



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Química

Breve Estudio de los Parámetros de Procesamiento y de Formulación para llevar a cabo la Impregnación de Maderas con Monómeros Vinílicos en la Planta Piloto del Laboratorio de Ingeniería Química

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO QUÍMICO
P R E S E N T A N
José Javier Luciano Erdoiza Sordo
Alberto Mercado Hernández
Federico Rodríguez Vivanco

1 9 7 5



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CLAS. Tesis
ADQ. 1975
FECHA 1975
PROC. M.T. 96



QUINING

JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE SEGUN EL TEMA:

PRESIDENTE	PROF. HECTOR SOBOL ZASLAV
VOCAL	PROF. ANTONIO VALIENTE BARDERAS
SECRETARIO	PROF. GUILLERMO ALCAYDE LACORTE
1er. SUPLENTE	PROF. FERNANDO ITURBE HERMANN
2o. SUPLENTE	PROF. ROLANDO BARRON RUIZ

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

CENTRO DE INVESTIGACION DE MATERIALES U. N. A. M.

SUSTENTANTES:

JOSE JAVIER LUCIANO ERDOIZA SORDO

ALBERTO MERCADO HERNANDEZ

FEDERICO RODRIGUEZ VIVANCO

ASESOR DEL TEMA:

ING. QUIM. GUILLERMO ALCAYDE LACORTE

A NUESTROS QUERIDOS PADRES

A NUESTRA FAMILIA

A NUESTROS AMIGOS CON
SINCERO APRECIO

Agradecemos muy especialmente al
ING. Q. GUILLERMO ALCAYDE LACORTE
porque siempre supo coordinar y guiar
nuestro trabajo, vaya para el un sin-
cero reconocimiento y también nuestra
amistad.

AGRADECIMIENTOS

Queremos hacer constar nuestro más sincero agradecimiento, para todas aquellas personas que de alguna manera ayudaron a la realización de esta tesis y muy especialmente para aquellas que en momentos difíciles nos dieron su consejo, su desinteresada ayuda y algo de incalculable valor, su confianza y amistad. Creemos sinceramente no haberlos defraudado, y que este trabajo sea la mejor manera de demostrarlo.

Afortunadamente existen en este mundo personas dispuestas a dar algo sin esperar recibir nada a cambio, vaya para todas ellas un sincero reconocimiento y en especial para:

Dr. Juan Antonio Careaga Viliesid
Director del Centro de Investigación de Materiales.

Dr. Ramón Echenique-Manrique
Jefe del Laboratorio de Ciencia y Tecnología de la Madera. Instituto de Biología. UNAM.

Ing. Antonio Valiente Barderas
Jefe del Laboratorio de Ingeniería Química
UNAM

Ing. Victor Díaz Gómez
Asesor Técnico de la Subsecretaría Forestal y de la Fauna. SAG.

Ing. José Luis Terrones López.
Director Técnico Comercial
Aceites Polimerizados, S. A.

Ing. Francisco Javier Salas
Coordinador de Industrialización
Protectora e Industrializadora de Bosques

Ing. Cristóbal Rendón Trujillo
Director Técnico Forestal
Protectora e Industrializadora de Bosques.

I N D I C E

1. INTRODUCCION
2. ANTECEDENTES
3. OBJETIVOS
 - 3.1 Análisis de Mercado
 - 3.2 Selección de Maderas
 - 3.3 Diseño del Experimento
 - 3.4 Experimentación a Nivel Planta Piloto
 - 3.5 Evaluación de Propiedades
4. DESCRIPCION GENERAL DEL ESTUDIO
5. GENERALIDADES DE LA MADERA
 - 5.1 Estructura de la Madera
 - 5.2 Constitución Química de la Madera
 - 5.3 Propiedades Físicas de la Madera
 - 5.3.1 Densidad
 - 5.3.2 Estabilización Dimensional
 - 5.3.3 Secado
 - 5.3.4 Propiedades Eléctricas de la Madera
 - 5.3.5 Propiedades Acústicas
 - 5.3.6 Propiedades Térmicas
 - 5.4 Propiedades Mecánicas de la Madera
 - 5.4.1 Anisotropía
 - 5.4.2 Tensión paralela a la Fibra
 - 5.4.3 Compresión paralela a la Fibra
 - 5.4.4 Dureza
 - 5.4.5 Flexión Estática
 - 5.5 Agentes Destruyores de la madera
6. GENERALIDADES DEL MONOMERO
 - 6.1 Breve Teoría de Polimerización
 - 6.2 Obtención de Metacrilato de metilo
 - 6.3 Reacción de Polimerización del Metacrilato de Metilo
 - 6.4 Propiedades del Monómero de Metacrilato de Metilo
 - 6.5 Propiedades del Polimetacrilato de Metilo
 - 6.5.1 Propiedades Mecánicas
 - 6.5.2 Propiedades Físicas
 - 6.5.3 Otras Propiedades
 - 6.6 Toxicidad del Metacrilato de Metilo
 - 6.7 Usos

- 6.8 Importación del Metacrilato de Metilo
 - 6.8.1 El consumo del Metacrilato de Metilo
 - 6.8.2 Importación 1974
- 6.9 Peróxido de Benzoílo
 - 6.9.1 Especificaciones
 - 6.9.2 Propiedades
 - 6.9.3 Usos
 - 6.9.4 Recomendaciones sobre el Manejo y Almacenaje
- 7. ANALISIS DE MERCADO
 - 7.1 Objetivos
 - 7.2 Elaboración de Cuestionarios
 - 7.2.1 Por Teléfono
 - 7.2.2 Por Correo
 - 7.2.3 Por medio de Entrevistas Personales
 - 7.3 Determinación de las Fuentes de Información
 - 7.4 Fuentes Primarias
 - 7.4.1 Tabulación de las Fuentes Primarias
 - 7.5 Fuentes Secundarias
 - 7.5.1 Industria Maderera
 - 7.5.2 Producción Maderable
 - 7.6 Especies Maderables en México
 - 7.6.1 Localización y Distribución Geográfica
 - 7.6.2 Aprovechamiento Forestal en Otros Países.
 - 7.7 Usos de la Madera
 - 7.8 Especies Comunes en México
 - 7.9 Producción y Consumo de Productos Maderables en México
 - 7.10 Comercio Exterior de Productos Maderables
 - 7.10.1 Balanza Comercial
 - 7.10.2 Procedencia de Productos Importados
 - 7.10.3 Destino de las Exportaciones
- 8. SECUENCIA DE LA EXPERIMENTACION
 - 8.1 Características de las Maderas Seleccionadas
 - 8.1.1 Pino Ayacahuite
 - 8.1.2 Aile
 - 8.2 Obtención de la Madera

- 8.2.1 Densidad de la Madera Utilizada
- 8.3 Descripción del Equipo que Constituye la ---
Planta Piloto de Proceso
- 8.4 Proceso de Impregnación
- 8.4.1 Secuencia de Trabajo en el Laboratorio
- 8.5 Proceso de Polimerización
- 8.5.1 Variables del Proceso
- 8.6 Pruebas Físico-Mecánicas
- 8.7 Tabulación de Resultados
- 9. CONCLUSIONES
- 9.1 Factibilidad de Operación de la Planta Pilo-
to
- 9.2 Compresión Paralela a la Fibra
- 9.3 Flexión Estática (Módulo de Ruptura)
- 9.4 Dureza Janka
- 9.5 Incremento de Propiedades
- 9.6 Proyección al Futuro
- 10 APENDICE
- 11. BIBLIOGRAFIA

P R E F A C I O

PREFACIO

La importancia de la madera y su inimaginado potencial es pobremente conocido, En los E.U.A. el tonelaje de madera cortada es similar a la producción combinada de cemento portland, plásticos, acero y todos los metales combinados. La madera puede ser producida y usada con poco - gasto de energía y pequeño efecto en el ambiente. Requiere modesta destreza para procesarse y usarse. Esta fué -- una cualidad de gran importancia en la industrialización de los E.U.A. y puede ser de importancia similar para --- países en desarrollo. La madera comparada con otros materiales ofrece excelentes propiedades por peso y precio. - Una explotación forestal correcta puede proveer una mayor producción de madera de construcción. La investigación y_ el desarrollo esta dándonos productos de estructuras basadas en madera con mayor formidad y potencial superior para una más efectiva ingeniería de estructuras. Por eso - es necesario que el mundo se haga más consciente del valor de los recursos forestales, su conservación y gran -- uso.

III Conferencia Inter Americana en Tecnología
de Materiales Agosto 1972
Rio de Janeiro, Brasil

CAPITULO I

I N T R O D U C C I O N

INTRODUCCION

La política actual que se observa hacia los recursos naturales renovables y no renovables que posee un país, - consiste no solamente en explotarlos como se hacía tradicionalmente, sino que dicha explotación de los recursos - se debe planificar de acuerdo a las necesidades del país. Aparte de que se tratará de darles el máximo aprovecha--- miento, protegiéndolos y tratandolos de preservar por el mayor tiempo posible.

De la amplia gama de recursos naturales que posee el país, y que son fundamentales no solo en el desarrollo -- económico, sino que forman parte de la vida cotidiana, -- fué de particular interés el tema de recursos forestales, encaminado hacia la modificación de las propiedades físico-mecánicas de la madera, el objeto fundamental del presente estudio es poner de manifiesto las características que se obtienen al combinar la madera con monómeros vinílicos, tema que ya ha sido sujeto a investigaciones en diferentes países y en estudios recientes en el nuestro a nivel laboratorio (1). El demostrar que es posible someter a la madera a tratamientos físico-químicos haciendo uso de monómeros vinílicos a un nivel de planta piloto, etapa que se puede considerar como la piedra angular, para tener un conocimiento mas aproximado de los parámetros de proceso y formulación para el desarrollo de nuevos y mejores productos (madera-polimero) en el establecimiento de un posible proceso industrial. Y de esta forma adicionar un nuevo valor agregado al recurso primario que habitualmente se ha venido explotando desde hace siglos en nuestro país.

CAPITULO II

A N T E C E D E N T E S

ANTECEDENTES

En 1956 en E.U.A., se demostró que se podía realizar la polimerización de un monómero que se encontrará ocupado los intersticios de la madera. Poco después se continuó experimentando con diversos monómeros encontrándose que algunos mejoraban las propiedades de la madera haciéndola más dura y con una mayor estabilidad dimensional. Todos estos procesos de polimerización se llevaban a cabo por medio de una dosis alta de radiaciones gamma, por medio de la cual se lograba iniciar la polimerización y se continuaba irradiando la muestra durante todo el proceso (1).

Debido a los buenos resultados obtenidos la U.S. Atomic Energy Commission inició un programa para desarrollar más a fondo procesos de polimerización, pero siempre empleando fuentes de radiación gamma como base del proceso.

En 1965 se encontraron ya resultados (1) comparativos entre procesos de polimerización vía termo-catalítica y por medio de radiación gamma, se consiguieron buenos resultados por ambas técnicas.

En el Centro de Investigación de Materiales de la UNAM se han desarrollado dos proyectos anteriores al de este trabajo, se obtuvo información básica sobre métodos de impregnación, monómeros, catalizadores, métodos de polimerización y propiedades físicas.

Estos proyectos se enfocaron hacia la polimerización vía radiación gamma y siempre a nivel laboratorio, ya que el uso de radiación gamma equivale a realizar pruebas con el Gamma Cell 200 que es una fuente de Cobalto 60 que produce la irradiación, pero estas investigaciones dieron la pauta para continuar ampliando y mejorando la investigación, en base, a los resultados se pensó en realizar una investigación a nivel planta piloto para poder comprobar la factibilidad de llevar este proceso a nivel industrial y variando el proceso de polimerización mediante el empleo de energía térmica.

Para desarrollar esta tesis se vio la necesidad de aplicar diversos conocimientos de Ingeniería Química en la adaptación del equipo con que se contaba, para utilizarlo y así montar una planta piloto que diera los parámetros del proceso y formulación con los cuales es factible la obtención de madera impregnada con un polímero, el cual le confiere mejores características físico-mecánicas.

CAPITULO III

O B J E T I V O S

OBJETIVOS

3.1 ANALISIS DE MERCADO.

Uno de los objetivos fundamentales del estudio fué el tener conocimiento práctico de las necesidades básicas, así como de los problemas más importantes que se tienen en la explotación, transformación y consumo de los recursos forestales en sus diferentes modalidades. Por lo que, se consideró indispensable el llevar a cabo un análisis de mercado.

3.2 SELECCION DE LAS MADERAS.

También es de interés el poder seleccionar aquellas maderas, que pudieran ser sujetas a nuestro estudio y que fueran representativas no solo de las diferentes necesidades y problemas que existen, sino que sirvieran de base para la comparación con otras especies maderables del país.

3.3 DISEÑO DEL EXPERIMENTO.

Con los puntos anteriores estudiados se procede a establecer como se realizará la experimentación, planeando toda la secuencia de trabajo y teniendo siempre como fin principal la obtención de un nuevo material compuesto madera-polímero, el cual necesita someterse a ciertas pruebas por lo que se obtendrán lotes distintos, en diferentes condiciones de impregnación y polimerización.

3.4 EXPERIMENTACION A NIVEL PLANTA PILOTO.

El objetivo principal es la experimentación en una planta piloto, que como se sabe es el paso anterior para el desarrollo de procesos industriales.

Aquí será necesaria la obtención del equipo instrumentación, servicios, materias primas, etc. para iniciar la parte experimental del estudio.

3.5 EVALUACION DE PROPIEDADES.

Evaluar las propiedades de los productos, --
comparar con la madera en estado natural y ver la
influencia de cada variable en el proceso.

CAPITULO IV

DESCRIPCION GENERAL DEL ESTUDIO

DESCRIPCION GENERAL DEL ESTUDIO

El primer paso fué la elaboración del cuestionario - para realizar el análisis de mercado.

Una vez obtenidas las conclusiones del análisis de - mercado, se procedió a tener conocimientos prácticos refe - rentes a la estructura general de la madera y en parti - cular en las características físicas y biológicas de las - maderas seleccionadas para el estudio. Simultaneamente se - procedió a seleccionar y a confirmar el tipo de monómero - o monómeros que servirían para la impregnación, así como - la forma de operar con ellos es decir, el tipo de solu - ción en que se encontrarían al momento de llevar a cabo - la impregnación y su posterior polimerización, dicha se - lección fué hecha en base a las propiedades físicas y quí - micas y considerando también las referencias hechas en es - tudios anteriores.

Antes de llevar a cabo la impregnación en la planta - piloto se llevó a cabo una breve pero muy útil experimen - tación a nivel laboratorio con el fin de observar los di - ferentes problemas que se presentaban así como su mejor - resolución, con el fin de explorar dentro del intervalo - experimental las condiciones que más favorecieran a la po - limerización desarrollando dicha experimentación con los - monómeros y maderas seleccionadas, encontrándose éstas - últimas ya acondicionadas para la polimerización, todo - ello serviría como base para el diseño del experimento y - la forma de operación de la planta piloto. Inmediatamente - se procedió a definir y establecer las condiciones de pro - ceso, simultaneamente se realizaría la comparación de las - propiedades que se lograron obtener en el desarrollo del - experimento por medio de pruebas físico-mecánicas de la - madera impregnada, con las muestras no tratadas.

Esperamos que el presente estudio sea útil e intere - sante al lector no solo por los resultados obtenidos, si - no con la inquietud de crear una nueva conciencia y una - invitación para la investigación, con el fin de aprove - char y mejorar tecnológicamente todos los recursos fores - tales de nuestro país.

CAPITULO V

GENERALIDADES DE LA MADERA

GENERALIDADES DE LA MADERA

5.1 ESTRUCTURA DE LA MADERA

La madera se puede definir como la parte -- subcortical de los troncos, ramas y raíces de los vegetales arborescentes, y esta formada por un -- conjunto de células cementadas entre sí, por una -- sustancia llamada lignina.

Existen dos tipos característicos de célu-- las:

- 1.- Prosenquimatosas: que conducen las solucio-- nes y son además el sostén mecánico del ár-- bol.
- 2.- Perenquimatosas: cuya función es el almacena-- miento de sustancias.

La mayor parte de las células de la madera - están orientadas con su eje mayor a lo largo del -- tronco, lo cual se conoce como dirección de la fi-- bra, y una menor cantidad de las células cuyo -- eje mayor está orientado perpendicularmente a la -- corteza del árbol, lo cual es conocido como ra-- yos de la madera.

Por otro lado la madera está constituida por diferentes elementos como son: el parenquima de - células vivas y rectangulares con paredes muy del -- gadas que forman los radios medulares; vasos o -- traqueas de células de formas largas y amplias; y traqueidas que son elementos conductores. Las pa-- redes celulares están formadas por varias capas - de células y de lignina, la cual constituye la -- verdadera columna vertebral de la planta o tronco su sistema de conducción y también el almacén de -- sustancias de reserva.

En general la madera proviene de dos grupos -- de árboles:

- 1.- Las Gimnospermas: también llamadas coníferas, -- dentro de este grupo se encuentra el pino, - cedro blanco, oyamel, etc.

- 2.- Las Angiospermas o Latifoliadas (o de hojas caducas), en este grupo se encuentran la caoba, encino, cedro rojo, fresno, chicozapote, aile, etc.

Se tiene además que cada año debido a la actividad y proliferación de un tejido celular particular y que es conocido como cambium, al tronco se le añade un anillo de madera cuyo espesor varía según la especie y la edad de aquellas, dependiendo además del comportamiento de la estación y tipo de clima que prevalezca durante cada época del año.

Haciendo un corte en un tronco se distinguen a partir del centro, la médula o porción central; el duramen que es la porción dura y poco permeable a líquidos y gases, y que además puede soportar mejor el ataque a organismos destructores de la madera; la albura que es la madera blanca y está constituida por anillos que tienen la finalidad de transportar el agua; y por último la corteza. Además en lo referente a la resistencia mecánica, se puede decir que no existe diferencia alguna entre duramen y albura.

Una de las características particulares que tiene la madera es que es un material Anisotrópico es decir que todas sus propiedades varían de acuerdo con sus tres ejes estructurales, los cuales forman ángulos de 90° entre sí; el eje longitudinal o axial corre paralelo a lo largo del tronco, el eje radial corre paralelo a los rayos, y el eje tangencial que es tangente a los anillos de crecimiento.

En una forma similar la madera tiene 3 planos; el transversal delimitado por los ejes radial y tangencial; el radial comprendido entre los ejes radial y longitudinal; y el tangencial que se forma con la intersección de los ejes tangencial y longitudinal.

5.2 CONSTITUCION QUIMICA DE LA MADERA.

La madera por ser de origen vegetal tiene co

mo componentes químicos primarios la celulosa (40 a 50 %), las hemicelulosas (20 a 35 %) y la lignina (15 a 35 %).

En donde los dos primeros son polisacáridos o sea polímeros de azúcares simples, cuyas moléculas al unirse unas con otras en cantidades estimadas entre 5 000 y 10 000 forman cadenas, que en el caso de la celulosa son lineales, en el de la hemicelulosa pueden estar ramificadas y la lignina es un polímero tridimensional muy complejo.

La estructura de la madera es lo que determina la diversa calidad de los troncos y su utilización, a este respecto se puede clasificar en maderas duras (roble, encino y olmo) semi-duras -- (castaño, fresno y haya) y blandas o dulces (chopo, tilo y pino).

5.3 PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA

5.3.1 DENSIDAD

La propiedad física más común que da por sí sola muchas de las propiedades de la madera es la relación densidad - peso que se expresa generalmente en gr/cm^3 o kg/m^3 . El peso de la madera incluye la sustancia madera, agua en las paredes celulares y espacios libres y extractivos, este último componente no es muy importante pues aporta una pequeña cantidad al peso total. El agua si -- contribuye mucho ya que puede llegar en algunas especies al 200 % del peso de madera. Lo anterior nos explica el porque siempre que se da la densidad - peso debe ir referido el contenido de humedad al que se hizo la medición. En el caso de la madera la gravedad específica tiene el mismo valor numérico que la densidad.

Comunmente la madera de pino que se utiliza en construcción tiene densidades entre 0.40 y --- 0.55 gr/cm^3 pero varía mucho.

La madera es un material higroscópico que -- tiende a obtener o perder agua según las condiciones de humedad relativas del medio ambiente en -- que se encuentra. El contenido de humedad en la --

madera es la relación existente entre:

$$\text{Contenido de humedad de la madera \%} = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de la madera anhidra}} \times 100$$

Una madera recién aserrada puede tener contenidos de humedad mayores del 100 %.

Al perder o ganar agua la madera se contrae o aumenta sus dimensiones respectivamente. La explicación más simple nos dice, que las paredes celulares se contraen porque al perder humedad -- las moléculas de agua que se encuentran entre -- las cadenas de celulosa y hemicelulosas tienden a salir causando un acercamiento entre cadenas. -- El proceso inverso provoca un aumento en sus dimensiones. Si estos cambios son bruscos se producen grietas o rajaduras en la madera haciéndola muchas veces inservible.

Es necesario para evitar estos cambios dimensionales, secar la madera, proceso que consiste en extraer el agua del interior de la madera.

5.3.2 ESTABILIZACION DIMENSIONAL

La madera tiene como característica su inestabilidad dimensional debida a cambios en su contenido de humedad. Esta inestabilidad se puede evitar secando la madera antes de usarla, pero tomando siempre como base que el contenido de humedad necesario para usarse en cierta región debe de ser más o menos el promedio del contenido de humedad en equilibrio de la zona donde se va a emplear. Con esto evitaremos cambios dimensionales que podrían abrir o agrietar la madera. Como ejemplo se tienen los muebles que al transportarlos de una zona a otra con diferentes condiciones climatológicas quedan dañados por grietas o contracciones que los pueden dejar inservibles.

Existen recubrimientos externos como son barnices, lacas, pinturas, etc., que pueden proteger a la madera haciendo más difícil que el agua penetre. También existen repelentes y trata

mientos con diversas sustancias las cuales tienen distintas ventajas y desventajas que no analizaremos ya que no corresponde a este estudio.

5.3.3 SECADO

Aunque el proceso de secado es complicado y aún falta mucho por investigar. En forma sencilla se puede explicar este proceso partiendo de que al exponer la madera a una atmosfera deshidratante pierde primero al agua en los lúmenes y espacios intercelulares hasta que su contenido de humedad llega a estar en equilibrio con el del medio ambiente. Las diferencias de secado entre la periferia y el centro deben de controlarse en buen grado, de lo contrario pueden originar esfuerzos de tal magnitud que la pieza de madera quede inservible.

Existen dos tipos de secado:

- a) Secado al aire libre.
 - b) Secado en estufa.
- a) El secado al aire libre nos puede dar buenos resultados y en México el mayor porcentaje de la madera se seca por este método. Este sistema se basa en las condiciones climatológicas locales, la rapidez y calidad del secado varían de acuerdo a las temperaturas y humedades relativas de la región. Es muy importante la forma, y el lugar donde se pongan las pilas. Este método es muy lento y depende de muchos factores pero por otro lado tiene grandes ventajas.
 - b) Para este tipo de secado es necesario usar una estufa que es básicamente una cámara dentro de la cual la temperatura (humedad relativa) se puede controlar con precisión, al igual que la velocidad del aire. Existen secuencias de secado que se deben seguir para secar cierto tipo de madera, este conjunto de pasos se llama secuela de secado.

El poco tiempo necesario para secar la madera y el poder lograr bajos contenidos de humedad

son importantes ventajas de este método sobre el de secado al aire libre.

5.3.4 PROPIEDADES ELECTRICAS DE LA MADERA

La madera es un excelente aislante en estado anhidro. Al aumentar el contenido de humedad aumenta la conductividad.

5.3.5 PROPIEDADES ACUSTICAS

Posee propiedades acústicas muy importantes, dependiendo del tipo de madera, y las propiedades más significativas como material de aislamiento y absorción de sonido. Es muy usada en instrumentos musicales por esta cualidad acústica.

5.3.6 PROPIEDADES TERMICAS

La expansión térmica de la madera es mínima y la conductividad térmica es muy baja siendo muy buen aislante térmico. Estas propiedades la han hecho un material preferido en la construcción desde hace siglos.

5.4 PROPIEDADES MECANICAS DE LA MADERA

5.4.1 ANISOTROPIA

La madera tiene propiedades muy especiales, siendo necesario estudiar cada una ampliamente para poder concluir que propiedad se piensa aprovechar específicamente. En cualquier uso que se piense dar a la madera es necesario tener presente que es un material anisotrópico y que como tal, sus propiedades en general, específicamente las mecánicas, varían según la orientación de las fibras.

Como la madera tiene tres ejes principales: Longitudinal, Tangencial y Radial, las propiedades mecánicas son diferentes en cada uno de estos ejes, aunque entre la radial y tangencial son mínimas. Por lo anterior se ha optado por hablar únicamente de las resistencias mecánicas en dirección paralela y en dirección perpendicular a las

fibras.

La madera es considerada como un material elástico, o sea que dentro de ciertos límites las deformaciones son directamente proporcionales a los esfuerzos. Si retiramos estos esfuerzos se obtiene una recuperación directamente proporcional hasta que la pieza vuelve a su estado original.

5.4.2 TENSION PARALELA A LA FIBRA

Esta propiedad puede llegar a ser 40 veces mayor que perpendicularmente a la fibra. Además la madera se caracteriza porque esta propiedad es la que tiene valores más altos, comparada con las de más resistencias. En el caso de maderas de alta densidad con 12 % de humedad los valores de tensión paralela fluctúan en valores cercanos a --- 3 000 kg/cm², y en maderas de baja densidad de -- 300 kg/cm².

5.4.3 COMPRESION PARALELA A LAS FIBRAS

La resistencia a compresión es de 3 a 10 veces mayor en la dirección paralela que en la dirección perpendicular. Esta prueba consiste en -- aplicar una carga a una cierta velocidad sobre -- una superficie de la probeta, hasta que se produce una falla. En este estudio se utilizó la norma ASTM D 143-52.

Se obtuvieron valores de carga máxima a la compresión.

5.4.4 DUREZA

Los valores de dureza indican la resistencia que tiene la madera a indentarse. Se pueden utilizar como indicadores de la resistencia a la abrasión. Los valores de dureza obtenidos por el método Janka son los más utilizados y fueron los que se ensayaron en esta tesis. El método consiste en introducir en la madera una esfera de acero de un

diámetro de 0.444 pulgadas hasta una profundidad de 0.222 pulgadas. La carga necesaria para introducirla es el valor que se obtiene como resultado. La dureza en las superficies radial y tangencial es muy parecida, sin embargo, en la transversal es mayor.

Se han obtenido valores para maderas mexicanas (a 12 % humedad) de distintos tipos dándonos un patrón de comparación.

	<u>DUREZA</u>	<u>JANKA</u>	
SUPERFICIE		VALORES	(KG)
LATERAL		109 a	1548
TRANSVERSAL		152 a	1550

Para estas pruebas se utilizó la norma --- ASTM D 143-52.

5.4.5 FLEXION ESTATICA.

Esta es otra característica mecánica de la madera y los valores de resistencia que se obtienen generalmente son esfuerzo al momento de la ruptura, módulo de elasticidad y carga máxima. Es interesante ver como una vez que se ha aplicado la carga máxima, la probeta se sigue deformando paulatinamente conforme la carga disminuye, o sea que en flexión estática casi siempre la fractura total no es instantánea.

Existen otras características mecánicas de la madera como son el corte paralelo a la fibra, la resistencia al choque, tenacidad, etc.

Todas las características mecánicas de la madera se ven afectadas por varios factores entre los cuales tenemos uno que es el más importante y que corresponde, a la variabilidad natural; que -

consiste en que las propiedades de muestras de ma
dera de un mismo árbol tienen entre sí diferen--
 cias y con mayor razón muestras de distintos árbo
 les, esto es debido a la variabilidad natural o
 genética de los árboles y a factores como son el
 tipo de suelo, temperaturas, lluvias, ecología, -
 etc.

Aparte de esta variabilidad se tiene que la
madera es anisotrópica e higroscópica. Este últi-
 mo factor explica el porque el agua de la madera
 puede influir notablemente en la resistencia mecá
 nica de ésta.

Si el contenido de humedad es superior al --
 punto de saturación de la fibra, la resistencia -
 mecánica es la misma para todos los contenidos -
 de humedad hasta la saturación total. Si se traba
 ja por debajo del punto de saturación la resiste
 ncia mecánica aumenta conforme la madera tenga me-
 nor humedad.

Otro factor que afecta las propiedades de la
madera son los defectos que ella misma tiene, co-
 mo son los nudos, desviación de la fibra, resina,
 etc., los cuales son muy importantes ya que impli
 can un cambio radical en su estructura.

5.5 AGENTES DESTRUCTORES DE LA MADERA.

Por el hecho de ser un material de origen na
tural la madera es susceptible de deteriorarse --
 por los agentes biológicos y también físicos.

Los principales agentes biológicos son los -
hongos, los insectos y los taladradores marinos.
 Y los agentes físicos más importantes son la hume
dad, la temperatura, las radiaciones solares, el
fuego, el viento y la lluvia. Por todos estos fac
 tores se puede decir que la madera es un material
 poco durable y de fácil deterioro, pero cumplien
 do ciertas condiciones como son un eficiente seca
 do, tratamiento adecuado y un buen diseño se pue
 de obtener una madera con una gran durabilidad y
 una buena estabilidad dimensional.

CAPITULO VI
GENERALIDADES DEL MONOMERO

GENERALIDADES DEL MONOMERO

6.1 BREVE TEORIA DE POLIMERIZACION

Uno de los plásticos acrílicos de mayor utilidad en la actualidad es el metacrilato de metilo. Este es más conocido bajo los nombres comerciales de "Perpex" en Inglaterra y "Lucite" o "Plexiglas" en los Estados Unidos.

El polimetacrilato de metilo es un plástico claro al cual se le reconocieron inmediatamente sus posibilidades como vidrio plástico comenzando su desarrollo industrial. Este polímero fué ampliamente usado durante la segunda Guerra Mundial debido a que es más liviano que el vidrio y puede ser moldeado con facilidad, dándole la forma de cabinas o compartimientos que se emplearon por miles en aviones cazas y bombarderos.

El polimetacrilato de metilo es un termoplástico formado por la polimerización del compuesto vínflico de metacrilato de metilo, se trata de un líquido incoloro, que se polimerizó por primera vez en 1931 por el Doctor Rowland Hill de Imperial Chemical Industries LTD de Inglaterra.

El término monómero es usado para definir pequeñas moléculas de las cuales el polímero es formado. El proceso llamado polimerización se puede definir como un enlazamiento de gran cantidad de moléculas para formar una molécula de mayor tamaño, Todas las macromoléculas tanto las naturales como las hechas por el hombre deben su gran tamaño al hecho de que son sustancias polimerizables, es decir una repetición de unidades simples idénticas una con otra o que presentan una similitud química.

Los polímeros son formados por dos caminos distintos:

a) Polimerización de reacciones en cadena: - Este tipo de polimerización es también conocido con el nombre de polimerización por adición. En -

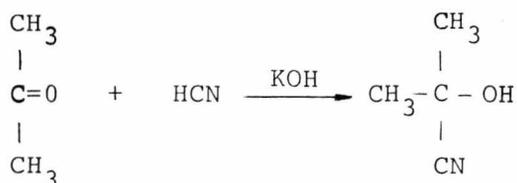
este tipo de polimerización hay una serie de reacciones donde cada una de las cuales consume una molécula de reactivo y produce otra molécula similar; cada reacción individual así depende sobre la primera. La parte reactiva puede ser radical libre, anión o catión.

b) Polimerización de reacciones por etapas: A este tipo de polimerización también se le conoce con el nombre de polimerización por condensación. Este tipo de polimerización presenta una serie de reacciones cada una de las cuales es esencialmente independiente del procedimiento principal; un polímero es formado porque el monómero sufre una reacción más de una vez en el grupo funcional con el desprendimiento de agua, alcohol y amoniaco.

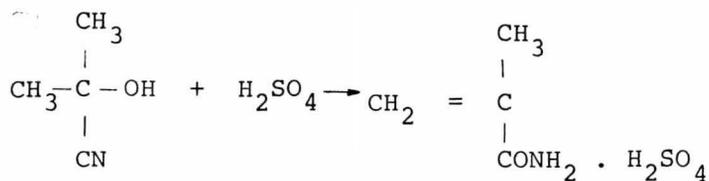
6.2 OBTENCION DEL METACRILATO DE METILO

El monómero de metacrilato de metilo fué el primer monómero producido comercialmente por el proceso Aceto-Cianhidrina. El proceso es el siguiente:

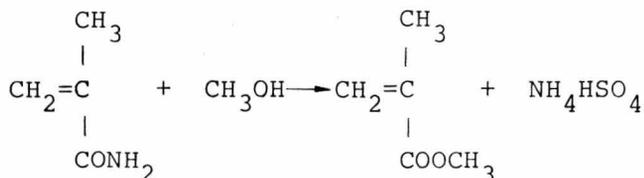
La acetona se hace reaccionar con el ácido cianhídrico en presencia de Hidróxido de Potasio (KOH) dando lugar a la formación de la Aceto-Cianhidrina:



La Aceto-Cianhidrina es tratada con ácido sulfúrico (H_2SO_4) al 98 % + calor obteniéndose el sulfato de Metacrinolamina:

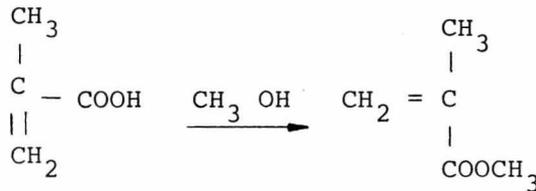
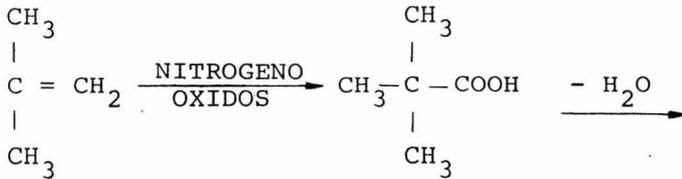


El sulfato no es separado de la reacción la cual pasa a un proceso de esterificación y reacciona continuamente con el metanol produciéndose el metacrilato de metilo:



La corriente esterificada la cual puede contener inhibidores (Hidroquinona) que prevengan una polimerización prematura, es pasada a una columna de destilación la cual separa al metacrilato de metilo, metanol, agua, residuos de ácido sulfúrico y bisulfato de amonio. El metacrilato de metilo es posteriormente purificado por una nueva destilación. El monómero que comercialmente se vende tiene una pureza del 99.5 %.

Otro método de obtención de este monómero es a partir del isobutileno, proceso desarrollado por la Escambia Chemical Company:



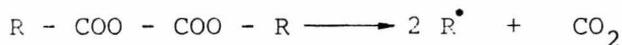
6.3 REACCION DE POLIMERIZACION DEL METACRILATO DE METILO (POR RADICALES LIBRES).

El monómero de metacrilato de metilo contiene un inhibidor que es la Hidroquinona la cual debe ser removida antes de la Polimerización. Este inhibidor se puede remover por medio de un lavado con una solución alcalina.

La técnica de Polimerización por Radicales Libres involucra catalizadores del tipo Peróxido $(\text{R-COO})_2$ y temperaturas cercanas a 100°C .

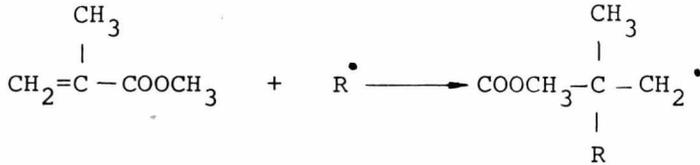
Los pasos que dan lugar a la formación del polímero por Radicales Libres son los siguientes:

1.- Por el efecto de la temperatura el Peróxido se descompone formando Radicales Libres:

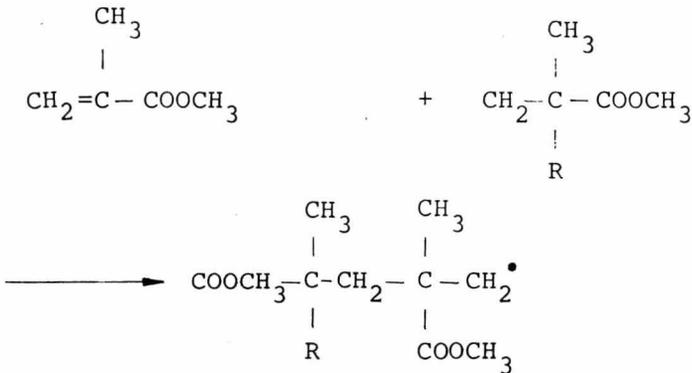


2.- Iniciación de la Polimerización. El Radici

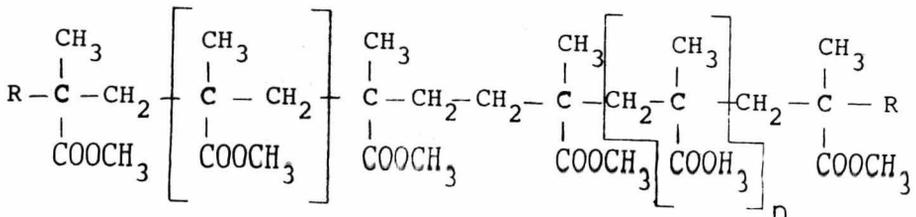
cal Libre se une a la molécula del monómero:



3.- Propagación. Continúa la adición sucesiva de moléculas de monómero.



4.- La cadena crece debido a la combinación de dos cadenas.



La polimerización es conveniente llevarla a cabo en atmósfera inerte ya que la presencia de oxígeno dentro del sistema afectará la velocidad de reacción y a la naturaleza de los productos debido a la formación de peróxidos de metacrilato dentro de la reacción.

Se ha observado que la polimerización del metacrilato de metilo tiene una aceleración de la velocidad de conversión después de que el 20 % del monómero se ha convertido y el peso molecular promedio del polímero también crece durante la polimerización. Estos resultados son constantes cuando el aumento en la temperatura es despreciable. La explicación de estos efectos es debida a que la terminación de la cadena descende lentamente con la conversión. Esto se debe a que el monómero es relativamente un mal solvente del polímero y la tendencia natural tanto del polímero como la de los radicales de este es la de agruparse sobre la del monómero. Estos agrupamientos significan frecuentemente que el crecimiento de los radicales terminales ocurra dentro del agrupamiento y la reacción no sea afectada por pequeñas moléculas de monómero, sin embargo, existe la dificultad en la unión de los dos radicales Libres en crecimiento y ésta llega a ser de importancia cuando la viscosidad de la mezcla crece.

6.4	PROPIEDADES DEL MONOMERO DE METACRILATO DE METILO	
	Peso Molecular	100.12
	Punto de Ebullición a 760 m m Hg	101°C
	Punto de Congelación	-48°C
	Gravedad Específica	
	15.6/15.6°C	0.950
	Densidad Kg/lt a 15.6°C	0.949
	Indice de Refracción	

$n_D^{15.6}$	1.417
Viscosidad cp a 25°C	0.84
Solubilidad en agua g/100 g	
Monómero en agua	
20°C	1.6
30°C	1.5
Agua en Monómero	
20°C	1.2
30°C	1.3
Punto de Inflamación (°C)	
Sellado	11
Sin sellado	21
Límite explosivo a 25°C y 1 atmósfera,	
% por volumen en aire	
Bajo	2.1
Alto	12.5
Calor Latente de	
Vaporización Kcal/mole	8.6 \pm 0.4
Calor de polimerización	
Kcal/mole ²	13.8
Calor específico, cal/g/°C	
(20 -30°C)	0.45

6.5

PROPIEDADES DEL POLIMETACRILATO DE METILO

El Polimetacrilato de metilo pertenece a la familia de los polímeros acrílicos y a la clase de los termoplásticos. Valores de las propiedades típicas del polimetacrilato de metilo se dan continuación:

6.5.1 PROPIEDADES MECANICAS:

PLASTICO	P.M.M
Fuerza de Tensión	
PSI X 10 ⁴	
ASTM D 638 D 651	0.7-1.1
Módulo de Young's	
PSI X 10 ⁵	
ASTM D 747.....	3.9-5.0
Elongación o Ruptura	
ASTM D 638	3-8
Fuerza de Flexión	
PSI X 10 ⁴	
ASTM D 790	1.3-1.7
Fuerza de Compresión	
PSI X 10 ⁴	
ASTM D 695.....	1.2-2.0
Dureza	
ASTM D 785	M85-105
Fuerza de Impacto	
ft lb/in	

	ASTM D 256	0.3-0.45
	Comportamiento a Baja	
	Temperatura	Buena
6.5.2	PROPIEDADES FISICAS	
	PLASTICO	P.M.M
	Gravedad Específica	
	ASTM D 792	1.18-1.19
	Conductividad Térmica	
	cal gr/cm ² °C seg X 10 ⁻⁴	
	ASTM C 177	4.5 -5.5
	Coeficiente de Expansión	
	Lineal °C X 10 ⁻⁵	
	ASTM D 696	5-8
	Calor Específico	0.35
	Punto de Ablandamiento °C	
	ASTM D 1525	85-115
	Temperatura del Calor de	
	Deformación °C	
	ASTM D 648	65-100
	Indice de Refracción	
	ASTM D 542	1.49
	Coeficiente de Fricción	
	(Plástico con Plástico)	0.4 -0.6
6.5.3	OTRAS PROPIEDADES:	

PLASTICO

P.M.M

Características Ópticas Alta Transparencia (92 % Transmisión)

Resistencia a Ácidos

ASTM D 543 Atacado por Ácidos Concentrados

Resistencia a Solventes

ASTM D 543 Soluble en Acetonas, Esteres e Hidrocarburos -- Clorinados.

Absorción de H_2O . % en
24 Hrs. (1/8 Esp.)

ASTM D 570 0.3

Características al

Quemarse Facilmente Quemado. No es Autoextinguible. Flama Amarilla, Orilla Azul. Humo Negro. Olor Floral.

6.6

TOXICIDAD DEL METACRILATO DE METILO

Una definición de toxicidad puede ser la ac-

tividad química de una molécula o de un compuesto para producir un daño o herida sobre el cuerpo o en un sitio muy susceptible. Dentro de la toxicidad existen varios grados que son: agudo, crónico, local, del sistema y por absorción.

El monómero de metacrilato de metilo cae dentro del grupo de baja toxicidad donde los cambios producidos en el cuerpo humano son fácilmente reversibles o desaparecen una vez terminada la exposición, la característica de ambos es que se curan con o sin tratamiento médico.

Las precauciones más importantes que deben tomarse en cuenta al manejar el monómero son las siguientes:

La American Conference of Governmental Industrial Hygienists de los Estados Unidos permite una concentración máxima de vapores de monómero de 100 partes por millón de aire o de 410 miligramos por pie cúbico de aire. Debe tenerse cuidado de no hacerlo reaccionar con materiales oxidantes, de no exponerlo al calor o a la flama ya que puede inflamarse o explotar. En caso de inflamación este se puede combatir con espuma, Dióxido de Carbono o con tetra cloruro de carbono. Sus vapores son contaminantes del aire.

6.7 USOS

Más de 30 años han transcurrido desde que los polímeros acrílicos estuvieron disponibles para su uso. En la actualidad existe una gran cantidad de campos de aplicación de estos polímeros entre los más importantes esta:

El uso de monómero de metacrilato de metilo para la obtención de resinas acrílicas en acabados automotrices y en la producción de películas transparentes de gran resistencia y flexibilidad.

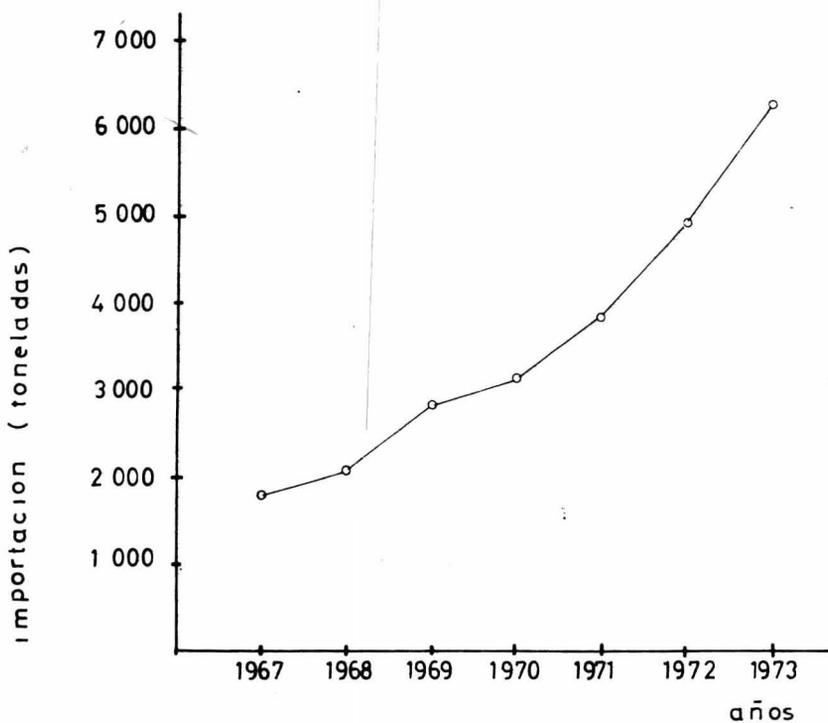
El polímero de metacrilato de metilo está invadiendo el campo que ocupa el vidrio debido a su alta transparencia. También en medicina ha encontrado una gran variedad de usos como instrumentos de examinación interna por la propiedad que tie-

ne el polímero de conducción de luz, aparatos ortopédicos de alta resistencia al impacto y peso ligero.

Dentro de la industria textil la aplicación del metacrilato de metilo puede cambiar la tersura y densidad de un amplio número de telas, las de tipo endeble pueden volverse firmes, de acabado permanente etc.

En la actualidad se ha encontrado un nuevo campo para la aplicación del metacrilato de metilo que es el campo de las maderas, aquí se trata de conseguir un mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas de la madera gracias a la introducción del monómero dentro de ella.

6.8.- IMPORTACION DEL METACRILATO DE METILO



GRAFICA - 1.1

6.8.1 EL CONSUMO DEL METACRILATO DE METILO

Registro un incremento del 27.6 % que lo acerca más a la capacidad del proyecto en construcción que es de 10 000 ton/año y que arrancará en 1975 en México.

Este proceso partirá de la acetona obtenida en la Planta de Fenol que pertenece al mismo proyecto y del ácido cianhídrico que proporcionará Pemex lo cual integrará Nacionalmente la producción del metacrilato de metilo.

6.8.2 IMPORTACION 1974

	KG LEGAL	VALOR \$
Alemania Rep. Federal	19,760	108,575
Italia	40,000	209,500
Reino Unido	791,973	4,031,563
Estados Unidos	4,044,073	20,102,732
Total	4,895,806	24,452,370

Tabla 1.1

6.9 PEROXIDO DE BENZOILO

El peróxido de benzoflo llamado técnicamente lucidol es un material orgánico fácil de oxidar.

Fórmula $(C_6H_5CO)_2O_2$

Peso Molecular 242.22

6.9.1 ESPECIFICACIONES

Peróxido de Benzoflo 96.0 % mínimo.

Oxígeno Activo 6.3 % mínimo.

6.9.2 PROPIEDADES

Punto de Fusión 103°-105°C.
(descomposición)

Forma Gránulos finos

Color Blanco

Olor Ninguno

Sabor Ninguno

Insoluble en Agua

Ligeramente soluble en Alcoholes, -
Petróleo, -
solventes, -
aceites vegetales.

Soluble en Acetona, --
benceno, te
tracloruro
de carbono,
clorobenceno,
éter, -

	esteres, to <u>l</u> u <u>e</u> no.
Muy soluble en	Cloro <u>f</u> ormo, dicloro <u>m</u> eta <u>t</u> ano, diclo <u>r</u> uro de et <u>i</u> leno, tri--cloroetile <u>n</u> o.
Pureza	76.18 %
Ox. Activo	5.03 %
P.B. Base Seca	99.70 %
O.A.P.B. Base Seca	6.60 %
Humedad	23.00 %
Impurezas	0.27 %
Acido Benzo <u>i</u> co	0.11 %
Acido Clorh <u>í</u> drico	0.09 %
Cloruro de Sodio	0.07 %
Fierro	NO TIENE
Color Menos de	5 APHA

6.9.3 USOS

- 1.- Catalizador para la polimerización de reacciones ej. en la preparación de resinas sintéticas.
- 2.- Agente blanqueador para aceites, grasas y ceras.
- 3.- Agente secador para secar aceites, del tipoo de aceite de madera China.
- 4.- Ingredientes en la mezcla del caucho.

- 5.- Ingredientes en farmacéuticos y preparación de cosméticos.
- 6.- Catalizador en la adición de halógenos y olefinas.
- 7.- Material crudo en síntesis orgánicas

6.9.4 RECOMENDACIONES SOBRE EL MANEJO Y ALMACENAJE.

El peróxido de benzofl un sólido inflamable que deberá ser manejado con ciertas precauciones. Cantidades grandes de lucidol, peróxido, son usadas cada año en varias industrias con una seguridad completa adheriendo unas cuantas reglas simples. Es deseable advertir a todos los empleados que manejen el material con los siguientes hechos:

El peróxido de benzofl es embarcado de acuerdo con las siguientes regulaciones que aparecen en el envase:

SOLIDO INFLAMABLE

Esta es la clasificación de Regulaciones de la I.C.C.

ALMACENAR EN LUGAR FRIO

Cajas y contenidos no deberán ser almacenados cerca de radiadores y pipas de vapor, ni directamente bajo claraboyas radiantes, etc. Un cuarto ordinario y las temperaturas del laboratorio no dañaran el material.

ALEJARLO DE TODAS LAS FUENTES DE CALOR TALES COMO RADIADORES.

Esto es para prevenir inflamación del producto.

Cuando es calentado en un espacio limitado puede explotar. Bajo tales condiciones los gránulos secos del peróxido de benzofl, puede llegar a ser peligroso a tempera-

NC SOMETER A CALOR
DE FRICCIÓN DE MO-
LIENDA.

temperaturas de 75°- 80°C (167°
- 176°F).

Si el calor de molienda
es absorbido por un sol-
vente, agua, aceite u --
otros materiales, no hay
peligro.

CAPITULO VII
ANALISIS DE MERCADO

ANALISIS DE MERCADO

7.1 OBJETIVOS

El interés de llevar a cabo un análisis de mercado sobre los recursos forestales del país, tuvo como finalidad el poder seleccionar de un modo real y preciso las especies maderables que serían sometidas al estudio de maderas tratadas -- con monómeros vinílicos.

Dicha selección sería hecha en base a las especies de mayor importancia y consumo en el país. El análisis de mercado fué denominado "investigación de producto" dado de que se trata como ya se mencionó de poder obtener una madera con mejores propiedades, lo que va a constituir un producto más elaborado sometido a un proceso industrial (físico y químico) y no solo un recurso natural al que solamente se le explota y que en algunos casos se le da algún tipo de tratamiento físico, como puede ser; secado, estufado, desfleñado o aún preservación por medio de algún fungicida o insecticida (protección contra insectos y hongos) esto independientemente del acabado final de algunos artículos de madera como son: barnices, lacas o pinturas.

