presión de 700 PSI. El 1% de las piezas se ensaya hasta la rotura y debe resistir una presión de 1500 PSI.

Las tuberías serán diseñadas usando la fórmula ISO para el esfuerzo tangencial

$$s = \frac{P(D-t)}{2t}$$

Donde:

S = Esfuerzo Tangencial en PSI

P = Presión Interna PSIg

D = Diámetro externo promedio pulg.

t = Espesor de pared mínima pulg.

Las asunciones hechas para el diseño son las siguientes:

1. Toda la resistencia proviene de la fibra de vidrio
2. La resistencia de la fibra de vidrio es de 100,000 PSI
3. Factor de seguridad 2:1
4. Presión nominal 350 PSI
5. Presión de seguridad 42 PSI

Como datos de la fibra de vidrio tipo ROVING se tiene: ROVING
(Owens Corning Fiberglass) Tipo 447 WH

Tex 3130

60 cabos (ends)

Peso del carrete 4,600 kg.

Ejemplo de Cálculo:

- Cantidad de ROVING utilizado

Para una tubería de 4" de diámetro nominal:

Aplicamos la fórmula ISO: $S = \frac{P(D-t)}{2t}$

donde: S = 100,000 PSI

P = (350 + 42) PSI + fs

fs = 2

D = 4.5 pulg

t = Espesor de la fibra de vidrio

$t = PD/(2S+P)$

= 0.018 pulg.

Este espesor es el de la fibra de vidrio solamente.

Ya que la cantidad de vidrio se controla en Peso, convertiremos este espesor en peso de Vidrio:

Sabemos: $W = \pi DtLP$

donde: D = 4.5 pulg

t = 0.018 pulg

L = 10 pies = 120 pulg

= Peso Específico del vidrio (lb/pulg³)

$$(0.0917 \text{ lb/pulg}^3)$$

$$W = (3.14)(4.5'')(0.0917 \text{ lb/pulg}^2)(0.018'')(120'')$$

$$W = 2.7987 \text{ lb}$$

RESINA

Para calcular la cantidad de resina a usar durante el enrollamiento. Debemos establecer la relación Fibra de Vidrio a Resina como se ha visto anteriormente, la relación varía de 60 a 85% de fibra de vidrio, consideraremos el 70% de fibra de vidrio y 30% de resina poliéster.

Tenemos entonces:

$$\text{Peso de Resina} = \frac{W \times 0.2}{0.8} = 1.1994 \text{ lb}$$

GEL COAT

Se recomienda usar de 6.2×10^{-4} a 9.8×10^{-4} lb/pulg². En nuestro caso usaremos 6.5×10^{-4} lb/plg² de pared de tubería.

Tenemos:

$$\text{Area de Tubería de 4''} = 1,810 \text{ pulg}^2$$

Además sabemos que el espesor mínimo de forro de resina (Gel Coat) es 0.005 plg. Partiendo de este dato se calcula el peso de Gel-Coat necesario.

De la siguiente Ecuación:

$$W = \pi D L t P$$

Donde:

$$D = 4.5 \text{ plg}$$

$$L = 120 \text{ plg}$$

$$t = 0.005 \text{ plg}$$

$$p = 0.04 \text{ lb/plg}^3$$

$$W = 4.5 \times 3.14 \times 120 \times 0.005 \times 0.04$$

$$W = 0.3418 \text{ lb}$$

PESO DE LA TUBERIA:

		%
Peso de F.V. Roving	2.7987	64.48
Peso de Resina	1.1994	27.64
Peso de Gel Coat	0.3418	7.88
	4.3399	100.00

Para calcular el peso de Gel-coat para las tuberías de otros diámetros se considerará que debe ser el 7.88% del peso total, así:

$$\text{Peso de Gel-Coat} = (\text{Peso de Roving} + \text{Peso de Resina}) \times \frac{7.88}{92.12}$$

Los pesos de Fibra de Vidrio, de Resina y Gel-Coat para las tuberías de 4", 6", 8", 10" y 12". Se calculan de manera similar y los resultados se presentan en el siguiente cuadro:

CUADRO 4.11.

Diámetro Nominal Pulg	Diámetro Externo Pulg	Espesor de F.V. pulg	Peso de Roving lb	Peso de Resina lb	Peso de Gel-Coat lb	Espesor de Gel-Coat	Peso Total lb
4	4.500	0.018	2.7987	1.1994	0.3418	0.005	4.3344
6	6.625	0.026	5.9499	2.5499	0.7271	0.007	9.2269
8	8.625	0.034	10.1308	4.3417	1.2379	0.009	15.7104
10	10.750	0.042	15.6005	6.6859	1.9064	0.011	24.1928
12	12.750	0.050	22.0272	9.4402	2.6917	0.0138	34.1491

Diámetro Nominal pulg	Peso de F.V. Roving kg	Peso de Resina kg	Peso de Gel-Coat kg	Peso Total kg
4	1.2706	0.5445	0.1552	1.9703
6	2.7013	1.1577	0.3301	4.1890
8	4.5994	1.9711	0.5620	7.1325
10	7.0826	3.0354	0.8655	10.9835
12	10.0003	4.2859	1.2220	15.5082

4.5. DISEÑO DE PLANTA

4.5.1. MAQUINARIA Y EQUIPO

	Cantid.
- Mandriles de Fierro Galvanizados	
Diámetro nominal 4"	3
Diámetro nominal 6"	3
Diámetro nominal 8"	3
Diámetro nominal 10"	3
Diámetro nominal 12"	3
Total	15
- Compresora Atlas Copco de 3MP con accesorios modelo tipo KT 2B	
- 2 Pistolas rociadoras de Gel-Coat	
- 7 Rodillos para compactar la superficie de la tubería	
- 1 Pulidora de bordes National DA 1/2 HP	
- Dos tanques mezcladores de Resina con agitadores de 1 HP	
- 5 Máquinas arrolladoras horizontales 6 HP	
- 7 Cubetas de fierro galvanizado para baño de la fibra de vidrio en resina de (1.x1.x0.5m)	
- 4 ventiladores 1/6 HP	

a) EQUIPO TEORICO ESTANDAR

Dado que el método de filamento Enrollado ha sido ampliamente estudiado y aplicado en países de mayor desarrollo tecnológico, podemos encontrar equipos estandarizados para tal fin; a continuación mencionamos a los proveedores de maquinaria.

PROVEEDORES DE MAQUINARIAS EQUIPOS E INSUMOS

- BLACK CLAWSON Co. Plastics Dpto.
605 Clark st. Middletown, Ohio 45042
Ca. Blacklawson U.S.A.
Filament Winding Machine Builder

- BAJE MACHINERY Co.
5875 N. Lincoln Ave.

Chicago Illinois 60659 U.S.A.
Filament Winding Machine Builder

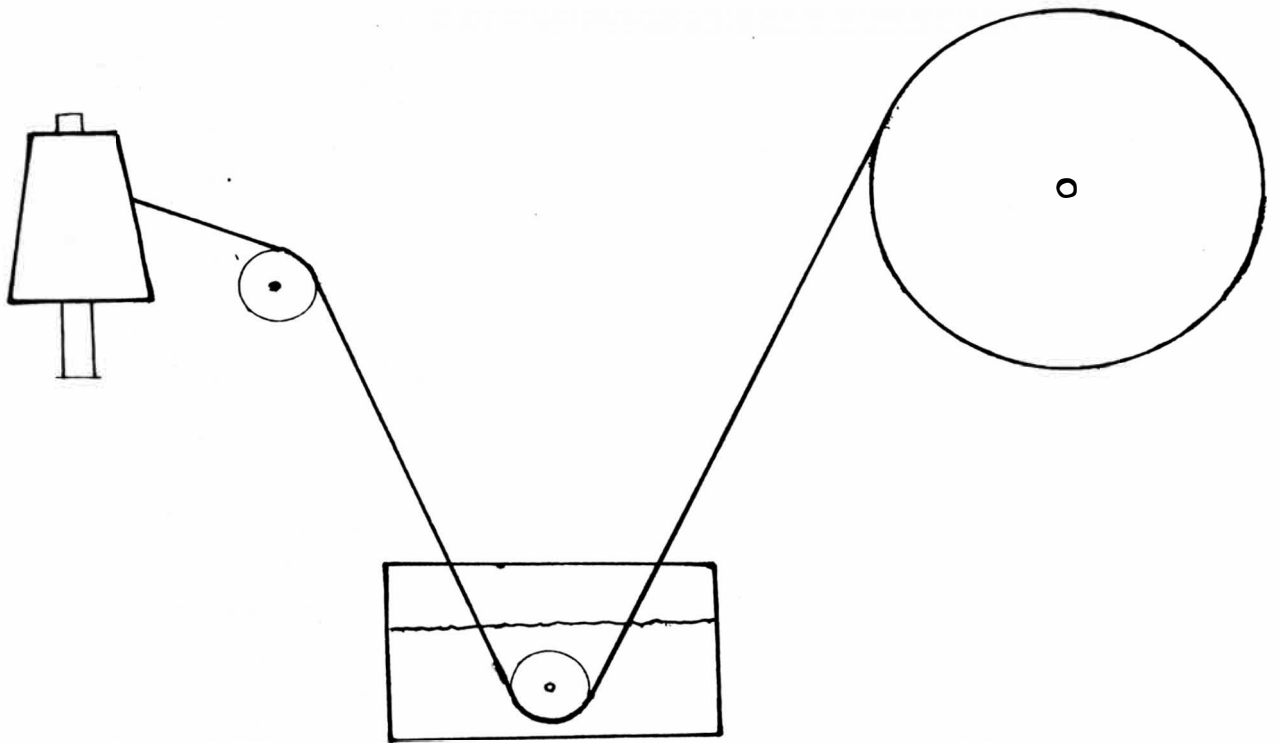
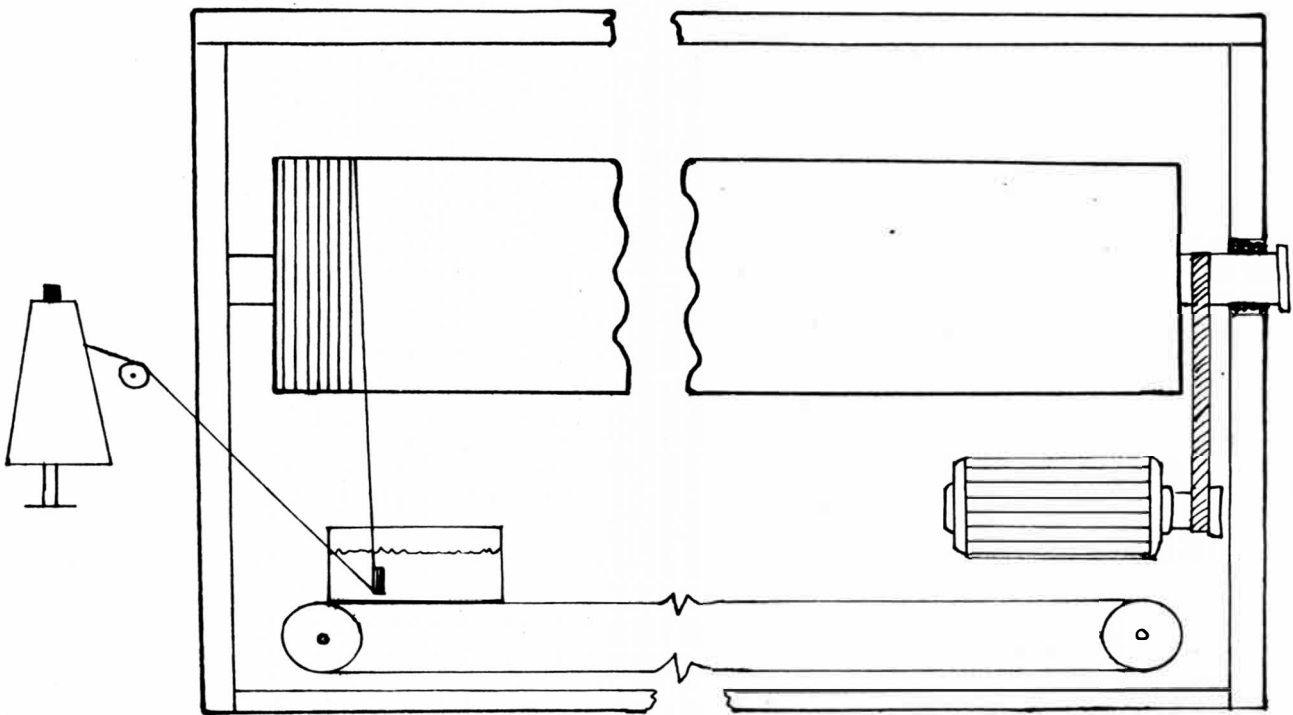
- BRENNER I. G. Co.
100 Manning, St. Newark
Ohio 43055 U.S.A.
Filament Winding Machine Builder
- EN TEC
145 W. 2950 S.Ave. Salt Lake City
Utah 84 115
U.S.A.
- JOHNS-MANVILLE
P.O.Box 5108
Denver, Colorado 80217
U.S.A.
IRRIGATION Systems Fiber Glass Composite pipe
- GOLDWORTHY ENGINEERING, Inc.
2917 W. Lomita Blvd
Torrance, California 90505
TLX(67-3213)
U.S.A.
- BRANSON SHALLKRAFT GMBM
Ottostrasse 8
D-6054 Heusenstamm
W. Germany
Ultrasonic Welding Equipment
- BARMAG, BARMER
Maschinen Fabrik Ag.P.O.Box110240
D-5630 Remscheid 11
W. Germany
Filament Winding Equipment
- SONOTRIC GMBM
Wilhem Roether-Strasse 43
D-7516 Karlsbad, Tel.8044
GERMANY
Ultrasonic Welding Equipment

- REIFERNHAUSER KG Maschinen Fabrik
P.O. Box 1345
D-5210 Troisdorf, TLX 889525
Tube Welding Machines
- UPO ENGINEERING
Upo Osakeyhtio P.O.Box 137
15101 Lathy 10
Finland
- LUDWIG ENGEL KG Maschinen Fabrik
A-4311 Scwertberg, Austria
TLX 02-174521
Injection Moulding Machines and Moulds for the production
of fittings
- SHYODU PRECISION INST.RUMENTS Co.
197 King, Boaklym, N.Y.11231
Randolph Geltimer Supplier
- BARBER COLMAN Co.
1300 Rock St. Rockford
Ill. 61101
Barcol Hardness Tester
- DUPONT COMPANY, Fabrics and Finishes Dpto.
Industrial Products Division
Room 2500-2,NEBOURS BLDG, Wihmington, Delaware 19898
TEDLAR FILM Supplier
- THADEM MOLDING CORP.
300 Scientific, Hormestown
N.C.27283
- KOCH ENGINEERING Co. INC.
4111 E. 37 th N.,Wichita
Kansas 67220

PROVEEDORES DE PRODUCTOS

- COROFAC INC
Shaw & Orchard Sts
Mantúa , Ohio 44255

MAQUINA ENROLLADORA



U.S.A.

Polyethylene and Chlorinated PVC pipes with filament
Wound RP overwraps

- OWENS CORNING FIBER GLASS CORP

Pipe Marketing Division

Fiber Glass Tower, Toledo, Ohio, 43659

Composite polyester-Fiber glass pipe

- ADVANCED COMPOSITES

P.O. Dower 15323

Salt Lake City, UTAM 84115

U.S.A

Design and Engineering

- THE RANDOLPH Co.

112 Rosine St

Houston, Texas 77019

Eposy-Fiberglass Tubes

b) ADAPTACION DEL EQUIPO

Se puede adquirir la maquinaria estandarizada pero la maquinaria importada es altamente costosa, el presente estudio considera que la maquinaria será construída en nuestro país, ya que contamos con la información necesaria para hacer el diseño simplificado.

Como el volumen de producción inicial es relativamente bajo, el número de máquinas arrolladoras serán cinco, pero de acuerdo al incremento de la demanda se podrá aumentar este número.

Los equipos complementarios pueden ser adquiridos fácilmente en el mercado nacional.

4.6. REQUERIMIENTOS DE MATERIA PRIMA

Los principales insumos necesarios son: Fibra de vidrio tipo Roving, Gel-Coat, Resina de Uso General. Estos dos últimos deberán ser preparados en la planta en unos tanques mezcladores, donde se les agregará catalizador, endurecedor, relleno, pigmentos y otros. A continua-

ción se da la composición de la mezcla:

GEL-COAT

Composición

	%	Precio S/. (1 kg de gel-coat)
Resina poliester	76.0	562.4
Monoestireno	19.6	176.4
Pigmentos	0.8	7.2
Aerosil 200	0.6	1.9
Naftenato de Co. al 6%	0.5	12.5
Talco	1.0	1.6
MEK	1.5	2.3
	<hr/> 100.0	<hr/> 764.3

RESINA DE USO GENERAL (Para el baño de fibra de vidrio)

Composición

	%	Precio S/. (1 kg de resina)
Resina poliester	70.2	519.5
Monoestireno	16.4	147.6
Naftenato de Co. al 6%	0.5	12.5
Carbonato de Ca	10.8	2.4
MEK	2.1	3.2
	<hr/> 100.0	<hr/> 684.2

MASILLA PARA ACABADOS (Opcional-1% en peso del producto final)

	%	Precio S/. (1 kg. de masilla)
Resina	30.0	222.0
Talco	55.0	90.2
Naftenato de Co.al 6%	10.0	250.0
MEK	5.0	75.0
	<hr/> 100.0	<hr/> 637.2

LISTA DE PRECIOS

	<u>S/. /kg</u>
Resina poliester de Uso general	740.0
Roving (\$1.73/kg)	720.0
Naftenato de Cobalto al 6%	2,500.0
Pigmento (Oxido de Titanio)	900.0

MEK	1,500.0
Cera de Carnauba a granel	1,200.00
Aerosil 200	324.0
Monoestireno	900.0
Carbonato de Calcio	22.0
Talco Industrial	164.0

4.6.1. COMPOSICION. DE PRODUCTOS

Tubería de 4" de Diámetro

	Peso en kg.
Gel Coat	0.1552
Roving F.V.	1.2706
Resina	0.5445
Cera	0.011

Operación	Tiempo
Encerado Gel-Coat	15 minutos
Enrollado	20 "
Rodillado	10 "
Desmontaje	5 "
Remoción del Mandril y Acabado	20 "

Tubería de 6" de Diámetro

	Peso en kg
Gel Coat	0.3301
Roving F.V.	2.7013
Resina	1.1577
Cera	0.022

Operación	Tiempo
Encerado y Aplicación de Gel Coat	15'
Enrollado	20'
Rodillado	10'
Desmontaje	5'
Remoción del mandril y acabado	20'

Tubería de 8" de Diámetro

	Peso en kg
Gel Coat	0.5620
Roving F.V.	4.5994
Resina	1.9711
Cera	0.038

Operación	Tiempo
Encerado y Gel-Coat	20'
Enrollado	25'
Rodillado	10'
Desmontaje	5'
Remoción del mandril y acabado	20'

Tubería de 10" de Diámetro

	Peso en kg
Gel-Coat	0.8655
Roving F.V.	7.0826
Resina	1.9711
Cera	0.059

Operación	Tiempo
Encerado Gel-Coat	25'
Enrollado	30'
Rodillado	15'
Desmontaje	5'
Remoción del mandril y acabado	25'

Tubería de 12" de diámetro

	Peso en Kg
Gel Coat	1.2220
Roving	10.0003
Resina	4.2859
Cera	0.083

Operación	Tiempo
Encerado Gel-Coat	25'
Enrollado	35'
Rodillado	15'
Desmontaje	5'

Remoción del Mandril y
Acabado

25'

4.7. PRODUCCION DIARIA

Con la finalidad de mostrar el cálculo de insumos necesarios para la producción diaria, tomaremos como ejemplo la producción estimada para la puesta en marcha de la planta.

