

Tesis de Posgrado

Estudio químico y tecnológico de varias coníferas con miras a su utilización en la elaboración de papel

Fiaño, Edmundo Norberto

1963

Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Ciencias
Químicas de la Universidad de Buenos Aires

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales y de maestría de la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir, disponible en digital.bl.fcen.uba.ar. Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

This document is part of the doctoral theses collection of the Central Library Dr. Luis Federico Leloir, available in digital.bl.fcen.uba.ar. It should be used accompanied by the corresponding citation acknowledging the source.

Cita tipo APA:

Fiaño, Edmundo Norberto. (1963). Estudio químico y tecnológico de varias coníferas con miras a su utilización en la elaboración de papel. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_1151_Fiano.pdf

Cita tipo Chicago:

Fiaño, Edmundo Norberto. "Estudio químico y tecnológico de varias coníferas con miras a su utilización en la elaboración de papel". Tesis de Doctor. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 1963.
http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_1151_Fiano.pdf

EXACTAS UBA

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales



UBA

Universidad de Buenos Aires

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Estudio Químico y Tecnológico de Varias Coníferas
con Miras a su Utilización en la Elaboración de Papel

Edmundo Norberto Fiaño

R. de Tesir: 1131

Resumen presentado para optar al
Título de Doctor en Química
Orientación aplicada hacia la
Química Tecnológica

Año 1963

R E S U M E N

La industria papelera utiliza como principales materias primas: la madera (coníferas, latifoliadas), el bagazo, las gramíneas, las pajas, los trapos y el papel usado.

De todas ellas se destacan netamente las coníferas, por que su madera es conocida por sus propiedades en la obtención de pulpas de reconocida calidad.

Los bosques y plantaciones más importantes se encuentran en Europa, América del Norte y la U.R.S.S. En Latinoamérica es muy valiosa la forestación realizada en Chile con pino insigne (Pinus radiata). En nuestro país la distribución y volumen de los bosques de coníferas no es muy amplio, a pesar que poseemos una variedad bastante grande de estas especies.

Nuestra industria basa su abastecimiento en las maderas provenientes de plantaciones realizadas, principalmente, en el Delta del Paraná y Misiones.

Sus exponentes principales son el Pinus elliottii y el Pinus taeda dentro de las coníferas exóticas, el pino Paraná (Araucaria angustifolia), como conífera indígena y los sauces y álamos, como especies latifoliadas.

La Argentina posee el mayor consumo de pulpas celulósicas y derivados por habitante dentro del concierto latinoamericano, pero todavía la industria no cubre nuestro déficit interno, a pesar de los esfuerzos realizados, especialmente en los últimos años.

En bibliografía son muy escasos los datos sobre determinaciones químicas y/o tecnológicas de la madera de nuestras coníferas y, a menudo, no se dispone con seguridad del origen de las muestras utilizadas en los análisis.

Todos estos factores se tomaron como base para realizar

este trabajo y así llegar a conocer la composición y propiedades que poseen estas especies para la fabricación de papel.

Las muestras utilizadas corresponden a las maderas de nuestras principales coníferas. No se tuvieron en cuenta cuatro ~~es~~ pecies debido a la poca importancia forestal que tienen.

Para hacer un estudio comparativo, se analizó la madera de tres especies exóticas.

Los métodos empleados para el análisis de madera y pulpa se basaron, principalmente, en los detallados en las normas de la Technical Association of the Pulp and Paper Industry (TAPPI).- Los utilizados en el análisis de madera fueron los siguientes: so lubles en solventes orgánicos, solubles en agua caliente, solubles en hidróxido de sodio 1%, pentosanos, lignina, celulosa, holocelu losa, metoxilos, acetilos, mananos, galactanos y cenizas.

Para la preparación de pulpa se prefirió utilizar el método kraft debido a que es uno de los más importantes sistemas quí micos de pulpado. Además, no presenta dificultades, como por ejemplo, las que se encuentran con los pinos resinosos en los procesos químicos ácidos (sulfito).

La técnica empleada para el pulpado consistió en:

- 1- Preparación de los "chips".
- 2- Cocimiento de los mismos en un autoclave giratorio, junto con licor de cocción (solución de sulfuro de sodio e hidró xido de sodio).
- 3- El licor agotado proveniente de la cocción (licor negro) , se separó de la pulpa por filtración para su análisis.
- 4- La pulpa lavada y prensada se pesó para calcular el rendimiento en la cocción.
- 5- Se separó una cantidad de pulpa sin blanquear para efectuar sele los siguientes análisis: solubles en solventes orgánicos, lignina, alfa-, beta- y gama-celulosa, pentosanos, número de permanganato, longitud y ancho de fibras y cenizas
- 6- A continuación se blanqueó la pulpa utilizando un procedimiento en cinco etapas: cloro, hidróxido de sodio, cloro,

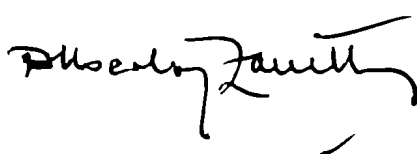
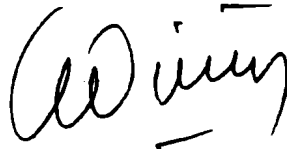
hidróxido de sodio e hipoclorito de sodio.

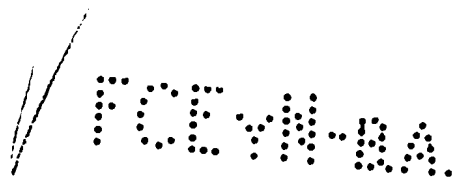
- 7- Para eliminar las pequeñas cantidades de cloro que puede retener la pulpa, se la trató con anhídrido sulfuroso.
- 8- Luego se lavó, prensó y pesó para poder calcular los rendimientos de blanqueo y total.
- 9- Se separó unos 30g de pulpa blanqueada para realizar su análisis químico; solubles en solventes orgánicos, alfa-, beta- y gama-celulosa, pentosanos, número de cobre y cenizas.
- 10- Se pasó una determinada cantidad de pulpa a una pila holandesa y se refinó.
- 11- Se fueron sacando muestras, cada 15 minutos, durante la refinación y se controló la variación de la misma con el tiempo. Para tal fin, se utilizó un aparato Schopper-Riegler.
- 12- De cada una de esas muestras se hicieron diluciones y se prepararon hojas en la máquina formadora Rapid-Köthen.
- 13- Las hojas se separaron de la tela metálica, se prensaron y secaron.
- 14- Una vez formadas las hojas, se sometieron a ensayos físico-mecánicos. Los realizados fueron: resistencia a la tracción, resistencia al desgarramiento, alargamiento, longitud de rotura, resistencia al doble plegado, resistencia a la explosión y espesor.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos se puede señalar que, dentro de las coníferas indígenas, se destacan netamente el pehuén (Araucaria araucana) y el pino Paraná (Araucaria angustifolia) y, sólo en ciertos aspectos, el ciprés (Libocedrus chilensis) y el alerce (Fitzroya cupressoides).

Entre las cultivadas el Pinus elliottii y el Pinus taeda, han demostrado sus cualidades para la preparación de pulpas celulósicas.

No se obtuvieron buenos resultados con la otra especie exótica estudiada, el Taxodium distichum.



UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Estudio Químico y Tecnológico de Varias Coníferas
con Miras a su Utilización en la Elaboración de Papel

Edmundo Norberto Fiaño

TESIS: 1111

Tesis presentada para optar al
Título de Doctor en Química
Orientación aplicada hacia la
Química Tecnológica

Año 1963

A mis Padres

PADRINO DE TESIS

Dr. Alberto Zanetta

AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer a los que con su consejo y ayuda han permitido que se completara este trabajo.

Al Instituto Nacional de Tecnología Industrial (I. N. T. I.) que mediante la concesión de una beca y la autorización para utilizar sus laboratorios, ha contribuido a su preparación, así como a todo su personal que tanto ha colaborado para su finalización.

A la Dirección de Investigaciones Forestales de la Administración Nacional de Bosques, lugar donde inicié la tesis.

A las firmas La Papelera Argentina S. A., Celulosa Argentina S. A. y Celulosa Jujuy S. A., por haberme orientado con su experiencia en la forma de realizar el trabajo.

Quiero manifestar mi agradecimiento personal al Dr. Alberto Zanetta, por la dirección de la tesis y sus consejos. Además expreso mi reconocimiento a las siguientes personas:

Ing. D. Ariagno, Ing. J. Castiglione, Ing. I. Constantino, Ing. C. D'Agostino, Ing. H. Del Rosio, Ing. J. Di Filippo, Sr. J. Eder, Dr. L. Golfari, Sr. A. Granada, Sr. R. Hilton, Ing. F. B. Kindgard, Ing. C. E. Lacerca, Ing. R. Leonardis, Ing. J. Padula, Ing. E. Paul

ABREVIATURAS EMPLEADAS

m	metro
km	kilómetro
mm	milímetro
m ²	metro cuadrado
cm ²	centímetro cuadrado
kg	kilogramo
g	gramo
mg	miligramo
s	segundo
g/cm ³	gramo/centímetro cúbico
kW	kilo Watt
kW.h	kilowatthora
C	grados centígrados
ha	hectárea
a	área
h	hora
m	minuto
g/l.	gramos/litro
l.	litro
atm	atmósfera
r. p. m.	revoluciones por minuto
psl.	libra por pulgada cuadrada
°Sch	grado Schopper-Riegler
i.	inglés
a.	alemán
fr.	francés
it.	italiano

INDICE

	Página
1- OBJETO DEL TRABAJO	2
2- INTRODUCCION	4
a - <u>MATERIAS PRIMAS</u>	
I- Mundiales	6
II- En la Argentina	15
b - <u>LAS PULPAS CELULOSICAS</u>	
I- En el Mundo	25
II- En la Argentina	29
3- COMPOSICION QUÍMICA DE LA MADERA	45
a - <u>CELULOSA</u>	46
b - <u>HEMICELULOSA</u>	50
c - <u>LIGNINA</u>	51
4- METODOS DE ANALISIS DE MADERA UTILIZADOS	55
a - Solubles en Solventes Orgánicos	56
b - Solubles en Agua Caliente	57
c - Solubles en Hidróxido de Sodio 1%	57
d - Determinación de Pentosanos	58
e - Determinación de Lignina	60
f - Determinación de Celulosa	60
g - Determinación de Holocelulosa	61
h - Determinación de Metoxilos	64
i - Determinación de Acetilos	66
j - Determinación de Mananos	69
k - Determinación de Galactanos	70
l - Determinación de Cenizas	71
5- RESULTADOS OBTENIDOS	72
a - <u>MATERIAL</u>	73
b - <u>PREPARACION DE LA MUESTRA</u>	75

6- METODOS DE PULPADO	Página 78
a- <u>EN LA INDUSTRIA</u>	79
I- Pulpa Mecánica	80
II- Pulpa Química	82
III- Pulpa Semi-química	93
b- <u>EN EL LABORATORIO</u>	95
I- Preparación de los "Chips"	95
II- Preparación del Licor Blanco	95
III- Cocimiento	96
IV- Análisis del Licor Negro	97
V- Depuración	97
VI- Análisis de la Pulpa sin Blanquear	98
VII- Blanqueo de la Pulpa	98
VIII- Lavado y Prensado	100
IX- Análisis de la Pulpa Blanqueada	100
X- Refinación	100
XI- Formación de la Hoja	101
XII- Prensado	101
XIII- Secado	102
XIV- Ensayos Fisico-Mecánicos	102
7- METODOS DE ANALISIS DE PULPA UTILIZADOS	105
a- Análisis del Licor de Cocción	106
b- Análisis de Líquido Negro	106
c- Solubles en Solventes Orgánicos	108
d- Determinación de Lignina en Pulpa	108
e- Determinación de alfa-, beta- y gama-celulosa	111
f- Determinación de Pentosanos	114
g- Número de Permanganato	114
h- Medida de Longitud y Ancho de Fibras	115
i- Número de Cobre	116
j- Análisis de Agua de Cloro	118
k- Análisis de Cloro e Hipoclorito Residual	118
l- Análisis de Hipoclorito de Sodio Concentrado	118
m- Determinación de Anhídrido Sulfuroso	119
n- Cenizas en Pulpa	119
8- RESULTADOS OBTENIDOS	121

	Página
9- CONCLUSIONES	158
10- BIBLIOGRAFIA	163
11- GLOSARIO	173

R A B A J O

1- OBJETO DEL TRABAJO

Cuando se inició este trabajo en el laboratorio de la Dirección de Investigaciones Forestales de la Administración Nacional de Bosques, se **diferenciaron** dos fines para el mismo.

El inmediato fue el conocimiento de los datos **químico-analíticos** de la madera de nuestras coníferas indígenas.

La realización de esta etapa se basó en lo siguiente:

- 1- Para la industrialización de cualquier tipo de material es necesario conocer antes su composición.
- 2- En distintas oportunidades grupos financieros o industriales interesados y/o vinculados con la industria de la celulosa y papel, consultaron organismos técnicos oficiales recabando informaciones relacionadas con la posibilidad de utilización de otras fuentes de materias primas nacionales distintas a las conocidas o empleadas hasta entonces. Una de las dificultades más notorias era el no conocimiento de los valores **analíticos** de la madera de nuestras coníferas y se creyó imprescindible emprender su investigación.

Una vez determinados estos valores fue necesario concretar la segunda etapa del trabajo.

La pregunta que surgió a continuación fue: qué propiedades tienen nuestras coníferas indígenas para ser empleadas en la fabricación de papel? El conocimiento de las mismas, ya sean las hojas o las ramas, serviría para señalar a nuestra industria las características tecnológicas para su posible empleo en la fabricación de pastas celulósicas.

Por supuesto, siempre que las bondades de la materia prima fueran coincidentes con los factores económicos y materiales que inciden primordialmente en su industrialización.

2- INTRODUCCIÓN

Las materias primas utilizadas en la industria de la celulosa y papel se pueden **clasificar** de acuerdo al tipo de fibra que posean.

Las materias primas de fibra corta (bagazo, paja de trigo, especies latifoliadas) son utilizadas fundamentalmente para la producción de papeles de impresión, obra, etc. Las de fibra larga (coníferas) se utilizan en la fabricación de papeles de alta resistencia (embalajes, envases, etc.).

De todas estas materias primas se destacan netamente las coníferas, porque su madera es conocida por sus propiedades en la obtención de pulpas de **reconocida calidad**.

Es interesante destacar que, a pesar de que el número de especies botánicas pertenecientes a la clase de las **Dicotiledóneas** es de alrededor de 120.000, el de coníferas no alcanza a 500; por sus relevantes características **xilotecnológicas**, el 75% del total de madera empleada en las distintas industrias forestales del mundo pertenecen a esta última (1).

El habitat de la gran mayoría de las coníferas son lugares montañosos, templados y fríos y sólo algunas especies se localizan en climas subtropicales y aun tropicales.

Las principales causas de la gran diversidad de sus características generales y de sus cualidades tecnológicas son, según el asesor forestal de Celulosa Argentina, Dr. Golfari, las siguientes (2):

- 1- **La latitud.** Las coníferas se encuentran en ambos hemisferios desde el paralelo 0° hasta el paralelo 70° de latitud norte.
- 2- **La altitud.** Varía desde el nivel del mar (*Pinus caribaea*, *Pinus elliottii*, *Pinus cubensis*) hasta cerca de los 4000m (*Pinus hartwegii*) y que va acompañada por grandes variaciones de temperatura (de 26C a 4C de media anual).
- 3- **Las precipitaciones pluviales.** Van desde 600mm (*Pinus cambrides*) hasta 5000mm (*Pinus strobus* var. *chiapensis*). Según su distribución a través del año, las lluvias pueden presentarse con distintos regímenes:
 - a- Uniforme: cuando se distribuyen a través de todo el año.
 - b- Monzónico: cuando predominan en verano y el invierno se

presenta seco.

c- Mediterráneo: cuando predominan en invierno y el verano es el que carece de precipitaciones.

4- Los suelos. Que pueden ser de distinto origen y tipo.

Clasificación de las Especies

Comprenden 7 familias (excluyendo las Metasequoiáceas) a grupadas en 40 géneros y 450 especies aproximadamente.

Las familias son: Taxáceas, Cephalotaxáceas, Podocarpaceas, Araucariáceas, Taxodiáceas, Cupressáceas y Pináceas.

Los géneros Pinus, Abies, Picea, Larix, Pseudotsuga, Cedrus y otros, que pertenecen a las Pináceas, están distribuidos únicamente en el hemisferio norte.

Los géneros Araucaria y Agathis son exclusivos del Sur.

Otros géneros como el Podocarpus existen en ambos hemisferios.

El de mayor importancia forestal es el Pinus.

Actualmente existen en el mundo más de 100 especies de este género. Algunas de ellas se han utilizado en gran escala en plantaciones de exóticas como el Pinus radiata (Nueva Zelandia, Chile, Australia, Sudáfrica, España, con más de 500.000ha plantadas), Pinus elliottii, Pinus caribaea, Pinus taeda, Pinus patula, Pinus insularis, etc.

a- MATERIAS PRIMAS

I- MUNDIALES

Consideramos por ahora únicamente los árboles que constituyen el 95% de la materia prima utilizada para la fabricación de papel. Los mismos cubren, aproximadamente, 3900 millones de hectáreas, que es más de la cuarta parte de la superficie de la tierra. Se clasifican como accesibles unos 1700 millones de hectáreas y menos de 1/3 ha sido objeto de explotación industrial.

Los mayores centros consumidores son las regiones más altamente industrializadas de Europa (incluida la U.R.S.S.) y América del Norte.

Estas regiones poseen grandes cantidades de materia prima, principalmente coníferas, para mantener su posición.

Debido a las grandes ventajas que ofrecen estas especies, alrededor del 90% de la pulpa de madera fabricada ~~en el mundo~~ de coníferas, y el resto de latifoliadas.

En el cuadro N°1 se puede ver la distribución del área forestal mundial (3). Los datos se han redondeado a 5 millones de hectáreas.

Coníferas

Alrededor de la mitad de todos los bosques de coníferas en uso se encuentran dentro de los límites de Rusia. Sin embargo, las fuentes más valiosas por su rendimiento y crecimiento, se encuentran en Europa y América del Norte.

La gran dificultad que se presenta en el hemisferio norte es que a veces la explotación comercial es muy dificultosa.

El Océano Glacial Ártico no es navegable durante todo el año, el transporte a grandes distancias por tierra tiene costos prohibitivos; la mayoría de las coníferas han sobrepasado su período de vida útil y además el crecimiento anual es bajo (aproximadamente $1, \text{m}^3/\text{ha}$).

Esto explica el alto porcentaje de bosques de coníferas inaccesibles en Rusia y también, aunque en menos grado, en América del Norte, principalmente en la zona septentrional de Canadá y Alaska.

Otra consideración importante es el crecimiento de las especies. En el hemisferio norte es muy lento y aun en Suecia, que cuenta con una buena administración de sus bosques, el crecimiento estimado (excluyendo la corteza) no alcanza a 3m^3 anuales.

O sea que una conífera, para alcanzar el diámetro adecuado para su utilización en la industria papelería, debe tener entre 70 y 100 años.

Una situación más favorable presentan las coníferas situadas en el Sur de Estados Unidos, en la costa del Pacífico de América del Norte; en el Delta y Misiones de nuestro país. Generalmente, el corte se efectúa a los 10-15 años.

Especies latifoliadas de zona templada

En Europa y América del Norte se transforman anualmente en papel alrededor de 10 millones de metros cúbicos de estas especies. A pesar de no presentar tantas ventajas como las coníferas para la fabricación de papel, debido a su fibra corta, se utilizan en mezclas con pulpas de fibra larga aprovechando su rápido crecimiento y su menor costo.

Especies latifoliadas de zona tropical

El buen resultado obtenido con las latifoliadas de zona templada ha preparado el camino a las de zona tropical.

Algunas de estas especies tienen fibras tan largas como las de las coníferas, aunque en general se las puede situar entre las de las coníferas y las latifoliadas de zona templada.

Sin embargo, son grandes las dificultades prácticas que se presentan para su **industrialización**. Generalmente se encuentran en rodales muy mezclados y varían mucho en densidad. Esto trae aparejado problemas en la preparación de papel, si se desea asegurar una buena calidad constante en el producto final.

A continuación consideraremos en primer término los recursos forestales de Europa, Rusia y América del Norte, y luego los del resto del mundo.

Recursos Forestales de Europa, Rusia y América del Norte

Algunos de los datos más importantes se detallan en el cuadro Nº 2 (4). En Europa, la mayoría de los bosques accesibles están en explotación, mientras que en América del Norte y Rusia **existen** todavía importantes áreas sin explotar.

Como Europa es la zona más densamente poblada, el área forestal accesible por habitante es 0,3ha contra 2,0 en América del Norte y 2,2 en Rusia.

Si nos **basáramos** fríamente en estos números llegaríamos a una conclusión errónea. Mientras Europa debería ser una zona importadora, América del Norte y la U.R.S.S. deberían ser exportadoras.

Tradicionalmente Europa ha sido una zona exportadora de pulpa y papel, llegando en épocas normales a unos 2 millones de toneladas anuales.

América del Norte fue por mucho tiempo importadora y recién a partir de 1951-2 exportó excedentes. La U.R.S.S., antes de la última guerra, exportaba aproximadamente 3 millones de metros cúbicos de madera para pulpa a los otros países europeos. Hoy en día importa cierta cantidad de este producto y además pulpa y papel de los países del norte de Europa.

En Europa los bosques vírgenes son muy escasos y limitados a la zona norte y las regiones **montañosas** centrales. En América del Norte y la U.R.S.S. hay importantes reservas naturales, especialmente en Canadá, Alaska y Este de Rusia.

Las principales coníferas del Norte de Europa son el abeto rojo y los pinos. En las regiones subalpina y alpina estas especies, se encuentran conjuntamente con el pinabete y el alerce.

El abeto rojo, a veces asociado con pinos, predomina en el Norte de la Rusia Europea. Más hacia el Este, estas especies se mezclan con el pinabete de Siberia y el alerce de Siberia.

Al Sur de la línea Leningrado-Gorki-Sverdlovsk las coníferas van

dejando paso a las **mesclas** de coníferas y latifoliadas de zona templada, principalmente el roble y el haya.

En las regiones asiáticas predomina el alerce que se asocia en las zonas más occidentales con el abeto rojo y el pino, y hacia el Este del Yenisei con el abedul. El alerce se extiende hasta la frontera china.

En América del Norte predomina el abeto rojo, el pinabete y varias especies de pinos.

La importante producción de papel de diario en Canadá se basa en los vastos bosques de abeto rojo y pinabete, asociados con abundante energía hidroeléctrica.

En el sur de los EE.UU., los extensos bosques de pinos han proporcionado la base de su gran industria de pulpa al sulfato en las décadas recientes. Sobre la costa del Pacífico, el abeto rojo, el pinabete y el abeto de Canadá, también asociados con abundante energía hidroeléctrica, han dado lugar a una gran industria mecánica que compite con la de Canadá y Norte de Europa. De lo dicho hasta aquí se desprenden las siguientes consideraciones: 1) aunque las fuentes europeas se están explotando intensamente, cubren las necesidades presentes y del futuro inmediato; 2) se deberá hacer mayor uso de las especies de pinos y latifoliadas; 3) será necesario recuperar mayores cantidades de desechos de madera; 4) la paja y el papel usado seguirán contribuyendo en gran proporción a la industria europea del papel.

Para América del Norte caben consideraciones similares, aunque en este caso tengan la gran ventaja de mantener intactas las grandes reservas de Canadá y Alaska.

Potencialmente, Rusia posee la mayor reserva de materia prima tradicional para la fabricación de papel. Pero para resolver sus problemas, sería necesario pensar cómo acercar esos bosques a las fábricas productoras (vías fluviales y férreas, caminos, etc). Actualmente, sólo una pequeña parte de esta materia prima —no mucho más que la suficiente para abastecer el mercado interno—, es industrializada en las fábricas de papel.

Fuentes Forestales en el Resto del Mundo

Los datos principales que se relacionan con el resto del mundo, se detallan en el cuadro N°3 (5). Las áreas se han redondeado en una aproximación de 5 millones de hectáreas.

Estas fuentes forestales difieren de las consideradas en páginas anteriores, en varios aspectos. Las diferencias más importantes se tabulan en el cuadro N°4 (5).

La mayor parte de las coníferas se encuentran en China y Japón; en las laderas del Himalaya, desde Afganistán a la India; en las

regiones montañosas y secas del Cercano Oriente, y en México. Estos bosques son similares a los de Europa, América del Norte y la U.R.S.S., donde las especies dominantes son el pinabete, el abeto rojo, el pino y el alerce, frecuentemente asociadas con el enebro y el ciprés en las regiones secas.

La mayoría de estas formaciones, especialmente las del Himalaya, son por ahora inaccesibles.

También hay áreas de coníferas en las zonas tropical y subtropical, siendo una de las más importantes ~~la del pino Paraná~~, que cubre aproximadamente 9 millones de hectáreas en los estados del sur del Brasil y en la provincia argentina de Misiones. Además, hay importantes zonas de pino del Caribe en América Central, esalonadas desde el nivel del mar hasta las altas montañas.

Plantaciones y Árboles Fuera del Bosque

Las reservas del mundo de fibra de madera no se encuentran limitadas a la existencia de recursos forestales naturales. Es necesario suplementarlas con plantaciones.

Las especies cultivadas más importantes son los eucaliptos, álamos y pinos.

Eucaliptos

Australia es la patria del eucalipto. Existen varios cientos de especies, cada una de ellas adaptada a un suelo y ~~condiciones~~ climáticas especiales. Durante los últimos 30 años se han obtenido muy buenos resultados en Brasil, con un crecimiento anual por hectárea de 25-30m³, Argentina, Ecuador, Colombia, América Central, Sudáfrica (donde cubren 150.000ha). Además, se ha cultivado muy bien en los suelos erosionados y muy pobres de Etiopía, Kenya, Uganda, Tanganyika, Nigeria, Marruecos y también en Italia y España.

Esta adaptabilidad del eucalipto ha sido su gran arma para que fuera aceptado en casi todo el mundo. Hay que considerar que no todas las especies son de utilidad para la preparación de pulpa, especialmente por la coloración de su madera, pero es de esperar que los avances tecnológicos irán superando los inconvenientes.

Álamos

Este género comprende 5 subgéneros: el álamo temblón y el blanco (Leuce) crecen principalmente en zonas templadas del hemisferio norte; el bálsamo (Tacamahaca), en América del Norte y partes de Asia; el álamo negro (Aigeiros), a través de todas las zonas templadas; el Leucoides, principalmente en los estados del sudeste de los EE.UU. y el Lejano Oriente; y el subgénero Turun

ga, en las zonas secas del Mediterráneo.

En igual forma que el eucalipto, algunas especies de álamo son resistentes a las altas temperaturas del verano y pueden vivir en zonas comparativamente secas y aun en suelos salitrosos; otras especies necesitan abundante humedad o crecen relativamente rápido en regiones montañosas.

Se consideran muy importantes materias primas para la fabricación de papel a los subgéneros Leuce (álamo blanco, álamo temblón) y Aigeiros (álamo negro). En la Argentina se utiliza casi exclusivamente el álamo negro (6).

El conocimiento de las especies de álamo y su cultivo incluyendo el desarrollo de híbridos, se ha multiplicado en los últimos 20 años, de modo que hoy ya se cuenta con un porcentaje satisfactorio de plantaciones de álamo, bajo condiciones muy variadas, que permiten seleccionar las especies más apropiadas.

Pinos

Por varias décadas se plantaron especies de pinos de crecimiento rápido (merkusii, radiata, patula, taeda, elliottii y khasya) en diferentes partes del mundo para proveer o incrementar las fuentes de madera de construcción.

El P.merkusii fue plantado en Java, Sumatra y otras regiones del Lejano Oriente (así como el P.khasya) dando un rendimiento anual de 10-15m³ por hectárea.

El P.radiata o pino insigne, se plantó primero en Nueva Zelanda y actualmente cubre 220.000ha y tiene un crecimiento anual de aproximadamente 15m³ por hectárea. Estas plantaciones proveen la materia prima a una importante industria de la pulpa y papel, que se está desarrollando en esta región.

En Chile se plantaron alrededor de 300.000ha con pino insigne y el crecimiento anual es de, aproximadamente, 20m³ por hectárea, en las plantaciones de 40 años.

Esta especie también ha sido introducida con éxito en varias regiones de Sudamérica, Australia y Sudáfrica. Son también útiles para el pulpado las especies patula, taeda y elliottii, que se desarrollan tanto en Sudáfrica como en América Central.

La lista de especies que existen en plantaciones es enorme, pero además de los eucaliptos, álamos y pinos, sólo dos especies se han utilizado para la preparación de pulpa en una escala significativa. Son la acacia en Sudáfrica y el pino Paraná (Araucaria angustifolia) en Brasil.

Otras Fuentes de Fibras

Bambú, cañas y gramíneas

Bambú: Se encuentra en abundancia a través de todo el trópico y

cuando las condiciones son favorables, en las áreas subtropicales.

Las fuentes más importantes se encuentran en la India, Este del Pakistán, Assam, Birmania, Sudeste de Asia, China y los países de América Central.

Sólo en la India se utiliza como materia prima importante para la fabricación de pulpas. Se consumen unas 300.000 toneladas anuales, o sea el 60% de los requerimientos presentes de materias **primas fibrosas**.

El bambú madura en 2 ó 3 años y por lo tanto constituye una fuente rápidamente renovable de materia prima fibrosa.

Los rendimientos son habitualmente altos: alrededor de 3-4 toneladas por hectárea anuales en India y unas 7,5 toneladas en el Este de Pakistán.

Las características de las fibras son excelentes para la fabricación de papel, y su longitud excede, en algunas especies, al de las coníferas.

El bambú constituye una de las más importantes fuentes de fibra larga en las regiones tropicales y llegará a ser, probablemente, de mucha importancia para la fabricación de mezclas cuando los bosques tropicales, que producen fibras cortas, sean explotados.

Cañas: Generalmente crecen en tierras pantanosas, orillas de lagos o a lo largo de la ribera de los ríos.

Pueden llegar a ser importantes en países como el Irak, donde el Phragmites communis crece abundantemente en las tierras pantanosas de los cursos inferiores del Eufrates y Tigris.

En Italia se utiliza la Arundo donax (caña gigante) en la fabricación de celulosa para rayón.

Gramíneas: Hace tiempo que varias gramíneas se emplean en la fabricación de papel. Alrededor de 300.000 toneladas de esparto (Stipa tenacissima y Lygeum spartum) que crece principalmente en España y Norte de Africa, se exporta en su mayoría a Gran Bretaña para la fabricación de papeles de buena calidad para libros o periódicos.

La Eulaliopsis binata o hierba sabai es la segunda en importancia como materia prima en las fábricas indias de papel.

Pese a que los precios del esparto y sabai han subido bastante en los últimos tiempos -principalmente a causa de los aumentos **en los costos de extracción**- su uso tiende a incrementarse debido a las características especiales de estas fibras y a los bajos consumos de productos químicos que necesita su pulpado.

Residuos Agrícolas

Paja y bagazo

Algunas de las más importantes fuentes potenciales de **materia** prima para pulpa y papel son los desechos o restos de las cosechas, principalmente las **pajas** y el bagazo. A pesar de que su **fi**bra es más corta que la de las coníferas, bambú y otras gramíneas, los avances tecnológicos han hecho posible producir una **an**plia variedad de papeles, parcialmente mezclados con **pequeñas** cantidades de fibras largas.

La **cantidad** de paja producida en el mundo cada año es enorme. Aun considerando únicamente las derivadas de los dos granos más importantes: el trigo y el arroz, se alcanzan unos 700 millones de **toneladas**.