La investigación de producto tuvo como finalidad el que; aparte de servir como base en la selección de las especies a tratar, proporciona una idea más clara y real de la extensión del mercado de consumo y de la explotación. Se tendrá conocimiento también de las cualidades y defectos de cada tipo de especie que tenga un mercado de consumo razonable, así como los problemas más importantes que afectan a la explotación de dichas especies.

Por otro lado el análisis de mercado o "investigación de producto" es lo que permite cualificar y cuantificar las propiedades que se deseen incrementar o bien preservar por un período mayor de tiempo a cada especie seleccionada.

Es decir que se considera la necesidad indis

pensable de llevar a cabo una investigación de -- producto para poder establecer de una manera real y precisa; la selección de maderas a tratar, los diferentes problemas y ventajas de las mismas, lo que el consumidor obtiene de ella y lo que desearía obtener, para de esta manera poder definir, - de un modo preciso las metas que permitan establecer un patrón de resultados en los experimentos - que se lleven a cabo en la planta piloto.

Para la investigación de producto se estableció un tiempo aproximado de 4 a 5 meses cuya duración fué completamente al azar y considerando su inicio a partir de la aprobación final de los tipos de cuestionarios y además considerando también que no existe ninguna relación entre el tiempo y los resultados obtenidos en dicha investigación.

7.2 ELABORACION DE CUESTIONARIOS

Una vez definidos los objetivos así como el tiempo en que se desarrollaría la investigación de producto, se procedió a seleccionar la forma en que serían contestados los cuestionarios, existiendo para ello 3 diferentes modalidades que son:

7.2.1 POR TELEFONO

7.2.2 POR CORFEC

7.2.3 POR MEDIO DE ENTREVISTAS PERSONALES

Si se opta por la 1^a forma los cuestionarios tendrían que ser muy breves, lo cual no es muy recomendable en virtud de no poder conocer muchas actitudes que son muy importantes, si se realiza directamente el 2^o método también es poco aconsejable en virtud de que la experiencia ha demostrado que una gran cantidad de personas no contestan el cuestionario, ni aunque se les envíe el porte pagado por la contestación. Por lo cual el 3^{er}. método es el que se considera más efectivo aunque es el más lento, dado que un entrevistador solo puede hacer un número pequeño de entrevistas por día, en un determinado radio de la zona elegi

da y sujeto a horarios hábiles de las personas -- que hayan sido escogidas, pero tiene la gran ventaja de que aparte de establecer un contacto social y humano, esto permite conocer algunos tipos de preguntas y respuestas que no hayan sido incluidas en el cuestionario y que sean de ayuda por tener relación con el tema, además de que permite esclarecer preguntas y fomenta el intercambio de distintos puntos de vista, lo que si bien no es cuantificable si permite obtener mayor precisión en la información.

Para que los cuestionarios cumplieran su cometido, se consideró que estos deberían reunir - las siguientes características;

- 1.- Las preguntas deberían ser hechas de acuerdo con los objetivos de la investigación de productos.
- 2.- Deben ser breves
- 3.- Concretas
- 4.- Lógicas
- 5.- Discretas
- 6.- Interesantes
- 7.- Fáciles de tabular
- 8.- Optar por varias contestaciones ya incluidas en el cuerpo de preguntas.
- 9.- Fáciles de analizar
- 10.- Una sección de observaciones para cualquier comentario que esté fuera de las preguntas y que tenga relación con el tema.

Por otro lado, y considerándose la extensión del análisis de mercado en función de las diferentes especialidades que se derivan de la explotación, procesamiento y consumo de los recursos fo-

restales, se precedió a desglosar en actividades dichas especialidades como son:

- 1.- Aserraderos
- 2.- Depósitos de madera
- 3.- Compañías que estufan o dan algún tipo de tratamiento físico a la madera.
- 4.- Fabricantes de muebles populares y de calidad.
- 5.- Fabricantes de armazones para camas
- 6.- Fabricantes de artículos para la industria y uso doméstico a base de madera.
- 7.- Fabricantes de postes para servicio eléctrico, telegráfico y/o de alumbrado.
- 8.- Fabricantes de chapa de madera.
- 9.- Fabricantes de bastidores a base de madera - prefabricados y sobre diseño
- 10.- Industria de la construcción, cimbras, polines, traves, etc.
- 11.- Fabricantes de muebles exclusivos
- 12.- Diseñadores
- 13.- Decoradores
- 14.- Arquitectos
- 15.- Ebanistas
- 16.- Talladores de madera
- 17.- Carpinteros en mediana y pequeña escala.

Por lo que se procedió a definir dos tipos de grupos: el Industrial y el Personal, dichos --

grupos quedaron definidos de la siguiente manera:

7.2.3.1 INDUSTRIAL

- 1.- Aserraderos
- 2.- Depósitos de madera
- 3.- Compañías de tratamiento físico
- 4.- Fabricación de muebles populares y de calidad.
- 5.- Fabricación de armazones de camas
- 6.- Fabricación de artículos a base de madera
- 7.- " " postes
- 8.- " " chapa
- 9.- " " bastidores
- 10.- Industria de la construcción

7.2.3.2 PERSONAL

- 1.- Diseñadores
- 2.- Decoradores
- 3.- Arquitectos
- 4.- Ebanistas
- 5.- Talladores
- 6.- Carpinteros
- 7.- Fabricación de muebles en exclusiva

Y para cada grupo se desarrolló un tipo de cuestionario específico de acuerdo a sus necesidades.

7.2.3.3 CUESTIONARIOS

A continuación se muestran los cuestionarios:

CUESTIONARIO "A"

GRUPO PERSONAL

Investigación de Producto

Formulación de Cuestionario

Persona Entrevistada

Ocupación

- 1.- ¿Cuáles son los tipos de chapa más utilizados?
- 2.- ¿Quién es su abastecedor?
- 3.- ¿Qué cantidad utiliza mensualmente?
(promedio)
- 4.- ¿Precio de c/tipo por metro cuadrado?
- 5.- ¿Qué cualidades preferirían respecto el tipo de madera que utiliza?
- 6.- ¿Le interesan los artículos de madera indeformables?
- 7.- ¿Qué problema tienen con la madera?
- 8.- ¿La sustituiría por otros acabados?
¿Por qué?
- 9.- ¿Existen en el mercado estos sustitutos?
- 10.- ¿Tiene dificultades para adquirir estos sustitutos? ¿Cuáles?
- 11.- ¿Qué propiedades le interesaría aumentar?
¿En cuánto?
- 12.- ¿Cuánto ha aumentado el precio de adquisición?

OBSERVACIONES

Entrevistó

Fecha

CUESTIONARIO "B"

INVESTIGACION DEL PRODUCTO

Formulación del Cuestionario.

Nombre de la Empresa _____

Dirección _____

Persona Entrevistada _____

Puesto que ocupa _____

Tipo de Madera	Volumen anual de consumo	Costo de adquisic. (por unid)	Origen Nal.	Madera Ext.	Usos de la Madera	Proveedor	Observaciones.

- 2.- ¿Qué propiedades mínimas considera Ud. deben poseer sus maderas?
- 3.- ¿Qué otras propiedades desearía que tuvieran?
- 4.- ¿Qué desventajas físicas o comerciales encuentra en estas maderas?
- 5.- ¿El objetivo de la producción es el mercado interno o externo?
- 6.- ¿Qué dificultades se presentan para el abastecimiento de madera?
- 7.- ¿Cuál es la capacidad de adsorción de su planta? (Refiriéndose al consumo potencial del mercado, porcentaje que adsorbe de materia)
- 8.- ¿Existen proyectos para ampliar su capacidad de producción?
¿En qué volumen?
¿A qué fecha aproximada?
- 9.- ¿Cuál es el proceso de fabricación de su planta?
() continuo
() batch
() semibatch
- 10.- ¿Existen sustitutos para sus maderas?
¿Cuáles?
- 11.- En los sustitutos diga Ud.
Nombre Ventajas Desventajas
- 12.- ¿Estaría Ud. dispuesto a sustituir sus acabados al mejorar las propiedades de sus maderas?
- 13.- ¿Qué acabados le interesaría eliminar?
¿Por qué?

OBSERVACIONES

Entrevistó

Fecha

7.3 Determinación de las fuentes de información.

Para efecto de la investigación de productos se tuvieron dos grupos de fuentes de información, que son:

Fuentes Primarias; son las que proporcionan datos por medio de la contestación de los cuestionarios en sus dos modalidades (personal e industrial) por medio de las entrevistas personales, y el segundo grupo que está constituido por las Fuentes Secundarias; éstas proporcionan datos diferentes a los que se obtienen por los cuestionarios, a través de diversos organismos. Para este estudio se consultaron las siguientes instituciones:

- 1.- Cámara Nacional de Industrias Derivadas de la Silvicultura.
- 2.- Subsecretaría Forestal y de la Fauna. Secretaría de Agricultura y Ganadería.
- 3.- Dirección General de Estadística. Secretaría de Industria y Comercio.

7.4 Fuentes Primarias.

Con las fuentes primarias se constituyó la totalidad de las personas que interesaban en la investigación de producto y fué a lo que se definió población o universo.

Como es imposible tratar de entrevistar a todo el universo, se escogió de entre ellas aquellas que representarían una totalidad y fué a lo que se definió como muestra.

Se consideró que la muestra debe de ser representativa es decir que debe de incluir a todas las actividades que se derivan de los recursos forestales y también que debe de ser suficiente o sea que la cantidad de los miembros seleccionados debe de ser el mínimo, para que represente el universo, pero ese mínimo debe de prever errores.

Para la selección de los miembros de la muestra se procedió a desarrollar un análisis de su distribución geográfica en donde se tienen 4 diferentes casos que son:

- 1.- Una muestra donde esté el mayor consumo, con una densidad de población muy alta como es el caso del Distrito Federal, que es el que centraliza no solo el mercado nacional sino que también es donde existe un mayor género de diferentes clases de necesidades y problemas que comprenden a una gran parte de las actividades derivadas de los recursos forestales.
- 2.- Una muestra de población media-alta, pero -- donde se tiene como condición que la muestra no es explotadora de recursos forestales pero si es consumidora lo que reflejaría un tipo de necesidades regionales pero con opción a compra a diferentes proveedores de una misma o de diferentes zonas del país. Dicha -- muestra puede comprender a las ciudades de: -- Monterrey, Veracruz, Zacatecas, etc.
- 3.- Una muestra de población que sean considerados en el país como productores de bienes de consumo a base de madera, lo que reflejaría un tipo de necesidades y problemas netamente regionales, como pueden ser las ciudades de: Durango, Chihuahua, Morelia, etc.
- 4.- Y por último una muestra de población media-baja donde no son productores y sí consumidores de recursos forestales y además cuya población no es económicamente muy fuerte como pueden ser las ciudades de Tlaxcala, Mérida, etc.

En el desarrollo de la investigación se optó por el Distrito Federal y el Edo. de Durango porque se considero que se abarcaban todas las actividades que se derivan de los recursos forestales como son desde el campo mismo de explotación hasta el mercado de mayor consumo.

En el D. F., se seleccionaron a los miembros de la muestra para los dos tipos de cuestionarios en base al Directorio Telefónico de la ciudad de México de 1973 completamente al azar, pero considerando las compañías de mayor importancia - así como los buffetes de mayor prestigio.

El Edo. de Durango se le consideró como la - más importante zona de explotación.

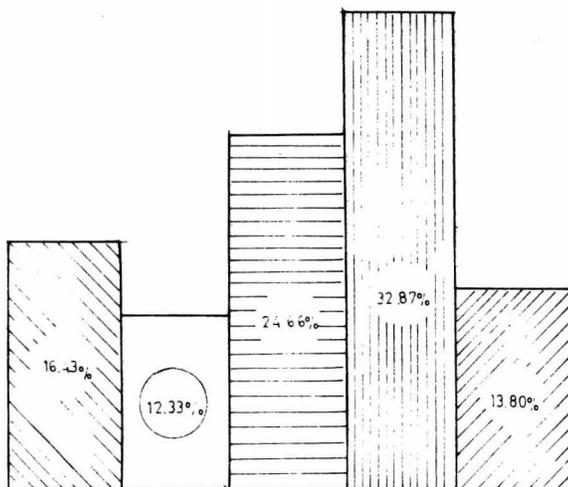
Por último y en ambos casos se desarrolló la investigación de producto en un muestreo por zonas que representaron la población o universo. Da do que así se estima una mayor eficiencia.

7.4.1 Tabulación de las Fuentes de Información Primarias.

En base a las entrevistas personales desarrolladas por medio de los cuestionarios tipo A y B se obtuvo la siguiente información:

CUESTIONARIO A

TIPOS DE CHAPA UTILIZADA



PINO AYACAHUITE



CEDRO



NOGAL



CAOBA



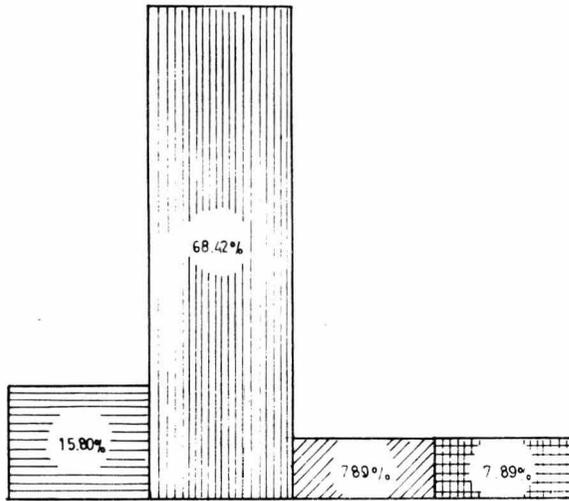
VARIOS

El NOGAL no se considera, dado que existe en el país en su mayor parte de importación.

En VARIOS; son diferentes tipos de madera -- que por sí solas no representan un volumen apreciable.

CUESTIONARIO A

¿QUIEN ES SU ABASTECEDOR ?



FUENTES FEDERALES



FUENTES PARTICULARES



FUENTES PROPIAS



FUENTES DE IMPORTACION

Como se puede observar en este caso, el consumo de particular (constructor - consumidor) de bienes maderables depende casi en su totalidad del abastecedor particular.

CUESTIONARIO (A)

3.- ¿QUE CANTIDAD UTILIZA MENSUALMENTE ?

No es cuantificable en exactitud, depende directamente de las ventas y estas a su vez dependen de la magnitud e importancia de la negociación. Y por otro lado se observó que algunos negocios se dedican en una parte considerable a la maquila (producto semielaborado), lo cual es también difícil de cuantificar y cualificar.

CUESTIONARIO (A)

4.- ¿PRECIO POR CADA TIPO POR METRO CUADRADO?

También es difícil de cuantificar y cualificar por lo expuesto anteriormente (inciso # 3).

CUESTIONARIO (A)

- 6.- ¿LE INTERESAN LOS ARTICULOS DE MADERA IN-
DEFORMABLE?

RESULTADOS:

73 % Respuesta Afirmativa

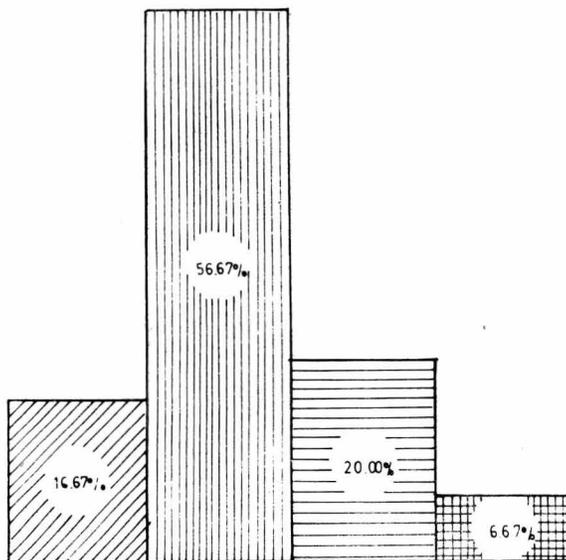
27 % Indiferente

73% a favor: con un 45% dispuestos a pa--
gar el costo adicional por esa propiedad_
y un 55% no dispuestos a pagar el costo -
por esa propiedad sin tener implícito un_
aumento adicional de otras propiedades. _

27% no lo requieren en sus productos, lo_
cual aumentaría costos innecesariamente y
otros por el peligro de saturar su merca_
do de consumo.

CUESTIONARIO A

¿QUE CUALIDADES PREFERIRIAN RESPECTO AL TIPO DE MADERA QUE UTILIZA?



FÍSICO - MECANICAS



FÍSICO - BIOLÓGICAS



BIOLÓGICAS



FÍSICAS

MEJORAMIENTO EN PROPIEDAD

Donde cada clasificación comprende:

- A.- FISICO-MECANICAS.- Donde no hay ningún -- cambio químico y se comprenden prop. mecánicas como COMPRESION, FLEXION, TORSION, IMPACTO, RESISTENCIA, ETC.
- B.- FISICO-BIOLÓGICAS.- Tampoco hay interés -- por cambios químicos pero sí interesan -- cualidades biológicas de la madera logradas por procesos físicos, como pueden --- ser; estufado, desflemado, secado natural o acondicionamiento.
- C.- FISICAS.- Tampoco hay cambios químicos y -- sin ningún tipo de proceso, se requiere -- de una madera con prop. físicas propias -- como son: EMPERMEABILIDAD, COMBUSTIBILIDAD DUREZA, ETC.
- D.- BIOLÓGICAS.- Cualidades de tipo natural -- de la madera; sin nudo, de calidad, sin -- resina, blanda. Como se puede observar -- las prop. Físico-Biológicas son las de mayor demanda pero si se somete a la madera a procesos de cambios físico y químicos con aumento de prop. Físico-Biológicas, es decir, de acuerdo a ello sería satisfacer las necesidades de la demanda -- hasta en un 73.33 %.

CUESTIONARIO (A)

7.- ¿QUE PROBLEMAS TIENEN CON LA MADERA?

Son generalmente de tipo particular de la negociación y no propios de la madera, y sus deseos están manifestados en la pregunta No. 5. Pero son de tipo de entregas puntuales, calidad estipulada, mal almacenaje, etc.

CUESTIONARIO (A)

8.- ¿LA SUSTITUIRIAN POR OTROS ACABADOS?

Se tienen los siguientes resultados:

- | | | | |
|-----|--------------------|---|---------|
| (A) | No la sustituirían | = | 33.33 % |
| (B) | Si la sustituirían | = | 66.66 % |

En el Grupo (A) se tiene:

- A-1 No, por exclusividad
- A-2 No, por decoración
- A-3 No, por acabado artístico
- A-4 No, por preferencia a lo natural
- A-5 No, por implicar cambios de proceso

En el Grupo (B) se tiene:

- B-1 Sí, si hay mayor economía
- B-1 Sí, si no hay otra materia prima
- B-2 Sí, si es de mejor apariencia
- B-3 Sí, si es mayor facilidad en el proceso
- B-4 Sí, si la calidad ya lograda no es afectada
- B-5 Sí, si hay mayor resistencia

CUESTIONARIO (A)

9.- ¿EXISTEN EN EL MERCADO ESTOS SUSTITUTOS?

- I.- Los que se manifestaron negativamente concluyeron que no hay sustituto para la madera natural, 33.33 %
- II.- Los otros que se manifiestan a favor involucran un 66.66 % de estos un -- 70 % traen u obtienen sustitutos de importación, y un 30 % de firmas nacionales.

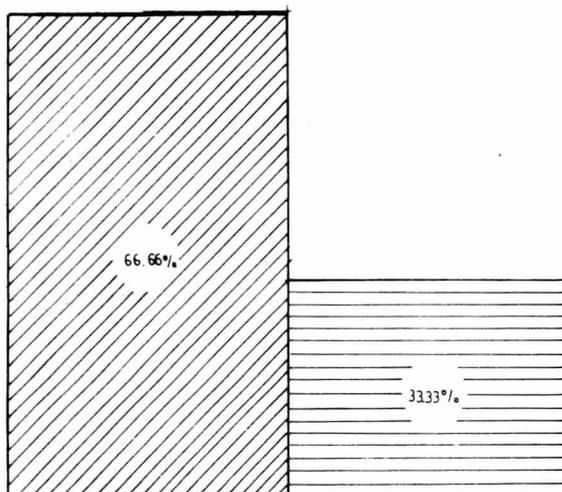
CUESTIONARIO (A)

10.- TIENE FACILIDADES PARA OBTENER ESTOS SUSTITUTOS?

- I.- Cuando son de importación, es decir el 70 %, solo el 35 % puede cambiar por sustitutos nacionales, aun con merma de calidad o apariencia, el -- 35 % prefiere dejar esa línea de producción e incrementar otra.
- II.- El 30 % no tiene problema, salvo en el cumplimiento del plazo de entrega cuando son pedidos grandes.

CUESTIONARIO A

¿QUE PROPIEDAD LE INTERESA AUMENTAR ?

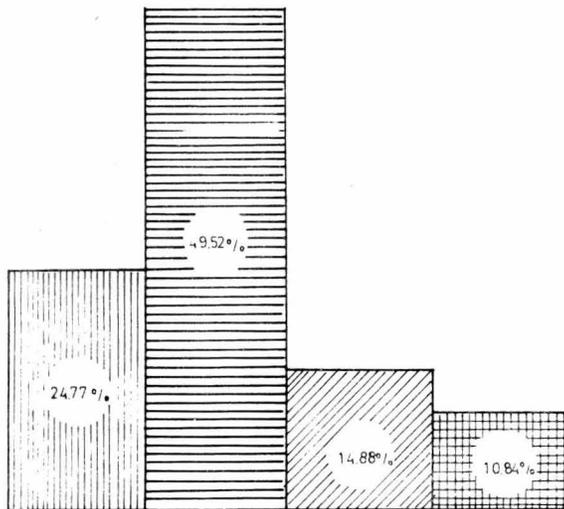


 MECANICAS

 BIOLÓGICAS

CUESTIONARIO B

¿QUE PROPIEDADES MINIMAS CONSIDERA UD.
QUE DEBEN POSEER SUS MADERAS?



FISICO MECANICAS



FISICO BIOLOGICAS



BIOLOGICAS



FISICAS

CUESTIONARIO (A)

- MECANICAS: 1.- Resistencia
 2.- Torsión
 3.- Flexión
 4.- Impacto
 5.- Dureza
 6.- Estabilidad Dimensional
- BIOLOGICAS: 1.- Incombustibilidad
 2.- Pesticidad

Donde la clasificación comprende:

- A.- FISICO-MECANICAS.- Sin cambio químico y - se consideran prop. mecánicas como son: - compresión, flexión, torsión, resistencia impacto.
- B.- FISICO-BIOLÓGICAS.- No hay cambios químicos pero si son de interés cualidades biológicas de la madera, logradas por procesos físicos como son: estufado, desflema-do, secado natural, acondicionamiento, -- etc.
- C.- FISICAS.- Tampoco hay cambios químicos y sin ningún tipo de proceso, se requieren de propiedades físicas propias de la ma-dera como son: dureza, impermeabilidad, - incombustibilidad, etc.
- D.- BIOLÓGICAS.- Cualidades de tipo natural - de la madera, sin nudo, veteados uniforme - blanda, sin resina, etc.

Con lo anterior se observa que en general la madera se acepta con un tipo de propiedades mínimas que en todos los casos son de tipo es-timativo, es decir, se requiere una prop. míni-ma de clase Físico-Mecánica pero sin saber - cuantificarla.

La única posible cuantificación que se tiene - es una clasificación de madera:

- a.- Madera de Primera
- b.- Madera de Segunda
- c.- Madera de Tercera

En donde la calidad de la madera compren-de un mejor estado de la misma es decir, seca, contenido de humedad bajo, poca resina, sin -- torcerse, sin mucho nudo, blanda de preferen-cia, para usos específicos.

CUESTIONARIO (B)

- 3.- ¿QUE OTRAS PROPIEDADES DESEARIA QUE TUVIERAN?

En general son las mismas que en el inciso anterior, dado que un determinado porcentaje de entrevistados implimentaba las prop. de la madera con otras ya mencionadas por el otro porcentaje de entrevistados.

CUESTIONARIO (B)

- 4.- ¿QUE DESVENTAJAS FISICAS O COMERCIALES ENCUENTRA EN ESTAS MADERAS?

a.- Madera gruesa fuera de espe <u>cificación comercial.</u>	7.15 %
b.- Podrida, picada o manchada <u> por hongos.</u>	23.87 %
c.- Se debe de procesar rápido <u> por falta de capacidad de - almacén.</u>	15.45 %
d.- Se debe de clasificar rápido <u> dado que la madera puede bajar de calidad y de pre- cio (defectos naturales de_ la madera).</u>	53.52 %

CUESTIONARIO (B)

- 5.- ¿EL OBJETIVO DE LA PRODUCCION ES EL ABASTECIMIENTO DEL MERCADO INTERNO O EXTERNO?
- | | |
|--------------------------|---------|
| Para el mercado nacional | 72.89 % |
| Para el mercado externo | 27.11 % |

CUESTIONARIO (B)

- 6.- ¿QUE DIFICULTADES SE PRESENTAN PARA EL ABASTECIMIENTO DE LA MADERA?
- | | |
|---|---------|
| a.- Por transporte (lentitud, incumplimiento, falta de seriedad, escasez, etc.) | 20.19 % |
| b.- Causas gubernamentales (falta o tardanza de entrega, de permisos, etc.). | 17.84 % |
| c.- Acaparamiento y por lo tanto escasez y especulación de madera. | 24.70 % |
| d.- Problemas Ejidales | 35.12 % |
| e.- Temporadas de Lluvias | 2.13 % |

CUESTIONARIO (B)

7.- ¿CUAL ES LA CAPACIDAD DE ABSORCION DE SU PLANTA? (REFIRIENDOSE AL CONSUMO POTENCIAL DEL MERCADO, PORCENTAJE QUE ABSORBE DE MATERIA)

90 a 100 % de capacidad	implicó	21.22 %	de entrevistas
80 a 89 %	" "	18.18 %	" "
70 a 79 %	" "	18.18 %	" "
60 a 69 %	" "	9.09 %	" "
50 a 59 %	" "	6.06 %	" "
45 %	" "	6.06 %	" "
30 % y menos	" "	9.09 %	" "
variables		12.12 %	" "

NOTA: Todas trabajan a menor capacidad, debido a la falta de madera en la mayoría de los casos.

CUESTIONARIO (B)

8.- (a) ¿EXISTEN PROYECTOS PARA AMPLIAR SU PRODUCCION?

1) Respuesta Afirmativa	55	%
2) Respuesta Negativa	45	%

(b) ¿EN QUE VOLUMEN?

En un aumento de:	80 al 100%	el 20	%
	50 al 79%	el 40	%
	30 al 49%	el 20	%
	10 11	29%	el 20 %

(c) ¿EN QUE FECHA?

1.- En proyecto	33.33	%
2.- De 1 a 6 meses	40.00	%
3.- De 6 a 12 meses	13.33	%
4.- En largo plazo (2 años)	13.33	%

CUESTIONARIO (B)

9.- ¿CUAL ES EL PROCESO DE FABRICACION DE SU PLANTA?

(a) Continuo	67.64	%
--------------	-------	---

(b) Por etapas	32.35	%
----------------	-------	---

CUESTIONARIO (B)

10.- ¿EXISTEN SUSTITUTOS PARA SUS MADERAS?

GRUPO (A) RESPUESTA: NO = 67.85 %

GRUPO (B) RESPUESTA: SI = 32.14 %

EL GRUPO (B) SE SUBDIVIDE EN:

1.- Sustitutos a base de des
perdicios o aglutinados
de madera. = 37.5 %

2.- Sustitutos plásticos. = 25.0 %

3.- Sustitutos hechos con --
cartón o papel comprimi-
do. = 12.5 %

4.- Sustitutos metálicos. = 25.0 %

Los sustitutos metálicos comprenden:

a.- Marcos de puertas y/o ventanas

b.- Como columnas o traves

c.- Muebles en general.

CUESTIONARIO (B)

12.- ¿ESTARIA USTED DISPUESTO A SUSTITUIR SUS ACABADOS AL MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LAS MADERAS?

Se tiene la siguiente clasificación;

A.- No están dispuestos	18.18 %
B.- Sí están dispuestos	39.39 %
C.- No dan acabados a sus productos.	42.42 %

En el grupo de entrevistados que "Sí están dispuestos a sustituir acabados" se incluye un sub-grupo que está dispuesto si se logra una economía razonable, esto no quiere decir que necesariamente la madera tratada sea más barata que la madera sin tratar, sino que la calidad lograda justifique ese aumento de costo -- adicional y que le permita competir contra otros sustitutos con mayor ventaja. Este grupo comprende un 15.15 %.

7.5 FUENTES SECUNDARIAS

7.5.1 INDUSTRIA MADERERA

México necesita realizar un aprovechamiento mucho mayor de sus recursos naturales, para contribuir al crecimiento económico del país. Este aprovechamiento de los recursos forestales debe ser bien planeado, ya que lo importante no es sólo producir mayor volumen de madera sino aprovecharlo racionalmente, creando fuentes de trabajo, mayor productividad, calidad en los artículos producidos, menores costos de fabricación, posibilidades de exportación, y aparte de todo esto evitar la enorme sangría que produce al país la importación, que año con año aumenta desproporcionadamente. Si tan sólo se trataran de substituir los artículos y materiales importados por otros producidos en el país, significaría un ahorro del orden de 3,000 millones de pesos, esto aparte de ser una tarea difícil, se puede resolver con la pontencialidad que ofrecen los bosques y selvas -- que darían generosamente la madera en bruto, por lo que solo se necesita una planeación integral de las industrias de transformación en este ramo.

Los productos derivados de la madera requieren mercados diversificados de gran consumo para poder operar con economías de escala, pues solo mediante la integración industrial y producción masiva es que los países de mayor producción forestal han logrado reducir sus precios y acudir a los países de menor desarrollo económico, a pesar de que quizá estos últimos cuentan con mayores recursos forestales que los exportadores.

En 1972 se calculó que la inversión de la industria forestal en México era de aproximadamente 2,300 millones de pesos y tenía una producción anual de 950 millones de pesos y ocupaba a ----- 100,000 trabajadores.

De los IX Censos Industriales se obtuvo la siguiente información:

Industrias de la madera 1970.

Establecimientos Censados		3 520
Personal ocupado total		53 201
Remuneraciones totales	\$	406 942 000
Capital invertido neto	\$	1 807 890 000
Activos fijos brutos	\$	1 271 633 000
Producción bruta total	\$	2 379 566 000
Materias Primas aux. consumidas	\$	817 774 000
Otros insumos	\$	497 640 000
Valor agregado censal bruto	\$	1 064 152 000

Los datos anteriores son basandonos en que sólo se aprovecha un 15 % de la superficie boscosa susceptible de aprovechamiento comercial, eso nos da una idea del enorme potencial que se desperdicia en el país, la cantidad de fuentes de trabajo, materia prima, exportaciones, etc. que pudiendo ser aprovechadas ya no a un 100 % sino sólo a un 60 % se pierden o dejan de ser comercializadas por falta de una mejor planeación.

7.5.2 PRODUCCION MADERABLE

Es necesario dar un panorama general de la producción maderable del país, que se complementa con el análisis de mercado, para tener una visión histórica y actual que nos permite establecer líneas de tendencia de cierta validez en cuanto al comportamiento de la producción forestal.

La producción maderable en 1974 en el país fué calculada en 6.7 mill. de m³ de madera en rollo, correspondiendo 6.1 mill. al volumen que se utiliza con fines industriales y la cantidad restante para combustible, leña, brazuelo y carbón.

El volumen de madera industrial extraído durante 1974 fué mayor en un 12.8 % al del año anterior, esta cifra ha sido la mayor en la historia del país y ha permitido obtener un promedio anual de crecimiento de 5.06 % durante los últimos 5 años.

La transformación sufrida por la madera en -

productos industriales ha sido, en términos generales, la misma estructura que en años anteriores, según se desprende de la siguiente figura:

Transformación Industrial

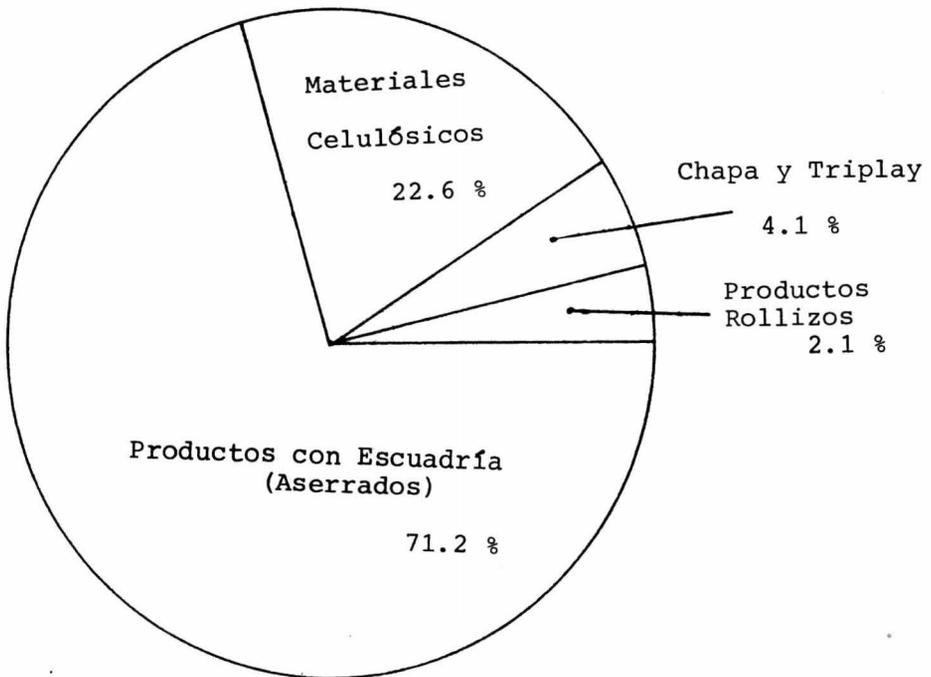


FIGURA 1.1

producción maderable por especies y productos 1973

volumen m³ rollo

PRODUCTOS	TOTAL	Pino	Otras Pináceas	Encino	Aile	O.E.C.T.F	Mezquite	Caoba	Cedro Rojo	Parota	Pochote (Ceiba)	Mangle	O.E.C.T
CON ESCUADRIA	1 989 957	1 797 787	37 153	15 816	1 499	11 135	472	33 162	13 300	3 678	1 418	100	74 437
ASERRADOS, PULIMENTADOS E INDUSTRIALIZADOS	1 950 090	1 796 485	37 153	2 281	1 499	11 135	472	33 162	13 300	3 678	1 418	100	43 407
Cajas para empaque	152 954	147 940	4 445	191	317	24	—	—	—	2	—	—	35
Cortos, tabletas, tiras, fajillas (d. m.)	117 226	100 184	1 714	689	21	1 734	220	6 816	2 006	1 291	—	100	2 451
Cuadrados	8 292	7 473	—	190	—	—	—	178	147	—	—	—	304
Durmientes	194 268	182 917	—	1 181	—	—	—	—	—	—	—	—	10 170
Flitch	450	—	—	—	—	—	—	450	—	—	—	—	—
Hormas, tacones, zuecos	307	212	—	—	—	95	—	—	—	—	—	—	—
Lambrin	1 300	1 300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pajillos para paletas	117	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	117
Palos para escoba	26 543	26 263	132	—	—	—	—	108	—	—	—	—	40
Residuos aserrados	2 490	2 290	—	200	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tablas, tablones y otros aserrados (m. c.)	1 473 548	1 319 071	27 286	5 810	1 161	9 122	252	25 610	11 147	2 355	1 418	—	30 286
Vigas	12 595	8 835	3 576	20	—	160	—	—	—	—	—	—	4
LABRADOS	39 867	1 302	—	7 535	—	—	—	—	—	—	—	—	31 030
Cuadrados	355	355	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Durmientes	36 157	947	—	5 831	—	—	—	—	—	—	—	—	29 379
Mangos y cabos para herramienta	1 704	—	—	1 704	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Otras maderas labradas	1 651	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 651
EQUIVALENCIA EN M ³ R	3 825 501	3 460 409	74 306	31 390	2 998	22 715	944	52 226	20 802	7 356	2 836	200	149 319
EN ROLLO ¹	2 188 774	1 353 091	163 263	211 402	6 417	14 755	21 579	19 496	2 918	6	2 589	13 268	379 990
Barrotes para huacal	1 087	964	—	—	—	123	—	—	—	—	—	—	—
Celulosicos ²	1 262 486	1 021 381	158 072	51 880	5 294	11 834	4	—	—	—	—	—	14 223
Combustibles (leña, carbon y brazuelo)	567 611	50 890	3 218	157 910	1 123	2 464	20 853	—	46	6	—	—	331 101
Costeras, varas para escobas y otros usos	1 971	968	69	25	—	309	—	—	20	—	—	—	580
Madera en rollo no especificada	500	500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Postes para linea de transmision	25 019	25 019	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Otros postes, pilotes y morillos	75 186	48 661	1 804	1 587	—	25	722	—	—	—	—	13 268	9 119
Trozas para chapa	254 712	204 708	100	—	—	—	—	19 496	2 852	—	2 589	—	24 967
TOTAL	6 014 275	4 813 500	237 569	242 792	9 415	37 470	22 523	71 722	23 720	7 362	5 425	13 468	529 309

22

TABLA 2.1

¹ No incluye productos de otate y palmas

² Incluye astillas para celulosa

FUENTE: Anuarios de la Producción Forestal de Mexico, S. A. G.

O.E.C.T. = Otras Especies Corrientes Tropicales

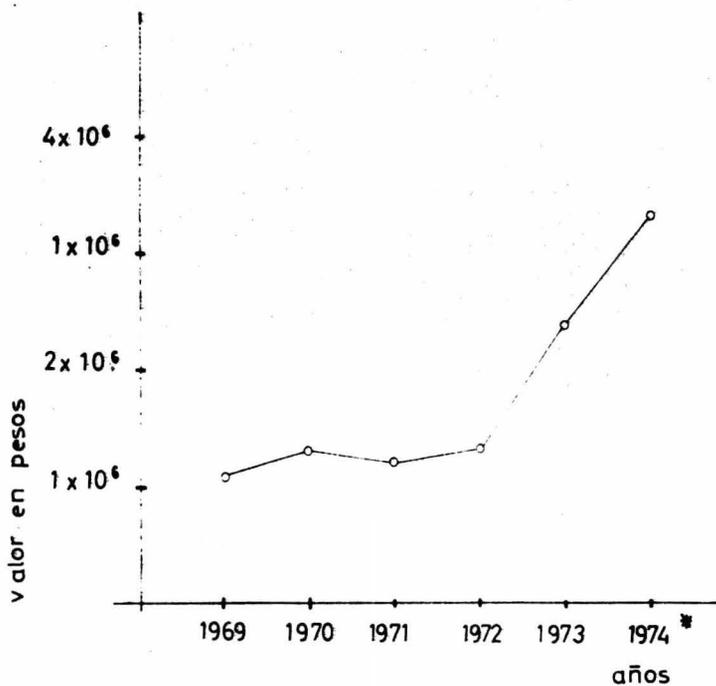
O.C.T.F. = Otras Especies de Clima Templado y Frio

d.m. = diversas medidas

m.c. = medidas comerciales

o.u. = otros usos

PRODUCCION MADERABLE



* INFORMACION PRELIMINAR

GRAFICA - 2.1



QUIMICA

En la siguiente figura se ve la distribución general por Grupos de Especies:

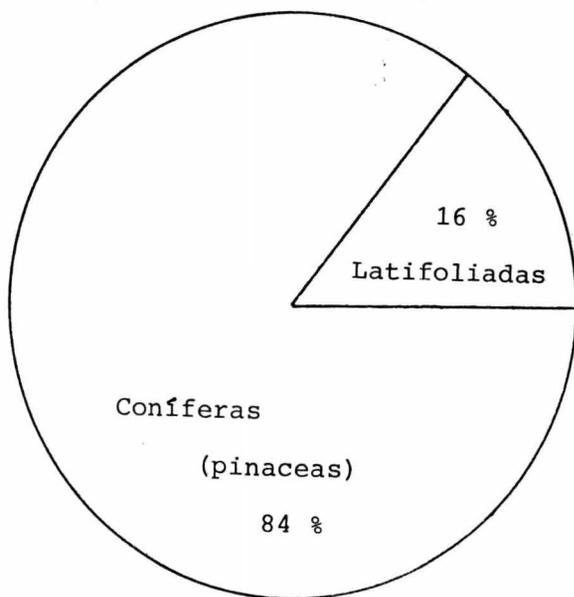


FIGURA 2.1

7.6 ESPECIES MADERABLES EN MEXICO

Una gran ayuda para conocer y calcular los recursos forestales del país, es el poder contar cada día con mejores y más modernos medios de evaluación como son: la fotogrametría, fotointerpretación, computación electrónica, métodos estadísticos, etc., que han ayudado a la Dasonetría en México.

La realización de inventarios forestales que son realmente estimaciones de la cantidad de madera de un bosque, describen también la calidad de los árboles y muchas de las características de la zona y del terreno donde crecen tales árboles. Estos inventarios dan una visión muy clara, para poder fijarse objetivos de utilización y aprovechamiento de una zona local, regional y aún estatal o nacional para la instalación de industrias de transformación de recursos maderables.

Existen en México estudios (de algunos estados) de la Dirección Gral. Forestal y de la Fauna (SAG) que permiten cuantificar los recursos con que se cuenta para poder planear una utilización racional de ellos.

7.6.1 LOCALIZACION Y DISTRIBUCION GEOGRAFICA

A continuación se dará una tabla con cifras que permitirán dar una visión general de la distribución geográfica de la riqueza forestal en México.

disponibilidad de recursos forestales 1974

Tipo de Est.	Año	Entidad Federativa	SUPERFICIES (ha)					EXISTENCIAS MADERABLES (m ³)			Incremento Total de Coníferas (m ³)		
			Total Estudiado (4)	ARROLADA			Bosque (7)	Selva (8)	TOTAL				
				Bosque (5)	Selva (6)	TOTAL							
B	1969	Aguascalientes	541 175	A	10 500	—	10 500	630 000	C	—	—	3 196	B
A	1966	Baja California	635 317	E	84 540	—	86 580	8 076 778	B	—	8 076 778	51 782	A
C	1968	Baja California s.	1 192 560	F	61 000	29 000	140 000	3 527 500	C	—	—	45 908	B
C	1973	Campeche	5 522 756	A	—	2 929 151	2 929 252	—	E	270 853 140	270 853 140	—	A
C	1974	Coahuila	15 041 250	A	645 010	—	645 010	25 800 400	C	—	25 800 400	196 341	B
B	1969	Colima	540 950	A	29 025	227 275	258 300	2 325 000	C	1 316 100	1 316 100	165	B
A	1973	Chiapas	7 287 075	E, C	1 491 075	1 444 275	4 329 375	130 285 192	A	250 144 048	250 144 048	715 963	A
A	1965	Chihuahua	8 375 143	B	4 214 556	—	4 214 556	230 524 000	B	—	230 524 000	3 749 900	A
A	1965	Durango	6 880 950	B	3 943 300	—	3 943 300	245 273 000	B	—	245 273 000	6 283 900	A
C	1974	Guanajuato	3 050 230	A	259 210	75 785	334 995	12 834 450	C	1 894 425	1 894 425	123 300	B
A	1972	Guerrero	1 508 875	C	1 256 646	—	1 256 646	187 155 149	A	—	187 155 149	1 502 613	A
B	1972	Hidalgo	2 078 750	A	692 210	435 475	1 127 685	72 200 310	C	27 147 250	27 147 250	247 489	R
C	1968	Jalisco	3 102 456	E	1 704 420	385 478	1 304 420	102 056 420	A	—	102 056 420	1 256 722	A
A	1968	México D. F.	1 154 302	C	401 400	133 025	534 725	33 142 500	C	10 646 000	10 646 000	154 889	B
B	1973	Michoacán	1 597 572	B	553 856	—	553 856	27 978 475	A	—	27 978 475	1 888 273	A
A	1965	Morelos	2 173 102	B	914 174	—	914 174	117 864 905	A	—	117 864 905	2 896 801	A
A	1967	Nayarit	498 000	A	41 675	109 726	151 400	4 929 750	A	1 205 110	1 205 110	149 803	A
D	1967	Nuevo Leon	1 479 994	F	663 412	—	663 412	29 909 622	A	—	29 909 622	201 769	R
D	1967	Oaxaca	1 219 016	F	51 374	439 745	491 119	2 300 580	C	23 156 920	23 156 920	33 649	R
C	1973	Puebla	3 774 500	D	355 501	41 500	397 001	21 330 060	C	20 347 400	23 405 060	67 641	B
C	1974	Queretaro	9 404 750	A	3 005 830	2 120 581	5 126 210	317 102 630	C	125 650 900	439 933 500	2 809 994	B
C	1974	Quintana Roo	3 375 500	A	605 189	1 122 780	1 727 969	37 896 726	C	19 650 430	57 747 156	739 556	B
A	1969	Sinaloa	1 140 705	A	271 305	34 732	306 037	13 126 990	C	860 300	13 985 090	113 729	B
A	1974	Tamaulipas	444 506	Reg. Costero Pro Resto	362 630	—	362 630	—	—	35 075 140	35 075 140	—	A
C	1974	Tlaxcala	3 357 275	C	—	2 452 750	2 452 750	—	—	215 707 136	215 707 236	—	A
C	1965	Veracruz	6 319 750	A	689 725	280 932	970 707	34 434 990	C	8 528 285	43 261 275	242 864	B
A	1968	Yucatán	1 794 226	E	844 504	—	844 504	11 523 865	A	—	11 523 865	194 006	A
D	1965	Zacatecas	4 060 424	B	404 320	1 316 000	1 316 000	—	—	43 580 000	43 580 000	—	A
A	1965	Zacatecas	2 490 059	B	604 320	—	604 320	28 058 000	B	—	28 058 000	515 200	A
D	1966	Zacatecas	1 361 000	C	—	375 063	375 063	—	—	26 254 410	26 254 410	—	A
D	1966	Zacatecas	7 259 500	A	343 326	1 662 725	2 006 051	24 032 820	C	83 136 250	107 169 070	68 844	B
A	1973	Zacatecas	320 875	B	59 000	—	59 000	10 663 939	C	—	10 663 939	282 950	A
D	1966	Zacatecas	7 147 000	A	284 925	1 085 863	1 370 788	19 944 750	C	65 151 780	85 096 530	161 155	B
C	1974	Zacatecas	4 395 000	A	—	2 509 855	2 509 855	—	—	73 924 150	73 924 150	—	A
A	1972	Zacatecas	1 535 468	B	398 728	—	398 728	6 269 534	A	—	6 269 534	75 193	A
TOTALES			122 165 764 ha		24 081 505 ha	20 618 381 ha	44 699 886 ha	1 813 147 605 m ³		1 521 206 384 m ³	3 334 353 989 m ³	24 772 095 m ³	

* Notas explicativas al reverso

FUENTE: Dirección General del Inventario Nacional Forestal, S.A.G.

TABLA 3.1

7.6.1.1 NOTAS ACLARATORIAS DEL CUADRO DE LA DISPONIBILIDAD DE RECURSOS FORESTALES

(1) TIPO DE ESTUDIO

- A. Estudios aerofotogramétricos complementados con muestreo de campo.
- B. Reconocimientos aéreos intensivos (en helicópteros) y observaciones terrestres.
- C. Reconocimientos aéreos de gran visión y modificaciones posteriores, con base en informaciones más recientes (bibliográficas y de campo).
- D. Reconocimientos aéreos de gran visión

(2) AÑO

A partir del cual se tuvo disponible la información.

(3) ENTIDAD FEDERATIVA

La información correspondiente a algunas entidades se ha dividido en dos conceptos, debido a que en dichas entidades sus estudios han sido hechos con diferentes grados de confiabilidad.

(4) SUPERFICIE TOTAL ESTUDIADA

- A. Es igual a la superficie de la entidad, debido a que ésta se estudió en su totalidad por el o los tipos de estudio que se mencionan.
- B. Aplicable exclusivamente a áreas de bosques de climas templado y frío.
- C. Aplicable exclusivamente a áreas de selvas de climas cálido húmedos.
- D. El estudio se refiere en general a las áreas forestales, con excepción de super-

ficies áridas y semiáridas.

E. Comprende la parte restante de la superficie total de la entidad.

F. Estudio Regional.

SUPERFICIE ARBOLADA

(5) BOSQUE

Incluye bosques de coníferas y latifoliadas.

(6) SELVAS

A. Comprende selvas altas, medianas y bajas.

B. Incluye selvas medianas y bajas.

C. Se refiere exclusivamente a selvas medianas.

D. Únicamente selvas bajas.

VOLUMENES

(7) BOSQUES

A. De coníferas y latifoliadas, obtenidos -- por el I.N.F.

B. De coníferas, obtenidos por el I.N.F.

C. Valores estimados empleando los resultados obtenidos en inventarios forestales -- concluídos, de otras entidades federativas cuya vegetación es semejante (coníferas y latifoliadas).

(8) SELVAS

A. Resultados obtenidos por el I.N.F.

B. Estimados, empleando los resultados obtenidos en inventarios forestales concluídos, de otras entidades federativas cuya

vegetación es semejante.

(9) INCREMENTO TOTAL DE CONIFERAS

A. Resultados obtenidos por el I.N.F.

B. Estimados, empleando los resultados obtenidos en inventarios forestales concluidos, de otras entidades federativas cuya vegetación es semejante.

La información más reciente con la que se cuenta proporciona datos muy interesantes que complementan este capítulo.

Se estima que en 1974 el Patrimonio Forestal del país era de 44 699 886 hectáreas, correspondiendo el 53.8 % a bosques de clima templado y frío y los restantes a los de clima tropical y subtropical. Se tiene la información sobre el número de hectáreas arboladas y aproximadamente la estimación que se hace de los metros cúbicos en rollo de madera que existen en cada zona, esta estimación se hace dividiendo las regiones por climas, así se tiene para:

Areas Arboladas de Clima Templado y Frío.

	Has	M ³
Sierra Madre Occ.	10,730,694	553,488,601
Sierra Neovolcánica	4,193,664	406,752,465
Sierra Madre del Sur	4,261,476	506,257,749
Sierra Madre Oriental	3,257,046	203,759,820
Sierra de Chiapas	1,491,075	130,285,192
Península de Baja Calif.	147,550	12,603,778
Subtotal	24,081,505	1,183,147,605

Bosques de Clima Tropical y Subtropical

	Has	M ³
Sureste (Incluye selvas de Campeche, Yucatán,	13,588,230	1,184,334,064

Q. Roo. Chiapas Tabasco y Oaxaca).		
Costa del Golfo (Incluye selvas de Veracruz, -- Puebla, Queré- ta-ro, S. Luis Po- tosí, Hidalgo y Tamaulipas).	4,284,606	214,760,540
Costa del Pací- fico.	2,745,545	122,111,780
Subtotal	20,618,381	1,521,206,384
Total	44,699,886	3,334,353,989

TABLA 4.1

Lo que se constituye como arbolado en pie se calcula en un volumen de 3 334 millones de metros cúbicos. Esta existencia está integrada por una mezcla muy grande de especies que tienen, dependiendo de cada una, propiedades y características completamente diferentes. Es tal la variación de las propiedades que hay grandes diferencias entre especies y hasta en árboles de la misma especie.