Diámetro Pulg	Cantidad	Peso Unitario kg	Peso Total kg
4	9	1.9703	17.73
6	7	4.1890	29.32
8	7	7.1325	49.92
10	6	10.9835	65.88
12	6	15.5082	93.06

256.kg. Diarios

PRODUCCION ANUAL (para puesta en marcha)

$$256\text{kg/día} \times 300 \text{ días} = 76,800 \text{ kg}$$

Aproximadamente 77 toneladas

REQUERIMIENTO DIARIO DE INSUMOS

Diámetro pulg	Cantidad	Cera kg	Gel-Coat kg	Roving kg	Resina kg
4	9	0.135	1.3968	11.4554	4.9005
6	7	0.2198	2.3107	18.9091	8.1039
8	7	0.3738	3.9340	32.1958	13.7977
10	6	0.4944	5.193	42.4956	18.2124
12	6	0.6878	7.332	60.0018	26.7154
Total	35	1.9208	20.166	165.037	70.7279

Considerando que:

1. Se pierde el 7% de Gel-Coat y resina, debido a que contienen productos volátiles
2. Se pierde el 3% de Roving por operación

3. La cera para desmolde también se volatiliza, también se considera 7% de pérdida
4. Se considera que el uso de masilla es 1% del volumen de producción

Con las consideraciones anteriores, los requerimientos diarios de materia prima son:

Materia Prima	kg.
Gel Coat	21.6844
Roving	170.1419
Resina	76.0515
Masilla	2.700
Cera	2.0654

4.8. CONTROL DE CALIDAD

El problema de control de calidad abarca un extenso campo y debe considerarse en cada etapa de fabricación.

Se debe tomar las debidas precauciones para eliminar cuantas variables sea posible y asegurar la uniformidad del material.

a) Condiciones de Almacenaje

Las resinas y los agentes de curado se almacenarán lejos del area de trabajo, teniendo cuidado con los materiales inflamables y más aún con los peróxidos orgánicos, los que pueden inflamarse al estar en contacto con fibras celulósicas.

La fibra de vidrio se almacenará en un lugar seco para poder trabajarsela en estado de sequedad. La fibra de vidrio es hidrófila y la humedad en el material retarda el curado de la resina.

b) Mezclado

Se debe evitar la exposición directa a la luz solar de los lugares de mezclado y trabajo, pues la luz solar induce a la gelificación prematura de la resina. El mezclado se debe

realizar en una zona aislada, lejos de paredes calientes y bajo el control de una persona capacitada, y debe ser cuidadosa en la dosificación.

c) Condiciones de Proceso

Los plásticos reforzados no son estructuras homogéneas y a diferencia de la mayoría de los metales, poseen un extenso grado de variabilidad de sus características fijas. Esto dá lugar a una variedad de resultados de operario a operario, e incluso a variaciones de un día a otro. Si se controlan los siguientes factores puede mantenerse dicha variación dentro de un mínimo.

- Variación del contenido de resina.- La buena impregnación es esencial, se consolidará el refuerzo sin perturbar la distribución ni romper el filamento.
- Corrientes de aire.- Causan excesivas pérdidas de estireno dando lugar a productos poco curados.
Tiempo de gelificación.- Si es demasiado prolongado causará evaporación de estireno.
- Temperatura ambiente.- Debe mantenerse constante, si variase el tiempo de solidificación se controlará ajustando el contenido de acelerante; más no el del catalizador.
- Mezclado adecuado de los agentes de curado
- Intervalo del tiempo entre la adición del catalizador y la del acelerante.

d) Inspección

Durante la inspección visual de los productos deben observarse los siguientes puntos:

- Imperfecciones superficiales y apariencia general
- Formación de burbujas de aire atrapadas en la superficie.
La resina sin pigmento hace más fácil la inspección visual
- Dimensiones

e) Ensayos

Existen dos tipos de ensayos mecánicos y químicos. Entre los ensayos mecánicos más importantes tenemos.

- Resistencia a la tracción:

"Propiedades de los plásticos a la tracción"

ASTM D638-42T

- Resistencia a la flexión:

"Propiedades de los plásticos a la flexión"

ASTM D671-42T

- Resistencia al Impacto:

ASTM D256-43T

Los ensayos químicos son la parte esencial del control de calidad. Los principales ensayos son:

- Relación resina-Fibra de vidrio: Se pesa una pequeña muestra de la tubería (1cm^2 generalmente) en un crisol se calcina luego se pesa para determinar la cantidad de fibra de vidrio.
- Propiedades de autoextinción.- Cuando se utilizan resinas o aditivos resistentes al fuego, se ensaya su eficacia con una tira del producto de unos $12.5 \times 12\text{cm}$ que se enciende manteniéndola sobre un mechero durante 30 segundos y retirándola luego para medir el tiempo que demora en apagarse la llama.

f) Grado de Curado

El curado es importante para la buena calidad del producto. El grado de curado se refleja en los resultados de los ensayos. Cuando el curado es insuficiente, la naturaleza de la resina es blanda y produce un sonido apagado o amortiguado. Los siguientes ensayos de laboratorio cuando se relacionan dan una indicación del grado de curado de la resina.

Estos son:

- Constante dieléctrica

"Factor de potencia y constante dieléctrica" D150-42T

"Resistencia Dieléctrica" D149-40T

-Absorción de Agua, infiltración e hinchamiento:

"Ensayo absorción de agua" D570-42

- Absorción de Bencol, Infiltración e Hinchamiento.

4.8.1. CONTROL

La frecuencia de inspección se determina analizando los siguientes factores:

Data histórica de la variable

Probabilidad de variación fuera de tolerancia

Criterios especiales por cambio de proveedor, maquinaria, mano de obra, método

Ventajas y desventajas de los diversos métodos de inspección
Horas-Hombre utilizada o necesarias

4.8.2. ACCION CORRECTIVA

La acción correctiva consta de los siguientes pasos:

Detección de la condición inaceptable

- Identificación de la operación culpable

Diagnóstico de la causa

Desarrollo de la solución

- Aplicación de la solución

- Evaluación de la efectividad de la solución

Prevención de la repetición de la condición inaceptable

4.9. ESPECIFICACIONES

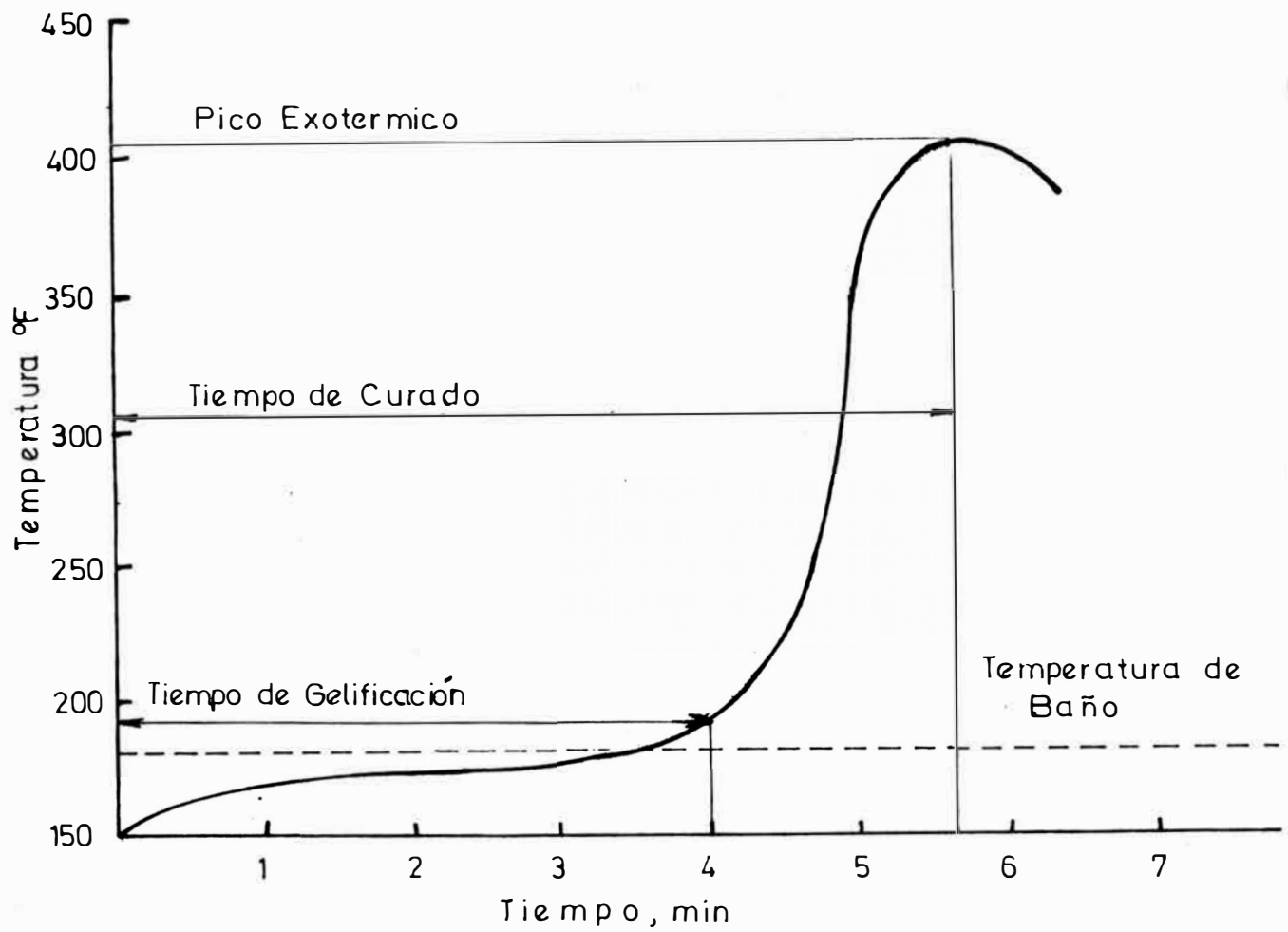
Tiempo de Gelificación .

La norma BS 3532 especifica la medición del tiempo de gelificación a 25°C y también a 82°C. Para la gelificación a 25°C, esta se realiza usando un tiempo técnico de gelificación. Mientras este tiempo es útil para la gelificación de la resina, no lo es para gel-coat altamente tixotrópico, para estos últimos los tiempos de gelificación se miden manualmente. La figura 4.15 muestra la curva de temperatura de una resina, muestra tomada a una temperatura estándar de 180°F o 83°C, este gráfico nos da mayor información obtenida midiendo solamente temperatura y tiempo.

La muestra es de 10 gr de resina catalizada con 1% de peróxido de benzóilo y colocada en un baño a temperatura constante de 82°C ó 180°F, medido con termocupla colocada en la resina.

El registro de temperatura de la resina nos da como resultado el gráfico mostrado.

Fig. 4.15 Curva de Temperatura de una Muestra de Resina



El tiempo medido desde que la resina alcanza 150°F hasta cuando alcanza 190°F es el tiempo de gelificación y el tiempo desde 150°F hasta el pico exotérmico, se toma como tiempo de curado. El método explicado es llamado "Prueba SPI". Este método se puede adaptar para otras temperaturas y variando incluso los porcentajes de catalizador y el catalizador mismo, también usando acelerador de naftenato de cobalto.

Ciertos fabricantes de poliéster usan la prueba SPI como un procedimiento de control estándar y su uso generalizado sería una ventaja cuando se desea comparar el efecto de varios sistemas de curado e inhibidores.

ESPECIFICACION DE NORMAS BRITANICAS PARA TUBERIAS Y ACCESORIOS DE PLASTICO REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO

1.- OBJETIVO

Esta norma británica específica requerimientos para materiales, dimensiones, tuberías, juntas, clasificación y fabricación. Esto es para tuberías, juntas y accesorios con o sin presión, hechos de resinas termoestables reforzadas con fibra de vidrio, con o sin ferro termoplástico aplicado para transportar sobre o debajo del suelo, líquidos incluyendo agua potable y no potable, aguas servidas y agua pluvial.

La tubería puede ser usada para residuos industriales para lo cual su adaptabilidad está establecida. En el caso de los accesorios otros materiales además de plásticos reforzados con fibra de vidrio son permitidos.

2.- MATERIALES DE CONSTRUCCION

2.1. RESINAS

Las resinas termoestables usadas para la manufactura de tuberías y accesorios pueden ser de varios tipos.

Hay muchos sistemas de resinas en cada tipo y las propiedades de estos sistemas varían, especialmente con respecto a la resistencia química y el punto de deformación en caliente. El sistema de resina usado cumplirá con los requerimientos de la norma BS3532 para sistemas de resina poliéster y será tal que la tubería terminada cumplirá con todos los requerimientos de esta norma. Otros sistemas de resina pueden ser adaptadas, pero la tubería terminada cumplirá igualmente con todos los requerimientos de esta norma.

2.2. REFUERZOS

2.2.1. REFUERZOS FIBROSOS.-

Todos los refuerzos de fibra de vidrio serán del vidrio tipo "E" como sigue:

FIBRA DE VIDRIO ROVING.-

Como lo especificado en la norma BS3691 y tendrá un tratamiento superficial compatible con la resina, cualquier construcción de refuerzo es aceptable si la tubería cumple con todos los requerimientos de esta norma británica.

2.2.2. SUPERFICIES TEJIDA

Tejidos incorporando vidrio C, fibras sintéticas orgánicas tales como fibras poliéster o acrílicas o vidrio E, pueden ser usadas para producir resinas ricas en las capas interiores y exteriores.

2.3. OTROS MATERIALES

2.3.1. AGREGADOS

Un agregado es definido como un material granular inerte, de un rango de tamaño entre 5mm y 0.05mm usado como una parte del diseño de la estructura. Agregados tales como arenas de sílica seleccionadas pueden ser incorporadas formando una parte del diseño de la estructura del compuesto.

2.3.2. RELLENOS INERTES

Un relleno inerte es definido como un material fino con un tamaño de partícula debajo de 0.05mm usado como extendedor de resina. Los rellenos inertes pueden ser incorporados en el agregado o junto con el.

2.3.3. ADITIVOS.-

Un aditivo es definido como un material para modificar las propiedades de las resinas. Las resinas pueden contener aditivos activos para el control de la viscosidad o retardantes de la llama.

2.3.4. COLORANTES

La resina puede incorporar pigmentos o tinturas.

2.4. FORROS PREFORMADOS

Cuando se usan forros termoplásticos los materiales usados por estos forros deben ser no plastificados PVC cumpliendo con los requerimientos de BS3505 o 3506 o polipropileno como lo especificado en BS4991, seleccionado sobre las bases de libertad de la interacción entre el líquido transportado y el forro.

El espesor mínimo de la pared forrada debe ser 1.5mm, forros de otros materiales pueden ser usados por acuerdo entre el fabricante y el comprador.

2.5. GENERALIDADES

Las resinas, refuerzos, colorantes, rellenos y otros materiales son combinados como una estructura compuesta junto con el forro usado y producirán también tuberías y accesorios que satisfagan los rendimientos requeridos. La superficie interna de las tuberías y accesorios será más pulida y ambas superficies interna y externa serán limpias y libres de fallas tales como fibras sobresalientes, agujeros, agujeros profundos, bulbos grietas, ampollas o materias extrañas que perjudicará su rendimiento en servicio.

3. DIMENSIONES

Todas las dimensiones especificadas serán referidas a 23°C de temperatura. Métodos de medidas de estas dimensiones y sus tolerancias serán descritas en la sección pertinente.

3.1. DIAMETRO DE LA TUBERIA.-

Las tuberías serán designadas por el diámetro nominal interno. Los diámetros preferidos son mostrados en la tabla 1. Se pueden fabricar tuberías de otros diámetros por acuerdo entre el comprador y el fabricante, las cuales cumplirán con los otros requerimientos de esta norma.

TABLA N° 1

DIAMETROS NOMINALES DE TUBERIAS PREFERIDAS

25	125	600	1,600	3,000
32	150	700	1,800	3,200
40	200	800	2,000	3,400
50	250	900	2,200	3,600
65	300	1,100	2,400	3,800
80	400	1,200	2,600	4,000
100	500	1,400	2,800	

Todas las dimensiones están en milímetros

3.1.1. TAMAÑO DE TRABAJO

El tamaño de trabajo es definido como el diámetro interno declarado por el fabricante, esto será advertido al cliente y puede diferir del diámetro nominal por -3.5%, + 1%.

3.1.2. TOLERANCIAS DE MANUFACTURA

Las tolerancias de manufactura en los tamaños de trabajo serán como sigue:

- \pm 1.5mm para tuberías hasta 150mm incluido de diámetro nominal
- + 3.0mm para tuberías de 150 mm hasta 600mm de diámetro nominal
- \pm 0.5% para tuberías de más de 600mm de diámetro nominal.

Todas las desviaciones de redondez, tales como evaluado con la excepción de deformación de tuberías debido a su peso serán incluidas sin estas tolerancias.

3.2. LONGITUD EFECTIVA DE LAS TUBERIAS

3.2.1. La Longitud efectiva es definida como la distancia entre dos planos normales al eje de la tubería pasando a través del punto final de la tubería excluyendo el espesor máximo de diseño de inserción de la espiga donde es aplicable el casquillo. Ver fig.1a, 1b, y 1c.