Si la mitad de esta cantidad, que es lo que aproximadamente se recupera en el campo durante la cosecha, pudiera industrializar **se** totalmente, se obtendrían 150 millones de toneladas anuales de papel y cartón (unas tres veces el consumo mundial).

Sin embargo, sólo se utilizan actualmente unos 2 millones de **toneladas** para la producción de pulpas.

En la práctica no es posible utilizar toda esa enorme cantidad de paja debido a que se emplea en las granjas como pienso y cama para ganado, o como combustible en lugares donde no es posible conseguir otro más barato.

Las mayores dificultades que presentan las pajas para su industrialización son: a) suelen encontrarse en lugares alejados de los principales centros de consumo de papel; b) las áreas agrícolas carecen a menudo del agua o energía suficiente; c) la paja es muy voluminosa y es necesario enfardarla y guardarla, lo que exige una buena organización y equipos; d) para la fabricación de muchos papeles es necesario mezclar la pulpa de paja con otras de **fibra** larga; e) las cantidades obtenibles y los **pre**cios varían según la cosecha.

A pesar de todas estas dificultades, la producción de pulpa de paja se incrementará principalmente en aquellas regiones pobres en recursos forestales, o donde el avance tecnológico haya **expe**rimetado un gran adelanto.

El bagazo de caña de **azúcar** es el residuo fibroso que queda **lue**go de haberse extraído el azúcar. La producción mundial anual es de unos 25 millones de toneladas, de las cuales una tercera parte, 8 millones de toneladas, se producen en Cuba. Los **siguie**ntes productores son la India y Brasil con 2 millones de toneladas cada uno (7).

El bagazo, que tiene una longitud de fibra de 1,5-2,0mm (más **br**

=gas que la mayoría de las latifoliadas y las pajas) contiene, junto con un 45-50% de agua, aproximadamente un 30% (sobre peso seco) de un material no fibroso, que es la médula.

Este tiene un efecto desventajoso sobre la calidad de las pulpas y aumenta el consumo de productos químicos en el pulpado.

Lo mismo que las pajas, las cosechas azucareras duran unos seis meses. Para mantener una producción continua de papel, es necesario almacenarlo. Esto trae aparejados los siguientes problemas: 1) es muy voluminoso; 2) los azúcares residuales presentes en el bagazo son atacados rápidamente por microorganismos, y se convierten en ácidos orgánicos, reacción que va acompañada de una gran liberación de calor. Como el bagazo es un material aislante, la temperatura en el interior de las estibas sube hasta el punto que los ácidos presentes pueden causar el deterioro de las fibras.

El sistema de embalado de pacas ha solucionado parcialmente estos problemas (8).

La mayoría de los ingenios azucareros son demasiado pequeños para abastecer de bagazo una planta de pulpa lo bastante grande para ser económica. Obtener bagazo de otros ingenios no siempre es conveniente, y además estos tipos de pulpa siempre necesitan la adición de otras de fibra larga para la producción de buenos papeles.

Otro factor a contemplar es que el bagazo constituye el principal combustible utilizado en los ingenios azucareros. Sólo las fábricas más modernas o las cercanas a gasoductos o pozos de petróleo utilizan el gas como combustible y tienen el problema de la industrialización de ese bagazo residual. Uno de estos casos está ocurriendo en nuestra provincia de Jujuy donde se piensa sustituir el bagazo por gas como combustible, e industrializar aquél en una fábrica de papel a construirse anexa al ingenio.

Existen muchos otros desechos agrícolas que podrían utilizarse para la producción de pulpa (tallo de algodón, caña de maíz, troncos del bananero, caña de yute, hojas de cáñamo). Pero por diversas razones no es de esperar que ocupen un papel importante en la producción mundial, pese a que algunos son muy abundantes. Por ejemplo, la producción mundial de tallos de maíz alcanza a unos 70 millones de toneladas por año.

Trapos, fibras de ropa y otros materiales de desecho

A pesar que estos materiales se usan en una escala muy limitada en comparación a los que ya hemos visto, no dejan de ser importantes, puesto que dan propiedades especiales a algunos tipos de papel. Todos estos materiales tienen fibras muy largas, generalmente en el orden de los centímetros en lugar de los milímetros.

Se usan principalmente para hacer papeles de escribir de buena calidad, a los que dan mejor aspecto y mayor durabilidad.

Papel usado

Generalmente, un hecho que se olvida es que en la nómina de materias primas para fabricar papel, el propio papel (usado, recortes, etc.) ocupa el segundo lugar en importancia.

En Estados Unidos las cantidades de papel usado representan una tercera parte de todos los materiales fibrosos utilizados por las fábricas de papel. En Europa es, aproximadamente, una quinta parte.

Por lo general, en países con un bajo consumo de papel por habitante, la recuperación del papel usado también es bajo. Esto se debe no sólo al costo de recolección, sino también a que mucho de este papel, especialmente el de diarios viejos, se utiliza para envolver productos en mercados, almacenes, etc.

La mayoría de estos papeles se emplean en la fabricación de papeles de tipo industrial, como cartones corrugados, tableros de cartón, papeles de construcción, etc.

A pesar de todo, el papel ya usado continuará siendo por muchos años una de las más importantes fuentes de material fibroso para la industria papelera.

II- EN ARGENTINA

La Argentina utiliza la madera, ya sea la proveniente de latifolias o coníferas, la paja de trigo, el sorgo negro (9) y el bagazo, como materias primas principales para la fabricación de pulpas celulósicas y derivados.

Vamos a considerar a continuación las zonas de distribución de las coníferas, por ser el motivo de este trabajo, haciendo algunas menciones sobre las otras materias primas.

Coníferas

Nuestro país posee un número bastante grande de especies de coníferas, pero esta riqueza no va acompañada de una gran área de distribución ni de un alto porcentaje de árboles utilizables. Se calcula que sólo el 0,2% del área forestal natural de nuestro país corresponde a coníferas. Los países escandinavos son más pobres en especies diferentes, pero basan su riqueza forestal en la amplitud del área de distribución, en el elevado número de árboles aprovechables por unidad de superficie y en la gran cantidad de rodales de una sola especie de coníferas.

Los informes de la CEPAL y la FAO (10,11) de los años 1961-62 indican que, mientras nuestras existencias de materias primas de

fibra corta son suficientes para abastecer la industria en la actualidad y aun un incremento posterior de producción, no ocurre lo mismo con las de fibra larga. Nuestra existencia de coníferas es deficitaria y en estos momentos no se ven detalles que indiquen la posibilidad de forestación de estas especies en la magnitud imprescindible para cubrir nuestro déficit interno. Según cálculos realizados tendríamos que disponer de unas 300.000ha de coníferas para cubrir el déficit anual de celulosa de fibra larga para papel. Sin embargo, nuestras existencias de montes artificiales de coníferas no alcanzan a las 20.000ha. No tenemos en cuenta las zonas de coníferas indígenas por no resultar económica su explotación, en estos momentos. En el cuadro N°5 se indican las principales plantaciones de coníferas en el país. Los datos fueron proporcionados por el técnico forestal de Celulosa Argentina S.A., Dr. Lamberto Golfari. (12).

Zonas de distribución

Podemos considerar cuatro zonas principales de distribución de las especies de coníferas en nuestro país.

- 1.- **Zona Norte.** En esta zona se desarrolla el "pino del cerro", (Podocarpus parlatorei). Esta conífera se localiza en altitudes comprendidas entre los 1.500 y 2.000m sobre el nivel del mar. Se encuentra en formaciones boscosas puras, casi puras o mezcladas con muy pocas especies arbóreas, situación que favorecería su explotación.

Después de constatare sus buenas características tecnológicas (13) y realizado el estudio económico y de explotación, (14), se dieron los primeros pasos para instalar junto al Río Grande, entre la ciudad de Jujuy y la de Palpalá, una planta industrial con el proyecto de elaborar pasta y papel por el procedimiento kraft, con una producción estimada en 15.000 toneladas anuales (15).

El gran inconveniente para la industrialización de esta conífera es que se encuentra en zonas casi inaccesibles y su transporte sería muy difícil de realizar y además resultaría muy costoso.

De concretarse su explotación comercial, no sólo contribuiría a cubrir parte de la falta de disponibilidad de pastas celulósicas de fibra larga que el país se ve obligado a importar, sino que también involucra el aprovechamiento industrial de una materia prima hasta ahora no utilizada. También es muy importante el proyecto -ya en desarrollo- de construcción de una planta en Ledesma, al noreste de la ciudad de

Jajay, para la fabricación de papel a partir de bagazo, por el proceso al sulfato.

Esta fábrica se construye anera al ingenio azucarero de igual nombre y se calcula que tendrá una producción de 100 t neladas diarias.

- 2- **Misiones.** En esta provincia debemos considerar tres especies de coníferas: el pino Paraná (Araucaria angustifolia), el Pinus elliottii y el Pinus taeda. La primera es nuestra conífera indígena más importante debido a su crecimiento anual y sus aplicaciones. Su distribución natural (límite noreste de la provincia de Misiones) no es muy amplia, desarrollándose profusamente del lado brasileño. Además, ha sido forestada con éxito en gran parte de la provincia, sobre todo en las costas del Alto Paraná.

Se considera que de las 12.000ha cultivadas con coníferas en Misiones, aproximadamente 8.000 son de pino Paraná. La forestación en esta provincia se comenzó con esta especie, pero como necesita condiciones especiales de cultivo (tierras buenas, profundas, de poca pendiente, húmedas) (16,17) en la actualidad se están intensificando las plantaciones con pinos resinosos del sudeste de los EE.UU. Entre estas coníferas exóticas se destacan el Pinus elliottii y el Pinus taeda, que constituirán la base de nuestra industria de pulpa de madera. Es posible realizar plantaciones con los mismos en suelos más pobres y con menores cuidados que los que se requieren para el pino Paraná. Se calcula que **actualmente** hay forestadas unas 4.000ha de estos pinos en la región.

El 80% de los bosques artificiales de coníferas se encuentran concentrados en Puerto Piray y las colonias limítrofes de Eldorado y Montecarlo. Además de las ya nombradas, se obtuvieron buenos resultados con el Pinus caribaea var. hondurensis, que tiene un crecimiento más rápido que el P.elliottii, y la Cunninghamia lanceolata, que es originaria de China y mostró un crecimiento muy satisfactorio.

Esta zona se forestó también con eucaliptos (E.saligna, E.grandis, E.alba, E.tereticortis, E.botryoides), los que cubren unas 8.000ha (18).

- 3- **Delta del Paraná.** Es posiblemente nuestra zona más rica y la que ofrece un futuro más promisorio por poseer los dos factores primordiales para el desarrollo forestal: temperatura y agua.

La principal plantación es la de sauces y álamos, que cubren 100.000ha (70% sauces, 30% álamos) y que sirven de ma-

Altera poco a nuestra industria de pulpa mecánica y semi - química.

Con P.elliottii y P.taeda se forestaron unas 1.000ha. Evidentemente, las especies de coníferas que mejor se han adaptado son el P.elliottii, P.taeda y los Taxodium (distichum y mucronatum).

Celulosa Argentina y la Compañía General de Fósforos obtuvieron rendimientos de 30m³ por hectárea y por año de madera siendo un poco mayor el crecimiento en el P.taeda que en el P.elliottii.

Los Taxodium se desarrollan muy bien en las zonas bajas y pantanosas, donde no es posible plantar otros pinos, proporcionando una madera de poca densidad pero muy durable (19,20) La ubicación de esta zona y su cercanía a las principales fábricas papeleras, elimina el gran problema de las distancias y con ello los fletes. Cabe mencionar que el transporte forestal en nuestro país es sumamente caro. Las cifras de transporte de pino desde Campana a Capitán Bermúdez -que no alcanza a 300km de distancia- pasan de los 300m\$ por tonelada, o sea que el transporte de una hectárea de monte de pino de 10-12 años, cuesta alrededor de 90.000m\$ (21).

El costo de las tierras del Delta es posiblemente una de las pocas cosas que no han conocido la inflación de los últimos años. Pueden conseguirse buenas tierras a un precio diez veces inferior al de muchas de la provincia de Buenos Aires o Santa Fe.

- 4- **Zona de los lagos del Sur.** Es la zona más rica en especies de coníferas. Pero distintas razones hacen no económica su explotación. Las principales son: 1) su estrecha zona de desarrollo; 2) la pequeña cantidad de ejemplares; 3) la distancia que las separa de los principales centros poblados; 4) su lento crecimiento y 5) el estar gran parte de ellas en regiones protegidas por Parques Nacionales.

Entre las coníferas se destaca netamente el "pehuén" (Araucaria araucana) como una especie muy apta para la fabricación de papel. Se realizaron cruzamientos de esta conífera con el "pino Paraná" (Araucaria angustifolia) en el territorio central argentino, para obtener híbridos con las siguientes cualidades: 1) que crecieran tan rápido como la A.angustifolia; 2) que la madera tuviera la calidad de la A.araucana; y 3) que se desarrollaran en el territorio central argentino. Desafortunadamente los primeros ensayos no tuvieron éxito (22).

La otra conífera que junto con el "pehuén" participa del mercado maderero patagónico es el "ciprés" (Libocedrus chilensis, ahora Austrocedrus chilensis).

Es evidente que si se piensa en la forestación y explotación comercial de esta zona con especies exóticas se deben considerar fundamentalmente dos factores: 1) que su rendimiento sea superior al de las coníferas autóctonas; y 2) que se puedan adaptar al clima de la región (clima mediterráneo).

Se realizaron plantaciones de coníferas destacándose las del Oeste de los EE.UU. y el Canadá; se señalan las siguientes como de interés para realizar forestaciones con fines comerciales: "pino amarillo" (P. ponderosa) (23); "pino oregón", (Pseudotsuga menziesii var. viridis); "pino insigne" (P. radiata) y "pino murrayana" (P. contorta var. latifolia) (24).

Fuera de las zonas ya consideradas hay otras regiones del país, donde se han hecho importantes plantaciones. Las principales son:

- 1- Concordia (Entre Ríos). Se calcula que existen 3.000ha de P. elliotii. Además, desde 1950 se han forestado unas 16.000 ha con Eucalyptus saligna (25).
- 2- Santa Fe. Se considera que hay forestadas unas 2.500ha con P. elliotii y P. taeda.
- 3- Buenos Aires. En general se calculan 2.000ha de P. elliotii y P. taeda. Es muy interesante la forestación dunícola en Punta Mogotes y General Lavalle (26,27) y las plantaciones de Tandil (28) y de la zona de Campana y Zárate.

Se detallan a continuación las especies de coníferas que se han establecido con éxito en nuestro país (29):

Misiones: Araucaria angustifolia, Pinus elliotii y Pinus taeda.

Corrientes y Este de Entre Ríos: Pinus elliotii y Pinus taeda
Delta del Paraná: Pinus elliotii, Pinus taeda, Taxodium distichum y Taxodium mucronatum.

Noreste de la Provincia de Buenos Aires y Sur de Santa Fe: Pinus elliotii y Pinus taeda.

Andes Patagónicos de Neuquén, Río Negro y Chubut: Pseudotsuga menziesii, Pinus ponderosa, Pinus contorta var. latifolia, Picea abies, Pinus radiata (en la zona norte).

Costa litoral marítima de la Provincia de Buenos Aires: Pinus radiata, Pinus pinaster y Pinus halepensis.

CUADRO N° 1

DISTRIBUCION DEL AREA FORESTAL PRODUCTIVA EN EL MUNDO

(MILLONES DE HECTAREAS)

Región	Superficie de los bosques	Bosques Accesibles	Bosques en Explotación		
			Coníferas	Latifolias Zonas tem pladas	Zonas tropi cales Total
Europa y Norteamérica	490	445	245	105	- 350
U.R.S.S.	745	425	300	50	- 350
Resto del mundo	2380	905	65	-	365 430
Total Mundial	3915	1775	610	155	365 1130

Datos extraídos del Informe de la FAO "World Pulp and Paper Resources and Prospects" New York (1954).

CUADRO N° 2

Región	Superficie (millones de hectáreas)	BOSQUES		BOSQUES ACCESIBLES		BOSQUES EN EXPLOTACION		
		Total (millones de hectáreas)	Porcentaje de la superficie total	Total (millones de hectáreas)	Hectáreas por habitante	Total (millones de hectáreas)	De coníferas	
							(millones de hectáreas)	Porcentaje
Europa	479	136	28	133	0,3	130	75	58
América del Norte	1816	656	36	312	2,0	220	170	77
U.R.S.S.	2189	743	34	425	2,2	350	300	85
Total	4484	1535	34	870	1,2	700	545	77

· Datos extraídos del informe de la FAO "World Pulp and Paper Resources and Prospects", New York (1954).

CUADRO N° 3

RECURSOS FORESTALES DE LATINOAMERICA, AFRICA, ASIA Y OCEANIA

Región	Area (millones de hectáreas)	BOSQUES		BOSQUES ACCESIBLES		BOSQUES EN EXPLOTACION		
		Total (millones de hectáreas)	Porcentaje del área total	Total (millones de hectáreas)	Por habitante (hectáreas)	Total (millones de hectáreas)	De coníferas	
							(millones de hectáreas)	%
Latinoamérica	2240	925	41	345	2,0	90	10	11
Africa	2970	300	27	230	1,4	115	2	2
Cercano y Medio Oriente	600	35	6	30	0,4	30	6	22
Lejano Oriente	2100	530	25	230	0,2	175	44	25
Oceanía	855	85	10	20	1,6	15	2	13
Total	8765	2375	27	905	0,5	425	64	15

CUADRO N° 4

	Bosques en Europa, América del Norte y Rusia	Bosques en el resto del mundo
Area forestal total (millones de hectáreas).....	1535	2375
Porcentaje del área total	34	27
Porcentaje de bosques accesibles	5*	38
Porcentaje de bosques en explotación.....	46	18
Area de bosques no explotados (accesibles o no, millones de hectáreas)	835	1950
Bosques accesibles en relación a la población (hectárea por habitante)	1,2	0,5
Coníferas, como porcentaje de los bosques explotados	77	15
Varlaciones climáticas	En su gran mayoría en la zona fría y templada	Inmensa variedad de climas
Variedad de especies	En general limitada; p.ej: alrededor de 50 en Europa. Hay una relativa uniformidad en los bosques, especialmente en las zonas más frías.	Inmensa. Alrededor de 2500 en la cuenca del Amazonas. Bosques heterogéneos, especialmente en las regiones tropicales.

CUADRO N° 5

PLANTACIONES DE CONIFERAS EN LA REPUBLICA ARGENTINA

Provincia	Lugar	Firmas	Hectáreas de plantaciones	Tipo de Coníferas
1- Misiones	Puerto Piray	Celulosa Argentina S.A.	5.000	Pino Paraná 5.000 <u>P.elliottii</u> <u>P. taeda</u> y otros 1.000
2- Entre Ríos	Sur de Montecarlo	Garupé	1.000	principalmente P. Paraná
	Entre Eldorado y Puerto Iguazú	Varias	5.000	aprox. P. Paraná 2.000 Pinos resinosos 3.000
	Concordia	Varias	3.000	<u>P.elliottii</u>
	Delta del Paraná	Varias	1.000	<u>P.elliottii</u> y <u>P. taeda</u>
3- Santa Fe	---	Celulosa Argentina S.A. y otras	2.500	<u>P.elliottii</u> y <u>P. taeda</u>
4- Buenos Aires	---	Varias	2.000	<u>P.elliottii</u> y <u>P. taeda</u>
T O T A L			18.000	

Datos proporcionados por el técnico forestal de Celulosa Argentina S.A., Dr. Lamberto Golfari.

b- LAS FULPAS CELULOSICAS

I- EN EL MUNDO

A fines de 1961 se estimaba que la capacidad mundial para producir pasta, superaba las necesidades en unos dos millones de toneladas, correspondiendo la mitad del excedente al Canadá y la mayor parte del resto a Suecia y **Finlandia**.

En 1961 la producción mundial de pasta de madera (química y mecánica) superó los 62 millones de toneladas, o sea que tuvo un incremento de más del 5% respecto a 1960. Todas las regiones contribuyeron al mismo, especialmente América del Norte por la mayor demanda interna y por la ampliación de las exportaciones.

A América del Norte le correspondió el 55% de la producción mundial y aumentó la suya en un 4% durante 1961 en relación a 1960. Los porcentajes que corresponden a cada región se pueden ver en el cuadro N°6 (30).

La producción europea de pasta fue en 1961 un 6% superior a la de 1960, habiendo sido especialmente considerables los incrementos en pasta química.

Todas las regiones principales contribuyeron al incremento de más del 5% que registró la producción mundial de papel y cartón, aun cuando América del Norte y Europa continuaron dominando la producción mundial de los artículos del papel. En los últimos años, el ritmo de crecimiento de la producción se ha hecho más lento en América del Norte, pero todavía son relativamente amplios en Europa, la U.R.S.S. y el Lejano Oriente.

La producción mundial de papel para diario aumentó en un 3%. En América del Norte el aumento no fue considerable. Al igual que ocurre con la pasta, la capacidad mundial de producción de papel de diario ha crecido en los últimos años con más rapidez que la demanda; de ahí que a fines de 1961, la capacidad estimada en 17,8 millones de toneladas, superase a la producción en unos 2,4 millones de toneladas. En 1961, comenzaron a funcionar en Finlandia no menos de cinco nuevas fábricas de papel de diario, determinando un incremento en la capacidad del 50%. En tanto que todos los países de América Latina produjeron en 1957 sólo el 14% de sus necesidades, en 1960 cubrían ya el 23% de las mismas, a pesar que el consumo había aumentado en 100.000 toneladas en esos dos años.

En 1961 se produjo por primera vez papel para diario en el continente africano. Unas 27.000 toneladas de papel de diario sud-africano fue utilizado por los periódicos locales y se espera que el volumen de producción se eleve en 1962 a 45.000 toneladas.

Comercio

El comercio mundial de productos forestales que está muy influido por las condiciones económicas de los países industriales del mundo, se vio favorecido en 1961 con la prosperidad general. El volumen total del comercio aumentó un 3%. Debido, principalmente, al incremento de la demanda de importación en Europa Occidental y en el Japón, se registraron aumentos todavía más grandes en el comercio de pasta de madera y de sus productos.

El comercio internacional de papel para diario aumentó de nuevo en forma moderada, pero el de pasta de madera fue afectado por la paralización de la demanda en Europa. La producción de pasta mecánica y química en esa región ha aumentado tanto que los países escandinavos han decidido reducir su producción en un millón de toneladas durante 1962 (o sea un 15%) para disminuir las reservas. Sin embargo, la ampliación del tráfico en otras regiones produjo un pequeño aumento en el comercio mundial 1961 (32).

Precios

Los precios de la pasta y el papel fueron, en conjunto, más bien estables. Los precios mundiales de la pasta mecánica permanecieron durante todo el año al mismo nivel que en 1960. En Europa, sin embargo, los precios de la pasta química cayeron bruscamente durante la segunda mitad del año. Esto ocurrió debido al exceso de la capacidad de producción, de las muchas existencias de los países exportadores y de las expectativas -menos optimistas- respecto a la futura demanda. Los precios del papel para diarios se mantuvieron firmes en general durante todo el año. Los canadienses fueron un 4% más altos que en 1960; y a fines de ese año, las manufacturas escandinavas aumentaron sus precios 4 dólares por tonelada (33).

La industria de la pulpa y el papel

Es una de las industrias más importantes y en la que hay una inversión muy grande de capital.

Se ha desarrollado rápidamente en los últimos años. Durante la década 1950-1959, la producción mundial de pasta ascendió de 34 a 59 millones de toneladas, y la de papel de 43 a 74.

En esta industria, los de la madera representan la principal partida de los costos totales de producción y es esencial disponer de una fuente de abastecimiento económico de materia prima. Además, revisten considerable importancia otros materiales de elaboración y factores de producción. La estructura de los costos de producción varía considerablemente con el proceso empleado, las dimensiones de la instalación, el emplazamiento y según que el proceso sea o no integrado (pasta y papel). Se pueden ver al

—gunas de las principales características en el cuadro N°8 (34). Aunque el de la madera representa entre una tercera parte y una mitad de los costos totales de producción, se observará: 1) que el desembolso de capital es elevado; 2) que los productos químicos para la elaboración adquieren una importancia considerable, sobre todo cuando se refiere a las pulpas blanqueadas; 3) que la fuerza motriz, el vapor y el agua, representan un elemento muy importante; y 4) que los gastos de mano de obra son relativamente bajos.

Las necesidades características para fábricas de tamaño medio de 100 toneladas diarias de capacidad (36.000 toneladas anuales), en un país subdesarrollado oscilan entre 12 y más de 20 millones de dólares, según el emplazamiento, el procedimiento seguido y el programa de producción. Se consideran necesidades características la inversión fija en la fábrica solamente, con excepción del capital de explotación y de toda inversión necesaria en la infraestructura.

Más de la mitad de estas inversiones están compuestas por equipo, sueldos, etc., que en un país subdesarrollado exigen el desembolso de divisas. En cambio, el período de amortización (producción anual bruta dividida por inversión total) no es elevado, oscilando entre un año y medio y tres años (34).

Hay una gran diferencia entre la inversión fija en fábricas con distintas capacidades de producción, que se indica en el cuadro N°9 (34).

Las necesidades de energía eléctrica son también altas, variando normalmente entre 350-550kW.h por tonelada de pasta al sulfito blanqueada, y 1.700-2.000kW.h por tonelada de papel para diario.

Las necesidades de agua desmineralizada para la fabricación de pasta y papel son bastante grandes, sobre todo tratándose de las calidades blanqueadas de pasta química y de ciertos papeles especiales.

Las necesidades de agua (metros cúbicos por tonelada de pasta y papel) son: madera triturada, 50; pasta al sulfito no blanqueada, 300; pasta al sulfito blanqueada, 450; pasta soluble, 600; papel para diarios (integrado con madera triturada), 100; papel kraft, integrado con pasta, 400; cartón, integrado con conversión de paja y desecho de papel, 400; y papel para cigarrillos, hasta 1.000.

Una fábrica integrada de papel, de una producción diaria de 100 toneladas, consume unos 40.000m³ de agua, lo que equivale a las necesidades de una ciudad de cerca de 150.000 habitantes. En En londia, las industrias de productos forestales absorben un 80 %

de todo el consumo de agua.

En nuestro país la fábrica situada en Capitán Bermúdez, de Celulosa Argentina, tiene un consumo de agua superior a toda la ciudad de Rosario.

Para la producción de pulpa química se necesitan **considerables** cantidades de productos químicos, tanto para la cocción como **pa**ra el blanqueo. Así, por cada 1.000 toneladas de pasta blanqueada producida se consumen de 200 a 500 toneladas de productos **quí**micos. Esto permite apreciar la importancia -en lo que se **refie**re a las fábricas de pasta química- de tener fácil acceso a las materias primas básicas: sal y piedra caliza.

Orientaciones recientes de la industria

En los primeros tiempos sólo se utilizaba como materia prima **pa**ra pulpa mecánica, la picea, el abeto, el pinabete y el pino.

Pero las limitadas disponibilidades o el aumento de costos de las especies preferidas ha llevado a emplear el chopo, el álamo temblón y el eucalipto para los mismos fines.

El **primer** procedimiento químico de cocción adoptado en gran escala fue el de pulpa al sulfito. Sin embargo, desde principios del decenio 1930-9 se registró una expansión extraordinaria del proceso al **sulfato**, debido a que tiene una mayor flexibilidad y tolerancia a distintos tipos de maderas y **corte**zas parcialmente descompuestas. Se puede decir que es posible **pulpar** cualquier **ti**po de materia prima.

Después de la última guerra han adquirido gran preponderancia **ls** procesos semiquímicos, en los que se obtienen mayores **rendimien**tos que en los químicos.

Con el empleo de estos nuevos procedimientos se ha ampliado el campo de materias primas utilizadas en la industria. Las que más comúnmente se usan son los pinos resinosos, especialmente en **ls** EE.UU.; el abedul, que antes era un **árbol** de poco valor en los países escandinavos; la mayoría de las latifoliadas de zona **tem**plada (solas o en mezclas) y diversos desechos agrícolas (especialmente paja de cereales y bagazo).

Por ejemplo el 15% de las materias primas utilizadas en 1961 **fue** ron latifoliadas, frente a un porcentaje insignificante en 1945. Además, en 1956 sólo 4,5 millones de metros cúbicos de residuos de madera provenientes de aserraderos y fábricas de contrachapa **dos**, se convirtieron en pulpa, mientras que en 1961 se **sobrepas**aron los 11 millones.

Los avances tecnológicos han permitido ir sustituyendo la fibra larga de coníferas por pulpas de fibra corta, sin sacrificar **no** tablemente la calidad y las propiedades de resistencia.

En la actualidad son muy pocos los países subdesarrollados que no posean recursos de materias fibrosas a **partir** de las cuales sea técnicamente posible fabricar la mayoría de las clases de papeles.

En las tablas N° 1, 2 y 3 se detalla el consumo mundial por habitante (35); la producción de papel y cartón (36) y la producción de pulpa (37) que corresponden al año 1961.

Además, en los gráficos N° 1 y 2 (38,39), se indican las exportaciones que se produjeron en el mismo año.

II.- EN LA ARGENTINA

La industria del papel nació en nuestro país en 1864. Por ley N° 98 del Congreso de la Nación Argentina se autoriza al Sr. Guillermo Perkins a "montar una **fábrica** de papel para imprenta" la que comenzó a **funcionar** inmediatamente (40).

Pero el gran desarrollo de esta industria se puede decir que comenzó después del año 1925. En 1924 la situación de la industria argentina era dramática.

Al finalizar la Primera Guerra Mundial se habían declarado "puertos libres" a los de la **Patagonia** y toda la industria sufría la competencia de las importaciones.

Recién en 1924 se anulan los "puertos libres" y se procura que ningún fenómeno como el anterior conmueva a la industria o provoque su desaparición. Estos son los motivos que orientan en 1925 la modificación de la compañía "La Argentina S.A.", ampliando el capital suscrito y realizado y que se denomina, a partir de ese momento, "La Papelera Argentina S.A.".

Esta empresa y "Celulosa Argentina S.A." constituida en 1929 , puede decirse que constituyen el punto de partida de nuestra industria de pulpa y papel.

La "Celulosa Argentina" tuvo como primer objetivo la fabricación de papel para diarios utilizando la paja de trigo. Con ese fin, invita al profesor Umberto Pomilio (destacado técnico **italiano** del que se utiliza en la industria un método de pulpado de la paja de trigo), quien corrobora con su idea la de los autores de la iniciativa.

Desde ese momento se desarrolló dicha industria hasta llegar a 1960 con una existencia de 10 firmas productoras de pasta celulósica, y 66 empresas que elaboran papeles, cartulinas y cartones. En el cuadro N°10 se detalla la **lista** de fábricas de pulpas y la producción anual aproximada en la forma en que estaban trabajando ese año (41).

La **importación** y producción se ha visto incrementada en el año

1961. Los datos se pueden apreciar en las tablas N° 4 y 5 (42). Mientras que en 1960 nuestra producción de papel y cartón no fue buena, en 1961 alcanzó el valor más alto de su historia, con 470.220 toneladas cortas. La producción de pulpa química de madera se incrementó en gran medida.

Las importaciones de papel y cartón también tuvieron un aumento importante, mientras que las de pulpa y papel de diario sólo se incrementaron en cantidades no muy grandes.

Considerando que la población de nuestro país en 1961 era de 21.338.000, el consumo de papel y cartón por habitante fue de 77,8 lb.