Desafortunadamente no se cuenta con suficiente información técnica referente a todas las especies que pueblan el suelo mexicano y hasta hace poco tiempo se han iniciado estudios tratando de clasificarlas y obtener sus características físicas y mecánicas.

Las existencias totales de árboles corresponden en un 54 % a especies de clima templado y frío y el 46 % restante a selvas. Cabe la aclaración de que las especies que más abundan en los climas templados y fríos son las coníferas, destacándose de entre éstas las pináceas. En las otras regiones del país existen generalmente latifoliadas pero con una gran variedad de especies dependiendo de la región del país.

Se ha calculado que en los bosques de clima templado y frío hay existencias maderables de -- 1813 millones de metros cúbicos, las coníferas comprenden 1274 millones y 539 millones corresponden a latifoliadas.

En las demás regiones existen 1521 millones de metros cúbicos de latifoliadas.

Resumiendo en la República Mexicana hay:

2,060 millones de m³ de latifoliadas
1,274 millones de m³ de coníferas.

Como datos interesantes se tiene que el incremento anual de bosques y selvas se estima conservadoramente en 45.4 millones de metros cúbicos de madera en rollo, correspondiendo 24.8 millones a coníferas y 20.6 millones a especies latifoliadas de clima templado y tropical.

Sabiendo que la producción nacional no llegó a 7 millones de metros cúbicos rollo en 1974 y -- que son necesarios menos de 9 millones para cubrir el consumo nacional podremos sacar como conclusión que un aumento a más del doble de la producción no afectaría los recursos boscosos del -- país ya que estaría compensado por el incremento de bosques y selvas que se lleva a cabo de una manera natural, dado que en México al contrario que en otros países no se cultiva el bosque de una forma intensiva, ni se cuida en lo más mínimo el crecimiento de los árboles, esto aparte del mal aprovechamiento, que existe durante la corta e industrialización. En México se debe deshechar la idea de que el bosque es una fuente inagotable de madera que está a nuestra disposición sin necesidad de darle ningún cuidado y todo lo que se requiere es una sierra para cortar aquellos árboles que se encuentran a la mano y arrasarlo con todos de una manera total, pensando equivocadamente en -- nuestro beneficio particular.

No se toma en cuenta el enorme daño que se hace con esas técnicas al bosque, que necesita de muchos factores ecológicos para poder sobrevivir.

Tampoco se considera que al arrasar con todo tipo de árboles, se intensifica el exterminio de grandes zonas arboladas que ven roto su ciclo natural de una manera brusca y sin sentido.

Es importante hacer un breve análisis de las cualidades que tienen los bosques para el equilibrio natural y como factor de primera magnitud para el hombre.

Los bosques evitan la erosión cólica, las --
 tolveneras y, sobre todo, evitan la erosión plu--
 vial y con ella, los torrentes de aguas broncas --
 que se forman durante la temporada de lluvias y --
 que son causa de inundaciones con sus graves con--
 secuencias.

El bosque forma un suelo poroso que, a mane--
 ra de gigantesca esponja, absorbe el agua de llu--
 via, la infiltra en el subsuelo, desde donde escu--
 rre lentamente durante todo el año alimentandose --
 así manantiales que abastecen de agua potable a --
 las poblaciones, también forman ríos que generan --
 interminables favores a la humanidad, los bosques --
 influyen localmente sobre el clima evitando cam--
 bios bruscos de temperatura. El bosque proporci--
 ona habitación a la fauna silvestre, tan valiosa --
 cuando se conserva. Son muchos los beneficios que --
 producen los bosques y no tendría caso nombrarlos --
 a todos.

La ciencia forestal da normas para que pro--
 duzcan los bosques en forma permanente, incremen--
 tando aún más su cosecha. Sin embargo, el descono--
 cimiento de los méritos del bosque como productor --
 de materia prima para usos domésticos e industria --
 les y como protector de otros recursos naturales, --
 ha hecho que se siga tolerando un inconveniente --
 manejo del suelo forestal, ya que los campesinos --
 siguen desmontando amplias zonas para dejar el es --
 pacio a efímera agricultura que después que se --
 abandona a causa de la erosión o el poco rendi---
 miento que junto con el pastoreo nómada, dejan --
 árido un suelo que hubiera podido ser aprovecha--
 do para siempre con buen rendimiento de madera --

por hectárea.

Así, se han perdido, o están en proceso de perderse los suelos de más de la mitad del territorio nacional que ya de por sí están mal distribuidos pues el 68 % son desiertos, suelos erosionados, pastizales efímeros, superficies urbanas, etc., el 12 % está dedicado a la agricultura y el 20 % restante son bosques que se encuentran diezmados por incendios forestales, sequías, tala inmoderada, desmontes, pastoreo errante y un sinnúmero de aberraciones, debidos a una falta total de educación forestal del campesino y falta de un control efectivo por parte de las autoridades involucradas.

7.6.2 APROVECHAMIENTO FORESTAL EN OTROS PAISES

Es conveniente comentar como encararan otros países como Japón, Alemania Occidental, Francia, Nueva Zelanda, Sud-Africa, Noruega, Finlandia, Yugoslavia, España Y Suecia, los problemas forestales y los resultados que han obtenido.

Para comenzar, en estos países no existen desmontes en terrenos con pendientes pronunciadas y si existían fueron reintegrados al bosque o por medio de terrazas se dedican a la agricultura. El pastoreo errante y sin control no existe en bosques sujetos a regeneración, los incendios forestales son raros y cuando se producen son rápidamente controlados y nunca llegan a las proporciones que con tanta frecuencia se observa en nuestro país. Estas naciones fincan una parte muy considerable de su economía en la explotación e industrialización de los bosques.

Casi todos los países nombrados tienen una superficie forestal insignificante, si se compara con la de México, pero su producción es mucho mayor que la nuestra, sus suelos están cada vez mejor fijados y el bosque significa una valiosa fuente de trabajo para miles de sus habitantes.

A continuación se muestra un cuadro comparativo que da una idea de las superficies forestales en diez países y su aprovechamiento maderero:

PAIS	Sup. Bosco sa Millo-- nes de Has	Producción Millones - de M ³	M ³ /HA - AÑO	HA/M ³
ALEMANIA OCC.	7.0	27.9	4.000	0.25
FRANCIA	11.6	43.3	3.700	0.27
JAPON	23.0	65.0	2.800	0.35
FINLANDIA	21.8	50.6	2.300	0.40
SUECIA	22.9	45.6	1.900	0.50
YUGOESLAVIA	8.8	17.0	1.900	0.50
E.U.A.	307.1	325.0	1.055	0.95
ESPAÑA	15.8	15.0	0.950	1.05
CHILE	20.4	6.9	0.300	2.90
MEXICO	39.0	4.5	0.115	8.67

TABLA 5.1

7.7 USOS DE LA MADERA

Los usos de las distintas maderas mexicanas que existen van desde carbón hasta instrumentos musicales. Algunos de los usos más comunes dependiendo de las propiedades de cada una son:

Durmientes, parquet, chapas dinas, mangos de herramientas, duelas, guitarras, mangos de brochas, tablas, ebanistería, palillos de dientes, violines, cajas, tablones, vigas, lambrín, hornos, zuecos, palillo de paletas, tableros, maderas labradas, para construcción, postes de cercas, trozas para Flich, varas para escoba, tacones, chumaceras, artesanías, muebles, casas, tableros aglomerados, piezas de equipos, máquinas de tejer, balatas, embalajes, fósforos, barcos, muebles minaría, papel cartón, pasta soluble, postes de comunicaciones, carbón, etc.

De los derivados químicos de la madera tenemos productos tales como:

Plásticos, lacas, desinfectantes, tintas, encolantes, medicinas, pinturas, barnices, venenos industriales, nutrientes, adhesivos, pulpa para

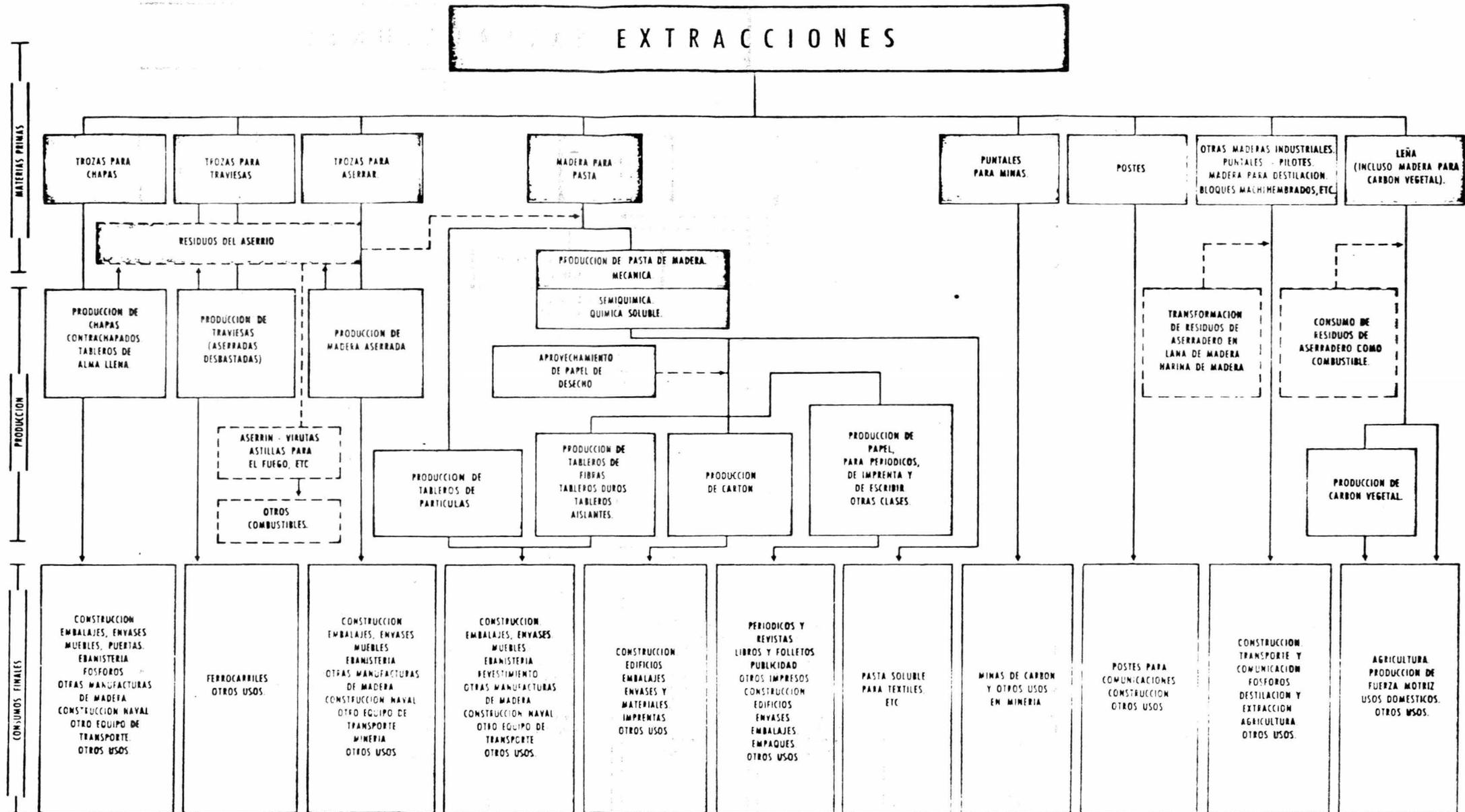
productos textiles, explosivos, etanol, jabón, -- solventes, metanol, ácido acético, aguarras, aceite de pino, perfumes, etc.

Entre los derivados no maderables tenemos:

Almendras, frutas, follajes, goma de mascar, ungentos, aislantes eléctricos, gomas, ceras, -- lustradores, cemento para vidrio, brea, pipas, medicinas, raíces, árboles de ornato, fibras, corcho, solventes, tensoactivos, hule natural, etc.

Se anexan tres cuadros de transformación de derivados de la madera, derivados químicos de la madera y derivados no maderables con el fin de dar una idea más precisa de la transformación que se lleva a cabo de la materia prima y la utilización del producto terminado.

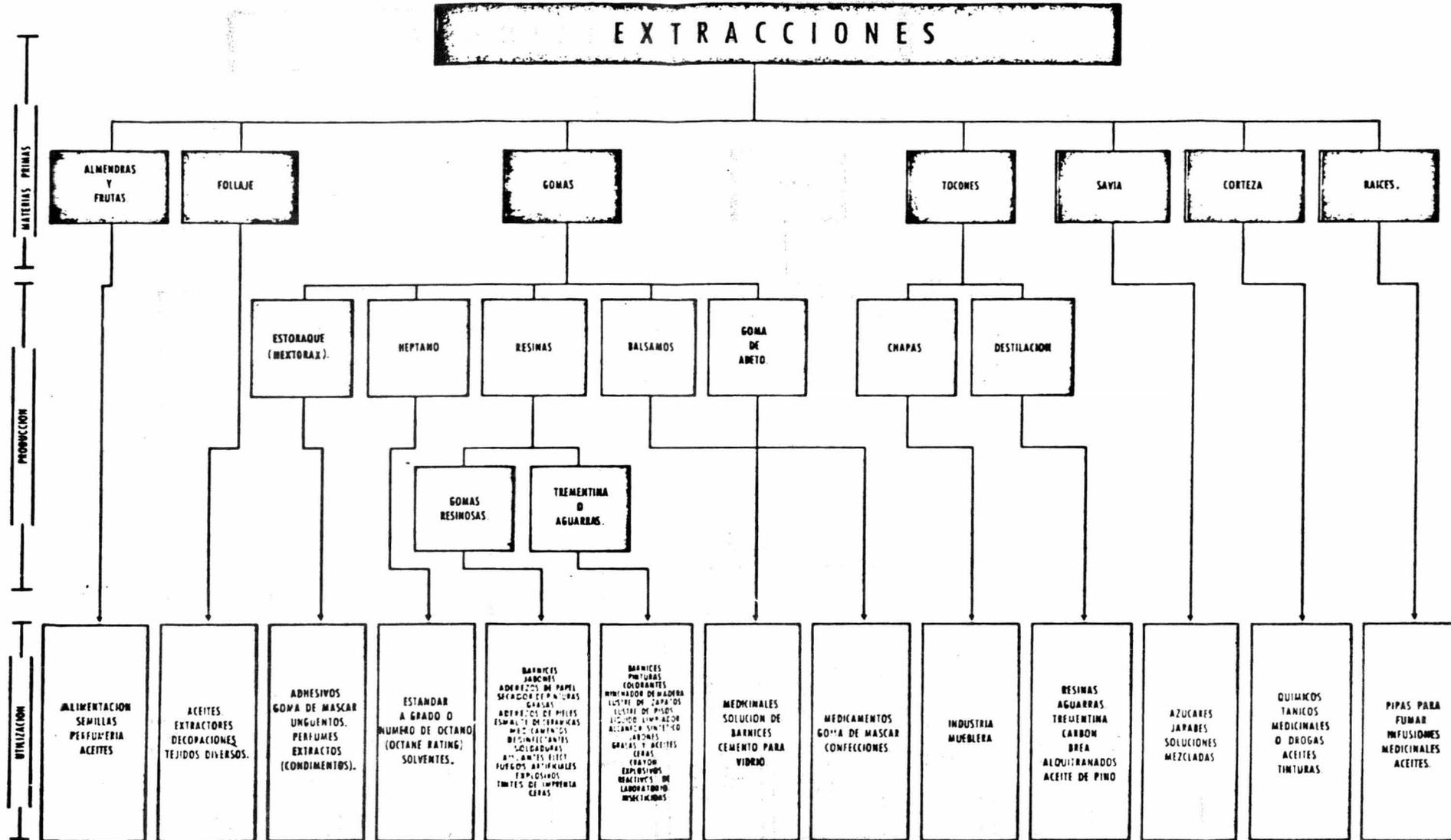
TABLA 6.1
DERIVADOS DE LA MADERA



Fuente: La madera. Tendencias y Perspectivas Mundiales, F.A.O., 1967.

TABLA 7.1

DERIVADOS NO MADERABLES

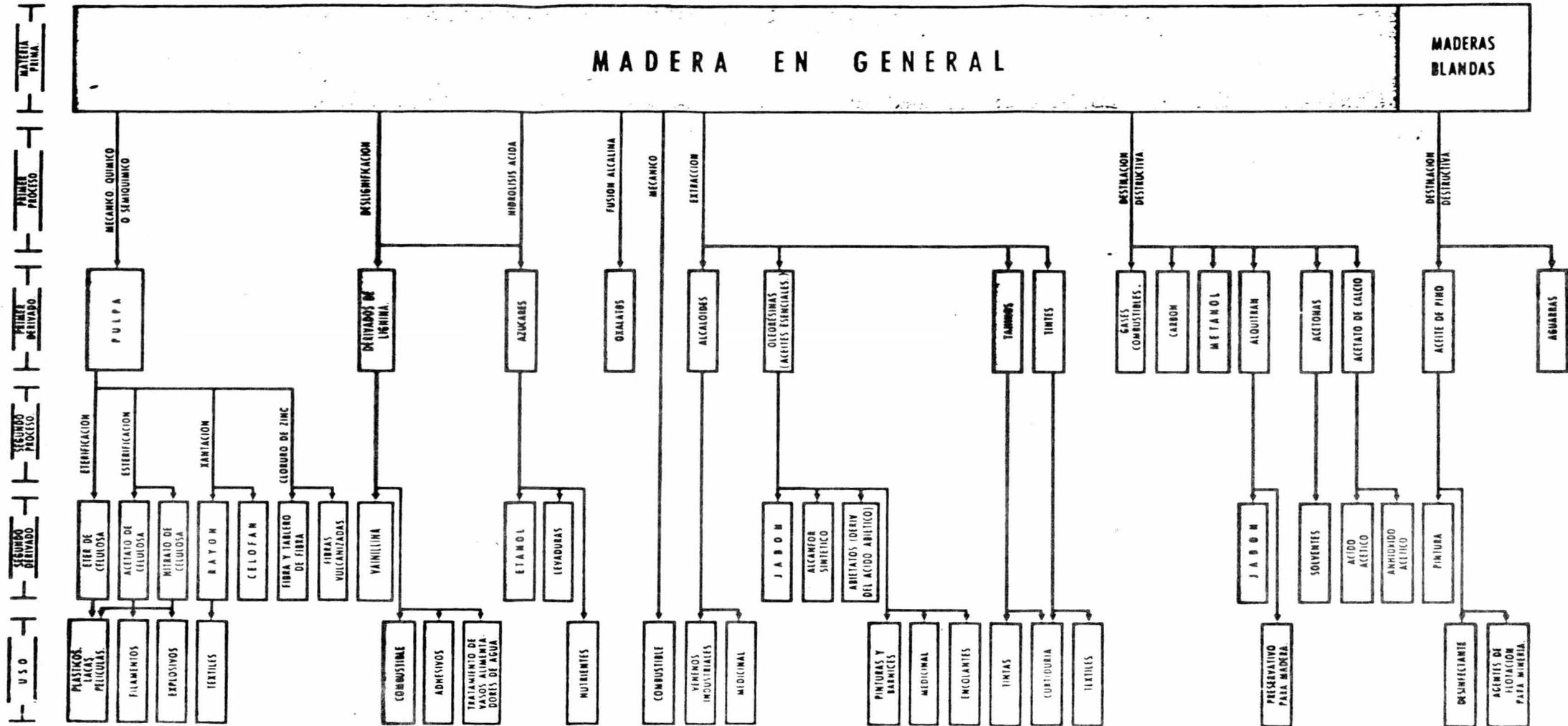


Fuente: Elaborado por la C.N.F.D.S. con base en información de la III Convención Nacional Forestal.

NOTA: Se refiere exclusivamente a productos obtenidos de los árboles. No se consideran aquellos productos obtenidos de plantas o arbustos forestales, tales como aceites, ceras, cogollos, raíces diversas, hierbas, fibras, etc.

TABLA 8.1

DERIVADOS QUIMICOS DE LA MADERA



Fuente: Forest Products de Panshin, Harrar, Bethel y Baker

Es deseable que en un futuro cercano se lleve a cabo una mayor y más racional transformación industrial de la madera y disminuya su utilización como combustible, salvo que no tenga otra aplicación y además se utilicen las especies adecuadas para energéticos.

En general se aprecia que es urgente solucionar, entre otros los problemas relativos a una mayor diversificación en los usos de madera, al aprovechamiento integral de cada árbol y a un mayor rendimiento en el destino industrial del volumen maderable.

Este aprovechamiento se puede comprender mejor si se toma el ejemplo de la industria de los tableros aglomerados, ya que ésta industria está llamada a constituir un factor importante en el crecimiento económico y social de los países latinoamericanos, a pesar de que se ha estimado un aumento relativamente modesto en la demanda en 1975. Tanto Brasil como Argentina y México están empleando una Tecnología que les permite producir tableros aglomerados con recubiertos melamínicos que tienen amplia aplicación en la industria de la construcción para muros divisorios en oficinas, hospitales, hoteles, bancos, viviendas, etc. Sin embargo esta rama industrial debe mantenerse en continuo desarrollo para poder responder a la creciente demanda de los mercados domésticos y de exportación que, a su vez, se encuentran en continua expansión, lo que implica realizar fuertes erogaciones en investigación, con fondos que debe generar la propia industria.

7.8 ESPECIES COMUNES EN MEXICO

Debido a la enorme cantidad de especies que existen en México las cuales llegan a sumar varios cientos, es imposible poder enumerar cada una y dar información de propiedades físicas o mecánicas, pues como se anotó anteriormente apenas se están empezando estudios serios para clasificar algunas de las más importantes. Sin embargo, es interesante dar los nombres vulgares y científicos de algunas de las especies más utilizadas industrialmente en México para tener una idea del enorme potencial silvícola del país y ver si se -

puede dar un aprovechamiento cuando menos elemental de las distintas maderas con propiedades que van desde la delicada y sutil madera de balsa (ochroma lagopus) hasta la tenacidad e increíble resistencia de la madera de palo fierro (olneya tesota). A continuación se enuncia la siguiente lista:

<u>NOMBRE BOTANICO</u>	<u>NOMBRE COMUN</u>	<u>DENSIDAD</u>
<u>CONIFERAS</u>		
		3 gr/cm PA/VV
Abies religiosa	Oyamel	0.38
Cupresus Arizonica	Cedro Blanco	--
Juniperus Patoniana	Sabino	--
Pinus Arizonica	Pino Blanco	--
Pinus Ayacahuite	Ayacahuite, Pinabete Chamonque	0.43
Pinus Chihuahua	Pino Prieto, Pino	--
Pinus Douglasiana	Pino blanco	0.45
Pinus Lawsoni	Pino Ortiguillo	0.51
Pinus Leiophylla	Pino Chino	0.46
Pinus Michoacana	Pino, ocote, pino lacio	0.45
Pinus Montezumal	Ocote, pino de hoja an- cha	--
Pinus Patula	Pino Rojo	0.48
Pinus Rudis	Pino, ocote	0.41
<u>LATIFOLIADAS</u>		
Achras Zapota	Chicozapote, Zapote	--
Alnus, Glabrata	Aile, alite, aliso	0.42
Arbutos Xalapensis	Madroño	--
Bombax Ellipticum	Amapola	--
Brosimun Alicastrum	Ramon, ojocho, oxojoche	0.73
Bucida Buceras	Pukcté	0.85
Busera Simaruba	Chacá	0.34
Caesalpinia Sclerocarpa	Ebano	--
Calophyllum Brasiliense	Bari, Santa María, Caobilla	0.52

Castilla Elástica	Hule	--
Cedrela Odorata	Cedro rojo	--
Ceiba Pentandra	Ceiba	0.28
Cordia Alliodora	Bojon, hormiguero	0.48
Cordia Dodecandra	Siricote, copite	0.84
Enterolobium cyclor- carpum	Pavota, guanacastle, Orejon	0.35
Fraxinus uhdei	Fresno	--
Gilibertia arborea	Palo santo, mano de León	--
Guaiacum Sanctum	Guayacan	--
Juglans Major	Nogal	--
Liquidambar Styraci- flua	Liquidambar, ocozote	--
Lonchocarpus Casti- lloi	Machiche, Machich	0.76
Lysiloma Bahamense	Tzalam	0.63
Magnolia Schiedeana	Magnolia, Corpus	--
Piscidia Communis	Jabin	0.69
Ochroma Lagopus	balsa	0.10
Olneya Tesota	Palo fierro	--
Protium Capal	Copal	--
Pseudol media Oxy- phyllaria	Mamba	0.72
Quercus (sp)	Encino	0.71
Simarouba Amara	Pasaak	0.40
Swietenia Macrophylla	Caoba	0.40
Sterculia Apetala	Castaño, Bellota	--
Tabebuia Palmeri	Amapa, roble, roble prieto	--
Tabebuia Pentaphylla	Palo de rosa, Maculis	--

7.9 PRODUCCION Y CONSUMO DE PRODUCTOS MADERABLES EN - MEXICO

México es un país que tiene una gran riqueza forestal con una abundancia de recursos boscosos implícitos en las grandes áreas de selvas y bosques que tiene, así como también la enorme variedad de especies que en nuestro suelo crecen, circunstancias todas ellas que deberían aprovecharse para tratar de sobresalir en el mundo con una producción enorme derivada de un buen cultivo de los bosques y un aprovechamiento total de la madera -

que produce el país. Sin embargo, se encuentran a menudo factores adversos, como son: una mala planeación gubernamental, malas técnicas de cultivo, de aprovechamiento de los bosques, de aprovechamiento de la madera, tala inmoderada de bosques, quema de bosques para dedicarlos a efímeras cosechas, falta de equipo adecuado en la industrialización, deficiente distribución, muchos intermediarios que encarecen el producto, industrialización mínima, problema burocráticos y un sinfín de problemas humanos que aunados a los desastres naturales como son incendios, plagas, sequías, etc.

Logran una producción que no alcanza a satisfacer el consumo del país.

En los últimos cinco años, solamente se extrajo de los bosques un volumen equivalente al 78 % de los productos que se consumen. Es un hecho que en ninguno de los renglones en que se subdivide la producción industrial se ha sido autosuficiente. El mayor déficit se tiene en el renglón de celucósicos, ya que en los últimos cinco años se extrajo de los bosques el 47 % del consumo y la tendencia del déficit resultó ascendente; por ejemplo: la producción de celulósicos en 1971 fue de 52 % en el año de 1973 bajo a 41.1 % de lo requerido.

La producción de México comparada con la de otros países no tan sólo es muy inferior en producción sino que comparando su extensión boscosa con la de dichos países es todavía más drástica y realmente incomprensible. (ver tabla No. 5.1).

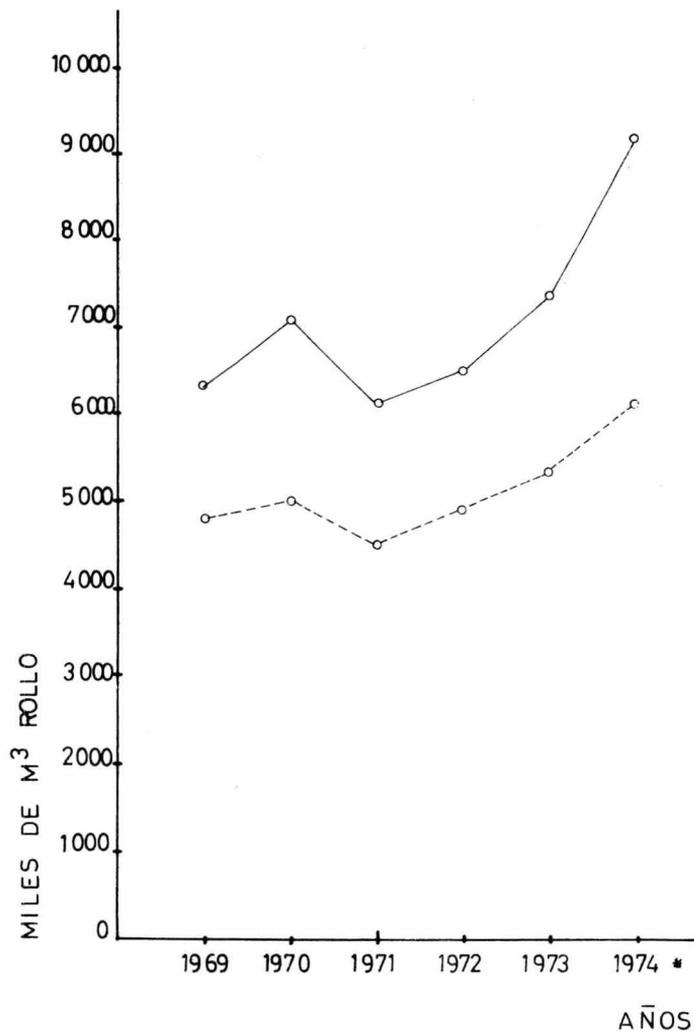
Volviendo de nuevo al análisis de la producción nacional, se puede decir que esta se ha aumentado con un crecimiento anual en los últimos tres años de 6.2 % en 1972, 7.2 % en 1973 y 11.3% en 1974 que hacen un promedio de 8.2 % en estos últimos años y el cual, como se dijo anteriormente no satisface la demanda que existe en el país.

Viendo la importancia que tiene en el análisis de mercado el consumo de madera en México, se anexan las siguientes tablas para tener una visión más clara de los cambios que se han venido -

realizando en los últimos 6 años, dividiéndose la producción industrial en: productos con escuadría, celulósicos, chapa y triplay, postes y pilotes, - etc., al igual que el consumo aparente y obteniéndose el porcentaje que alcanza a cubrir la producción nacional en cada renglón.

PRODUCCION NACIONAL Y CONSUMO APARENTE

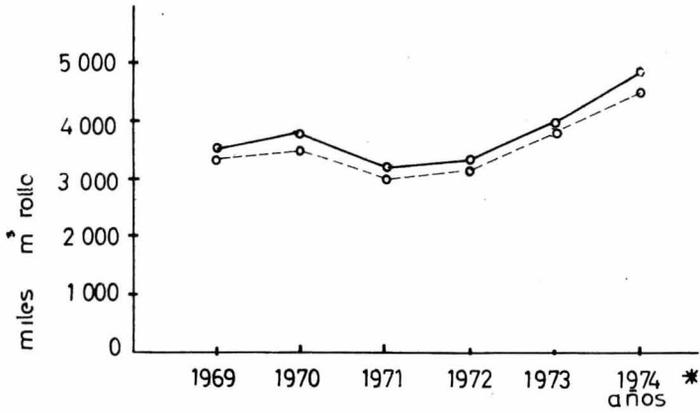
* INFORMACION PRELIMINAR



----- PRODUCCION NACIONAL
——— CONSUMO APARENTE

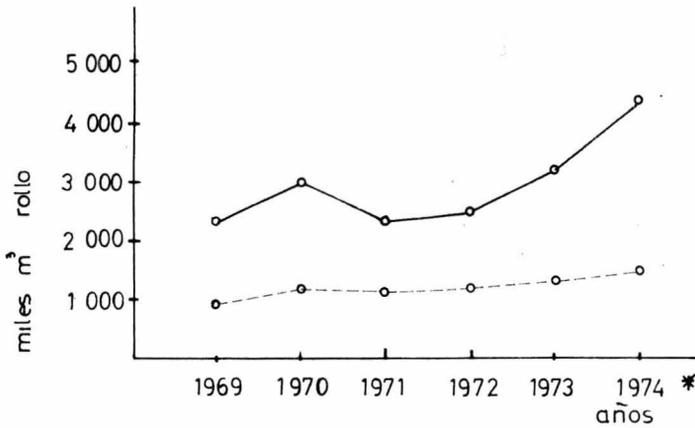
GRAFICA - 3.1

PRODUCTOS CON ESCUADRIA



GRAFICA-4.1

PRODUCTOS CELULOSICOS

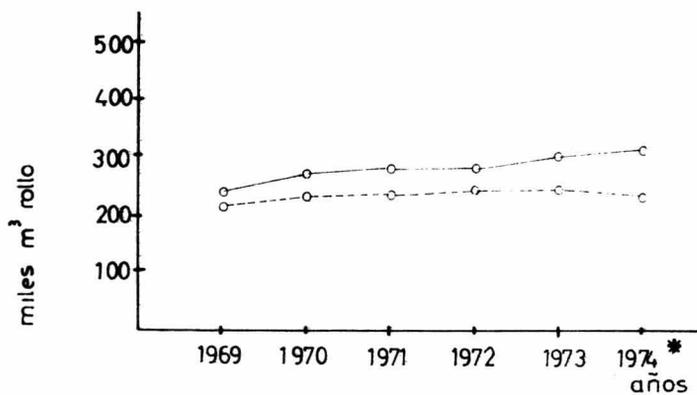


----- PRODUCCION NACIONAL
 _____ CONSUMO APARENTE

* INFORMACION PRELIMINAR

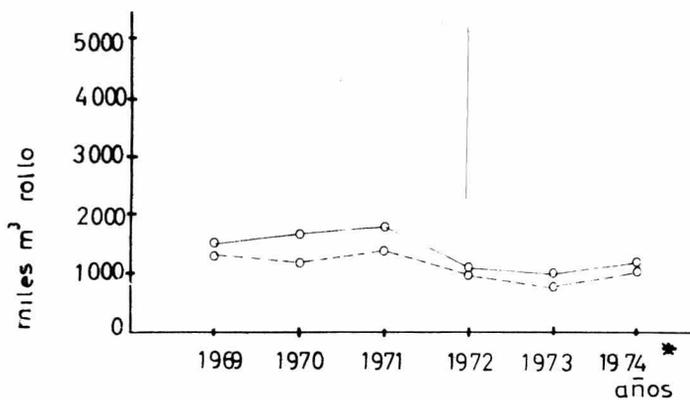
GRAFICA-5.1

CHAPA Y TRIPLAY



GRAFICA - 6.1

POSTES, PILOTES, MORILLOS.



----- PRODUCCION NACIONAL

_____ CONSUMO APARENTE

* INFORMACION PRELIMINAR

GRAFICA - 7.1

7.10 COMERCIO EXTERIOR DE PRODUCTOS MADERABLES

7.10.1 BALANZA COMERCIAL

Debido al déficit que existe entre la Producción Nacional y el Consumo, el país, se vió obligado a importar muy diversos productos del extranjero, los cuales afectaron nuestra balanza comercial sensiblemente.

Se puede decir basándose en la información preliminar, que durante 1974 las importaciones de productos maderables fueron de 2,875.7 millones de pesos, en tanto que las exportaciones fueron por 459.3 millones de pesos, lo que nos da un saldo negativo de 2,416.4 millones de pesos.

Las importaciones durante 1974 crecieron en 58 % con respecto a 1973. Este gran aumento, sin considerar el incremento natural de la demanda de productos forestales, fué motivado fundamentalmente por la reevaluación de los precios de la producción forestal efectuada en 1974.

Por otra parte las exportaciones también tuvieron un aumento importante de 38.5 % con respecto al año de 1973, aunque solamente representan el 16 % del valor de las importaciones. Esto significa que hubo un incremento de 38.4 % sobre el saldo negativo en nuestra balanza comercial de 1973.

Analizando más a fondo las importaciones de productos maderables se ve que el déficit mayor está constituido por los productos celulósicos -- que representaron el 89.8 % de las compras, el segundo lugar lo ocupan los productos con escuadría, especialmente maderas aserradas, con el 7.0 %, en tercer lugar, chapa y triplay y las maderas que se importan con la finalidad de producir estos artículos, con el 2.7 % y el 0.5 % restante lo ocupan conjuntamente postes, productos diversos y carbón. -- Todo este se resume en la siguiente figura:

Importaciones de productos maderables (en valor)

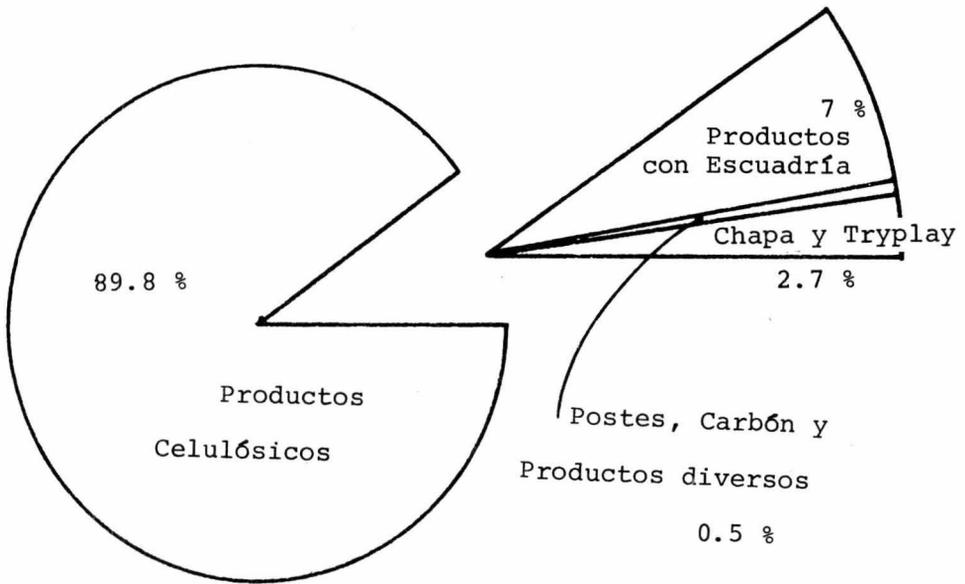
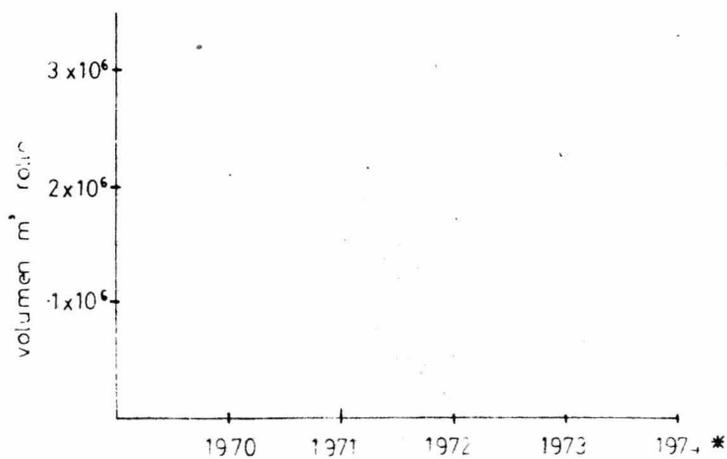


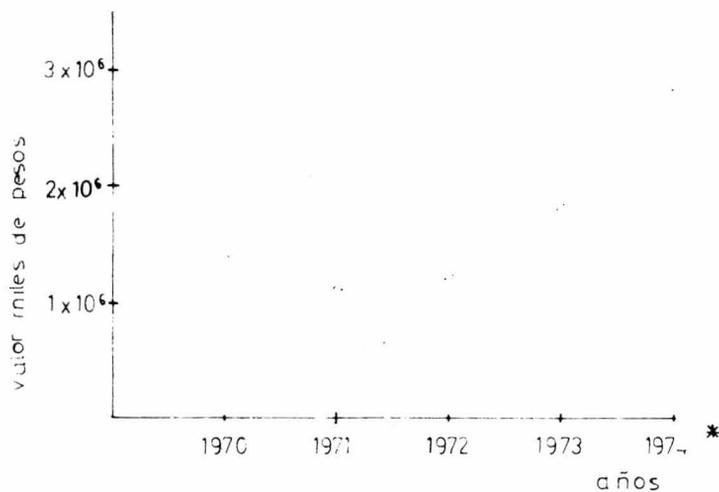
FIGURA 3.1

Las importaciones totales desde 1970 se encuentran graficadas como sigue:

IMPORTACION TOTAL 1970/74



años GRAFICA - 8.1



* INFORMACION PRELIMINAR

GRAFICA - 9.1

Por lo referente a las exportaciones, por orden de importancia, el grupo que tuvo mayor movimiento en las ventas, fueron los productos escuadrados con 65.3 % lo que ha permitido tener un --saldo favorable en estos artículos; después con 31.1 % vienen representados los productos celulósicos y en tercer lugar con 1.3 % chapa y tryplay, el 2.2 % fueron otros productos diversos:

Exportaciones (en valor)

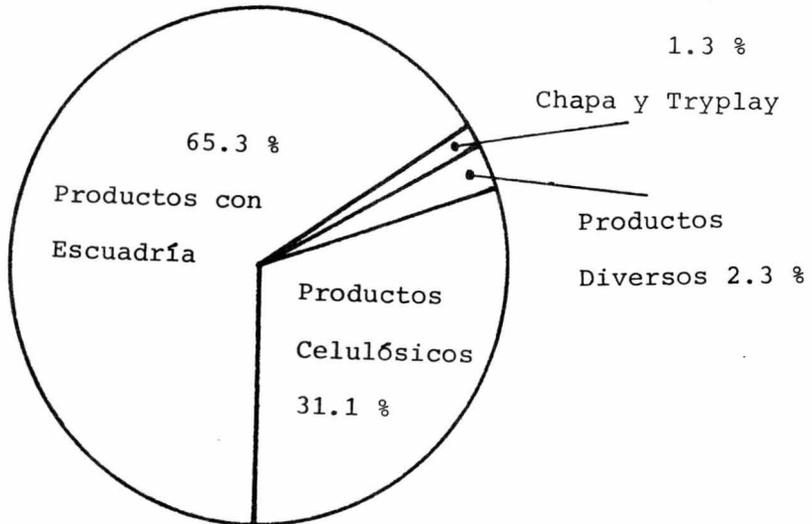
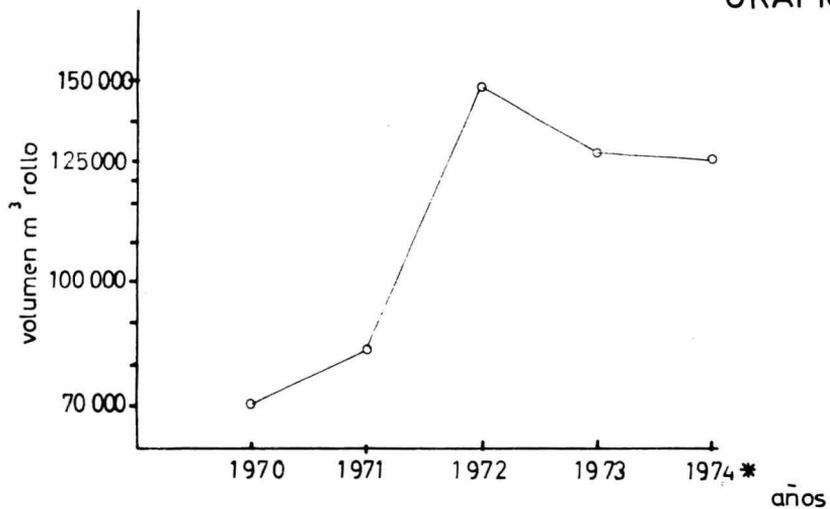
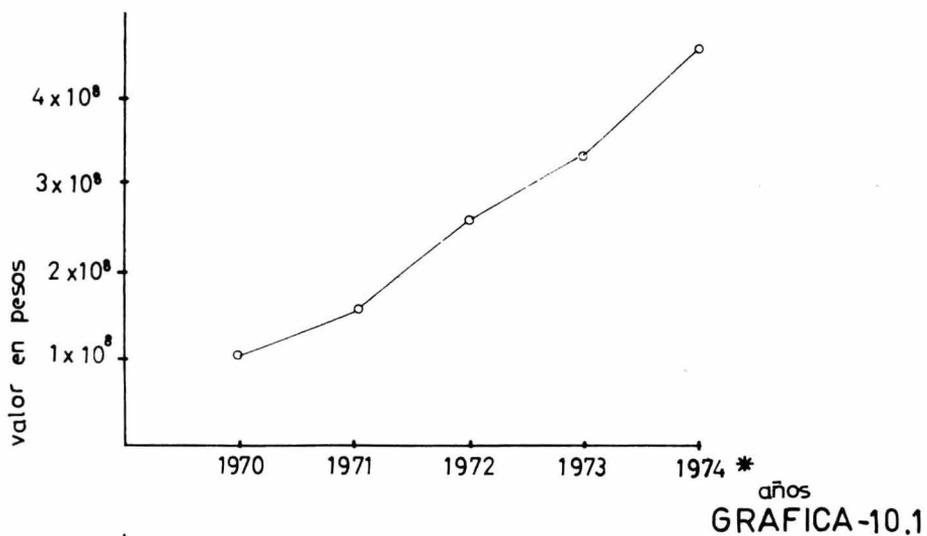


FIGURA 4.1

Las exportaciones se han venido desarrollando como se muestra en las siguientes gráficas:

EXPORTACION TOTAL 1970/74

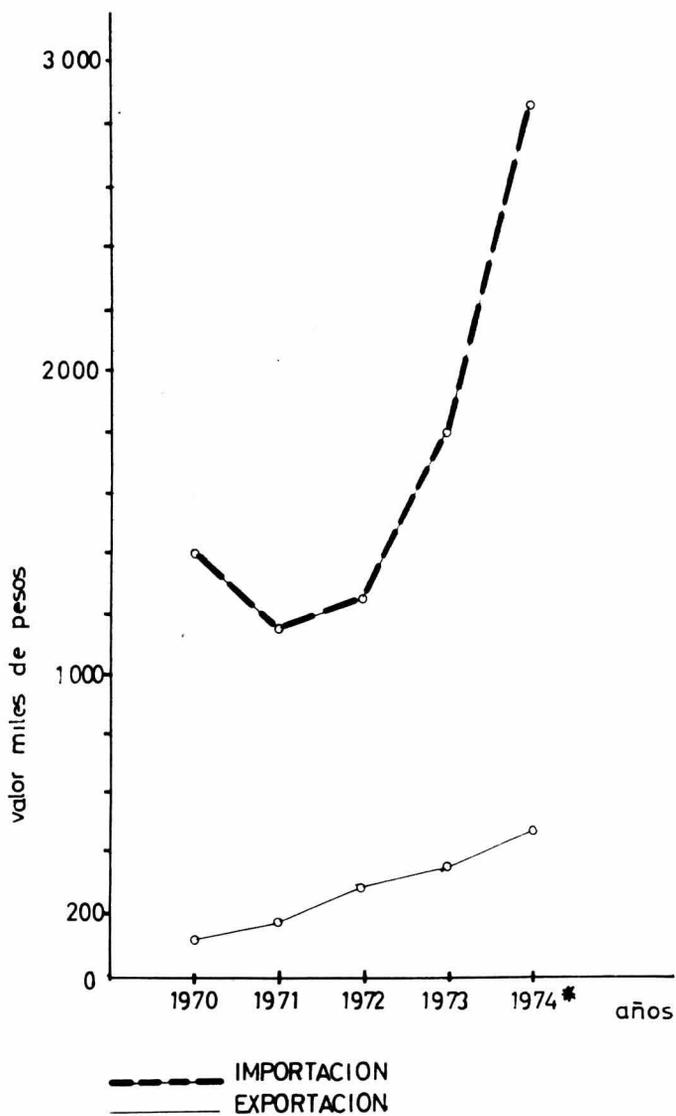


* INFORMACION PRELIMINAR EN LOS PRIMEROS NUEVE MESES

GRAFICA-11.1

BALANZA COMERCIAL

1970 / 74



* INFORMACION PRELIMINAR

GRAFICA - 12.1

7.10.2 PROCEDENCIA DE LOS PRODUCTOS IMPORTADOS

Los productos celulósicos que se importaron en 1974 fueron comprados en un 69.2 % del total a Estados Unidos y Canadá, el 9.2 % a países escandinavos, también se compró a Chile un 4.5 % y el 17.1 % que falta se adquirió al resto del mundo.

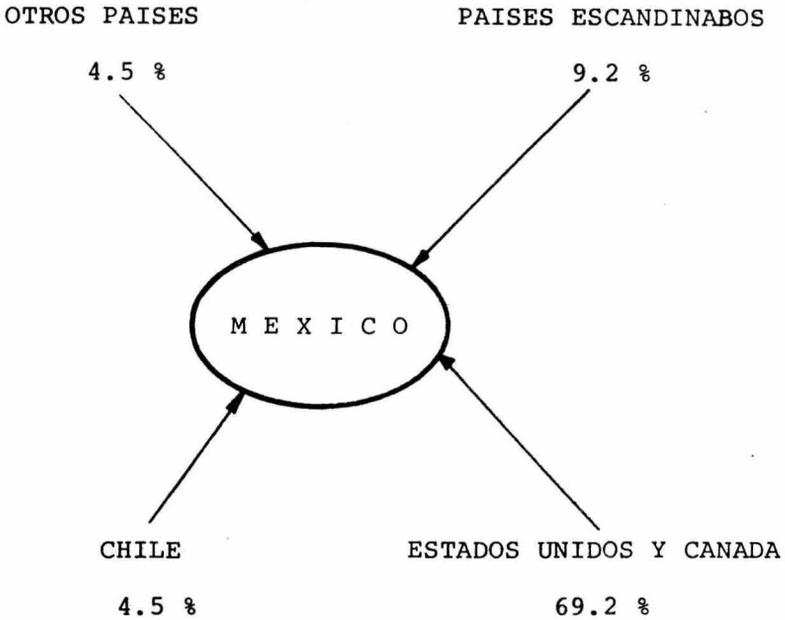


FIGURA 5.1

El principal proveedor fué Estados Unidos de Norteamérica en lo referente a productos escuadrados ya que nos vendió en 77.3 % del total, le siguen en importancia los provenientes de Sudamérica con 3.7 % (principalmente a Paraguay). En Centroamérica adquirimos 1.4 %, a Europa el 1.2 % y el 16.4 % que falta fué comprado en diversos países.

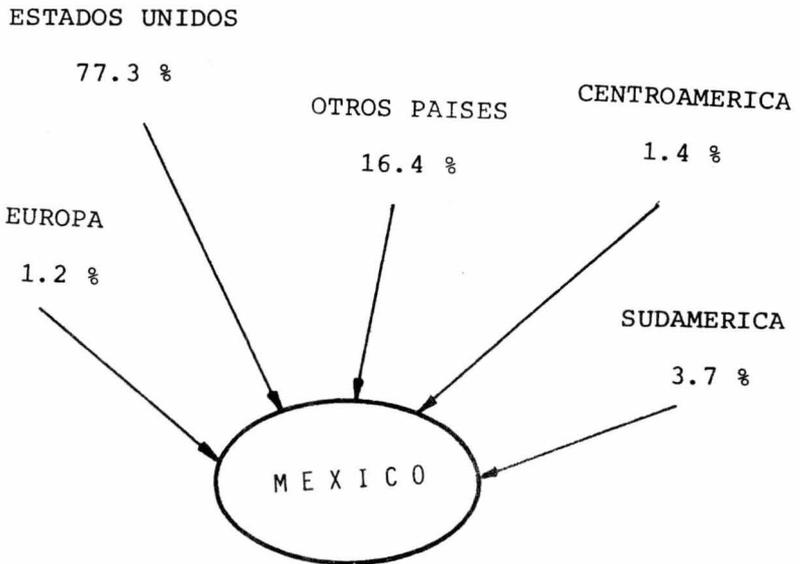


FIGURA 6.1

Para las importaciones de tableros, incluyendo la madera en rollo usada para ese fin, provino también en un 64.4 % de E.U.A. un 11.9 % fué de Sudamérica, de Alemania el 4.9 % y del resto del mundo un 18.8 %.