3.2.2. LONGITUDES A SER PROVEIDAS

Las tuberías serán proveídas en longitudes exactas de normalmente 3m, 5m, 6m, 10m y 12m de longitud efectiva, u otras longitudes convenidas entre el fabricante y el comprador.

3.3. DESCENTRADO DE UNA TUBERIA

3.3.1. DESCENTRADO

El descentrado del terminal de una tubería es definida como la máxima distancia entre el área terminal real de la tubería y el plano final normal al eje de la tubería pasando a través del punto final de la tubería excluyendo el diseño de la espiga donde es aplicable el casquillo.

3.3.2. TOLERANCIAS EN LAS TUBERIAS SIN BORDE

Las tolerancias en las tuberías sin reborde será de $2\text{mm} + 0.005 D$ con un máximo de 10mm, donde D es el diámetro nominal interno de la tubería en milímetros.

3.3.3. TOLERANCIAS EN LAS TUBERIAS CON BORDE

La superficie del borde será perpendicular al eje de la tubería cerca de 0.5° y será liso a $\pm 0.5\text{mm}$ para tuberías de hasta 400mm incluidos de diámetro nominal, y será de cerca de 0.25° y $\pm 0.5\text{mm}$ para tuberías de mayor diámetro.

3.4. RECTITUD

Para tuberías de diámetro nominal interno mayores que 150mm, la desviación de la dirección del agujero de la tubería no excederá en 0.3% de la longitud efectiva de la tubería a 15mm, cualquiera es el mínimo.

3.5. ESPESOR DE LA PARED DE LA TUBERIA

El espesor de la pared de la tubería alcanzará por lo menos el mínimo valor declarado por el fabricante. Para tuberías con

con un forro termoplástico, el espesor mínimo del forro y el espesor mínimo del plástico reforzado serán declarados.

4. ACCESORIOS

4.1. ACCESORIOS HECHOS DE PLASTICO REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO

Todos los accesorios hechos de PRFV tales como: codos, tees, uniones y reducciones serán de igual o superior rendimiento a las tuberías de la misma clasificación. Todos los accesorios serán terminados internamente pulidos. Para tuberías de PRFV la desviación del valor consignado el ángulo de cambio de dirección de un codo, tee, unión, no excederá en $+ 1^\circ$ para tuberías hasta de 600mm incluidos de diámetro interno y ± 0.5 para tuberías de mayor diámetro.

Las tolerancias en las declaraciones del fabricante sobre longitudes de accesorios excluido el casquillo donde es aplicado será de ± 5 mm tomado del punto de intersección del extremo de la tubería o $+ 10$ mm sobre un accesorio recto.

4.2. ACCESORIOS HECHOS DE OTROS MATERIALES DIFERENTES A PRFV

Accesorios hechos de otros materiales diferentes a los PRFV podrán ser proveídos y tendrán compatibilidad con los sistemas unidos y será igual o superior en rendimiento a las tuberías de PRFV de la misma clasificación. Los accesorios hechos de materiales diferentes a los PRFV cumplirán con los requerimientos de las normas británicas pertinentes.

5. UNIONES

Las uniones pueden ser rígidas o flexibles (mecanicamente)

5.1. UNIONES RIGIDAS

Las uniones rígidas tales como uniones con borde, empalmes, casquillos y espigas con uniones combinadas, uniones roscadas, etc. será igual o superior en rendimiento a tuberías de la misma clasificación en ambas direcciones: circunferencial y longitudinal.

5.2. UNIONES FLEXIBLES

Las uniones flexibles tales como argollas enrolladas o empotradas (limitadas) o uniones bridadas serán iguales o superiores en rendimiento a tuberías de clasificación de la tubería principal en la dirección circunferencial solamente, hasta los límites de la desviación angular o estirado indicado por el fabricante de la unión.

6. CLASIFICACION

6.1. GENERALIDADES

Las siguientes clasificaciones referidas a temperaturas de servicio nominal hasta 30°C.

Si la tubería es designada para ser usada a mayores temperaturas de servicio el fabricante debe ser consultado.

6.2. PRESION

Las tuberías serán clasificadas para la máxima presión manométrica de trabajo soportada, las cuales son adecuadas para usarlas como sigue:

0, 1, 2,5,4,6,10,12,5, 16, 25, 40 y 64 bar*

* 1 bar = 10^5N/m^2 = 100KPa

Tuberías adecuadas para otras relaciones de presión pueden ser materia dada por acuerdo del fabricante y comprador. Con excepción de diseños especificados, las tuberías de PRFV no son normalmente adecuadas para resistir cargas finales desarrolladas por presiones internas. Anclajes externos sin embargo son necesarios para los cambios de dirección. Donde las tuberías son diseñadas por tener resistencia longitudinal para resistir cargas finales, ellas serán marcadas con las letras "LS" en una caja (Ver 9.1.g)

6.3. RESISTENCIA A LA PRESION EXTERNA

Las tuberías serán clasificadas de acuerdo a su mínima rigidez específica inicial como sigue:

$$\text{marca } 250 \frac{EI}{D^3} = 250 \text{ N/m}^2$$

$$\text{marca } 400 \frac{EI}{D^3} = 400 \text{ N/m}^2$$

$$\text{marca } 525 \frac{EI}{D^3} = 525 \text{ N/m}^2$$

$$\text{marca } 650 \frac{EI}{D^3} = 650 \text{ N/m}^2$$

$$\text{marca } 900 \frac{EI}{D^3} = 900 \text{ N/m}^2$$

$$\text{marca } 1100 \frac{EI}{D^3} = 1100 \text{ N/m}^2$$

$$\text{marca } 4000 \frac{EI}{D^3} = 4000 \text{ N/m}^2$$

$$\text{marca } 8000 \frac{EI}{D^3} = 8000 \text{ N/m}^2$$

donde:

I = es el momento de inercia de la pared de la tubería por unidad de longitud en (m^4/m)

E = es el módulo de inclinación en (N/m^2) en la dirección circunferencial

D = es el diámetro nominal en m

Tuberías que tienen otra rigidez pueden ser dadas por acuerdo entre el fabricante y el comprador.

Es estimado para que la real fuerza no aceptable pueda ser inducida en las tuberías de pared gruesa a deflexiones comparativamente pequeñas (5%).

6.4. COMPATIBILIDAD CON LOS LIQUIDOS

Las tuberías y accesorios para uso de líquidos serán clasificados como:

6.4.1. COMPATIBLE CON AGUA POTABLE

Las tuberías y accesorios que son adecuados para uso de agua potable serán marcados con "P" en un recuadro.

Tales tuberías y accesorios serán ensayados para confirmar que no se perjudican la natural calidad del agua. Serán incluidos los ensayos para determinar el grado o efecto sobre el sabor, olor, color y turbidez, el cambio comparativo de metales tóxicos y otras sustancias tóxicas y clima o tuberías y accesorios que soportan el crecimiento de bacterias y hongos.

Estos efectos estarán entre los límites requeridos por el usuario.

6.4.2. NO COMPATIBLES CON AGUA POTABLE

Las tuberías y accesorios que no son adecuados para usos con agua potable serán marcados con un recuadro en blanco.

Donde hay fluidos corrosivos tal como algunos residuos industriales para ser conducidos o donde la tubería será usada en un ambiente externo inusual, serán solicitadas las recomendaciones del fabricante.

7. RESISTENCIA A LA FLEXION

La habilidad de las tuberías para soportar cargas transversales o de flexión puede ser medidos por su resistencia longitudinal. Las tuberías de todas las clasificaciones tendrán una resistencia primaria inicial a la fuerza longitudinal de tracción por unidad de circunferencia no menor de:

Hasta inclusive 600 mm de diámetro nominal = 150N/mm

de 600mm hasta 1200mm inclusive de diámetro nominal = 200 N/mm

de 1200 mm hasta 2,400 mm inclus. diámetro nominal = 250 N/mm

de 2,400mm hasta 4000 mm inclus. de diámetro nominal= 300N/mm

Los requerimientos anteriores son propuestos para dar adecuada resistencia para las condiciones normales de manipulación y situado.

No serán usadas para este propósito, tuberías propuestas para re

sistir el peso final resultante de la presión interna, o resultante de la carga transversal de sostener estribos normalmente, requiere resistencia longitudinal mayor.

8. MARCADO

8.1. Todas las tuberías y accesorios proveídos serán indeleblemente marcados con:

- (a) El número de la norma británica BS5480 Part 1
- (b) El nombre del fabricante, iniciales o marca de identificación
- (c) El diámetro nominal en mm
- (d) Clasificación: rango de presión, rigidez, para evitar posible equivocación.

Tuberías nominales a 2.5 bar o 12.5 bar serán marcadas $2^{1/2}$ o $12^{1/2}$ y no 2.5 o 12.5

- (e) La fecha de fabricación
- (f) La letra "P" colocado en un recuadro si hay tuberías y accesorios adecuados para el uso del agua potable. Si hay tuberías y accesorios que no son adecuados para el uso de agua potable se marcará el recuadro, pero vacío.
- (g) Las letras "LS" puestas en un recuadro si hay tuberías y accesorios diseñados para resistir cargas longitudinales externas desarrollado por la presión interna, si hay tuberías y accesorios que no son adecuados para cargas finales una caja marcada mostrará el recuadro vacío
- (h) El ángulo de inclinación (en grados) en el caso de accesorios. Esta información será fijada de la siguiente manera:

BS 5480:PART 1-ABC-300-16- 650-Jan 77 - P - LS - 90°

8.2. La información en el ejemplo 8.1. puede ser agregado en varias líneas pero que el orden sea preservado.

Cualquier marca adicional requerida por el comprador será materia de un acuerdo especial entre el fabricante y el comprador. El fabricante puede añadir otras marcas, previniendo que no causarán conflictos.

ESPECIFICACION DE NORMAS ASTM PARA FILAMENTO ENROLLADO PARA TUBERIAS DE PLASTICO REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO

1. OBJETIVO

Esta especificación abarca máquinas que hacen tuberías a presión de resina termoestable reforzada, manufacturado por el proceso de filamento enrollado.

Están incluidos un sistema de clasificación y requerimientos para materiales, propiedades mecánicas, dimensiones, la ejecución métodos de prueba y marcado.

NOTA 1.- El tubo involucrado por esta especificación es apropiado para conducir gases productos del petróleo o fluídos corrosivos.

2. DEFINICIONES

2.1. DEFINICION GENERAL

Estas definiciones están de acuerdo con las definiciones de la ASTM D1600. La abreviación para tuberías de resina reforzada es RTRP.

2.2. TUBERIA REFORZADA DE RESINA TERMOESTABLE

Un producto tubular conteniendo un refuerzo fibroso encajado y rodeado por resina termoestable curada. La composición de la estructura puede contener rellenos granulados o de plaquetas, pigmentos tixotrópicos o tintes. Los revestimientos o forros termoplásticos o termoestables pueden ser incluidos.

2.3. ENROLLADO DEL FILAMENTO

Es un proceso usado para manufacturar buenas tuberías mediante el arrollamiento continuo de tejido de vidrio fibroso o cinta de roving sobre la parte externa de un mandril en un modo predeterminado bajo tensión controlada. El roving puede ser saturado con resina parcialmente curada. La polimerización del sistema resina puede requerir la aplicación de calor. El diáme-

tro interior de la tubería final es arreglada mediante el diámetro exterior del mandril y el diámetro exterior de la tubería es determinada por la cantidad de material enrollado en el mandril.

3. MATERIALES

Los materiales en general son las resinas, refuerzos, colorantes, rellenos y otros materiales.

4. CLASIFICACION

4.1. CLASIFICACION GENERAL

Las tuberías incluídas en esta especificación es clasificado en base al grado, tipo, clase y diseño hidrostático, de acuerdo con la clasificación de la ASTM D2310 para máquinas productoras de tubos de resina termoestable reforzado y un sistema secundario de clasificación celda, el cuál define las propiedades mecánicas básicas del tubo.

Estos tipos, grados, clases, categorías para la base del diseño hidrostático y la designación de la clasificación celda son como sigue:

4.1.1. TIPOS

Tipo 1.- Filamento Enrollado

4.1.2. GRADOS

Grado 1.- Tuberías de resinas epóxicas reforzadas con fibra de vidrio.

Grado 2.- Tuberías de resina poliéster reforzada con fibra de vidrio.

4.1.3. CLASES

Clase A.- Sin forro

Clase B.- Forros de resina epóxica, no reforzado

Clase E.- Forros de resina poliéster, reforzado

Clase F.- Forros de resina epóxica, reforzada

Clase K.- Forros de resina termoplástica (especificar)

4.1.4. BASES DEL DISEÑO HIDROSTÁTICO.-

Son dos métodos para clasificar las bases del diseño hidrostático de las tuberías. El tubo bajo esta condición puede ser clasificado usando el método de la prueba cíclica o el método de la prueba estática o ambos y las designaciones son mostradas en la tabla 1. Apéndice y explica como tienen que ser usadas las categorías en base al diseño.

4.1.5. PROPIEDADES MECÁNICAS

La tabla 2 presenta un sistema de clasificación para identificar las propiedades mecánicas del tubo comprendido en esta especificación.

NOTA 2.- Todas las combinaciones posibles incluidos en el sistema de clasificación anterior no pueden ser comercialmente aprovechadas.

4.1.6. CODIGO DE DISEÑO

El código de diseño del tubo puede consistir de la abreviación RTRP seguido por el tipo y grado en números arábigos, la clase y la base del diseño hidrostático estático o cíclico en letras mayúsculas y 4 números arábigos identificando respectivamente, la designación de la clasificación de la resistencia a la rotura a corto plazo, resistencia a la tensión longitudinal, módulo de tensión y la rigidez aparente del tubo. Entonces un código completo de designación del tubo consiste de 4 letras, 2 números, 2 letras y 4 números.

Ejemplo: RTRP 11FA 1334; esta designación describe filamento enrollado para una tubería de resina epóxica reforzada con forro epóxico reforzado, una resistencia a la presión cíclica que excede a 2500 psi (17.2MPa), una resistencia a la rotura a corto plazo que excede a 10,000 psi (68.9MPa) una resistencia a la tensión

longitudinal que excede a 25,000 psi (173 MPa), un módulo de tensión longitudinal que excede a 3×10^4 psi (20.7×10^3 MPa) y una rigidez aparente que excede a 1,500 pulg³ lb/pulg².

5. REQUERIMIENTOS FISICOS

5.1. MANO DE OBRA

El tubo estará libre de todo defecto, incluyendo indentaciones, delaminaciones, burbujas, inclusiones foráneas, agujeros de pasador y áreas pobres en resina debido a su naturaleza, grado a extensión que afecta perjudicialmente la resistencia y la utilidad del tubo. El tubo puede ser tan uniforme como comercialmente práctico, en color, densidad, opacidad y otras propiedades físicas, el tubo será centrado y al borde será suave y uniforme. Todos los extremos del tubo pueden ser cortados en ángulos rectos al eje del tubo, cualquier borde agudo debe ser eliminado.

5.2. DIMENSIONES Y TOLERANCIAS

5.2.1. DIAMETRO EXTERIOR.-

El diámetro exterior y las tolerancias del tubo incluido en esta especificación conformará los requisitos de la tabla 3 cuando se ha determinado de acuerdo con 6.4.1.

5.2.2. ESPESOR DE LA PARED.-

El mínimo espesor de la pared del tubo terminado bajo esta condición de ningún modo puede ser menor al 87.5% del espesor de la pared nominal publicado en el catálogo del fabricante al momento de la compra, cuando se ha medido de acuerdo con 6.4.1.

5.2.3. ESPESOR DEL FORRO

Excepto para la clase A de productos no forrados, todas las otras clases tendrán un mínimo de espesor de forro de 0.005 pulg. (0.13mm) cuando se ha medido de acuerdo con 6.4.2.

5.3. EJECUCION

El tubo bajo esta especificación será categorizado por las bases del diseño hidrostático cíclico o estático a largo plazo mostrado en la Tabla 1 cuando se ha probado de acuerdo con 6.5 y 6.6. Adicionalmente, el tubo mostrará los requisitos límites de la celda aplicable para resistencia a la rotura a corto plazo, resistencia a la tensión longitudinal, módulos de tensión y un factor de rigidez aparente descrito en la tabla 2 cuando se ha probado de acuerdo con 6.7 y 6.9 .

6. METODOS DE PRUEBA

6.1. ACONDICIONAMIENTO

Acondicionar las muestras a ser probadas a $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ($73.4 \pm 3.6^{\circ}\text{F}$) y el $50 \pm 5\%$ de humedad relativa para no menos de 48 horas antes de hacer la prueba de acuerdo con el procedimiento A. del método ASTM D618 acondicionando plásticos y material aislante eléctrico para la prueba.

6.2. CONDICIONES DE LA PRUEBA

Realizar las pruebas en la atmósfera de un laboratorio a $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ($73,4 \pm 3.6^{\circ}\text{F}$) y el $50 \pm 5\%$ de humedad relativa, al menos especificado de otra manera.

6.3. MUESTREO

Se tomarán muestras de tubos para determinar el arreglo del material a los requerimientos de rotura a corto plazo mostrado en la Tabla 2, se tomarán al azar semanalmente o en cada volumen de producción.

La proporción de muestreo para las otras listas de pruebas será de acuerdo con la práctica aceptada de estática y como un acuerdo entre el comprador y el vendedor.

NOTA 3.- Para pedidos individuales se realizarán únicamente aquellas prácticas adicionales y un número de pruebas específicamente aceptadas por el comprador y el vendedor.

6.4. DIMENSIONES Y TOLERANCIAS

6.4.1. ESPESOR DE LA PARED Y DIAMETRO

Determinar de acuerdo con el método ASTM D21222 "Determinación de dimensiones de tubos termoplásticos y adaptaciones.

6.4.2. ESPESOR DEL FORRO

Si los especímenes de la prueba tienen forro reforzado, se determina el espesor promedio del forro de acuerdo con 6.4.2.2. y restarlo del espesor promedio total, así el espesor registrado es el espesor de la pared reforzada.

6.4.2.1. Aparatos.-

Una escala óptica comparadora de 7 a 10 x que tiene una retícula graduada en 0.1mm (0.005pulg).