El número de fábricas de papel y cartón alcanzó a 79, las de pulpa de madera a 3, y las de trapos y otras fibras vegetales a 11. Los principales tipos de papeles fabricados fueron: de diario, kraft, sulfito, para libros, de impresión, seda, cigarrillos, cartón y cartón acanalado.

Nuestros proveedores más importantes de papel y cartón fueron Inglaterra, Suecia, Noruega y Canadá. Argentina adquirió pulpa principalmente a Suecia, Finlandia y EE.UU.

En el cuadro N°11 se detalla la producción y consumo de pulpa y papel en Latinoamérica (43).

Costos

La industria celulósica es esencialmente una industria química. Como ya se ha visto en el punto anterior (Las pulpas celulósicas en el mundo, Cuadro N°7), los costos mayores se tienen en la materia prima y los productos químicos empleados, y en ciertos gastos indirectos como la amortización y manutención. Además, la cantidad de personal es muy baja en la planta en sí, pero se incrementa en las zonas de recepción y almacenaje.

Para que los precios sean competitivos es necesario que la planta de celulosa sea lo más grande y eficiente posible. Hoy en día se consideran plantas mínimas de celulosa las que tienen una producción de 100 toneladas diarias.

Planes de expansión

En respuesta a las necesidades de celulosa y papel del país están proyectadas distintas plantas para cubrir nuestro déficit. Los principales planes de expansión se pueden ver en el Cuadro N°12 (44). En estos momentos, se ha terminado la construcción de las primeras plantas nombradas en el Cuadro N°12 aunque todavía no trabajan al máximo.

Con los proyectos en curso se prevé una producción de pulpa de 200.000 toneladas anuales para 1965, que no alcanzarán a cubrir la demanda estimada en 300.000 toneladas.

CUADRO N° 6

Regiones	PRODUCCION DE PULPA DE MADERA			
	1948	1952	1960	1961
	PORCENTAJE			
América del Norte	65,3	62,6	56,4	55,5
Europa	28,6	26,7	28,8	28,9
Asia	1,5	4,0	7,1	7,7
U.R.S.S.	3,5	5,3	5,4	5,4
Región del Pacífico	0,5	0,6	1,0	1,0
América del Sur	0,3	0,5	0,7	0,9
Africa	-	0,1	0,3	0,3
América Central	0,2	0,2	0,3	0,3
Total	100,0	100,0	100,0	100,0

Datos extraídos del trabajo de la FAO "Yearbook of Forest Products Statistics 1962".

CUADRO N° 7
ESTIMACIONES MUNDIALES DE LOS PRODUCTOS FORESTALES OBTENIDOS
(MILLONES DE TONELADAS METRICAS)

	1948-58 promedio	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961 preliminar
Pasta de madera	33,1	39,1	42,4	46,5	49,6	50,1	50,0	55,0	58,9	61,3
Papel para diario	8,6	9,8	10,4	11,2	12,0	12,3	12,1	13,1	14,0	14,4
Otros papeles y cartones	32,6	38,5	40,8	45,6	48,2	49,3	50,7	56,0	59,9	63,6

Datos extraídos de la publicación de la FAO "El estado mundial de la agricultura y la alimentación 1962".

CUADRO N° 8

IMPORTANCIA RELATIVA DE DISTINTOS COSTOS EN LA PRODUCCION DE

PASTA Y PAPEL

Concepto	Pasta mecánica integrada	Semi- pasta integrada	Pasta NSSC (1) (madera frondosa)		Pasta al sulfito no integrada (1)				Papel para diarios Pasta me- cánica integrada	Cartón acanalado NSSC (1) integrado
			No blan- queada	blan- queada	Coníferas	Blanqueadas		Paja		
Porcentaje del Costo Total de Producción en Fábrica										
Materias primas fibrosas	40	29	36	32	50	43	35	32	39	31
Productos Químicos	-	12	3	18	4	12	14	15	-	3
Otras materias	3	3	4	3	3	3	3	3	4	5
Energía, vapor, agua	21	18	12	10	2	4	5	5	15	13
Mano de obra, inclu- so reparaciones.	7	7	9	7	7	6	8	8	9	9
Gastos generales. Supervisión	5	5	5	4	6	5	6	7	5	5
Costos Capital	24	26	31	28	28	27	29	30	28	34

(1) Con recuperación de productos químicos: NSSC= procedimiento semiquímico al sulfito neutro. Capacidades de producciones de 100 toneladas diarias.

Datos extraídos de la publicación de la FAO "El estado mundial de la agricultura y la alimentación 1962".

CUADRO N° 2

INFLUENCIA DEL TIPO Y TAMAÑO DE LAS FABRICAS DE PASTA Y

PAPEL EN LA INVERSION FIJA

Tipo de fábrica	Capacidad diaria, toneladas métricas		
	25	50	100
	Inversión fija en miles de dólares por tonelada diaria		
NO INTEGRADA			
Pasta química no blanqueada	235	175	135
Pasta química blanqueada	325	240	190
INTEGRADA			
Papel no blanqueado	300	230	180
Papel blanqueado	390	295	235

Datos extraídos del trabajo de la FAO "El estado mundial de la Agricultura y la alimentación 1962"

CUADRO N° 10

FABRICAS ELABORADORAS DE PULPAS CELULOSICAS

	PRODUCCION ANUAL	MATERIA PRIMA
1- Celulosa Argentina S.A.	76.000 t	paja, madera y bagazo
2- La Papelera Argentina S.A.	8.000 t	paja
3- La Papelera del Norte de Santa Fe S.A.	6.000 t	paja
4- Papelera Río Paraná	5.000 t	linters
5- Celulosa Río Segundo	1.500 t	paja
6- Industrias Celulósicas Regionales.	1.500 t	paja
7- Papeles S.A.	1.000 t	paja
8- Fibroquímica Argentina	1.000 t	paja
9- Celulosa Bell Ville	2.000 t	paja
10- Celulosa Torquise	2.000 t	paja
	 103.000 t	

Datos extraídos del trabajo "Pasta de Celulosa" del Ingeniero E.A.Scotto (Ind.y Quím., 21, N° 5-6, 365 (1961).

CUADRO N° 11

	N° de Fábricas		Miles toneladas		Consumos		Importaciones		Número	Consumo	1959 PNB/hab. US\$ de 1950
	papel	pastas	Capac.	Prod. pastas	Diarios	Otros	Total	Diarios			
			papel		P.Y.C.	P.Y.C.			pastas hab. 1958	Kg/Hab.	
Argentina	54	15	460	158	139	347	486	127	113	20.250	24
Bolivia	1	—	1	—	2	3	5	2	—	3.310	1,5
Brasil	66	49	675	611	205	535	740	145	107	62.725	11,8
Colombia	7	2	104	55	22	87	109	22	33	13.520	8,1
Centroamérica	3	1	13	1	20	54	74	20	—	17.475	4,2
Cuba	7	2	143	60	28	117	145	20	25	6.465	22,3
Chile	9	5	130	146	23	62	85	32	41	7.300	11,7
Ecuador	3	1	4	3	6	10	16	6	—	4.000	4
México	38	15	585	254	105	373	478	91	20	32.350	14,8
Paraguay	2	1	1	1	1	2	3	1	—	1.680	2
Perú	4	2	47	43	16	45	61	16	7	10.215	6
Uruguay	5	2	47	8	23	37	60	23	20	2.680	22,3
Venezuela	5	1	75	20	21	128	149	21	32	6.320	23,5
TOTAL	214	96	2.285	1.360	620	1.809	2.429	471	397	188.295	13
											US\$ 322

NOTA: N° de fábricas y capacidad de producción según estudio hecho en 1960 para las plantas que estarían en operación en 1961/62.- Consumos e importaciones: reales de 1959.-N° habitantes: cálculo hecho para 1958 según últimos censos. -

PNB/hab.: Producto nacional bruto por habitante, según estudios de Cepal para 1959, expresado en dólares de 1950.-

CUADRO Nº 12

PLANTAS EN ESTUDIO Y CONSTRUCCION

(Decreto 8141/61 y 2077/62)

Zárate (Buenos Aires)	30.000 t	semiquímica de madera (en construcción)
Capitan Bermúdez (Santa Fe)	18.000 t	sulfato, madera (en expansión)
Córdoba	5.000 t	madera (estudio)
Las Palmas (Chaco)	4.000 t	bagazo (en construcción)
Ledesma (Jujuy)	30.000 t	bagazo, sulfato (en construcción)
Bernal (Buenos Aires)	16.000 t	madera semiquímica (en construcción)
Villa Constitución (Santa Fe)	3.000 t	paja de trigo semiquímica (en construcción)
Baradero (Buenos Aires)	5.000 t	madera semiquímica (en construcción)

Datos extraídos del trabajo "Pasta de Celulosa" del Ing. E.A.Scotto (Ind.y Quím.21,Nº 5-6, 366 (1961))."

How Nations Rank in Per Capita Paper Consumption

Latest 1961 statistics for paper and paperboard gathered from 122 nations and territories

	Population (1961)	Per Capita Consumption in lbs. (1961)		Population (1961)	Per Capita Consumption in lbs. (1961)
1. United States	183,650,000	439.5	63. Honduras	2,050,000	9.9
2. Canada	18,500,000	280	64. Nicaragua	1,475,000	9.5
3. Sweden	7,527,000	270	65. Tunisia	4,200,000	9.3
4. United Kingdom	52,777,000	235	66. Iraq	7,000,000	8.8
5. Netherlands	12,000,000	228	67. Ecuador	4,600,000	8.2
6. Denmark	4,625,000	207	68. South Korea	23,369,000	8
7. Switzerland	5,490,000	205	69. El Salvador	2,612,000	7.7
8. Australia	10,603,936	195	70. Jordan	1,695,000	7.3
9. Norway	3,626,000	192	71. Kenya	6,551,000	7
10. New Zealand	2,427,000	188	72. Dominican Republic	4,100,000	6.9
11. West Germany	56,421,000	179.5	73. Iran	21,200,000	6.8
12. Finland	4,490,000	172	74. Morocco	10,900,000	6
13. Belgium	9,180,000	147.7	75. China	675,000,000	6
14. France	46,000,000	134.6	76. Libya	1,200,000	6
15. Japan	94,280,000	120.6	77. French Guiana	32,000	6
16. Iceland	179,827	107	78. Ceylon	9,632,000	5.9
17. Ireland (Eire)	2,834,000	105	79. Thailand	26,257,916	5.33
18. Austria	7,067,400	103	80. South Vietnam	14,200,000	5.2
19. Czechoslovakia	13,836,000	99.2	81. North Korea	32,000,000	5
20. East Germany	19,000,000	93	82. Paraguay	1,760,000	4.5
21. Puerto Rico	2,349,544	89.3	83. North Vietnam	16,500,000	4
22. Argentina	21,338,000	77.8	84. Congo (Leopoldville)	14,200,000	3.5
23. Italy	51,613,000	68.1	85. Ivory Coast	3,400,000	3.2
24. South Africa	15,500,000	62	86. Pakistan	93,812,060	3
25. Singapore	1,687,300	57	87. Bechuanaland Protectorate	337,000	3
26. Israel	2,340,000	55	88. Outer Mongolia	1,000,000	3
27. Venezuela	7,361,703	55	89. Bolivia	3,635,100	2.9
28. Cuba	7,000,000	51.4	90. Burma	21,600,000	2.72
29. Poland	30,100,000	48.9	91. India	442,000,000	2.5
30. West Indies Fed.	827,957	48	92. Rwanda-Burundi	4,980,000	2.5
31. Hungary	10,050,000	46	93. Cambodia	5,000,000	2.4
32. Rumania	21,000,000	43	94. Indonesia	96,000,000	2.1
33. Hong Kong	3,100,000	42	95. Nigeria	36,000,000	2
34. Bulgaria	7,943,000	39	96. Tibet	1,350,000	2
35. Uruguay	3,000,000	38	97. Nepal	10,000,000	2
36. U.S.S.R.	218,000,000	34.8	98. Ghana	6,691,000	2
37. Mexico	36,000,000	33.4	99. Laos	2,800,000	2
38. Taiwan	11,210,999	32.5	100. Portuguese Africa	13,500,000	2
39. Portugal	9,124,000	28.8	101. Somalia Republic	2,500,000	1.84
40. Greece	8,500,000	28.7	102. Cameroun	3,200,000	1.6
41. Spain	30,363,087	28.4	103. Malagasy Republic	5,200,000	1.5
42. Yugoslavia	19,300,000	27	104. Uganda	6,683,000	1.5
43. Lebanon	1,646,000	24.1	105. Guinea	3,200,000	1.45
44. Brazil	68,000,000	22.6	106. Haiti	3,600,000	1.3
45. Panama	1,200,000	22.5	107. Sudan	12,289,000	1.3
46. Chile	7,900,000	20.8	108. Sierra Leone	2,600,000	1
47. Albania	1,650,000	18	109. Gabon Republic	450,000	1
48. British Guiana	590,000	16.6	110. Mali Republics	6,000,000	0.75
49. Surinam	325,000	16.6	111. Saudi Arabia	7,000,000	0.7
50. Algeria	10,200,000	16.5	112. Ethiopia	21,400,000	0.7
51. Peru	10,857,000	16.4	113. Congo (Brazzaville)	864,000	0.65
52. Malaya	7,242,000	16	114. Upper Volta	3,500,000	0.6
53. Costa Rica	1,251,397	15	115. Republic of Dahomey	1,720,000	0.6
54. Cyprus	585,000	14	116. Tanganyika	9,238,000	0.6
55. United Arab Republic	26,000,000	13.3	117. Swaziland	250,000	0.5
56. Fed. of Rhodesia & Nyasaland	8,250,000	13	118. Republic of the Niger	2,600,000	0.5
57. Colombia	14,132,000	12 (est.)	119. Chad	2,700,000	0.5
58. Jamaica	1,607,000	11	120. Liberia	2,650,000	0.4
59. Philippines	28,727,000	10.6	121. Afghanistan	13,800,000	0.24
60. Guatemala	4,200,000	10.3	122. Rest of Africa	27,115,316	0.75
61. Turkey	17,000,000	10.2			
62. British Honduras	90,000	10	Total World	3,048,884,226	57

TABLA Nº2

All Nations Producing Paper and Paperboard – How They Rank

Copyrighted 1962

Combined production figures for 79 producing nations in short tons of 2000 lbs.

	1955 (Short Tons)	1960 (Short Tons)	1961 (Short Tons)		1955 (Short Tons)	1960 (Short Tons)	1961 (Short Tons)
1. United States	31,428,155	34,282,000	35,769,000	46. United Arab Republic	22,000	51,480	59,620
2. Canada	8,504,448	8,612,267	8,668,983	47. Puerto Rico	24,000	39,612	45,000
3. Japan	2,830,885	4,974,620	5,944,329	48. Israel	19,965	33,000	42,240
4. United Kingdom	3,618,266	4,561,881	4,509,756	49. Algeria	30,000	38,730	38,400
5. West Germany	2,955,398	3,786,530	3,885,004	50. Uruguay	38,500	37,230	33,507
6. U.S.S.R.	2,839,100	3,549,590	3,790,380	51. Albania	5,000	10,000	11,000
7. France	2,140,900	2,883,990	3,025,393	52. Indonesia	7,000	7,700	10,450
8. Finland	1,684,000	2,180,000	2,650,000	53. Fed. of Rhodesia & Nyasaiana	7,000	8,000	10,000
9. Sweden	1,733,000	2,371,000	2,527,000	54. Morocco	5,000	9,000	9,600
10. China (Mainland)	1,728,500	2,090,000	2,000,000	55. Iran	2,866	5,580	9,000
11. Italy	1,023,080	1,619,000	1,762,760	56. North Korea	5,000	5,000	8,000
12. Netherlands	931,251	1,122,829	1,152,800	57. Nicaragua	—	6,000	7,000
13. East Germany	680,000	867,000	940,000	58. Ecuador	1,000	4,510	6,010
14. Norway	650,654	869,513	909,987	59. Ceylon	242	5,000	5,500
15. Poland	436,810	705,300	758,400	60. South Vietnam	2,000	2,250	5,500
16. Czechoslovakia	485,000	674,223	693,467	61. Thailand	4,000	4,115	5,085
17. Austria	556,498	651,990	670,865	62. Guatemala	900	2,800	3,780
18. Brazil	377,500	511,500	641,300	63. Cambodia	500	500	3,300
19. Switzerland	407,000	529,000	562,173	64. Sudan	1,500	2,232	2,700
20. Australia	396,557	555,520	528,970	65. Libya	1,000	1,855	2,500
21. Mexico	346,000	450,000	494,000	66. Lebanon	1,000	1,500	2,120
22. Belgium	370,525	453,000	468,000	67. North Vietnam	1,000	2,000	2,000
23. India	216,609	379,747	428,791	68. Kenya (est.)	—	1,550	1,600
24. Spain	286,880	396,000	419,724	69. Outer Mongolia	400	1,000	1,000
25. Argentina	289,332	360,800	407,220	70. Bolivia	800	435	800
26. South Africa	130,000	224,937	263,329	71. Dominican Republic	100	679	750
27. Yugoslavia	128,468	197,340	249,260	72. Congo (Leopoldville)	—	585	550
28. New Zealand	121,262	203,010	211,490	73. Paraguay	450	450	450
29. Denmark	160,000	200,000	210,000	74. Ethiopia	237	325	450
30. Taiwan	67,594	155,807	200,574	75. Ghana	300	350	350
31. Rumania	123,200	154,000	168,000	76. Malaya	—	300	300
32. Hungary	100,000	153,136	167,437	77. Nepal	—	—	250
33. Chile	59,436	121,836	150,000	78. El Salvador	200	206	250
34. Portugal	80,791	116,337	125,565	79. Tibet	200	200	200
35. Greece	50,000	93,694	121,253				
36. Cuba	80,000	90,000	110,000	U.S. & Canada	39,932,603	42,894,267	44,437,980
37. Philippines	20,000	43,400	98,300	Europe	21,629,663	28,380,856	30,021,185
38. Ireland (Eire)	70,900	92,064	96,160	Asia	4,951,611	7,782,167	8,933,075
39. Pakistan	33,600	76,781	92,624	Latin America	1,314,218	1,817,458	2,134,447
40. Colombia	46,000	81,400	85,000	Oceania	517,819	758,530	740,460
41. Bulgaria	59,830	76,439	79,305	Africa	197,037	339,044	389,195
42. Venezuela	14,000	44,000	78,100				
43. South Korea	10,000	60,417	73,508	Total World			
44. Peru	36,000	66,000	71,280	Production	68,542,951	81,972,322	86,656,350
45. Turkey	53,112	67,000	67,500				

TABLA N°3

Copyrighted 1962

All Nations Producing Pulp and How They Rank

Production of wood, straw, bagasse, esparto, bamboo and other pulps in short tons of 2000 lbs.

	1956 (Short Tons)	1960 (Short Tons)	1961 (Short Tons)		1956 (Short Tons)	1960 (Short Tons)	1961 (Short Tons)
1. United States	22,131,000	25,154,000	26,471,000	38. Cuba	20,000	40,000	35,000
2. Canada	10,543,016	11,182,907	11,570,522	39. Peru	15,000	21,000	30,000
3. Sweden	4,512,000	5,484,000	5,705,000	40. Denmark	14,800	25,000	26,000
4. Finland	3,131,000	4,071,000	4,742,000	41. Algeria	20,000	25,000	25,000
5. Japan	2,427,195	3,893,144	4,548,788	42. Philippines	5,000	7,200	19,300
6. U.S.S.R.	2,871,000	3,533,420	3,786,750	43. South Korea	6,900	10,855	19,285
7. West Germany	1,437,535	1,717,955	1,706,583	44. Ireland (Eire)	10,000	10,640	14,480
8. Norway	1,378,142	1,669,265	1,684,434	45. Greece	8,000	8,000	12,000
9. France	886,800	1,305,849	1,366,358	46. Israel	—	10,000	10,000
10. East Germany	635,800	812,000	830,000	47. Uruguay	7,700	8,500	7,920
11. China (Mainland)	600,000	850,000	800,000	48. Indonesia	—	5,500	6,600
12. Czechoslovakia	530,000	760,818	742,948	49. South Vietnam	—	3,300	6,578
13. Austria	631,238	699,943	683,443	50. North Korea	4,000	5,000	6,000
14. Netherlands	491,000	601,128	650,000	51. Federation of Rhodesia & Nyasaland	—	4,000	5,000
15. Italy	461,303	585,583	596,366	52. Morocco	4,000	4,500	5,000
16. Poland	420,530	555,700	579,900	53. Albania	3,000	3,000	5,000
17. Brazil	210,000	343,200	462,000	54. Thailand	3,000	2,291	3,062
18. New Zealand	214,300	292,780	308,660	55. Venezuela	—	—	3,000
19. Mexico	174,000	260,000	293,000	56. Iran	—	300	2,600
20. Taiwan	22,510	173,861	285,638	57. United Arab Republic	—	—	2,200
21. Switzerland	209,000	226,799	261,245	58. Ceylon	—	1,500	1,796
22. Yugoslavia	134,023	232,470	258,890	59. Ecuador	500	1,210	1,500
23. Australia	208,379	240,800	238,900	60. Guatemala	900	1,400	600
24. United Kingdom	148,684	150,000	200,000	61. Bolivia	—	435	435
25. Spain	147,400	191,400	194,810	62. Malaya	—	150	150
26. South Africa	85,000	138,075	184,000				
27. Belgium	117,136	160,000	166,000	U.S. & Canada	32,674,016	36,336,907	38,041,522
28. Chile	22,488	114,704	144,500	Europe	18,420,120	23,156,129	24,592,308
29. Portugal	52,522	117,078	119,042	Asia	3,157,085	5,105,235	5,870,885
30. Rumania	104,000	101,200	112,000	Latin America	550,588	919,639	1,098,617
31. India	57,120	90,000	99,000	Oceania	422,679	533,580	547,560
32. Argentina	88,000	97,347	86,662	Africa	109,000	171,575	221,000
33. Pakistan	31,360	62,134	62,088				
34. Hungary	25,000	48,744	59,637	Total World			
35. Turkey	32,439	49,000	52,000	Production	55,333,488	66,223,065	70,371,892
36. Bulgaria	27,768	36,137	37,422				
37. Puerto Rico	12,000	31,843	34,000				

TABLA Nº 4

PRODUCCION ARGENTINA

(en toneladas cortas)

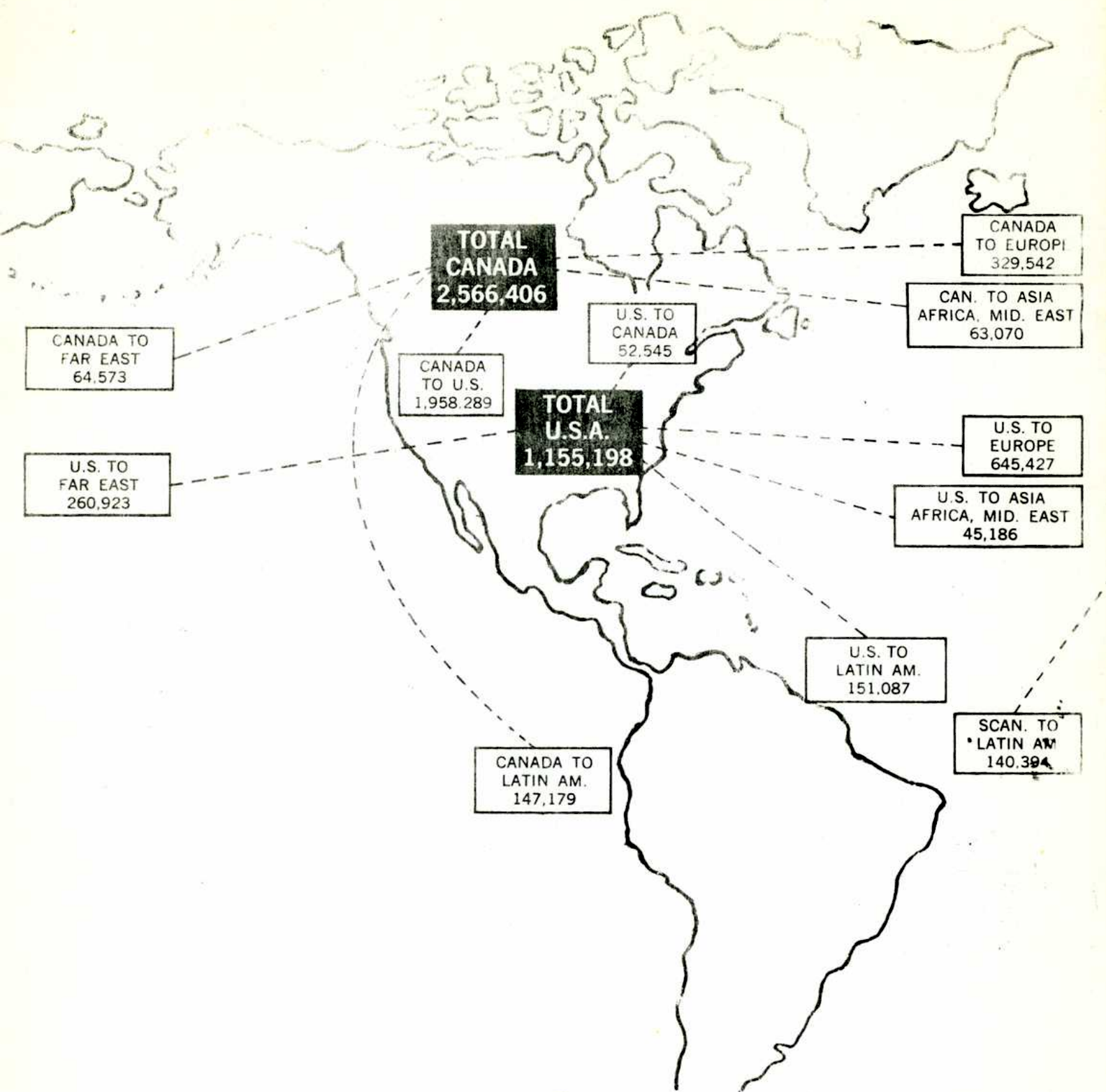
	1960	1961
1- Papel y cartón	360.300	407.220
2- Pulpa química de madera	4.180	37.946
3- Pulpa mecánica	18.194	15.241
4- Pulpa a partir de trapos y otras fibras vegetales.	74.973	33.475
Total (Pulpa)	97.347	86.662

TABLA No 5

IMPORTACION - EXPORTACION

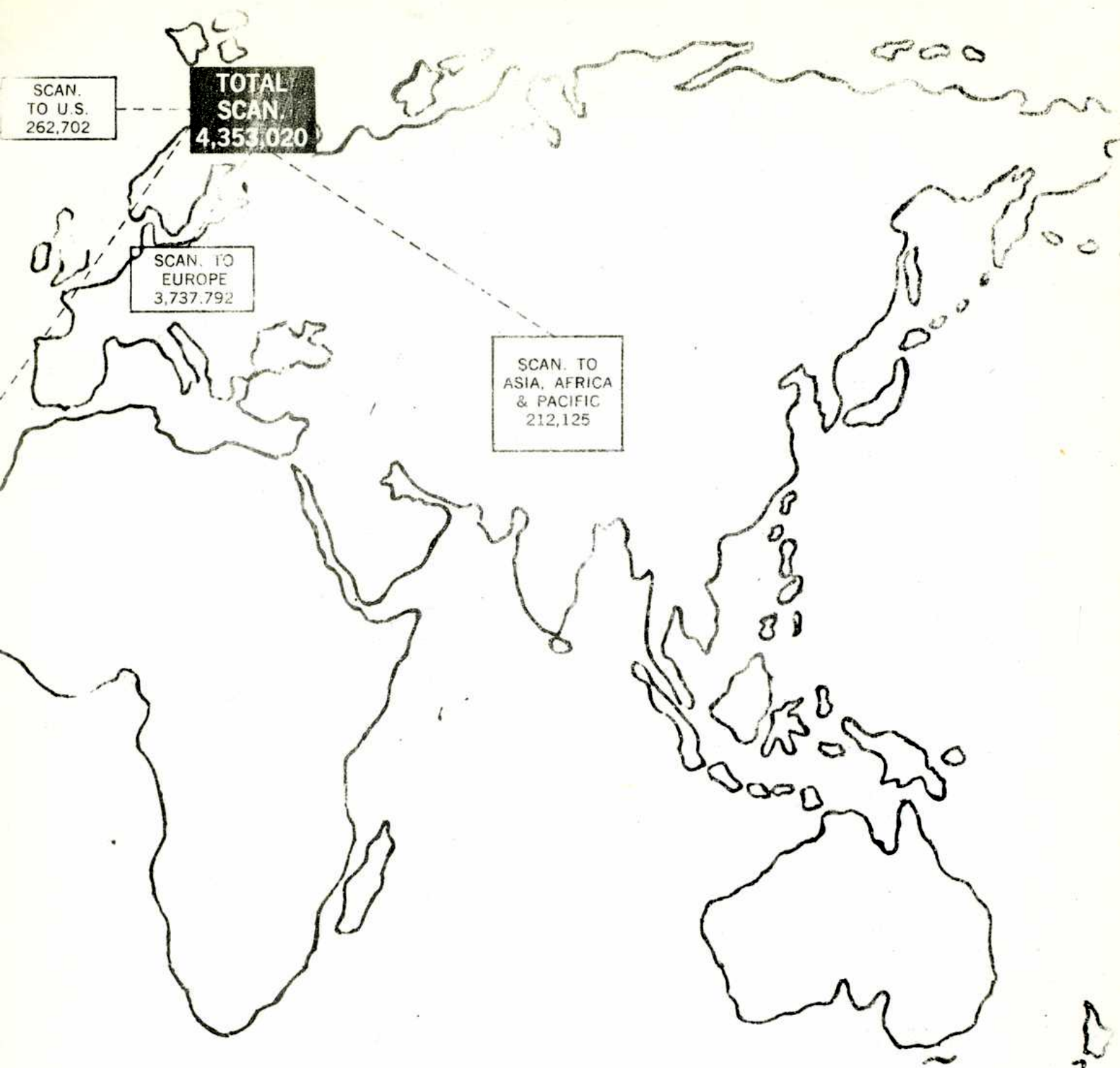
(en toneladas cortas)

	1960	1961
1- Importación de papel y cartón.	146.080	236.940
2- Importación de pulpa.	115.280	143.000
3- Importación de papel para diarios.	153.560	177.870



WORLD FLOW OF CHEMICAL WOODPULP SHIPMENTS

(In Short Tons)	1961	1960	1961	1960	1961	1960
U.S.A. TOTAL	1,155,198	1,132,200				
To Canada	52,545	54,073				
To Latin America	151,087	136,055				
Argentina	29,637	17,858				
Brazil	10,619	13,779				
Chile	5,064	5,884				
Colombia	24,053	33,932				
Cuba	486	33,291				
Guatemala	2,672	—				
Mexico	28,761	22,091				
Peru	10,688	5,482				
Uruguay	2,007	6,131				
Venezuela	36,604	17,042				
To Europe	645,457	702,786				
Austria	845	2,555				
Belgium	21,380	25,723				
Denmark	1,334	—				
France	75,896	72,715				
Germany (West)	132,365	141,774				
Greece	3,577	2,728				
Ireland (Erie)	3,364	4,887				
Italy	70,005	82,614				
Netherlands	22,555	50,353				
Poland	833	6,161				
Portugal	555	4,079				
To Asia, Africa and Middle East	45,186	16,776				
Algeria	285	—				
Egypt	3,576	—				
India Pakistan	22,187	7,812				
Israel	3,988	3,026				
South Vietnam	3,332	—				
South Africa	3,891	4,938				
Turkey	8,376	—				
To Far East	260,923	222,510				
Australia/ New Zealand	2,218	31,564				
Formosa	8,952	3,777				
Indonesia	1,763	—				
Japan	179,373	150,232				
Korea	27,684	14,862				
Philippines	14,511	21,521				
CANADA TOTAL	2,566,406	2,355,351				
To Europe	332,296	358,601				
Austria	728	—				
Belgium & Luxembourg	3,790	6,416				
France	32,415	31,520				
Germany (West)	48,486	53,338				
Greece	709	—				
Ireland (Erie)	175	1,308				
Italy	20,704	16,717				
Netherlands	7,186	8,323				
Poland	—	2,203				
Spain	279	—				
Switzerland	3,862	3,995				
United Kingdom	211,208	230,292				
Yugoslavia	2,754	—				
To Latin America	147,179	75,191				
Argentina	35,826	8,379				
Brazil	11,342	2,068				
Chile	110	571				
Colombia	22,877	19,720				
Cuba	38,852	8,782				
Dominican Republic	769	—				
Mexico	8,785	9,106				
Panama	385	—				
Peru	7,524	8,179				
Puerto Rico	179	—				
Uruguay	2,310	1,741				
Venezuela	18,165	6,079				



By Scandinavian and North American producers

Copyright 1962, PULP & PAPER INTERNATIONAL

Map (above) shows 1961 statistics; data below show 1961 and 1960 figures

	1961	1960		1961	1960		1961	1960
To Asia, Africa and Middle East	63,070	35,129	To U.S.A.	262,709	318,196	Rumania	382	1,541
Ceylon	562	—	To Latin America	140,394	193,794	Spain	99,130	92,478
Egypt	3,963	220	Argentina	61,072	61,645	Switzerland	74,676	69,060
India	27,166	27,900	Brazil	43,327	74,005	Turkey	1,567	3,652
Israel	2,478	2,393	Chile	198	6,835	United Kingdom	1,251,193	1,434,403
Morocco	221	—	Colombia	5,224	2,441	U.S.S.R.	109,095	77,751
Pakistan	22,175	2,239	Cuba	7,829	5,545	Yugoslavia	368	—
Rhodesia	56	55	Mexico	12,119	16,405			
Union of South Africa	6,449	1,065	Peru	400	1,234			
Indonesia and Turkey were listed in 1960			Uruguay	8,295	17,813			
1: 278—T: 379—Total 1,257			Venezuela	1,930	7,871			
To Far East	64,573	75,933	To Europe	3,737,792	3,858,314	To Asia, Africa and Pacific	212,125	216,578
Australia	20,959	31,279	Austria	5,501	3,134	Algeria	168	224
Hong Kong	1,652	4,408	Belgium	151,999	156,274	Australia	48,941	73,772
Japan	21,425	19,999	Czechoslovakia	36,439	18,295	China	51,700	23,922
Korea	637	3,377	Denmark	78,058	88,064	Egypt	25,000	18,613
Philippines	3,440	7,210	France	504,885	509,755	India/Pakistan	27,835	50,267
Taiwan	5,249	5,550	Germany (West)	561,756	509,755	Israel	17,027	9,153
Thailand	551	—	Germany (East)	38,489	28,712	Japan	7,666	5,515
Vietnam	661	—	Greece	44,563	41,693	Morocco	7,420	9,818
To U.S.A.	1,958,289	1,999,756	Hungary	23,046	23,285	New Zealand	14,023	12,441
SCANDINAVIA	4,353,020	5,678,119	Ireland	24,387	28,764	South Africa	16,976	11,307
			Italy	359,316	353,551	Lithuania	441	—
			Netherlands	240,732	279,750	Syria	22	—
			Poland	107,253	72,190	Indonesia	720	1,546
			Portugal	74,881	25,186	Malaya	45	—
						Singapore	20	—
						Thailand	110	—

3- C O M P O S I C I O N Q U I M I C A D E L A
M A D E R A

a- CELULOSA

b- HEMICELULOSA

c- LIGNINA

3- COMPOSICION QUIMICA DE LA MADERA

La madera es un material química y anatómicamente heterogéneo. Posee tres componentes principales: la celulosa, la hemicelulosa y la lignina. La suma de las dos primeras fracciones se denomina holocelulosa.