7.10.3 DESTINO DE LAS EXPORTACIONES.

Se canalizaron las exportaciones de México - en su gran mayoría hacia E.U.A. y esa tendencia - se ha mantenido constante desde hace años.

De los productos escuadrados el 96.3 % fué - adquirido por Estados Unidos, a Europa se envió - un 2.7 % y a Sudamérica el 0.3 %.

En productos celulósicos (principalmente ma-
nufacturas de papel y cartón) un 68.9 % fué para -
E.U.A., para los miembros de la ALALC fué el ----
8.0 % y a Centroamérica y las Antillas el 4.7 %.
En tableros de madera el 68.4 % fué destinado a -
E.U.A., y el 31.6 % a diferentes países de Europa.

Es importante hacer notar que solo se anali-
zaron los productos maderables, ya que existen --
otros muchos productos derivados de la madera que
tienen otro tipo de comercio.

En el apéndice vienen incluídas una serie de
tablas que dan un panorama más detallado de nues-
tro comercio conteniendo información desde el año
de 1969 a 1974.

A pesar del análisis escueto antes presenta-
do, resulta evidente que nuestra tradicional pro-
ducción forestal es demasiado baja en relación a
nuestras necesidades, es decir, que hay una y po-
bre utilización de los recursos del bosque, ade-
más, no obstante que hay necesidades insatisfe---
chas de diversos productos forestales, México tie-
ne todavía uno de los consumos per cápita más ba-
jos, incluso que algunos países de América Latina,
tales como Argentina, Brasil, Chile, etc.

Es por eso necesario hacer hincapie en los -
beneficios que la actividad forestal, bien dirigi-
da, puede aportar a un país como México que tiene
una riqueza insospechada en sus bosques y selvas.

Es necesario tomar conciencia de la cantidad
de fuentes de trabajo que podría dar la silvícul-
tura bien aplicada a las clases bajas de nuestro -

país, que son las que más lo necesitan, principalmente los campesinos, y empezar a tomar una "conciencia forestal" que implique un aprovechamiento bien planeado de recursos que se pueden renovar y que aparte de producir un sinnúmero de factores positivos, ya no desde el punto de vista económico y de industrialización que serían primordiales para el país, sino de los beneficios ecológicos, climatológicos, hidrológicos, etc., que beneficiarían tanto a la naturaleza, y que son primordiales para la vida humana.

CAPITULO VIII

SECUENCIA DE LA EXPERIMENTACION

SECUENCIA DE LA EXPERIMENTACION

8.1. CARACTERISTICAS DE LAS MADERAS SELECCIONADAS

Las maderas que fueron seleccionadas en base a la investigación de producto del análisis - de mercado y con los anuarios de la producción - forestal de México se plantearon varias posibilidades de las especies ha impregnar:

- 1.- Utilizar madera de las especies más comerciales como son: el pino, la caoba, el cedro y el encino.
- 2.- Utilizar madera de pino, caoba y encino
- 3.- Utilizar madera de pino y caoba
- 4.- Utilizar madera de pino y encino

Como se puede ver todas las posibles combinaciones desde este punto de vista conducen al pino como elemento principal del estudio, teniendo a la caoba y al encino en segundo término.

Por otra parte los objetivos del estudio -- orientan hacia resultados representativos tomando como base la densidad de la madera es decir, que con una madera de baja densidad, una intermedia y otra alta se podría predecir el comportamiento aproximado de la gran mayoría de especies maderables.

Por lo que, en base a lo anterior se escogieron a las especies maderables de PINO, CAOBA y ENCINO.

Considerando esto como base fué necesario - investigar cuales eran las especies dentro de cada tipo de familia más factibles de impregnar y además clasificar las propiedades de las mismas hasta llegar finalmente a la óptima para el estudio.

En el caso del pino existen dentro de esta familia una gran variedad de especies en los bosques nacionales con características y propieda--

des diferentes por lo que después de llevar a cabo un análisis de ellas se vió que el PINUS AYACAHUITE era el más viable debido a que casi no tiene resina, factor de primordial importancia ya que la resina dificulta la reacción de polimerización, (2), también es una madera moderadamente pesada, de fácil secado, de textura fina, homogénea, hilo derecho, vetado suave, es considerada como fácil de trabajar y muy apreciada por carpinteros y ebanistas.

La caoba no fué difícil de seleccionar pues existen muy pocas especies y la más utilizada es la SWIETENIA MACROPHYLLA, como madera preciosa que es, tiene características ideales para ser trabajada, de densidad media, no tiene resina, fácil secado, textura fina y es considerada como una de las maderas más valiosas en el mundo.

Fue en el caso del encino donde realmente no se pudo aplicar un criterio para seleccionar a la especie, debido a que existen más de 150 especies diferentes en el país y casi no están estudiadas, por lo cual no se tiene suficiente información para una comparación y clasificación. Por lo cual se recomendo que fuera un encino de los denominados como ROJOS debido a que tienen las propiedades necesarias para ser impregnados, por otro lado los llamados ENCINOS BLANCOS no absorben ninguna sustancia ya que sus células se encuentran llenas de sustancias cristalizadas que impermeabilizan a la madera, por lo que este tipo de madera es utilizada en la construcción de toneles y barriles pues no permiten la salida de los líquidos que contengan. Los encinos rojos tienen por otro lado problemas de secado pues su madera se parte fácilmente tienen resina, la textura no es fina, gran nudosidad y es difícil de trabajar.

Por otro lado al llevar a cabo los trámites necesarios para la obtención de las maderas seleccionadas se presentó el problema de que la caoba y el encino no fueron posibles de obtener en la forma que señalan las normas para este tipo de estudio, por lo que se llevó a cabo una breve selección de otro espécimen que soluciona-

rá el problema, siendo este el AILE dado que reune características similares a las de caoba, su color es diferente y diferente localización geo-gráfica (se le llama caoba de los pobres).

8.1.1. PINUS AYACAHUITE

Arbol de 20 a 35 metros de altura por unos 90 cm. de diámetro, aunque han existido de hasta 45 metros de altura por 1.30 de diámetro de ramas extendidas y verticiladas; corteza grisacea y lisa en los árboles jóvenes y aspera y de color moreno rojizo en los maduros, dividida en placas irregulares, ramillas grisáceas o rojizas.

Hojas en grupos de cinco, de 8 a 15 cm. y a veces hasta de 17 cm. de largo, son delgadas, triangulares, extendidas colocadas en la extremidad de las ramillas; de color verde generalmente algo oscuro, y verde claro en sus caras internas. Los bordes son aserrados, con los dientecillos separados y cortos a veces apenas visibles. Los estomas (par de células por donde respira la planta) solamente se observan en las caras internas, tienen un haz vascular y sus canales resiníferos son externos.

Las vainas son amarillentas, apergaminadas, escamosas, brillantes, de 10 à 15 mm y pronto caedizas.

Las yemas son oblongas, de color castaño rojizo de unos 15 mm, las escamas son delgadas y frágiles, angostas gradualmente atenuadas hacia la base y a veces algo reflejadas, casi aplanadas por dentro, de 5 a 6 cm. de largo por 2 a 2.5 cm. de ancho, rugosas de color moreno rojizo abajo del umbo.

Las semillas son oscuras de unos 8 mm. de largo, con manchas de color claro, ala de 30 a 35 mm. por unos 8 mm. de ancho adnada es decir enteramente adherida a la semilla, de la cual no se puede desprender sin destruirla.

Es en sí una madera suave de color amarillo rojizo, sin diferencia aparente entre albura y cambium.

duramen; olor y sabor algo resinosos, textura fina, grano derecho, veteado suave.

Los anillos de crecimiento estan dispuestos en forma concéntrica, en cada anillo la madera de primavera es de color claro y de mayor grosor -- que la de verano, la cual es de color café claro.

La transición entre la madera de primavera y la de verano es gradual, los rayos se ven a -- simple vista en las tres secciones.

Este tipo de pino se localiza principalmente en terrenos húmedos y profundos.

8.1.2. AILE

El genero *Alnus* pertenece a la familia *Betulaceae*. Reciben diferentes nombres vernáculos -- siendo los más comunes: "Aile", "Abedul" y "Aliso".

La corteza se usa en curtiduría por ser rica en tanino, para teñir sarapes y otros tejidos de lana.

Los alisos europeos pertenecen al género *Alnus*. Los abedules corresponden a un género de la misma familia llamado "Betula". La especie de -- "*Alnus arguta*" recibe en algunas regiones de México el nombre de "olmo". Los árboles pertenecientes a la familia *Betulaceae* tienen las hojas alternas, dentadas o aserradas y las estípulas libres y caedizas. Flores unisexuales, monoicas y agrupadas. El fruto es un conillo con las bracteadas lignificadas generalmente persistentes. Esta familia comprende unos 6 géneros y más de 100 especies. Los géneros más notables son *Betula* y *Alnus*. Las *Betulaceae* tienen la corteza astringente y amarga un poco acre y resinosa en algunas especies, todas producen maderas más o menos apreciables. La especie de aile utilizado en este estudio se encuentra en varios estados de la República entre otros en Guanajuato, México, Querétaro, Hidalgo, Oaxaca, Puebla y Distrito Federal.

De la tabla (2.1) de producción maderable - 1973 se saca como conclusión la gran variedad de productos en los cuales se utiliza el pino y el enorme porcentaje que se utiliza en relación al total de la producción moderable del país, ocupa pues el pino el primer lugar en la producción y su aprovechamiento se realiza integralmente por lo cual es básico como elemento forestal.

Sin descartar el oyamel que ocupa también - un lugar preponderante podemos decir que la economía forestal mexicana esta basada en las coníferas.

Por lo que respecta al aile vemos lo restringido de su uso y la poca cantidad que se utiliza pasando apenas de los 2 millones de pesos como utilidad bruta, sin embargo existen muchos usos que se le podrían dar racionalmente si conociéramos más sobre sus cualidades y defectos pero como no existen estudios técnicos sobre sus características vemos disminuidas sus áreas de penetración.

8.2. OBTENCION DE LA MADERA

Siempre que se realiza un estudio serio, -- con madera, esta se debe clasificar perfectamente y también, se deben de dar todos los datos específicos de localización, características en pie, ecología del lugar de corte, condiciones -- del suelo, clasificación botánica, composición -- de albura y duramen, nombre común, etc.

El nombre común y más generalizado de las maderas utilizadas son pino y aile. El primero pertenece a las Gimnospermas (coníferas) de la familia Pinaceae, Genero Pinus especie Ayacahuite variedad Vrachyptera.

En la obtención del pino ayacahuite se tuvieron los siguientes datos:

- 1.- Fecha de recolección
30 de enero de 1975
- 2.- Nombre vulgar
Pino Ayacahuite

- 3.- Nombre botánico
Pinus Ayacahuite
- 4.- Entidad Federativa
Estado de México
- 5.- Municipio
Coatepec de Harinas pertenecientes al Dis--
trito de Sutepec.
- 6.- Predio
Ejido de Chiltepec
- 7.- Paraje
Cañada del Carrizal
- 8.- Tipo de propiedad
Ejidal
- 9.- Tipo de Terreno
Montañoso, sinuoso
- 10.- Ubicación del árbol
de Sur a Norte, en terrenos con pendiente -
de 40°
- 11.- Altitud
3 000 Mts. sobre el nivel del mar
- 12.- Altura del árbol
40 Mts.
- 13.- Altura de las primeras ramas
9.5 Mts.
- 14.- Diámetro a la altura del pecho
0.90 Mts.
- 15.- Tipo de copa
En forma de paraguas, con abundantes ramifi-
caciones principales y secundarias
- 16.- Tipo de clima
Extremoso, húmedo, frío, con tiempos de ---
heladas y nevadas periódicas y bien defini-
das
- 17.- Arboles que rodean al pino, por abajo y de
norte-este-sur esta rodeado por pino aya---
cahuite por arriba y de norte-oeste-sur es-
ta rodeado por pinos miichoacanos.

El aile usado es Angiosperma (latifoliada) perteneciente a la familia Betulaceae Genero Al-
nus especie glabrata variedad Fernald.

Con respecto al Aile tenemos que los datos_
obtenidos fueron:

- 1.- Fecha de recolección
1^a de Febrero de 1975

- 2.- Nombre vulgar
Aile
- 3.- Nombre botánico
Alnus glabrata variedad Fernald.
- 4.- Familia
Betulaceae
- 5.- Entidad Federativa:
Estado de México
- 6.- Municipio
Zona Almanalco de Becerra
Pueblo Sta. María del Monte. (Agua Bendita)
- 7.- Predio
Ejido Rincón de Guadalupe
- 8.- Tipo de propiedad
Ejidal
- 9.- Tipo de terreno
Montañoso, sinuoso
- 10.- Ubicación, del árbol
Oriente a Poniente con pendiente entre 30 a 40°
- 11.- Altitud
2 800 m s.n.m.
- 12.- Altura del árbol
30 metros
- 13.- Altura de las primeras ramas
12 metros
- 14.- Diámetro a la altura del pecho
0.82 metros
- 15.- Tipo de copa
- 16.- Tipo de clima
Frío, época de lluvia definida abril-agosto
- 17.- Arboles que rodean al aile
Rodeado de pinos y oyameles con algunos ailes pequeños.

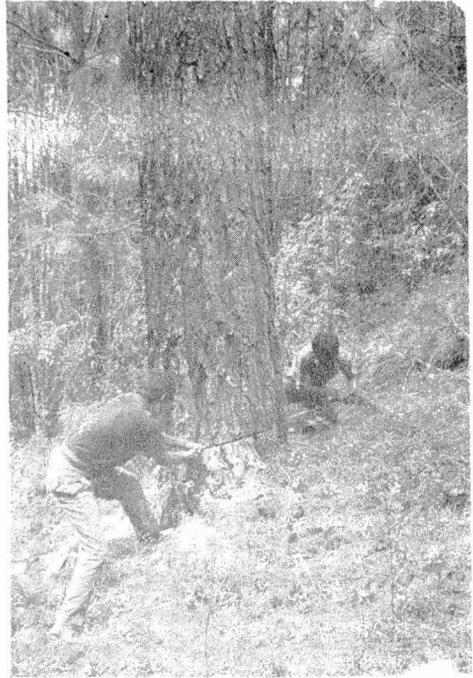
Estas maderas fueron clasificadas en el Herbario Nacional, Departamento de Botánica del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

También en un estudio de laboratorio se clasificó la madera del pino ayacahuite como madera de duramen en su gran mayoría y la de aile como madera de albura principalmente.

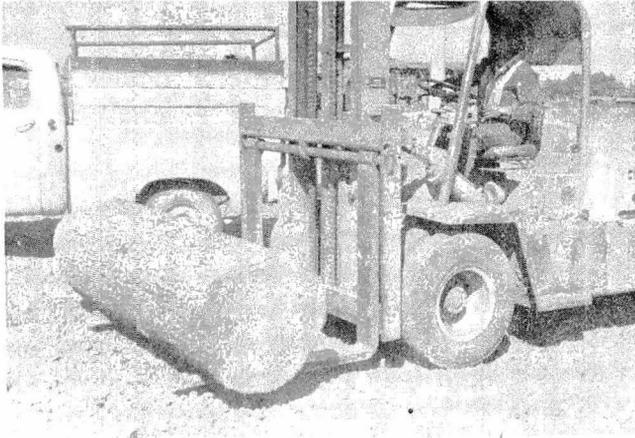
Se considera necesario dar una secuencia de



Selección del árbol en pie
(Aile)



Derribo
(Pinos Ayacahuite)



Transporte en el aserradero
antes del corte.

los pasos a seguir para la obtención de la madera con el fin no de dar a conocer la enorme cantidad de problemas y trabas que se tuvieron que afrontar, sino con el deseo sano de hacer una crítica constructiva y dar una orientación más o menos clara de las solicitudes, permisos y cuidados que hubo que hacer para conseguir las trozas que nos sirvieron en nuestro estudio.

Como primer punto es necesario aclarar que siempre es más recomendable (por experiencia propia) recurrir al sector privado, ya que esta en la mejor disposición de brindar su ayuda y experiencia para realizar estudios de investigación, que aparte de ser pocos en el país, no son todo lo recomendable para nuestro medio y tienen como principal inconveniente la lentitud debida al aparato burocrático que es una máquina que aunque se mueve, es tal su morosidad e ineficiencia que deja en el camino muchos proyectos que podrían ayudar en algo a nuestra naciente tecnología forestal.

Para este trabajo y para cualquier estudio en el que se necesiten probar muestras, con el objeto de obtener sus propiedades mecánicas es necesario que todas las probetas utilizadas sean de árboles de la misma especie y variedad estas especificaciones las da la norma ASTM D143-52 (1973) y hay que tomar varios árboles y sacar cierto número de probetas de cada sección de la troza para que al probarlas se tengan resultados más precisos, pues como ya se indicó los valores obtenidos varían de un árbol a otro aunque sean de la misma especie.

También es necesario obtener probetas con cierta orientación de los anillos de crecimiento para las pruebas de contracción volumétrica, radial y tangencial, por todo lo anterior no se puede utilizar madera comercial pues no se sabe su procedencia, no se puede ubicar botánicamente y no se conocen las características del árbol aparte de que no es válido el estudio botánicamente.

Debido a lo antes citado se procedio a esco

ger la madera con los criterios anotados en un capítulo anterior y se escogió el pino ayacahuite y el aile, primero se solicitó por escrito al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales su cooperación para la obtención de las trozas y después de varios meses de espera sin ningún resultado, se procedió a solicitar las trozas a -- Protectora e Industrializadora de Bosques (PRO-- TINBOS) en el Estado de México, del cual se obtuvo una eficiente y desinteresada ayuda, fue necesario hacer varios recorridos en distintas zonas de corte para escoger el pino y el aile que fueran de la especie solicitada y que además tuvieran el diámetro y la altura del fuste requerido para nuestro estudio, así que fué necesario antes, calcular el volumen de madera que ya aserrada, nos diera el número de probetas necesarias para el estudio.

Después de localizarlo hubo que marcarlo ya que PROTINBOS necesita llevar un control muy exacto de los árboles que derriba, esto se realiza por medio de estudios de los bosques y su aprovechamiento más eficaz, lo realizan Ingenieros y Técnicos Forestales.

A continuación se procede a su derribo, el cual se realiza por dos hombres con una sierra de mano y después se corta el árbol en trozas menores de 8 pies de largo, en nuestro caso las trozas fueron de 2m. de largo y se trató de aprovechar al máximo todas las partes maderables aun que existe desperdicio en el derribo, no es mucho, también hay que revisar el árbol ya derribado pues hay que ver que no este podrido, generalmente por hongos, que dejan la madera inservible o manchada la mayoría de las veces, está aunado a la cantidad de nudos que tenga, bajan mucho su calidad y por lo tanto su precio.

Las trozas que utilizamos estaban limpias sin hongos y con pocos nudos.

Después del derribo es necesario utilizar una grua para subirlo al camión que lo transportará al aserradero, aquí es necesario hacer un paréntesis para reconocer la labor que hacen los aserraderos en la construcción de brechas y caminos que comunican pueblos y rancherías, que de --

otra forma quedarían completamente aislados, estos caminos son necesarios para sacar las trozas de los bosques y al mismo tiempo sirven como vías de comunicación.

Antes de realizar el transporte al aserradero de Zinacantepec, Mex. distante 50 Km. de la zona de corte fué necesario hacer una solicitud para obtener un permiso de transporte en la Agencia Gral. de Agricultura y Ganadería del Estado de México ubicada en Toluca, en este permiso debe aparecer cantidad transportada, especie, lugar de corte, destino, tipo de transporte, placas, permiso forestal, etc. El camión que transporta la madera debe pasar por las casetas del Servicio de Vigilancia Forestal para que se compruebe y verifique que transporta la cantidad especificada en el permiso.

Ya en el aserradero es necesario hacer un estudio de como realizar los cortes para un buen aprovechamiento de las secciones de la troza que nos interesan, los cortes en nuestro caso fueron realizados como se muestra en la figura (7.1).

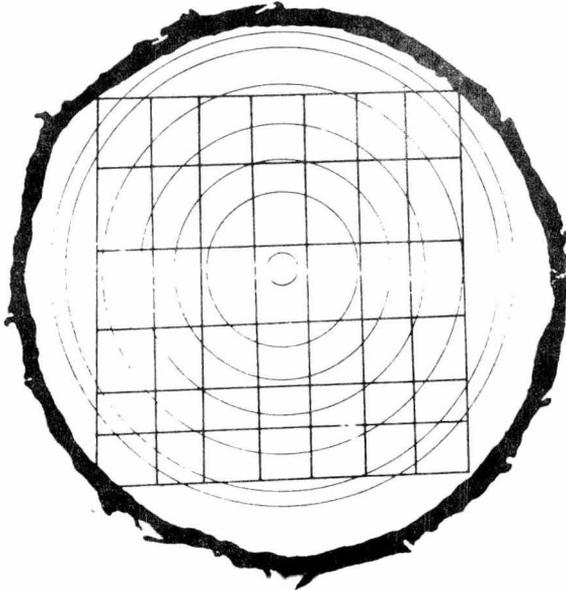
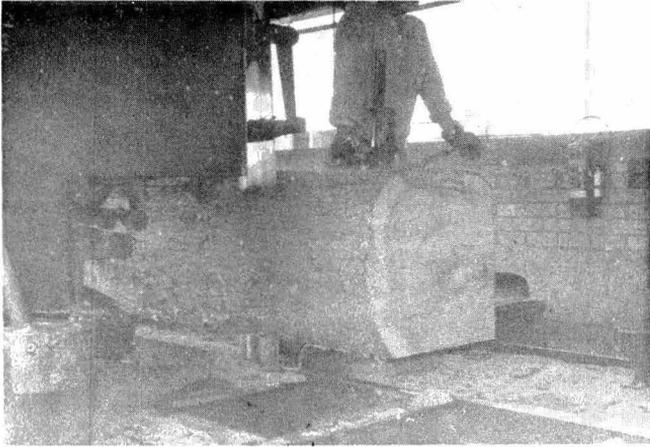
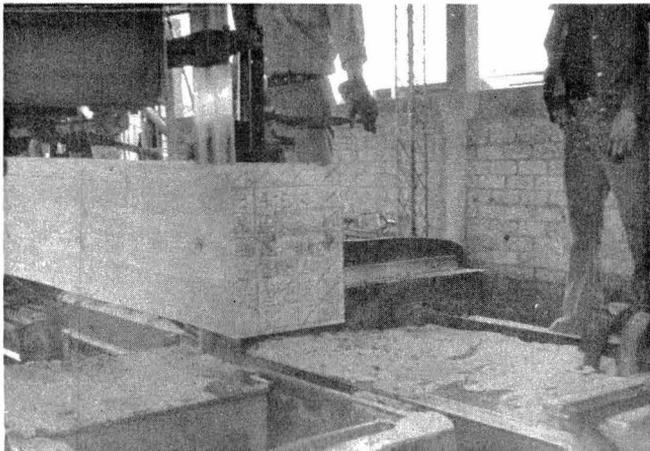


FIGURA 7.1.



Tercer corte de la troza para cuadrarla



Obtención de polines de una troza cuadrada y marcada.

Aunque existe algo de desperdicio, el aprovechamiento es mucho mayor que en otras formas de corte que se utilizan, tiene el inconveniente que es un poco tardado el corte, pues la sierra y el equipo que se utiliza son para obtener tablas de medidas comerciales y no para cortes de precisión, marcados previamente, aunque después de la primera vez, se torna sencillo y se aumenta la eficiencia quedando los polines cortados perfectamente y en medidas de 6.5 cm. x 6.5 cm. x 1.80 m. hay que recubrir cada polin con parafina por ambos extremos ya que como se encuentra la madera saturada de agua, ésta empieza a perder agua, solo que pierde un 80% por los extremos del polin y 20% por los lados, entonces se ve sometida a esfuerzos distintos y muy grandes con lo cual se tuerce y se raja fácilmente y en cuestión de horas. Con la cera se evita la pérdida de agua evaporada por los extremos y su secado es muy lento y no sufre esfuerzos que la harían inservible.

Ya cortada se procedió a transportarla a México, D.F. para lo cual fué necesario otro permiso con los datos correspondientes expedido por la Delegación Forestal y de la Fauna del Valle de México, la obtención de los permisos no tiene problemas cuando es para utilizar la madera en Investigación.

Es necesario secar la madera hasta un contenido de humedad del 12% pues en estas condiciones se encuentra en equilibrio con la humedad del medio ambiente. Después del secado se acondiciona para que no subra cambios estructurales.

El secado de la madera se puede llavar a cabo de varias maneras; una y la más común es secarla al aire libre con buenas corrientes de aire y apilada con fajillas (separadores). Este tipo de secado tarda en los pinos de 2 a 3 meses de un contenido de humedad de más de 150% hasta 15%.

Otra forma de secar la madera es por medio de estufas como ya se explicó en capítulos anteriores. Para el secado en estufa se requiere un 90 a 95% menos de tiempo que secarla al aire li-

bre. Por ejemplo en el caso del *pinus leiophylla* Schl. et. Cham. que tarda 3 meses en secarse al aire libre, si se utiliza estufa, el secado y acondicionamiento, sumarían en total 76 horas.

En nuestro caso la madera fué secada en el INIF, en una estufa Moore Dry Kiln Company con una capacidad de 9 metros cub. el tiempo total de secado no se pudo calcular debido a que hubo fallas muy prolongadas en el equipo, el tiempo total desde que se entregó la madera hasta que nos fue devuelta al 12% de contenido de humedad fue de 3 meses, o sea el mismo tiempo que hubiera tardado al aire libre.

8.2.1. DENSIDAD DE LA MADERA UTILIZADA.

Al mismo tiempo que se realizaba el secado de toda la madera, se utilizó una pequeña parte para obtener su densidad o relación Peso Anhidro Volumen Verde (PA/VV) en el laboratorio. El procedimiento utilizado, esta dado por la Norma D 2395-69 de la ASTM. Siguiendo esta norma se obtuvieron los siguientes valores:

	PA/VV (gr/cm ³)
<u>Pinus Ayacahuite var. Vrachyptera</u>	0.428
<u>Alnus Grabrata var. Fernald</u>	0.425

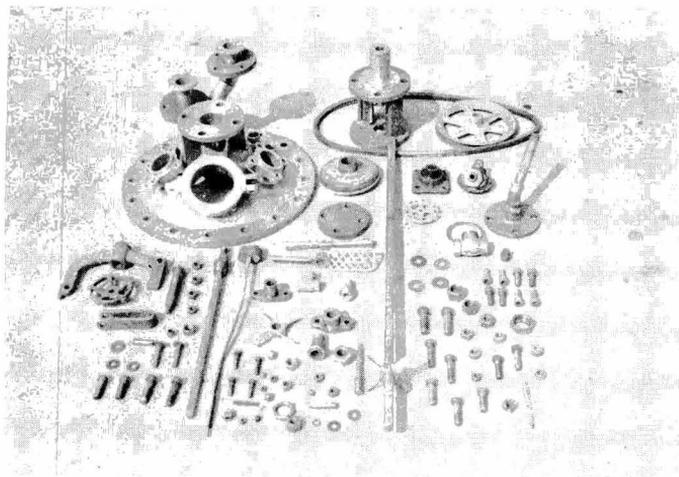
Como se puede apreciar, tienen casi la misma densidad, aunque obviamente diferentes características micro y macroscópicas (ver inciso 5.1).

8.3. DESCRIPCION DEL EQUIPO QUE CONSTITUYE LA PLANTA PILOTO

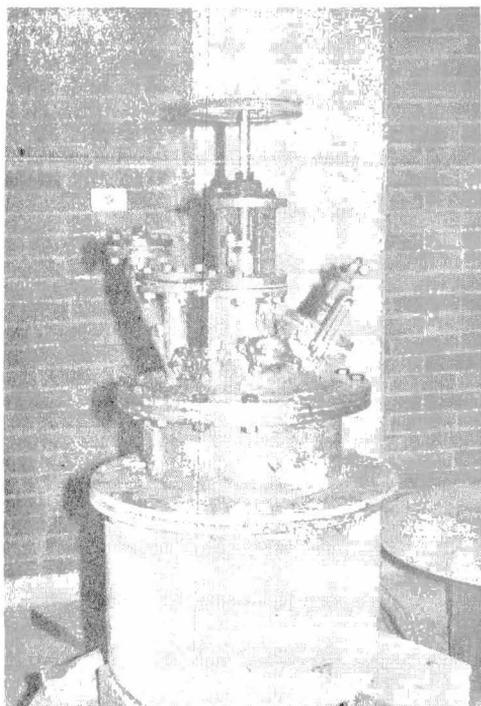
I.- Reactor de 40 lt. de capacidad, de 35 cm. de diámetro por 45 cm. de fondo, fabricado por la BRIGHTON COPPER WORKS Inc. Serie No. 558 en acero inoxidable tipo 316 - L, con -

- presión máxima de trabajo de 10 kg/cm^2 a 500°C , bridado.
- (a) Sistema de calentamiento eléctrico por medio de 24 placas en el cuerpo del reactor y 2 aros en el fondo, marca CHROMEX de acero tipo A - 36, de 150 Watts. 220 - 240 Volts y con temperatura máxima en el exterior de la placa de 340°C .
 - (b) Registro de mano de $\varnothing 15.24 \text{ cm}$. (6") con tornillo de opresión de alta resistencia manual, con acabado mecánico de cierre hermético.
 - (c) Válvula de purga en el fondo de $\varnothing 5.08 \text{ cm}$. (2") de tipo tapón, con vastago móvil de estopero con empaque de teflón en material de acero inoxidable tipo 316, conectada a la salida a una válvula de aguja con vastago móvil, con asiento de acero inoxidable y sello de teflón, y de $\varnothing 2.54 \text{ cm}$. (1") para cierre hermético.
 - (d) Válvula de aguja de $\varnothing 0.9525 \text{ cm}$. (3/8") para la entrada de Nitrógeno de acero inoxidable tipo 316 y de 2721.5 kg. (6 000 lb).
 - (e) Válvula de aguja de $\varnothing 0.9525 \text{ cm}$. (3/8") para el vacío, de acero inoxidable tipo 316 y de 2721.5 kg. (6 000 lb).
 - (f) Conexión para vacuomanómetro de $\varnothing 0.635 \text{ cm}$. (1/4") de 760 mm Hg. Vac. a 11 kg/cm^2 .
 - (g) Válvula de bola de $\varnothing 1.27 \text{ cm}$. (1/2") de acero inoxidable tipo 316 con asiento de teflón, esta válvula sirve como entrada de monomero y para el venteo.
 - (h) Serpentín para circulación de agua de enfriamiento de acero inoxidable tipo 316 para presión máxima de 15 kg/cm^2 . a 500°C .
 - (i) Flecha para el agitador, de $\varnothing 1.905 \text{ cm}$. (3/4") en acero inoxidable tipo 316, con sello de estopero para empaque de fibra de vidrio y teflón para temperatura de -20 a 500°C , agitador en acero inoxidable tipo 316 de 4 palas de 45° de inclinación, de 10 cm. de diámetro a 18 cm. del fondo.
- II.- Motor eléctrico para el agitador, marca HEINZ WEIWE, de velocidad variable con cambio manual, de 200 a 2 000 revoluciones por minuto, 1/4 de caballo de potencia, 50 ci--

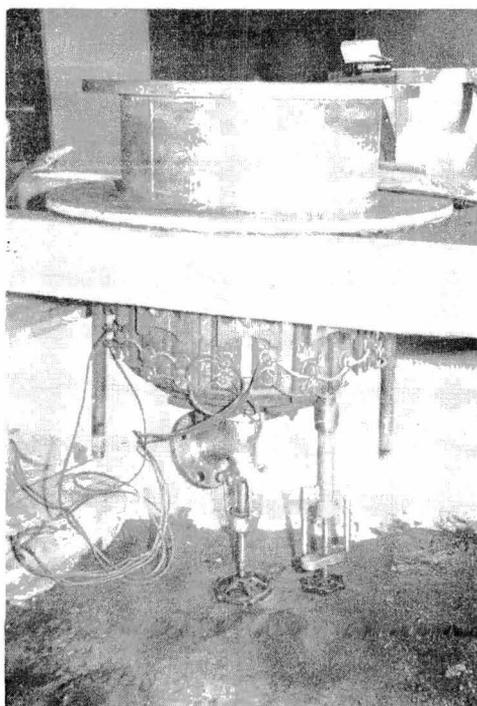
- culos, 0.185 Kw, 4 a 2 Amperes, 110 - 220 -- Volts.
- III.-Termógrafo marca Bristol de 0 a 400° C y -- gráfica automática de temperatura vs. tiempo con duración de 168 hrs.
- IV.- Bomba de vacío marca ARTHUR PFEIFFER de --- 0.185 Kw, 2.5 M³/min. de capacidad a 500 -- RPM, accionada por un motor eléctrico marca E.M.L. WEIZER de 1/4 de caballo de potencia, 110-220 Volts, 0.185 Kw, 50 ciclos a 1 400 RPM, y vacuomanómetro de 760 Hg Vac. a 4 Kg/cm².
- V.- Sistema de presión con tanque de nitrógeno de 6 m³ de capacidad a 160 Kg/cm² con acero tipo A-36 provisto con válvula de seguridad y válvula reguladora marca SMITHS con manómetro de 0-11 Kg/cm² de salida.
- VI.- Trampa para protección de la bomba de vacío, provisto de 2 matraces, tipo Erlenmeyer de una boca marca PYREX y de 500 ml. de capacidad c/u, con fibra de vidrio, y como medio de enfriamiento, nitrógeno líquido, hielo seco.
- VII.-Tanque de almacén de monómero en acero tipo A-36, de 45 lt. de capacidad, con descarga en el fondo para alimentación del reactor.



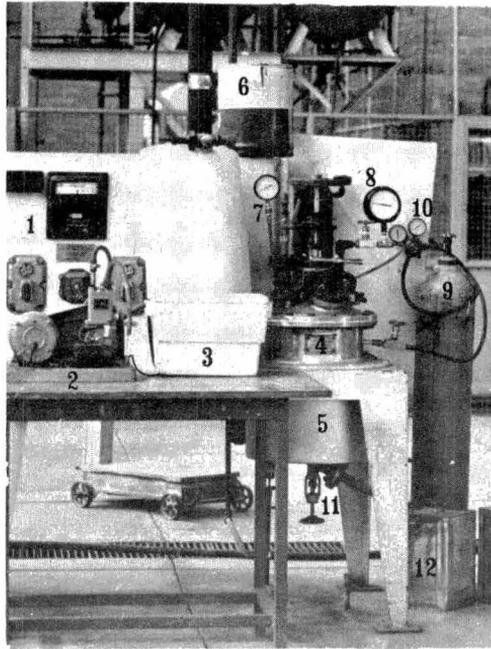
Tapa del reactor y piezas principales



Reactor montado en su base de material aislante.

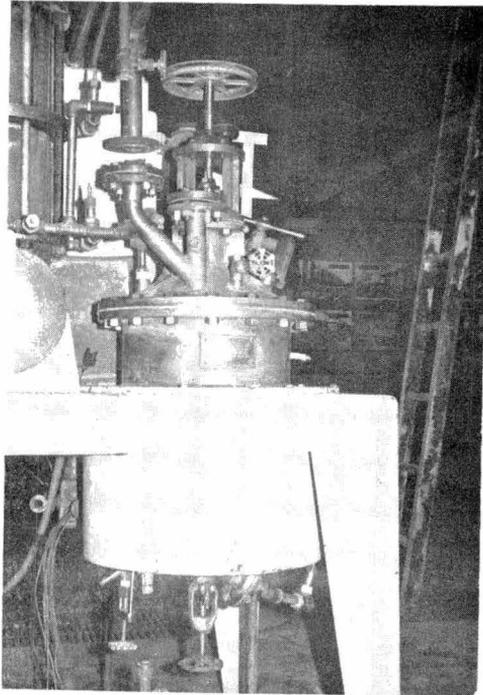


Base del reactor mostrando resistencias eléctricas y válvulas inferiores.

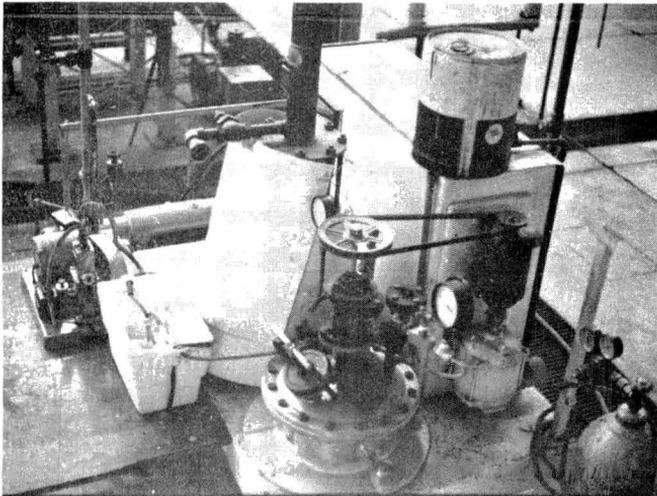


PLANTA PILOTO DE IMPREGNACION

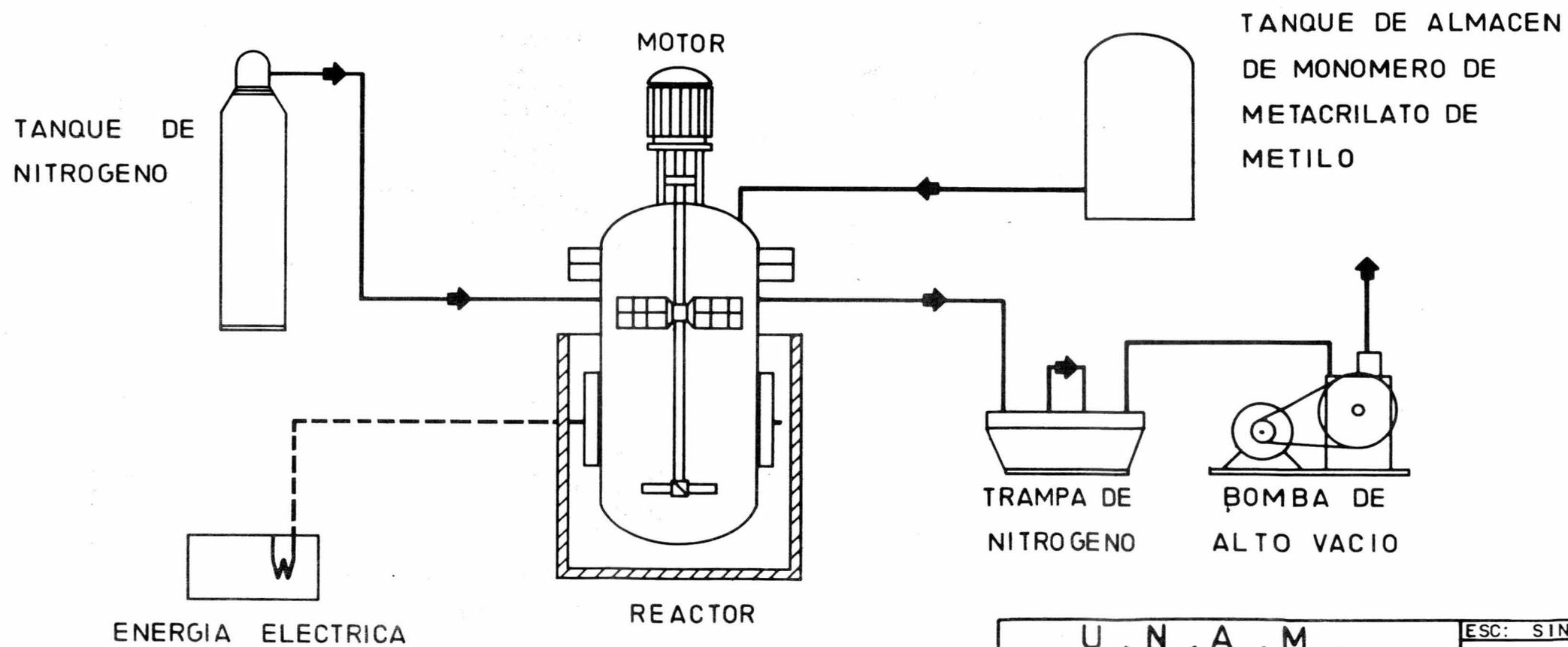
- 1.- Tablero de Instrumentos de Control
- 2.- Motor y bomba de vacio
- 3.- Trampa de hielo seco
- 4.- Reactor (capacidad 40 lts.)
- 5.- Coraza aislante del reactor
- 6.- Tanque de alimentación de monómero
- 7.- Vacuo - manómetro de presión interna
- 8.- Vacuo - manómetro de control de vacio
- 9.- Tanque de Nitrógeno
- 10.- Manómetros de control del Nitrógeno
- 11.- Válvula de Drenaje
- 12.- Tanques de recuperación de monómero



Vista frontal del Reactor



Vista superior de la Planta Piloto.



U . N . A . M .		ESC: SIN
FACULTAD DE QUIMICA		DIB.
PLANTA PILOTO LAB. ING. QUIMICA		REV.
DIAGRAMA DE FLUJO		FECHA
		1975
		FORMA
		A-3
		No. PLANO
		70 ESMH.R.V.

8.4. PROCESO DE IMPREGNACION

8.4.1. SECUENCIA DE TRABAJO EN EL LABORATORIO

Se trabajó con maderas de AILE y PINO. Se realizaron experimentos diferentes con el fin de observar que cantidad de monómero absorbe la madera a intervalos de tiempo y presión.

La secuencia básica de como se realizó el trabajo es la siguiente:

- 1.- Selección de las probetas a impregnar.
- 2.- Se pesan las maderas y se anota el peso.
- 3.- Se calcula el por ciento de humedad de cada probeta.
- 4.- Se meten las probetas y el monómero al reactor donde se dejan impregnar a diferentes intervalos de tiempo y de presión.
- 5.- Una vez completado c/u de estos intervalos, se restablece la presión, se destapa el reactor, se sacan las maderas y se guardan en una bolsa de plástico con el objeto de disminuir las pérdidas por evaporación de monómero. Hecho esto se pesan nuevamente.
- 6.- Este nuevo peso que se obtiene es el peso total de las muestras impregnadas a un cierto tiempo, y con una cierta presión y a partir de esto se obtiene el peso promedio de cada muestra.
- 7.- Los pasos 5 y 6 se repiten hasta completar toda la etapa de impregnación.
- 8.- Con los datos obtenidos de los pesos a los diferentes intervalos de presión y tiempo, se calcula el % en peso de monómero incorporado en la madera.
- 9.- Se construyen gráficas de % de monomero incorporado vs tiempo de impregnación a diferentes presiones con el fin de localizar el tiempo y la presión óptima de impregnación.

NOTA: En esta secuencia no se uso el vacío antes de impregnar.

TIPO DE MADERA

PINO

DIMENSIONES (CM.)

6X15X1

PRESION DE IMPREGNACION
MANOMETRICA (KG/CM²)

0 2 4 8

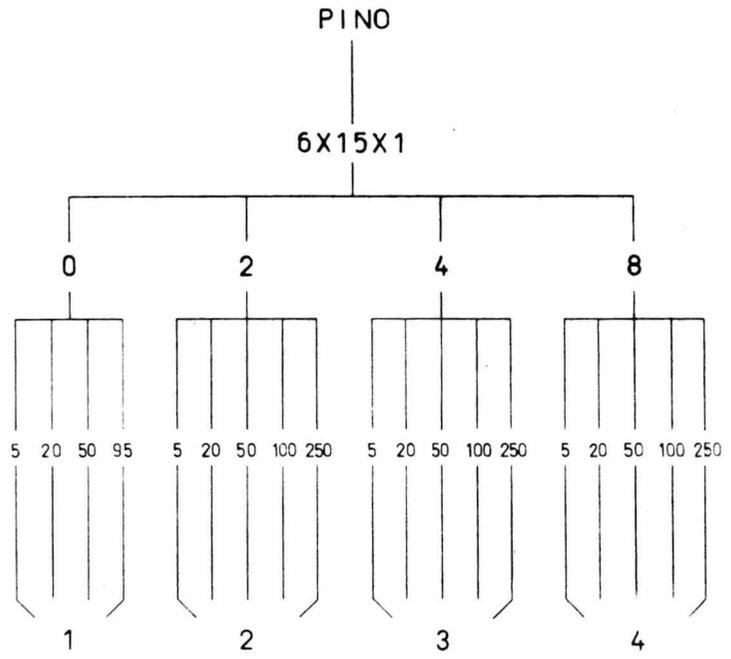
TIEMPO DE IMPREGNACION
(MIN.)

5 20 50 95 5 20 50 100 250 5 20 50 100 250 5 20 50 100 250

EXPERIMENTO No.

1 2 3 4

DIAGRAMA No. 1



TIPO DE MADERA

AI LE

DIMENSIONES (CM.)

25X25X10

PRESION DE IMPREGNACION
MANOMETRICA (KG/CM²)

0

2

4

8

TIEMPO DE IMPREGNACION
(MIN.)

5 20 50 95

5 20 50 100 250

5 20 50 100 250

5 20 50 100 250

EXPERIMENTO No.

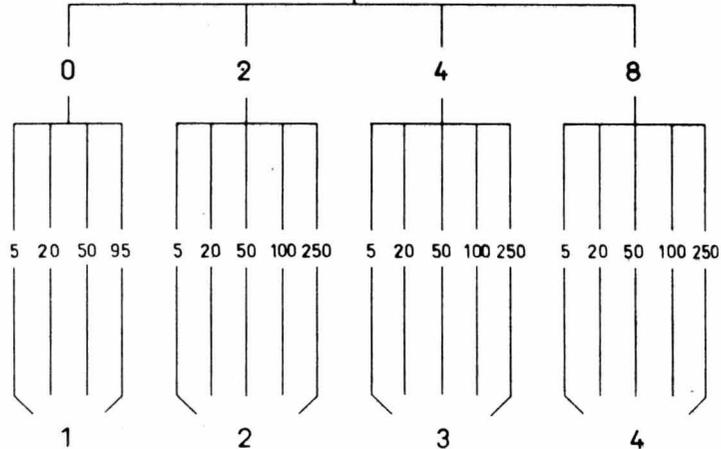
1

2

3

4

DIAGRAMA No. 2



TIPO DE MADERA

PI NO

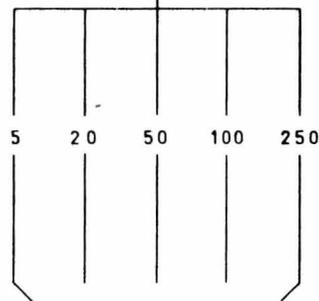
DIMENSIONES (CM.)

5X5X15

PRESION DE IMPREGNACION
MANOMETRICA (KG/CM²)

8

TIEMPO DE IMPREGNACION
(MIN.)



EXPERIMENTO No.

DIAGRAMA No. 3

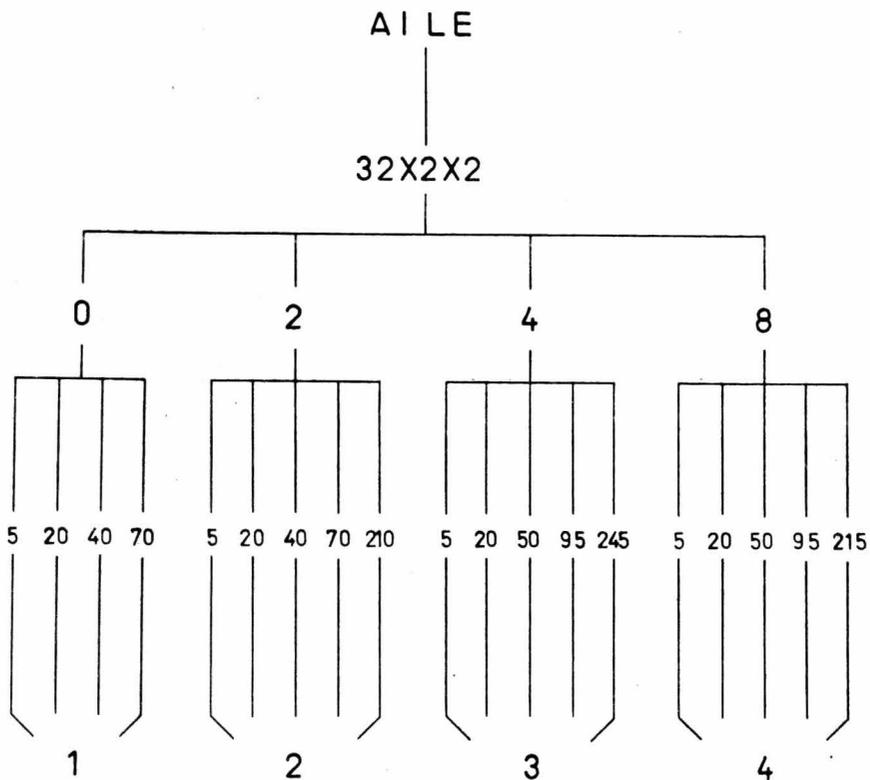
TIPO DE MADERA

DIMENSIONES (CM.)

PRESION DE IMPREGNACION
MANOMETRICA (KG/CM²)

TIEMPO DE IMPREGNACION
(MIN.)

EXPERIMENTO No.