4.2.2.2. Procedimiento.-

Cortar el extremo del tubo o accesorios, remover las partículas y lijar el borde liso cortado usando papel lija de 200 grit, lavar completamente el borde lijado con agua limpia para remover el polvo de la resina y el vidrio, luego raspar en seco. El espesor del forro medido en el extremo cortado del tubo o accesorio colocando una retícula con división de mayor escala en la interfase aparente entre el forro y la pared reforzada. Luego hacia el centro del tubo y observar el espesor de la pared del forro estimado con 0.05mm(0.002pulg), realizar por lo menos 4 medidas con variación de 90°, reportar el valor máximo, el mínimo y su promedio

6.5. RESISTENCIA A LA PRESION CICLICA A LARGO PLAZO

Determinarla de acuerdo con el procedimiento A de la ASTM 2992 obteniendo las bases del diseño hidrostático efectivo para tuberías y accesorios de resina termoestable reforzada.

6.6. RESISTENCIA A LA PRESION ESTATICA

Determinarla de acuerdo al procedimiento B del método ASTM 2992.

6.7. RESISTENCIA A LA ROTURA A CORTO PLAZO

Determinarla de acuerdo al método ASTM D1599, prueba para resistencia a la rotura a corto plazo tuberías y accesorios de plástico.

6.8. PROPIEDADES DE TENSION LONGITUDINAL

Determinarlas de acuerdo con ASTM D2105, prueba de propiedades de tensión longitudinal de tuberías y conductos termoestables reforzados.

6.9. FACTOR DE RIGIDEZ

Determinarlo de acuerdo con el método ASTM 2912, prueba de propiedades de cargas externas del conducto plástico mediante la carga del plato paralelo . La rigidez reportada puede tener una desviación del 5%.

7. CERTIFICACION

Se debe hacer una certificación sobre las bases aceptadas del material cuando existe un convenio firmado por el comprador y el vendedor. Esto consistirá de una copia de las pruebas reportadas por el fabricante o una afirmación del vendedor acompañada de una copia de los resultados de la prueba donde consta que el material ha sido probado y examinado de acuerdo con las especificaciones proveídas. Tal certificación será firmada por un agente autorizado del vendedor o fabricante. Cuando no se establece una identidad original la certificación solamente puede basarse en el procedimiento de la muestra probada por la especificación aplicable.

8. MARCADO

Cada tramo de conducto debe ser marcado por lo menos una vez y en intervalos de por lo menos cada 15 pies. Este tramo de conducto debe ser marcado con la siguiente información de tal manera que queda legible al manipuleo normal y a las prácticas de instalación.

8.1.1. Tamaño del Conducto Nominal.- Por ejemplo 2 pulgadas

8.1.2. Identificación de la tubería de resina termoestable reforzada de acuerdo con el código de diseño dado en la sección 4.

8.1.3. El diseño de ASTM D2996 con el cual se adecúa el conducto

8.1.4. Nombre del fabricante o marca de la fábrica.

TABLA N° 1

CATEGORIAS BASICAS DEL DISEÑO HIDROSTATICO

<u>Método de Prueba Cíclica</u>		<u>Método de Prueba Estática</u>	
<u>Designación</u>	<u>Esfuerzo Tan- gencial</u>	<u>Designación</u>	<u>Esfuerzo Tangen- cial</u>
	<u>psi (MPa)</u>		<u>psi (MPa)</u>
A	2500 (17.2)	Q	5000 (34.5)
B	3150 (21.7)	R	6300 (43.4)
C	4000 (27.6)	S	8000 (55.2)
D	5000 (34.5)	T	10000 (68.9)
E	6300 (43.3)	U	12500 (86.2)
F	8000 (55.2)	V	16000 (110)
G	10000 (68.9)	X	20000 (138)
H	12500 (86.2)	Y	25000 (172)
		Z	31500 (217)

TABLA N° 2

REQUERIMIENTOS DE PROPIEDADES FISICAS

<u>Designación N° de Orden</u>	<u>Propiedades Mecánicas</u> ^a					
		<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
1	Resistencia a la rotura por esfuerzo tangencial min. psi (MPa)	10000 (68.9)	30000 (207)	40000 (276)	50000 (345)	60000 (414)
2	Resistencia a la tracción longitudinal min psi (MPa)	8000 (55.2)	15000 (103)	25000 (173)	35000 (241)	45000 (310)
3	Módulo de tensión longitudinal min. psi 10 ⁶ (MPa)	1 (6090)	2 (13800)	3 (20700)	4 (27600)	
	Factor de rigidez aparente a 5% de deflexión min. pulg ³ 1bf/pulg ² (n.m)	40 (4.5)	200 (22.6)	1000 (113)	1500 (170)	

^a : no especificado.

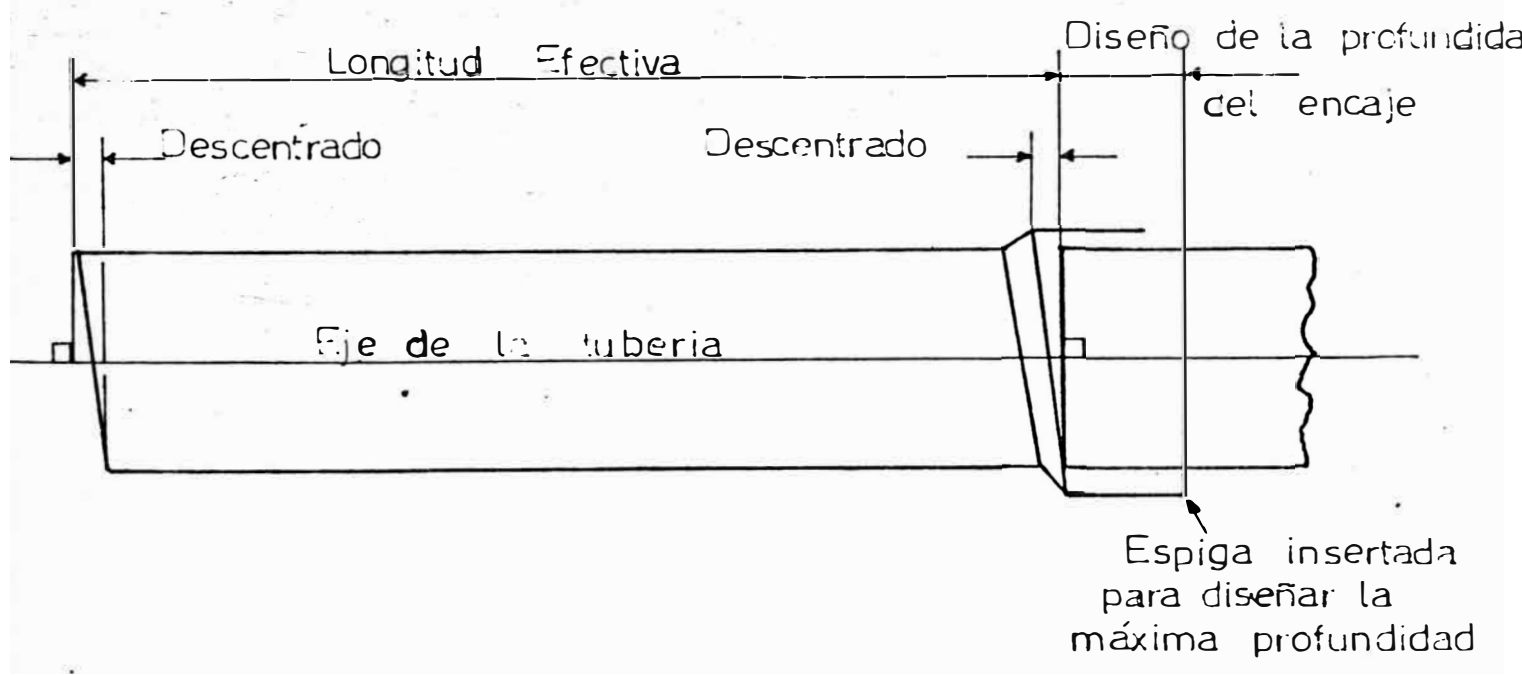
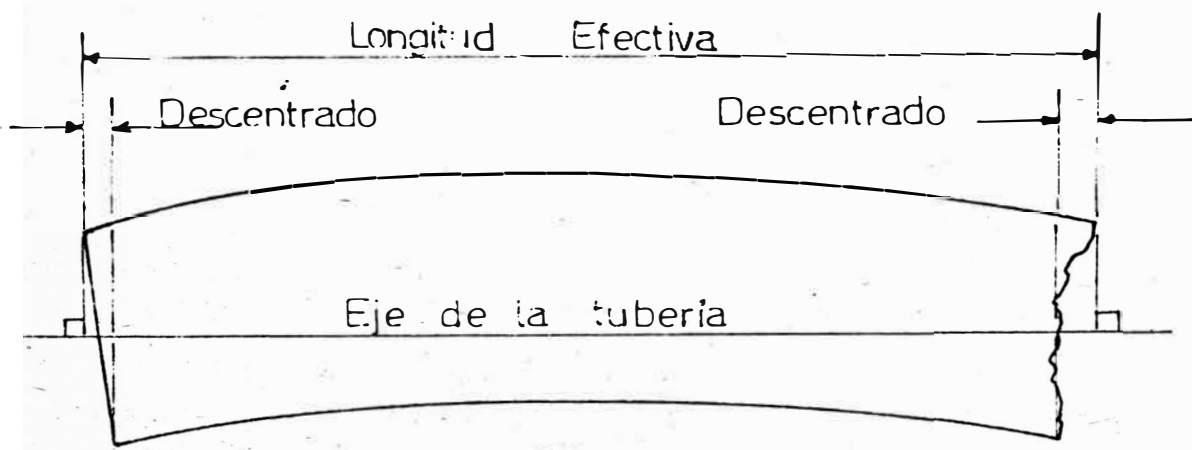
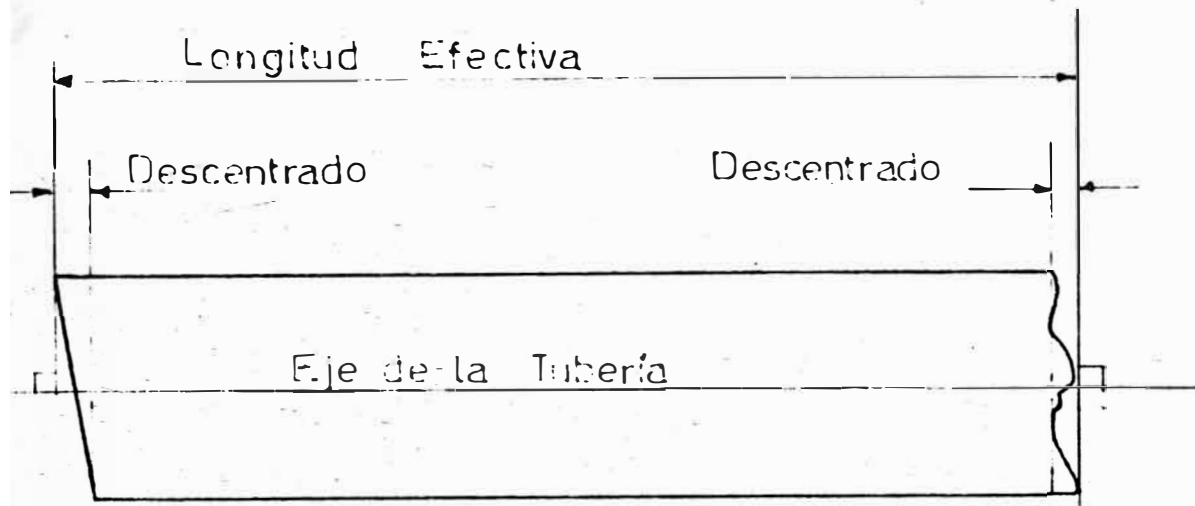


TABLA N° 3

DIMENSIONES Y TOLERANCIAS DEL DIAMETRO EXTERIOR

Tamaño Nominal de la Tubería (pulgada)	Pulgada	Milímetro
1	1.315 + 0.060 - 0.016	33.40 + 1.52 - 0.41
1 1/2	1.900 + 0.060 - 0.018	48.26 + 1.52 - 0.46
2	2.375 + 0.060 - 0.018	60.32 + 1.52 - 0.46
2 1/2	2.875 + 0.060 - 0.018	73.02 + 1.52 - 0.46
3	3.500 + 0.060 - 0.018	88.90 + 1.52 - 0.46
4	4.500 + 0.060 - 0.018	114.30 + 1.52 - 0.46
6	6.625 + 0.066 - 0.028	168.28 + 1.68 - 0.64
8	8.625 + 0.086 - 0.040	219.08 + 2.18 - 1.02
10	10.750 + 0.108 - 0.048	273.05 + 2.74 - 1.22
12	12.750 + 0.128 0.056	323.85 + 3.25 - 1.42

APENDICE

X1. BASES DEL DISEÑO HIDROSTÁTICO, CATEGORIAS, FACTORES DE SERVICIO, Y CLASIFICACIONES DE PRESION

X.1.1. BASES DEL DISEÑO HIDROSTÁTICO

X.1.1.1. La base del diseño hidrostático es el esfuerzo a largo plazo, en el cual son aplicados los factores de servicio (1 ó menores) para obtener un esfuerzo de diseño hidrostático. El esfuerzo a largo plazo para tuberías de resina termoestable reforzada se obtiene de acuerdo con el método D2992. En el método D 2992, procedimiento A, usando los datos obtenidos de acuerdo con ASTM D2143 "Prueba para la resistencia a la presión cíclica de tuberías de plástico termoestable reforzado", o el procedimiento B usando los datos obtenidos de acuerdo con ASTM D1598 "Prueba para la falla con el tiempo de tuberías plástica bajo presión hidrostática a largo plazo" se determina el estimado promedio de la resistencia a la falla a largo plazo. El esfuerzo a largo plazo estimado en la pared de la tubería en la orientación circunferencial es el esfuerzo debido a la presión hidrostática interna que causará la falla de la tubería después de 150×10^6 ciclos de presión (procedimiento A) ó después de 100,000 horas con presión aplicada continuamente (procedimiento B).

X1.2. CATEGORIAS DE LAS BASES DEL DISEÑO HIDROSTÁTICO

X1.2.1. La base del diseño hidrostático es obtenida por categorización de la resistencia a largo plazo de acuerdo con la tabla X1.1. ó X1.2.

X1.3. FACTOR DE SERVICIO (DISEÑO)

X1.3.1. El factor de servicio es un número igual a 1 o menor el cual considera todas las variables y grados de seguridad involucrados en una instalación a presión de una tubería de resina termoestable reforzada y es seleccionada por la aplicación sobre las

bases de 2 grupos generales de condiciones. El primer grupo considera las variables de fabricación y prueba, variaciones específicamente normales en el material, manufactura, dimensiones, buenas técnicas de manipuleo y en los procedimientos de evaluación de este método. El segundo grupo considera la aplicación de uso, riesgo involucrado, tiempo de vida deseada y el grado de calidad seleccionado.

NOTA X1.- Esta norma no intenta dar factores de servicio (diseño) El factor de servicio debe ser seleccionado por el Ing. de diseño después de una evaluación completa de las condiciones de servicio y propiedades de ingeniería del material de la tubería específica en consideración. Los factores de servicio no son desarrollados por la ASTM.

X1.4. ESFUERZO DE DISEÑO HIDROSTATICO

X1.4.1. El esfuerzo de diseño hidrostático es el máximo esfuerzo de tensión estimado en la pared de la tubería en la orientación circunferencial, debido a la presión hidrostática interna que podrá ser aplicada continuamente con un alto grado de certeza para que la falla no ocurra. Es obtenido multiplicando la base del diseño hidrostático determinado por el procedimiento A o B por el factor de servicio.

X1.5. DETERMINACION DE LA PRESION

X1.5.1. El rango de presión es la máxima presión estimada que el medio puede ejercer continuamente dentro de la tubería con un alto grado de certeza para que no ocurra la falla de la tubería.

X1.5.2. El rango de presión máxima para cada diámetro y espesor de pared de las tuberías y accesorios son calculados del esfuerzo de diseño hidrostático para la tubería específica mediante la formula ISO.

$$S = P (D - t)/2t$$

Donde:

- S esfuerzo tangencial, psi (MPa)
- P presión interna, psi (MPa)
- D : diámetro exterior promedio, pulg (mm)
- t espesor mínimo de la pared en mm

TABLA X1.1.

CATEGORIAS BASES DEL DISEÑO HIDROSTATICO POR EL PROCEDIMIENTO A

Categorías bases del Diseño Hidrostático psi (MPa)	Rango de Valores Calculados, psi (MPa)
2500 (17.2)	2400 a 3010 (16.5 a 20.8)
3150 (21.7)	3020 a 3820 (20.8 a 26.3)
4000 (27.6)	3830 a 4790 (26.4 a 33.0)
5000 (34.5)	4800 a 5900 (33.1 a 40.7)
6300 (43.4)	6000 a 7500 (41.4 a 51.7)
8000 (55.2)	7600 a 9500 (52.4 a 65.5)
10000 (68.9)	9600 a 11900 (66.2 a 82.0)
12500 (86.2)	12000 a 15200 (82.7 a 105)

TABLA X1.2.

CATEGORIAS BASICAS DEL DISEÑO HIDROSTATICO POR EL PROCEDIMIENTO B

Categorías Bases del Diseño Hidrostático psi) (MPa)	Rango de Valores Calculados, psi (MPa)
5000 (34.5)	4800 a 5900 (33.1 a 40.7)
6300 (43.4)	6000 a 7500 ((41.4 a 51.7)
8000 (55.2)	7600 a 9500 (52.4 a 65.5)
10000 (68.9)	9600 a 11900 (66.2 a 86.1)
12500 (86.2)	12000 a 15000 (82.9 a 105)
16000 (112)	15300 a 18900 (105 a 130)
20000 (138)	19000 a 23000 (131 a 159)
25000 (173)	24000 a 29000 (165 a 200)
31500 (217)	31500 a 38000 (207 a 262)

La ASTM no toma posición respecto a la validez de cualquier patente insertada en relación con algún ítem mencionado en esta norma. Los usuarios de esta norma son expresamente advertidos que la determinación de la validez de cualquier patente legal y el riesgo de infringir tal legalidad es enteramente de su responsabilidad.

CAPITULO V

INVERSIONES

5.1. ACTIVO FIJO

Es el conjunto de bienes y servicios adquiridos y contratados que no son motivo de transacciones corrientes por parte de la Empresa. Son adquiridos una vez durante la etapa de instalación del proyecto y son usados a lo largo de su vida útil.

5.1.1. TERRENO Y EDIFICIO

TERRENO.- El área de la planta será de 1000 m² (25x40) y estará ubicado en la zona industrial de Ventanilla. El precio de cada m² es 4000 soles, por consiguiente el valor total del mismo es de 4 millones, se considera además 65 mil soles por gastos de preparación del terreno.