También posee pequeñas cantidades de sustancias minerales y una proporción variable de sustancias extraíbles por agua o solventes orgánicos, que comúnmente se denominan extractivos. En este término se incluyen los taninos, colorantes, aceites esenciales, grasas, ácidos grasos, ácidos resínicos, saponinas, hidratos de carbono solubles en agua, etc.

Nunca se ha informado la presencia del total de estos extractivos en una sola madera. Por esta razón es que se utilizan para caracterizar e individualizar muchas especies.

a- CELULOSA (45,46,47)

Es el principal componente de todas las maderas y pulpas de madera. Químicamente se define como un polímero de condensación de la glucosa y tiene una fórmula general de $(C_6H_{10}O_5)_n$. Esta definición parece no comprender totalmente al compuesto llamado celulose porque ésta no produce únicamente glucosa por hidrólisis, sino también pequeñas cantidades de otras monosas (manosa, xilosa).(48)

Es fibrosa, blanca, insoluble en agua y solventes orgánicos y posee una alta resistencia a la tracción.

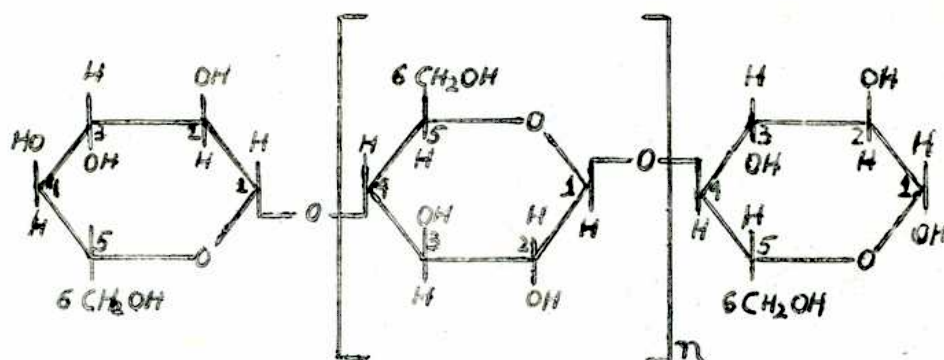
No se disuelve en álcalis o ácidos débiles y el reactivo de Schweizer (cuproamónico) (49) y la cuprietilendiamina (50) la sulubilizan sin que se produzca degradación.

El ácido sulfúrico en concentraciones de alrededor del - 70% la ataca degradándola hasta su monómero: la glucosa.

En la industria se utiliza el HCl 40% o el SO_4H_2 70% para producir la hidrólisis de la madera. En esta forma se obtienen monosas. En algunos países, como Alemania, se hidrogenan las mismas para la producción de polialcoholes (51).

Mediante la fermentación de los azúcares de madera se puede obtener alcoholes, acetona y ácidos orgánicos (52).

Se puede definir la molécula de celulosa como una cadena de unidades beta-anhidroglucosa unidas entre sí por ligaduras glicosídicas 1-4.



Además de los grupos alcohólicos la celulosa posee ordinariamente algunos **grupos carboxilos**. Estos son muy pocos aun en los casos que la celulosa haya sido muy degradada, pero están en una proporción tal que ella actúa como un ácido monobásico débil y que tiene una constante de ionización de **aproximadamente $2,0 \times 10^{-14}$** .

Los grupos carboxilos, se encuentran en una relación de uno en varios cientos o más de unidades anhidroglucosa. Se hallan localizados principalmente en la posición 6, aunque también se han encontrado en la 2 y 3 (53).

El **poder reductor** de la celulosa está dado **exclusivamente** por los grupos aldehidos libres que posee en los extremos de a da cadena. Un pequeño poder reductor indicaría cadenas muy largas de celulosa o viceversa.

El aumento del poder reductor se manifiesta porque al **pro**ducirse escisiones en la cadena, quedan libres dos grupos aldehidos por cada ruptura (número de cobre) (54).

La longitud de la cadena se establece conociendo el **peso molecular y dividiéndolo por 162** (peso molecular de una unidad de **anhidroglucosa**) y este valor se determina por conocimiento de la viscosidad de una solución de celulosa (55).

La longitud de la cadena celulósica varía **con** el material de que proviene y del método de determinación. Por ejemplo la celulosa de algodón tiene unas 3000-5000 unidades anhidroglucosa, **mien**tras que la de madera no pasa de las 2500.

Se puede tener una idea aproximada de la composición de determinada celulosa, así como de la cantidad de cadenas largas o

cortas que posee, mediante el tratamiento con NaOH 17,5%.

Al tratar la celulosa con NaOH 17,5% se obtiene una parte que se solubiliza, mientras que otra queda insoluble.

Alfa-celulosa se denomina a la fracción celulósica insoluble en NaOH 17,5%. La celulosa que se solubilizó en el NaOH se puede dividir en dos porciones.

Beta-celulosa se precipita de la solución alcalina mediante el agregado de ácidos.

Gama-celulosa permanece solubilizada en la solución alcalina.

Se ha sugerido que la fracción alfa tiene longitudes de cadena superior a 200; la beta entre 10 y 150 y la gama inferior a 10.

El contenido de alfa-celulosa en un material sirve para dar una idea de la **severidad** con que ha sido tratado el mismo, durante la determinación y los procedimientos de purificación. Cuanto más intenso es el tratamiento, mayor la solubilidad del material en álcalis.

Los productos fabricados a partir de materiales **celulósicos** aumentan su resistencia al envejecimiento al incrementarse el contenido de alfa-celulosa.

La celulosa purificada de algodón consiste en 98-100% de alfa-celulosa. Las pulpas de madera blanqueadas tienen aproximadamente 87-88% y el rayón 90-92%.

Reacciones Químicas

La gran variedad de reacciones químicas a que puede estar sujeta la celulosa depende de sus grupos reactivos.

Estos son:

- 1- Sus grupos hidroxilos, de los que hay **3 por cada grupo anhidroglucosa**.
- 2- Sus uniones glicosídicas, que unen las unidades anhidroglucosa.
- 3- Sus grupos reductores. Hay pocos en la celulosa obtenida usualmente, pero se incrementan con la degradación.

Los grupos hidroxilos

La presencia en la celulosa de grupos hidroxilos lleva a la formación de:

- a- Compuestos de adición con álcalis fuertes u otras bases, así como con ácidos minerales fuertes y, bajo ciertas condiciones, con el agua (56).
- b- Celulosatos: compuestos comparables a los alcoholatos que se forman cuando un átomo de hidrógeno en uno o en los tres grupos hidroxilos es sustituido por sodio u otro metal monovalente.
- c- Esteres y éteres.
- d- Celulosa oxidada. Parte del hidroxilo primitivo se puede oxidar a aldehído y éste, a su vez, a carboxilo.

Las uniones glicosídicas

Pueden ser escindidas por:

- a- Hidrólisis ácida. El producto obtenido se llama hidrocélulosa.
- b- Oxidación. La celulosa oxidada se denomina oxixelulosa.
- c- Ataque biológico (microorganismos, enzimas).

En todos los casos se produce un corte de la cadena y cuando el reactivo es oxidante, los finales de la misma también se oxidan.

Potencial Electrocinético de la Celulosa (57)

Una de las más importantes propiedades de la celulosa es su habilidad por adquirir un potencial electrocinético negativo (potencial zeta) cuando se disuelve en agua o en soluciones salinas diluidas. El potencial de la interfase celulosa-agua fue determinado por Mc Kinley y Gortner obteniéndose un valor de -5,8mV. Briggs midió -20mV en papel de filtro y -8mV en pulpa de madera al sulfito. En líquidos no-polares, como el benceno, el potencial es cero.

La propiedad de la celulosa de adquirir una carga negativa se relaciona con la presencia de los grupos hidroxilos y es producida, probablemente, por existir una valencia positiva residual que produce la absorción de iones negativos.

El potencial zeta es un factor importante en la hidratación (swelling) de la fibra de celulosa en agua.

La mayor hidratación se produce cuando el potencial es mayor. Es un factor importante en la formación de la hoja y también en la retención de almidones, resinas, pigmentos colorantes y otros materiales similares agregados en la preparación del papel.

Absorción de Agua (58)

La celulosa tiene una gran afinidad por el agua. Si se encuentra absolutamente seca es una de las sustancias más higroscópicas que se conoce, aun comparándola con el pentóxido de fósforo.

Los valores que alcanza al llegar al equilibrio higroscópico dependen de la pureza de la celulosa y de la humedad atmosférica. Además, las fibras celulósicas adsorben agua. La relación celulosa-agua puede ser representada por la isoterma de adsorción de Freundlich

$$\alpha = A p^{1/n}$$

α = peso de vapor adsorbido.

p = presión de vapor en equilibrio.

El agua se adsorbe desarrollando un alto calor de sorción, que disminuye cuando la cantidad de humedad en la fibra aumenta.

El calor de sorción es de 250 cal/g cuando el contenido de humedad es cero, y disminuye hasta cero calorías en el punto de saturación de la fibra.

b- HEMICELULOSAS

Son polímeros de otras monosas que no sea la glucosa. Las principales son la manosa, galactosa, xilosa y arabinosa. Mediante la polimerización de las mismas, ya sea en forma individual o como ocurre en la mayoría de los casos, en forma combinada, se obtienen polímeros como el galactomanano, el galactoglucomanano, etc.

El galactomanano es un polisacárido que se encuentra en grandes proporciones en semillas de plantas como la "espinaca ~~orona~~" (Gleditsia amorphoides) y que se utiliza por su propiedad de formar geles en la fabricación de dulce de batata, conservación de helados, reemplazando a la proveniente del algarrobo europeo (Ceratonia siliqua, conocida comercialmente como "garrofin") y guar (Cyamopsis tetragonoloba) (59).

Todas las maderas contienen el importante grupo de polisacáridos denominado hemicelulosas.

Antes de tratar la madera con ácidos o bases fuertes, estos polisacáridos son insolubles en agua. Usualmente son bastante solubles en soluciones alcalinas frías, y son hidrolizados con ácidos minerales calientes ($30\% H_2SO_4$, $6N$) a simples azúcares.

En solubilidad en álcalis y la facilidad con que hidroliza sirven para distinguir las hemicelulosas de la celulosa.

Las hemicelulosas presentes en la madera se pueden clasificar en:

a- **Poliurónidos.** Contienen una cantidad relativamente grande de unidades ácido hexaurónico, algunos grupos metoxilos y a cetilos, y algunos grupos carboxílicos libres, estando muchos de ellos bajo la forma de lactonas o anhídridos. Se en encuentran asociados a la lignina y la mayoría son eliminados en el pulpado químico.

b- **Celulosanos.** Se encuentran asociados a la celulosa. Incluyen no sólo los hexosanos (mananos, galactanos, glucosanos) sino también los pentosanos (xilanos y arabanos).

Todas las pulpas químicas con excepción del alfa-celulosa, retienen cantidades apreciables de celulosanos y en algunos casos, están también presentes los poliurónidos. Se debe te ner en cuenta que no hay una línea de separación bien definida entre los poliurónidos y celulosanos.

En las coníferas, el contenido de hemicelulosas varía, a menudo, entre 14 y 18%. En las latifoliadas, entre 22 y 27%.

Aproximadamente, los porcentajes de holocelulosa en las coníferas es de 65-72% y en las latifoliadas de 70-80%.

Es bien conocido el efecto pronunciado que tienen las hemicelulosas sobre la calidad de las pulpas. Cuando su contenido es alto, se hidrata fácilmente la pulpa en los refinadores, la unión fibra a fibra es buena y los valores de resistencia a la explosión y doble plegado son altos. En el otro extremo, el alfa-celulosa resiste la hidratación en los refinadores y las hojas tienen pobres valores de resistencia.

Además de las hemicelulosas se encuentra con frecuencia en la holocelulosa, otras sustancias que son de naturaleza carbohidrato. Se las conoce como sustancias pécticas. No es posible separarlas con facilidad de la verdadera hemicelulosa y se encuentran, en la mayoría de los casos, en pequeñas cantidades.

Estos compuestos, que probablemente tienen pequeña influencia en la fabricación del papel, son poligalactourónidos, lo que significa que por hidrólisis se obtiene ácido galactourónico, el que no es producido por las hemicelulosas de madera.

c- LIGNINA

Salvo muy pocas excepciones, la lignina es el componente más importante de la madera después de la celulosa.

Generalmente, su valor es superior al 28% en las confie-

-ras y alrededor del 24% en las latifoliadas.

Para poder aislar las fibras debe eliminarse la lignina. Esto se realiza en los procesos químicos de pulpado mediante la transformación de la lignina en una forma soluble por medio de reactivos alcalinos o ácidos. Las pulpas obtenidas pueden clasificarse en blandas o duras, según la cantidad de lignina que todavía q sean.

Si la pulpa tiene aproximadamente 2% de lignina, se la h de nomina blanda; si la proporción es del 8%, pulpa dura. Las pulpas semiquímicas pueden contener más de un 15% de lignina.

Los métodos de determinación de la lignina se pueden dividir en dos grupos: 1) los hidratos de carbono se eliminan, quedando la lignina como residuo insoluble; 2) la lignina se solubiliza, quedando insoluble la mayor parte de los carbohidratos.

Ninguna de estas ligninas es igual a la que se encuentra en la madera debido a los cambios que ha sufrido durante las de terminaciones.

Tal como existe en la madera, usualmente se la llama pro tolignina y es un compuesto amorfo, parcialmente aromático, que m dea las fibras e impregna la estructura total de la madera.

Las diferentes preparaciones de lignina difieren considerablemente entre sí en sus propiedades físicas y químicas. Sus propiedades coloidales hacen muy dificultosa su purificación.

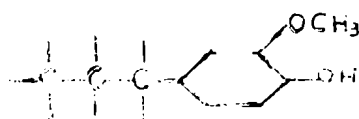
Es probable que las ligninas sean mezclas de compuestos altamente polimerizados de distintos pesos moleculares que, sin em bargo, reaccionan uniformemente.

Diferencias entre lignina de coníferas y latifoliadas (60)

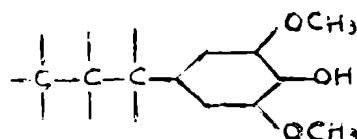
Estas ligninas difieren mucho entre sí. La de las latifoliadas, parece tener como base el núcleo fenólico no sólo del pro píl-guayacilo sino del propil-siringilo mientras que la de las co níferas se basa principalmente en el propil-guayacilo. Por esta razón se obtienen distintos productos finales en la hidrólisis al calina. El licor agotado de las coníferas tiene un porcentaje alto de compuestos con grupos vainillilo, mientras que en el de las latifoliadas, hay además grupos siringilo. Por eso, sólo el licor agotado proveniente de coníferas se utiliza para la producción co mercial de vainillina.

Un buen método para diferenciar las dos ligninas es el test de Müllé(61). Es un tratamiento con MnO_4K , luego se lava, se

trata con $\text{ClH } 12\%$, se lava nuevamente y se coloca amoníaco. Las la-
tífoliadas dan color rojo-púrpura, las coníferas color castaño da-
ro o amarillo.



Propil-guayacilo



Propil-siringilo

A pesar de todo lo dicho, hay **ciertas** propiedades simila-
res entre la lignina de la madera y la que se obtiene en las pre-
paraciones.

Todas poseen un cierto número de grupos metoxilos, gru-
pos hidroxílicos alcohólicos, un grupo hidroxílico fenólico y un
grupo carboxílico enolizable.

El grupo carbonilo juega un importante papel en la quími-
ca de la lignina. Es el responsable del brillante color púrpura qe
se produce al tratar la madera y las pulpas sin blanquear con flo-
roglucinol y ácido clorhídrico (reactivo de Wiesner) y también la
reacción de la lignina con el bisulfito.

Los grupos metoxilos parecen ser muy estables. Es impro-
bable que estos grupos localizados en la lignina sean responsa-
les de las pequeñas cantidades de metanol que se forma en los proce-
sos de cocción al sulfito y a la soda, o de la formación del metil-
mercaptano que es el que produce el olor tan característico en
los gases de escape en el proceso de cocción al sulfato.

Se cree que estas reacciones se deben a los metoxilos a-
sociados con otros componentes de la madera.

La lignina es muy susceptible a los agentes oxidantes, y
esta propiedad es usada para la determinación de lignina en pulpa.
Hay dos métodos (62,63) en que la lignina es oxidada por permanga-
nato de potasio y el exceso de permanganato se determina volumétri-
camente. El número de permanganato o de kappa es usado para deter-
minar el grado de deslignificación en el proceso de cocción.

Reacción del cloro con la lignina (64)

La lignina de las pulpas sin blanquear reacciona rápida-
mente con el cloro. La cantidad de cloro que absorbe una pulpa es
aproximadamente proporcional al contenido de lignina, y esta can-

-tidad (llamada "número de cloro" (65)) es una medida útil de la cantidad de sustancias blanqueadoras que una pulpa requiere para su blanqueo.

En la reacción del cloro con la lignina, alrededor de 2/3 del cloro se transforma en ClH , y el otro tercio restante se combina con la lignina, formando clorolignina que posee un brillante color anaranjado.

La clorolignina es soluble en soluciones alcalinas y se utiliza este medio para eliminarla. Esta reacción es la que se emplea en el blanqueo de la pulpa y en el método de Cross y Egan. (66).

Las reacciones que se producen en la cloración no se conocen todavía, excepto que la lignina es parcialmente clorada y oxidada, y que la clorolignina, cuando se disuelve en una solución alcalina libera cloro.

La facilidad con que la lignina es oxidada por el hipoclorito dando productos solubles en agua, hace **posible** blanquear pulpas sin que se produzca una considerable degradación de la celulosa.

Reacciones de los licores de cocción

La reactividad de la lignina es de gran importancia en la industria de la pulpa. A pesar del mucho tiempo que se viene preparando pulpa mediante procesos químicos, las reacciones que tienen lugar en los procesos al sulfito, a la soda y al sulfato no están completamente explicadas, aunque se propusieron para ello varias teorías (67,68).

4- METODOS DE ANALISIS DE MADERA UTILIZADOS

- a- Solubles en Solventes Orgánicos
- b- Solubles en Agua Caliente
- c- Solubles en Hidróxido de Sodio 1%
- d- Determinación de Pentosanos
- e- Determinación de Lignina
- f- Determinación de Celulosa
- g- Determinación de Holocelulosa
- h- Determinación de Metoxilos
- i- Determinación de Acetilos
- j- Determinación de Mananos
- k- Determinación de Galactanos
- l- Determinación de Cenizas

4- METODOS DE ANALISIS DE MADERA UTILIZADOS

a- SOLUBLES EN SOLVENTES ORGANICOS

Para este análisis se sigue en general, la técnica propuesta en la norma TAPPI T 6 m-59 (69).

El cambio mayor es que se ha utilizado una mezcla de alcohol-benceno 1:1 en lugar de 1:2 recomendada en la norma.

Se efectuó este cambio por ser la mezcla 1:1 la que se utilizaba en los Laboratorios de la Administración Nacional de Bosques y no haberse encontrado una diferencia marcada con el empleo de distintas mezclas. El total de solubles en alcohol-benceno, nos da una medida de la cantidad de ceras, grasas, resinas y otros componentes insolubles en éter que posee la madera. Además, se extraen las llamadas gomas y compuestos solubles en agua que posee la muestra.

Esta extracción se efectúa como paso previo a cualquier análisis de madera. Así se consigue eliminar los extractivos ya nombrados, porque su presencia dificultaría las determinaciones posteriores.

Técnica

El solvente utilizado es una mezcla de partes iguales de alcohol etílico de 96C y benceno. La extracción se realiza en un Soxhlet y se opera sobre unos 30g de aserrín de madera exactamente pesados. Además, en muestra aparte, se determina la humedad de la madera utilizando un pesafiltro y aproximadamente 2g de aserrín.

El aserrín se coloca directamente en el cuerpo del extractor (no se utiliza cartucho). Se pone simplemente un tapón de algodón en la parte inferior obstruyendo la entrada del sifón y otro cubriendo el aserrín.

Se extrae la muestra durante ocho horas. Cuando se ha terminado la extracción, se deja enfriar el aparato. Se saca el aserrín extraído y se coloca en una cápsula grande y se deja secar al aire durante dos días. Con esto no sólo se elimina el alcohol-benceno, sino que se logra que la muestra alcance el equilibrio higroscópico.

Se adapta un Soxhlet limpio al matraz que contiene el sol

-vente con los extractivos y se destila gran parte del mismo.

Cuando el volumen se ha reducido a unos 30-40ml, se transvasa el líquido resultante a un cristizador previamente tarado. Se lava el balón varias veces con alcohol-benceno, juntando todos los líquidos de lavado con el primero. Se evapora a seco en un bañomaria y se completa el secado en estufa a 105 ± 30 , durante dos horas. Luego se pasa a un desecador, enfría y pesa. Se expresan los resultados como gramos de extractivos contenidos en 100g de madera seca.

Este aserrín extraído es el que se utilizará para todas las determinaciones que se realizarán en la madera.

b- SOLUBLES EN AGUA CALIENTE

Se ha utilizado la norma TAPPI T 1 m-59 (70). Se realiza sobre la madera extraída con alcohol-benceno. El extracto contiene sales orgánicas, azúcares, gomas, etc. El agua caliente hidroliza algunos polisacáridos y otros compuestos.

Técnica

Se pesa $2g \pm 0,1$ de aserrín y se pasa a un erlenmeyer de 250ml. Se adapta un refrigerante y se hace reflujo durante 2 horas. Luego se pasa el contenido a una placa de vidrio filtrante N° 2. Se lava con agua caliente y se seca en estufa a 105 ± 30 . Se pasa a un desecador, se deja enfriar y se pesa.

c- SOLUBLES EN HIPOXIDO DE SODIO 1% (71)

Se ha utilizado la norma TAPPI T 4 m-59 (71). Los valores que se obtienen en este ensayo están relacionados con el grado de ataque por medio de hongos que ha sufrido la madera. Cuanto mayor es este ataque, mayor es la cantidad de solubles en NaOH 1%. Es necesario cuidar los más mínimos detalles de la técnica para de tener resultados concordantes.

Técnica

Se pesa $2g \pm 0,1$ de aserrín extraído en un vaso de 200ml de forma alta. Se agrega 100ml de NaOH 1%. Se agita muy bien, se coloca el vaso en un bañomaria y se cubre con un vidrio reloj. Es necesario que el nivel del agua hirviente del baño esté por tri-

aba del nivel del líquido dentro del vaso. Se deja en el bañomaria durante una hora, agitando a los 10, 15 y 25 minutos de comenzado el ensayo. Luego se filtra el contenido del vaso por placa de vidrio filtrante N° 2 ó 3, previamente **tarada**. Se lava el aserrín primero con agua caliente, luego con 50ml de ácido acético 10% y finalmente con agua caliente. Se seca en estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$, se pasa al desecador, se enfría y pesa.

d- DETERMINACION DE PENTOSANOS

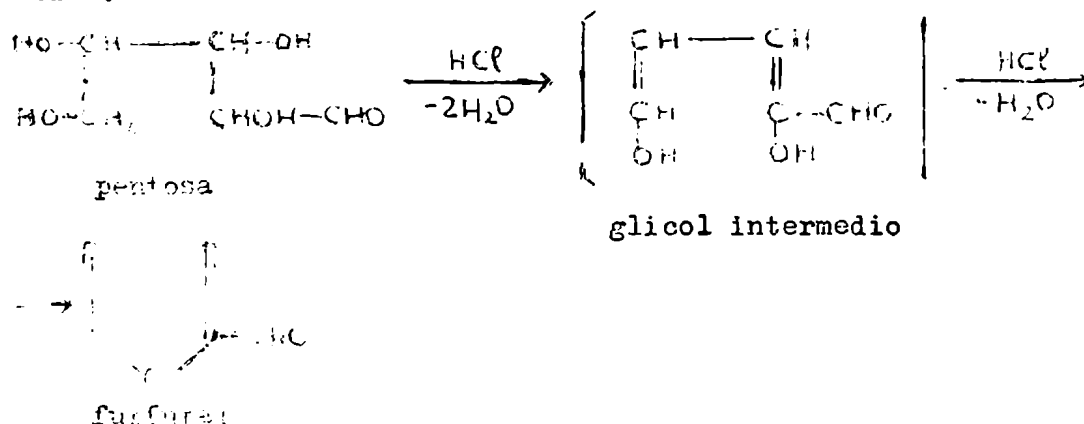
Se ha seguido, en líneas generales, la norma TAPPI T 19 (1960). Los pentosanos son una parte de los hidratos de carbono solubles presentes en la madera y consisten principalmente en xilanos y arabinos. Esas sustancias se transforman en furfural por acción del ácido clorhídrico. El furfural se destila junto con el clorhídrico y se lo titula por volumetría. Para esta **titulación** se tuvo en cuenta las normas TAPPI T223m y T450m.

Técnica

Se coloca 0,6-0,8g de muestra en un balón de destilación de cuello largo al que se le adapta un refrigerante descendente.

En la boca del **balón** va colocada una ampolla de decantación. El **empleo** de la misma se origina en el hecho de que durante la destilación es indispensable mantener constante el volumen del líquido. Eso se logra agregando HCl 12% gota a gota.

A la muestra se le agrega 100ml de HCl 12% y se destila la mezcla HCl-furfural-agua recogiendo 30ml cada 10 minutos. El destilado se guarda en un erlenmeyer con tapón esmerilado y mantenido a baja temperatura. En este medio **ácido y caliente**, los pentosanos forman pentosas y éstas dan furfural según la siguiente **ecuación**:



Se continúa la destilación hasta que no pase más el furfural. Prácticamente, en la mayoría de los casos, todo el furfural pasa en los primeros 300ml. Para asegurar esto se utiliza una solución de 5ml de anilina en 45ml de ácido acético glacial. Si hay furfural se obtiene una coloración rojiza.

Al destilado se le agrega 250g de hielo picado. Cuando la temperatura baja a 0°C se adicionan 20ml de una solución 0,2N de bromuro-bromato (5,57g de BrO_3K , 50g de BrK y 1ml de NaOH N por litro de solución). Se cierra el recipiente rápidamente, se agita y se deja reposar 5 minutos. Es necesario controlar muy bien el tiempo en que se deja en contacto la solución de furfural con el bromo. En los primeros 5 minutos sólo se forma el derivado dibromado. Al transcurrir más tiempo se continúa la bromación, llegándose al derivado tetrabromado.

Al pasar los 5m. se destapa el erlenmeyer, se agregan 10 ml de IK 10%, se tapa y agita muy bien para completar la absorción del bromo. El iodo liberado se titula con $\text{S}_2\text{O}_3\text{Na}_2$ 0.1N utilizando como indicador una solución de almidón al 2%.

Se hace un blanco empleando 250ml de HCl 12%, que se diluye a 350ml con agua, en lugar del destilado.

Para los cálculos se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Porcentaje de Pentosanos} = \frac{7.58N \cdot (V_2 - V_1)}{W} - 1.1$$

N = normalidad de la solución de $\text{S}_2\text{O}_3\text{Na}_2$.

V_2 = ml de $\text{S}_2\text{O}_3\text{Na}_2$ 0.1N utilizados en el blanco.

V_1 = ml de $\text{S}_2\text{O}_3\text{Na}_2$ 0.1N utilizados en la determinación.

W = peso de la muestra seca.

7.58 = es el producto de $0.048 \times 1.58 \times 100$.

0.048 = peso de furfural en gramos que corresponden a 1 ml de $\text{S}_2\text{O}_3\text{Na}_2$ N.

1.58 = factor empírico de conversión de furfural a pentosanos.