EXPERIMENTO # 1

CONDICIONES DE OPERACION: PRESION ATMOSFERICA

PROBETAS: 6

DIMENSION DE LAS PROBETAS: 6 x 15 x 1 cm

TIEMPO DE IMPREGNACION (MIN)	0	5	20	50	95
PESO PROMEDIO DE LAS PROBETAS IMPREGNADAS (GR)	41.05	43.9	44.15	44.92	45.0
% EN PESO MONOMERO INCORPORADO EN LA MADERA	0	6.95	7.56	9.43	9.62

EXPERIMENTO # 2

CONDICIONES DE OPERACION: PRESION DE N₂ 2 kg/cm²

PROBETAS:

DIMENSION DE LAS PROBETAS: 6 x 15 x 1 cm

TIEMPO DE IMPREGNACION (MIN)	0	5	20	50	100	250
PESO PROMEDIO DE LAS PROBETAS IMPREGNADAS (GR)	39.45	53.93	56.55	59.6	62.8	66.68
% EN PESO MONOMERO INCORPORADO EN LA MADERA	0	36.71	43.35	51.08	59.19	69.03

EXPERIMENTO # 3

CONDICIONES DE OPERACION: PRESION N₂ 4 kg/cm²

PROBETAS: 6

DIMENSION DE LAS PROBETAS: 6 x 15 x 1 cm

TIEMPO DE IMPREGNACION (MIN)	0	5	20	50	100	250
PESO PROMEDIO DE LAS PROBETAS IMPREGNADAS (GR)	39.45	54.75	59.15	63.35	67.15	71.74
% EN PESO DE MONOMERO INCORPORADO EN LA MADERA	0	38.79	49.94	60.59	70.22	81.86

EXPERIMENTO # 4

CONDICIONES DE OPERACION: PRESION N₂ 8 kg/cm²

PROBETAS: 6

DIMENSION PROBETAS: 6 x 15 x 1 cm

TIEMPO DE IMPREGNACION (MIN)	0	5	20	50	100	250
PESO PROMEDIO DE LAS PROBETAS IMPREGNADAS (GR)	35.35	53.65	59.60	64.55	66.65	69.25
% EN PESO DE MONOMERO INCORPORADO EN LA MADERA	0	51.77	68.60	82.60	88.55	95.90

EXPERIMENTO # 1

CONDICIONES DE OPERACION: PRESION ATMOSFERICA

PROBETAS: 6

DIMENSION DE LAS PROBETAS: 27.5 x 2 x 2 cm

TIEMPO DE IMPREGNACION (MIN)	0	5	20	40	70
PESO PROMEDIO DE LAS PROBETAS IMPREGNADAS (GR)	43.9	53.05	55.05	55.65	56.65
% MONOMERO INCORPORADO EN LA MADERA	0	20.80	25.4	26.77	29.04

EXPERIMENTO # 2

CONDICIONES DE OPERACION: PRESION DE N₂ 2 kg/cm²

DE PROBETAS: 6

DIMENSION DE LAS PROBETAS: 27.5 x 2 x 2 cm

TIEMPO DE IMPREGNACION (MIN)	0	5	20	40	70	150
PESO PROMEDIO DE LAS PROBETAS IMPREGNADAS (GR)	55.15	82.6	89.65	90.8	92.9	95.7
% EN PESO DE MONOMERO INCORPORADO EN LA MADERA	0	49.77	62.55	64.64	68.45	73.52

EXPERIMENTO # 3

CONDICIONES DE OPERACION: PRESION DE N₂ 4 kg/cm²

DE PROBETAS: 6

DIMENSION DE LAS PROBETAS: 27.5 x 2 x 2 cm

TIEMPO DE IMPREGNACION (MIN)	0	5	20	50	95	150
PESO PROMEDIO DE LAS PROBETAS IMPREGNADAS (GR)	60.4	96.10	99.25	101.70	104.10	105.5
% EN PESO MONOMERO INCORPORADO EN LA MADERA	0	59.10	64.34	68.37	72.35	74.67

EXPERIMENTO # 4

CONDICIONES DE OPERACION PRESION DE N₂ 8 kg/cm²

DE PROBETAS: 6

DIMENSION DE LAS PROBETAS: 27.5 x 2 x 2 cm

TIEMPO DE IMPREGNACION (MIN)	0	5	20	50	95	215
PESO PROMEDIO DE LAS PROBETAS IMPREGNADAS (GR)	59.45	102.15	106.75	110.1	112.3	116.1
% EN PESO MONOMERO INCORPORADO EN LA MADERA	0	71.82	79.56	85.19	88.89	95.2

EXPERIMENTO # 1

CONDICIONES DE OPERACION: PRESION ATMOSFERICA

DE PROBETAS: 6

DIMENSION DE LAS PROBETAS: 2.5 x 2.5 x 10 cm

TIEMPO DE IMPREGNACION (MIN)	0	5	20	50	95
PESO PROMEDIO DE LAS PROBETAS IMPREGNADAS (GR)	30.65	38.27	40.30	40.95	42.05
% EN PESO MONOMERO INCORPORADO EN LA MADERA	0	24.87	31.49	33.61	37.20

EXPERIMENTO # 2

CONDICIONES DE OPERACION: PRESION DE N₂ 2 kg/cm²

DE PROBETAS: 6

DIMENSION DE LAS PROBETAS: 2.5 x 2.5 x 10 cm

TIEMPO DE IMPREGNACION (MIN)	0	5	20	50	100	250
PESO PROMEDIO DE LAS PROBETAS IMPREGNADAS (GR)	31.43	51.87	54.49	56.30	57.75	59.42
% EN PESO MONOMERO INCORPORADO EN LA MADERA	0	65.04	73.37	79.13	83.75	89.06

EXPERIMENTO # 3

CONDICIONES DE OPERACION: PRESION DE N₂ 4 kg/cm²

DE PROBETAS: 6

DIMENSION DE LAS PROBETAS: 2.5 x 2.5 x 10 cm

TIEMPO DE IMPREGNACION (MIN)	0	5	20	50	100	250
PESO PROMEDIO DE LAS PROBETAS IMPREGNADAS (GR)	32	55.02	57.52	59.5	60.62	63.49
% EN PESO MONOMERO INCORPORADO EN LA MADERA	0	71.94	79.75	85.94	89.44	98.40

EXPERIMENTO # 4

CONDICIONES DE OPERACION: PRESION DE N₂ 8 kg/cm²

DE PROBETAS: 6

DIMENSION DE LAS PROBETAS 2.5 x 2.5 x 10 cm

TIEMPO DE IMPREGNACION (MIN)	0	5	20	50	100	250
PESO PROMEDIO DE LAS PROBETAS IMPREGNADAS (GR)	32.43	57.05	59.62	62.47	64.15	66.68
% EN PESO MONOMERO INCORPORADO EN LA MADERA	0	75.92	83.84	92.64	97.81	105.62

MADERA DE PINO

CONDICIONES DE OPERACION: PRESION DE N₂ 8 kg/cm²

DE PROBETAS: 4

DIMENSION DE PROBETAS: 5 x 5 15 cm

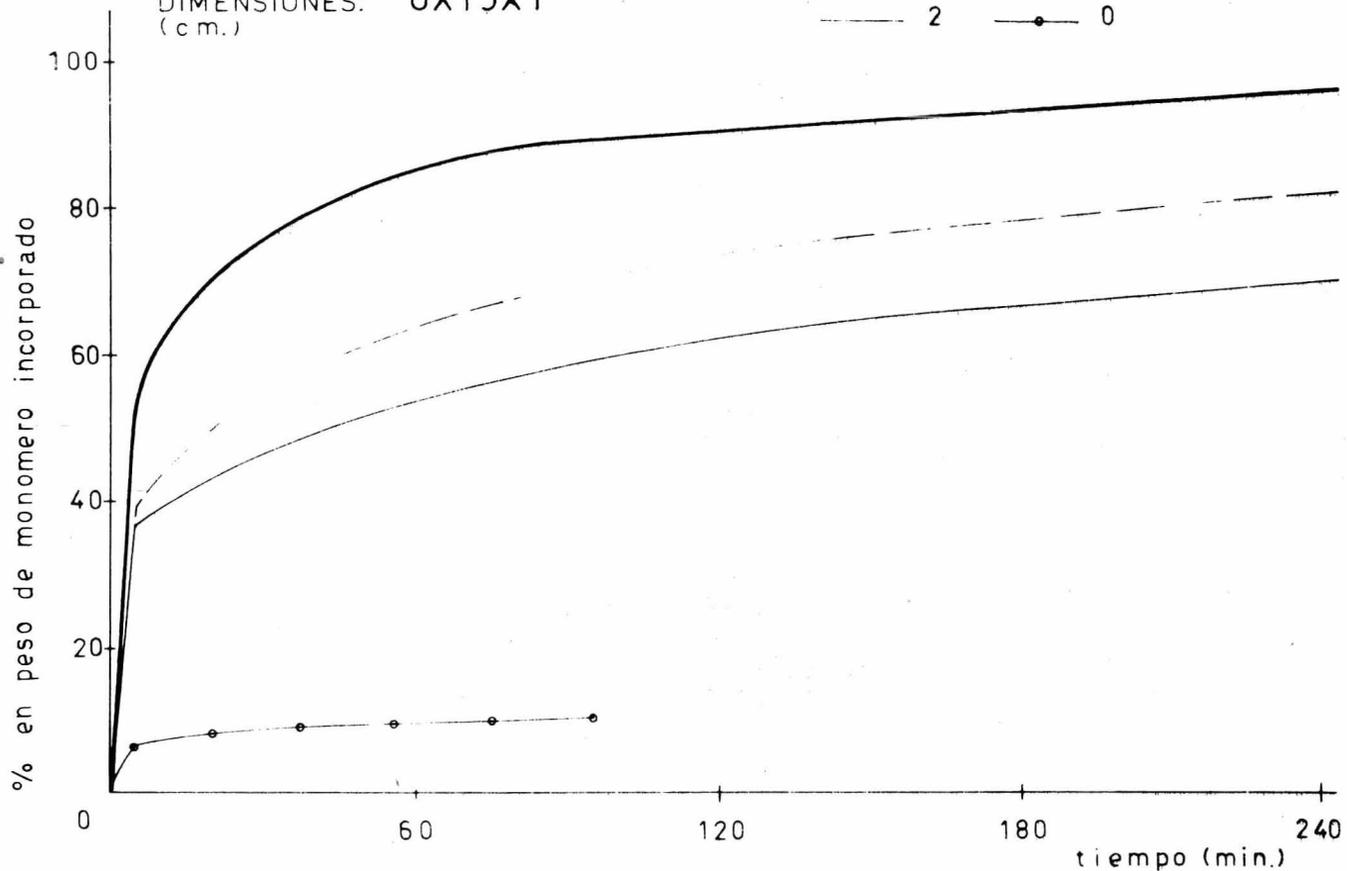
TIEMPO DE IMPREGNACION EN (MIN)	0	5	20	50	100	250
PESO PROMEDIO DE LA PROBETA IMPREGNADA (GR)	199.42	272.87	302.47	317.47	332.57	344.5
% EN PESO DE MONOMERO INCORPORADO EN MADERA	0	36.83	51.68	59.20	66.76	72.75

MADERA DE PINO

PRESION MAN. (kg/cm^2)

DIMENSIONES: 6X15X1
(c.m.)

— 8 - - - 4
- - - 2 - ● - 0



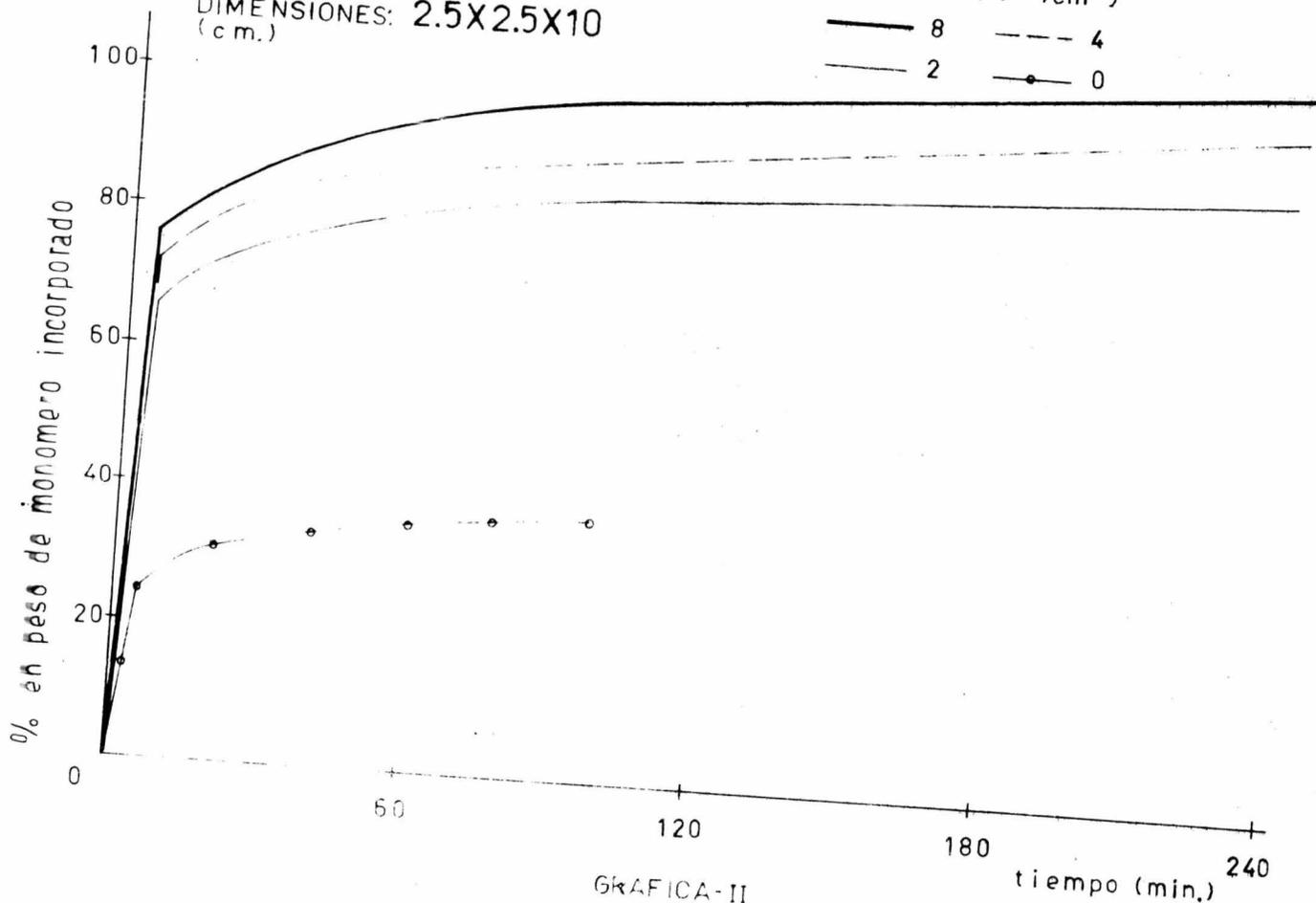
GRAFICA-I

MADERA DE AILE

DIMENSIONES: 2.5X2.5X10
(cm.)

PRESION MAN. (kg/cm²)

— 8 - - - 4
— 2 - o - 0



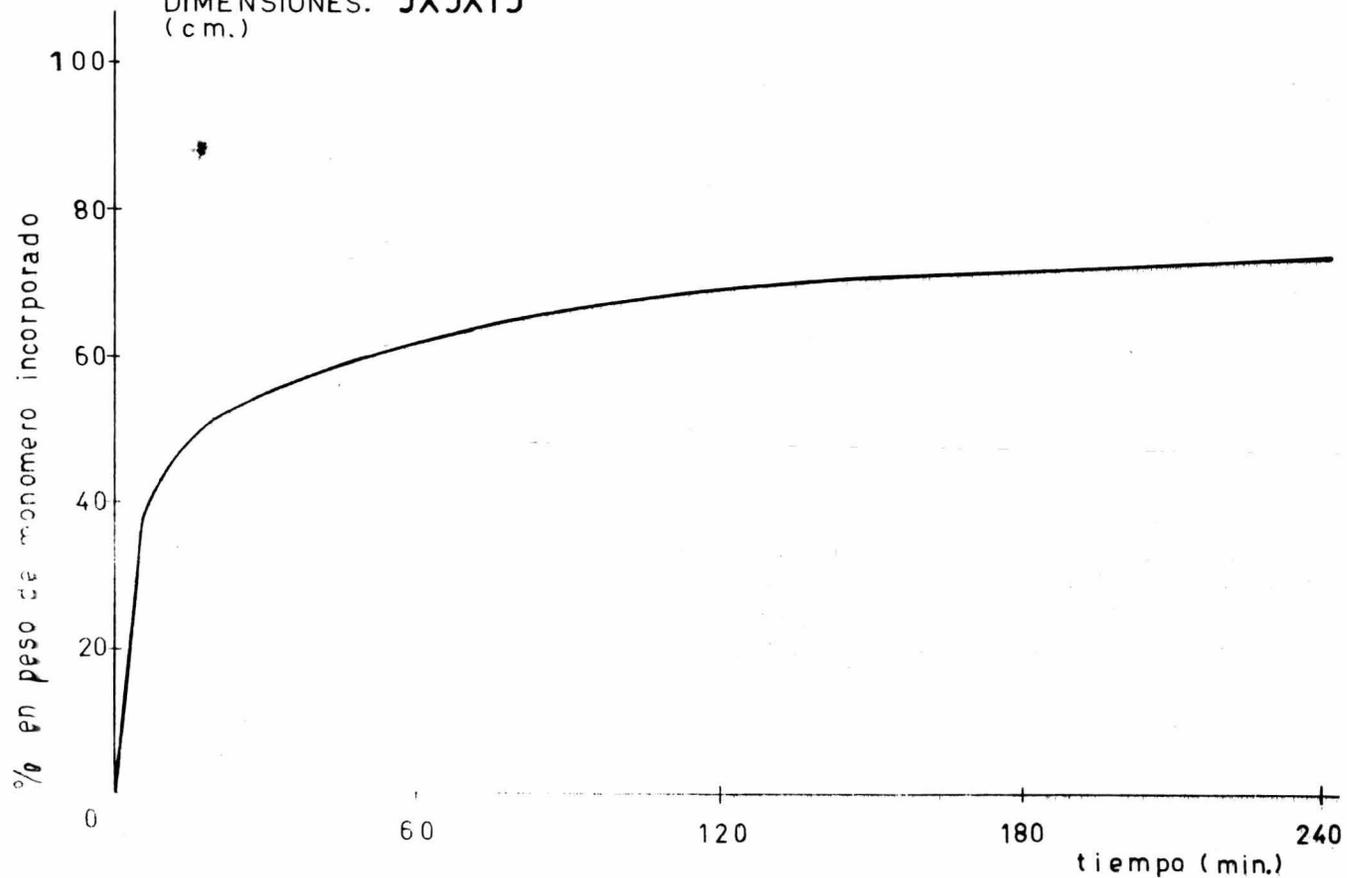
GRAFICA-II

MADERA DE PINO

PRESION MAN. (kg/cm^2)

DIMENSIONES: 5X5X15
(cm.)

— 8



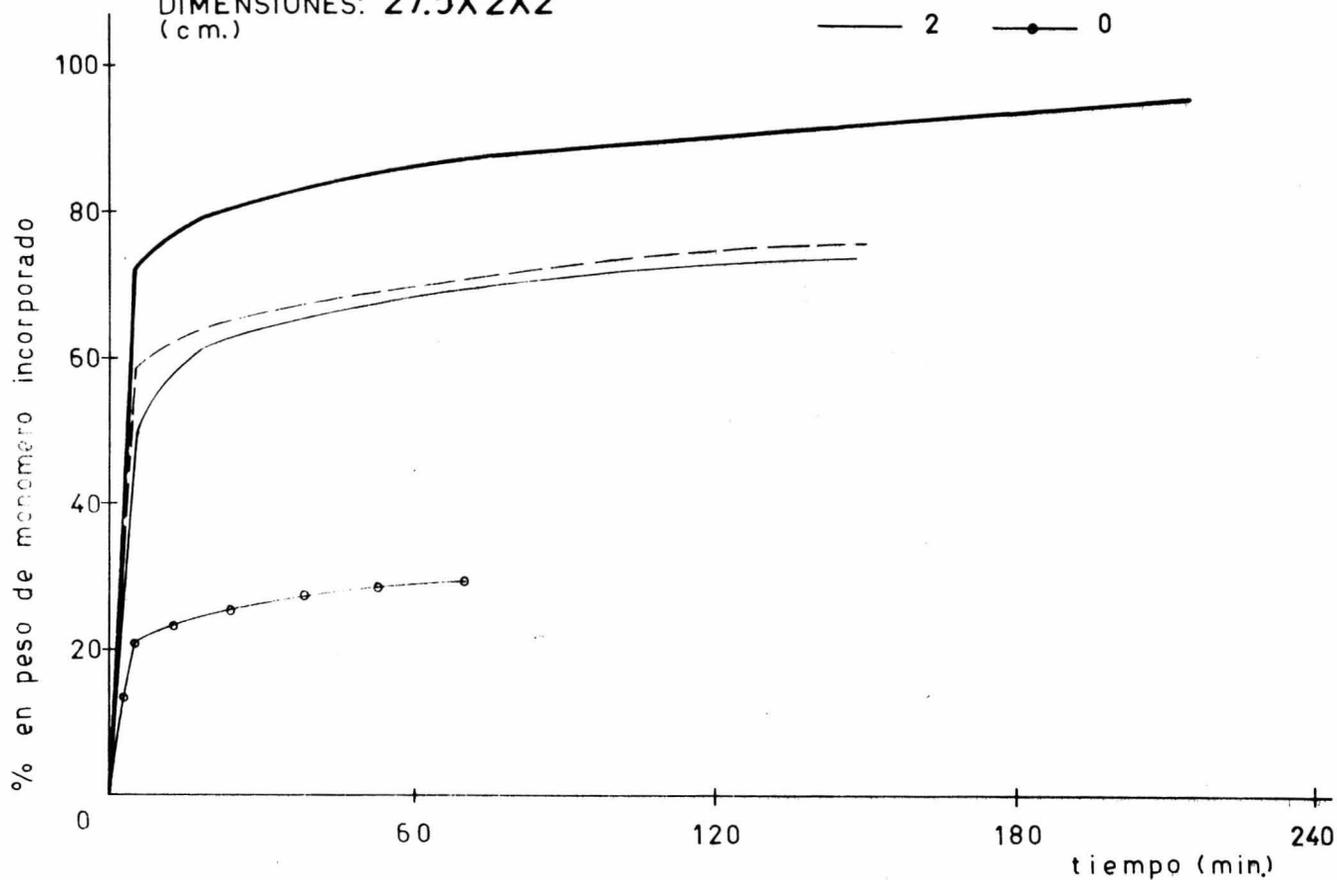
GRAFICA-III

MADERA DE AILE

PRESION MAN. (kg/cm^2)

DIMENSIONES: 27.5X2X2
(c.m.)

— 8 - - - 4
— 2 - ● - 0



GRAFICA-IV

8.5. PROCESO DE POLIMERIZACION

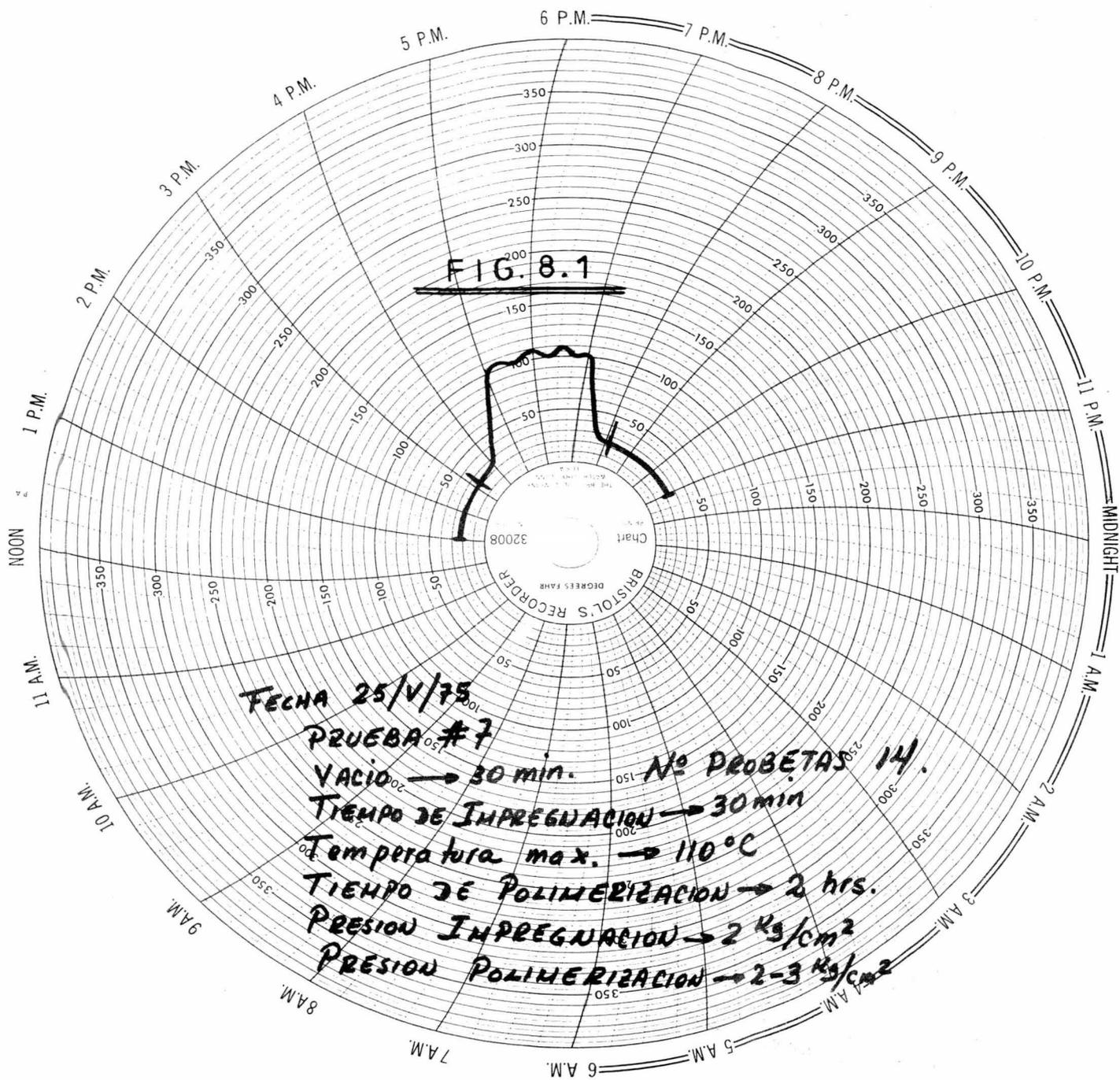
La polimerización es el paso que precede a la impregnación, estos deben ser continuos en el proceso, ya que la madera absorbe una cierta cantidad de monómero debido a que se le ha extraído el aire de los intersticios, los cuales tiende a ocupar el liquido ya que la madera es un material higroscópico.

Asi realizada la impregnación se procedió a controlar la presión y a suministrar calor (por medio de las resistencias eléctricas) para empezar el proceso de polimerización dentro de la madera.

En el laboratorio se obtuvo por medio de experimentación un rango de temperaturas adecuadas para la polimerización, la temperatura en cada prueba se registró y controló, por medio de un termógrafo marca Bristol (rango de temperaturas de 0 a 400°C) obteniéndose registros como el de la siguiente figura (8.1).

Ya que es necesario lograr una polimerización en todo el interior de la pieza de madera, y como la conductividad termica de la madera es muy baja la temperatura en el exterior de la pieza debe ser mayor para lograr en el interior una polimerización completa, que casi siempre se ve afectada por el contenido de humedad que tenga la madera, pues el agua inhibe la reacción de polimerización. Para este estudio la madera de aile se encontraba a contenidos de humedad casi siempre menores del 12% y el pino no tuvo un secado muy eficiente por lo cual el porcentaje de agua era un poco mayor al 12 % casi en todas las probetas.

Toda la secuencia de impregnación - polimerización se encuentra descrita en el diagrama del diseño general del experimento.

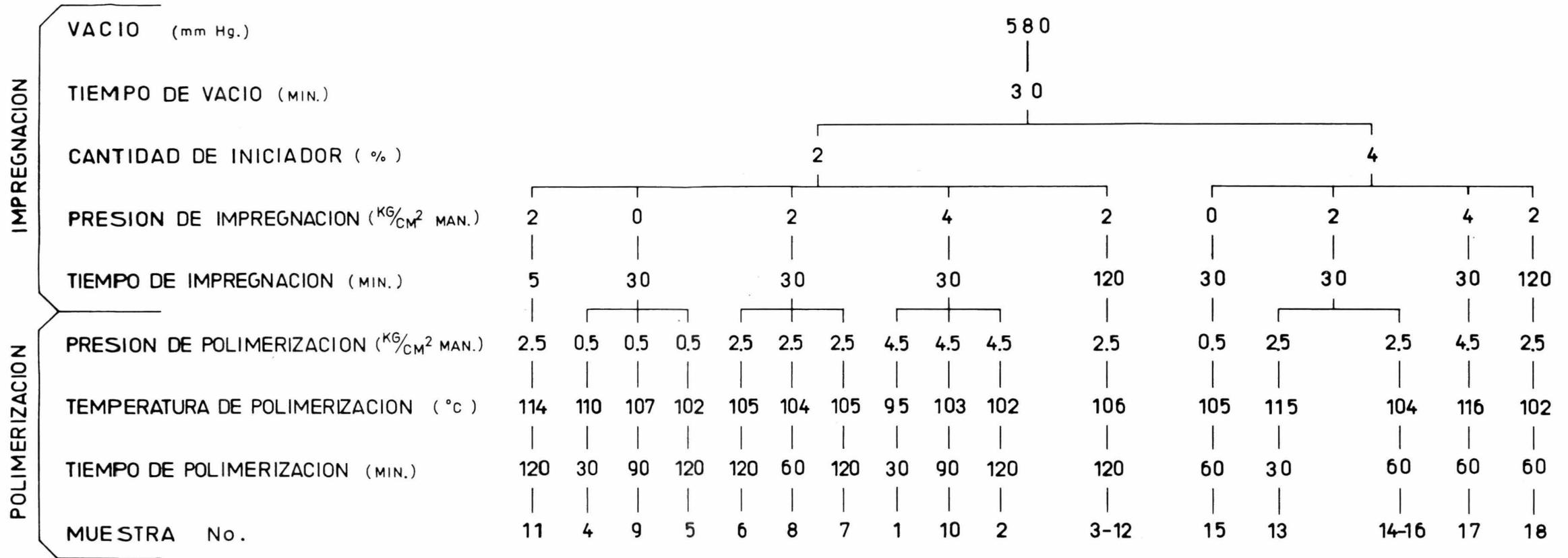


Cada prueba se realizó a distintas condiciones de presión, tiempo de impregnación, porcentaje de iniciador, etc., y así tratar de encontrar los parámetros entre los cuales la polimerización es más eficiente.

La secuencia de cada prueba se realizó así:

- 1.- Colocación de las probetas previamente pesadas.
- 2.- Cierre hermético del reactor.
- 3.- Prueba de instrumentación (válvulas, manómetros, etc.)
- 4.- Funcionamiento de la bomba de vacío, durante el tiempo requerido.
- 5.- Adición del metacrilato de metilo con el iniciador.
- 6.- Control de tiempo y presión de impregnación.
- 7.- Drenar el monómero no adsorbido.
- 8.- Control de la presión (restablecer).
- 9.- Control del calentamiento, presión y tiempo de polimerización.
- 10.- Terminación del calentamiento.
- 11.- Restablecimiento de la presión a la atmosférica.
- 12.- Pesar las probetas obtenidas (madera-polímero).

DISEÑO GENERAL DEL EXPERIMENTO



8.5.1. VARIABLES DEL PROCESO

Presión de impregnación: Tiene el objeto de ayudar a incorporar mayor cantidad de monómero en la madera a mayor presión, como se vió en las gráficas de impregnación.

Tiempo de impregnación: Esta variable va íntimamente ligada con la presión y tiene también por objeto, el incorporar mayor cantidad de monómero a mayor tiempo, manteniendo la presión constante.

Presión de polimerización: La razón de esta variable es no permitir que la madera después de impregnada deje salir el monómero a causa de una presión menor fuera de la probeta, lo que provocaría que el monómero se polimerizara fuera de la madera, no lográndose el efecto deseado.

Temperatura de polimerización: Es la temperatura necesaria para lograr la polimerización en todo el volumen de la madera sometida al proceso. Esta temperatura debe ser alta ya que la madera tiene una conductividad térmica muy baja (se considera como aislante) y la parte central de la madera no polimerizaría a la temperatura normal de polimerización.

Tiempo de polimerización: Es la variable --mas importante ya que aqui se conjugan todas las demas condiciones del proceso. Es el tiempo para que se lleve a cabo la polimerización completamente.

Todas las variables anteriores tienen un --efecto directo en el proceso y lo mas importante es que pueden cambiar las propiedades del material obtenido, ya que cada una implica dependiendo de su efecto un aumento o disminución en la propiedad.

Iniciador: El efecto del iniciador (peróxido de benzoilo) en las propiedades físico-mecánicas no es apreciable, debido a que la diferencia de cantidades no fué significativa para que se reflejará en un aumento o disminución de estas sensiblemente. Por lo cuál se concluye que el iniciador solo afecta la reacción químicamente, dando lugar a la formación de radicales libres, para que se inicie la polimerización, pero no afecta mejorando las propiedades físico-mecánicas.

8.6. PRUEBAS FISICO-MECANICAS

Para cuantificar las propiedades físico-mecánicas de las maderas-polímero, se sometieron a distintas pruebas como son compresión paralela a la fibra, flexión estática y dureza Janka (ver inciso 5.4).

Todas estas pruebas fueron realizadas en el Laboratorio de Ciencia y Tecnología de la madera del Instituto de Biología de la U.N.A.M.

Se utilizó una máquina universal de prueba con capacidad de 30 toneladas (Ametek Testing Equipment Systems) y el equipo auxiliar necesario dependiendo de cada prueba, según la norma D 143-52-72 de la American Society for Testing and Materials 1973 (ASTM). Se probaron generalmente 4 probetas por especie y por prueba para cada grupo de probetas obtenidas en una prueba de impregnación-polimerización.

Los resultados obtenidos para cada prueba, fueron calculados, tabulados y promediados partiendo de pruebas particulares en cada probeta.

Se muestra a continuación un ejemplo de las hojas de resultados para cada prueba y para una probeta particular, con el fin de dar una idea mas clara de los pasos necesarios para calcular el valor de la propiedad.

INSTITUTO DE BIOLOGIA

UNAM

COMPRESION PARALELA A LA FIBRA

PRUEBA 17 NUMERO 2

ESPECIE AILE

ANCHO 5.1 x 5.05 AREA = 25.75 cm²

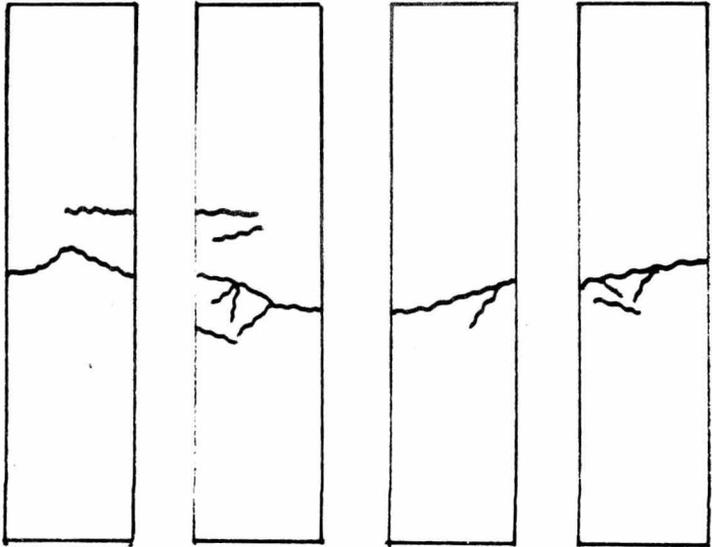
LARGO 19.7

PESO NATURAL = 258.5 Gr.

PESO POLIMERIZADO = 457.9 Gr.

PESO ANTES DEL ENSAYO = 455.9 Gr.

CARGA MAXIMA = 13500 Kg.

ESFUERZO MAXIMO = 524.27 Kg/Cm².

DIAGRAMAS DE COMPRESION

INSTITUTO DE BIOLOGIA

	Carga kg.	Flecha cm.
1	15	0.35
2	30	0.50
3	45	0.64
4	60	0.75
5	75	0.85
6	90	1.0
7	105	1.1
8	120	1.25
9	135	1.40
10	150	1.55
11	165	1.72
12	180	1.90
13	195	2.13
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
36		
37		
38		
39		
40		
41		
42		
43		
44		
45		
46		
47		
48		
49		
50		
51		
52		
53		
54		
55		
56		
57		
58		
59		
60		
61		
62		
63		
64		
65		
66		
67		
68		
69		
70		
71		
72		
73		
74		
75		
76		
77		
78		
79		
80		
81		
82		
83		
84		
85		
86		
87		
88		
89		
90		
91		
92		
93		
94		
95		
96		
97		
98		
99		
100		
101		
102		
103		
104		
105		
106		
107		
108		
109		
110		
111		
112		
113		
114		
115		
116		
117		
118		
119		
120		
121		
122		
123		
124		
125		
126		
127		
128		
129		
130		
131		
132		
133		
134		
135		
136		
137		
138		
139		
140		
141		
142		
143		
144		
145		
146		
147		
148		
149		
150		
151		
152		
153		
154		
155		
156		
157		
158		
159		
160		
161		
162		
163		
164		
165		
166		
167		
168		
169		
170		
171		
172		
173		
174		
175		
176		
177		
178		
179		
180		
181		
182		
183		
184		
185		
186		
187		
188		
189		
190		
191		
192		
193		
194		
195		
196		
197		
198		
199		
200		
201		
202		
203		
204		
205		
206		
207		
208		
209		
210		
211		
212		
213		
214		
215		
216		
217		
218		
219		
220		
221		
222		
223		
224		
225		
226		
227		
228		
229		
230		
231		
232		
233		
234		
235		
236		
237		
238		
239		
240		
241		
242		
243		
244		
245		
246		
247		
248		
249		
250		
251		
252		
253		
254		
255		
256		
257		
258		
259		
260		
261		
262		
263		
264		
265		
266		
267		
268		
269		
270		
271		
272		
273		
274		
275		
276		
277		
278		
279		
280		
281		
282		
283		
284		
285		
286		
287		
288		
289		
290		
291		
292		
293		
294		
295		
296		
297		
298		
299		
300		
301		
302		
303		
304		
305		
306		
307		
308		
309		
310		
311		
312		
313		
314		
315		
316		
317		
318		
319		
320		
321		
322		
323		
324		
325		
326		
327		
328		
329		
330		
331		
332		
333		
334		
335		
336		
337		
338		
339		
340		
341		
342		
343		
344		
345		
346		
347		
348		
349		
350		
351		
352		
353		
354		
355		
356		
357		
358		
359		
360		
361		
362		
363		
364		
365		
366		
367		
368		
369		
370		
371		
372		
373		
374		
375		
376		
377		
378		
379		
380		
381		
382		
383		
384		
385		
386		
387		
388		
389		
390		
391		
392		
393		
394		
395		
396		
397		
398		
399		
400		

C. MAX. 2.10

FLEXION ESTATICA

Probeta No. P-11 #2
 Especie. PINO AYACAHUITE.
 Altura cm. 2.23 Ancho cm. 2.08
 Claro cm. 28
 Porcentaje de duramen —
 Porcentaje de albura —
 Peso del Cubo al acabar el ensayo gr. —
 Peso del Cubo seco gr. —
 Volumen del Cubo al acabar el ensayo —
 cm.³ —
 Volumen del Cubo seco cm.³ —
 Contenido de humedad % 15
 Gravedad Especifica —
 P. A. y V.V. 0.428
 P. A. y V.A. —

Comentarios

SE ROMPIO POR
EL CENTRO.

— kg./cm.²

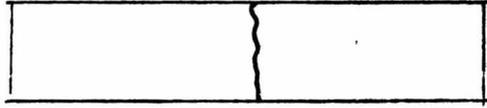
M.R. 857.77 kg./cm.²

— kg./cm.²

CARGA.



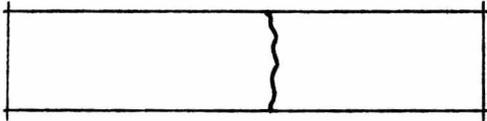
FLEXION ESTATICA



Superior



Lado

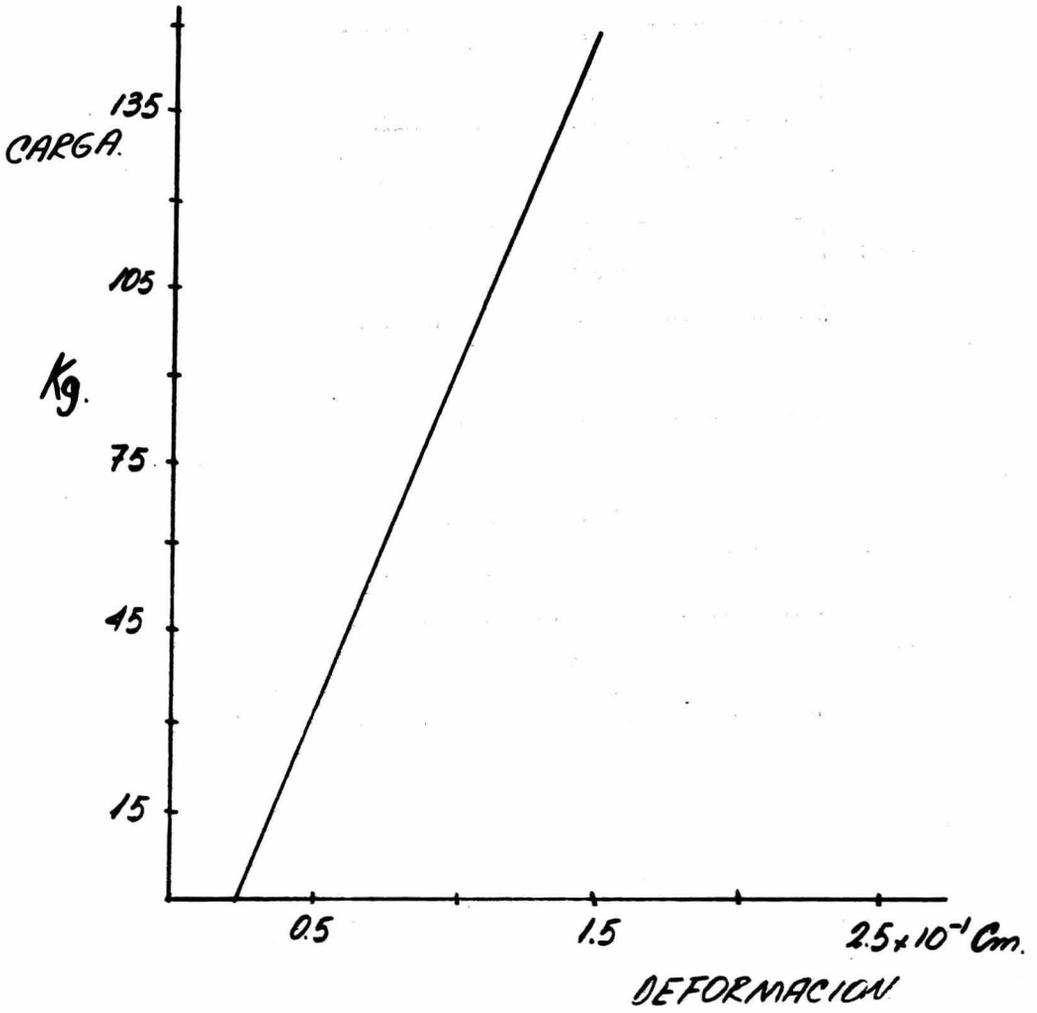


Inferior



Lado

DIAGRAMAS DE RUPTURA



Cálculo del Modulo de Ruptura.

$$MR = \frac{1.5 \times P \times L}{b \times d^2}$$

P = CARGA MAXIMA

L = CLARO (28 cm.)

b = ANCHO

d = ALTURA O PERALTE

$$MR = \frac{1.5 \times 210 \times 28}{2.08 \times (2.23)^2} \quad \frac{\text{Kg} \times \text{cm}}{\text{cm} \times \text{cm}^2}$$

$$\underline{MR = 857.77 \text{ Kg/ cm}^2}$$

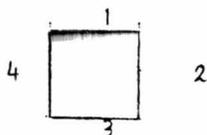
INSTITUTO DE BIOLOGIA

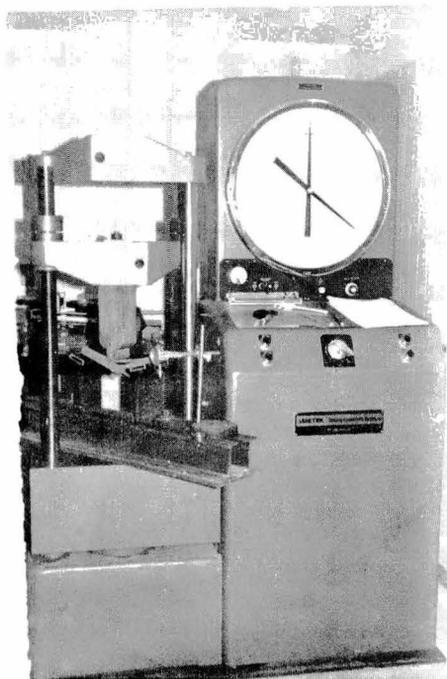
UNAM

DUREZA JANKA

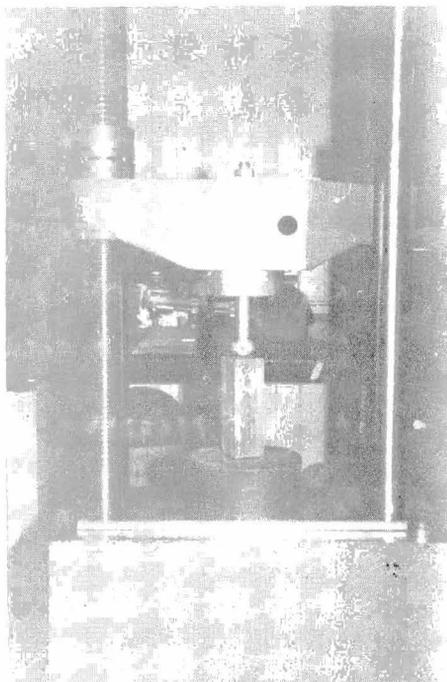
Fecha 4 / VI / 75Especie AILEProbeta No. P-6 # 5Condición IMPREGNADADimensiones: Largo 15.15 cm.Ancho 5.12 cm.Alto — cm.Velocidad de carga 6 mm/min Peso a la hora del ensayo 335.5Peso impregnada ~~anhidro~~ 337.0Peso natural ~~verde~~ 202.0Volumen Anhidro —Intermedio —Verde —Contenido de humedad 12% Gravedad específica 0.425

VALORES DE ENSAYO kg.				
Superficies	Superficie radial	Superficie tangencial	Superficie oblicua	Extremos
1	1175	X	X	950
2	1045			1110
3	1015			
4	1000			
Promedio				
Promedio lados	1058.7			—
Promedio extremos	—			1030

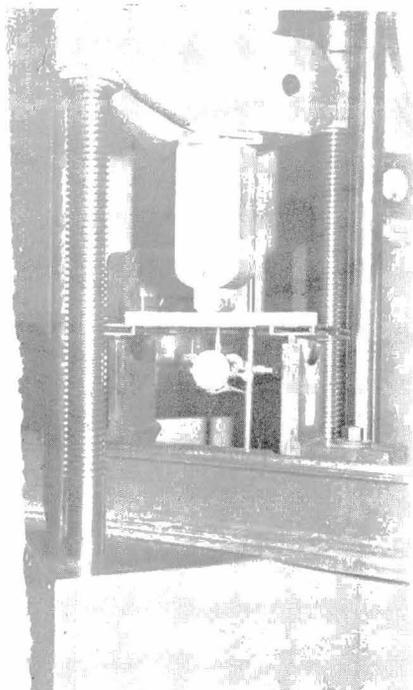




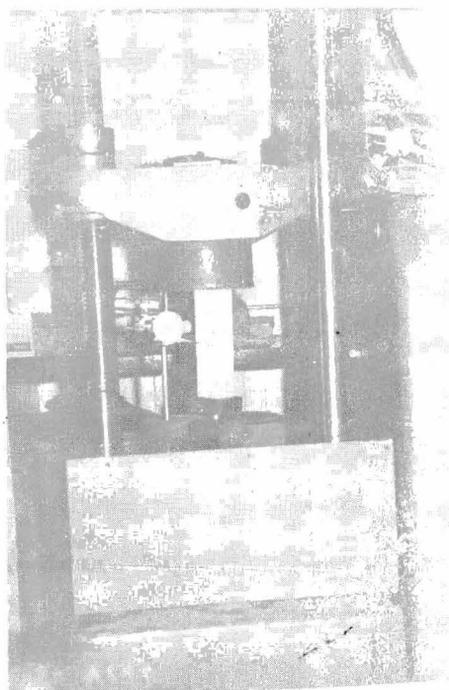
Máquina Universal de Prueba



Prueba de Dureza Janka



Prueba de Flexión
Estática



Prueba de Compresión
paralela a la fibra

8.7. TABULACION DE RESULTADOS

TABLA 9.1
COMPRESION PARALELA A LA FIBRA

PRUEBA	% DE POLIMERIZACION		ESFUERZO MAXIMO (kg/cm ²)	
	AILE	PINO	AILE	PINO
1	---	56.30	---	588.93
2	---	34.95	---	381.88
3	---	53.15	---	340.76
4	---	1.4	---	395.50
5	---	8.03	---	456.21
6	---	39.19	---	526.28
7	71.71	44.24	605.36	398.08
8	56.65	35.82	531.0	437.47
9	---	22.5	---	346.04
10	---	29.15	---	413.73
11	72.79	29.55	539.06	335.49
12	68.64	59.28	404.47	385.82
13	59.66	31.71	636.38	476.97
14	70.86	46.67	358.26	425.97
15	---	5.86	---	348.45
16	---	---	---	---
17	---	46.72	---	366.56
18	72.11	33.55	643.70	350.17
NATURAL	---	---	398.67	384.52

TABLA 10.1

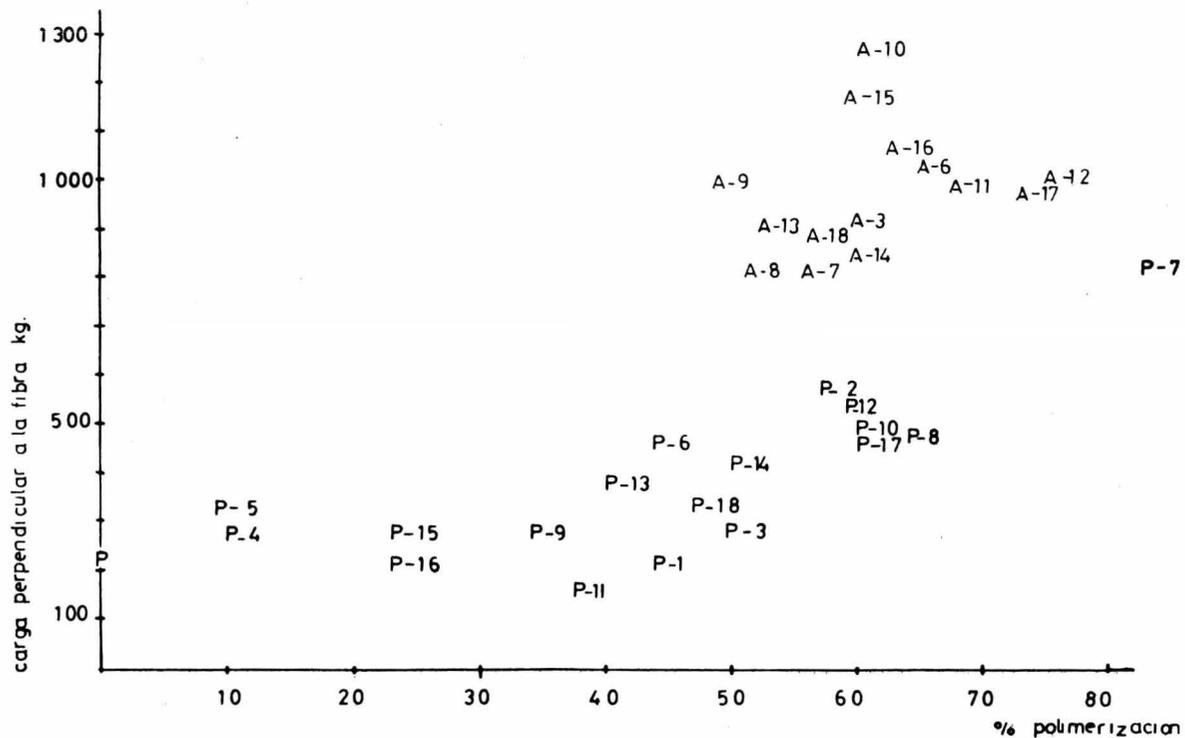
FLEXION ESTATICA

PRUEBA	% POLIMERIZACION		MODULO RUPTURA (kg/cm ²)	
	AILE	PINO	AILE	PINO
1	---	---	---	---
2	57.86	---	1,170.06	---
3	64.3	42.49	1,036.5	762.92
4	---	46.04	---	774.61
5	69.49	47.37	1,163.98	975.67
6	60.95	25.6	1,264.63	841.88
7	62.70	34.82	1,142.30	838.87
8	63.75	27.71	1,318.89	966.16
9	63.76	30.78	862.05	800.98
10	49.57	67.06	1,051.71	898.93
11	70.54	65.88	746.60	888.64
12	80.71	68.27	979.14	727.37
13	63.6	51.03	782.52	810.80
14	71.98	75.10	1,064.13	966.61
15	---	18.36	---	719.65
16	82.37	---	998.30	---
17	71.21	69.0	1,024.91	787.0
18	74.96	52.11	1,053.19	910.44
NATURAL	---	---	881.78	776.25