AREA CONSTRUIDA.- Comprende la construcción de oficinas, almacén de productos terminados, almacén de materia prima, laboratorio de control de calidad y servicios, los cuales hacen un total de 226 m². Se estima que el m² de construcción cuesta 30,000 soles, luego el valor total del área construída será de 6'780,000 soles.

INSTALACIONES.- Las instalaciones en las cuales se encuentran el equipo y maquinaria de producción y servicios, generales de fábrica, será de construcción ligera e íntegramente techada con tijerales, el área será de 462.5m² a 2,500 soles el m² dá un valor de 1'156,250 soles. El cerco tiene 81 m de longitud y 2.5m de altura a 500 soles el m² hacen un total de 101,000 soles. Se considera además la construcción de pistas y veredas con 583 m² de área a 700 soles. En el anexo V-1 se muestran estos cálculos.

5.1.2. MAQUINARIA Y EQUIPO

Las máquinas arrolladoras podrían ser importadas pero debido a su alto costo preferimos diseñarlas de acuerdo con los re-

querimientos, por consiguiente serán de construcción nacional. El valor promedio de cada una es de 585,000 soles como son 9 las necesarias, el costo total será de 2'925,000 soles.

El equipo restante corresponde a la adquisición nacional, cuyo monto es de 18'659,700 soles. En el cuadro 5-1 se muestran estos detalles.

CUADRO 5-1

MAQUINARIA Y EQUIPO PUESTO EN PLANTA

Descripción	HP	Unidades	Costo S/.
Compresora Atlas Copco	3	1	300,000
Pistolas aspersoras G.C.		5	60,000
Rodillos para compactar		7	25,200
Pulidora	1/2	1	72,000
Ventiladores	1/6	4	120,000
Tanques de Mezcla		2	130,000
Agitadores	2	2	200,000
Cubetas para Resina		7	70,000
Máquinas Arrolladoras	6	5	2'925,000
Mandriles		15	682,500
TOTAL			4'584,700

5.1.3. OTROS

En este Grupo se considera el equipo de Oficina. En el cuadro 5.2. se muestra el costo, el cual asciende a 930,000 soles.

CUADRO 5-2-

OTROS ACTIVOS FIJOS

Descripción	Costo S/.
MOBILIARIO Y EQUIPO DE OFICINA:	
1 Escritorio Ejecutivo	70,000.00
2 Escritorios Secretarias	90,000.00
3 Escritorios Convencionales	120,000.00
2 Archivadores 60,	60,000.00
2 Máquinas de Escribir	300,000.00
1 Juego de Muebles de Recibo	80,000.00
2 Mesas Auxiliares para máquina	30,000.00
2 Calculadoras	40,000.00
Varios	40,000.00
Teléfono	100,000.00
TOTAL	930,000.00

5.2. ACTIVOS INTANGIBLES Y GASTOS PRE-OPERATIVOS

Se considera que los activos intangibles se amortizan en 5 años de operaciones y los gastos pre-operativos son considerados pérdidas de operación. El monto total de este rubro es de 7'560, 088 soles y son mostrados en el cuadro 5-3.

CUADRO 5-3

ACTIVOS INTANGIBLES Y GASTOS PRE-OPERATIVOS

Descripción	Monto S/.
Activo Intangible:	
- Gastos de Estudio	100,000.00
- Montaje de Equipo, incluidos Servi.Auxiliar de Agua, luz (12% costo maquinaria)	550,164.00
- Gastos de constitución, licencias	437,762.00
- Puesta en marcha	600,000.00
- Fondo de Imprevistos (10% Inv. Fija)	1'700,000.00
Sub-Total	<u>3'423,926</u>
Gastos Pre-Operativos:	
- Personal Administrativo (Anexo V-2)	2'850,000.00
- Alquiler de Oficina (3 meses)	150,000.00
- Gastos Financieros Pre-Op. (Anexo V-5)	1'208,085.00
Sub-Total	<u>4'208,085.00</u>
Total Inv. Act. Intng. y Gts. Pre-Operativos	S/. 7'632,011.00

5.3. INVERSION EN CAPITAL DE TRABAJO

Es el monto de la inversión en capital de trabajo neto al inicio de las operaciones, el cual puede apreciarse en el cuadro 5-4, cuyo monto es de 13'482,626 soles. Se considera que al inicio de operaciones se dispone en cuenta corriente lo suficiente para cubrir 3 meses de planillas, ésto con respecto al rubro de caja y bancos.

Para los insumos nacionales se debe tener en inventario lo necesario para un mes de operación y para los importados para 3 meses de operaciones.

CUADRO 5-4

INVERSION EN CAPITAL DE TRABAJO

Descripción	Monto S/.
<u>Activo Corriente:</u>	
<u>Inventarios:</u>	
- Materia Prima (Anexo V-4)	
Importada (Fibra de Vidrio)	10'297,701.
Nacional (resina +G.C.+ Mat.Ind.)	1'513,298.
Utiles de Oficina	70,750.
- Utiles de Oficina	
Mantenimiento (0.4% Inv.Fija)	68,377
Edificios	50,037
Maquinaria	18,340.
- Otros (Teléfono, agua, electricidad)	72,500
Total Insumos y Otros	12'057,626
<u>Caja-Bancos:</u>	
- 3 Meses de Remuneraciones	1'425,000
Total Caja Bancos	1'425,000.
INVERSION EN CAPITAL DE TRABAJO	13'482,626

5.4. INVERSION TOTAL

Es la suma de la inversión en activos fijos, intangibles y capital de trabajo, los cuales fueron explicados anteriormente y cuyo monto global es de 39'138,987 soles, tal como se muestra en el Cuadro 5-5.

El activo fijo es el más significativo dentro de la inversión total y es el 48.8%, luego está el capital de trabajo que es el 30.5% y el activo intangible y los gastos pre-operativos con 20.7% de la inversión total.

CUADRO 5-5
INVERSION TOTAL

Descripción	Monto S/.	%
I. <u>Inversión Fija</u>		
A. <u>Activo Fijo</u>		
Terreno	4'065,000.	11.0
Edificios e Instalaciones	8'444,650	22.9
Maquinaria y Equipo	4'584,700	12.4
Mobiliario y Equipo de Oficina	930,000	2.5
Sub-Total	18'024,350	48.8
B. Activo Intangible y Gastos Pre-Operativos:		
Intangible	3'423,926	9.3
Gasto Pre-Operativo	4'208,085	11.4
Sub-Total	7'632,011	20.7
TOTAL INVERSION FIJA	25'656,361	69.5
II. <u>Capital de Trabajo</u>		
TOTAL DE CAPITAL DE TRABAJO	13'482,626	30.5
INVERSION TOTAL	39'138,987	100.0

5.5. REQUERIMIENTO DE MONEDA NACIONAL Y EXTRANJERA

El monto que requiere el proyecto en moneda extranjera es el 26.6% como se puede apreciar en el cuadro 5-6 y en moneda nacional 79.4%. La moneda extranjera es solo necesaria para la importación de fibra de vidrio. Para el presente estudio se cotiza el dólar a 300 soles.

CUADRO 5-6

REQUERIMIENTO DE LA INVERSION EN MONEDA NACIONAL Y EXTRANJERA

Descripción	Moneda Nacional	Moneda Extranjera	Total
I. <u>INVERSION FIJA</u>			
A. ACTIVO FIJO			
Terreno	4'065,000		4'065,000
Edificios e Instalación	8'444,650		8'444,650
Maquinaria y Equipo	4'585,700		4'584,700
Mobiliario y Equipo de Oficina	930,000		930,000
TOTAL ACTIVO	18'024,350		18'024,350
B. ACTIVO INTANGIBLE Y G.P.			
Intangible	3'423,926		3'423,926
Gastos Pre-Operativos	4'208,085		4'208,085
TOTAL INTANGIBLE Y P.O.	7'632,011		7'632,011
TOTAL INVERSION FIJA	25'656,361		25'656,361
II. <u>CAPITAL DE TRABAJO</u>			
INVENTARIOS			
- Nacional	1'584,048		1'584,048
- Importado	2'247,381	8'050,320	10'297,701
Caja y Bancos	1'425,000		1'425,000
Otros	175,877		175,877
TOTAL DE CAPITAL DE TRABAJO	5'432,306	8'050,320	13'482,626
INVERSION TOTAL	31'088,667	8'050,320	39'138,987
	79.4%	20.6%	100%

5.5.1. CALENDARIO DE INVERSIONES

En el Cuadro 5-8 se muestra detalladamente la forma en que se realizará las inversiones a fin de poder iniciar la producción. En el cuadro 5-7 se muestra el cronograma de ejecución.

5.6. FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Como se puede apreciar en el cuadro 5-5 la inversión total calculada es de 39'138,987 soles de los cuales, el 47% es capital propio y el 53% es capital prestado que será financiado a través de un organismo local.

Se ha estimado que la fuente de financiamiento apropiada es el Banco Industrial del Perú (BIP) que financia proyectos de mediana proyectos de mediana envergadura y su tasa de interés es menor que el de la Corporación Financiera de Desarrollo (COFIDE).

BANCO INDUSTRIAL DEL PERU

Política: Financia hasta el 70% de la Inversión Total del Proyecto.

Activos Fijos:

Importados: Financia hasta el 80% del valor FOB de la maquinaria importada. Se cobra un interés del 10% anual más 2% de Comisión al rebatir.

Nacional.- Para maquinaria nacional financia hasta el 100% del valor, a una tasa de 32.5% más 2% anual al rebatir.

Los préstamos se hacen en un período de 6 años incluido 1 año de gracia.

Financia el 100% del valor de las construcciones de edificios de planta y administrativo, en las mismas condiciones.

CAPITAL DE TRABAJO

Financia hasta el 70% del monto total, a una tasa de interés anual del 31.5% más 1% en un plazo máximo de 3 años y sin período de gracia.

Ventaja.- Representan los costos financieros más bajos de todas las fuentes de financiamiento locales.

Desventaja.- Tiempo de tramitación largo (4 meses o más)

COFIDE.

Política: financia hasta el 75% del valor de maquinaria y equipo 80% del valor de edificaciones, 50% de las necesidades de capital de trabajo en moneda nacional y hasta el 100% en moneda extranjera.

En Moneda Nacional.-

Activos fijos.- La tasa de interés anual es de 35% más 2% al rebatir en un período de 7 años, incluidos 2 años de gracia.

Capital de Trabajo.- El interés anual es de 34.5% más 2% al rebatir en un período de 3 años incluidos 3 meses de gracia.

En Moneda Extranjera.-

El interés anual 11/34% más 2% al rebatir. Es aplicable para capital de trabajo o activos fijos.

COFIDE financia en Lima proyectos para montos superiores a los 40 millones de soles.

Tienen la desventaja de tener intereses altos.

BANCA PRIVADA

Los costos financieros son los más altos de todas las fuentes. La financiación del presente estudio sería de la siguiente manera:

Descripción	Monto
47% de la Inversión fija	11'920,545
65% del capital de trabajo	8'806,969
	<hr/>
TOTAL	20'727,514
	<u>20'728.000</u>

CUADRO 5-7

ACTIVIDAD	MES	1980												1981					
		A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J			
1. Elaboración del Proyecto		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
2. Aprobación del Proyecto										x	x	x							
3. Organización de la Empresa										x	x	x	x	x					
4. Compra de Terreno										x	x	x							
5. Construcción Civil																			
6. Compra de Maquinaria																			
7. Instalación																			
8. Compra de Insumos																			
Importados																			
Nacionales																			
9. Contratación y Entrenamiento de Personal																			
10. Puesta en Marcha																			
11. Producción																			

CUADRO 5-8

CALENDARIO DE INVERSIONES

Concepto	Monto S/. F.		Prestado	Fecha
	Propia			
Estudio de Factibilidad	100,000	100,000		Jul.80
Gastos de Constitución:				
- Licencias	232,260	232,260		Ago.80
- Remuneraciones	2'850,000	2'850,000		Ago.80
- Alquileres	150,000	150,000		Ago.80
Terreno 30% y 70%	4'000,000	1'200,000	2'800,000	Set.80
- Alcabala 6%	240,000	240,000		Oct.80
- Preparación	65,000	65,000		Oct.80
Edificio 30%	2'533,395	2'533,395		Oct.80
Edificio 70%	5'911,255		5'911,255	Dic.80
Maq. y Equipo 30%	1'375,410	1'375,410		Nov.80
Maq. y Equipo 70%	3'209,290		3'209,290	En.81
Montaje	550,164	550,164		Dic.80
Insumos nacionales:				
- Insumos 50%	756,649	746,649		Ene.81
- Insumos 50%	756,649		7 6,649	Feb.81
- Materiales Ind.	70,750	70,750		Eeb.81
Insumos Importados:				
- Insumos 30%	2'415,096		2'415,096	Nov.80
- Insumos 70%	5'635,224		5'635,224	Ene.81
- Desaduane	2'247,381	2'247,381		Ene.81
Equipo de Oficina	930,000	930,000		Feb.81
Puesta en Marcha	600,000	600,000		Mar.81
Imprevistos	1'700,000	1'700,000		
intereses pre-Operativos	1'208,085	1'208,085		Mar.81
SubTotal Inversiones	37'536,608	16'809,094	20'727,514	
Saldo de Inversiones	1'602,379	1'602,379		
INVERSION TOTAL	39'138,987	18'411,473	20'727,514	
	100%	47%	53%	

ANEXO V-1

COSTO DE TERRENO Y EDIFICIO

Descripción	Area (m ²)	S/.m ²	Monto S/.
Terreno	1000	4,000	4'000,000
Limpieza y Trazado	1000	25	25,000
Nivelación	1000	40	40,000
		Sub Total	4'065,000
Area construída	226	30,000	6'780,000
Tijeral	462.5	2,500	1'156,250
Muros	202	500	101,000
Pistas y Veredas	582	700	407,400
		Sub Total	8'444,650
TOTAL			12'509,650

LICENCIAS:

Licencia de Construcción 6/1000	50,668
Bonos de Fomento Hipotecario 2%	168,893
Colegio de Arquitectos del Perú 1/1000	8,445
Colegio de Ingenieros del Perú 0.8/1000	6,756
Alcabala 6%	240,000
	<u>473,762</u>

ANEXO V-2

REQUERIMIENTOS DE PERSONAL PRE OPERACIONES

Función	Número Personas	Remuneración Mensual S/	Remuneración Total S/.	Total + B.Sociales
Gerente General	1	120,000	720,000	900,000
Ingeniero de Planta	1	90,000	540,000	675,000
Supervisor	1	60,000	360,000	450,000
Contador	1	75,000	450,000	562,500
Secretaria	1	35,000	210,000	262,500
		380,000	2'280,000	2'850,000

ANEXO V-3

COSTO DE INSUMO IMPORTADO

	<u>Dólares</u>	<u>Soles</u>
Por 1000 kilos (1 Ton)		
Costo + Flete	1,730	519,000
Seguro(3% de costo + flete)		15,570
		<hr/>
PRECIO CIF		534,570
Más:		
Derechos específicos: S/ 2xkg		2,000
Ad Valorem* 42% x 0.6 = 25.2%		134,712
D.L. 21497 : 5%		16,144
		<hr/>
		713,570
\$ 2.4/kg		\$2,378.57

1 DOLAR U.S.A. 300 soles

* Por incentivos arancelarios a la importación de insumos la segunda prioridad pagará 60% del arancel (Lima y Callao)

ANEXO V-4

CALCULO DE INSUMOS

Producción Año 1	: 68 Ton
Roving	: 43,846 kg(64.48%)
Resina	: 18,795 kg(27.64%)
Gel Co	: 5,358 kg(7.88%)
Pérdida de Roving	: 2% en peso
Pérdida de Resina	: 7% en peso
Pérdida de Gel C.	: 7% en peso
En almacén se tiene:	Insumos importados 3 meses
	Insumos Nacionales 1 mes
- Importado:	10,962 + 219 = 11,181 kg de roving
Costo :	S/.720 x 11,181 kg = S/.8'050,320
	\$19,343 + (2'247,381 S/.) = 8'050,320 S/.
- Nacional :	1566.2 + 110 = 1,676.2 kg de resina
Costo :	S/.685.2 x 1,676.2 = 1'148,532 S/.
	446 + 31.26 = 477.26 kg de gel coat
Costo :	764.3 x 477.26 = S/.364,766
Costo de Insumos Nacionales =	1'513,298 S/.

Los costos no incluyen impuestos de ventas de bienes y servicios.

ANEXO V.5.

DESEMBOLSOS DE LA FINANCIACION E INTERESES PRE-OPERATIVOS

Concepto	P e r i o d o O p e r a t i v o				
Maquinaria y Equipo			3'209,290		
Terreno y Edificio	2'800,000	1'970,419	1'970,290	1'970,290	
Capital de Trabajo:					
- Insumos Nacionales				756,649	
- Insumos Importados	2'415,096		5'635,224		
Total (Moneda Extr.)\$	8,050		18,784		
1 U.S.D.S/.300 Acumulado	8,050		26,834		8'050,200
Total Soles	2'800,000	1'970,419	5'179,709	2'727,068	
Total S/.Acumulado	2'800,000	4'770,419	9'950,128	12'677,196	
Interés mensual:					
Soles (32.5% + 2% Anual)	80,500	80,500	137,150	286,066	364,469
Soles Acumulado	80,500	163,000	300,150	586,216	950,685
Dólares (11.75% + 3% Anual)		99	99	330	330
Dólares Acumulado		99	198	528	858
Soles Acumulado		29,700	59,400	158,400	257,400
DEUDA TOTAL EN SOLES ACUMULADA	80,500	192,700	359,550	744,616	1208,085

CAPITULO VI

PRESUPUESTO DE COSTOS E INGRESOS

6.1. INGRESOS POR VENTAS

En el cuadro 6.1. presentamos los volúmenes de producción anual determinados después de analizar y determinar los niveles de cobertura de ventas que mantendrá la empresa.

En este cuadro se presenta también los ingresos por ventas traducido en miles de soles.

6.2. COSTOS DE PRODUCCION

6.2.1. INVENTARIOS.-

En el Cuadro 6-2 se presenta el Presupuesto de inventario, donde el volumen de estos se han determinado de acuerdo a criterios de seguridad y producción. Se considera que los inventarios iniciales son los necesarios para cubrir 3 meses de materiales importados y 1 mes de materiales nacionales.

El presupuesto se hace en base a los dos insumos principales que son Roving y Resina Poliéster.

6.2.2. INSUMO DE MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES

En el cuadro 6-3 se muestra el presupuesto de insumos de materias primas y materiales indirectos para cada uno de los 10 años de producción.