1.1 = se hace esta sustracción para compensar el hidroximetilfurfural que normalmente se encuentra en la celulosa de madera.

e- DETERMINACION DE LIGNINA

Todos los tratamientos a que se somete la madera, tanto en el pulpado como en el blanqueo, se realizan para disminuir o eliminar la lignina que la misma posee.

Por esa razón es necesario saber el porcentaje en la madera que servirá de materia prima para la fabricación de papel.

El método utilizado para su determinación es el de Klason (73). Generalmente, los porcentajes de lignina son mayores en las coníferas que en las latifoliadas.

Técnica

Se coloca 1.5g de aserrín extraído en un erlenmeyer de 500ml con boca esmerilada. Se agrega lentamente 30ml de SO_4H_2 66% ($d = 1,585$).

Es necesario evitar la formación de grumos; de lo contrario, el ácido no atacaría completamente al aserrín. En algunos casos es necesario aumentar las cantidades de ácido agregadas. Se deja reposar durante 20-24h. Después de ese tiempo la hidrólisis de los polisacáridos presentes en la madera está casi terminada. Para completarla, es necesario diluir con 350ml de agua y refluir durante dos horas. Con esto se consigue una lignina fácilmente filtrable.

Se deja enfriar y sedimentar. Luego se filtra por placa de vidrio filtrante N°3 y se lava con 500ml de agua caliente. Se seca en estufa a 105 ± 30 y por último se pasa a desecador, enfría y pesa.

f- DETERMINACION DE CELULOSA

Se ha seguido en general la técnica de Cross y Bevan (74, 75, 76) por ser ésta la que se asemeja más a las condiciones en que se prepara la pulpa en fábrica.

En los casos que la madera no vaya a ser utilizada como materia prima en la industria papelera, es más conveniente y sencillo utilizar el método de Korschner-Hoffer (77,78).

Técnica

Se pesan 2g de aserrín extraído y se coloca en una placa de vidrio filtrante N°3 con vástago y se pone en un aparato i-

-igual al utilizado en la determinación de holocelulosa. Se llena la camisa exterior con agua fría por ser la reacción muy exotérmica.

Se moja el aserrín con agua, se elimina el exceso de agua por succión (trompa de agua), se adapta el tapón con la entrada de cloro a la placa que contiene el aserrín y se clora durante 3m.

Se saca el tapón y se procede al lavado con porciones de 50ml de agua, anhídrido sulfuroso 3%, agua y sulfito de sodio 3%.

La muestra se pasa luego a un vaso de 250ml lavando bien con 100ml de sulfito de sodio 3% y la mezcla se calienta a baño maría durante 30 m., tapando el vaso con un vidrio de reloj.

La muestra se vuelve al filtro y se lava con 250ml de agua. Se vuelve a clorar y se siguen los procedimientos alternados cloro-sulfito hasta que la madera dé un débil color rosado al agregar el sulfito. A partir de la segunda cloración, el tiempo debe ser de 2 m. para evitar la acción del ClH^* . Se lava la madera con 500ml de agua caliente, 50ml de alcohol y 50ml de éter. Se seca a 105 ± 30 durante 3 horas.

6- DETERMINACION DE HOLOCELULOSA

Se ha seguido la modificación de Holmes y Kurth (79) a la norma TAPPI T9 m-54 (80).

Consiste en un tratamiento de la madera con cloro gaseoso y luego extracciones de la clorolignina formada con monoetanolamina en dioxano. La ventaja de esta modificación es que se necesitan menos tratamientos de cloración y sus sucesivas extracciones que los que son necesarios hacer con monoetanolamina en etanol.

La holocelulosa consiste en dos fracciones: celulosa y hemicelulosa. Es blanca o de un color amarillo, más o menos claro, según la clase de madera de que se trate.

Técnica

Se trabaja con la muestra extraída no sólo en alcohol -

* Es necesario controlar muy bien los tiempos de cloración por que si no se produce una gelatinización prematura de la celulosa, lo que impide la filtración rápida en la placa de vidrio filtrante.

-benceno, sino que se le hace una extracción posterior con agua caliente (se refluye durante 2 horas). Finalmente se seca. Se colocan 2g de la muestra en una placa de vidrio filtrante N°3 con vástago, y ésta se ajusta en el aparato de cloración. Este se puede ver en la norma TAPPI T 9m-54 o en el trabajo de Holmes y Kirth ya citado. Se llena la carisa exterior del mismo con agua helada debido a que la reacción de cloración es muy exotérmica. Se agregan unos 20ml de agua helada a la muestra, luego se remueve y se elimina el exceso de agua por succión moderada.

Se ajusta bien el tapón superior con la entrada del gas cloro al aparato y se clora la muestra durante 3 minutos.

Se remueve la muestra con una varilla y se clora durante dos minutos más. Luego la muestra se trata con dioxano a la temperatura ambiente, se vuelve a remover y se elimina el exceso de dioxano por succión. Después se desagota el agua helada de la camisa exterior y se trata el aserrín con dos porciones sucesivas de monoetanolamina al 5% en dioxano a 50C y se remueve nuevamente. Cada porción debe estar aproximadamente 2m. antes de ser eliminada por succión.

La muestra se lava dos veces con dioxano a la temperatura ambiente y dos veces con agua helada.

Se repiten los procedimientos descriptos limitando las cloraciones a 3m. y colocando siempre el baño de agua helada.

Cuando la muestra aparece blanca después de la cloración o con un pequeño cambio de color al agregar la solución básica de dioxano, se considera que está libre de lignina. La holocelulosa es lavada con dioxano hasta su neutralización, y dos veces con éter etílico.

Después de secarla al aire, se coloca en estufa a $105 \pm 3C$ durante 3 horas. Se enfría en desecador y se pesa.

Preparación de la Solución de Monoetanolamina en Dioxano al 5%

Se utilizó monoetanolamina de pureza comercial, la que se destiló recogiendo la fracción que pasa entre 168-171C.

El dioxano utilizado era de calidad "puro" y se usó sin destilar. Por adición de yoduro de potasio y solución de almidón, en el dioxano acidificado se comprueba la gran cantidad de peróxidos presentes. Se **agregaron** las cantidades adecuadas para la preparación de la solución al 5%. En un primer momento se observa que la solución queda turbia. Se la deja estar un día y

se obtiene una solución incolora y transparente y un aceite amarillo en la parte inferior del recipiente. La formación de este aceite se debe a la presencia de peróxidos en el dioxano. La cantidad de monoetanolamina que se pierde a causa de esta separación puede ser determinada utilizando H_2SO_4 0.1N. Generalmente la disminución es menor al 1%.

Recuperación del Dioxano

Como esta droga no fue fácil de conseguir y era relativamente cara se la recuperó de las soluciones de lavado de la holocelulosa. Se trató de recoger las fracciones acuosas en otro kitasato para no diluir en exceso el dioxano.

Técnica

Como el dioxano tiene tendencia a formar peróxidos, es necesario eliminarlos antes de la destilación del producto.

Primero se agregan volúmenes iguales de dioxano, a purificar, e NaOH 50% en un recipiente y se mezclan. Se logra eliminar así gran parte del agua y el ácido acético (81,82).

Luego se separa la fase dioxano y se refluje el producto prácticamente libre de agua con KOH sólido para eliminar el acetal dehidro.

A continuación se separa el KOH y se destila el dioxano utilizando una columna de rectificación.

El dioxano tiene un P.E.: 101.30 y es miscible en agua.

Propiedades

El dioxano debe manipularse con cuidado debido a que tiene efectos tóxicos. Exposiciones prolongadas pueden provocar lesiones en pulmones y riñones.

La absorción no sólo puede efectuarse por vías respiratorias sino también a través de la piel (83).

El síntoma de intoxicación incluye irritación de las fosas nasales y ojos, vértigo, dolor de cabeza, pérdida de apetito y en algunos casos ha llegado a provocar la muerte.

Fue producido como un subproducto en la manufactura del etilenglicol y dietilenglicol. Se forma por pérdida de dos moléculas de agua en dos moléculas de glicol y es un diéter.

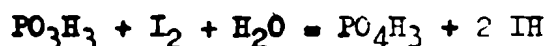
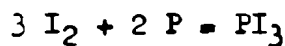
Actualmente se fabrica polimerizando óxido de etileno con álcalis cáusticos, o por destilación del etilenglicol con ácido sulfúrico, SO_4H_2 , Cl_2Zn o ácido bencensulfónico. El proceso es continuo por agregado de glicol a la mezcla hirviente.

h- DETERMINACION DE METOXILOS

Después de haberse cotejado los métodos y aparatos indicados en la bibliografía (84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94) se llegó a la conclusión que el mejor método consistía en un tratamiento de la madera con ácido iodhídrico y fósforo rojo, y destilación del ioduro de metilo formado. Este se recoge en una solución al 10% de acetato de sodio en ácido acético glacial, que contiene de 15 a 20 gotas de bromo. Se elimina el exceso de bromo con ácido fórmico, se agrega ácido sulfúrico e ioduro de potasio y se titula con $S_2O_3Na_2$ 0.1N.

Técnica

Se colocan 2g de madera en el balón de reacción (A) y 15ml de IH ($d = 1.7$) conteniendo una pequeña cantidad de fósforo rojo. Si el IH llegara a tener un color amarillo oscuro, producido por liberación de iodo, se refluja durante dos horas, en presencia de fósforo rojo. En esta forma se obtiene nuevamente una solución transparente. La reacción que se produjo es la siguiente:



Una vez colocado el IH en el balón de reacción, se arma el aparato. Se deja entrar al mismo, por un costado del baloncito, una corriente de CO_2 para arrastrar los productos de la reacción. El CO_2 se produce en un Zipp y se hace pasar por dos frascos lavadores que contienen CO_3K_2 y SO_4H_2 , antes de penetrar al aparato.

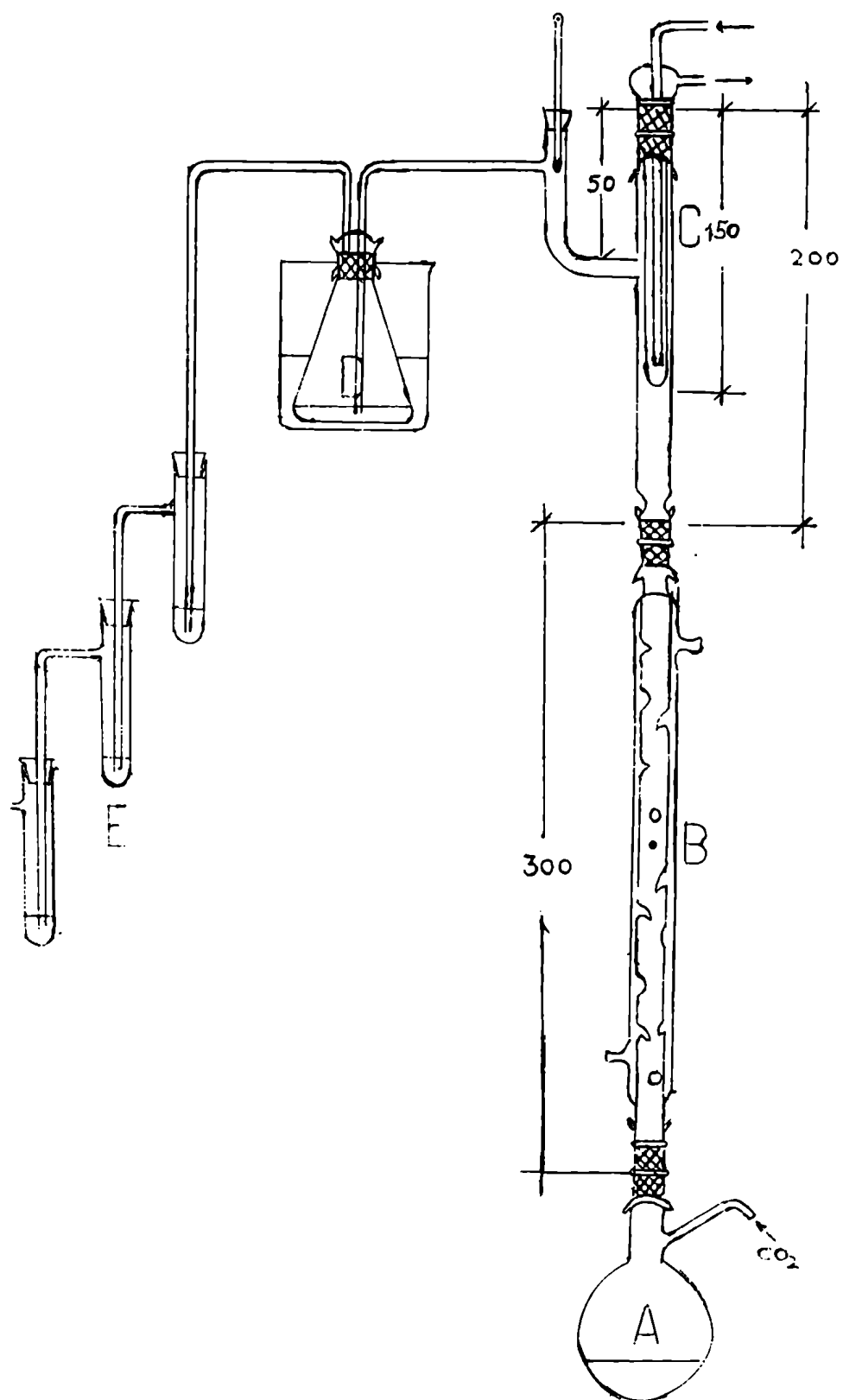
El flujo debe ser de 1 a 2 burbujas por segundo.

Se calienta A en un baño de glicerina a 140-145°C. Una vez alcanzada esa temperatura, se mantiene la reacción durante 1½ h. . Es posible realizarla en menos tiempo, pero se prefirió asegurar que toda la reacción se completara.

El agua que rodea el refrigerante (B), el dedo frío (C) y el erlenmeyer (D) se mantuvo a 60°C, para permitir la destilación del ICH_3 pero no del IH.

La reacción que se produce en A es la siguiente:



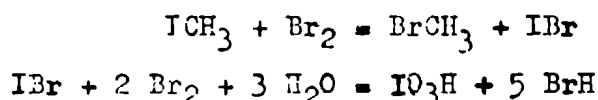


Aparato para la determinación de metoxilos

El ICH_3 formado se destila y absorbe en la solución de acetato de sodio al 10% en ácido acético glacial que contiene unas 20 gotas de bromo. Esta solución se encuentra distribuida en tres tubos kitasatos (E).

Se antepone una trampa con una suspensión de fósforo rojo, para evitar que pueda pasar algo de ácido iódhídrico. En algunos casos se utiliza una solución de $\text{S}_2\text{O}_3\text{Na}_2$ 5% (para el IH) y SO_4Cd 5% (para los sulfuros) pero, a igual de eficiencia, es más sencillo el empleo del fósforo rojo.

El ioduro de metilo reacciona en E de la siguiente forma:



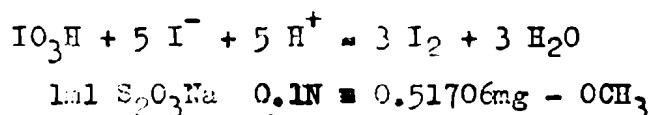
Terminada la reacción, se retiran los tres tubos kitasato y se vuelca sus contenidos en un erlenmeyer de 500ml con boca esmerilada. Se lavan los tubos con agua, recogiendo los lavados en el mismo erlenmeyer.

Se adicionan unos 2g de acetato de sodio, el que neutraliza el ácido bromhídrico que se forma. Se agregan unas 10 gotas de ácido fórmico, se tapa y se agita. Se realiza lo indicado para eliminar el exceso de bromo (95).



Luego se pipetea 10ml de SO_4H_2 10% y 10ml de IK 10%. Se tapa, agita y el iodo liberado se titula con tiosulfato de sodio 0.1N, utilizando almidón como indicador del punto final.

La ecuación de formación del iodo es la siguiente:



Esta determinación tiene la gran ventaja con respecto a las otras, de que por cada grupo metoxilo se forman 6 equivalentes de iodo. Esto permite realizarla con una gran exactitud, aun utilizando pequeñas cantidades de muestra.

Los límites de error son menores al 0.5% de la cantidad total de metoxilos.

i- DETERMINACION DE ACETILOS

Los grupos acetilos se hallan en mayor cantidad en las latifoliadas que en las

coníferas. Para su determinación se ha empleado el método de Freudenberg y Harder (96). Según Timell (97) los acetilos se encuen-
tran unidos al polisacárido xilano. Sen Gupta, Rey y Mac Millan ,
(98) en observaciones sobre la asociación de acetilos en el yute,
indican que podría ser que una pequeña cantidad de los mismos es-
tuviera asociada a la fracción alfa-celulosa, pero que la mayoría
de ellos se encuentra en la fracción xilosa y ácidos urónicos. Bou
veng, Ganegg per J. y Lindberg (99) aislaron un xilano de la made-
ra de abedul conteniendo 11% de ácidos urónicos y 16.9% de o-ace-
tilos en la fracción holocelulosa.

Determinaron que los grupos o-acetilos están unidos prin-
cipalmente a la fracción xilosa, en su carbono 3 y unos pocos en
su carbono 2.

Técnica

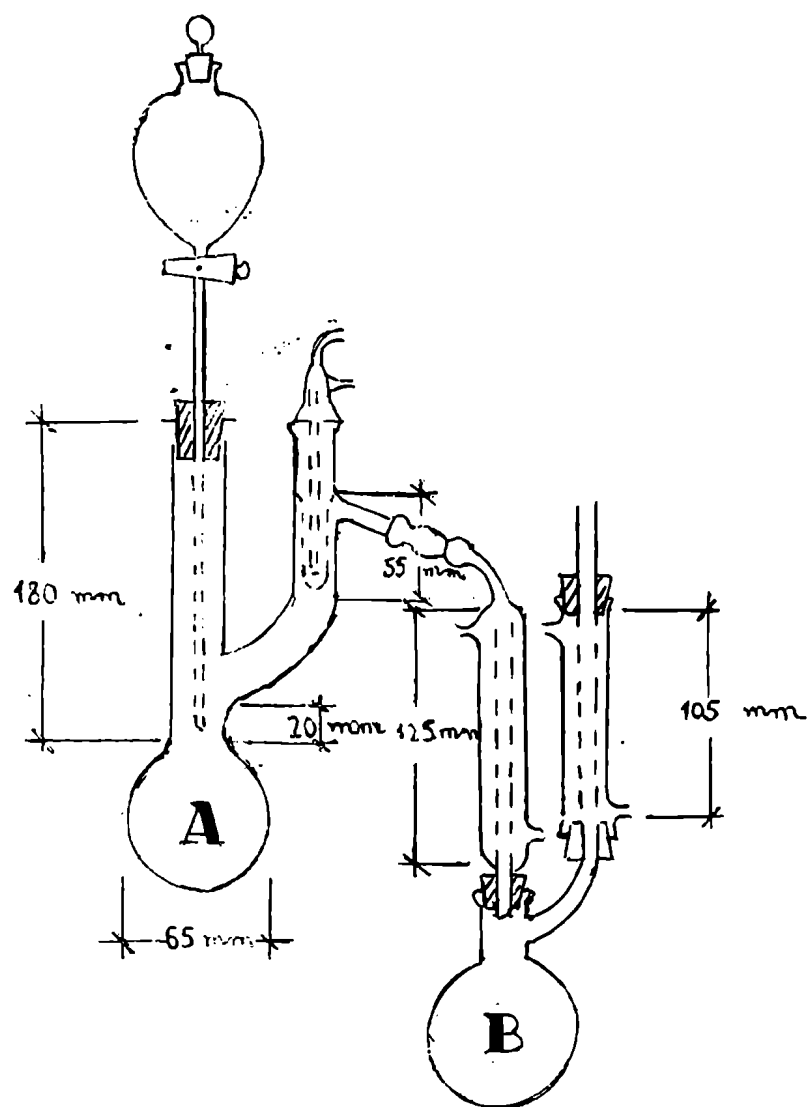
Se toma 1g de muestra extraída y se coloca en el balón A
(100). Se trata con 5g de ácido p-toluensulfónico en 30ml de al-
cohol absoluto. Se añaden 2 ó 3g de piedra pómez para regular la
ebullición y se opera en la forma siguiente:

- 1- Una serie de **ebulliciones** a reflujo que dan nacimiento al
acetato de etilo en cantidad correspondiente al ácido acé-
tico liberado.
- 2- Una **serie** de destilaciones del acetato, recogido en un pe-
queño balón rodeado de hielo y conteniendo 10ml de alcohol
absoluto.
- 3- Una saponificación del acetato de etilo destilado.

Se calienta la mezcla reaccionante de A a reflujo duran-
te 45m. Luego se destila durante 15m. Se restablece el reflujo ,
se agregan 20ml de alcohol absoluto en A y se hace ebullir de nue-
vo 30m. Se reanuda la destilación como antes, durante 15m. y de
golpe se hacen caer en A 20ml de etanol. Se destila 10m. más para
acabar la separación del acetato de etilo. Se añaden a B 25ml de
NaOH N/5 y se refluje en bañomaria durante 30m. Durante esa saponi-
ficación se debe mantener la temperatura en A (para seguridad) a
85°C.

Se titula el NaOH en exceso con SC_4H_2 N/5.

El NaOH consumido corresponde al ácido acético formado .
Los resultados se expresan como gramos de acetilo por cada 100g de
muestra seca.



Aparato para la determinación de acetilos

j- DETERMINACION DE MANANOS

Se han seguido las técnicas propuestas por Heggund y colaboradores (101,102) y modificadas por Wise y colaboradores (103)

No es posible determinar mananos por análisis del polímero y todos los métodos químicos propuestos se basan en la determinación de manosa después de una hidrólisis a monosacáridos.

Los ácidos diluidos no hidrolizan completamente los mananos y los muy concentrados a pesar de hidrolizar todos los polisacáridos destruyen parte de los mismos.

La mayor dificultad en la formación de la manosa-fenilhidrazona es su solubilidad y la lentitud con que precipita. Los otros monosacáridos no forman hidrazonas insolubles pero su presencia puede afectar la solubilidad del compuesto de manosa.

Por lo general hay variaciones notables en los porcentajes de mananos presentes en las latifoliadas y las coníferas. Los valores en las primeras son mucho más bajos y en ocasiones no se han determinado.

Esta técnica es muy engorrosa y no se obtienen buenos resultados. Actualmente se están desarrollando técnicas cromatográficas sobre papel, para la determinación de monosas contenidas en los hidrolizados de madera (104,105,106,107,108,109,110,111).

Técnica

Cinco gramos de la muestra previamente extraída con alcohol-benceno, es hidrolizada con 45ml de H_2SO_4 72% durante 3-4 horas a temperatura ambiente. La mezcla se diluye a 1500ml con agua, se hierve durante 4 horas (para completar la hidrólisis) y luego de enfriar se neutraliza la solución con CO_3Ba (crema). La mezcla se diluye a un volumen conocido, se filtra por un Büchner (con papel Whatman 42) sin lavar, y el volumen del líquido filtrado se mide para corregir los datos. Esto se hace porque el SO_4Ba retiene parte de la solución.

El filtrado se acidifica con ácido acético, se concentra hasta 75ml y se filtra utilizando un kitasato de 125ml. Como la concentración de manosa es de alrededor del 1%, se adicionan 750mg de manosa pura y seca. Este agregado facilita la precipitación cuantitativa de la manosa. Se pasa el filtrado a un erlenmeyer de 250ml con boca esmerilada y la manosa es precipitada por adición de 20ml de reactivo de acetato de fenilhidracina (2 partes de fe-

-nilhidrazina, 1 parte de ácido acético glacial y 3 partes de agua, en volumen) y alrededor de 0.1g de acetato de sodio. El frasco se tapa y coloca a unos 30°C durante 48 horas. Luego se filtra el precipitado en una placa de porosidad mediana y se lava sucesivamente con alcohol frío saturado con fenilhidrazona de manosa, agua helada, nuevamente con alcohol-fenilhidrazona y finalmente con éter. El precipitado es secado durante 4 horas a $105 \pm 3^\circ\text{C}$. Luego se pasa a desecador, enfría y pesa.

El peso de la fenilhidrazona de manosa se multiplica por 0.6 para obtener el dato como mananos.

k- DETERMINACION DE GALACTANOS

Se ha seguido el método propuesto por Schorger (112). Según los datos analíticos que se posee se ha determinado la presencia de galactanos tanto en las coníferas como en las latifoliadas.

La determinación consiste en la hidrólisis del polímero a monómero y la posterior oxidación de esa galactosa a ácido místico. Este es soluble en agua caliente pero insoluble en fría. Las mismas consideraciones hechas para la determinación de mananos se pueden utilizar en este caso. Actualmente se prefiere tratar de resolver el problema por cromatografía en papel o electrocromatografía (113,114,115).

Técnica

Diez gramos de madera extraída se refluían con 150ml de HNO_3 3% durante dos horas en bañomaria. La acción del ácido nítrico a esa concentración actúa principalmente como agente hidrolizante antes que como oxidante.

Se filtra por Büchner (filtro Whatman N°42) y se lava con 250ml de agua caliente. Se concentra hasta 100ml, se enfría y filtra (Filtro Delta N°309). Se concentra hasta 10ml y se transfiere a un vaso de 100ml, usando 50ml de HNO_3 25% (d = 1,115). Se evapora hasta 20ml a una temperatura de 85-87°C. Se deja estar el concentrado 24 horas. Si en ese lapso no precipitó el ácido místico, se reduce el volumen a 5-10ml y luego se deja estar 2-3 días.

Se agrega agua suficiente para disolver todo el ácido oxálico que pudo haber precipitado. Se deja estar 2 ó 3 días y luego se filtra (placa de vidrio filtrante N°4), se lava con agua, seca y pesa.

El resultado, se debe multiplicar por 1.2 para expresarlo en gramos de galactanos.

El ácido mícico puro es un polvo blanco que tiene un P.F. = 212 - 215C.

1- DETERMINACION DE CENIZAS

Se ha seguido la norma TAPPI T 15m-58 (116). El contenido de cenizas se define como el residuo que queda después de la ignición de la muestra a $575 \pm 25^\circ\text{C}$ durante 3 horas.

Esto nos da una idea de la cantidad de sales minerales que posee la madera, que igual que la pulpa se calcina a temperaturas más bajas que el papel (925C) para disminuir la volatilización de compuestos inorgánicos.

Técnica

Se coloca 5g de muestra en cápsula de platino (preferiblemente). Se pasa a una mufla y se calienta lentamente. Cuando se alcanzan los $575 \pm 25^\circ\text{C}$ se mantiene la muestra a esa temperatura durante 3 horas. Luego se deja enfriar algo la mufla, se pasa la cápsula a un desecador, se enfría y se pesa.

5- R E S U L T A D O S O B T E N I D O S

a- MATERIAL

b- PREPARACION DE LA MUESTRA

5- RESULTADOS OBTENIDOS

a- MATERIAL DE ESTUDIO

En el Cuadro N°13 se indican las muestras de maderas de coníferas indígenas estudiadas en este trabajo, señalando en cada caso la institución que las envió.

CUADRO N° 13

N° de muestra	Nombre Vulgar	Nombre Científico	Institución que Remitió la Muestra
1	"ciprés"	<u>Libocedrus chilensis</u>	Administr. Nacional de Bosques
2	"ciprés"	<u>Libocedrus chilensis</u>	Administr. Nacional de Bosques
3	"alerce"	<u>Fitzroya cupressoides</u>	Administr. Nacional de Bosques
4	"maníu hembra"	<u>Saxegothaea conspicua</u>	Administr. Nacional de Bosques
5	"maníu macho"	<u>Podocarpus nubigenus</u>	Administr. Nacional de Bosques
6	"pino Paraná"	<u>Araucaria angustifolia</u>	Celulosa Argentina S.A.
7	"pino del cerro"	<u>Podocarpus parlatorei</u>	Administr. General de Parq. Nacionales
8	"pehuén"	<u>Araucaria araucana</u>	Administr. General de Parq. Nacionales

La Argentina posee 11 especies de coníferas indígenas. No se ha considerado las cuatro que restan debido a la poca importancia forestal que tienen.

Además según consta en el Cuadro N°14 para hacer un estudio de tipo comparativo, se ha analizado la madera de tres especies de coníferas exóticas cultivadas.

CUADRO N° 14

N° de muestra	Nombre Vulgar	Nombre Científico	Institución que Remitió la Muestra
9		<u>Pinus taeda</u>	Papelera Argentina S.A.
10		<u>Pinus elliotii</u>	Papelera Argentina S.A.
11		<u>Taxodium distichum</u>	Esc. Superior de Bosques

En el Cuadro N°15 se detalla las características de los ejemplares de cada una de las coníferas analizadas.

CUADRO N° 15

N° de muestra	Nombre Científico	Edad (años)	Diámetro mayor cm	Diámetro menor cm	Ancho de la albura cm
1	<u>Libocedrus chilensis</u>	55	38	35	3,5
2	<u>Libocedrus chilensis</u>	103	33	27	1,5-2,0
3	<u>Fitzroya cupressoides</u>	276	68	65	4,8
4	<u>Saxegothaea conspicua</u>	210	30	26	Imposible diferencia albura y duramen.
5	<u>Podocarpus nubigenus</u>	320	38	34	Imposible diferencia albura y duramen.
6	<u>Araucaria angustifolia</u>	11	23	22	Imposible diferencia albura y duramen.
7	<u>Podocarpus parlatorei</u>	80	26	20	11,5
8	<u>Araucaria araucana</u>	143	40	36	12
9	<u>Pinus taeda</u>	12	20	19	Imposible diferencia albura y duramen.

N° de muestra	Nombre Científico	Edad (años)	Diámetro mayor cm	Diámetro menor cm	Ancho de la albura cm
10	<u>Pinus</u> <u>elliottii</u>	6	14	13	Imposible diferencia albura y duramen.
11	<u>Taxodium</u> <u>distichum</u>	15	21	19	Imposible diferencia albura y duramen.

b- PREPARACION DE LA MUESTRA

Cada una de las muestras señaladas en el punto anterior, se redujeron de tamaño en un molino de cuchillas tipo Wiley. El material obtenido en la molienda, se tamizó, recogiénose la porción que pasa por la malla 40 y queda retenida en la 60. Esta es la muestra que se utiliza para todos los tipos de análisis. Para cada una de las determinaciones se hizo humedad en muestra aparte.

Datos Experimentales

En el Cuadro N°16 se detallan los valores analíticos obtenidos en los análisis de madera, expresados en gramos por 100g de madera seca.

Además, en el Cuadro N°17 se indican los datos que, sobre una serie de coníferas norteamericanas se obtuvo en el Forest Products Laboratory, Madison, EE.UU. (117).