TABLA 11.1
DUREZA JANKA

PRUEBA	% POLIMERIZACION		PERPENDICULAR A LA FIBRA (kg)		PARALELA A LA FIBRA (kg)	
	AILE	PINO	AILE	PINO	AILE	PINO
1	---	45.28	---	211.2	---	325.0
2	---	58.29	---	588.1	---	862.5
3	60.53	49.84	938.7	268.1	1,207.5	526.25
4	---	11.30	---	289.1	---	383.3
5	---	10.02	---	324.1	---	548.3
6	66.09	44.91	1,058.7	458.3	1,030.	775.0
7	56.73	83.58	818.7	824.95	980.0	690.
8	52.62	65.26	816.2	479.3	960.0	652.0
9	49.24	35.45	1,007.5	283.73	1,240.	571.66
10	61.20	60.98	1,290.	496.9	1,300.	796.5
11	68.58	37.72	1,016.2	167.5	1,095.0	320.
12	76.44	60.38	1,014.3	555.8	1,210.0	951.25
13	53.53	40.93	918.1	392.0	961.0	732.5
14	60.29	51.15	867.2	413.7	1,126.2	727.5
15	59.76	24.41	1,174.3	286.8	881.2	466.2
16	63.47	23.79	1,075.0	206.25	1,223.7	572.5
17	74.23	59.97	1,009.3	490.4	1,143.7	841.6
18	58.04	48.42	932.5	343.3	1,215.0	708.3
NATURAL	---	---	338.1	213.25	478.3	317.0

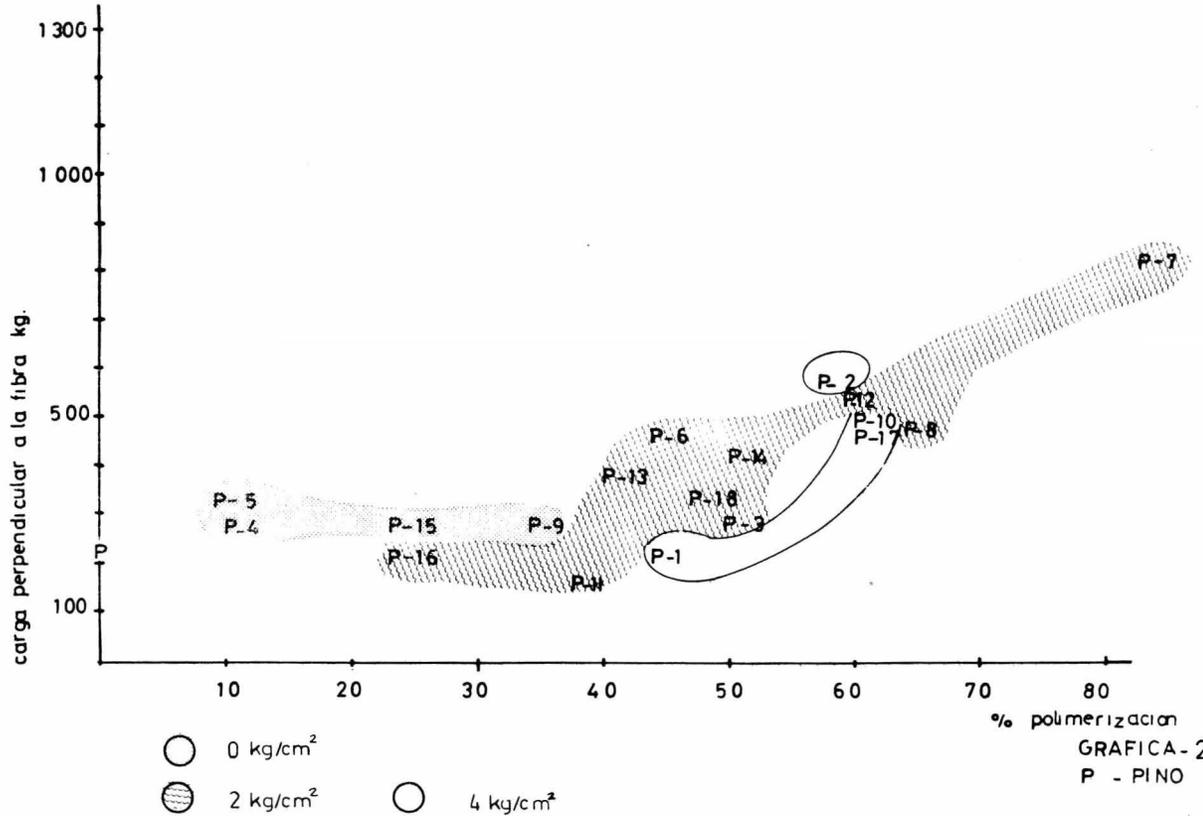
DUREZA JANKA CONDICIONES GENERALES



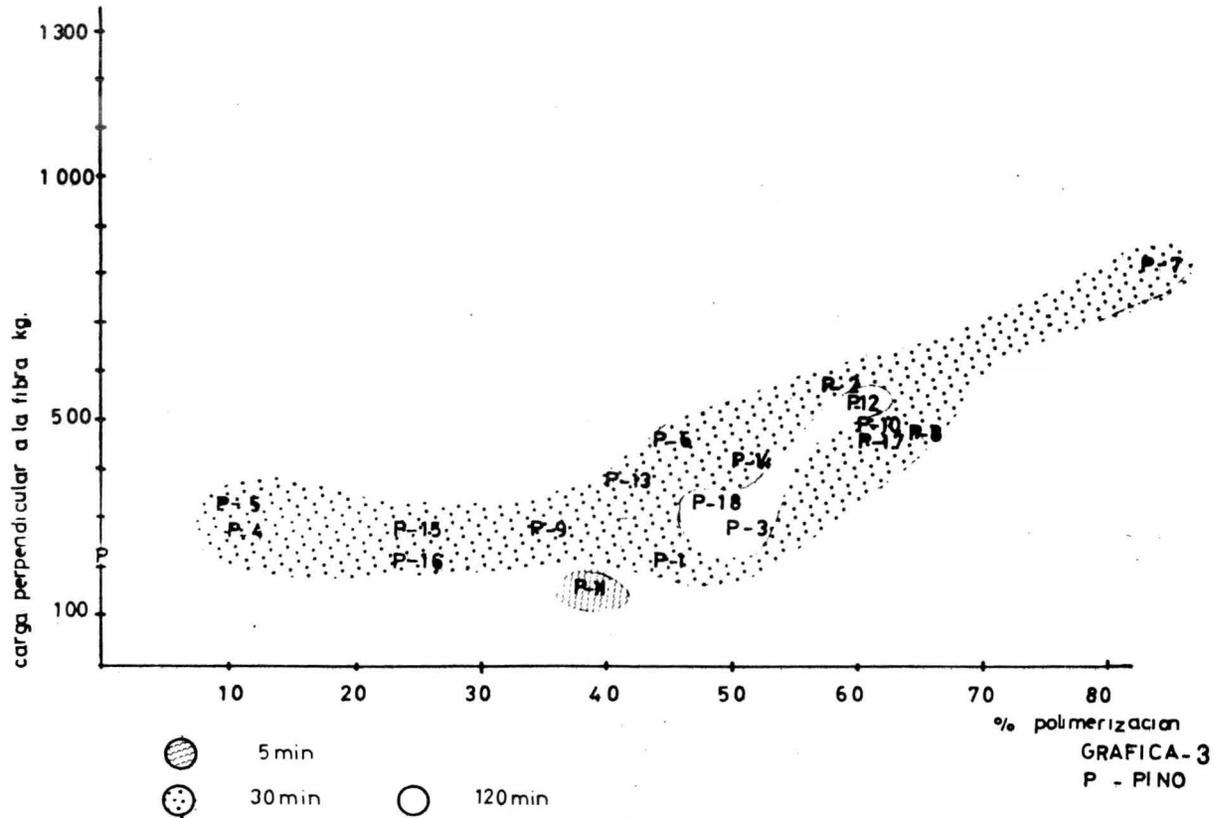
GRAFICA-1

P - PINO

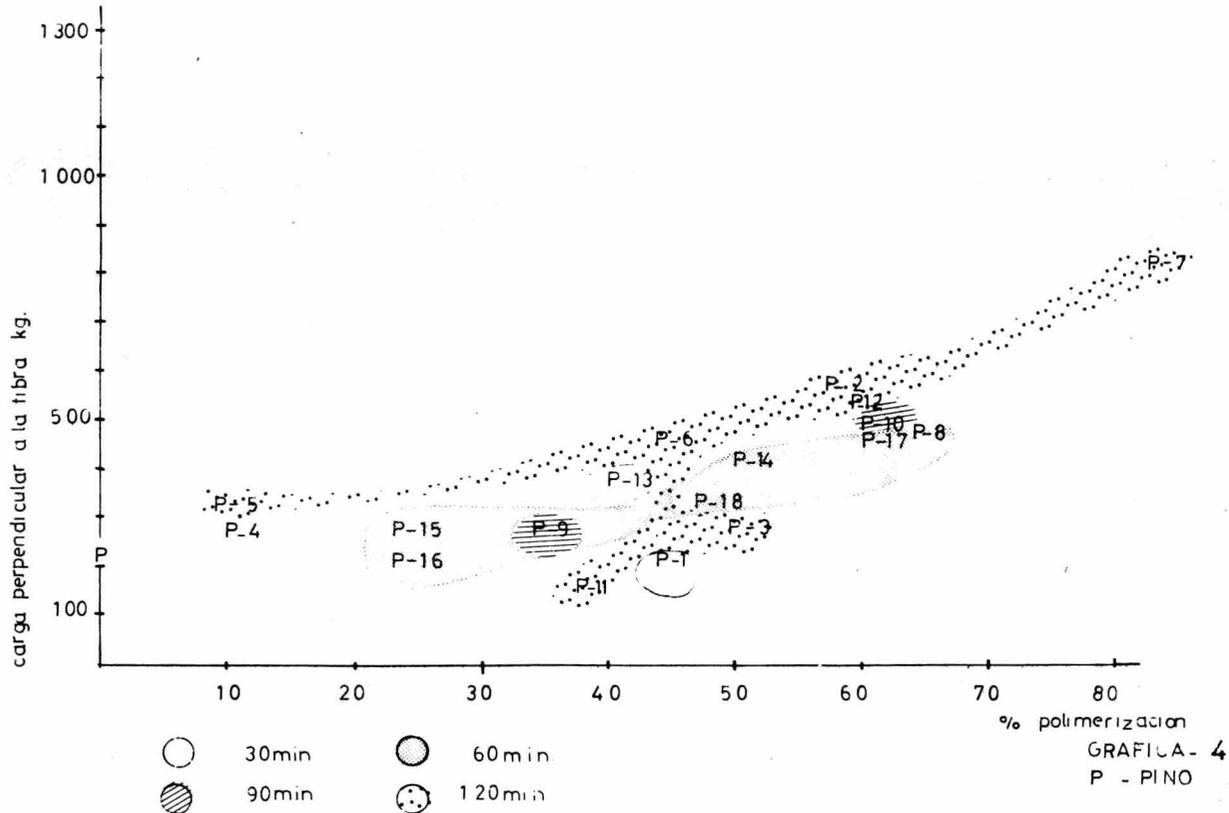
DUREZA JANKA
PRUEBAS DE PINO
PRESION DE IMPREGNACION MANOMETRICA (kg/cm²)



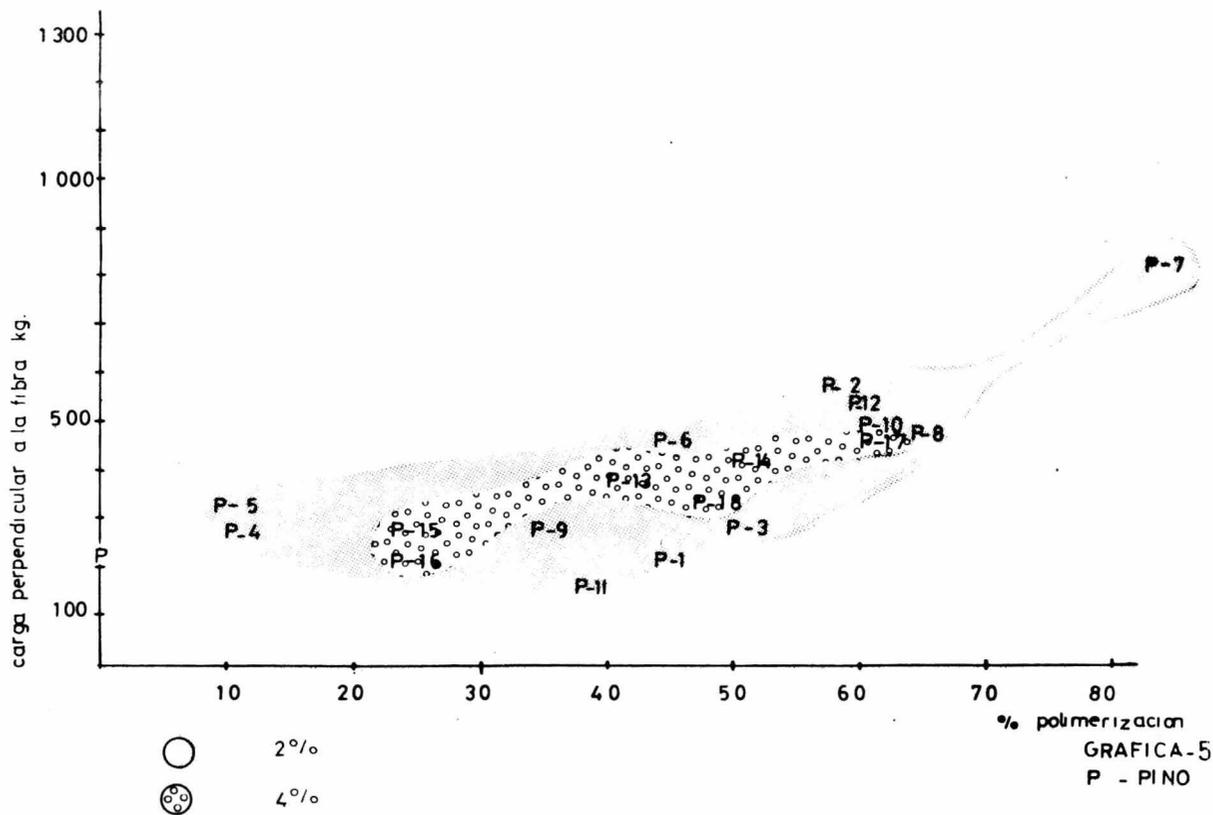
DUREZA JANKA PRUEBAS DE PINO TIEMPO DE IMPREGNACION (min)



DUREZA JANKA PRUEBAS DE PINO TIEMPO DE POLIMERIZACION (min.)

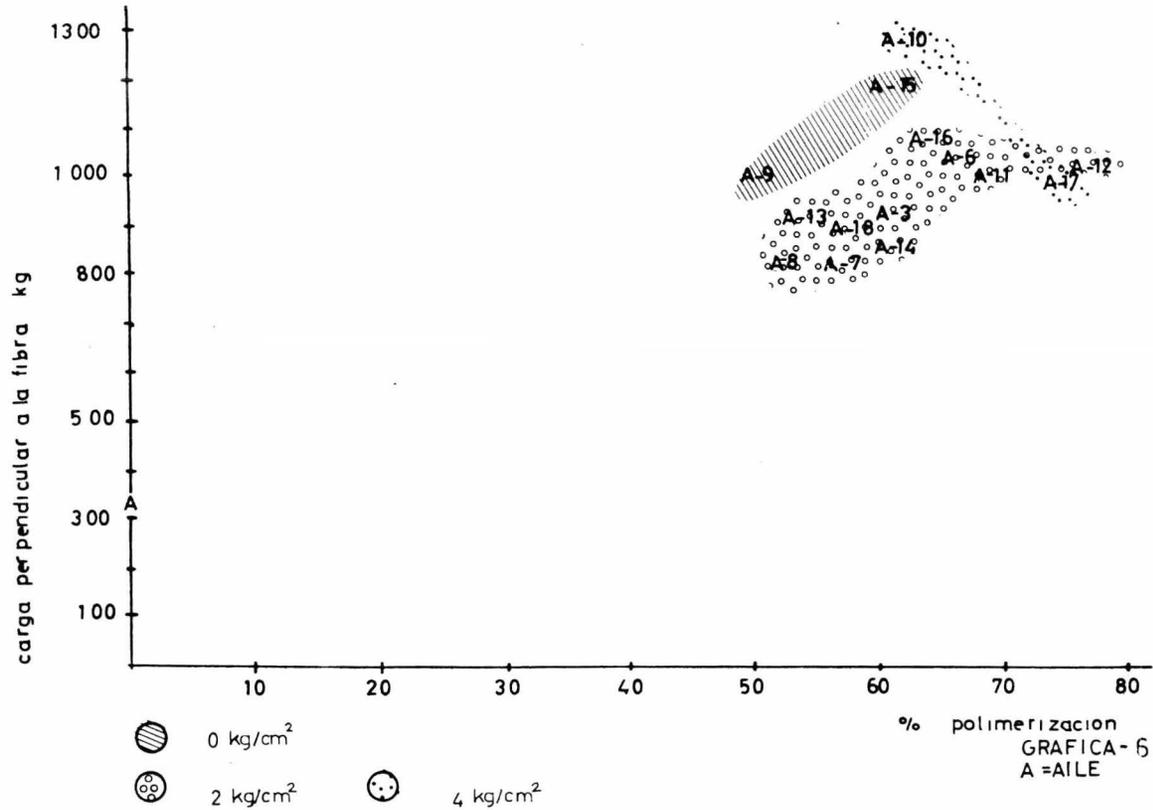


DUREZA JANKA
 PRUEBAS DE PINO
 % CATALIZADOR

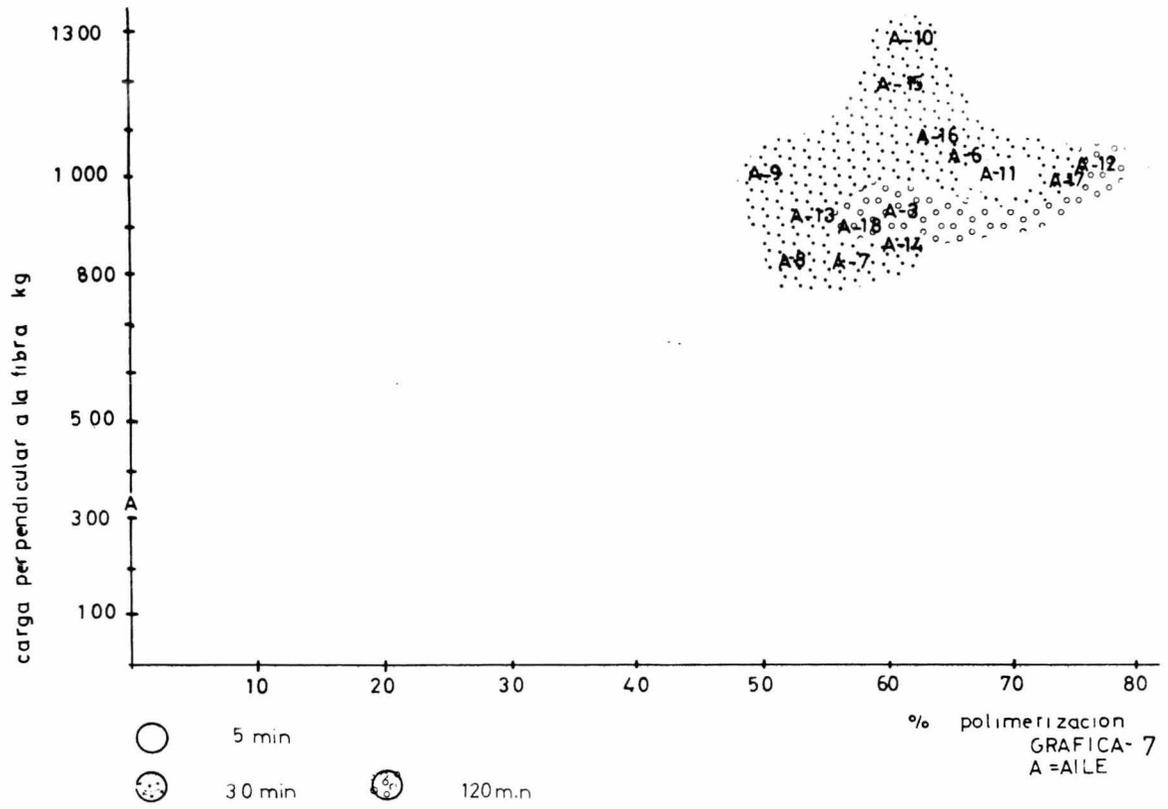


DUREZA JANKA
PRUEBAS DE AILE

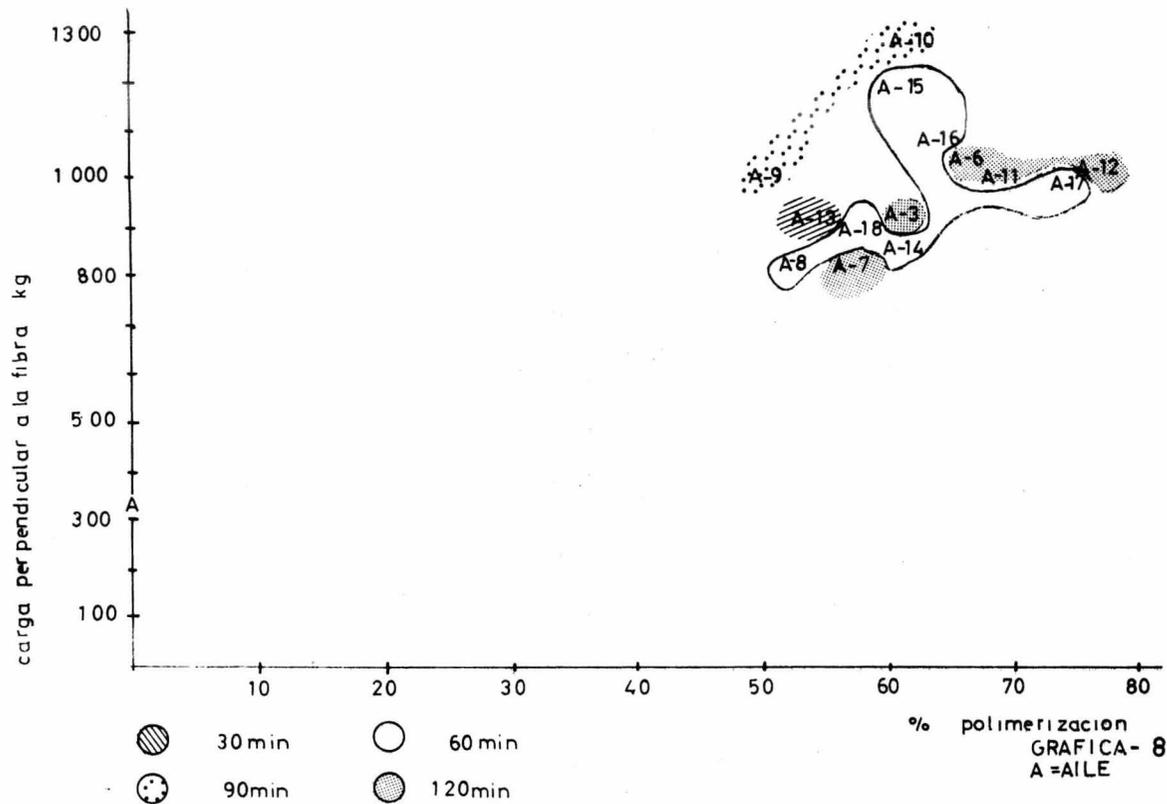
PRESION DE IMPREGNACION MANOMETRICA (kg / cm²)



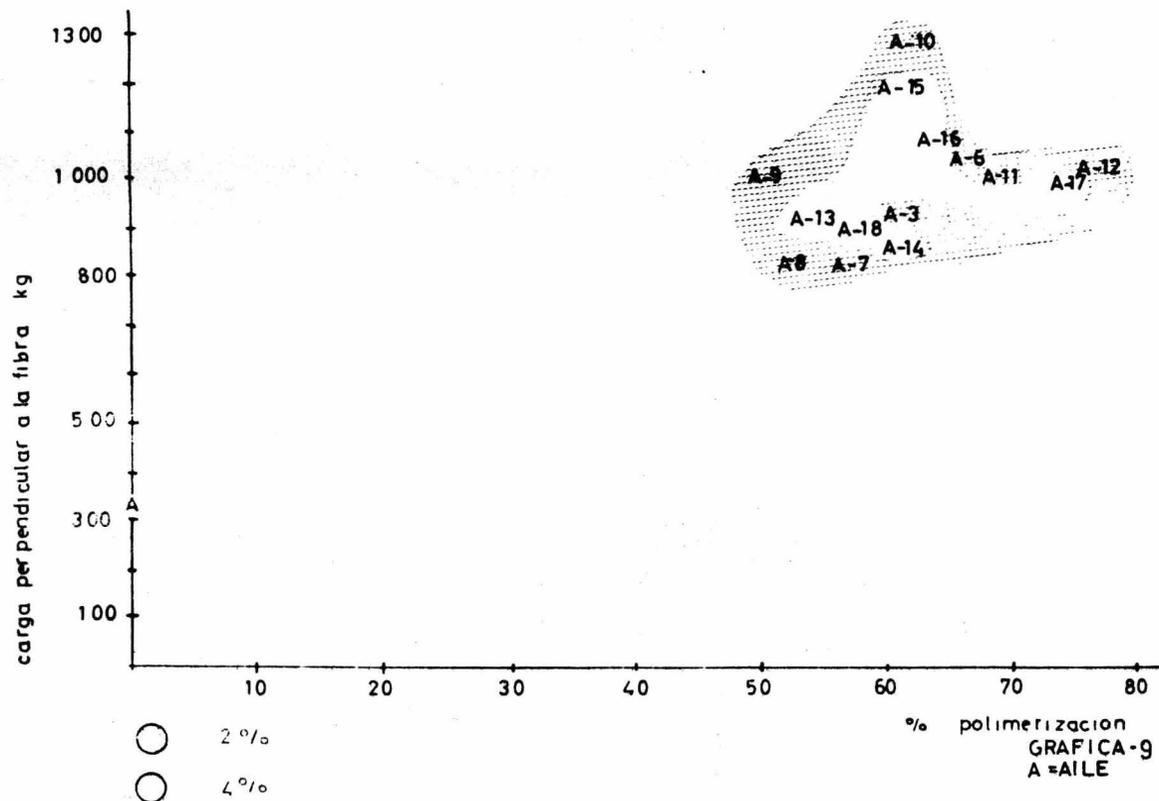
DUREZA JANKA
PRUEBAS DE AILE
TIEMPO DE IMPREGNACION (min)



DUREZA JANKA PRUEBAS DE AILE TIEMPO DE POLIMERIZACION (min.)

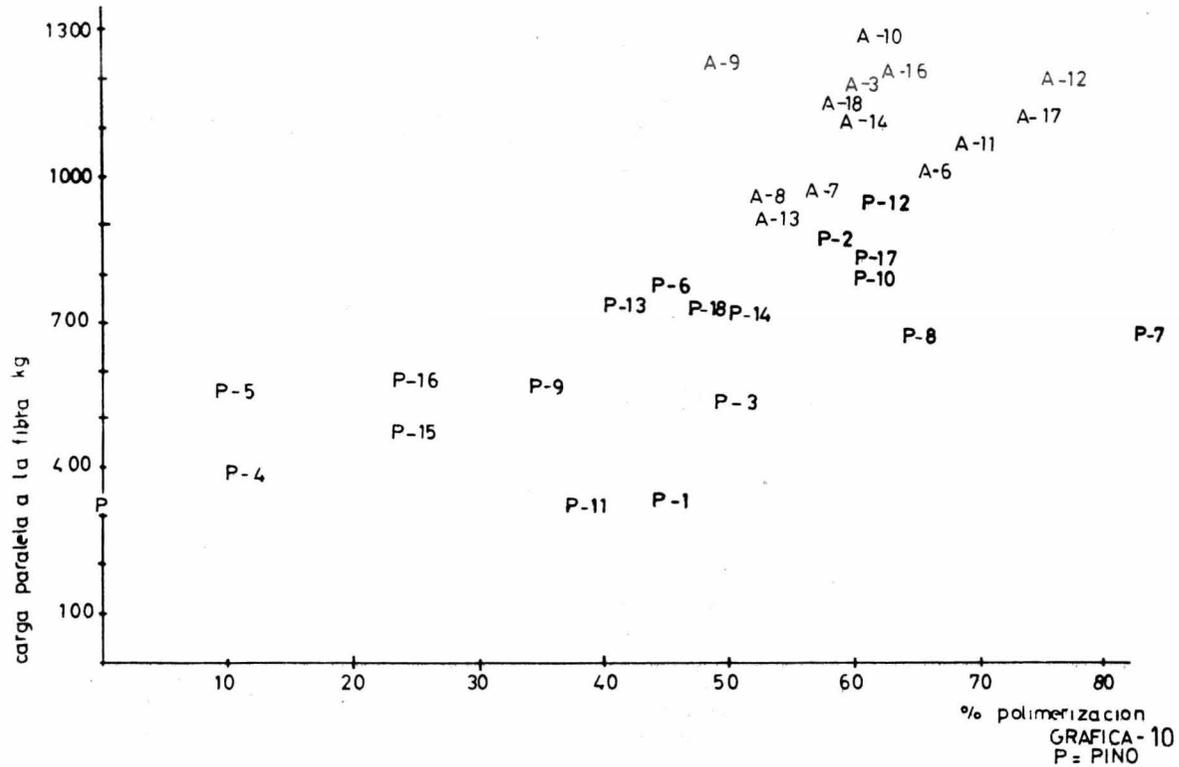


DUREZA JANKA PRUEBAS DE AILE % CATALIZADOR

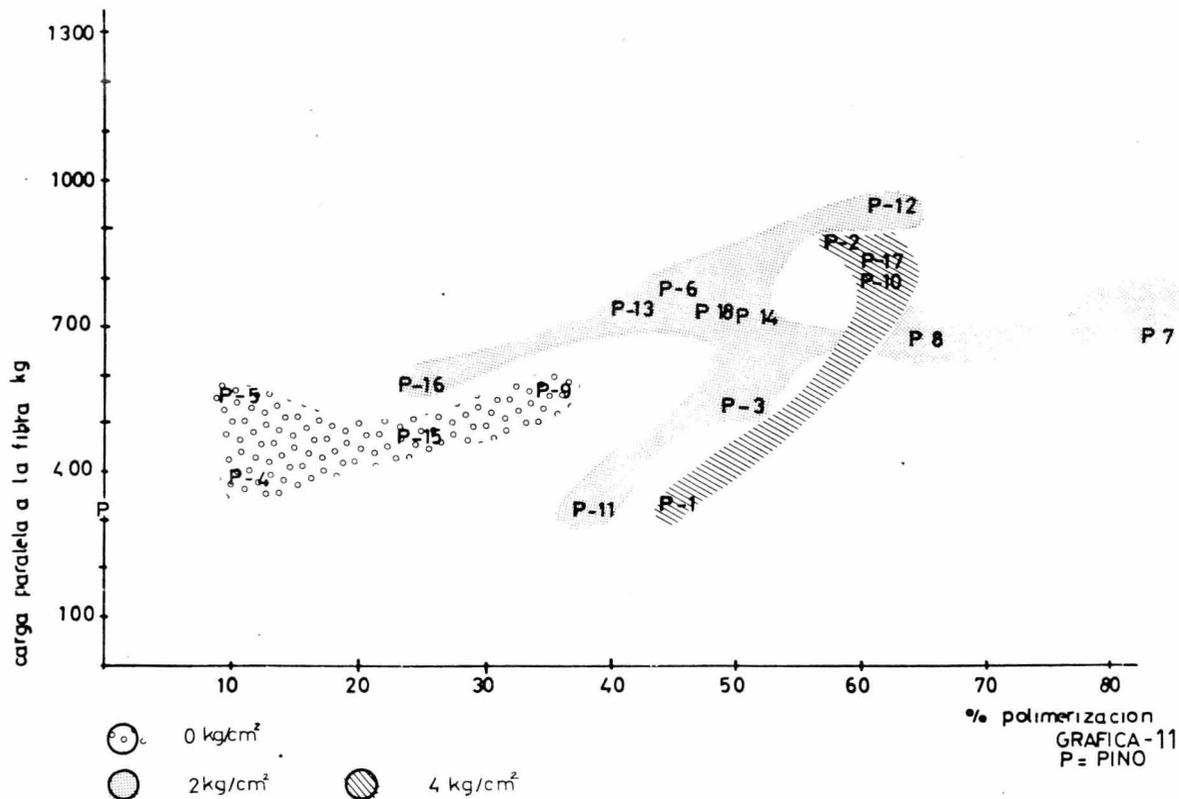


DUREZA JANKA

CONDICIONES GENERALES

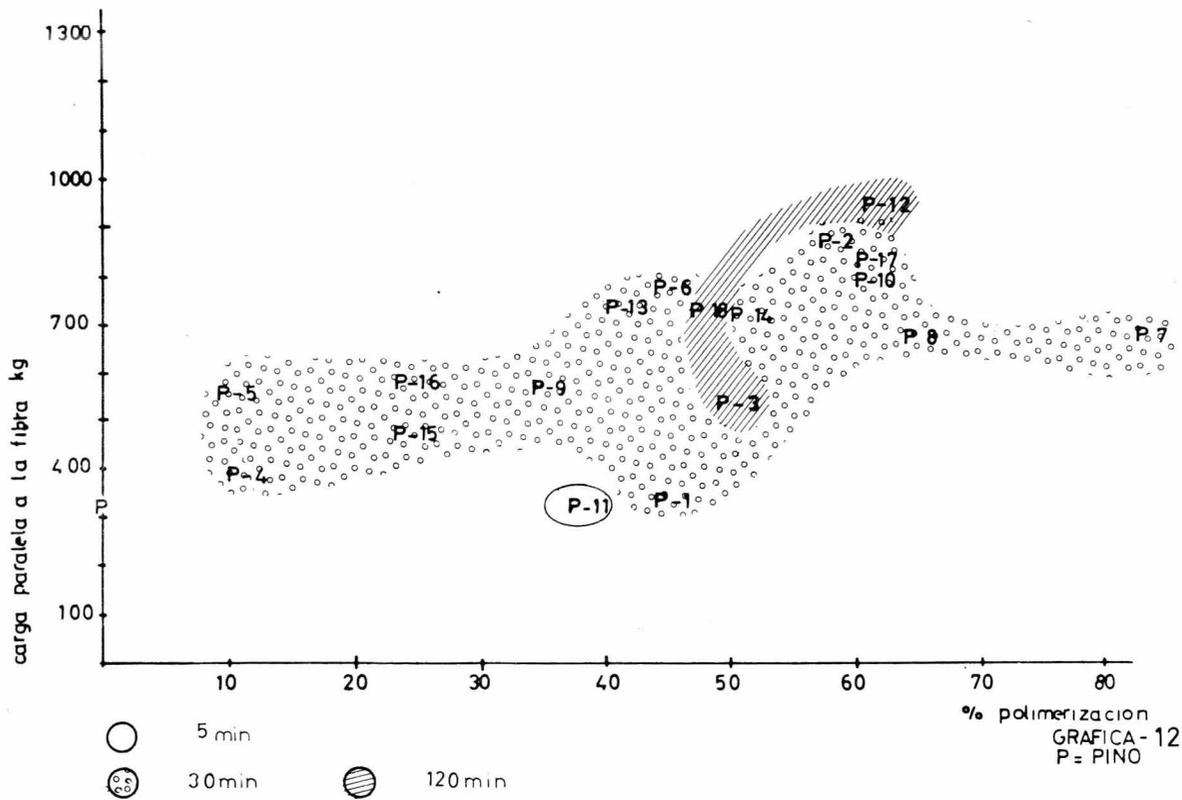


DUREZA JANKA
PRUEBAS DE PINO
PRESION DE IMPREGNACION MANOMETRICA (kg/cm²)

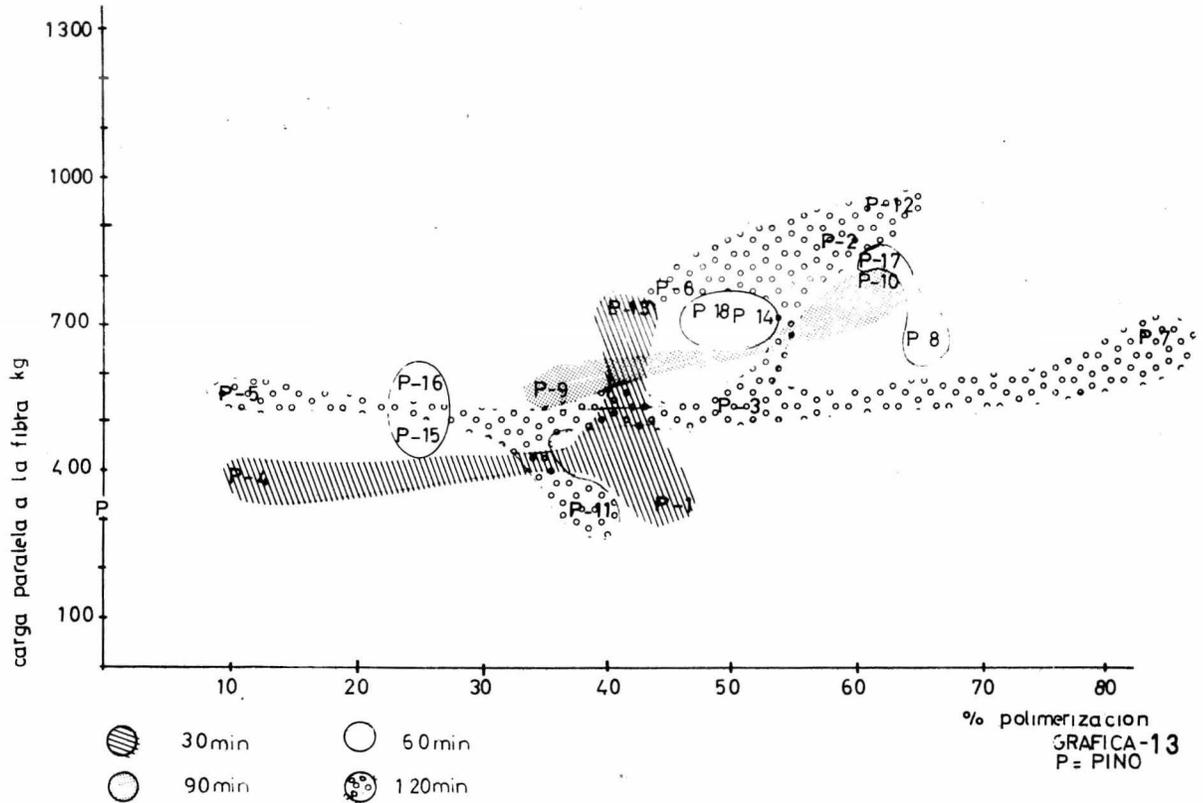


% polymerizacion
GRAFICA-11
P= PINO

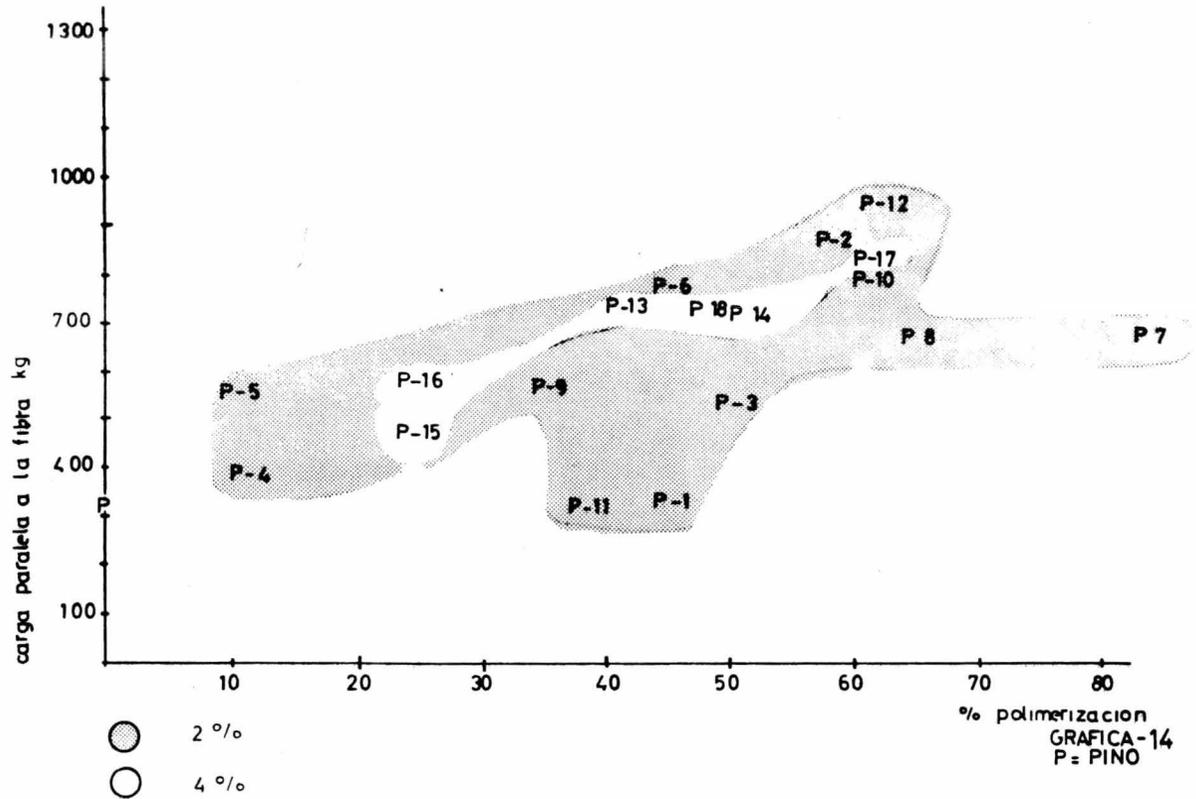
DUREZA JANKA
PRUEBAS DE PINO
TIEMPO DE IMPREGNACION (min)



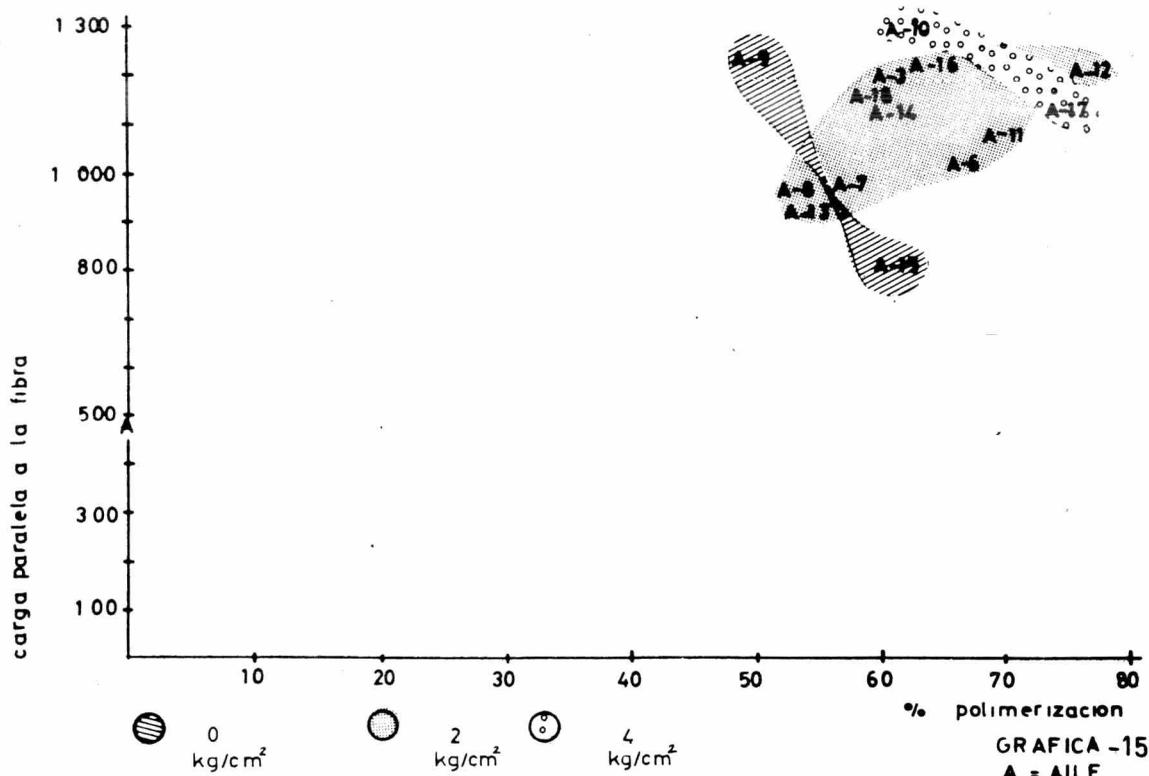
DUREZA JANKA PRUEBAS DE PINO TIEMPO DE POLIMERIZACION (min.)



DUREZA JANKA PRUEBAS DE PINO % CATALIZADOR

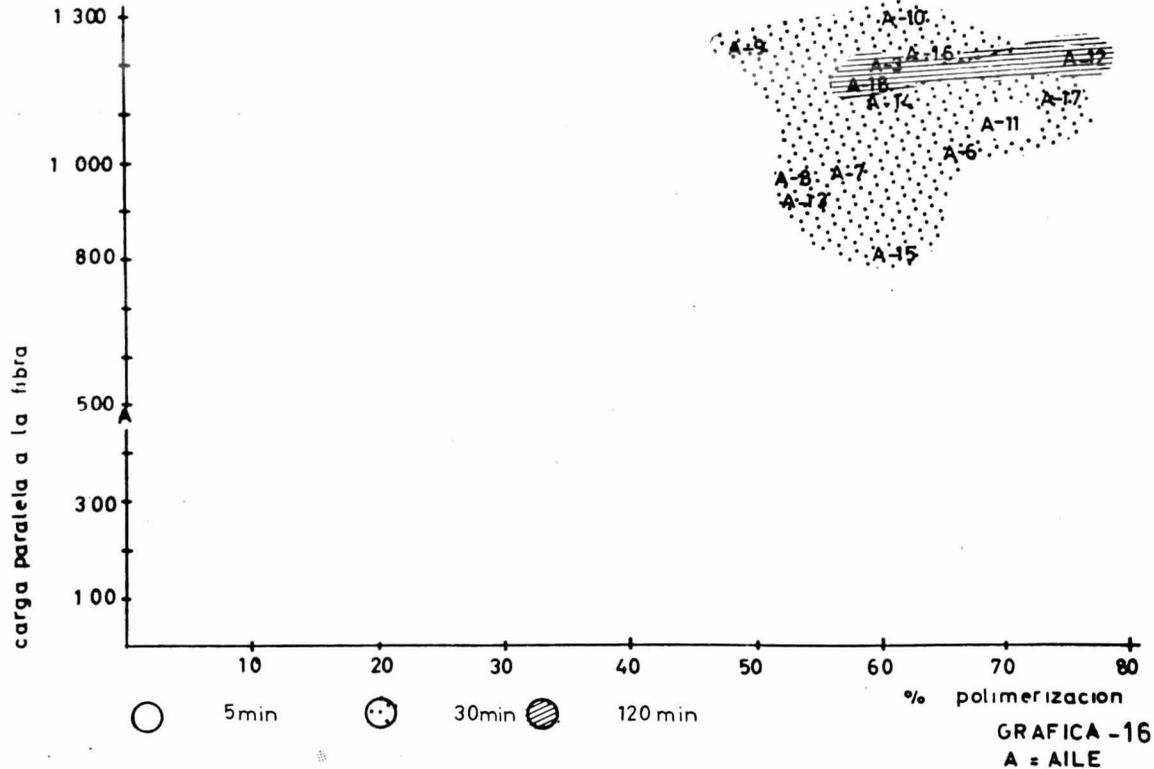


DUREZA JANKA
PRUEBAS DE AILE
PRESION DE IMPREGNACION MANOMETRICA (kg/cm²)

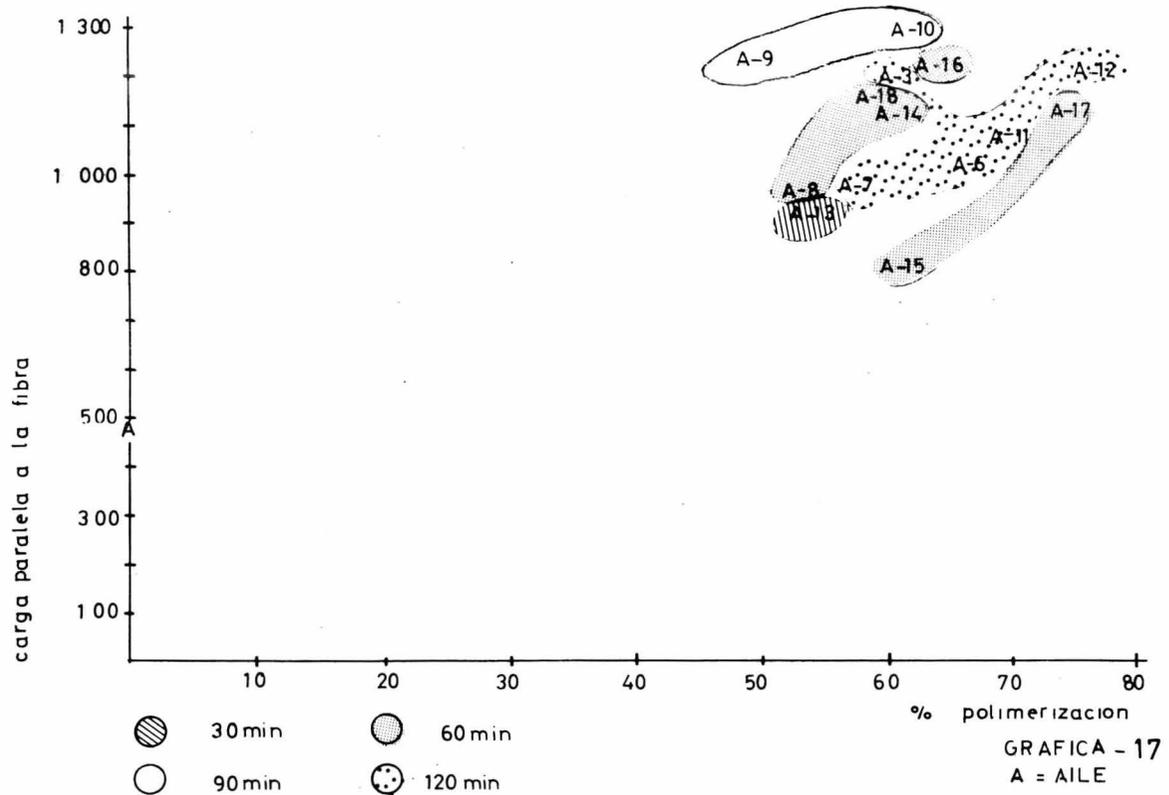


GRAFICA -15
A = AILE

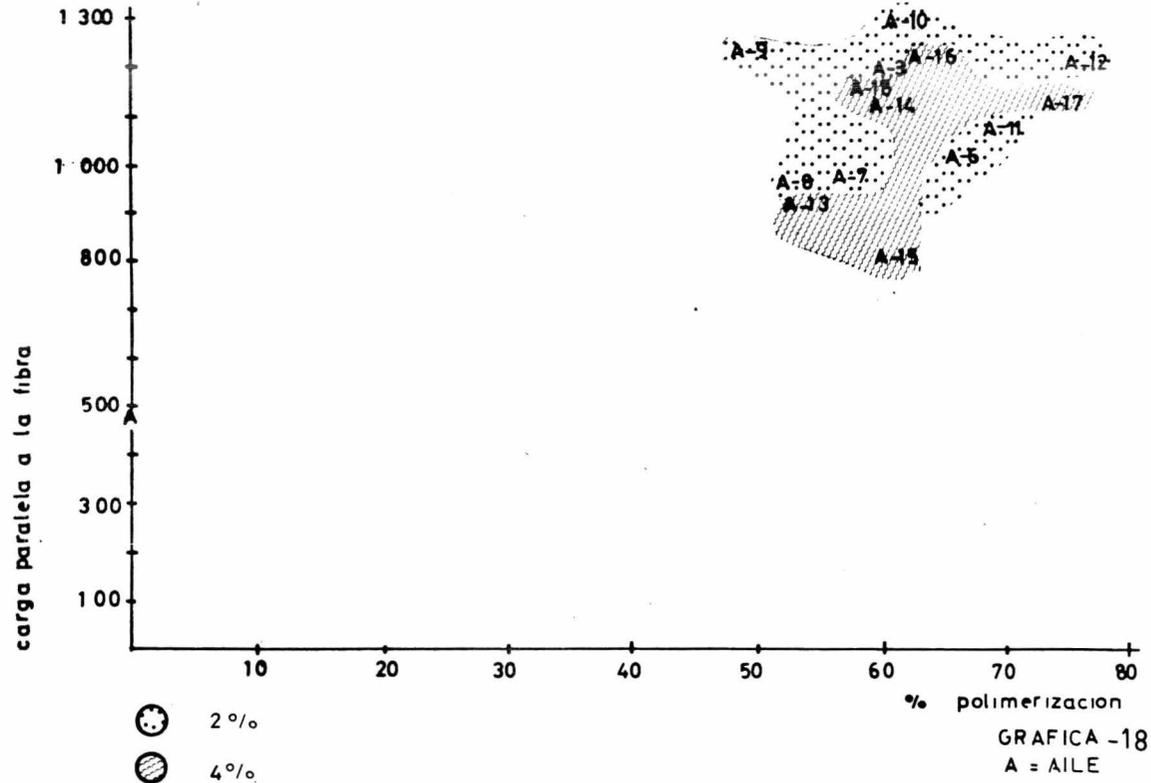
DUREZA JANKA
PRUEBAS DE AILE
TIEMPO DE IMPREGNACION (min)



DUREZA JANKA
 PRUEBAS DE AILE
 TIEMPO DE POLIMERIZACION (min.)