Las cifras incluyen merma durante el proceso de fabricación de 7% en peso para la resina y 3% en peso de la fibra de vidrio.

6.2.3. GASTOS DE FABRICACION

En el cuadro 6-5 se muestra el presupuesto de gastos generales para cada uno de los 10 años. En el cuadro 6-6 la amor-

tización del activo intangible que se hará durante los 5 primeros años de operación.

En el cuadro 6-7 se muestra la depreciación anual para los 10 años de operación, igualmente en el cuadro 6-8 el presupuesto de seguros generales.

En el cuadro 6-4 se presenta el resumen de los gastos de fabricación obtenidos del Anexo 6-2 Presupuesto de Remuneraciones y de los cuadros 6-5 al 6-8

El porcentaje de aplicación del gasto está en relación al uso del activo por cada una de las áreas, sea producción, administración y mercadotecnia.

6.3. GOSTOS DE MERCADOTECNIA

En el cuadro 6-9 se presenta el estimado de los costos fijos obtenidos de los cuadros respectivos a gastos de fabricación.

6.4. COSTOS ADMINISTRATIVOS

En el cuadro 6-10 se muestra el presupuesto de costos fijos administrativos para 10 años de operación obtenidos de los cuadros respectivos a gastos de fabricación.

6.5. COSTOS FINANCIEROS

En el cuadro 6-11 se muestra la amortización de la deuda a largo plazo y amortización de gastos financieros que se efectúa durante 6 años.

6.6. COSTO TOTAL

En el cuadro 6-12 se muestra el costo total detallado. La estimación del margen de ganancia mínimo se hace en el Anexo 6-3.

6.7. PUNTO DE EQUILIBRIO

En el cuadro 6-13 se muestra el punto de equilibrio operacional para cada año presupuestado.

Los costos fijos lo constituyen:

- Remuneraciones para:
 - Mano de Obra Directa
 - Mano de Obra Indirecta Empleados
 - Mano de Obra Indirecta Obreros
- Refrigerios
- Materiales de protección
- Gastos Generales
- Activos Intangibles
- Depreciación
- Seguros Generales
- Total de Gastos Administrativos y Financieros
- Gastos de Mercadotecnia
- Participación del Directorio
- Impuesto al Patrimonio Empresarial

Los costos variables lo constituyen:

- Materia prima consumida
- Materiales Indirectos consumidos

El punto de equilibrio para el primer año es de 31.4 TM y 47 millones de soles, y para el décimo año de 27.7 TM y 45 millones de soles.

El margen de seguridad para las ventas varía entre 53.8% y 75.7% para el primer y décimo año respectivamente. Además se muestra el gráfico para el primer año.

CUADRO 6-2

PRESUPUESTO DE INVENTARIOS AL 31-12

EN MILES DE SOLES

CONCEPTO	AFOS TOT.	1 68	2 74	3 80	4 86	5 92	6 98	7 102	8 105	9 110	10 114
<u>1. MATERIALES DIRECTOS</u>											
Importados 3M S/.		7,704	8,388	9,072	9,756	10,440	10,960	11,574	11,916	12,474	12,924
Importados 3M S/.		23,112	25,164	27,216	29,268	31,320	32,670	34,722	35,748	37,422	38,772
Nacionales 1M S/.		1,465	1,567	1,729	1,861	1,991	2,077	2,210	2,270	2,378	2,462
Nacionales 11M S/.		16,115	17,567	19,019	20,471	21,901	22,847	24,310	24,970	26,158	27,082
<u>2. MATERIALES INDIRECTOS</u>											
Nacionales 1M S/.		35	38	41	44	47	49	52	54	56	58
Nacionales 11M S/.		383	417	451	484	518	540	574	591	619	642
<u>MATERIALES DIRECTOS</u>											
Inventario Inicial		19,169	9,985	10,301	11,617	12,431	12,367	13,734	14,186	14,252	15,386
Compras		30,227	42,731	46,235	49,739	53,221	55,517	59,032	60,718	63,580	65,354
Inventario Final		9,985	10,801	11,617	12,431	12,967	13,784	14,186	14,852	15,386	16,763
COMPRAS TOTALES		40,212	53,532	57,852	62,170	66,188	69,301	73,218	75,570	78,996	84,617

CUADRO 5-3

PRESUPUESTO DE INSUMOS DE MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES INDIRECTOS

EN MILES DE SOLES

DESCRIPCION	AÑOS TON.	1 68	2 74	3 80	4 86	5 92	6 96	7 102	8 105	9 110	10 114
1. MATERIA PRIMA											
Fibra de vidrio Ton. 720 S/. / Kg.		42.8 30,816	46.6 33,552	50.4 36,288	54.2 39,024	58.0 41,760	60.5 43,560	64.3 46,296	66.2 47,664	69.3 49,896	71.8 51,896
Resina Ton 685.2 S/. /Kg.		19.0 13,019	20.7 14,184	22.4 15,349	24.1 16,513	25.8 17,678	26.9 18,432	28.6 19,597	29.4 20,145	30.8 21,104	31.9 21,858
Gol Coat 764.3 S/. /Kg.		5.4 4,127	5.9 4,509	6.4 4,892	6.9 5,274	7.4 5,625	7.7 5,885	8.2 6,267	8.4 6,420	8.8 6,726	9.1 6,955
Masilla (1% peso PPFV) 637.2 S/. /Kg.		0.68 433	0.74 471	0.80 510	0.86 548	0.92 586	0.96 612	1.02 650	1.05 669	1.10 701	1.14 726
TOTAL MATERIAS PRIMAS		48,395	52,716	57,039	61,353	65,649	69,489	72,810	74,898	78,427	81,235
2. MATERIALES INDIRECTOS											
Cera (0.5% peso PPFV) 1,200 S/. /Kg.		408	444	480	516	552	576	612	630	660	684
Lija, wype, pulidor		9.7	10.5	11.4	12.3	13.1	13.7	14.5	14.9	15.7	16.2
TOTAL MATERIALES INDIRECTOS		417.7	454.5	491.4	528.3	565.1	589.7	626.5	644.9	675.7	700.2
3. OTROS GASTOS INDIRECTOS											
Refrigerios 60 S/. /lt leche		270	270	270	300	360	360	360	450	450	450
Material de Protección		40	40	40	50	50	50	50	55	55	55
		310	310	310	410	410	410	410	505	505	505
TOTAL GENERAL S/. POR KG. PRODUCIDO		49,123 722.39	53,481 722.70	57,849 723.01	62,297 724.38	66,624 724.18	69,487 723.84	73,847 723.98	76,048 724.26	79,603 723.70	82,440 723.16

CUADRO 6-4

PRESUPUESTO DE GASTOS DE FABRICACION

EN MILES DE SOLES

CONCEPTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
REMUNERACIONES	10,809	11,258	12,171	12,633	13,086	13,086	13,086	13,539	13,539	13,992
- Empleados	4,096	4,096	4,096	4,096	4,096	4,096	4,096	4,096	4,096	4,096
- Obreros										
M.O.D.	4,923	5,372	6,285	6,747	6,747	7,200	7,200	7,653	7,653	8,106
M.O.I.	1,790	1,790	1,790	1,790	1,790	1,790	1,790	1,790	1,790	1,790
Gastos Generales	190	210	233	258	286	318	354	394	442	495
Amortización A.l.	377	377	377	377	376	-	-	-	-	-
Depreciación	724	724	724	724	724	724	724	842	842	842
Seguros Generales	63	63	63	63	63	63	70	70	70	70
TOTAL GASTOS FAB.	11,268	13,545	13,568	14,055	14,082	14,189	14,352	14,845	14,893	15,399

CUADRO 6-5

PRESUPUESTO DE GASTOS GENERALES

EN MILES DE SOLES

G A S T O S	%C.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Utiles de Oficina	5	80	84	88	92	97	102	107	112	118	124
Teléfono y Comunic.	5	80	84	88	92	97	102	107	112	118	124
Agua	5	24	25	26	27	28	29	30	32	34	36
Energía Eléctrica	10	100	110	121	133	146	160	176	193	212	233
Honorarios Profes.	15	80	92	106	122	140	161	185	213	245	282
Art. de limpieza	10	50	55	61	67	74	81	89	98	108	119
Reparación y Mant.	15	70	81	93	107	123	141	162	186	214	246
Combustibles y Lub.	20	50	60	72	86	103	123	148	177	212	254
Otros gastos e imp.	10	100	110	121	133	146	160	176	193	212	233
TOTAL		634	701	776	859	954	1059	1180	1316	1473	1651
APLICACION DEL GASTO	%A										
Administración	55	349	386	427	472	525	582	649	724	810	908
Producción	30	190	210	233	258	286	318	354	394	442	495
Mercadotecnia	15	95	105	116	129	143	159	177	198	221	248

CUADRO 6-6

AMORTIZACION DEL ACTIVO INTANGIBLE

EN MILES DE SOLES

CONCEPTO	Período	1	2	3	4	5
	Años	1981	1982	1983	1984	1985
ACTIVO INTANGIBLE		685	685	685	685	684

Activo Intangible Total : 3424

Años de Amortización : 5

APLICACION DEL GASTO %

Producción	55	377	377	377	377	376
Administración	35	240	240	240	240	239
Mercadotecnia	10	68	68	68	68	69

CUADRO 6-7

DEPRECIACION ANUAL

EN MILES DE SOLES

CONCEPTO	VALOR TOTAL	% D.A.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Terreno	4,065	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Edificios	8,445	3	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253
Maq. y Equipo	4,585	10	459	459	459	459	459	459	459	459	459	459
Eq. de Oficina	930	15	140	140	140	140	140	140	-	-	-	-
Reposición	1,860	15	-	-	-	-	-	-	279	279	279	279
TOTAL ANUAL		852	852	852	852	852	852	852	991	991	991	991
APLICACION DEL GASTO		%										
Produccion		85	724	724	724	724	724	724	342	842	842	842
Administración		10	85	85	85	85	85	85	99	99	99	99
Mercadotecnia		5	43	43	43	43	43	43	50	50	50	50

CUADRO 6-8

PRESUPUESTO DE SEGUROS GENERALES

EN MILES DE SOLES

CONCEPTO	Mt. ASEGURABLE	%	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A. <u>ACTIVOS FIJOS</u>												
Edificios	6,756	0.347	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
Maq. y Equipo	3,668	0.347	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Eq. de Oficina	744	1.000	7	7	7	7	7	7	-	-	-	-
Reposición	1,488	1.000	-	-	-	-	-	-	15	15	15	15
TOTAL ACTIVOS FIJOS			43	43	43	43	43	43	51	51	51	51
B. <u>MATERIA PRIMA</u>												
2M de Produc. Resina + G.C.	1,717	0.347	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
C. <u>PRODUCTOS TERMINADOS</u>												
15 días	7,920	0.375	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
TOTAL SEGUROS GENERALES			79	79	79	79	79	79	87	87	87	87
APLICACION DEL GASTO												
		%										
Producción		80	63	63	63	63	63	63	70	70	70	70
Administración		18	14	14	14	14	14	14	16	16	16	16
Mercadotecnia		2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1

CUADRO 6-9

PRESUPUESTO DE GASTOS DE MERCADOTECNIA

EN MILES DE SOLES

CONCEPTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<u>GASTOS FIJOS</u>										
Remuneraciones	1,672	1,672	1,672	1,672	1,672	1,672	1,672	1,672	1,672	1,672
Gastos Generales	95	105	116	129	143	159	177	198	221	248
Amort. Act. Intangibles	68	68	68	68	69	-	-	-	-	-
Depreciación	43	43	43	43	43	43	50	50	50	50
Seguros Generales	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
Gastos de Transporte	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
TOTAL GASTOS FIJOS MERC.	1,910	1,930	1,951	1,974	1,999	1,956	1,990	2,021	2,054	2,091

CUADRO 6-10

PRESUPUESTO DE GASTOS ADMINISTRATIVOS

EN MILES DE SOLES

CONCEPTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<u>COSTOS FIJOS</u>										
Remuneraciones	7,440	7,440	7,440	7,440	7,440	7,440	7,440	7,440	7,440	7,440
Gastos Generales	349	386	427	472	525	582	649	724	810	908
Amort. Activos Int.	240	240	240	240	239	-	-	-	-	-
Depreciación	85	85	85	85	85	85	99	99	99	99
Seguros Generales	14	14	14	14	14	14	16	16	16	16
TOTAL GASTOS ADM.	8,128	8,165	8,206	8,251	8,303	8,121	8,204	8,279	8,365	8,463

CUADRO 6-11

AMORTIZACION DE LA DEUDA A LARGO PLAZO Y AMORTIZACION DE GASTOS FINANCIEROS

CONCEPTO	TASA ANUAL	1	2	3	4	5	6
<u>MONEDA NACIONAL</u>							
Pago del Principal		-	2,535	2,535	2,535	2,535	2,535
Saldo Deuda al 31/12		12,677	10,142	7,607	5,072	2,537	0
Gastos Financieros	32.5%+2%						
Pago de Intereses Anual		4,374	4,374	3,499	2,624	1,750	875
<u>MONEDA EXTRANJERA</u>							
Pago del Principal		-	5,367	5,367	5,367	5,367	5,366
Saldo Deuda al 31/12	\$	26,834	21,467	16,100	10,733	5,366	0
Gastos Financieros	11.75%+3%						
Pago de Intereses Anual							
En Dólares		3,958	3,958	3,166	2,375	1,583	791
En Miles de Soles		1,187	1,187	950	713	475	237
TOTAL PAGO PRINCIPAL S/.		-	4,145	4,145	4,145	4,145	4,148
TOTAL INTERESES S/.		5,561	5,561	4,449	3,337	2,225	1,112

CUADRO 6-12 ESTRUCTURA DEL COSTO

EN MILES DE SOLES

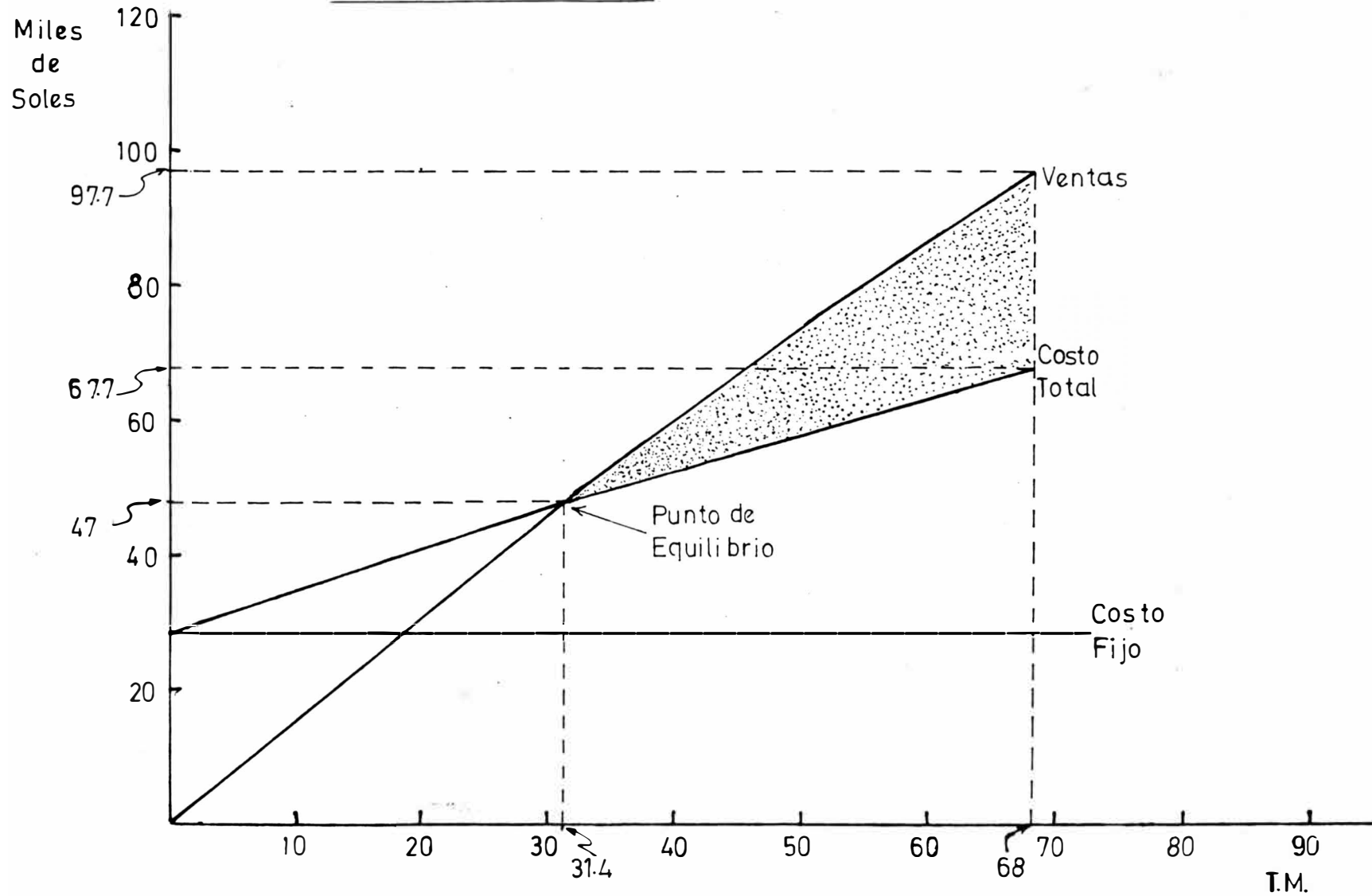
CONCEPTO	AÑO	1	2	2	4	5	6	7	8	9	10
	TON	68	74	80	86	92	96	102	105	110	114
MATERIALES DIRECTOS											
MATERIAS PRIMAS											
INVENTARIO INICIAL		9169	9985	10801	11617	12431	12967	13784	14186	14852	15386
COMPRAS		39227	42731	46235	49739	53221	55517	59032	60718	63580	65854
INVENTARIO FINAL		(9985)	(10801)	(11617)	(12431)	(12967)	(13784)	(14186)	(14852)	(15386)	(16763)
MATERIA PRIMA CONSUMIDA		38411	41915	45419	48925	52685	54700	58630	60052	63046	64477
MANO DE OBRA DIRECTA		4923	5372	6285	6747	6747	7200	7200	7653	7653	8106
COSTO PRIMO		43335	47287	51704	55672	59432	61900	65830	67705	70699	72583
GASTOS DE FABRICACION											
M.O.I. Empleados		4096	4096	4096	4096	4096	4096	4096	4096	4096	4096
M.O.I. Obreros		1790	1790	1790	1790	1790	1790	1790	1790	1790	1790
Materiales Indirectos											
- Inventario Inicial		34.8	37.9	41.0	44.0	47.1	49.1	52.2	53.7	56.3	58.4
- Compras		420.7	457.9	495.0	531.1	567.2	592.3	627.9	647.0	677.7	702.4
- Inventario Final		(37.9)	(41.0)	(44.0)	(47.1)	(49.1)	(52.2)	(53.7)	(56.3)	(58.4)	(60.0)
- Mat. Ind. Consumidos		418	455	492	528	565	589	626	644	676	701
- Otros Gastos Ind.Total		1664	1684	1707	1832	1859	1515	1676	1811	1859	1912
Refrigerios		270	270	270	360	360	360	360	450	450	450
Materiales de Protección		40	40	40	50	50	50	50	55	55	55