CUADRO N° 16

	Solubles en Solventes Orgánicos	Solubles en agua caliente	Solubles Totales	Solubles en NaOH 1%	Liq - nina	Celu- losa	Holose- lulosa	Pento- sanos	Aceti- los	Meto- xilos	Calac- tanos	Mana- nos	Ceni- zas
1.- Ciprés N° 1	4.18 4.07	4.08 3.93	8.15 8.11	11.27 11.11	32.64 32.60	42.72 42.06	62.62 62.11	9.64 9.61	1.05	5.65 5.65	1.04 1.00	4.44 4.18	0.32 0.29
2.- Ciprés N° 2	10.53 10.23	3.29 3.25	13.78 13.52	14.00 13.80	30.68 30.41	47.33 47.28	58.72 58.72	9.21 8.95	0.24	5.23 5.08	0.40 0.34	3.45 3.12	0.49 0.49
3.- Alerce	6.49 6.70	2.63 2.38	9.12 9.08	13.33 13.15	35.76 35.76	49.96 49.13	58.48 58.12	6.90 6.90	0.77	5.92 5.96	0.71 0.64	4.03 3.92	0.14 0.12
4.- Maní Hembra	1.15 1.19	0.12 0.11	1.30 1.27	9.78 9.70	35.40 35.20	55.56 55.00	63.84 63.49	3.20 3.00	1.34	6.34 6.24	0.63 0.52	5.05 4.77	0.35 0.34
5.- Maní Macho	1.57 1.57	2.00 1.93	3.57 3.49	11.63 11.47	33.50 33.49	55.21 55.13	64.05 63.95	8.18 8.16	0.95	6.00 6.00	0.67 0.58	4.08 3.92	0.71 0.71
6.- Pino Paraná	0.60 0.83	2.21 1.96	2.81 2.81	9.73 9.70	29.36 29.31	60.47 60.05	69.71 69.17	7.01 6.95	1.30	5.50 5.45	0.29 0.21	7.29 7.01	0.42 0.40
7.- Pino del Cerro	2.62 2.76	2.09 2.08	4.84 4.71	10.39 10.31	36.54 36.44	49.67 49.40	59.94 59.57	7.68 7.60	1.50	6.36 6.28	0.91 0.81	3.42 2.96	1.25 1.24
8.- Pehuén	1.78 1.85	1.73 1.64	3.51 3.49	12.23 12.10	27.88 27.87	61.76 60.92	70.38 69.91	7.59 7.38	1.29	5.37 5.32	0.42 0.37	6.56 6.38	0.54 0.45
9.- Pinus Taeda	1.65 1.90	2.47 2.18	4.12 4.08	13.10 13.00	27.88 27.75	59.05 58.93	70.66 70.22	10.98 10.97	0.67	5.26 5.25	0.40 0.31	6.15 6.00	0.40 0.32
10.- Pinus Elliottii	4.66 4.52	3.37 3.45	3.03 7.97	12.71 12.51	29.72 29.60	51.24 51.21	62.91 62.53	9.33 9.23	1.33	5.35 5.34	1.24 1.16	5.86 5.83	0.43 0.43
11.- Tarodium Distichum	2.93 2.99	1.70 1.43	4.63 4.42	10.65 10.61	32.17 32.14	50.74 50.32	64.36 64.35	12.58 12.38	1.14	1.14 1.14	0.70 0.63	4.16 4.07	0.67 0.64

CUADRO Nº 17

	Solubles en alcohol benceno	Solubles agua caliente	Solubles en NaOH 1%	Lignina	Holce lulosa	Pento sanos	Cenl zas
1-Western White Pine (<u>Pinus monticula</u>)	8.3	3.7	15.6	25.4	64.3	7.9	0.3
2-Red Pine (<u>Pinus resinosa</u>)	3.5	4.4	13.4	26.2	71.2	10.0	--
3-Jack Pine (<u>Pinus banksiana</u>)	3.7	2.9	11.2	26.7	62.3	9.7	0.3
4-Slash Pine (<u>Pinus caribaea</u>)	2.6	2.5	9.9	28.0	68.5	8.6	0.2
5-Lodgepole Pine (<u>Pinus contorta var. latifolia</u>)	3.5	3.6	12.6	25.0	63.2	9.2	0.2
6-Tamarack (<u>Larix laricina</u>)	2.0	4.6	12.4	26.2	65.4	8.3	0.3
7-Tamarack (<u>Larix laricina</u>)	2.0	4.9	10.7	26.5	65.8	8.2	--
8-Western Larch (<u>Larix occidentalis</u>)	1.4	4.9	13.4	26.8	66.5	7.8	0.4
9-Engelmann Spruce (<u>Picea engelmanni</u>)	2.8	3.7	12.2	26.3	67.9	9.2	0.2
10-Douglas Fir (<u>Pseudotsuga taxifolia</u>)	4.4	5.6	15.1	27.2	67.0	6.8	0.2
11-Western Hemlock (<u>Tsuga heterophylla</u>)	1.6	0.4	9.2	27.8	74.0	9.2	0.3
12-Mountain Hemlock (<u>Tsuga mertensiana</u>)	4.6	4.8	11.6	27.0	59.8	7.0	0.5
13-Noble Fir (<u>Abies nobilis</u>)	2.7	2.3	9.6	29.3	61.3	9.0	0.4

6- M E T O D O S D E P U L P A D O

a- EN LA INDUSTRIA

- I- Pulpa Mecánica
- II- Pulpa Química
- III- Pulpa Semiquímica

b- EN EL LABORATORIO

- I- Preparación de los "Chips"
- II- Preparación del Licor Blanco
- III- Cocimiento
- IV- Análisis del Licor Negro
- V- Depuración
- VI- Análisis de la Pulpa sin Blanquear
- VII- Blanqueo de la Pulpa
- VIII- Lavado y Prensado
- IX- Análisis de la Pulpa Blanqueada
- X- Refinación
- XI- Formación de la Hoja
- XII- Prensado
- XIII- Secado
- XIV- Ensayos Físico-Mecánicos

6- METODOS DE PULPADO

a- EN LA INDUSTRIA

Existen dos etapas bien definidas en la conversión de la madera en el papel acabado. Estas son: 1) la fabricación de la pulpa; 2) la transformación de esa pulpa en papel.

Fabricación DE Pulpa

Las pulpas que se obtienen a partir de la madera se pueden clasificar según el proceso empleado, en:

- 1- Pulpa mecánica. Se utiliza para la fabricación de papel de diario, cartones y blanco de envolver.
- 2- Pulpa química. Se deben considerar dos tipos:
 - a- Pulpa al sulfito. La pulpa sin blanquear se emplea para papel de embalar, etc. La blanqueada para papeles de escribir e imprimir.
 - b- Pulpa al sulfato. La pulpa sin blanquear se usa para embalajes fuertes. La blanqueada para papeles de escri - bir e imprimir y embalajes livianos.
- 3- Pulpa semiquímica. La pulpa sin blanquear se emplea en la fabricación de papeles para corrugar, cartones, papeles de embalaje y de diario. La blanqueada para papeles de escri - bir e imprimir.

Considerando únicamente la madera como materia prima para pa - pel, es necesario tener en cuenta algunos pasos antes de su tratamiento en los molinos o digestores.

Una vez cortado el árbol es necesario transportarlo hasta la fábrica (camiones, carros, vía fluvial o férrea). Allí se dispone en canchas o pilotas para tenerlo a mano en el momento que se necesite.

El paso siguiente es el descortezado del árbol. Esta operación se realiza debido a que la corteza tiene un porcentaje muy ba - jo de celulosa, colora la pulpa (principalmente la mecánica), ocupa un gran espacio en los digestores y se gasta licor de coción y vapor sin que sea justificable. Los métodos para descor - tezar son, además del manual, los que utilizan la fricción pa - ra sacar la corteza mediante volteo o rotación (tambor cilin - drico rotativo, máquinas estacionarias con un equipo para el

volteo de los troncos); los que emplean la fricción mecánica o chorros de agua de alta presión (a cadena, tipo torno) y los de cuchillas.

En la mayoría de los casos, la corteza se quema en la misma fábrica para producir vapor. En nuestro país, sería interesante utilizarla, especialmente la de nuestras araucarias (A. angustifolia y A. araucana), para la fabricación de maderas contrapadas sin necesidad de agregar ninguna resina plástica. La sustancia compactante se trata, aparentemente, de un compuesto de naturaleza cerosa de bajo punto de fusión (118, 119)

Una vez descortezados los troncos, es necesario considerar los casos individuales de pulpado.

I- FULPA MECÁNICA (120, 121, 122)

Los principios básicos de la fabricación de la pulpa mecánica son simples, pero la práctica actual es verdaderamente complicada. Se la puede considerar un arte más bien que una ciencia, al comparársela con los métodos químicos de preparación de pulpa.

La operación básica consiste en forzar un tronco de madera contra una muela, en presencia de agua. Al ser empujada la madera contra la superficie abrasiva de la piedra, que está girando, se reduce a fibras.

El agua tiene por función refrigerar el sistema, limpiar y lubricar la superficie de la muela y sirve como vehículo para ir sacando las fibras del molino a medida que se producen.

Los primeros molinos fueron probablemente copiados de los harineros, colocando la superficie plana de la muela hacia arriba, y haciendo rozar la madera contra esta superficie.

La fuente de energía utilizada en los comienzos fue una rueda de agua vertical conectada directamente al eje de la muela.

Una de las primeras innovaciones fue la de colocar la piedra verticalmente y moler la madera en la periferia. Desde entonces, la mayoría de las innovaciones se han hecho en el diseño del equipo, aplicando las mejores técnicas de ingeniería (nuevos materiales) y por el uso de energía eléctrica en lugar de la usada originariamente.

Hoy en día muy pocas fábricas mantienen las ruedas de agua y sufren las desventajas de las variaciones de velocidad y las fluctuaciones motivadas por las distintas estaciones del año.

Los diferentes tipos de molinos utilizados se pueden dividir en molinos de cámaras (con una o varias cámaras), continuos, tipo magazine, de anillo y Kamir (123)

Ventajas

La más importante ventaja de estas pulpas es su bajo costo. Esto se debe principalmente al hecho que el porcentaje de pulpa obtenido es el doble que en la pulpa química, y al bajo costo de producción debido al uso de energía eléctrica, en lugar de productos químicos y vapor.

Además, da muy buenas cualidades de impresión a los papeles que se confeccionan con este tipo de pulpa.

Especialmente en papel de diario (en el que se emplea un 75 - 85% de pulpa mecánica), se sabe muy bien que las bondades para la impresión aumentan en forma directa a la cantidad de pulpa mecánica que posee.

Desventajas

La mayor es la inestabilidad del papel fabricado con esta pulpa. Esto se debe a la reactividad de las sustancias no celulósicas con el oxígeno del aire, así como a la luz del sol y al calor.

Estos papeles sufren pérdida de color, resistencia y durabilidad al ser expuestos a estas variables.

También se deterioran rápidamente por la acción de los residuos químicos como el ácido sulfúrico proveniente del alumbre, y el anhídrido sulfuroso cuando se lo utiliza en el blanqueo.

Junto a dichas pérdidas naturales o inducidas de estabilidad, estos papeles se caracterizan por su baja resistencia, brillo y pobre color cuando se los compara con los fabricados con pulpas químicas blanqueadas.

A pesar que estas desventajas pueden ser eliminadas en parte (cuidadosa selección de la madera, técnica de desfibrado empleado, blanqueo) el inconveniente de su inestabilidad es algo inherente a su constitución química.

Para algunos usos es necesario blanquear la pulpa obtenida en los molinos. Los blanqueadores utilizados comúnmente son el hidrosulfito de cinc, el agua oxigenada, el peróxido de sodio (122) y el hipoclorito de calcio (una etapa).

Rendimientos y gastos de la operación (83)

Porcentaje de pulpa obtenido: aproximadamente 95%.

Energía: 1.200-2.000kW.h. Las latifoliadas requieren usualmente más energía que las coníferas.

Vapor: este proceso no necesita vapor.

Agua: los requerimientos mínimos son 15m³ y el promedio de las necesidades oscila en los 40m³.

Trabajos: 1,5-2,5 horas-hombre por tonelada (fábrica básica de

50t)

Capacidad mínima de una fábrica integrada: 25t diarias.

Inversión: incluido edificios, pero no energía desarrollada, 20.000-30.000u\$s por tonelada diaria.

Blanqueo

1- Tratamiento con hipoclorito en una etapa.

Cloro: 100kg

Cal: 120kg

Energía: 30-45kW.h

Agua: 55-75m³

Trabajo: 0,5 horas-hombre (fábrica básica 50t/día)

Inversión: 7.000-9.000u\$s por tonelada diaria (básica 50t/día)

2- Tratamiento con peróxidos.

Peróxido de sodio: 20kg

Silicato de sodio (40° Bé): 50kg

Acido sulfúrico: 18kg

Sulfato de magnesio: 0,5kg

II- PULPA QUÍMICA

Los procesos de pulpa química (y en parte el semiquímico) tienen como objeto la separación de la celulosa de la lignina y otros componentes de la madera.

La química de la lignina no es completamente clara y sus reacciones no están bien estudiadas. Muchas de las reacciones que se producen en la deslignificación son desconocidas y se han desarrollado varias teorías para tratar de dar fundamentos teóricos a los datos experimentales.

a- Pulpa al sulfito (126)

Este proceso fue ideado en 1867 por B.C. Tilghnan.

El mismo consiste en una digestión de la madera, en forma de "chips", a temperaturas comprendidas entre los 130-150°C en soluciones acuosas que contienen bisulfitos alcalino-térreos (generalmente bisulfito de calcio o una mezcla de bisulfito de magnesio y calcio) y un exceso de anhídrido sulfuroso.

Los componentes importantes del licor de cocción son los iones Ca^{++} , H^+ y SO_3H^- .

Durante el curso de la reacción de pulpa, las relaciones cuantitativas entre los componentes dependen de la temperatura, de la presión (bajo cuya influencia tiene lugar la reacción) y de los productos de estas reacciones.

Durante la digestión la lignina se combina con SO_2 ó SO_3H^- y se solubiliza. Las hemicelulosas menos resistentes son hidrolizadas

en sus componentes más simples y una porción de la celulosa también se degrada.

Reacciones de la lignina durante el proceso

La reacción fundamental es la sulfonación de la lignina. Sus derivados en el licor residual, están bajo la forma de sales de calcio del ácido lignosulfónico.

El mecanismo de esta reacción ha sido objeto de muchas especulaciones y se han propuesto varias teorías.

Una de las más importantes es la de Freundenberg (125), la que es similar a la de Hägglund y Carlsson.

Comprende dos etapas: 1) se rompe un puente de oxígeno contenido en el grupo $-C-C-$ de la molécula de lignina y se forma un hidroxilo fenólico; 2) se introduce en esa posición un grupo sulfónico.

Los últimos trabajos de Hägglund y Holmberg señalan que en este proceso no se forman nuevos hidroxilos y que la sulfonación se produce directamente sobre una doble ligadura.

Como ya se dijo, las concentraciones de Ca^{++} , SO_2 y las temperaturas influyen mucho en el proceso, y cuando se realizan cocimientos en ausencia o concentraciones bajas de esos iones, se produce un oscurecimiento de la pulpa ("black cooks") que se cree debido a la polimerización de la lignina.

Reacción de las hemicelulosas

Tanto los celulosanos como los poliurónidos son más o menos hidrolizados en el proceso.

Los poliurónidos parecen eliminarse completamente mientras que parte de los celulosanos son muy estables y continúan asociados a la celulosa.

Se informó la producción de monosas en concentraciones superiores al 22% en peso de madera seca.

Penetración

Durante las primeras horas de un cocimiento al sulfito, la temperatura se debe elevar lenta y cuidadosamente para evitar que se superen los 110°C antes que los "chips" estén completamente impregnados. De lo contrario, se produce la ya nombrada reacción de polimerización obteniéndose una pulpa oscura ("black cooks"). Esto se produce por acción del SO_2 , en ausencia de álcali, a temperaturas superiores a los 110°C.

Uno de los factores que impide la rápida penetración es la presencia de aire en el interior de los "chips". Por lo tanto, si se hiciera el vacío o aumentara la presión, se aceleraría la penetración. Debido a esta última razón se mantiene una alta presión

de SO_2 en el interior del digestor.

Composición del licor

Los **licores utilizados universalmente** emplean como base el calcio, o la mezcla de calcio y magnesio. Se usan relaciones madera-licor de cocción de 1: 5.

El total de anhídrido sulfuroso utilizado es del orden de los 4,5 a 7,0g por cada 100ml de licor. Se emplea un gran exceso de SO_2 el que no es utilizado en el proceso, pero que se recupera en la purga de gases.

Subproductos

Además del CO_2 y de las monosas obtenidas por hidrólisis, se forma ácido acético y fórmico, metanol y cimenol.

El subproducto de mayor importancia es la trementina de sulfito o cimenol crudo que posee un 75-85% de p-cimenol.

Métodos de cocción

Hay dos tipos de procesos:

- 1- De cocimiento rápido (Ritter-Kellner)
- 2- De cocimiento lento (Mitscherlich)

En cualesquiera de los dos casos, los reactores tienen un revestimiento antiácido para impedir el ataque del digestor por acción del licor de cocción.

El primer proceso se efectúa generalmente en digestores cilíndricos, verticales y estacionarios. Pueden estar o no equipados con sistemas de recirculación del licor. Los mismos pueden incluir o no, intercambiadores tubulares para el precalentamiento del licor.

Las condiciones más usuales del proceso son las siguientes: tiempo: 7-10 horas; temperatura: 135-150°C y presión: 75-90psi.

El proceso Mitscherlich se realiza en un digestor estacionario, cilíndrico y horizontal. El calentamiento se efectúa a través de tuberías arrolladas de cobre o acero inoxidable, colocadas en el digestor. La duración del proceso es de 14 a 20 horas, o más. La temperatura máxima es de 125-135°C y la presión de 65-75psi.

Una vez terminada la cocción se disminuye algo la presión dentro del digestor y se abre luego la válvula "blow".

Esta es una válvula de apertura rápida y pone en comunicación el digestor con una cámara a presión atmosférica. La caída de presión produce la evaporación instantánea del agua contenida entre las fibras de la madera ocasionando el desfibrado de los "chips". Debido al peligro de explosión, en la mayoría de los casos, esta válvula se acciona por control remoto.

Licor agotado

Contiene aproximadamente 11-14% de residuo seco, compuesto por un 65-70% de lignosulfonato de calcio, 20-30% de monosas (hexosas, pentosas) y 6-10% de cenizas, principalmente como sulfito y sulfato de calcio.

Utilización

Los productos más importantes son el lignosulfonato y las monosas.

I) Lignosulfonato de Calcio

Tratándolo con NaOH a presión se obtiene vainillina.

II) Monosas

IIA) se fermentan las hexosas y se produce etanol;

IIB) se producen levaduras.

Además, si se hidrogena el licor agotado, se pueden **transformar** las monosas en ciclohexanoles y ciclopentanoles (que se utilizan como solventes) con un rendimiento superior al 50%.

Rendimientos y Costos (por tonelada métrica de pulpa seca al aire)

Rendimiento a partir de la madera: 40-50%

Cal: 150kg

Azufre: 90-150kg

Energía: 175-300kW.h

Vapor: 1,6-3,4t

Trabajo: 2,5-5,0 horas-hombre (producción básica 100t/día)

Agua: mínimo 150m³; promedio 230m³

Inversión: aproximadamente 45.000-53.000u\$s por tonelada diaria

Capacidad mínima de planta: aproximadamente 100 toneladas diarias

Blanqueo

Cloro: 30-80kg

Hidróxido de sodio: 5-15kg

Cal: 25-50kg

Energía: 45- 75kW.h

Vapor: 0,4-0,6t

Agua: 130-170m³

Trabajo: 0,5-0,75 horas-hombre (producción básica 100 toneladas)

Inversión: 9.000u\$s por tonelada diaria

Capacidad mínima de planta: aproximadamente 50t diarias

b- Pulpa al sulfato (127)

Frecuentemente se acostumbra clasificar las pulpas químicas en al sulfito y alcalinas. Estas últimas, a su vez, se subdividen en: al sulfato y a la soda.

En la actualidad, aun en el proceso a la soda, se agrega una cantidad de sulfuro de sodio, llegando hasta un 5% de índice de sulfuros ("sulfidez")*. En la pulpa al sulfato el mencionado índice varía desde un 15 a un 30%.

El primer inconveniente de las pulpas kraft fue que no se podían blanquear. Esto se resolvió en 1930 al introducirse el blanqueo en múltiples etapas, lo que permitió usar estas pulpas no sólo para envolturas y embalajes, sino también para papeles finos.

La producción de pulpas al sulfato se incrementó de tal manera que ha llegado a superar la de pulpas al sulfito. Esto se basa en lo siguiente: 1) el desarrollo técnico ha permitido recuperar casi la totalidad de los productos químicos de los licores agotados (128); 2) el sistema Kraft es aplicable a cualquier tipo de madera; 3) el empleo de blanqueo en múltiples etapas hace posible el uso de estas pulpas en la producción de papeles con alto grado de blancura.

Proceso de digestión

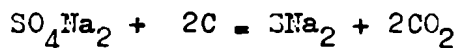
El tratamiento de la madera, en forma de "chips", se efectúa en un recipiente a presión denominado digestor, bajo determinadas condiciones de temperatura, presión y tiempo, con una solución compuesta principalmente de NaOH y SNa_2 .

En el cocimiento se disuelve la lignina, que sirve de unión entre fibra y fibra, dejando la pulpa como un residuo fibroso.

Al terminar el proceso de digestión, se baja un poco la presión, y se abre la válvula "blow" poniendo en comunicación el digestor (a 3-4 atm.) con un tanque a presión atmosférica.

Luego, se separa la pulpa del licor y se lava. El licor agotado se concentra en evaporadores múltiple-efecto, llegándose hasta densidades del orden de los 35°Pé. Es necesario alcanzar esta densidad para lograr que el licor se queme en la próxima etapa. En la misma se quema este líquido en un horno y se consigue así generar vapor y recuperar en gran parte los productos químicos.

El NaOH y SNa , que tenía el licor original se transformó durante la cocción, principalmente, en SO_4Na_2 y CO_3Na_2 . Al quemarse la sustancia, el SO_4Na_2 forma nuevamente SNa_2 .

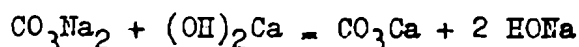


Las sales de sodio fundidas que salen del horno se disuelven en agua y la solución se llama licor verde.

* Índice de sulfuros: término que se conoce en las fábricas como "sulfidez".

Esta solución se caustifica con cal y, luego de controlar las concentraciones de NaOH y SNa_2 , se denomina licor blanco, el que se utiliza nuevamente en el digestor.

La reacción que se produce en la caustificación es:



El CO_3Ca se transforma nuevamente en CaO en hornos rotativos semejantes a los utilizados en la fabricación de cemento.

Reacciones en el digestor

Todos los componentes de la madera son atacados con diferentes velocidades en el curso de la digestión.

Durante la primera etapa una porción de las hemicelulosas, es especial los poliurónidos, son rápidamente disueltas y con una velocidad mayor que la lignina. Sin embargo, al disminuir la concentración de los poliurónidos, su velocidad de ataque y disolución decrece y se vuelve más lenta que la de eliminación de la lignina.

En este último período el porcentaje de lignina disminuye continuamente. Estas condiciones persisten hasta que casi toda la lignina que se encuentre en la zona interfibrilar se elimina.

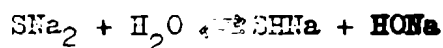
Si se trata también de disolver la lignina que se localiza en las paredes de las células, su velocidad de eliminación será muy lenta y se produce un ataque pronunciado de la celulosa. Esto no se justifica ni desde el punto de vista económico ni teniendo encuenta la calidad de la pulpa resultante.

La lignina de las paredes de las células se prefiere eliminar con un tratamiento más selectivo como es el de blanqueo.

Las reacciones que tienen lugar comprenden una hidrólisis de la lignina y hemicelulosas; y, simultáneamente, se saponifican en el licor de cocción la mayoría de los extractivos, grasas, resinas, etc.

La reacción de la lignina con el sulfuro de sodio

Cuando el SNa_2 está presente en el licor de cocción se hidroliza de la siguiente forma:



Como se ve en la ecuación, al agregarse SNa_2 , se incrementa la concentración de NaOH en el licor de cocción.

La mayor ventaja de su empleo es que acelera la velocidad de eliminación de la lignina al producir en esta última, la introducción de un grupo $-\text{SNa}$.

Es posible que la acción reductora del SHNa sea beneficiosa.

Clase y calidad de la madera

Se usan tanto las latifoliadas como las coníferas.

Influyen en las concentraciones o volúmenes de licor que se utilizan: 1) la densidad de la madera; 2) la humedad de la madera; 3) la madera mal descortezada; 4) la madera de compresión.

En todos estos casos es necesario incrementar el volumen o concentración del licor de cocción.

Tiempo de digestión

Está asociado a otras variables: temperatura, cantidad y concentración de álcali activo, índice de sulfuros del licor ("sulfidez"), etc. Cada fábrica fija estas variables y el tiempo de cocción para hacer que el proceso sea lo más barato posible.

Generalmente, para una pulpa al sulfato se trabaja con los siguientes datos:

Tiempo: 3-5 horas a temperatura máxima

Índice de sulfuros ("sulfidez"): 23-30%

Temperatura: 170-180C

Presión: 8-9kg/cm²

Temperatura de digestión

Temperaturas menores a 170C no parecen dar ventajas en el rendimiento ni en la calidad de la pulpa, superándose los 180C la celulosa es fácilmente degradada. Por cada 10C de incremento de temperatura se duplica la velocidad de pulpado.

Índice de sulfuros ("sulfidez")

Generalmente, se trabaja con un índice de sulfuros de 23 a 30% ("sulfidez"). Los porcentajes se ajustan a razones económicas.

Digestores

Pueden ser del tipo vertical estacionario o rotativos. Los más utilizados son los primeros. Estos se construyen de hierro o acero, con capacidades de unos 30.000 litros. El calentamiento puede ser directo o indirecto, y generalmente son con recirculación del licor de cocción. Siempre poseen una válvula tipo "blow" para la descarga de la pulpa terminada.

Subproductos

Los principales son la trementina y el "tall-oil".

Trementina: se recupera junto con los gases de purga de los digestores al sulfato. se obtienen aproximadamente 1,5-4,5 galones de sulfato de trementina por tonelada de pulpa seca al aire. Las maderas que poseen más trementina son, en general, los pinos del sur de los EE.UU.

Este aceite tiene 60% de alfa-pineno, 15-20% de beta-pineno y pe

-peñas cantidades de terpenos monocíclicos, terpineol, etc.
En nuestro país sería muy interesante incrementar el aprovechamiento, en escala comercial, de resinas de pinos, no sólo en las fábricas, sino directamente en las plantaciones.
Con esto se lograría ahorrar una cantidad apreciable de divisas, gastos que superaron los 100 millones de pesos en 1960 (129).

Tall-oil: el "tall-oil" es una mezcla heterogénea y extremadamente variable de ácidos grasos, ácidos resínicos e insaponificables. Todos estos productos son no-volátiles bajo las condiciones que se ofrecen en un pulpado alcalino.

Se separa de los licores negros concentrados por flotación. Como ya se dijo, la composición varía mucho, pero en términos generales se puede considerar la siguiente:

ácidos grasos: 30-60%

ácidos resínicos: 35-65%

materia insaponificable: 4-10%

El "tall-oil" se utiliza en la fabricación de jabones industriales, emulsiones desinfectantes, etc. Los ácidos resínicos se recuperan para utilizarlos como resinas.

Rendimientos y costos (130)

Rendimiento a partir de la madera:

coníferas: 45-50% de pulpa sin blanquear

40-45% de pulpa blanqueada.

latifoliadas: 50-55% de pulpa sin blanquear

48-53% de pulpa blanqueada.

Sulfato de sodio: 70-160kg

Cal: 10-45kg

Energía: 225-400kW.h

Vapor: aproximadamente 4.000kg por tonelada usada y 5.000kg producidos en la recuperación del líquido negro

Agua: 75-130m³

Trabajo: 3,0-6,0 horas-hombre (producción básica 100t/día)

Inversión: aproximadamente 55.000-65.000u\$s por tonelada diaria de pulpa sin blanquear (producción básica 100t/día)

Capacidad mínima de planta: aproximadamente 100t/día.

Blanqueo

Cloro: 60-100kg para madera de coníferas

50-80kg para latifoliadas de clima templado

Hidróxido de sodio: 30-40kg

Cal: 20-35kg para coníferas

13-27kg para latifoliadas de clima templado.

Energía: 65-100kW.h por tonelada

Vapor: 0,5-2,0t

Agua: 150-250m³

Trabajo: 0,5-1,0 horas-hombre (planta básica 100t/día)

Inversión: 13.000u\$s por tonelada diaria (planta básica 100t/día)

Inversión total: 68.000-78.000u\$s por tonelada diaria (planta bá
sica 100t/día)

Capacidad mínima de planta: aproximadamente 100t diarias

En el cuadro No. 18, que se encuentra a continuación se puede a-
preciar una planilla de costos que corresponde a la fabricación
de pulpa al sulfato a partir de madera de coníferas (131).

CUADRO N°18

PLANILLA DE COSTOS

Materia Prima: Madera de Coníferas

Proceso: Sulfato

Costo de Producción en U\$S por Tonelada Métrica de Pulpa

	SIN BLANQUEAR (Rendimiento 48% de pulpa)				BLANQUEADA (Rendimiento 43% de pulpa)			
	Cantidad	Costo Unitario U\$S	Costo por tonelada U\$S	Total U\$S	Cantidad	Costo Unitario U\$S	Costo por tonelada U\$S	Total U\$S
Madera limpia y transformada en chips (m³)	4,5	9,80	44,10	44,10	5,25	9,80	51,45	51,45
Productos Químicos (kg) .								
Hidróxido de sodio	-	-	-	-	30	0,077	2,31	
Sulfato de sodio	90	0,03	2,70		100	0,03	3,00	
Oxido de calcio	30	0,004	0,12		33	0,004	0,13	
Hidróxido de calcio	-	-	-		30	0,015	0,45	
Cloro	-	-	-		80	0,084	6,74	
Varios			1,50	4,32			2,00	14,61
Gastos de la Operación.								
Energía (kW.h)	400	0,008	3,20		500	0,008	4,00	
Vapor (toneladas métricas).								
Consumido	4,5				6,0			
Producido en la recuperación alcalina.	4,3				4,3			
Consumo neto...	0,2	1,65	0,33		1,7	1,65	2,80	
Agua (m³)	100	0,013	1,30		250	0,013	3,25	
Trabajo (horas-hombre)								
En la operación	5	1,70	8,50		6	1,70	10,20	
En reparaciones	1	2,50	2,50		1,5	2,50	3,75	

	SIN BLANQUEAR (Rendimiento 48% de pulpa)				BLANQUEADA (Rendimiento 43% de pulpa)			
	Cantidad	Costo Unitario U\$S	Costo por tonelada U\$S	Total U\$S	Cantidad	Costo Unitario U\$S	Costo por tonelada U\$S	Total U\$S
Materiales de reparación y mantenimiento			3,00				4,00	
Supervisión de fábrica y dirección			4,00				5,00	
Desvalorización de la planta y equipos			11,50	34,33			13,00	46,00
Costo estimado de la producción de pulpa				82,75				112,06

NOTAS

- 1- Estos datos están basados en los precios de la madera en Estados Unidos.
- 2- Las estimaciones se basan en una planta con una capacidad de producción de 100 toneladas diarias y que utiliza el proceso al sulfato completo, incluyendo la recuperación de los licores.
- 3- La inversión **estimada en planta y equipo** es: 4,5 a 6,0 millones de U\$S (incluyendo vapor y energía).
- 4- El capital de trabajo requerido ha sido estimado en 1,5 a 3,0 millones de U\$S.

III-PULPA SEMIQUÍMICA

Como ya se ha visto todos los tratamientos químicos tienen por objeto eliminar la lignina de la madera, pero presentan el inconveniente de no ser selectivos. Quieren, que hay también junto con la lignina, una eliminación de hemicelulosa y celulosa. Se obtienen así pulpas con un rendimiento del 40 al 50% sobre la materia prima original.

Por eso se pensó en utilizar como primera etapa, un tratamiento químico suave. Los agentes químicos usados fueron el CO_2Ca y, en épocas recientes, pequeñas cantidades de hidróxido de sodio, sulfito de sodio, silicato de sodio y otros agentes débiles de pulpa (132).