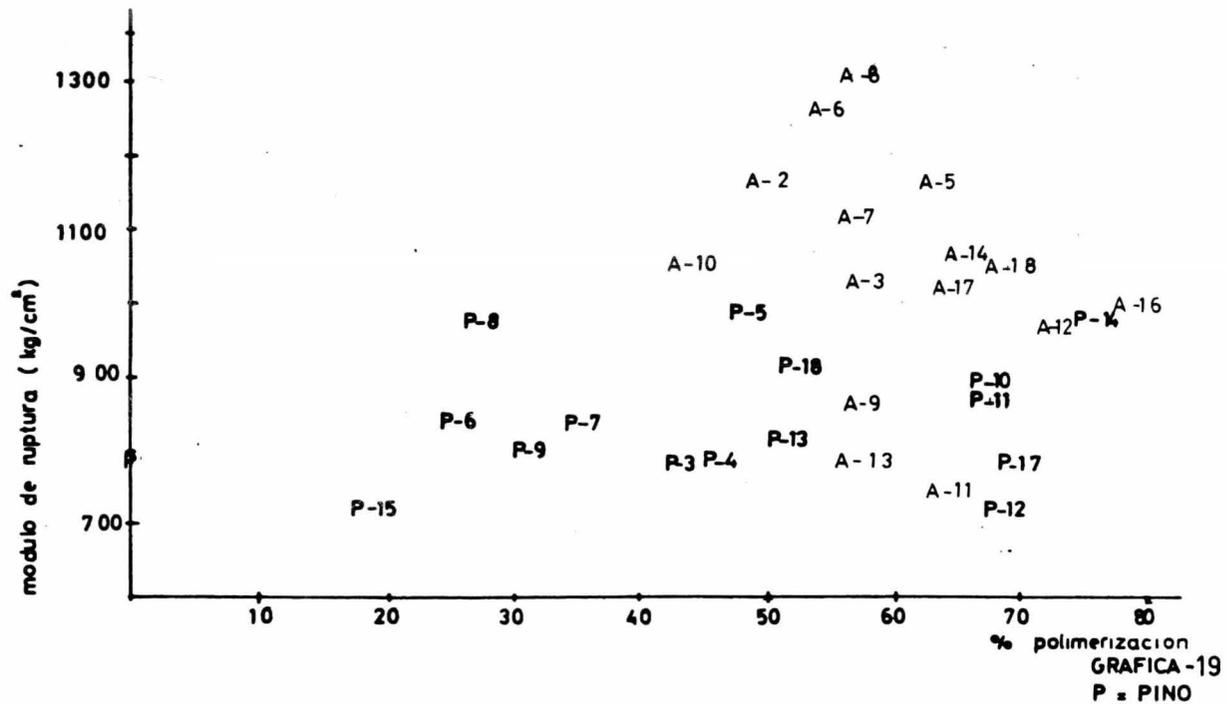
DUREZA JANKA
PRUEBAS DE AILE
% CATALIZADOR



GRAFICA -18

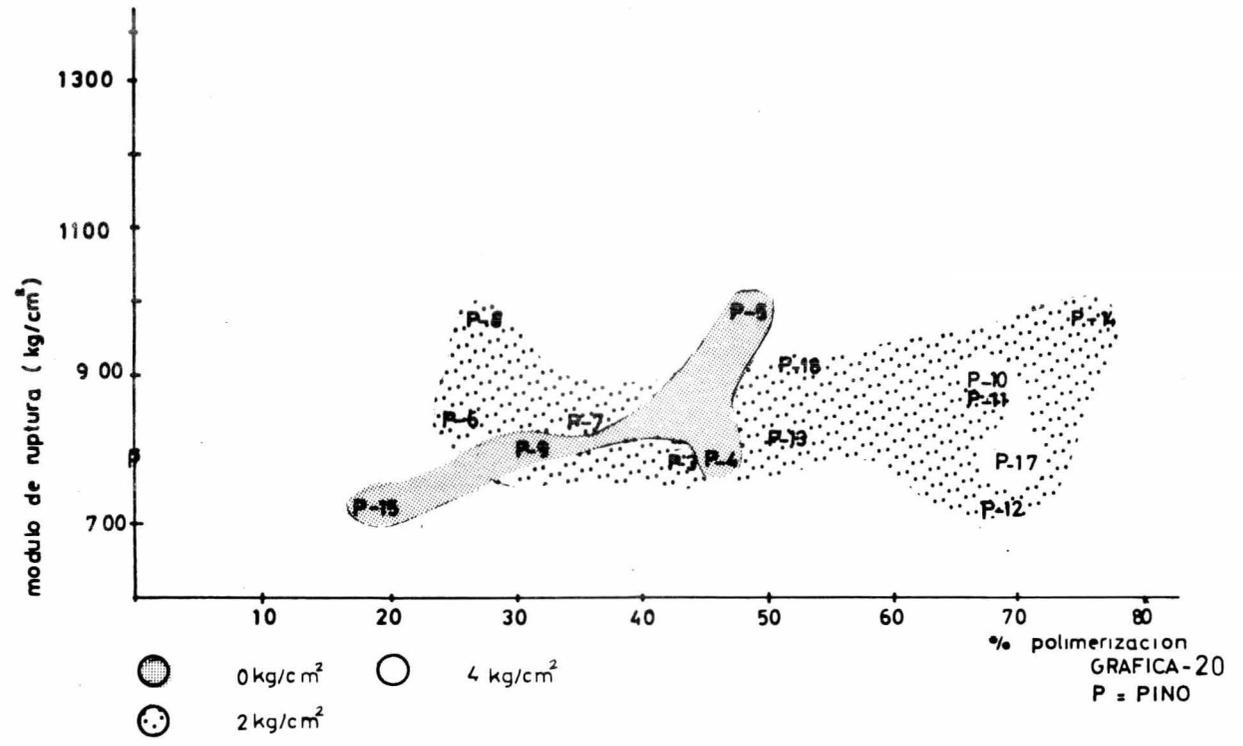
A = AILE

FLEXION ESTATICA CONDICIONES GENERALES



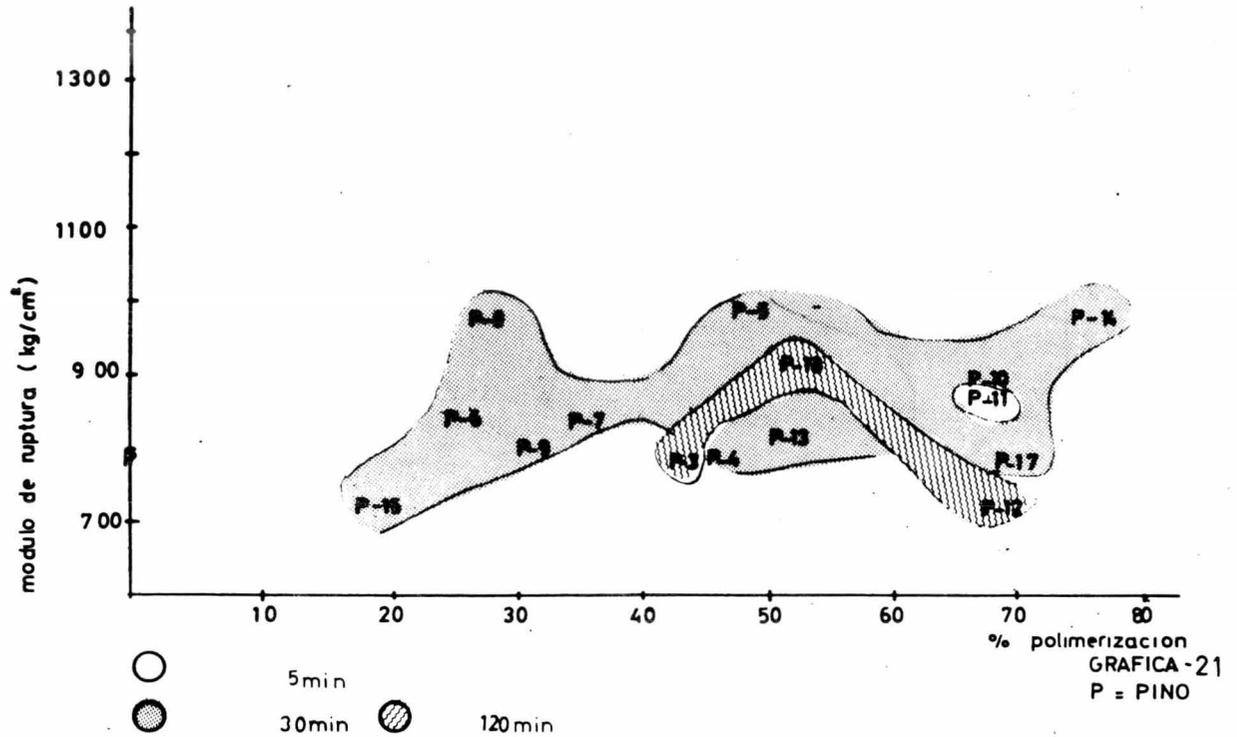
FLEXION ESTATICA PRUEBAS DE PINO

PRESION DE IMPREGNACION MANOMETRICA (kg/cm²)

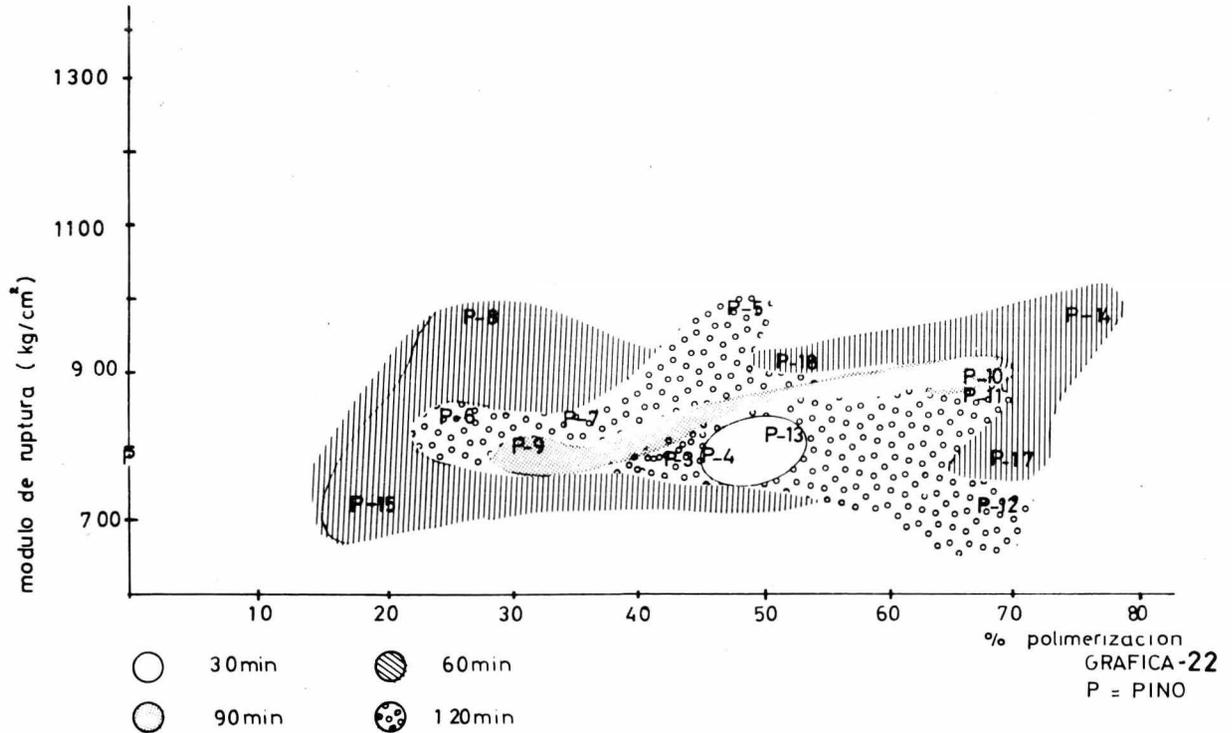


GRAFICA-20
P = PINO

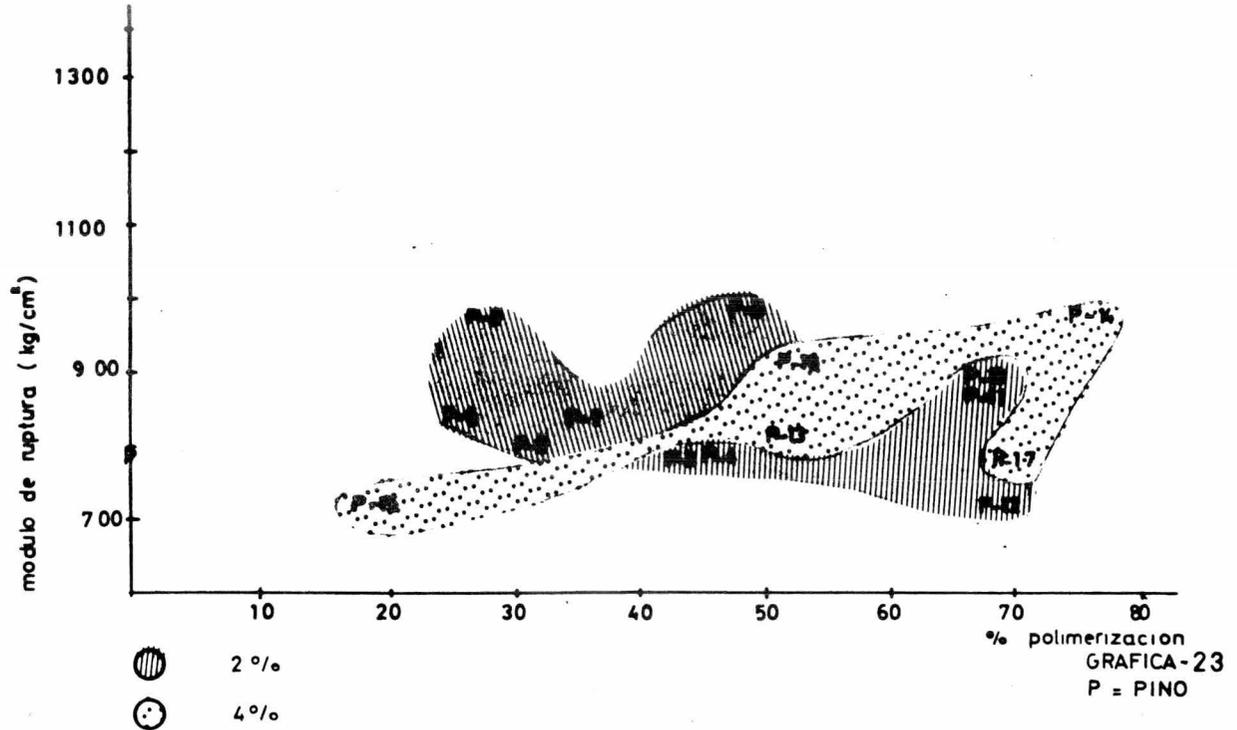
FLEXION ESTATICA
PRUEBAS DE PINO
TIEMPO DE IMPREGNACION (min)



FLEXION ESTATICA
PRUEBAS DE PINO
TIEMPO DE POLIMERIZACION (min.)

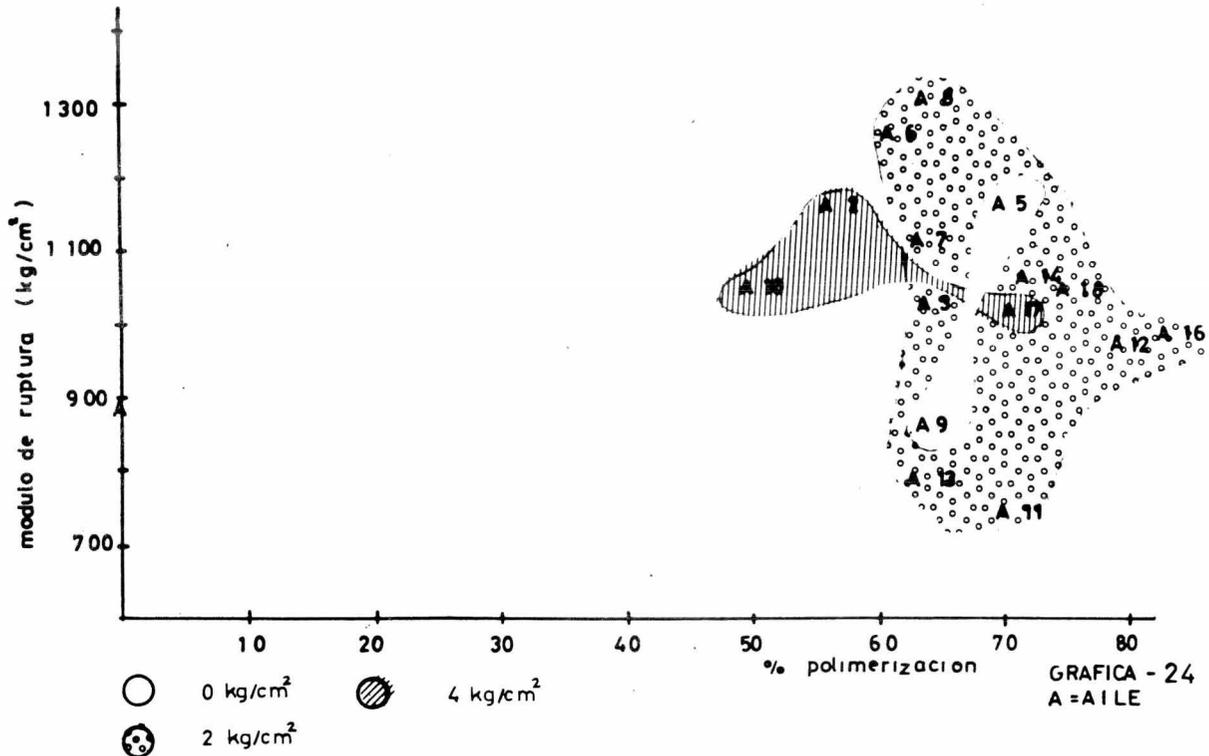


FLEXION ESTATICA
PRUEBAS DE PINO
% CATALIZADOR

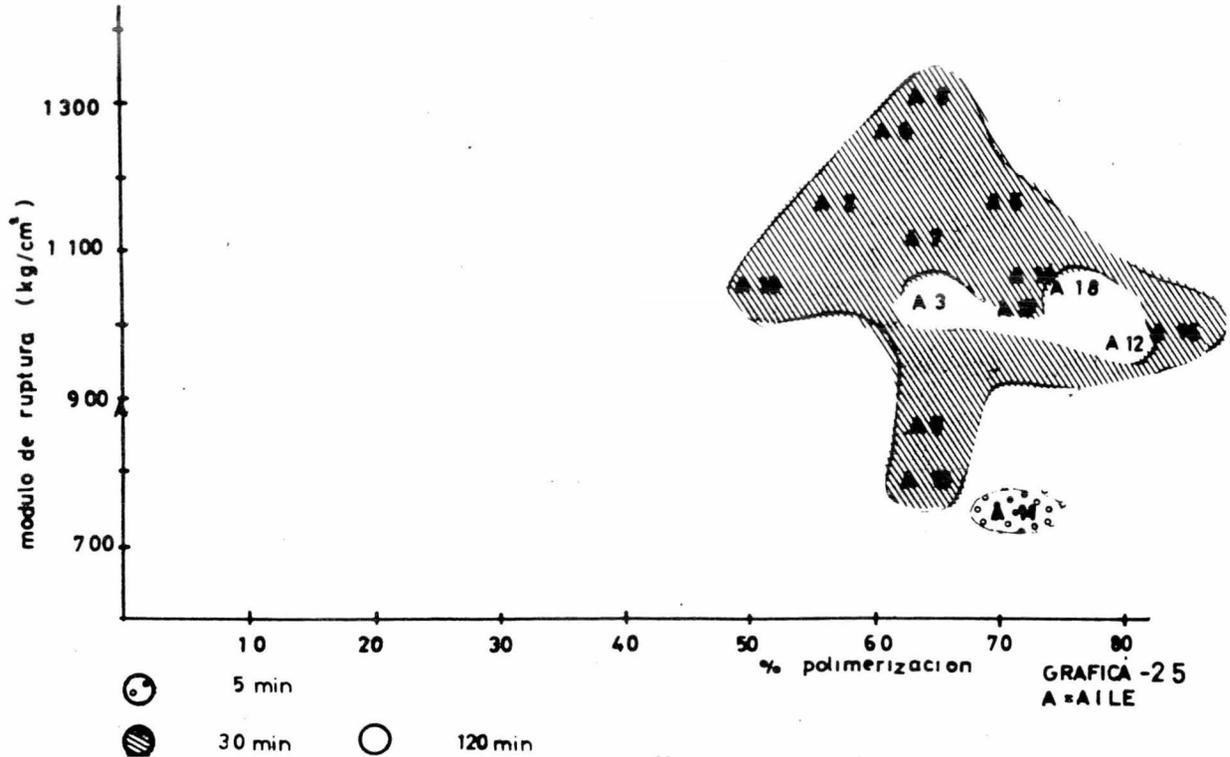


FLEXION ESTATICA PRUEBAS DE AILE

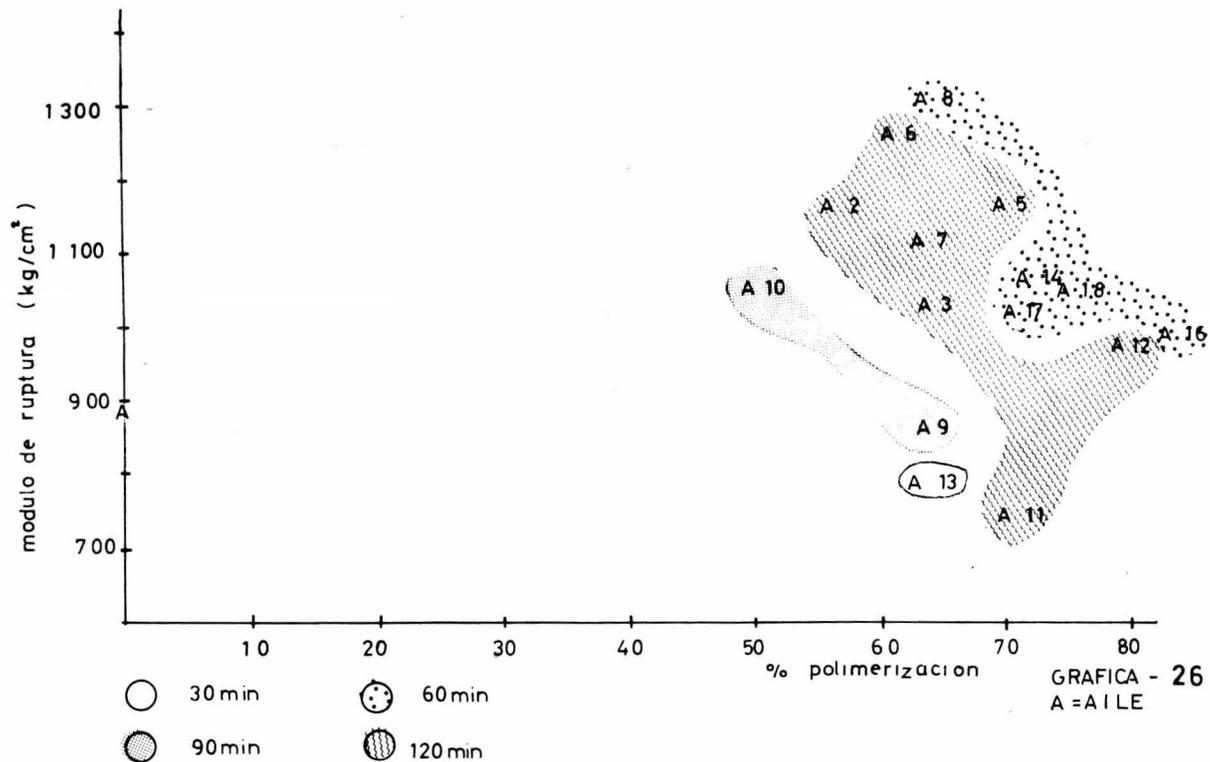
PRESION DE IMPREGNACION MANOMETRICA (kg/cm²)



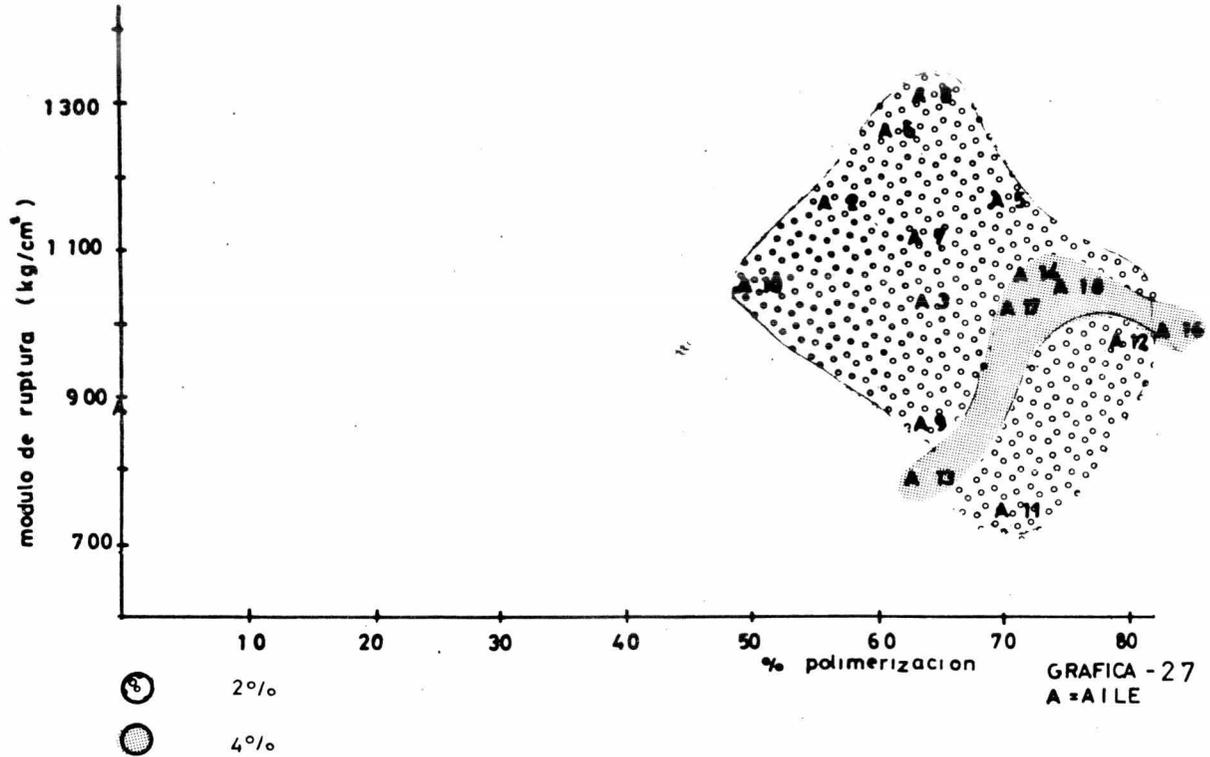
FLEXION ESTATICA
PRUEBAS DE AILE
TIEMPO DE IMPREGNACION (min)



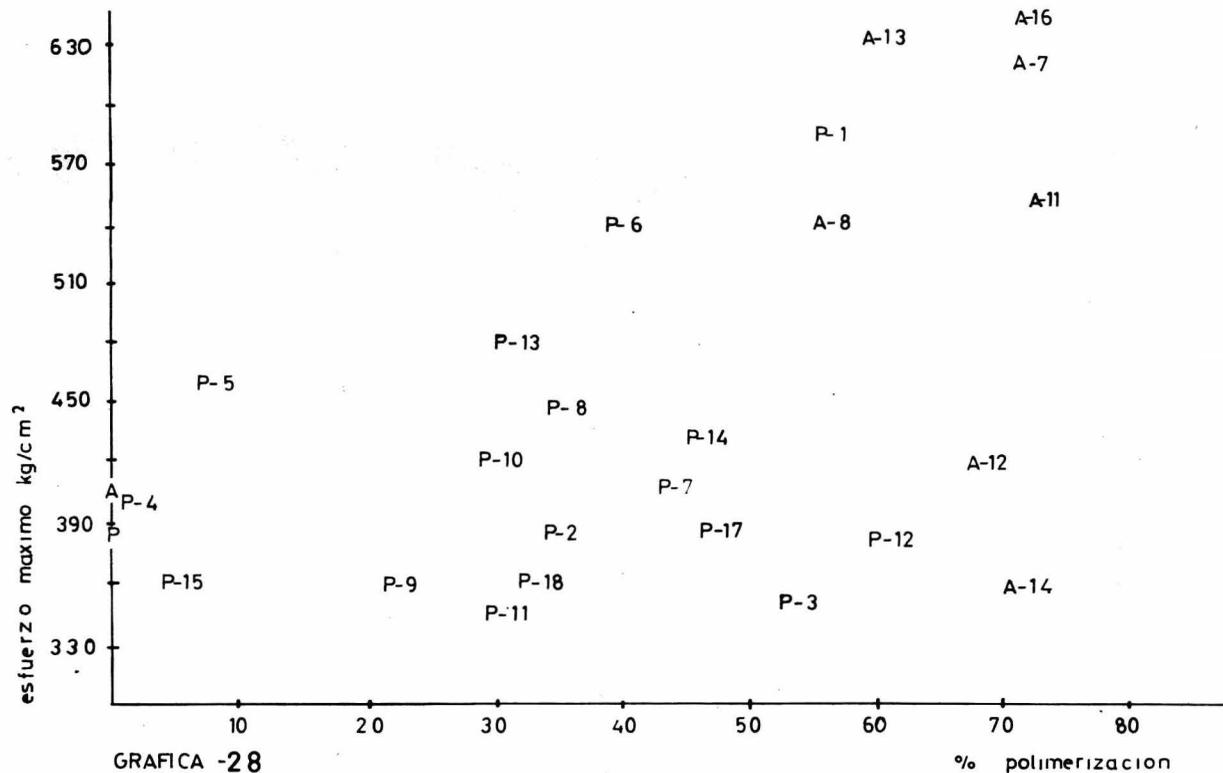
FLEXION ESTATICA
PRUEBAS DE AILE
TIEMPO DE POLIMERIZACION (min.)



FLEXION ESTATICA
PRUEBAS DE AILE
% CATALIZADOR



COMPRESION PARALELA A LA FIBRA CONDICIONES GENERALES

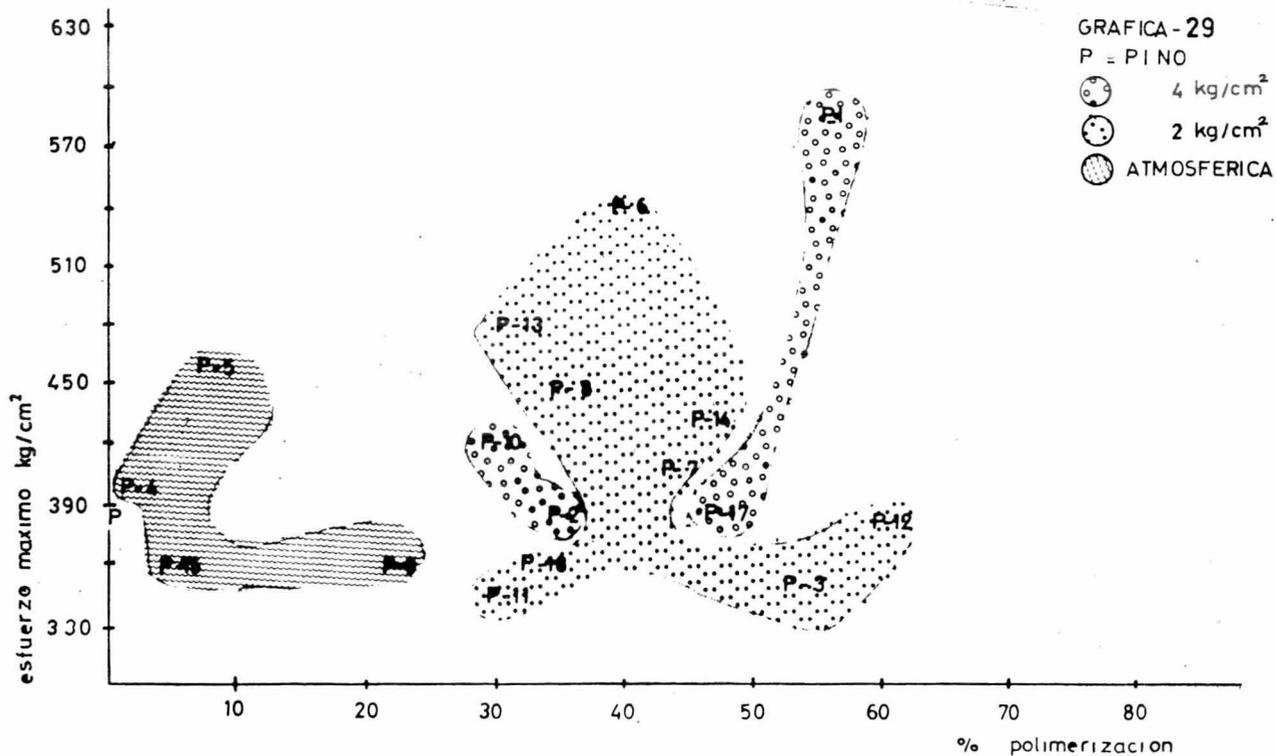


GRAFICA -28
AILE = A
PINO = P

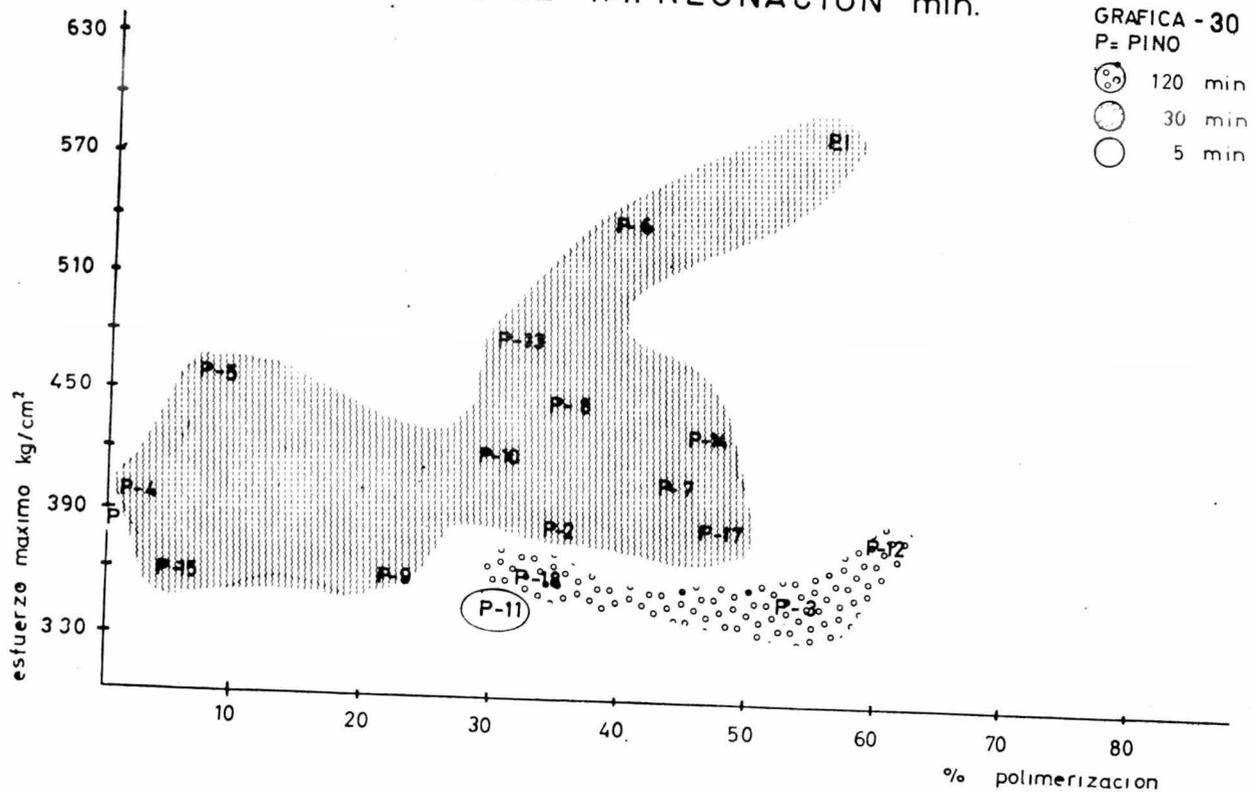
COMPRESION PARALELA A LA FIBRA

PRUEBAS DE PINO

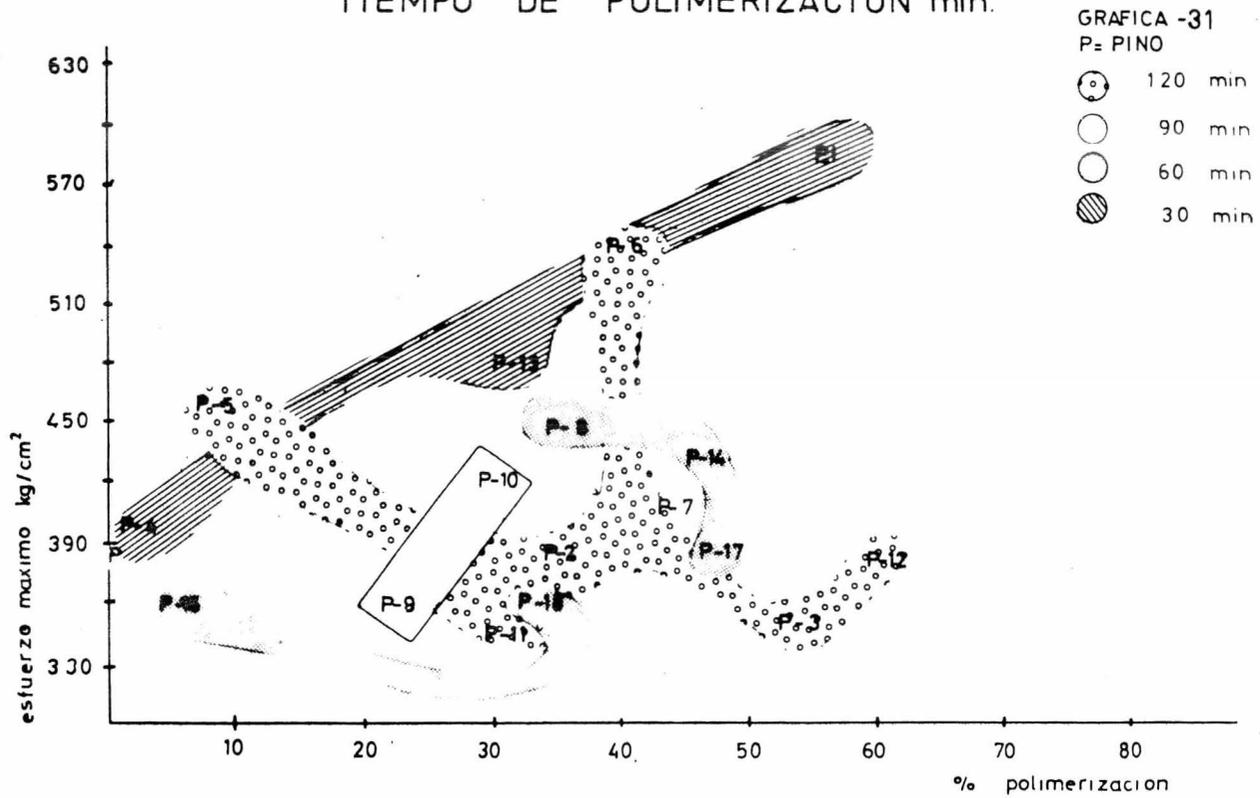
PRESION DE IMPREGNACION MANOMETRICA kg/cm^2



COMPRESION PARALELA A LA FIBRA
 PRUEBAS DE PINO
 TIEMPO DE IMPREGNACION min.



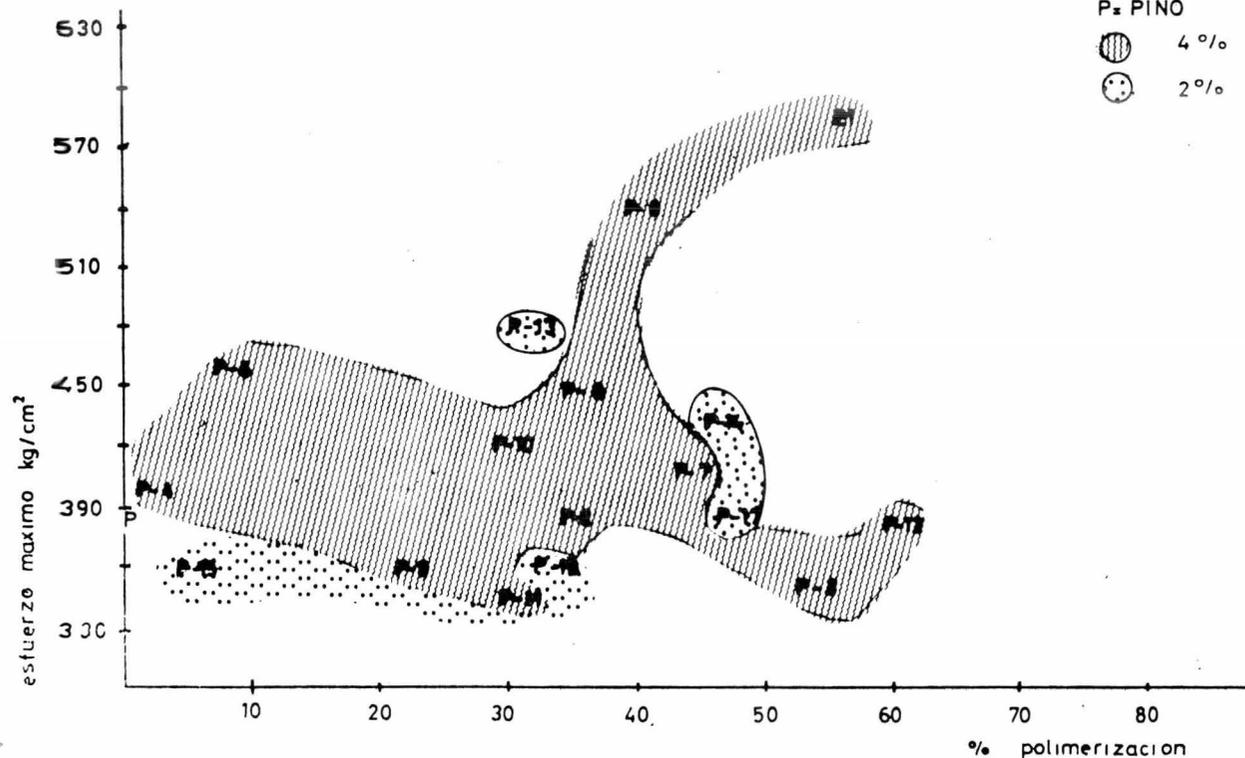
COMPRESION PARALELA A LA FIBRA
 PRUEBAS DE PINO
 TIEMPO DE POLIMERIZACION min.