CUADRO 6-13

PUNTO DE EQUILIBRIO

AÑO	COSTO FIJO	COSTO VARIABLE	VENTAS NETAS	VOLUMEN DE PRODUCCION	COSTO TOTAL	MILES DE S/.	PUNTO DE EQUILIBRIO		
							%	TON.	%
1	28,872	38,829	97,750	68	67,701	47,000	48.1	31.4	46.2
2	29,871	42,370	110,625	74	72,241	48,000	43.4	30.5	41.2
3	29,757	45,911	119,625	80	75,668	48,500	40.5	31.0	38.8
4	29,500	49,453	128,625	86	78,953	48,000	37.3	30.5	35.5
5	28,492	53,250	137,625	92	81,742	46,500	33.8	29.6	32.2
6	27,263	55,289	143,750	96	82,552	45,000	31.3	29.0	30.2
7	26,629	59,256	152,625	102	85,885	43,600	28.6	27.5	26.9
8	27,323	60,596	157,313	105	88,019	44,500	28.3	27.8	26.5
9	27,490	63,722	164,688	110	91,212	45,000	27.3	28.0	25.5
10	28,131	65,178	170,750	114	93,309	45,000	26.4	27.7	24.3;

PUNTO DE EQUILIBRIO



ANEXO 6-1

REQUERIMIENTO DE PERSONAL

I. PERSONAL DE ADMINISTRACION

<u>N° de Pers</u>	<u>FUNCION</u>	<u>Remuneración Básica Mensual</u>		<u>Remun. Anual + Benef. Sociales</u>
<u>A. ADMINISTRACION</u>				
1	Gerente General	150,000	1'950,000	2'507,700
1	J. de Personal	70,000	910,000	1'170,260
1	Sec. Ejecutiva	50,000	650,000	835,900
1	Vigilante	60,000	780,000	1'003,080
		<u>330,000</u>	<u>4'290,000</u>	<u>5'516,940</u>
<u>B. FINANZAS</u>				
1	Contador	80,000	1'040,000	1'337,440
1	Secretaria	35,000	455,000	585,130
		<u>115,000</u>	<u>1'495,000</u>	<u>1'922,570</u>
<u>C. MERCADOTECNIA</u>				
1	Rep. Técnico	70,000	910,000	1'170,260
1	Almacenero	30,000	390,000	501,540
		<u>100,000</u>	<u>1'300,000</u>	<u>1'671,800</u>
<u>TOTAL ADMINISTRACION</u>		<u>545,000</u>	<u>7'085,000</u>	<u>9'111,310</u>

II. PERSONAL DE PRODUCCION

<u>N° de Pers</u>	<u>FUNCION</u>	<u>Remuneración Mensual</u>	<u>Básica 13 Sueldos</u>	<u>Remun. Anual + Benef. Sociales</u>
A. <u>EMPLEADOS</u>				
1	Jefe de Planta	90,000	1'170,000	1'504,620
1	Sup. de Producción	50,000	650,000	835,900
1	Almacenero	30,000	390,000	501,540
1	Secretaria	35,000	455,000	585,130
1	Laboratorista	40,000	520,000	668,720
		<u>245,000</u>	<u>3'185,000</u>	<u>4'095,910</u>
B. <u>OBREROS</u>				
		<u>JORNAL 390 JORNALES REMUN. ANUAL + BEN. SOC</u>		
	<u>MANO DE OBRA DIRECTA</u>			
11	Obreros	850	3'645,500	4'922,775
	<u>MANO DE OBRA INDIRECTA</u>			
4	Obreros	850	1'326,000	1'790,100
	TOTAL OBREROS		<u>4'972,500</u>	<u>6'712,875</u>
TOTAL PRODUCCION			<u>8'157,500</u>	<u>10'808,785</u>

ANEXO 6-2

PRESUPUESTO DE REMUNERACIONES

EN MILES DE SOLES

CONCEPTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A. PRODUCCION	10,809	11,258	12,171	12,633	12,633	13,086	13,086	13,539	13,539	13,992
Empleados	4,096	4,096	4,096	4,096	4,096	4,096	4,096	4,096	4,096	4,096
Obreros										
M.O.D.	4,923	5,372	6,285	6,747	6,747	7,200	7,200	7,653	7,653	8,106
M.O.I.	1,790	1,790	1,790	1,790	1,790	1,790	1,790	1,790	1,790	1,790
N° de Obreros	15	16	18	19	19	20	20	21	21	22
N° de Empleados	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
B. ADMINISTRACION	9,111	9,111	9,111	9,111	9,111	9,111	9,111	9,111	9,111	9,111
Administración	5,517	5,517	5,517	5,517	5,517	5,517	5,517	5,517	5,517	5,517
Finanzas	1,922	1,922	1,922	1,922	1,922	1,922	1,922	1,922	1,922	1,922
Mercadotecnia	1,672	1,672	1,672	1,672	1,672	1,672	1,672	1,672	1,672	1,672
N° Total Emp.	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
TOTAL REMUNERACION	19,921	20,370	21,283	21,745	21,745	22,198	22,198	22,651	22,651	23,104

ANEXO 6-3

CALCULOS PARA DETERMINAR EL NIVEL DE UTILIDADES

Capital Social expuesto al riesgo : S/.18'411,473.

Utilidades derivadas de las Ventas que Contribuyen a la Rentabilidad esperada: 35%

Se supone que es igual a los intereses bancarios

Utilidades: $18411473 \times 0.35 = 6'444,015$

Si se tiene en cuenta que se debe distribuir el 27% del saldo de la renta neta para:

	%
CC.II.	1.5
ITINTEC	2.0
Trabajadores	10.00
Acciones Laboral.	13.5
	<hr/>
	27.0

Por consiguiente la utilidad deberá ser:

$$6'444,015 \times 0.73 = 8'827,417$$

Para este nivel de utilidades la tasa del impuesto (tercera categoría) es del 30%

Por consiguiente la utilidad antes de impuestos será:

$$8'827,417 / 0.70 = 12'610,595$$

Con este valor se halla el margen de utilidad dividiéndolo entre el volumen de venta programado:

$$12'610,595 / 65166\text{kg} = 193.5 \text{ S/./kg}$$

Este es el margen de utilidad mínimo cargado al kg de Producto de PRFV.

ANEXO 6-4

S E G U R O S

ACTIVOS FIJOS

Monto en Miles de S/.

EDIFICIO

Monto Asegurable(80% de su valor)

6,756

Tasa 0.347%

Seguro Anual

23

MAQUINARIA Y EQUIPO

Monto Asegurable(80% de su valor)

3,668

Tasa 0.347%

Seguro Anual

13

EQUIPO DE OFICINA

Monto Asegurable (80% de su valor)

744

Tasa 1%

Seguro Anual

7

MATERIAS PRIMAS

Cubrirá dos meses de producción, Cálculo en base a capacidad plena

Monto Asegurable

1,717

Tasa 0.347%

Seguro Anual

6

PRODUCTOS TERMINADOS

15 días de producción al 100% de Capacidad Instalada a precio de Mercado Existente

Monto Asegurable

7,920

Tasa 0.375%

Seguro Anual

30

CAPITULO VII

EVALUACION ECONOMICA

La Evaluación del Proyecto se hace en base al flujo de Caja y Estado de Pérdidas y Ganancias que se muestran en los Cuadros 7-1 y 7-2.

Cabe hacer notar que para el cálculo del impuesto al patrimonio empresarial se ha tenido la siguiente información:

<u>MONTO PATRIMONIO EMPRESARIAL</u>	<u>TASA %</u>
Hasta 3 millones	1.2
de 3 a 10 millones	1.5
Más de 10 millones	2.0

El Pago de dividendos se realiza de acuerdo a lo establecido por las leyes. El Impuesto a la renta es el 30% de la renta neta.

7.1. RENTABILIDAD DEL PROYECTO

Los indicadores de la rentabilidad de un proyecto se hallan relacionando el ingreso obtenido y el capital invertido. Estos son:

Valor actual neto (VAN) Tasa Interna de Retorno (TIR) y Relación Beneficio -Costo.

7.1.1. VALOR ACTUAL NETO

Es la diferencia entre los ingresos actualizados y los gastos actualizados. La actualización se realiza usando una tasa de actualización. Las rentabilidades de cada año son actualizadas refiriéndolos a un determinado tiempo, es decir, el año 0, de tal manera que puedan ser comparados entre sí:

$$VAN = VAI - VAE$$

VAN	Valor Actual Neto
VAI	Valor Actual de los Ingresos
VAE	Valor Actual de los Egresos

7.1.2. TASA INTERNA DE RETORNO

La tasa Interna de Retorno se define como aquella tasa de descuento que aplicada a los flujos de caja de un proyecto nos permite igualar el valor actual de la suma de estos flujos con la inversión inicial.

Esta tasa está siendo considerada como patrón en el mundo.

7.1.3. RELACION BENEFICIO-COSTO

Es el cociente obtenido al dividir el valor de los beneficios totales producto de la actividad de la empresa por los costos totales involucrados.

Esta relación se hace con beneficios y costos actualizados.

7.2. METODOLOGIA

Los indicadores VAN y TIR se calculan de la siguiente manera:

Se fija primero una tasa de descuento o actualización y con esta se calculan los valores actuales de la diferencia de ingresos menos egresos, luego se suman los valores actuales, se compara si esta suma es igual a la inversión, si no lo es, entonces, se fija otra tasa y se repite el cálculo hasta que la suma de valor actual iguale a la inversión.

A la tasa que permite esta igualdad, se le denomina tasa interna de retorno y a los valores actualizados con esta tasa son los valores actuales netos.

Para actualizar los ingresos menos los egresos de cada año se le multiplica por un factor f que es diferente para cada año, así por ejemplo para el año 1 es f_1 , para el año 2 es f_2 , para el año n es f_n , los factores se definen como:

$$f_1 = 1/(1+k) ; f_2 = 1/(1+k)^2 ; f_n = 1/(1+k)^n$$

7.2.1. FLUJO ECONOMICO

El flujo económico se origina a partir del flujo de caja considerando como egreso del año Cero el monto de la Inversión.

Para los años operativos se considera también como egresos a los desembolsos hechos por gastos financieros a largo plazo y por amortización del principal.

Los ingresos se originan por las ventas de los años operativos.

En el cuadro 7-3 se muestra el flujo económico y en el cuadro 7-4 se presenta el cálculo de la TIR de actualización, la cual es 58.9%.

7.2.2. FLUJO FINANCIERO

El flujo financiero considera como egreso del año cero el monto de la inversión total y como ingreso al capital prestado por la entidad financiera.

Para los años operativos, los ingresos constituyen las ventas y los egresos son todos los gastos operativos.

En este flujo se considera como inversión al capital prestado solamente, este flujo es entonces importante para la entidad financiera, pues representa la rentabilidad del proyecto.

En el cuadro 7-5 se muestra el flujo financiero y en el cuadro 7-6 el cálculo de la TIR financiera.

La TIR financiera resultante es de 98.4%.

CUADRO 7-1
FLUJO DE CAJA

EN MILES DE SOLES

CONCEPTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos: 10 1/2 meses	89,250	97,125	105,000	112,875	120,750	126,000	133,875	137,813	144,375	149,625
1 mes crédito	-	8,500	9,250	10,000	10,750	11,500	12,000	12,750	13,125	13,750
1/2 mes stock	-	4,250	4,625	5,000	5,375	5,750	6,000	6,375	6,563	6,875
TOTAL	89,250	109,875	118,875	127,875	136,875	143,250	151,875	156,938	164,062	170,250
Egresos										
- Materiales Directos	39,227	42,731	46,235	49,739	53,221	55,517	59,032	60,718	63,580	65,854
- Materiales Indirectos	383	417	451	484	518	540	574	591	619	642
- Remuneraciones: Producc.	10,809	11,258	12,171	12,633	12,633	13,086	13,539	13,539	13,539	13,992
Administr.	9,111	9,111	9,111	9,111	9,111	9,111	9,111	9,111	9,111	9,111
- Gastos de Fabricac.:										
Refrigerios	270	270	270	360	360	360	360	450	450	450
Mat.de Prot.	40	40	40	50	50	50	50	55	55	55
- Seguros	79	79	79	79	79	79	87	87	87	87
- Gastos Generales	634	701	776	859	954	1,059	1,180	1,316	1,473	1,651
- Directorio	800	800	800	1,000	1,000	1,000	1,200	1,200	1,200	1,200
- Impuesto Patrimonio Emp.	-	444	515	530	590	629	664	699	718	741
- Comunidad Laboral 1.5%	-	170	260	317	369	435	489	546	565	608
- ITINTEC 2%	-	227	346	423	493	580	651	727	753	810

CONTINUACION CUADRO 7-1

- Trabajadores 10%	-	1,136	1,730	2,116	2,466	2,900	3,257	3,637	3,766	4,050
- Dividendos	-	6,020	9,176	12,513	13,071	15,371	17,265	19,278	19,963	21,469
- Impuesto a la Renta	-	4,867	7,417	9,066	10,567	12,429	13,959	15,587	16,140	17,359
- Pago de Cuentas	-	10,023	10,842	11,661	12,478	13,016	13,836	14,240	14,908	15,444
- Gastos de Empaque y Trans.	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
- Gastos Financieros Largo Plazo	5,561	5,561	4,449	3,337	2,225	1,112	-	-	-	-
- Amortización del Principal	-	4,145	4,145	4,145	4,145	4,147	-	-	-	-
TOTAL EGRESOS	66,944	98,040	108,863	118,483	124,400	131,501	135,344	141,881	147,037	153,643
Ingresos - Egresos	22,306	11,835	10,012	9,392	12,475	11,749	16,531	15,057	17,025	16,607
Caja Inicial	1,425	23,731	35,566	45,578	54,970	67,445	79,194	95,725	110,782	127,807
TOTAL FONDOS DISPONIBLES 31/12	23,731	35,566	45,578	54,970	67,445	79,194	95,725	110,782	127,807	144,414

CUADRO 7-2

GANANCIAS Y PERDIDAS

EN MILES DE SOLES

CONCEPTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ventas Netas 11 1/2 meses	97,750	106,375	115,000	123,625	132,250	138,000	146,625	150,938	158,125	163,875
15 días	-	4,250	4,625	5,000	5,375	5,750	6,000	6,375	6,563	6,875
TOTAL	97,750	110,625	119,625	128,625	137,625	143,750	152,625	157,313	164,688	170,750
Costo de lo Vendido	49,164	55,145	59,603	63,842	67,586	69,801	73,846	75,961	79,089	81,004
Renta Bruta	48,586	55,480	60,022	64,783	70,039	73,946	78,779	81,352	85,599	89,746
Gastos : Mercadotecnia	1,910	1,930	1,951	1,974	1,999	1,956	1,990	2,021	2,054	2,091
Administrativo	8,128	8,165	8,206	8,251	8,303	8,121	8,204	8,279	8,365	8,463
Fabricación:Fijos	11,268	13,545	13,568	14,055	14,082	14,189	14,352	14,845	14,893	15,399
Planta	310	310	310	410	410	410	410	505	505	505
Financieros	5,561	5,561	4,449	3,337	2,225	1,112	-	-	-	-
Impg al Pat. Emp.	-	444	515	530	590	629	664	699	718	741
Directorio	800	800	800	1,000	1,000	1,000	1,200	1,200	1,200	1,200
Pérdida Pre-Operat.	4,384	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL GASTOS	32,361	30,755	29,799	29,557	28,609	27,417	26,820	27,549	27,735	28,399
Renta Neta	16,225	24,725	30,223	35,226	41,430	46,532	51,959	53,803	57,864	61,347
Impuesto a la Renta	4,867	7,417	9,066	10,567	12,429	13,959	15,587	16,140	17,359	18,404
Saldo Renta Neta	11,358	17,308	21,157	24,659	29,001	32,573	36,372	37,663	40,505	42,943

Continuación CUADRO 7-2

Distribución Legal D.L.18350	3,066	4,672	5,712	6,656	7,830	8,794	9,820	10,168	10,936	11,954
1.5%	170	260	317	369	435	489	546	565	608	644
2.0%	227	346	423	493	580	651	727	753	810	859
10.0%	1,136	1,730	2,116	2,466	2,900	3,257	3,637	3,766	4,050	4,294
13.5%	1,533	2,336	2,856	3,328	3,915	4,397	4,910	5,084	5,468	5,797
Resultado del Ejercicio	8,292	12,630	15,445	18,003	21,171	23,779	26,552	27,495	29,569	31,349
Reserva Legal	1,136	1,730	816	-	-	-	-	--	-	-
Reserva Libre	-	-	-	2,466	2,900	3,257	3,637	3,766	4,050	4,294
Utilidad Retenida	1,136	1,730	2,116	2,466	2,900	3,257	3,637	3,766	4,050	4,294
Utilidad por Distribuir	6,020	9,176	12,513	13,071	15,371	17,265	19,278	19,963	21,469	22,761
Patrimonio 18411	22,216	25,770	26,535	29,527	31,454	33,237	34,992	35,937	37,063	38,264