Con este procedimiento no se consigue eliminar los materiales inorgánicos pero sí ablandarlos. De esta manera, las fibras pueden ser separadas mediante una acción mecánica posterior, sin una gran reducción de su longitud. Estas pulpas se utilizan principalmente para embalaje, donde el color es de menor importancia.

Se obtienen rendimientos del 75% a partir de bagazo.

La preparación de pulpa mecánica presenta la desventaja de ser un tratamiento muy destructivo y además, necesita de 1.200-1.900 kWh (67 - 106 HP/día) por tonelada de pulpa. En la semiquímica la energía requerida en la molienda es de $\frac{1}{3}$ a $\frac{2}{3}$ de la que se utiliza en la pulpa mecánica y su velocidad de producción, el doble (133)

Uno de los procesos semiquímicos que más se utiliza en nuestro país es el de soda fría.

La Celulosa Argentina tiene una fábrica montada en Zárate que comenzó a trabajar a mediados de 1962 y la Papelera Argentina está construyendo otra en Bernal (Pcia. de Buenos Aires)

Este proceso se basa en una patente del año 1930 (134). Consiste en tratar el bagazo u otras materias primas, con una solución diluida de NaOH a temperaturas menores a 100°C.

La temperatura es la temperatura ambiente. La pérdida de celulosa y pectinas es sólo del 4%, y se consigue eliminar un 14% de lignina. La primera se trata a contracorriente con una solución de NaOH 45/1. Cuando se utiliza como sustituto de la pulpa mecánica, en la fabricación de papel para diarios, las hojas son algo más densas y la opacidad algo menor que el papel común. Se emplea principalmente para la confección de cartón corrugado, produciéndose hojas aceptables a bajo precio.

Blancado

Estas pulpas pueden ser blanqueadas con peróxido o hipoclorito.

Sulfito neutro (135)

Las pulpas semiquímicas al sulfito neutro sin blanquear se caracterizan porque sus valores de resistencia a la tracción son tan altos, co

-mo los que corresponden al sulfato de las mismas especies.

Las semiblanqueadas tienen propiedades similares a las **sin blanquear**. Las blanqueadas son mucho más resistentes que las pulpas al sulfito blanqueadas.

Las pulpas sin blanquear se utilizan usualmente para cartón corrugado. Se mezclan en pequeñas cantidades con pulpa mecánica para fabricar cartones especiales. También como sustituto de las pulpas al sulfito de coníferas en la confección de papel de diario.

Las blanqueadas son utilizadas en los tipos más resistentes de papeles.

Las especies más usadas son las latifoliadas. No se emplean mucho las coníferas por el alto consumo de productos químicos en la cocción, el elevado contenido de lignina y las altas cantidades de energía necesarias para la refinación.

El blanqueo es semejante al que se efectúa en pulpas mecánicas (peróxido, hipoclorito en una etapa). Cuando se quieren alcanzar al -tos niveles de blanqueo se utiliza un tratamiento en **tres etapas** (cloro, hidróxido de sodio e hipoclorito).

Rendimientos y costos (por tonelada **métrica** de pulpa seca al aire)

Para madera de latifoliadas.

Rendimiento de pulpa sin blanquear: 70-85%

Rendimiento de pulpa blanqueada:

tratamiento en una etapa: 67-82%

tratamiento en tres etapas: 55-60%

Sulfito de sodio: 10-20% de madera seca

Carbonato de sodio: 2-4% de madera seca

Energía: 300-400kW.h

Vapor: 2,0t

Agua: 55-115m³

Trabajo: 2,5-4,0 horas-hombre (producción básica 50t/día)

Capacidad mínima de una fábrica integrada: 25 toneladas diarias

Inversión: 35.000-45.000u\$ por tonelada diaria (producción básica 50t/día)

Nota: se deben utilizar digestores resistentes a la corrosión.

Blanqueo

1- **Hipoclorito en una etapa.** Similar al de pulpa mecánica. Al costo de productos químicos se debe adicionar 20kg de silicato de sodio (40°Bé).

2- **Blanqueo en tres etapas.**

Cloro: 160kg por tonelada métrica de pulpa sin blanquear.

Hidróxido de sodio: 20kg por tonelada métrica de pulpa sin blanquear.

Sal: 8kg por tonelada métrica de pulpa sin blanquear.

Energía: 45-75kW.h

Vapor: 0,4-0,6t

Agua: 170m³

Trabajo: 0,5-1,0 horas-hombre (producción básica 50t/día)

Inversión: 9.000\$ por tonelada diaria

Capacidad mínima de la planta: 50t diarias

Rendimientos y costos (por tonelada métrica de pulpa seca al aire)

Porcentaje sobre la madera: 88-90% para las especies **latifoliadas**
de clima templado

75-80% para las latifoliadas de clima
tropical

Consumo de soda cáustica: 6-8%

Energía: 500-600kW.h

Vapor: no se requiere en este proceso

Agua: 55-115m³

Trabajo: 2,5-4,0 horas-hombre (producción básica 50t/día)

Capacidad mínima de una fábrica integrada: 25t/día

Inversión: 20.000-30.000u\$s por tonelada diaria

Blanqueo

Similar al de pulpa mecánica

b- EN EL LABORATORIO

En esta sección nos referiremos a los métodos **empleados** en el laboratorio para, partiendo de la madera, llegar a la **hoja de celulosa**.

I- PREPARACION DE LOS "CHIPS"

Para la preparación de los "chips" a partir de los **rollizos** de madera y no contando en el laboratorio con una **máquina apropiada** ("chiper"), se procedió de la siguiente forma: se trozó el rollizo en pequeñas tortas de aproximadamente 2cm de altura. Se les quita la corteza y luego se **hachan** para obtener pequeños "chips" de forma prismática de unos 0,5 por 0,5 centímetros de base y, como se dijo anteriormente, unos 2cm de altura.

II- PREPARACION DEL LICOR BLANCO

En la industria llaman licor blanco a la solución alcalina empleada en el cocimiento de la madera.

Para completar este trabajo se han preparado varios **liocres** blancos, pero siempre se trató que las concentraciones **fue** - ran prácticamente iguales. Se trabajó con las siguientes con centraciones (expresadas en gramos por litro): 75-76 de hi - dróxido de sodio; 22-24 de sulfuro de sodio y 25 de carbona to de sodio. Estas cantidades dan por resultado un índice de sulfuros ("sulfidez") de 22-24% y 76-78% de álcali activo. El término "sulfidez" corresponde al **inglés** "sulphidity". La traducción exacta se acercaría **más** a sulfurez que al que se u tiliza en toda la industria.

Como se trabaja con **drogas** industriales se verifica median te titulaciones que las soluciones preparadas se **encuentren** dentro de las concentraciones indicadas en la fórmula.

III- COCIMIENTO

Como no se poseía un autoclave giratorio fue necesario impro vizarlo. Se utilizó para tal fin un autoclave fijo de 5 l.de capacidad, al que se le colocaron 2 aros de acero y una cami na de inoxidable con tres **baffles**. Se montó sobre la base de un molino a bolas y se acopló un reductor de velocidad para lograr las 4r.p.m. que se consideraban necesarias.

Para el proceso de cocción se colocó en el autoclave rotato rio, 700g de "chips". En muestra aparte se determinó la **humedad**. Obtenido este valor se sabe qué cantidad de madera seca se tiene en el digestor. Se agrega de 3 a 3,5 l.de **licor blan co** de tal manera que se mantenga una relación madera-licor de cocción 1: 5.

El cocimiento de la madera se debe efectuar en un **autoclave** giratorio para obtener así un tratamiento parejo de los **chips**. Se tapa el autoclave, se pone en **movimiento** y se calienta con un **nochebo**, procurando llegar a la **temperatura** máxima (170-175C) en una hora.

La presión de trabajo es 8-9kg/cm² y se mantiene el cocimien to durante 1½-3 horas a temperatura máxima. Para cada madera es necesario fijar experimentalmente la duración del proceso. Terminado el cocimiento, se enfría el digestor, se destapa y se vuelca su contenido en un tamiz. Este tamiz tiene **paredes** de madera y la tela es de bronce de malla 60. Sus dimensio nes son aproximadamente 30cm de ancho por 40cm de largo y 30cm de altura. Se pintó la madera con una pintura epoxi blanca pa ra impedir que se manchara la pulpa. Por igual razón, se fi jó la tela metálica con clavos de bronce.

Cuando se vuelca el contenido del digestor en este tamiz, se recogen unas 500ml de la solución, que resulta de la cocción,

para su análisis. La misma recibe el nombre de licor negro. La pulpa se lava muy bien con agua hasta obtenerse aguas de lavado incoloras.

Es de destacar que en el laboratorio no se pudo acondicionar una válvula "blow" para la descarga del digestor.

IV- ANALISIS DEL LICOR NEGRO

Como ya se dijo, son los líquidos resultantes del cocimiento de la madera. Se analizan para proceder luego a la recuperación de las sustancias utilizadas. Para este fin se efectúan las siguientes determinaciones: a) álcali residual (por titulación con ClH N); b) residuo seco (en estufa a 105°C); c) densidad ($^{\circ}\text{Bé}$); d) cenizas (TAPPI T 15m-58)

Esta última determinación es muy importante en la industria y en especial el dato de sílice. Cuando los porcentajes de sílice son altos se producen precipitaciones en los evaporadores múltiple-efecto donde se concentran los licores para su combustión posterior.

V- DEPURACION

Una vez lavada la pulpa es necesario depurarla. En esta operación se consiguen separar las partes mal cocidas, las basuras, partículas de arena, etc.

En la industria, primero se pasa la suspensión de pulpa por los depuradores gruesos ("coarse screens") donde se separan los chips mal cocidos; luego a través de un "riffler", que mediante flotación permite separar las materias extrañas (piedras, metales, etc.) y finalmente por los depuradores finos ("fine screens") que eliminan los barros, fibras muy cortas, etc.

Los depuradores son tambores rotatorios que poseen chapas perforadas, ya sea en forma de agujeros o tajos. Estos varían en tamaño según el tipo de depuración que se efectúe. En el depurado grueso generalmente se tienen agujeros de $3/4$ a $5/32$ pulgadas de diámetro.

En los depuradores finos los agujeros son de $1/16$ de pulgada y si son ranuras, tienen un ancho de $0,010$ pulgadas.

Para evitar que las fibras obstruyan los agujeros o ranuras, se tiene con agitación la suspensión de pulpa.

En los laboratorios, se utiliza generalmente un tamiz por el que se hace pasar la pulpa mediante una bomba a sifonema. Como no fue posible utilizar este tipo de depurador, se construyó un cubeto de chapa galvanizada de 30cm de diámetro y se

Se adaptó una plancha perforada a tajos de 1,2cm de ancho. Se ayudó el paso de la pulpa mediante una lluvia de agua. Se colocó el rechazo en un cristalizador, se secó en estufa y se pesó.

La pulpa que pasó por el depurador se prensó con las manos, se homogeneizó lo mejor posible y se determinó la humedad. Con este valor se pudo averiguar el rendimiento obtenido en la cocción.

Relacionando el peso del rechazo con el de la pulpa se tiene el porcentaje de rechazo.

VI- ANALISIS DE LA PULPA SIN BLANQUEAR

La pulpa separada para la determinación de humedad se utilizó para la realización de los siguientes análisis: a) solubles en solventes orgánicos; b) alfa, beta y gama-celulosa; c) lignina; d) número de permanganato; e) pentosanos; f) longitud y ancho de fibra; g) cenizas.

VII- BLANQUEO DE LA PULPA

Las últimas porciones de lignina se eliminan en el blanqueo. Este es un tratamiento más selectivo que el utilizado en el cocimiento.

Se realizó en cinco etapas sucesivas:

- 1- Cloración
- 2- Baño alcalino
- 3- Cloración
- 4- Baño alcalino
- 5- Hipoclorito de sodio

1- Cloración. Se procede según dos alternativas:

- a- Para pastas bien cocidas;
- b- para pastas mal cocidas.

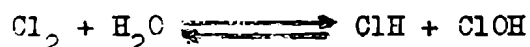
En el primer caso se utiliza agua de cloro, en la que se hace una suspensión de 2-3% de pasta y se deja actuar 75m. Se mantuvo el control del pH de los líquidos de tratamiento, de manera que este valor se encuentre siempre por debajo de pH 2. Para regularlo se utiliza ácido clorhídrico. Para el caso de pastas mal cocidas se emplea directamente cloro gaseoso.

Al tratar las pulpas con cloro, se produce una clorolignina que es un producto poco soluble en agua.

Este procedimiento de blanqueo con múltiples etapas se desarrolló después de 1935 y permitió obtener pulpas al sulfato tan bien blanqueadas como las que se obtiene al sulfito.

Entre cada una de estas etapas se efectúan lavados de la pulpa.

En soluciones acuosas el cloro se encuentra sujeto al siguiente equilibrio:



A la temperatura ambiente y a un pH 2 o menor, la solución contiene principalmente el cloro como gas elemental disuelto. A pH 2-4 es una mezcla de cloro disuelto y ácido hipocloroso no ionizado. Entre pH 4-6 el principal constituyente es el ácido hipocloroso débilmente ionizado. Entre pH 6-8 hay una mezcla de ácido hipocloroso e hipoclorito completamente ionizado. En pH superiores a 9 existe sólo hipoclorito, disminuyendo su disociación cuando se incrementa el pH.

- 2- Baño alcalino. Cuando el cloro reacciona con la lignina sólo una parte de las cloroligninas formadas son solubles en agua y, por lavado, no es posible eliminarlas totalmente. Una porción importante de cloroligninas se disuelven en soluciones alcalinas. Por esa razón se realiza este tratamiento.

Se utilizó una solución de hidróxido de sodio al 4% y se trabajó con una relación pasta-solución de aproximadamente 4%.

La duración del proceso es de 60m. y se mantiene la solución a pH 10.

- 3- Cloración. En esta etapa se hace primero una suspensión de pulpa en agua y van agregando pequeñas cantidades de agua de cloro (del orden de 50ml). Cuando se constata (con papel reactivo almidón-ioduro de potasio) que todo el cloro se ha consumido, se agregan nuevas cantidades hasta verificar un ligero exceso de cloro. La duración de esta etapa es de 60m. y el pH menor a 2.

- 4- Baño alcalino. Igual a 2.

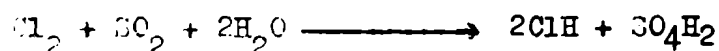
- 5- Hipoclorito. En la industria se utiliza generalmente hipoclorito de calcio por ser más barato que el de sodio, pero en el laboratorio fue más fácil conseguir este último. Este tratamiento se realiza para eliminar las pequeñas cantidades de lignina que aún permanecen en la pulpa.

Se utilizaron concentraciones menores al 1% de cloro respecto a la pulpa empleada. La relación pulpa-solución fue de 1-2% y la duración de esta etapa de 150m. Se mantuvo el pH entre 8-10 mediante el agregado de NaOH. La temperatu-

de 50-55°. En los primeros tratamientos se trabajó a temperatura ambiente pero no se logró un buen blanqueo de la pulpa.

En la industria se está reemplazando el tratamiento con hipoclorito mediante el uso de dióxido de cloro. Este tiene la gran ventaja de degradar mucho menos la celulosa que el hipoclorito. Se cree que la oxida a oxixelulosas.

- 6- **Anhidrido sulfuroso.** El anhidrido sulfuroso no tiene ninguna acción en el blanqueo de la pulpa. Se utiliza para eliminar los restos de cloro que pudieran haber quedado en la pasta y que con el tiempo pueden amarillarla. Se dice que este gas es el mejor anticloro que se conoce. La reacción es la siguiente:



El SO_2 se preparó haciendo caer, gota a gota, SO_4H_2 en una solución sobresaturada de sulfito de sodio. El SO_2 formado se hizo burbujear en agua destilada.

VIII- LAVADO Y PRENSADO

Después del blanqueo, la pasta se lava perfectamente con agua corriente. Posteriormente, se prensa con la mano, se homogeneiza y se separa una parte para la determinación de la humedad. Así se conoce el rendimiento de transformación (rendimiento en la etapa de blanqueo).

Multiplicando el rendimiento de transformación por el de cocción se obtiene el rendimiento total.

IX- ANÁLISIS DE LA PULPA BLANQUEADA

La pulpa separada para la determinación de la humedad se utilizó para la realización de los siguientes análisis: a) solubles en solventes orgánicos; b) alfa, beta y gama-celulosa; c) pentosanos; d) número de cobre; e) cenizas.

X- REFINACIÓN (136)

Mientras que en la industria se emplean, casi exclusivamente, los refinadores continuos tipo Jordan, en los laboratorios se utilizan algunos de los siguientes aparatos:

- a- **Fila holandesa:** se trabaja con 360g de pulpa seca en 23 litros de agua. Se hace pasar la pulpa entre una platina y un rodillo con barras planas y sin bordes filosos. **Estos detalles es necesario tenerlos en cuenta porque sino se producen muchos cortes de fibras.**

La lina se mantiene contra el rodillo mediante un brazo de palanca que, en su extremo, tiene un peso de 5,5kg. La velocidad del rodillo es de 500r.p.m.

b- Molino lampen: 30g de pulpa seca se suspenden en un litro de agua y se colocan en el interior del molino que posee una bola de bronce.

En este trabajo se utilizó como refinador la pila holandesa (137).

Para comprobar cómo variaba con el tiempo el grado de refinación, se sacaron muestras de 800ml de suspensión (12,5g) cada 15m. A estos 800ml se le agregaron 1,2 l. de agua y se colocaron en un desintegrador (138) durante 10m. (15.000 revoluciones), para completar el desfibrado.

Se diluyó hasta 6,0 l. de agua y después de homogeneizar bien la suspensión, se tomó 1 litro y se determinó el "grado de engorde" en el aparato de Schopper-Riegler (139)

La pulpa que quedaba sobre la tela metálica del aparato, se colocó sobre un secante, luego en una estufa y finalmente se pesó. Los valores obtenidos de "grado de engorde" se refirieron a 2g de pulpa.

La refinación se suspendió cuando se alcanzaron los 45°Sch. (grados Schopper-Riegler).

XI- FORMACION DE LA HOJA

Con las suspensiones retiradas, cada 15 minutos, se hicieron hojas. Se utilizó para tal fin una máquina formadora de hojas tipo Rapid-Köthen (140). Se empleó la cantidad de pulpa necesaria para obtenerse hojas que pesaran 60g por m². La suspensión de la pulpa se filtra (con ayuda de vacío que se produce en un recipiente inferior de la máquina) a través de un disco de malla 60-80. En la mayoría de los casos se utilizó la malla 60 pero, cuando se alcanzaban los grados más altos de refinación, se producían pequeños agujeros en las hojas. Estos se evitaban formándolas sobre una tela metálica 80.

De tal manera se formaba la hoja sobre la tela y se eliminaba el agua. La hoja se separó de la tela comprimiéndola contra papel secante, al que queda adherida.

Se va colocando sobre cada hoja formada, una plancha de papel España de 0,3mm. Se tiene así, una pila compuesta por dos hojas de secante, la hoja formada y el papel España.

XII- Prensado

Esta pila se colocó en una prensa y se mantuvo durante 5m.a

una presión de 50psi., la que se alcanza en menos de 30 segundos. Luego de este primer prensado la hoja queda pegada al papel España. Se sacan los **secantes mojados** y se forma una nueva pila compuesta por el papel España, la hoja y un **papel secante**.

Se prensa nuevamente 2m. a 50psi. La máquina formadora de **hojas** tiene una prensa para los hojas formadas en el aparato. No se utilizó porque la hoja problema se marca con el **dibujo de la tela metálica**. Estas marcas pueden influir en los resultados a obtenerse en los ensayos físico-mecánicos.

XIII- SECADO

Se realizó en la máquina Rapid-Köthen. Se colocó el papel **Es**paña con la hoja y el secante sobre éste, en un disco calentado por agua a 90-100C, y se pasó una plancha eléctrica **has**ta el secado total de la hoja.

Como se puede apreciar, no se hicieron hojas de papel sino de pulpa blanqueada. O sea, que no se agregaron cargas, resinas ni colorantes. Esto se debe a que no se quiso introducir una **nueva variable** al proceso.

Las hojas así preparadas están listas para realizar los **ensayos físico-mecánicos** y conocer sus cualidades y resistencia.

XIV- ENSAYOS FISICO-MECANICOS

Los ensayos realizados son los siguientes:

- a- Peso por metro cuadrado.
- b- Espesor.
- c- Resistencia al doble plegado.
- d- Resistencia al desgarramiento.
- e- Resistencia a la tracción
- f- Longitud de rotura.
- g- Alargamiento
- h- Resistencia a la explosión.

No fue posible acondicionar las **hojas a una** determinada humedad y temperatura. Se ensayaron 5 hojas de cada lote extraído de la pila holandesa.

- a- Peso por metro cuadrado (141). Se pesó cada hoja en una balanza **Mettler** y se utilizó en los ensayos las que tenían $60 \pm 3g$ por metro cuadrado.
- b- Espesor (142). Se colocaron 5 hojas juntas, con la cara brillante siempre hacia el mismo lado, en un micrómetro. Este tiene una platina inferior de 14 mm de diámetro y la superior de 16 mm de **diámetro**. Esta última tiene cola

=ado un peso de 500g en su parte superior. Se tomaron 5 mediciones y se calculó el espesor promedio. Los valores se indican en mm.

- c- Resistencia al doble plegado (143). Se trabajó con un aparato tipo Schopper. Las probetas fueron de 15mm de ancho por 100mm de largo. Se hicieron 2 determinaciones por cada hoja -10 por lote-, de distinto "grado de engorde". Los resultados que se indican en las tablas corresponden al promedio de los valores obtenidos, representando éstos el número de doble plegado a que fue sometida la hoja hasta su rotura.
- d- Resistencia al desgarramiento (144). Se realizó en un aparato tipo Elmendorff. Por cada hoja se hicieron dos probetas de 50mm por 63mm, o sea 10 por cada lote extraído de la pila holandesa. Se colocaron 5 de estas probetas en el aparato de desgarramiento y se realizó el ensayo. Los resultados hallados se dividieron por el número de probetas empleadas (5) y se multiplicaron por 40 para tener el dato en g cm/cm. O sea, la fuerza empleada para desgarrar una probeta. El valor 40 se obtuvo al calibrar el aparato.
- e- Resistencia a la tracción (145, 146). Se realizó en un dinamómetro a péndulo. Por cada hoja se hicieron dos probetas de 15mm de ancho por unos 120mm de largo. La distancia entre las mordazas del dinamómetro fue de 100mm. Los valores se indican en kg.
- f- Longitud de rotura (147). Es la longitud, en metros, de una banda de papel de cualquier espesor constante que, suspendida por uno de sus extremos, se rompe por acción de su propio peso. Para conocer este valor, se emplea la fórmula siguiente:
- $$L = \frac{R}{1 \cdot f}$$
- L = longitud de rotura, en metros
R = carga de rotura, en kilogramos
l = ancho de la banda, en metros
f = peso por metro cuadrado (kg/m²)
- g- Alargamiento. En el mismo aparato anterior y junto al de su resistencia a la tracción, se determinó el alargamiento de la probeta antes de romperse. Los valores se indican en mm.
- h- Resistencia a la explosión (148, 149). Se realizó en un aparato tipo Mullen accionado manualmente. Se hicieron 2

determinaciones por hoja, o sea 10 por cada lote extraído de la pila holandesa. Los datos se expresan en kg/cm^2 y los informados en tablas correspondientes a sus valores promedio.

7- METODOS DE ANALISIS DE PULPA UTILIZADOS

- a- Análisis del Licor de Cocción
- b- Análisis de Líquido Negro
- c- Solubles en Solventes Orgánicos
- d- Determinación de Lignina en Pulpa
- e- Determinación de alfa-, beta- y gama-celulosa
- f- Determinación de Pentosanos
- g- Número de Permanganato
- h- Medida de Longitud y Ancho de Fibras
- i- Número de Cobre
- j- Análisis de Agua de Cloro
- k- Análisis de Cloro e Hipoclorito Residual
- l- Análisis de Hipoclorito de Sodio Concentrado
- m- Determinación de Anhídrido Sulfuroso
- n- Cerizas en Pulpa

7- METODOS DE ANALISIS DE PULPA UTILIZADOS

a- ANALISIS DEL LICOR DE COCCION (152)

El licor de cocción usado en la preparación de pulpa al sulfato es una solución de NaOH , SNa_2 y CO_3Na_2 . El utilizado en las fábricas posee, además, otras sustancias como el SO_4Na_2 pero éstas no tienen influencia en la cocción. El análisis del mismo se realiza utilizando una sola solución standard, HCl N .

El análisis consiste en lo siguiente:

Ensayo A. Se pipetea 5ml del licor claro en un erlenmeyer de 250ml. Se agrega algo de agua y unas gotas de anaranjado de metilo. Se titula con ClH N hasta obtener coloración roja.

Ensayo B. Se pipetea 50ml del licor de cocción en un matraz aforado de 250ml y se agregan 50ml de $\text{Cl}_2\text{Ba } 20\%$. Se agita bien y luego se enrasa. Se agita nuevamente y se deja estar hasta obtenerse una solución sobrenadante clara. Se retiran 25ml de la solución y se colocan en un erlenmeyer; se agrega agua y unas gotas de fenolftaleína y se titula con ClH N .

Ensayo C. Se agrega a la solución utilizada en el ensayo anterior, unas gotas de anaranjado de metilo y se continúa la titulación hasta viraje al rojo.

Este método es aplicable no sólo al licor de cocción del proceso al sulfato, sino también a la soda, pero en este último caso el ensayo C se omite.

El ensayo A nos da el álcali total presente en el licor ($\text{HONa} + \text{SNa}_2 + \text{CO}_3\text{Na}_2$).

El ensayo B es una medida del álcali efectivo presente en la solución.

El ensayo C nos da las cantidades de NaOH y SNa_2 presentes en el licor o sea el álcali activo.

Se acostumbra expresar los resultados no solamente en g/l. de NaOH , SNa_2 y CO_3Na_2 , sino también en g/l. de Na_2O .

b- ANALISIS DE LIQUIDO NEGRO (153)

Las principales determinaciones que se efectúan en el líquido negro son: 1) álcali residual; 2) residuo seco; 3) densidad.

Además, en las fábricas es muy importante la determinación de cenizas y el posterior análisis de sílice.

Si el licor negro tiene una concentración muy alta de sílice, se producirá su precipitación en el momento de concentrarse el mismo en los evaporadores múltiple efecto, con las consiguientes dificultades.

Técnica

Alcali residual

La determinación es semejante a la que se efectúa en el líquido blanco (licor de cocción).

Se pasan 50ml de licor a un matraz aforado de 500ml y se agregan 50ml de Cl_2Ba 20%. Se sacude bien. Se lleva a volumen con agua, se sacude nuevamente y se deja sedimentar el precipitado.

Si no se puede enrasar bien, debido a la espuma formada, se puede eliminar ésta, por el agregado de unas gotas de alcohol octílico. Se toman 50ml y pasan a un erlenmeyer. Se agrega agua y se titula hasta viraje del rojo Congo (utilizado como indicador externo ; pH = 3-5).

En las técnicas consultadas se menciona el uso de anaranjado de metilo y "methyl purple" como indicadores.

Con el primero, el viraje es muy poco neto, usándose tanto como indicador externo como interno.

El segundo es un indicador todavía bajo patente (154,155) y que no se pudo adquirir en el momento de realizar estas determinaciones.

Su rango de viraje es: verde a pH 5,4 (punto final alcalino), gris a pH 5,1 (zona intermedia) y púrpura a pH 4,8 (punto final ácido). Se recomienda este indicador para los casos que se usa anaranjado y rojo de metilo. Los cálculos son semejantes a los que se realizan en el licor de cocción, por ejemplo: se gastaron 1,5ml de HCl N. $1,5 \times 6,2 = 9,3\text{g/l}$. álcali activo expresado como Na_2O .

Residuo seco

Se pesan 0,5g de licor negro en un pesafiltro y se colocan en estufa a 110°C durante 24 horas. Luego se enfría en desecador y pesa lo más rápido posible.

Un método más exacto y rápido es el de la destilación con to-

-lueno o xileno (156). Este último da un menisco más definido.

Densidad

Se toma a 20C. con un buen densímetro y se expresan los datos en grados Beaumé.

c- SOLUBLES EN SOLVENTES ORGANICOS

Las normas más comúnmente usadas en la industria del papel y la celulosa no poseen este ensayo.

En realidad, a pesar de obtenerse valores bajos de solubles, se consideró conveniente extraer todas las pulpas antes de realizar los análisis, para no incluir un posible error en algunas determinaciones que se realizan por gravimetría (lignina, celulosa). Existe la posibilidad en estas determinaciones que pueda producirse la precipitación de algunos de los solubles (por ejemplo: resinas), junto con el producto analizado.

Técnica

Es muy parecida a la utilizada en maderas. En un Soxhlet grande se colocan 30g de pulpa y, aproximadamente, 600ml de alcohol-benceno 1:1. Se extrae durante 8 horas.

El producto extraído se vuelca sobre una cápsula grande y se deja al aire durante 2 ó 3 días.

Con esto no sólo se elimina el alcohol-benceno sino que también la pulpa absorbe una determinada humedad, hasta alcanzar el equilibrio higromético.

El solvente conteniendo los extractivos se destila en el mismo Soxhlet. Se reduce el volumen hasta unos 50ml. Se pasa este extracto a un cristalizador previamente tarado y se lava el balón varias veces con alcohol-benceno. Se evapora el solvente en bañomaría y luego se coloca en estufa a $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$ durante 3 horas. Se pasa a desecador, enfría y pesa.

d- DETERMINACION DE LIGNINA EN PULPA

Se ha seguido la técnica propuesta en la norma TAPPI T 222m-54 (157).

Cuando la pulpa de madera se trata con ácidos fuertes, los hidratos de carbono se hidrolizan dejando un residuo insoluble que

se valora como lignina.

Se recomienda una extracción previa con alcohol-benceno, para eliminar las resinas que, de quedar en la pulpa, permanecerían insolubles junto con la lignina.

En el caso de las pulpas semiquímicas, puede ser necesario extraer con agua caliente para eliminar cualquier licor residual de cocción.

Técnica

Colocar 2g de pulpa en un vaso de precipitado pequeño y agregar lentamente 40ml de SO_4H_2 frío (12-15C).