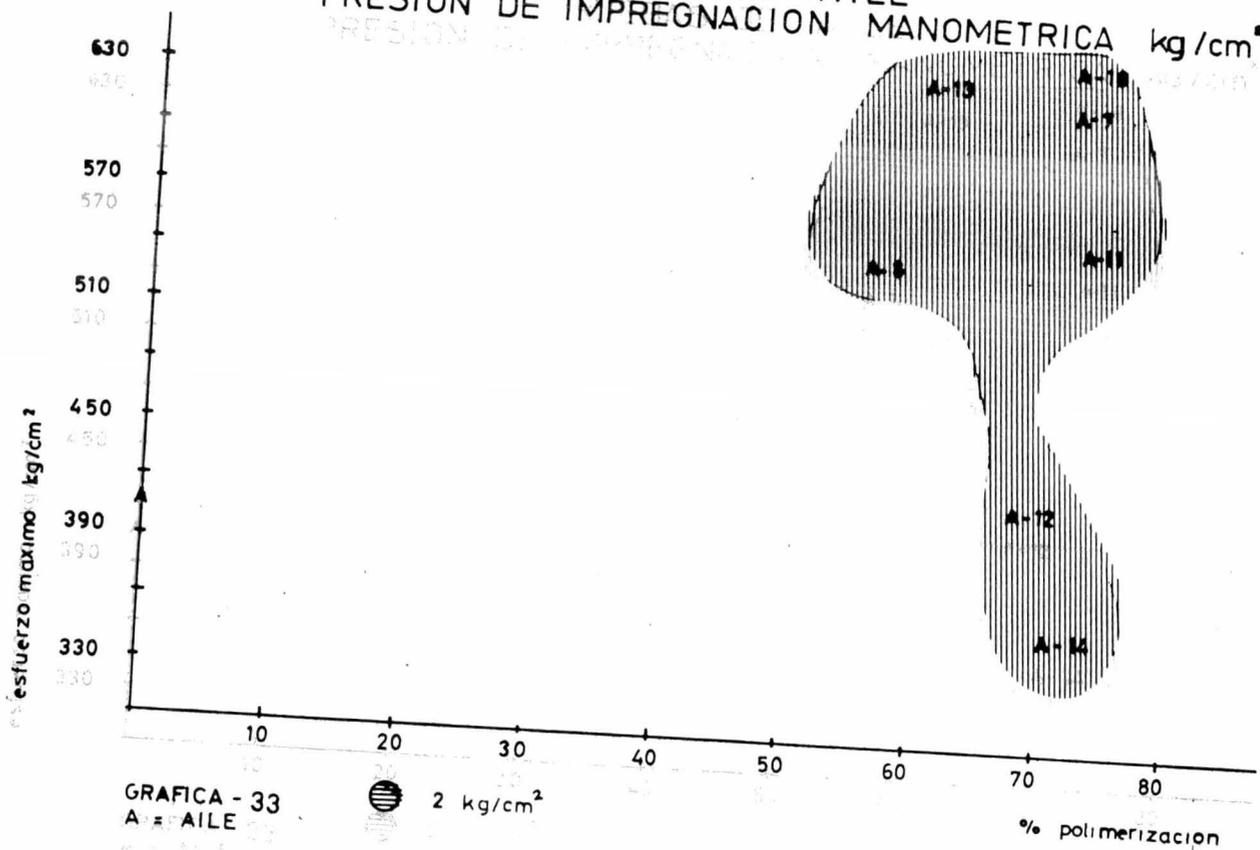
COMPRESION PARALELA A LA FIBRA
PRUEBAS DE PINO
% DE CATALIZADOR

GRAFICA - 32
P = PINO

- 4 %
- 2 %



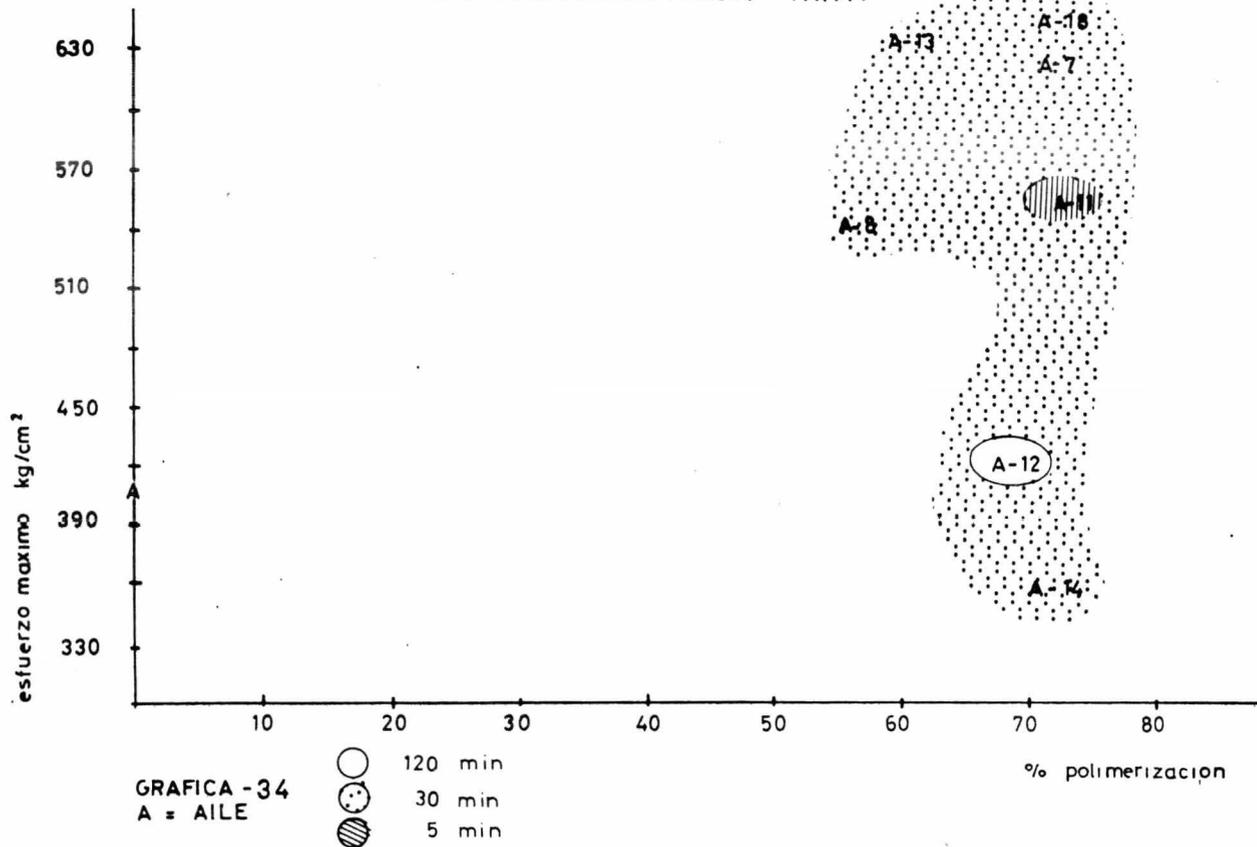
COMPRESION PARALELA A LA FIBRA
 PRUEBAS DE AILE
 PRESION DE IMPREGNACION MANOMETRICA kg/cm²



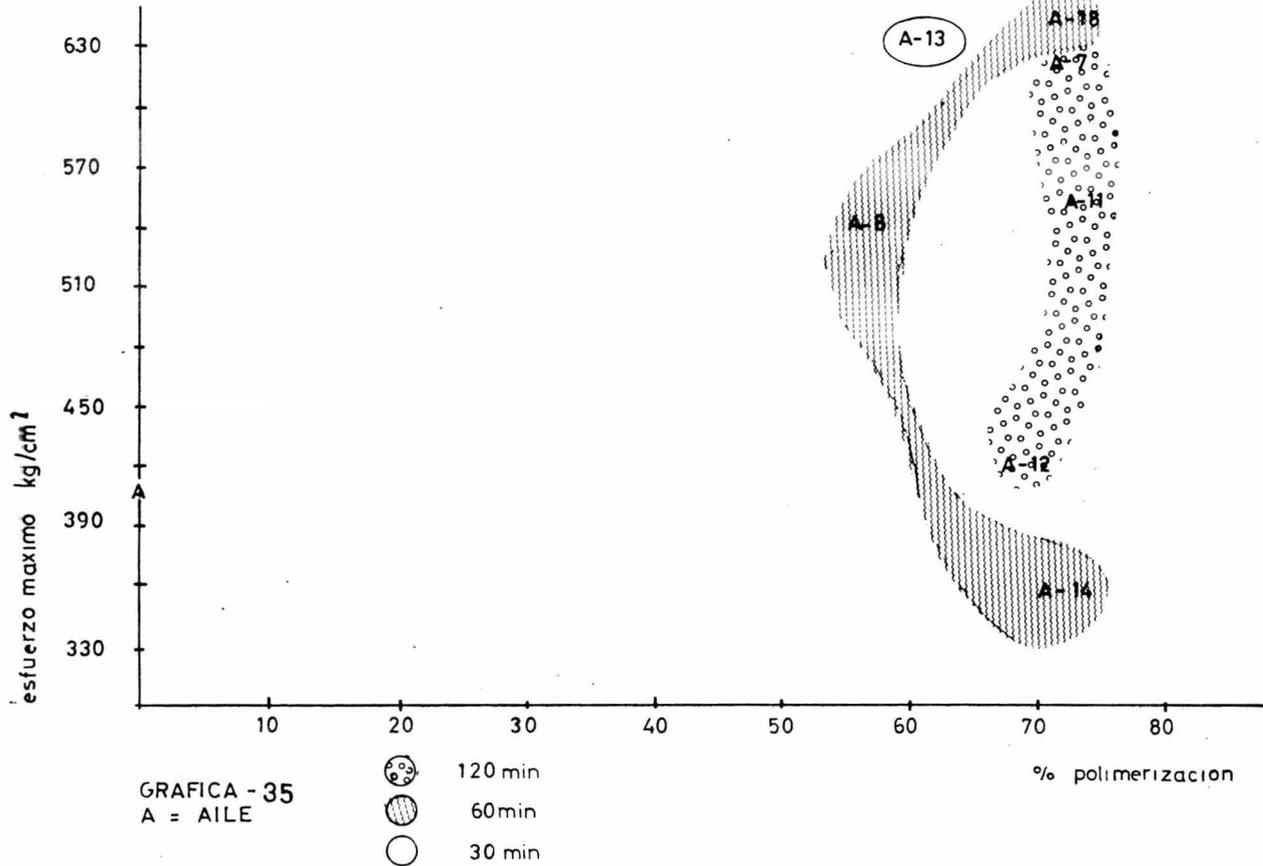
GRAFICA - 33
 A = AILE

% polimerizacion

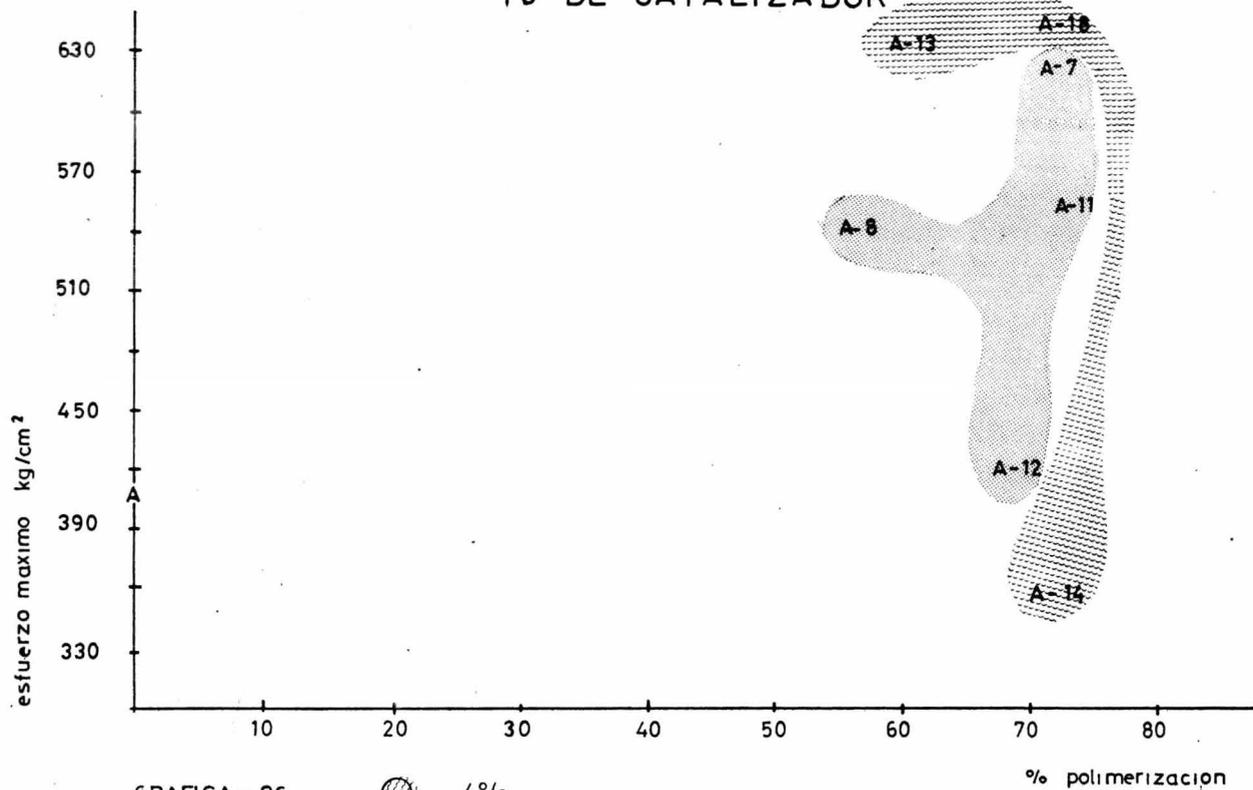
COMPRESION PARALELA A LA FIBRA
PRUEBAS DE AILE
TIEMPO DE IMPREGNACION min.



COMPRESION PARALELA A LA FIBRA
PRUEBAS DE AILE
TIEMPO DE POLIMERIZACION min.



COMPRESION PARALELA A LA FIBRA
PRUEBAS DE AILE
% DE CATALIZADOR



CAPITULO IX

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

9.1. FACTIBILIDAD DE OPERACION DE LA PLANTA PILOTO.

Con el equipo que constituye la planta piloto, el cual fué descrito anteriormente, se demostró la factibilidad del proceso de impregnación-polimerización, lo que constituye un paso fundamental en el diseño de un equipo a escala industrial.

La evaluación de los resultados logrados, sirve para la obtención de los parámetros de procesamiento y formulación, estos parámetros se obtienen a partir de las gráficas anteriores, haciendo un análisis de como aumenta la propiedad fisicomecánica para los diferentes conjuntos de propiedades, en cada prueba y para cada variable, dando en cada caso las mejores condiciones del proceso.

Se analizará cada propiedad y se escogerán las mejores condiciones de proceso en cada prueba.

9.2. COMPRESION PARALELA A LA FIBRA.

Para esta prueba se tienen los siguientes parámetros:

Presión de impregnación	2 Kg/cm ²
Tiempo de impregnación	30 minutos
Presión de polimerización	2.5 Kg/cm ²
Temperatura de polimerización	115°C
Tiempo de polimerización	30 minutos

En estas condiciones se logró un incremento en la propiedad de un 54% para pino y 62% para aile con respecto a las muestras naturales. Estas condiciones corresponden a la prueba 13.

9.3 FLEXION ESTATICA (MODULO DE RUPTURA)

Para esta prueba se tienen los siguientes -

parametros:

Presión de impregnación	2 Kg/cm ²
Tiempo de impregnación	30 minutos
Presión de polimerización	2.5 Kg/cm ²
Temperatura de polimerización	104°C
Tiempo de polimerización	60 minutos

En donde se logró un incremento de la propiedad del 27% para el pino y el 51% en el aile tomando como base las muestras al natural. Correspondiendo las condiciones anteriores a la prueba 8.

9.4. DUREZA JANKA (PARALELA Y PERPENDICULAR A LA FIBRA)

Para el aile se tienen los siguientes parametros:

Presión de impregnación	4 Kg/cm ²
Tiempo de impregnación	30 minutos
Presión de polimerización	4.5 Kg/cm ²
Temperatura de polimerización	103°C
Tiempo de polimerización	90 minutos

En esta prueba se logró un incremento de la propiedad (dureza) hasta del 178% con respecto a la muestra natural, corresponden las condiciones de operación a la prueba 10.

En el pino los parámetros fueron:

Presión de impregnación	4 Kg/cm ²
Tiempo de impregnación	30 minutos
Temperatura de polimerización	102°C
Presión de polimerización	4.5 Kg/cm ²
Tiempo de polimerización	120 minutos

Aquí se logró un incremento de la dureza en un 200 % con respecto a la madera natural, correspondiendo las condiciones a la prueba 2.

Se hace notar que en esta prueba no es compatible el clasificar el pino y el aile juntos, ya que tienen propiedades de dureza distintas.

9.5 INCREMENTO DE PROPIEDADES.

De todo lo anterior se puede resumir que - para el pino utilizado (ver inciso 8.1.1) los - incrementos fueron:

Comprensión paralela a la fibra	54%
Flexión estática (modulo de ruptura)	27%
Dureza Janka	200%

Para el aile usado (ver inciso 8.1.2) los - incrementos fueron los siguientes:

Compresión paralela a la fibra	62%
Flexión estática (modulo de ruptura)	51%
Dureza Janka	178%

9.6. PROYECCION AL FUTURO.

En base a lo anterior, se puede afirmar -- que el campo del desarrollo de productos de la combinación de la madera con monómeros vinílicos queda totalmente abierto, ya no solo a nivel de una planta piloto sino para futuros procesos industriales.

La aplicación de los nuevos productos, dependerá solamente de las cualidades que se requieran en cada caso, en donde se seleccionarán, el tipo de madera con determinadas cualidades naturales, las propiedades del monómero que se desee emplear y las características del proceso.

Por otro lado se puede decir que dichos -- productos hacen que la madera y los monómeros vinílicos tengan una amplia gama de aplicaciones, y puedan competir contra otros materiales o bien le den mayor resistencia y durabilidad a otros que se emplean tradicionalmente.

CAPITULO X.

APENDICE

resumen de la producción maderable 1965/1974

volumen Miles de m³

TABLA I

PRODUCTOS	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974*
CON ESCUADRIA										
Madera Aserrada	1 411	1 384	1 404	1 408	1 562	1 647	1 501	1 569	1 943	2 146
Madera Industrializada	1	1	2	5	6	1	2	2	1	1
Madera Labrada	44	32	43	54	55	73	33	33	40	47
Madera Pulimentada	17	14	15	7	11	10	7	7	7	8
TOTAL	1 473	1 431	1 464	1 474	1 634	1 731	1 543	1 611	1 991	2 202
Equivalencia en m ³ Rollo Productos con Escuadria	2 928	2 846	2 907	2 928	3 251	3 442	3 068	3 199	3 826	4 380
ROLLIZOS	1 805	2 007	2 214	2 297	2 244	2 475	2 353	2 480	2 185	2 303
TOTAL	4 733	4 853	5 121	5 225	5 495	5 917	5 421	5 679	6 015	6 683

* Estimado con base en información de los primeros nueve meses del año.

FUENTE: Anuarios de la Producción Forestal de Mexico, S. A. G.

resumen de la producción maderable 1965/1974

TABLA II

valor Miles de pesos

PRODUCTOS	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974*
CON ESCUADRIA										
Madera Aserrada	633 784	630 827	639 447	646 124	728 095	817 687	732 001	768 186	1 973 669	2 520 671
Madera Industrializada	622	263	913	2 140	2 363	551	670	734	755	1 111
Madera Labrada	12 411	10 090	13 464	18 479	19 111	21 924	10 549	13 315	27 067	33 518
Madera Pulimentada	8 431	7 704	7 772	3 859	6 304	5 836	3 883	3 635	6 691	10 648
Total Escuadria	655 248	648 884	661 596	670 602	755 873	845 998	747 103	785 870	2 008 182	2 565 948
ROLLIZOS	283 709	321 120	403 754	411 530	420 877	510 889	460 932	528 572	478 366	759 143
TOTAL	938 957	970 004	1 065 350	1 082 132	1 176 750	1 356 887	1 208 035	1 314 442	2 486 548	3 325 091

* Estimado con base en información de los primeros nueve meses del año.

FUENTE: Anuarios de la Producción Forestal de México, S. A. G.I

destino industrial de los aprovechamientos maderables 1969/1974

TABLA III

volumen Miles de m³ rollo

PRODUCTOS	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974*
Chapa y triplay	212	248	251	249	254	255	251
Durmientes para vías férreas	352	403	405	340	360	445	503
Empaques	199	204	211	240	217	289	265
Postes electricidad y telefonía	30	62	46	29	28	25	24
Postes para cerca, pilotes y morillos	64	56	60	115	76	75	87
Productos celulósicos	1 115	1 042	1 198	1 117	1 185	1 262	1 386
Productos escuadrados ¹	2 377	2 643	2 826	2 483	2 622	3 092	3 612
Los demás productos industriales	135	167	151	164	312	5	17
Suma de la producción con fines industriales	4 484	4 825	5 148	4 737	5 054	5 448	6 145
Combustible ²	741	670	769	684	625	567	538
TOTAL	5 225	5 495	5 917	5 421	5 679	6 015	6 683

* Estimado con base en información de los primeros nueve meses del año.

¹ Incluye tablas, tablones, cuadrados, cortos, vigas, tiras, etc. para usos diversos.

² Incluye leña, carbón y brazuelo.

FUENTE: Anuarios de la Producción Forestal, S. A. G.

importación total 1970/1974

TABLA IV

volumen m³ rollo

CONCEPTOS	1 9 7 0			1 9 7 1			1 9 7 2			1 9 7 3			1 9 7 4*		
	Ordinaria	Perímetros Li-bres	Total												
I. Materiales Crudos	102 816	178 295	281 111	70 402	181 634	252 036	96 878	214 175	311 053	89 155	191 572	280 727	78 393	196 764	275 157
Leña o carbón vegetal	9 637	1 015	10 652	21 458	3 514	24 972	56 279	6 698	62 977	48 925	3 743	52 668	45 215	2 829	48 044
Madera em bruto simplemente desbastada	53 380	8 027	61 407	27 314	1 765	29 079	16 560	3 028	19 588	13 924	1 207	15 131	5 110	1 328	6 438
Madera con grado de elaboración primaria ¹	39 799	169 253	209 052	21 630	176 355	198 025	24 039	204 449	228 488	26 306	186 622	212 928	28 068	192 607	220 673
II. Manufacturas de Madera	12 735	8 228	20 963	9 220	21 718	30 938	11 200	28 745	39 945	14 903	24 541	39 444	25 758	36 608	62 366
Tableros de madera ²	8 797	5 123	13 920	6 189	19 350	25 539	9 004	25 740	34 744	13 057	19 097	32 154	23 189	30 831	54 020
Otras manufacturas de madera ³	3 938	3 105	7 043	3 031	2 368	5 399	2 196	3 005	5 201	1 846	5 444	7 290	2 569	5 777	8 346
III. Materias Utilizadas en la Fabricación de Papel⁴	934 088	—	934 088	370 759	—	370 759	567 499	77	567 576	1 185 670	135	1 185 805	1 587 408	645	1 588 053
IV. Papel, Cartón y sus Manufacturas	776 472	119 063	895 535	585 876	119 579	705 455	625 789	146 439	772 228	609 061	164 074	773 135	1 354 445	27 984	1 382 429
T O T A L	1 826 111	305 586	2 131 697	1 236 257	322 931	1 559 188	1 301 366	389 436	1 690 802	1 898 789	380 322	2 279 111	3 046 004	262 001	3 308 005

* Estimado con base en información de los primeros nueve meses del año.

¹ Incluye madera escuadrada, aserrada, redondeada, hilada, adoquines, etc.

² Incluye cirapas, triplay, tableros celulares, maderas mejoradas y artificiales.

³ Incluye molduras, marcos, cajas de empaque, mangos para herramienta, etc.

⁴ Incluye pulpa de madera y desperdicios de papel.

FUENTE: Anuarios Estadísticos del Comercio Exterior, S. I. C.

Se utilizaron los coeficientes de F. A. O. en las conversiones a metros cúbicos rollo. Se revisaron los referentes a los productos celulósicos, por lo que las cifras presentadas son ligeramente diferentes a las de Memorias anteriores.

importación total 1970/1974

valor Miles de pesos

CONCEPTO	1 9 7 0			1 9 7 1			1 9 7 2			1 9 7 3			1 9 7 4*		
	Ordinaria	Perime- tros Li- bres	Total	Ordinaria	Perime- tros Li- bres	Total	Ordinaria	Perime- tros Li- bres	Total	Ordinaria	Perime- tros Li- bres	Total	Ordinaria	Perime- tros Li- bres	Total
I. Materiales Crudos	74 344	83 346	157 690	45 098	77 278	122 376	42 811	97 198	140 009	50 864	117 405	168 269	57 106	128 806	185 913
Leña y carbón vegetal	1 350	337	1 687	585	697	1 282	1 332	1 429	2 761	1 201	1 217	2 419	981	1 587	2 568
Madera en bruto simplemente desbastada	36 562	7 099	43 661	16 318	1 777	18 095	10 406	2 789	13 195	13 139	1 274	14 412	8 979	2 388	11 367
Madera con grado de elaboración primaria ¹	36 432	75 910	112 342	28 195	74 804	102 999	31 073	92 980	124 053	36 524	114 914	151 438	47 146	124 831	171 977
II. Manufacturas de Madera	34 872	13 477	48 349	21 219	20 398	41 617	26 093	37 060	58 153	32 090	44 965	77 055	38 654	68 695	107 349
Tableros de madera ²	17 051	6 115	23 166	11 027	13 002	24 029	16 590	22 833	39 423	22 844	22 514	45 358	29 217	42 207	71 424
Otras manufacturas ³	17 821	7 362	25 183	10 192	7 396	17 588	9 503	9 227	18 730	9 246	22 451	31 697	9 437	26 488	35 925
III. Materias Utilizadas en la Fabricación de Papel ⁴	399 616	—	399 616	276 442	—	276 442	270 187	12	270 199	634 154	36	634 190	1 127 522	248	1 127 770
IV. Papel, Cartón y sus Manufacturas	684 766	135 605	820 371	573 819	148 084	721 903	615 129	182 105	797 234	656 628	270 670	927 298	1 144 029	310 656	1 454 685
T O T A L	1 193 598	232 428	1 426 026	916 578	245 760	1 162 338	954 220	311 375	1 265 595	1 373 736	433 076	1 806 812	2 367 311	508 405	2 875 716

* Estimado con base en información de los primeros nueve meses del año.

TABLA V

¹ Incluye madera escuadrada, aserrada, redondeada, hilada, adoquines, etc.

² Incluye chapas, triplay, tableros celulares, maderas mejoradas y artificiales.

³ Incluye molduras, marcos, cajas de empaque, mangos para herramienta, etc.

⁴ Incluye pulpa de madera y desperdicios de papel.

FUENTE: Anuarios Estadísticos del Comercio Exterior, S. A. C.

principales productos importados 1973/1974

valor en Pesos

TABLA VI

CONCEPTO	1973	%	1974*	%
I. Materiales Crudos	50 863 559	3.7	57 106 012	2.4
Esbozos para bastones, mangos para herramienta, etc.	2 407,318		2 862 312	
Leña y carbón vegetal	1 201 392		980 968	
Madera cepillada, ranurada, machihembrada, con lengüetas, chafalanes y análogos	1 283 711		4 059 419	
Madera en tronco (Rollizos)	10 740 282		7 373 648	
Madera simplemente escuadrada	4 231 006		8 184 576	
Tablas tablonos o vigas aserradas	26 910 920		30 055 032	
Postes de todo tipo	2 398 370		1 984 537	
Los demás	1 690 560		1 605 520	
II. Manufacturas de Madera	32 089 698	2.3	38 654 267	
Cajas o envases similares	558 737		255 053	
Canillas, carretes, bobinas o análogos	287 608		280 961	
Chapas de madera	5 182 922		3 640 897	
Herramientas, monturas o mangos; hormas, ensanchadores para calzado	4 234 586		2 827 635	
Listones o molduras	135 823		85 465	
Maderas artificiales o regeneradas	1 668 509		10 877 035	
Maderas chapadas y contrachapadas	13 286 932		11 110 859	
Maderas mejoradas	2 705 320		3 587 727	
Manufacturas de tonelería	748 410		4 021 608	
Utensilios para uso doméstico	190 545		333 528	
Los demás	3 090 306		1 633 499	
III. Materias Utilizadas en la Fabricación de Papel	634 154 040	46.2	1 127 521 869	47.6
Alfa celulosa	58 140 934		102 195 933	
Celulosa al sulfato	78 453 112		93 223 502	
Celulosa al sulfato de coníferas	220 510 037		409 725 802	
Celulosa al sulfito	115 678 542		148 042 520	
Desperdicios de papel o cartón	33 190 134		176 259 680	
Pasta mecánica de madera	37 132 942		91 082 446	
Los Demás	91 048 339		106 991 986	
IV. Papel, Cartón y sus Manufacturas	656 628 424	47.8	1 144 029 185	48.4
Papel para periódico	352 479 908		643 353 656	
Otros papeles y cartones	304 148 516		500 675 529	
T O T A L	373 735 721	100.0	2 367 311 333	100.0

* Estimado con base en información de los primeros nueve meses del año.

NOTA: Importación ordinaria

FUENTE: Dirección General de Estadística, SIC

productos maderables importados

TABLA VII

volumen Metros cúbicos rollo*

CONCEPTO	Promedio Anual 1967 - 1968			Promedio Anual 1972 - 1973		
	Ordinaria	P. Libres	Total	Ordinaria	P. Libres	Total
I. MATERIALES CRUDOS						
Tablas, tablones o vigas aserradas de Pino o Abeto	3 342	58 700	62 042	2 031	145 061	147 092
Tablas, tablones o vigas aserradas de madera fina	6 778	446	7 224	7 542	153	7 695
Madera aserrada de Enebro o Alerce	3 826	—	3 826	5 169	52	5 221
Las demás maderas aserradas	5 250	8 740	13 990	2 601	465	3 066
Madera simplemente escuadrada de Pino o Abeto	4 134	22 740	26 874	178	13 371	13 549
Madera simplemente escuadrada fina	644	—	644	2 368	153	2 521
Las demás maderas simplemente escuadradas	1 041	—	1 041	152	95	247
Esbozos para bastones, mangos para herramienta, de Haya y Fresno	2 506	—	2 506	1 705	20	1 725
Los demás esbozos	866	—	866	49	232	281
Madera en rollo de Alerce	83	—	83	1	2	3
Madera en rollo de Andiroba	3 633	—	3 633	—	44	44
Madera en rollo de Capriuba	—	—	—	1	44	45
Madera en rollo de Cedro	94	—	94	3 819	21	3 840
Madera en rollo de Nogal	—	—	—	410	—	410
Madera en rollo de Virola o Banak	—	—	—	2 539	—	2 539
Las demás maderas en rollo	952	—	952	2 707	26	2 733

CONCEPTO	Promedio Anual 1967 - 1968			Promedio Anual 1972 - 1973		
	Ordinaria	P. Libres	Total	Ordinaria	P. Libres	Total
Postes de Pino de más de 4 metros	12 814	141	12 955	572	7	579
Postes sin el seta de más de 4 metros	—	—	—	1	113	114
Postes creosotados	4 789	3 122	7 911	16	1 757	1 773
Pilotes y puntales para mina	6 512	—	6 512	3 429	4	3 433
Otros postes, pilotes y puntales	83	—	83	1 746	99	1 845
Madera fina simplemente acepillada	107	—	107	15	237	252
Madera de Pino o Abeto simplemente acepillada	1 715	6 223	7 938	387	33 442	33 829
Otras maderas simplemente acepilladas	16	—	16	17	22	39
Madera ranurada, machihembrada, con lengüetas, chaffanes o análogos	67	243	310	515	921	1 436
Virutilla de madera	283	—	283	545	541	1 086
Harina de madera	1 672	—	1 672	1 665	22	1 687
Leña y desperdicios de madera	709	—	709	52 244	3 189	55 433
Carbón vegetal	553	—	553	382	2 031	2 413
Los demás	5 740 ¹	—	5 740 ¹	233	772	1 005
II. MANUFACTURAS DE MADERA						
Maderas chapadas y contrachapadas	8 524	10 925	19 449	9 054	19 651	28 705
Chapas de madera	319	325	644	959	817	1 776
Manufacturas de tonelería	4 273	404	4 677	868	191	1 059
Maderas mejoradas	608	—	608	392	3	395
Listones o molduras para muebles, marcos y conducciones eléctricas	112	—	112	45	55	100
Cajas o envases similares	274	—	274	176	272	448
Obras de carpintería para edificios o construcciones	50	709	759	45	1 408	1 453
Utensilios para uso doméstico	22	71	93	25	144	169
Mangos o monturas para herramienta	299	136	435	306	186	492
Esbozos para fierros	602	—	602	380	—	380
Otras herramientas, mangos y monturas para herramienta	7	12	19	22	29	51
Canillas, carretes, bobinas y análogos	43	—	43	51	8	59
Maderas artificiales o regeneradas	1	985	986	624	1 947	2 571
Los demás	161	551	712	114	1 936	2 050
TOTAL	83 504	114 473	197 977	106 100	229 543	335 643

¹ Importación de elementos para el metro.

Determinados con base en los coeficientes de conversión de la F.A.O.
FUENTE: Anuarios Estadísticos del Comercio Exterior, S. I. C.

TABLA VIII

origen de las importaciones ordinarias 1973/1974

TABLA IX

valor en pesos

PAIS O REGION	I Materiales Crudos		II Manufacturas de Madera		III Materias Utilizadas en la Fabricación de Papel		IV Papel, Cartón y sus Manufacturas		Total		%	
	1973	1974*	1973	1974*	1973	1974*	1973	1974*	1973	1974*	1973	1974*
Alemania Occidental	139 502	284 101	3 913 498	4 162 548	815	5 077 904	12 041 638	12 353 723	16 095 453	21 878 276	1.2	0.9
África	—	—	2 672	2 185	—	—	93	—	2 765	2 185	—	—
Asia	197 041	371 919	49 682	314 905	248 995	145 901	351 916	3 510 012	847 634	4 342 737	0.1	0.2
Brasil	5 423 821	495 376	5 409	742 852	5 565 500	3 054 512	2 769 116	4 057 435	13 763 846	8 350 175	1.0	0.4
Canadá	936 759	639 143	92 336	40 945	52 240 339	85 059 408	108 927 647	127 961 454	162 197 081	213 700 950	11.8	9.0
Centroamérica y Antillas	2 737 822	2 852 819	22 834	32 117	92 813	—	7 867 718	12 051 699	10 721 187	14 936 635	0.8	0.6
Chile	—	—	—	—	62 297 703	117 364 750	12 080 136	—	74 377 839	117 364 750	5.4	5.0
Estados Unidos	32 317 322	38 269 421	13 098 345	23 694 844	443 287 294	869 141 639	349 477 843	705 264 261	838 180 804	1 636 370 165	61.0	69.1
Europa ¹	1 510 497	1 127 960	1 422 325	1 347 171	—	6 299 725	9 462 813	55 376 587	12 395 635	64 151 443	0.9	2.7
Francia	90 367	282 628	181 859	222 769	17 623	—	6 667 323	13 710 463	6 957 172	14 215 860	0.5	0.6
Finlandia	—	—	105	56	5 791 288	2 381 376	107 393 701	168 576 717	113 185 094	170 958 149	8.2	7.2
Oceanía	—	—	7 250	—	—	—	42 091	7 048	49 341	7 048	—	—
Paraguay	2 524 912	3 823 624	12 634 588	8 014 613	—	—	—	—	15 159 500	11 838 237	1.1	0.5
Reino Unido	4 275 429	5 142 163	20 554	12 969	624 409	—	10 335 394	9 201 351	15 255 786	14 356 483	1.1	0.6
Sudamérica ¹	710 087	3 816 859	552 574	2 440	—	428	961 945	3 683 485	2 224 606	7 503 212	0.2	0.3
Suecia	—	—	85 667	63 423	63 987 261	38 996 653	28 249 050	28 274 952	92 321 978	67 335 028	6.7	2.9
T O T A L	50 863 559	57 106 013	32 089 698	38 653 837	634 154 040	1 127 522 296	656 628 424	1 144 029 187	1 373 735 721	2 367 311 333	100.0	100.0

* Estimado con base en información de los primeros nueve meses del año.

¹ No incluye los países registrados por separado.

FUENTE: Dirección General de Estadística, S. I. C.

principales productos exportados 1973/1974

valor en pesos

CONCEPTO	1973	%	1974*	%
I. Materiales Crudos	7 691 615	2.3	13 588 569	3.0
Tablas, tablones o vigas, aserradas o acepilladas	6 899 903		5 100 221	
Carbón vegetal	667 826		296 327	
Los demás	123 886		8 192 021	
II. Manufacturas de Madera	221 933 236	66.9	302 669 553	65.9
Madera labrada en cornisas, frisos, listones y molduras	117 681 160		146 665 374	
Artefactos de madera tallada	47 055 521		61 902 080	
Artefactos de madera sin tallar	24 613 611		41 549 889	
Cortinas y persianas de tiras de madera	7 581 596		8 412 475	
Madera en cortes especiales	6 593 566		23 000 584	
Cajas porta botellas	3 685 938		3 034 571	
Chapas de madera	3 627 361		4 174 615	
Puertas, ventanas y sus marcos	3 844 557		3 232 817	
Láminas de pulpa de madera	2 520 527		2 558 527	
Triplay de maderas corrientes	1 527 925		1 110 177	
Barriles, barricas y tanques de madera	1 405 791		89 847	
Huacales de madera para envases exteriores	1 199 885		1 533	
Cajas de madera para envases exteriores	280 556		309 017	
Los demás	315 242		6 635 047	
III. Materias Utilizadas en la Fabricación de Papel	127 554	—	80 000	—
IV. Papel, Cartón y sus Manufacturas	102 026 316	30.8	142 973 432	31.1
Artefactos de papel o cartón no especificados	65 344 257		68 227 476	
Papel celofán	6 949 108		4 300 841	
Cajas y bolsas de papel o cartón	5 459 630		13 186 092	
Láminas de fibra vegetal aglomeradas	2 624 569		1 379 315	
Los demás	21 648 572		55 879 708	
T O T A L	331 778 541	100.0	459 311 554	100.0

TABLA X

* Estimado con base en información de los primeros nueve meses del año.

FUENTE: Dirección General de Estadística, S. I. C.

exportación total 1970/1974

TABLA XI

volumen Metros cúbicos rollo

CONCEPTO	1970	1971	1972	1973	1974*
I. Materiales Crudos	17 200	26 188	74 482	50 749	32 486
Leña y carbón vegetal	5 960	3 420	4 472	9 205	3 563
Madera en bruto simplemente desbastada	—	1 296	4	4	5 728
Madera con grado de elaboración primaria ¹	11 240	21 472	70 006	41 540	23 195
II. Manufacturas de Madera	38 022	43 004	46 396	53 407	63 232
Tableros de madera ²	5 301	6 601	4 303	7 323	4 129
Otras manufacturas de madera ³	32 721	36 403	42 093	46 084	59 103
III. Materias Utilizadas en la Fabricación de Papel ⁴	—	—	—	770	371
IV. Papel, Cartón y sus Manufacturas	15 369	15 141	25 747	27 396	34 604
T O T A L	70 591	84 333	146 625	132 322	130 693

* Estimado con base en información de los primeros nueve meses del año.
Se utilizaron los coeficientes de F. A. O en las conversiones a metros cúbicos rollo.

¹ Incluye durmientes, duelas, madera labrada, aserrada y acopiada.

² Incluye chapas, triplay, láminas de pulpa de madera.

³ Incluye molduras, duelas, carretes, cajas, puertas, ventanas, hormas para calzado, limpiadientes, etc.

⁴ Incluye pulpa de madera y desperdicios de papel.

FUENTE: Anuarios Estadísticos del Comercio Exterior, S. I. C.

exportación total 1970/1974

TABLA XII

valor en pesos

CONCEPTO	1970	1971	1972	1973	1974*
I. Materiales Crudos	2 159 123	3 524 122	10 637 609	7 691 615	13 588 569
Leña y carbón vegetal	499 902	273 362	404 101	791 082	297 460
Madera en bruto simplemente desbastada	—	25 969	5 820	630	8 190 866
Madera con grado de elaboración primaria ¹	1 659 221	3 224 791	10 227 688	6 899 903	5 100 221
II. Manufacturas de Madera	78 122 809	102 706 741	174 568 036	221 933 236	302 669 553
Tableros de madera ²	3 522,382	4 137 018	4 858,562	7 685 713	7 845 819
Otras manufacturas de madera ³	74 600 427	98 569 723	169 709 474	214 247 523	294 823 734
III. Materias Utilizadas en la Fabricación de Papel⁴	5 166	—	50	127 554	80 000
IV. Papel, Cartón y sus Manufacturas	21 789 504	52 746 637	76 962 637	102 026 136	142 973 432
T O T A L	102 076 602	158 977 500	262 168 282	331 778 541	450 311 554

* Estimado con base en información de los primeros nueve meses del año

¹ Incluye durmientes, duelas, madera labrada, aserrada y acepillada

² Incluye chapas, triplay, láminas de pulpa de madera

³ Incluye molduras, duelas, carretes, cajas, puertas, ventanas, hormas para calzado, limpiacristales, etc.

⁴ Incluye pulpa de madera y desperdicios de papel

FUENTE: Anuarios Estadísticos del Comercio Exterior, S. I. C.

destino de las exportaciones 1973/1974

TABLA XIII

valor en pesos

PAIS O REGION	I Materiales Crudos		II Manufacturas de Madera		III Materias Utilizadas en la Fabricación de Papel		IV Papel, Cartón y sus Manufacturas		Total		%	
	1973	1974*	1973	1974*	1973	1974*	1973	1974*	1973	1974*	1973	1974*
Alemania Occidental	318 773	241 473	2 411 779	2 408 067	—	—	75 352	96 517	2 805 904	2 746 057	0.8	0.6
Africa	—	—	10 579	—	—	—	4 925	508 764	15 504	508 764	—	0.1
Asia	—	—	9 166	149 536	—	—	42 350	33 001	51 510	182 537	—	—
Brasil	—	—	317 600	19 295	—	—	5 258 759	145 528	5 576 359	164 823	1.7	—
Canadá	219	—	695 513	607 893	—	—	474 358	2 879 435	1 170 090	3 487 328	0.4	0.3
Centroamérica y Antillas ¹	—	—	2 122 568	723 595	—	—	2 064 547	6 684 192	4 187 115	7 407 787	1.3	1.5
Dinamarca	61 330	118 628	1 470 519	1 077 015	10 800	—	3 803	58 951	1 546 452	1 254 593	0.5	0.3
El Salvador	—	—	52 449	230 359	—	—	2 480 882	9 036 756	2 533 331	9 267 115	0.8	2.0
Estados Unidos	7 198 997	8 747 244	208 771 582	288 482 423	56 754	—	80 054 291	98 539 969	296 081 624	395 769 636	89.2	86.2
Europa ¹	17 384	4 374 740	2 587 494	2 429 163	—	—	835 272	774 413	3 440 600	7 578 316	1.0	1.6
Guatemala	—	—	107 010	37 752	—	—	1 422 269	4 096 589	1 529 279	4 134 341	0.5	0.9
Holanda	12 400	180	868 663	1 701 484	—	—	139 318	219 627	1 020 381	1 921 291	0.3	0.4
Japón	82 512	106 304	541 460	2 786 299	—	—	541 679	2 653 228	1 165 651	5 545 831	0.4	1.2
Oceania	—	—	176 003	1 332 456	—	—	112 163	136 533	288 166	1 469 389	0.1	0.3
Panamá	—	—	127 683	330 985	—	—	1 672 223	3 251 172	1 799 906	3 582 157	0.5	0.8
República Dominicana	—	—	3 157	77 651	—	—	1 461 000	2 513 099	1 464 157	2 590 749	0.4	0.6
Sudamérica ¹	—	—	20 755	201 251	60 000	80 000	2 227 264	3 688 105	2 308 019	3 969 356	0.7	0.9
Venezuela	—	—	1 639 256	73 931	—	—	3 155 231	7657 552	4 794 487	7 731 484	1.4	1.7
TOTAL	7 691 615	13 588 569	221 933 236	302 669 553	127 554	80 000	102 026 136	142 973 432	331 778 541	459 311 554	100.0	100.0

* Estimado con base en información de los primeros nueve meses del año.

¹ No incluye los países registrados por separado.

FUENTE: Dirección General de Estadística, S. I. C.

composición de la balanza comercial 1969/1974

volumen Miles de m³ rollo

TABLA XIV

	1969	1970	1971	1972	1973	1974*
PRODUCTOS CON ESCUADRIA						
Importaciones	161	201	200	229	219	229
Exportaciones	44	44	59	112	88	82
Saldo	117	159	141	117	131	147
PRODUCTOS CELULOSICOS						
Importaciones	1 434	1 830	1 276	1 340	1 959	2 970
Exportaciones	9	15	15	26	28	35
Saldo	1 415	1 815	1 261	1 314	1 931	2 935
CHAPA Y TRIPLAY¹						
Importaciones	26	22	28	45	44	57
Exportaciones	18	5	7	4	7	6
Saldo	8	17	21	41	37	51
POSTES, PILOTES Y MORILLOS						
Importaciones	28	53	24	12	4	3
Exportaciones	—	—	—	—	—	—
Saldo	28	53	24	12	4	3
LOS DEMAS						
Importaciones	12	13	6	2	1	1
Exportaciones	—	—	—	—	—	4
Saldo	12	13	6	2	1	3
SUMA DE LOS PRODUCTOS INDUSTRIALES						
Importaciones	1 651	2 131	1 534	1 628	2 227	3 266
Exportaciones	71	64	81	142	123	127
Saldo	1 580	2 057	1 453	1 486	2 104	3 139
LEÑA Y CARBON						
Importaciones	—	11	25	63	52	48
Exportaciones	12	6	3	5	9	4
Saldo	12	5	22	58	43	44
SUMA DE TODOS LOS PRODUCTOS						
Importaciones	1 651	2 152	1 559	1 691	2 279	3 314
Exportaciones	83	70	84	147	132	131
Saldo	1 568	2 062	1 475	1 544	2 147	3 183

* Estimado con base en información de los primeros nueve meses del año.

¹ Incluye productos y materias primas para su elaboración.

FUENTE: Anuarios Estadísticos del Comercio Exterior, S. I. C.

composición de la balanza comercial 1969/1974

TABLA XV

valor Miles de pesos

	1969	1970	1971	1972	1973	1 9 7 4 *
PRODUCTOS CON ESCUADRIA						
Importaciones	93 611	112 342	112 461	152 127	155 013	209 167
Exportaciones	65 029	76 260	101 295	129 927	201 146	292 204
Saldo	28 582	36 082	10 666	47 240	43 064	98 737
PRODUCTOS CELULOSICOS						
Importaciones	2 082 217	1 212 482	223 345	1 087 914	1 071 121	2 590 450
Exportaciones	29 896	1 729	52 747	32 261	51 324	131 351
Saldo	915 321	1 198 192	945 598	990 470	1 459 334	2 439 402
CHAPA Y TRIPLAY ¹						
Importaciones	1 129	28 700	1 025	3 521	50 211	4 338
Exportaciones	10 530	4 515	4 163	4 094	72 515	6 443
Saldo	16 459	25 178	22 853	42 728	48 505	12 677
POSTES, PIOTES Y MORILLOS						
Importaciones	19 111	31 111	32 437	31 111	31 111	31 111
Exportaciones						
Saldo	19 810	38 127	12 941	5 025	3 500	3 971
OTROS PRODUCTOS MADERABLES						
Importaciones	12 201	12 201	90 393	12 201	51 514	21 111
Exportaciones						4 294
Saldo	12 880	25 183	10 294	10 607	5 050	3 160
SUMA DE LOS PRODUCTOS INDUSTRIALES						
Importaciones	1 091 917	1 424 672	1 241 557	3 020 714	1 331 233	1 331 233
Exportaciones	96 025	101 527	154 505	137 422	264 986	1 211 111
Saldo	993 052	1 322 762	1 002 352	1 001 070	1 471 405	2 414 143
LEÑA Y CARBON						
Importaciones	251	1 027	1 027	71	1 312	500
Exportaciones	794	1 187	1 008	1 312	1 312	1 312
Saldo	508	1 187	1 008	2 357	1 628	2 271
SUMA DE TODOS LOS PRODUCTOS						
Importaciones	1 092 168	1 425 699	1 242 584	3 020 785	1 332 545	1 332 545
Exportaciones	96 819	102 654	155 513	138 814	266 298	1 212 402
Saldo	992 544	1 323 949	1 003 360	1 003 427	1 475 034	2 416 404

* Estimado con base en información de los primeros nueve meses del año.

¹ Incluye productos y materias primas para su elaboración.
FUENTE: Anuarios Estadísticos del Comercio Exterior, S. I. C.

consumo aparente de productos maderables 1969/1974

TABLA XVI

volumen Miles de m³ rollo

	1969	1970	1971	1972	1973	1974 *
PRODUCTOS CON ESCUADRIA						
Producción Nacional	3 250	3 422	3 068	3 199	3 826	4 380
Consumo Aparente	3 367	3 601	3 209	3 316	3 957	4 527
Relación Producción/Consumo	95.5%	95.6%	95.6%	96.5%	96.7%	96.8%
PRODUCTOS CELULOSICOS						
Producción Nacional	1 042	1 198	1 117	1 185	1 262	1 386
Consumo Aparente	2 457	3 013	2 378	2 499	3 193	4 321
Relación Producción/Consumo	42.4%	39.8%	47.0%	47.4%	39.5%	32.1%
CHAPA Y TRIPLAY						
Producción Nacional	248	251	249	254	255	251
Consumo Aparente	256	268	270	295	292	302
Relación Producción/Consumo	96.7%	93.6%	92.1%	86.2%	87.3%	83.1%
POSTES, PILOTES Y MORILLOS						
Producción Nacional	118	106	143	104	94	110
Consumo Aparente	146	159	167	116	98	113
Relación Producción/Consumo	80.8%	66.7%	85.7%	90.5%	95.9%	97.3%
LOS DEMAS ¹						
Producción Nacional	167	151	160	312	11	18
Consumo Aparente	179	164	166	314	12	15
Relación Producción/Consumo	93.1%	92.1%	96.6%	99.4%	91.7%	83.3%
TODA LA PRODUCCION INDUSTRIAL ¹						
Producción Nacional	4 825	5 148	4 737	5 054	5 448	6 145
Consumo Aparente	6 405	7 205	6 190	6 540	7 552	9 278
Relación Producción/Consumo	75.3%	71.5%	76.5%	77.3%	72.1%	66.2%

* Estimado con base en información de los primeros nueve meses del año.

¹ No incluye combustibles.

FUENTE: Anuarios de la Producción Forestal de México, S. A. G.
Anuarios Estadísticos de Comercio Exterior, S. I. C.

CAPITULO XI

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

Echenique - Manrique Ramón. Características de la Madera y su Uso en la Construcción. Cámara Nacional de la Industria de la Construcción (1971).

Anuarios de la Producción Forestal de México. Secretaría de Agricultura y Ganadería. (1970, 1971, 1972 y 1973).

Memorias Económicas 1971 - 1972, 1972 - 1973, -- 1973 - 1974. Cámara Nacional de las Industrias - Derivadas de la Silvicultura. México.

1973 Annual Book of ASTM Standards Part. 16 Wood; Adhesives American Society for Testing and Materials. U.S.A.

Echenique - Manrique R. y Díaz Gómez V. Algunas características Tecnológicas de la Madera de Once Especies Mexicanas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. (1972).

Canadian Treated Wood. Department of Industry, - Trade and Commerce, Ottawa, Canada. (1974).

Quiñones Olgin J.O. Características Físicas y Mecánicas de la Madera de Cinco Especies Mexicanas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (1974).

Echenique - Manrique R. 25 Maderas Tropicales Mexicanas. Cámara Nacional de la Industria de la Construcción (1970).

Echenique - Manrique Ramón y Becerra Martínez J. Algunas Características Físico Mecánicas de la Madera de tres Especies de la Cordillera Neovolcánica. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. (1972).

Sánchez Sánchez Oscar. La Flora del Valle de México. Editorial Herrero. Edición Enero 1969.

Rehder Alfred. Manual of Cultivated Trees and --
Shrubs. Editorial The Mac Millan Company. Ele---
venth Edition. (1967).

Valadez Cuenca Eduardo. Obtención de Materiales_
Acústicos Especiales a partir de Impregnaciones_
de Madera con Monómeros Vinílicos. Tesis Profesio--
sional. 1974.

Caballero Deloya Miguel y Castellanos Jarquin --
Salvador. Nota del Inventario Nacional Forestal_
Número 28. Volumen II Año 4 Septiembre de 1974.

- (1) Isonza Manrique Guillermo. Estudio Preliminar de
Maderas Reforzadas con Polímeros. Tesis Profesio_
nal. 1974.

Methacrylate Monomers. Storage and Handling. Po-
lymer Products. Dupont. U.S.A. 1975.

La Silvicultura Nacional. Problemas Actuales y -
Perspectivas para su Desarrollo. Cámara Nacional
de las Industrias Derivadas de la Silvicultura._
Marzo 1970.

Luna Romero Javier. Anteproyecto de una planta -
para Fabricar Resinas de Metil - Metacrilato. Te_
sis Profesional. 1969.

Ortega González, Martha M. Estructura Anatómica_
e Histológica de un Grupo de 28 Especies del Bos_
que Chiapaneco. Instituto Mexicano de Investiga-
ciones Tecnológicas. 1958.

Pennington y Saruk Ham. Arboles Tropicales de Mé_
xico. Instituto Nacional de Investigaciones Fo--
restales y la Organización de las Naciones Uni--
das para la Agricultura y la Alimentación. 1968.

Huerta Crespo Juana. Anatomía de la Madera de 12
Especies de Coníferas Mexicanas. Boletín Técnico
Número 8. Instituto Nacional de Investigaciones_
Forestales. Mayo 1963.

Martínez Máximo. Pinos de México. Editorial Bota. 1969.

Gordon Cook J. Enciclopedia del Plástico. Editorial Hobby. 1967.

Las Materias Plásticas y el Seguro. Revista. 1975. Münchener Rück. Munich Re.

Código ASME Sección 8. Edición 1968. Unfired Pressure Vessels. Editorial American Sociated of Mechanical Engineering.

Revista Bosques. Organo del Servicio Forestal Mexicano. Volumen IX Número 3. 1972.

Aguilar Alvarez de Alva Alfonso. Elementos de la Mercadotecnia. Editorial Continental S. A. 1968.

Mercado Hernández Areli. Comunicación Interna en las Empresas Mexicanas "Método de Encuestas de Actitudes". Seminario de Investigación Adms. Tesis Profesional. 1971.

Escobar Romulo. Enciclopedia Agrícola Tomo I

Hacia la Conciencia Forestal. Subsecretaría Forestal y de la Fauna.

Modern Plastics Encyclopedia. 1973 - 1974.

Morrison and Boyd. Organic Chemistry. Ally and Bacon, Inc. 1974.

(2) Brydson. Plastics Materials. Editorial Ilife books ltd. Año 1969.

R. Palin C. Plastics for Engineers. Editorial Pergamom Press. Año 1967.