CUADRO 7-3

FLUJO ECONOMICO

EN MILES DE SOLES

CONCEPTO	68	74	80	86	92	96	102	105	110	114
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos: 10 1/2 meses	89,250	97,125	105,000	112,875	120,750	126,000	133,875	137,813	144,375	149,625
1 mes crédito	-	8,500	9,250	10,000	10,750	11,500	12,000	12,750	13,125	13,750
1/2 mes (stock)	-	4,250	4,625	5,000	5,375	5,750	6,000	6,375	6,563	6,875
TOTAL	89,250	109,875	118,875	127,875	136,875	143,250	151,875	156,938	164,062	170,250
Egresos										
- Materiales Directos	39,227	42,731	46,235	49,739	53,221	55,517	59,032	60,718	63,580	65,854
- Materiales Indirectos	383	417	451	484	518	540	574	591	619	642
- Remuneraciones: Producc.	10,809	11,258	12,171	12,633	12,633	13,086	13,539	13,539	13,539	13,992
Administrac.	9,111	9,111	9,111	9,111	9,111	9,111	9,111	9,111	9,111	9,111
- Gastos de Fabrica:										
Refrigerios	270	270	270	360	360	360	360	450	450	450
Mat.de Prot.	40	40	40	50	50	50	50	55	55	55
- Seguros	79	79	79	79	79	79	87	87	87	87

CONTINUACION CUADRO 7-3

- Gastos Generales	634	701	776	859	954	1,059	1,180	1,316	1,473	1,651
- Directorio	800	800	800	1,000	1,000	1,000	1,200	1,200	1,200	1,200
- Impuesto al Patrimonio Emp.	-	444	515	590	590	629	664	699	718	741
- ITINTEC 2%	-	227	346	423	493	580	651	727	753	810
- Comunidad Laboral 1.5%	-	170	260	317	369	435	489	546	565	608
- Trabajadores 10%	-	1,136	1,736	2,116	2,466	2,900	3,257	3,637	3,766	4,050
- Dividendos	-	6,020	9,176	12,513	13,071	15,371	17,265	19,278	19,963	21,469
- Impuesto a la Renta	-	4,067	7,417	9,066	10,567	12,429	13,959	15,587	16,140	17,359
- Pago de Cuentas	-	10,023	10,842	11,661	12,478	13,016	13,836	14,240	14,908	15,444
- Gastos de Empaque y Transp.	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Inversión	37,714									
TOTAL EGRESOS	61,353	88,334	100,269	111,001	118,030	126,242	135,344	141,681	147,037	153,643
Ingresos-Egresos	27,867	21,541	18,606	16,874	15,845	17,008	16,531	15,057	17,025	16,607

CUADRO 7-4

VAN Y TIR ECONOMICO

<u>AÑO</u>	<u>FLUJO NETO</u>	<u>VAN (TIR 59)</u>	<u>VAN(TIR 58)</u>	<u>VAN (TIR 58.8)</u>
0	(37,714)	(37,714)	(37,714)	(37,714)
1	27,867	17,256	17,637	17,548
2	21,541	8,520	8,629	8,542
3	18,606	4,629	4,717	4,646
4	16,874	2,640	2,708	2,653
5	18,845	1,854	1,914	1,866
6	17,008	1,052	1,093	1,061
7	16,531	643	672	649
8	15,057	368	388	372
9	17,025	262	277	265
10	16,607	160	171	163
		(60)	49	51
		<u>TIR</u>	<u>VAN</u>	<u>B/C</u>
		59.0	37,654	0.9984
		58.8	37,765	1.0013
		58.0	38,206	1.0130
		TIR ECONOMICO = 58.9%		

CUADRO 7-5

FLUJO FINANCIERO

EN MILES DE SOLES

CONCEPTO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos											
Financiamiento	20,728										
Ventas	-	89,250	109,875	118,875	127,875	136,875	143,250	151,875	156,938	164,062	170,250
TOTAL	20,780	89,250	109,875	118,875	127,875	136,875	143,250	151,875	156,938	164,062	170,250
Egresos											
- Materiales Directos	-	39,227	42,731	46,235	49,739	53,221	55,517	59,032	60,718	63,580	65,854
- Materiales Indirect.		383	417	451	484	518	540	574	591	619	642
- Remuneraciones: Produc.		10,809	11,258	12,171	12,633	12,633	13,086	13,539	13,539	13,539	13,992
Administ.		9,111	9,111	9,111	9,111	9,111	9,111	9,111	9,111	9,111	9,111
- Gastos de Fabric.:											
Refrigerios		270	270	270	360	360	360	360	450	450	450
Mat. de Prod.		40	40	40	50	50	50	50	55	55	55
- Seguros		79	79	79	79	79	79	87	87	87	87
- Gastos Generales		634	701	776	859	954	1,059	1,180	1,316	1,473	1,651
- Directorio		800	800	800	1,000	1,000	1,000	1,200	1,200	1,200	1,200
- Impuesto al Patrimonio Emp.		-	444	515	530	590	629	664	699	718	741
- Comunidad Laboral 1.5%		-	170	260	317	369	435	489	546	565	608
- ITINTEC 2%		-	227	346	423	493	580	651	727	753	810

CONTINUACION CUADRO 7-5

- Trabajadores 10%	-	1,136	1,730	2,116	2,466	2,900	3,257	3,637	3,766	4,050	
- Dividendos	-	6,020	9,176	12,513	13,071	15,371	17,265	19,278	19,963	21,469	
- Impuesto a la Renta	-	4,867	7,417	9,066	10,567	12,429	13,959	15,587	16,140	17,359	
- Pago de Cuentas	-	10,023	10,842	11,661	12,478	13,016	13,836	14,240	14,908	15,444	
- Gastos de Empaque y Transporte	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	
- Gastos Financieros Largo Plazo	5,561	5,561	4,449	3,337	2,225	1,112	-	-	-	-	
- Amortización del Principal	-	4,145	4,145	4,145	4,145	4,147	-	-	-	-	
- Inversión	37,714										
TOTAL EGRESOS	37,714	66,994	98,040	108,863	118,483	124,400	131,501	135,344	141,881	147,037	153,643
Ingresos-Egresos	(16,986)	22,306	11,835	10,012	9,392	12,475	11,740	16,531	15,057	17,025	16,607

CUADRO 7-6

VAN Y TIR FINANCIERO

AÑO	FLUJO NETO	VAN (TIR100)	VAN (TIR 98.5)	VAN (TIR 98)
0	(16,986)	(16,986)	(16,986)	(16,986)
1	22,306	11,153	11,237	11,265
2	11,835	2,859	3,003	3,019
3	10,012	1,251	1,280	1,290
4	9,392	587	605	611
5	12,475	390	404	410
6	11,749	183	192	195
7	16,531	129	136	138
8	15,057	59	62	63
9	17,025	33	35	36
10	16,607	16	17	18
		326	(15)	56

TIR FINANCIERO = 98.4%

B I B L I O G R A F I A

ARTICULOS PARA PLASTICOS REFORZADOS

1. **SILANE COUPLING AGENTS FOR REINFORCED THERMOPLASTICS**
S. Stermán and J.G. Marsden
Mod. Plastics
43(11), 133-4 (1966)

2. **REINFORCED PLASTICS PROCESSING**
Robert C. Hosford
Plastics Technol.

3. **EFFECT OF PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF BINDERS AND FILLERS ON THE STRENGTH OF RESIN**
Yu. M. Malinskii, 8 Yu Vysolomelekul Soedin
(6(9), 1708-12 (1964) (Ruso)

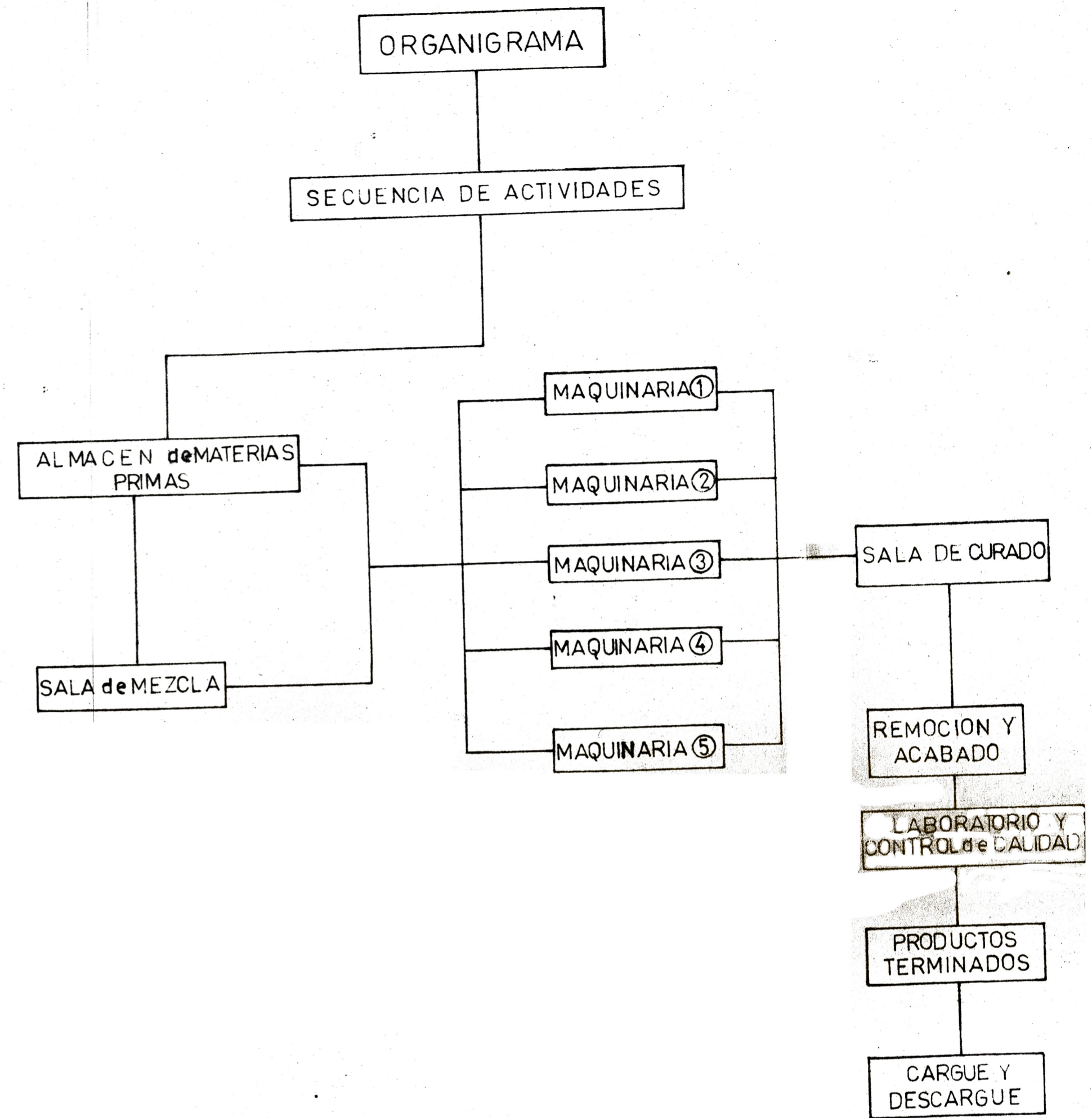
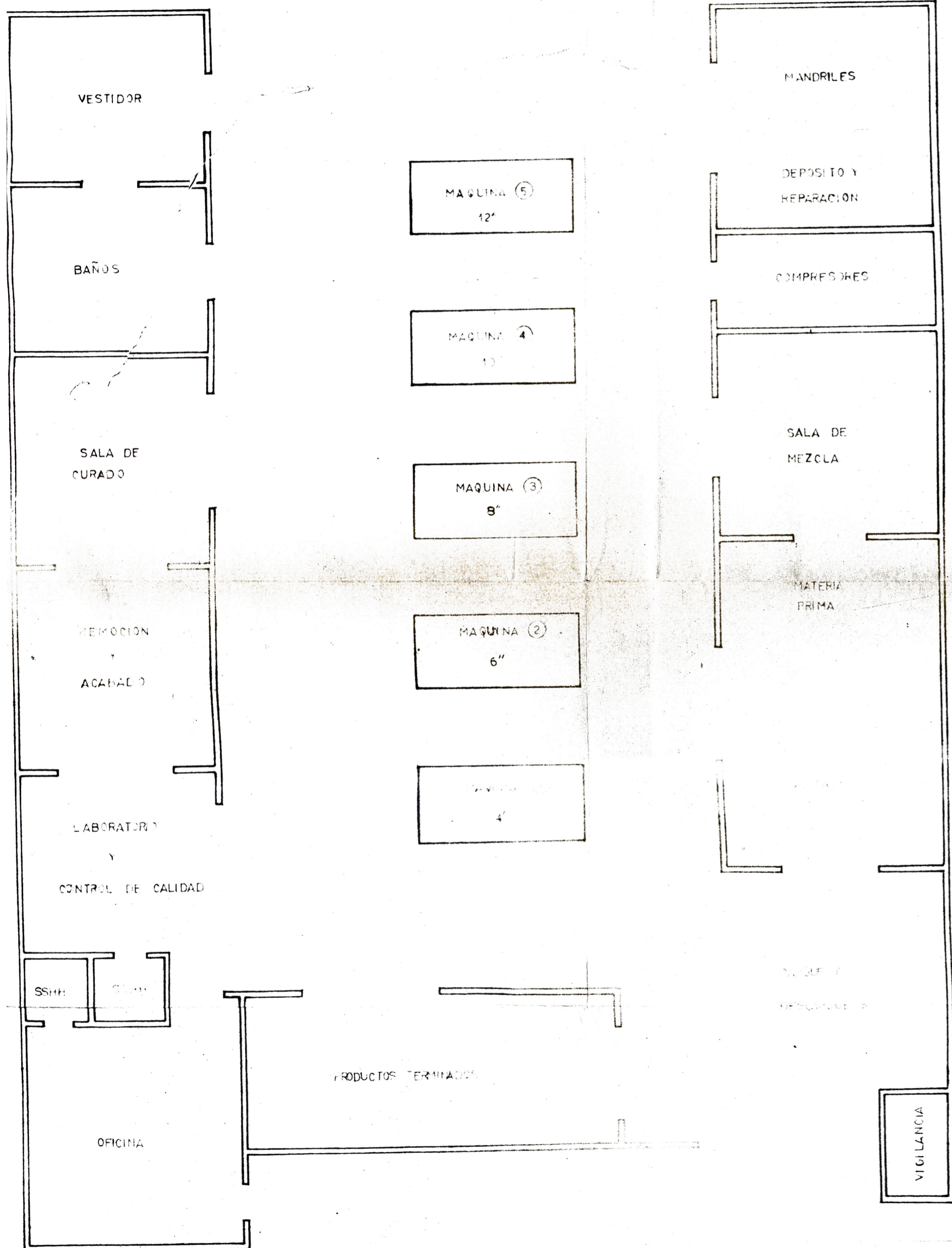
4. **NEEDED BY INDUSTRY: STANDARD SPECIFICATIONS FOR REINFORCED PLASTIC EQUIPMENT**
Harvey E. Atkinson (E.I. Du Pont de Nemours and Co., Wilmington, Del) Mater. Protect.
3(6), 16, 18, 20-1, 23 (1964)

5. **TESTING REINFORCED PLASTICS IN CORROSIVE ENVIRONMENTS**
Otto H. Fenner and Robert A. Cass (Monsanto Co., St. Louis, Mo, Mater Protect.
3(6), 28-31 (1964)

6. **CASE HISTORIES: USING REINFORCED PLASTICS PROCESS EQUIPMENT**
R.E. Gackenbach (Am. Cyanamid Co., Wayne, N.J.)
Mater Protect
3(6), 41-4, 46 (1964)

- 7. PRESSURE TEST FOR GLASS-FIBER-REINFORCED PLASTICS**
G. Niederstads. Kunststoffe
53,217-19 (1963) (Alemán)
- 8. CHEMICAL RESISTANCE OF GLASS FIBER-REINFORCED PLASTICS**
Masahiro Izumi, Tamotsu Fukai and Yasutoshi Sato
(Sumitomo. Elec. Indus., Inc.Osaka) Sumitomo Denki-N°90-84-73
(Oct.1965) (Jáponés)
- 9. MECHANICAL PROPERTIES OF REINFORCED PLASTICS MATERIALS IN
RELATION TO THE CHARACTERISTICS OF THEIR CONSTITUENTS**
Ugo Monaco., Materia Plástica Elastomeri
31(2), 149-55, 207,8 (1965) (Italiano)
- 10. REINFORCED PLASTICS GET STRONGER**
Malcolm W. Riley; Mater Design Eng. 56, N°2,
99-103 (1962) (Inglés)
- 11. STANDARIZATION AND TEST METHODS FOR REINFORCED RESINS.**
B. Bossi and P. Dubois
Poliplasti
44, N°9, 9-14 (1961)
- 12. NEW FILAMENT WINDING APPROACHES MEET NEW RESIN FORMULATIONS**
Modern Plastics; Dec. (1976)
p. 52-53
- 13. GLASS REINFORCED PLASTICS**
Por Parkyn
- 14. PLASTICS MATERIALS**
Por Brydson
- 15. PLASTICS TECHNOLOGY**
Por Robert B. Milby
- 16. PLASTICS TECHNOLOGY, THEORY, DESIGN, AND MANUFACTURE**
Por William J. Patton

- 17. SPI HANDBOOK OF TECHNOLOGY AND ENGINEERING OF REINFORCED PLASTICS COMPOSITES**
Por: Gilbert Mohr-Samvel Oleesky
- 18. PLASTICS TOOLING AND MANUFACTURING HANDBOOK**
Por The American Society of Tool and Manuf. Eng.
- 19. ENGINEERING DESIGN FOR PLASTICS**
Por Baer Eric
- 20. MANUAL DE PLASTICOS**
Por Claussin, C.
- 21. PLASTICS AND RUBBERS**
Por Duck Edward
- 22. PLASTICOS**
Por Galanti, Anthony V.
- 23. HANDBOOK OF PLASTICS IN ELECTRONICS**
Por Grzegorzczuk, Dean
- 24. INTRODUCCION AL ANALISIS QUIMICO DE LOS PLASTICOS**
Por Krause
- 25. INYECCION DE PLASTICOS**
Por Mink Walter
- 26. LOS PLASTICOS EN LA CONSTRUCCION**
Por Dp. de Plásticos del Patronato Científico y Técnico "Juan de la Cierva"
- 27. TRANSFORMACION DE PLASTICOS**
Por Sav Gorodny, V.K.
- 28. MODERN PLASTICS TECHNOLOGY**
Por Seymour, Raymond Benedict
- 29. MODERN PLASTICS ENCYCLOPEDIA INTERNATIONAL ADVERTISING SUPPLEMENT**
Por McGraw-Hill.



PLANO: DISTRIBUCION ARQUITECTONICA	LAMINA
PROYECTO: FABRICA DE FIBRA DE VIDRIO	A
AREA: 1,000 m ² CEMENTO: 25 ml. AREN: 40 ml.	
ESCALA: 1/100	