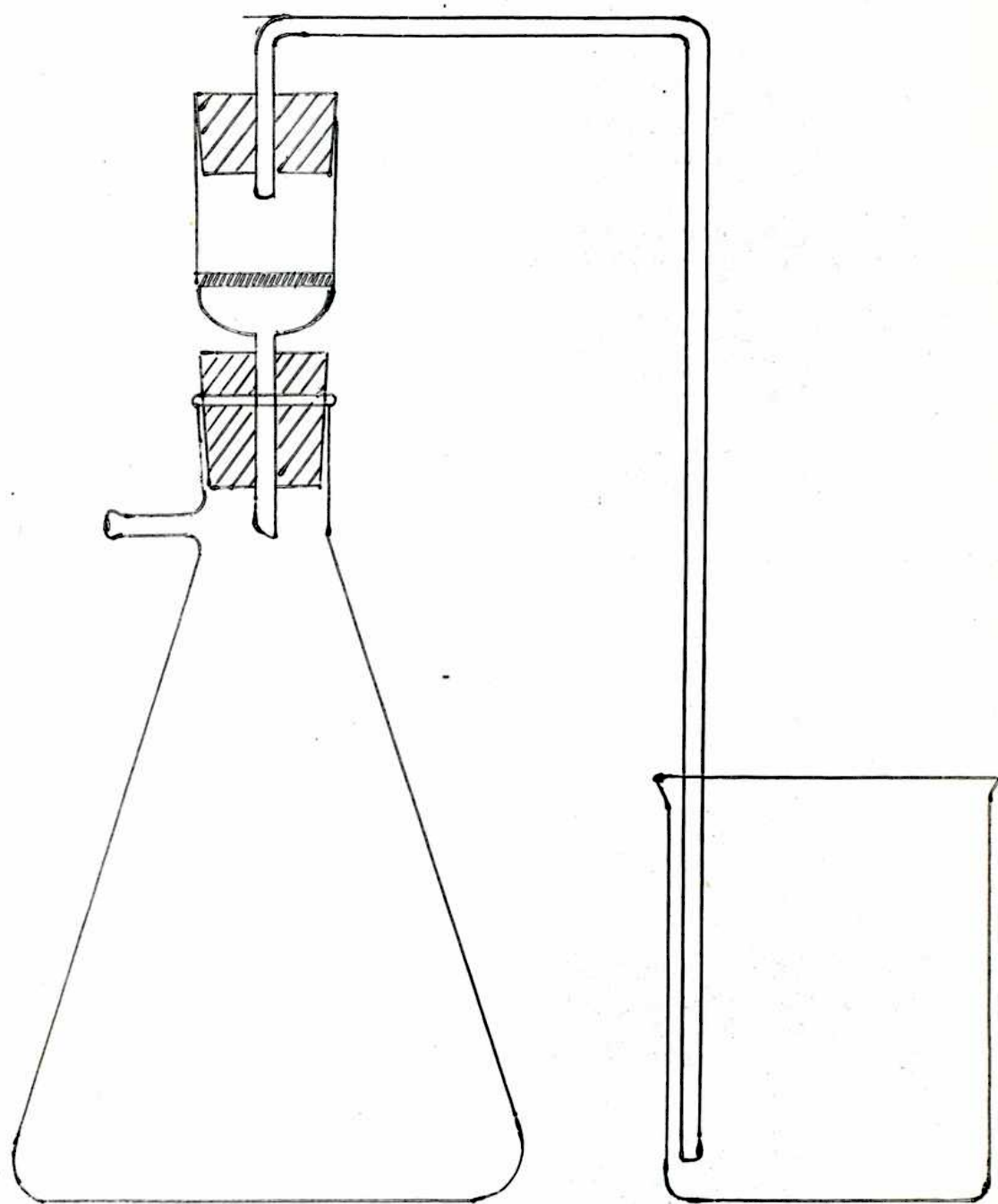
Debe mezclarse bien la muestra y eliminarse los grumos por medio de una varilla.

Después que la pulpa ha sido completamente dispersada en el ácido, se deja reposar durante dos horas (18-20C) agitando frecuentemente. Se mantiene tapado el vaso con un vidrio de reloj.

Se pasa luego el material a un erlenmeyer de 2 litros con boca esmerilada, diluyéndose la concentración del ácido al 3% con 1500ml de agua. Se adapta un refrigerante y se refluje durante 4 horas.

Después que ha sedimentado el material insoluble, se filtra por placa de vidrio filtrante N°4, previamente tarada. Se lava con 500ml de agua caliente y se seca la lignina a $105 \pm 3\text{C}$ para luego pesarse.

La lignina precipitada es a veces muy difícil de filtrar. Si se permite su sedimentación, el líquido sobrenadante pasa rápidamente por la placa. Para facilitar esto conviene usar el siguiente aparato:



Aparato para filtrar lignina

DETERMINACION DE ALFA-, BETA- Y GAMA-CELULOSA

La pulpa de celulosa consiste en 2 fracciones de hidratos de carbono definidas arbitrariamente: la fracción alfa- de alto peso molecular es insoluble en hidróxido de sodio de concentración igual a la que se utiliza en la mercerización (17,5%), y la fracción hemicelulosa consiste en un material de cadena corta y que se disuelve en el hidróxido. La fracción hemicelulosa puede subdividirse en beta- y gama-celulosa.

La división de la pulpa en estas tres fracciones se realiza por un medio totalmente empírico, que fue desarrollado originalmente por Cross y Bevan en 1897 y que se ha usado desde entonces para definir alfa-, beta- y gama-celulosa.

Se ha seguido la técnica propuesta en la norma TAPPI T 203m-58 (158,159). La pulpa es tratada con una cantidad definida de hidróxido de sodio 17,5% durante 45 m. La concentración de NaOH es entonces reducida a 8,3% y la mezcla se deja otros 30m. El alfa-celulosa se separa por filtración a través de un crisol filtrante, se lava, seca y pesa.

Las fracciones beta- y gama- se determinan en forma conjunta por volumetría en una porción alícuota del filtrado alcalino después de una oxidación con dicromato. Otra porción alícuota del filtrado alcalino se acidifica y filtra; la fracción gama- (que permanece en el filtrado) se determina en forma similar a la anterior.

I- REACTIVOS

Solución de NaOH 17,5%

Se disuelve una cantidad de hidróxido de sodio en un peso igual de agua y se deja que se precipiten las impurezas y el carbonato de sodio. Se decanta el líquido sobrenadante claro y se diluye con agua destilada libre de CO_2 hasta una densidad a 20/4C de $1,192 \pm 0,001$ (corrección por C: $-0,00051$). Esta solución contiene $17,5 \pm 0,1\text{g}$ de NaOH por 100g de solución.

Solución de NaOH 8,3%

Diluir otra porción de NaOH 50% con agua destilada libre de CO_2 hasta una densidad a 20/4C de $1,090 \pm 0,001$.

Solución de dicromato de potasio 0,4N

20g de $\text{Cr}_2\text{O}_7\text{K}_2$, con 150ml de SO_4H_2 concentrado por litro de solución.

II- TÉCNICA

Determinación de alfa-celulosa

Durante el proceso se mantienen las soluciones de NaOH, agua destilada y ácido acético en un baño de agua a $20 \pm 0,2^\circ\text{C}$. El agua que se usa en el lavado final del alfa-celulosa no es necesario que se encuentre a 20°C exactos.

Se pesan 3g de pulpa seca al aire. Al mismo tiempo se determina humedad en muestra aparte. Se transfiere la pulpa a un vaso de 250ml colocado en el baño de agua. Se miden exactamente 75ml de NaOH 17,5% y se colocan a 20°C . Se toman 35ml y agregan a la muestra agitándose con varilla y dejan 5m. Sin sacar el vaso del baño, se agregan 10ml más de NaOH, macerándose la mezcla con una varilla aplastada durante 10 minutos. Se agrega la solución de hidróxido de sodio que queda, en porciones de 10ml después de 2,5; 5,0 y 7,5 minutos del último agregado de NaOH. Al final de los 10m., y sin mover la varilla se cubre con vidrio de reloj y se deja en el baño durante 30m más, o sea un total de 45m. desde el primer agregado de NaOH. Luego se agregan 100ml de agua destilada a 20°C , se mezcla rápida y fuertemente y se deja la mezcla en el baño de agua por un período de 30m.

El contacto con NaOH 8,3%, en el que una pequeña fracción es más soluble, se realiza para evitar la duda de qué cantidad de esa fracción se disuelve inadvertidamente durante la etapa de dilución.

Se coloca la pulpa en una placa de vidrio filtrante N°3 adaptada a un kitasato limpio. Se lava el vaso y residuo, con 25ml de NaOH 8,3% a 20°C y se transfieren cuantitativamente todas las fibras al filtro. Se lava con porciones de 50ml de agua destilada a 20°C .

Se lava el residuo con 400ml de agua adicionales, descartando el filtrado. Se desconecta el tubo de succión y se agregan 40ml de ácido acético 2N a 20°C y se deja en contacto durante 5m. Se hace succión y elimina el ácido. Se lava el residuo con agua hasta que el agua del lavado esté libre de ácido (papel tornasol). Se coloca en estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ y se seca hasta peso constante. Se calcula el alfa-celulosa como porcentaje basado en la pulpa seca.

Determinación de beta- y gama-celulosa

Transferir cuantitativamente el filtrado alcalino del kitasato a un matraz aforado de 500ml, llevar a volumen con agua y mezclar. Se determina la celulosa disuelta en el álcali por oxidación con soluciones de dicromato:

Con una pipeta se transfieren 10ml del filtrado a un erlenmeyer

de 125ml. Se agregan 10ml de dicromato de potasio 0,4N y, con cuidado, 30ml de SO_4H_2 concentrado.

Si la concentración del sulfúrico es menor al 94%, la temperatura durante la oxidación no llega a los 125-130°C que es la indicada. Agitar y dejar durante 10m. para permitir que se complete la oxidación. Se enfría a la temperatura ambiente y se transfiere cuantitativamente a un erlenmeyer de 1 litro, usando 500ml de agua destilada. Se agregan 2g de IK, se agita para disolverlo y se deja 5 minutos.

Se titula con $\text{S}_2\text{O}_3\text{Na}_2$ 0,1N, agregando almidón o "thiodene" cerca del punto final. Se hace un blanco sustituyendo el filtrado por 10ml de NaOH 0,5N, usando aproximadamente la misma temperatura y tiempo para completar la titulación.

Se calcula el porcentaje de beta- más gama-celulosa de la siguiente manera:

$$\text{Porcentaje de beta- más gama-celulosa} = \frac{(V_2 - V_1) \times N \times 6,85 \times 5}{W}$$

V_2 = ml de $\text{S}_2\text{O}_3\text{Na}_2$ consumidos en la titulación del filtrado.

V_1 = ml de $\text{S}_2\text{O}_3\text{Na}_2$ consumidos en la titulación del blanco.

N = normalidad de la solución de $\text{S}_2\text{O}_3\text{Na}_2$.

W = peso de la pulpa seca.

5 = factor alícuota

6,85 = mg de celulosa que corresponden a 1 miliequivalente de $\text{Cr}_2\text{O}_7\text{K}_2$.

Teóricamente, 1 miliequivalente de $\text{Cr}_2\text{O}_7\text{K}_2$ corresponde a 6,75mg de celulosa o poliosas, pero bajo las condiciones menos ideales de oxidación descritas arriba, 1 miliequivalente corresponde a 6,85mg. En lugar de IK y $\text{S}_2\text{O}_3\text{Na}_2$ se puede usar de 2 a 4 gotas de "ferroin" indicador y titular con una solución fresca y estandarizada de sulfato ferroso amónico 0,1N hasta color púrpura. (159).

Determinación de gama-celulosa

Transferir exactamente 75ml del filtrado alcalino a un matraz a forado de 100ml. Acidificar con 20ml de SO_4H_2 6N y después de enfriar, llevar a volumen con agua destilada, mezclar y dejar a temperatura ambiente hasta que precipite la beta-celulosa. Esto requiere usualmente 16 horas. Decantar y filtrar con cuidado a través de un papel de filtro dentro de un vaso de 250ml seco, descartando los primeros 50ml. Se determina la gama-celulosa en

10ml de ~~ácido~~ ~~ácido~~ utilizando el método descripto anteriormente.
Se hace un blanco con 10ml de NaOH 0,5N.

Cálculo:

$$\text{Porcentaje de gema-celulosa} = \frac{(V_2 - V_1) \times n \times 6,85 \times 6,666}{100}$$

6,666 = factor alícuota.

Se calcula la beta-celulosa por diferencia.

f- DETERMINACION DE PENTOSANOS (160)

Se ha seguido la norma TAPPI T 223-58. Esta determinación es semejante a la que se realiza en miela. Las únicas diferencias son que es necesario colocar lg de pulpa en el balón de reacción y destilar 50ml cada 15m.

g- NÚMERO DE PERMANGANATO

Este método (161,162) nos permite determinar la cantidad de blanqueador que va a ser necesario utilizar para el blanqueo de la pulpa.

El número de permanganato es, por definición, los mililitros de KMnO_4 0,1N que reaccionan con lg de pulpa seca, bajo condiciones especificadas.

Este método es mucho más utilizado en las fábricas de papel que el número de cloro (163,164) por ser mucho más simple y rápido.

No se necesitan aparatos complicados y puede realizarse fácilmente tanto en la fábrica como en el laboratorio.

Hay se trata de reemplazar el número de permanganato por una técnica más depurada. De ella se obtienen relaciones más exactas con las cantidades de lignina que posee la pulpa y la cantidad de blanqueador que requerirá en su blanqueo. Esta determinación se denomina "número de kappa" (165,166).

Técnica

Se coloca lg de pulpa en un vaso de 2 litros. Preferiblemente debe ser de porcelana o esmaltado para no tener reacciones secundarias del KMnO_4 . Se agregan 700ml de agua y 25ml de SO_2 .

4N. Se agita la solución por medio de una hélice (aproximadamente 30 cm de palata) y se agregan 25 ml de KMnO_4 0,1N. Se toma tiempo con un cronómetro. A los 5 m. se para la reacción con el agregado de 5 ml de IK N. Se deja de agitar y se titula el iodo liberado con $\text{S}_2\text{O}_3\text{Na}_2$ 0,1N, usando almidón 2% como indicador.

En la misma forma, pero sin pulpa, se realiza un blanco. El resultado se expresa de la siguiente manera:

$$\text{Número de permanganato} = \frac{(V_2 - V_1)}{N}$$

siendo:

V_2 = ml de $\text{S}_2\text{O}_3\text{Na}_2$ 0,1N gastados en el blanco.

V_1 = ml de $\text{S}_2\text{O}_3\text{Na}_2$ 0,1N gastados en la titulación.

N = peso de la pulpa seca.

b- MEDIDA DE LONGITUD Y ANCHO DE FIBRAS

Se ha utilizado la técnica descrita en el libro "Fiber Analysis" de Graff (167). En la parte de mediciones de fibra hay una puesta al día de métodos y publicaciones en la revista TAPPI (168).

Se puede hacer una clasificación de las fibras según su largo y su ancho.

Largo:

Fibras largas 2-3mm

Fibras medianas 1-2mm

Fibras cortas 0,1-1mm

Ancho:

Fibras anchas 0,025-0,040mm

Fibras medianas 0,010-0,025mm

Fibras finas 0,002-0,010mm

En general las fibras de muestras coníferas son largas y finas. A veces se acostumbra dar el cociente entre la longitud y el ancho, lo que se denomina "esbeltez".

Método

Se desfibran 10g de pulpa en un desintegrador. Luego se diluye a 10 litros y se sacan muestras en 4 tubos de ensayos.

Con un gotero o tubo de vidrio de diámetro inferior a 5mm se toma parte de la suspensión.

Por cada tubo de ensayo, se utilizan dos gotas, colocan do cada una de ellas en el borde de un porta-objetos diferente (8 en total). Se deberá tener aproximadamente 25 fibras en cada porta-objetos lo que da un total de 200 fibras para medir.

Se colocan los porta-objetos en un desecador y se dejan secar. Luego se agregan sobre ellas una gota de solución de Cl_2Ca -IK-I₂. Se preparan dos soluciones:

1- 100g de Cl_2Ca en 150ml H_2O

2- 0,9g IK; 0,65g I₂ en 50ml de agua.

La solución a emplear consiste en 90ml de 1 y 5ml de 2. El porta-objetos se inclina hacia un borde y se examina para verificar que no haya pérdida de fibras. La solución se elimina con papel secante. Luego las fibras se colocan una al lado de la otra con la ayuda de una aguja de disección u otro objeto puntiagudo.

Luego se coloca un cubre-objetos con uno de los bordes cerrando uno de los finales de las fibras. Con una pipeta chica se irrigan las fibras con una solución de iodo.

Se cubre y elimina la solución externa con un secante. Se coloca el porta-objetos en el microscopio utilizándose un objetivo 16 y un micrómetro ocular. Cada fibra se medirá con una aproximación de media división de la escala.

Se efectuará un mínimo de 200 mediciones teniéndose en cuenta todas las fibras y haciéndose luego el valor promedio.

Las características del objetivo utilizado son: 1 división = 0,0203mm.

1- NÚMERO DE COBRE

Se ha seguido la técnica de Schwalbe-Braidy (169). El número de cobre nos da una idea de la cantidad de grupos reductores que están presentes en la pulpa, o sea, de su grado de degradación. Una cadena de celulosa sólo tiene dos grupos aldehídos no bloqueados, pero a medida que se van escindiendo aparecen dos grupos aldehídos por cada ruptura de la cadena celulósica.

Reactivos

- 1- 60g de $\text{SO}_4\text{Cu} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ por litro de solución.
- 2- 200g de tartrato de sodio y potasio, 100g de hidróxido de sodio en un litro de agua.
- 3- 50g de sulfato férrico más 200g (108,7ml) de H_2SO_4 disuelto en un litro de agua.
- 4- Permanganato de potasio 0,1N.

Técnica

Agregar 20ml de 1 a 20ml de 2 y hervir en un vaso alto de 150ml. Agregar 1g de pulpa finamente dividida, pero no desfilada, en la solución en ebullición y dejar a 100-101°C durante exactamente 3m.

La pulpa cubierta de óxido cuproso, se filtra por papel 8 y 3 N°597 en un Büchner de 8cm de diámetro usando succión moderada. Se lava con 500ml de agua caliente, seguidos de 250ml de agua fría.

Se transfiere la pulpa con Cu_2O a un vaso de 150ml y se cubre con 25ml de solución 3 fría.

Después de 15m. la pulpa se mezcla con la solución 3 y se ve si está libre de Cu_2O de color rojizo.

Se filtra por Büchner recogiendo en un erlenmeyer limpio. Se agregan 25ml más de solución 3 y luego se aplica succión.

La pulpa se lava con 500ml de agua fría. El filtrado total se titula con KMnO_4 0,1N hasta color rosado. El número de cobre se calcula para 100g de pulpa seca.

$$1\text{ml de } \text{KMnO}_4\text{K } 0,1\text{N} = 0,00636\text{g de cobre}$$

$$\text{Número de cobre} = \frac{0,636 \text{ N}}{a}$$

a = ml de KMnO_4K 0,1N consumidos.

a = peso de la muestra seca, en gramos.

Por supuesto, es necesario determinar humedad en muestra aparte.

El número de cobre puede determinarse a través de cada una de las etapas de blanqueo.

3- ANALISIS DE AGUA DE CLORO

Método

Se pipetea 5ml de agua de cloro en un erlenmeyer de 250ml con boca esmerilada. Se coloca inmediatamente un tapón esmerilado. Para el llenado de la pipeta se utilizó una pera de goma por no ser posible pipetear directamente el agua de cloro.

Se agrega al erlenmeyer, agua, 10ml de IK N y 10ml de HCl 10%. Se sacude bien y se titula con $S_2O_3Na_2$ 0,1N. Como indicador se utilizó almidón soluble 2%.

Los resultados se expresan en g/l. de Cl utilizando la siguiente expresión:

$$ml\ 0,1N\ S_2O_3Na_2 \times 0,7092 = g/l.\ de\ Cl$$

4- ANALISIS DE CLORO E HIPOCLORITO RESIDUAL

Método (171)

Se miden 100ml de la solución con cloro y se pasan a un erlenmeyer. Se agregan 5ml de IK N y 5ml de HCl 10%. Se sacude bien y titula con $S_2O_3Na_2$ 0,1N utilizándose almidón soluble 2% como indicador.

Los resultados se expresan en g/l. de Cl utilizando la siguiente expresión:

$$ml\ S_2O_3Na_2\ 0,1N \times 0,03547 = g/l.\ de\ Cl$$

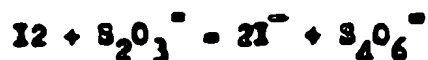
1- ANALISIS DE HIPOCLORITO DE SODIO CONCENTRADO (100g/l. Cl)

Las soluciones de hipoclorito no son muy estables y tienden a descomponerse al incrementarse la temperatura y la concentración, y disminuir la alcalinidad. También el hierro y algunos otros cationes actúan como catalizadores en el blanqueo (172). Para evitar su descomposición se le agrega carbonato o hidróxido de sodio.

Método (171,173)

Se toman 25ml de hipoclorito y se llevan a 250ml en matraz aforado. Se pipetea 25ml en un erlenmeyer de 500ml. Se le agregan 2g de IK y 15ml de SO_4H_2 4N.

Se titula con $\text{S}_2\text{O}_3\text{Na}_2$ 0,1N, utilizando almidón como indicador. La reacción es:



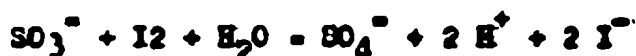
Los resultados se expresan en gramos por litro de Cl utilizando la siguiente expresión:

$$1000\text{ml } \text{S}_2\text{O}_3\text{Na}_2 0,1\text{N} = 3,546\text{g por litro de Cl}$$

La titulación se efectúa en medio sulfúrico, aunque algunos recomiendan el acético, porque generalmente hay cloritos y cloratos, y éstos se reducen lentamente en medio acético dando un punto final poco neta.

m- DETERMINACION DE ANHIDRIDO SULFUROSO (174)

La titulación iodimétrica se basa en la siguiente ecuación:



Para obtener buenos resultados se debe tener en cuenta lo siguiente:

- 1- Las soluciones deben ser muy diluidas.
- 2- El SO_2 debe agregarse lentamente a la solución de iodo y con agitación constante. No se debe hacer la titulación inversa.
- 3- La solución de SO_2 debe ser expuesta lo menos posible al aire.

Técnica

Se colocó 50ml de I_2 0,1N en un erlenmeyer y se tituló con una solución de SO_2 recién preparada.

Se agregó almidón para determinar las últimas porciones de iodo.

$$50\text{ml } \text{I}_2 0,1\text{N} = 0,1602\text{g } \text{SO}_2$$

m- CENIZAS EN FULPA

Se ha seguido la norma TAPPI T 211m-58 (175). El contenido de cenizas se define como el residuo remanente después de calcinar la pulpa durante 3 horas a $575 \pm 25^\circ\text{C}$. Es una medida de las sales minerales y materias inorgánicas que posee la pulpa.

Metodo

Se pesa una cantidad determinada de pulpa en una cápsula de platino. Se coloca en una mufla durante 3 horas a $575 \pm 25^\circ\text{C}$. Luego se deja enfriar algo, se pasa a un desecador, enfría y pesa.

La cantidad de pulpa pesada para esta determinación depende del porcentaje de cenizas que posee la misma.

PORCENTAJE DE CENIZAS		FULPA SECA, g
Superior	a 0,5	5
0,20	a 0,50	10
0,12	a 0,20	20
0,08	a 0,12	30
0,04	a 0,08	40
Menor	a 0,04	50

8- RESULTADOS OBTENIDOS

8- RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación se detallan los valores obtenidos en el pulpado de las maderas utilizadas en los ensayos.

Además, luego de estos cuadros, se indican los resultados que corresponden a los ensayos físico-mecánicos. Se puede apreciar que algunos de los detallados, corresponden a casos en que la pulpa fue muy atacada.

La degradación se produjo por un tratamiento de blanqueo muy intenso, o por haberse utilizado élices para la agitación de la pulpa durante el blanqueo, las que produjeron corte de fibras.

PREPARACION DE PULPAS

1- Ciprés Nº 1	2- Ciprés Nº 2	3- Alerce	4- Mandi Machra	5- Mandi Macho	6- Pino Paraná	7- Pino del Cerro	8- Pehuén	9- Pinus Taeda	10- Pinus Elliotii	11- Taxodium Distichum
58,9	58,9	60,8	58,3	58,3	57,7	57,7	60,8	57,7	57,7	53,3
13,6	18,6	17,4	18,6	18,6	18,6	18,6	17,4	18,6	18,6	18,6
14,9	14,9	14,9	14,6	14,6	13,0	13,0	14,9	13,0	13,0	14,6
92,4	92,4	93,1	91,5	91,5	99,3	89,3	93,1	89,3	89,3	91,5
24,0	24,0	22,3	24,2	24,2	24,4	24,4	22,3	24,4	24,4	24,2
77,5	77,5	78,2	76,9	76,9	76,3	76,3	78,2	76,3	76,3	75,9
1.590	1.590	1.690	1.580	1.593	1.250	1.870	1.240	1.736	1.730	1.180
1:5,6 9,0	1:5,6 9,0	1:5,3 9,0	1:5,7 9,0	1:5,6 9,0	1:5,0 6,3	1:5,0 9,15	1:5,1 6,3	1:5,6 9,6	1:5,3 9,15	1:5,5 6,5

LÍQUIDO DE COCCIÓN
-(concentración)

Hidróxido de sodio
(g/l como Na₂O).....
Sulfuro de sodio
(g/l como Na₂O).....
Carbonato de sodio
(g/l como Na₂O).....
Alcali total titulable
(g/l como Na₂O).....
Índice de sulfuros
("Sulfidez") %
Alcali activo %

MUESTRA

Peso madera seca (g)

CARACTERÍSTICAS DEL
LÍQUIDO DE COCCIÓN

Relación de cocción
(madera/líquido
de cocción)

Cantidad de licor (l.)

	1- Ciprés Nº 1	2- Ciprés Nº 2	3- Alerce	4- Marañ Hembra	5- Marañ Macho	6- Pino Paraná	7- Pino del Cerro	8- Pehuén	9- Pinus Taeda	10- Pinus Elliotii	11- Taxodium Distichum
CARACTERISTICAS EXPERIMENTALES DE LA COCCION											
Tiempo de impregnación(h)	6	8	12	8	10	1	1	1	2	1	
temperatura de impreg - nación (C)	22	24	25	23	25	25	29	24	27	28	25
Tiempo para llegar a tem- peratura máxima (h)	1	1	1	1	1	1	1	1	1½	1	1
Tiempo a temperatura máx	1½	2½	2	2	2	1½	3	1½	1½	1½	2
ma (h)	2½	3½	3	3	3	2½	4	2½	3	2½	3
Tiempo total de cocción(h)	174	174	175	173	173	173	173	175	175	172	175
Temperatura máxima (C) ..											
Tiempo para llegar nue- vamente a temp-ambiente(h)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1½	1
RENDIMIENTO											
Peso pulpa sin blanquear, seca (g)	590	571	620	593	620	570	660	550	786	755	410
Rendimiento pulpa sin blanquear	37,1	35,9	36,7	37,5	38,9	45,7	35,3	44,3	45,3	43,6	34,6
DEPURACION											
Peso rechazo seco (g)	14	11,4	8	13	17	11,2	18	25,4	8	35,6	4,1
Relación (rechazo / pul- pa) %	2,4	1,9	1,3	2,2	2,7	2,0	2,7	4,6	1,0	4,7	1,0

	1- Ciprés Nº 1	2- Ciprés Nº 2	3- Alerce	4- Maní Hembra	5- Maní Macho	6- Pino Paraná	7- Pino del Cerro	8- Pehuén	9- Pinus Taeda	10- Pinus elliottii	11- Taxodium distichum
ANÁLISIS LIQUIDO NEGRO											
Densidad (20 C) °Bé	18,7	18,8	18	19	19	18	18,5	17,5	18	17	19
Alcalí activo residual	48,36	48,98	50,84	50,22	51,63	42,5	37,8	42,1	47,74	46,5	50,33
(g/l como Na ₂ O).....	48,36	48,98	50,84	50,22	51,58	42,8	37,5	42,9	48,35	46,4	50,22
Residuo seco	20,23	20,34	20,30	20,98	21,25	18,96	20,24	19,74	20,91	19,9	20,35
(g%)	20,26	20,40	20,52	20,82	20,98	18,72	20,32	19,98	20,96	19,8	20,38
ANÁLISIS PULPA SIN BLANQUEAR											
Solubles en solventes orgánicos											
Alfa- celulosa	0,81	0,96	0,28	0,42	0,58	0,60	1,99	0,60	0,60	0,32	0,54
Beta- celulosa	89,80	89,90	89,20	89,80	89,92	89,49	81,88	89,47	84,20	85,42	85,55
Gama- celulosa	89,75	89,62	89,18	89,94	90,33	89,55	81,95	89,55	84,26	85,26	85,36
Lignina	7,22	7,54	8,59	7,41	10,61	10,02	11,91	8,66	11,02	9,92	11,96
Pentosanos	7,00	7,17	8,35	7,05	10,35	10,11	11,63	8,97	11,03	9,58	11,50
Número de permanganato.	3,00	2,90	1,3	2,85	0,32	0,59	0,6	0,49	4,2	2,2	2,89
Longitud de fibra (promedio) mm.....	2,80	2,83	1,5	2,83	0,45	0,51	0,9	0,43	4,2	2,5	2,81
	3,41	3,75	4,19	3,09	2,78	2,66	4,80	2,81	2,81	2,32	2,12
	3,37	3,86	4,12	3,03	2,61	2,87	4,76	2,63	3,01	2,40	2,28
	3,93	4,18	4,94	3,12	3,60	3,94	3,39	3,10	3,09	5,90	4,31
	3,82	4,21	4,92	3,14	3,63	3,83	3,25	2,90	2,99	5,99	4,23
	14	13	16	12	12	15	16	11	10	10	11
	2,097	2,111	2,311	2,273	2,290	2,299	2,211	2,405	2,055	2,223	2,001

	1- Ciprés N° 1	2- Ciprés N° 2	3- Alerce	4- Maní Hembra	5- Maní Macho	6- Pino Paraná	7- Pino del Cerro	8- Pehuén	9- Pinus Taeda	10- Pinus Elliotii	11- Taxodium Distichum
Ancho de fibra (promedio)mm.....	0,0040	0,0042	0,0055	0,0047	0,0040	0,0037	0,0032	0,0060	0,0050	0,0055	0,007
Cenizas	0,68	0,85	1,19	0,89	0,89	1,09	3,23	0,73	2,51	2,76	1,10
	0,64	0,10	1,25	0,95	0,95	1,18	3,47	0,75	2,46	1,74	1,1
BLANQUEO											
1- CLORACION											
(con agua de cloro)											
Peso pulpa seca (g) ...	500	500	500	500	500	520	495	450	620	660	380
Agua de cloro(g/l de Cl)	3,6	5,1	3,8	6,0	4,6	3,0	2,0	3,0	1,8	2,0	3,0
Cantidad de agua de cloro(l)	10	10	8,4	4,6	9,0	5,0	9,3	5,0	7,4	6,2	5,5
Cantidad de agua (l)	16,3	15,3	14,3	15,3	14,6	13,0	12,15	11,0	15,2	16,2	9,0
Cantidad de líquido total (l.)	26,3	25,3	22,7	19,9	23,6	18,0	21,45	16,0	22,6	22,4	14,5
Cloro (g)	36	51,0	31,9	27,6	41,4	15	18,6	15	13,3	12,4	16,5
Relación (pulpa/líquido total) %	1,9	2,0	2,2	2,5	2,1	2,9	2,3	2,8	2,7	3	2,6
Tiempo de tratamiento(m.)	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Temperatura (°)	24	23	25	22	25	23	24	22	23	25	24
pH	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Agua de cloro residual (g/l. de Cl)	0,053	0,10	0,039	0,014	0,12	0,007	0,063	0,032	0,007	0,036	0,011
Cloro residual (g)	1,39	2,53	0,89	0,28	2,83	0,13	0,45	0,52	0,16	0,4	0,16

	1- Ciprés Nº 1	2- Ciprés Nº 2	3- Alerce	4- Maní Hembra	5- Maní Macho	6- Pino Paramá	7- Pino del Cerro	8- Pehuén	9- Pinus Taeda	10- Pinus Elliottii	11- Taxodium Distichum
Cloro consumido (g)...	34,61	48,47	31,03	27,32	38,57	14,87	18,15	14,48	11,14	12,0	16,34
Relación (g cloro/ g pulpa seca) %	6,9	9,7	6,2	5,5	7,7	3,1	3,7	3,2	1,8	1,8	4,3
2- BAÑO ALCALINO											
Solución NaOH (g/l.)..	322	322	183	322	183	377	204	377	204	204	322
Cantidad de solución de NaOH (l.)	1,6	1,6	2,0	1,6	2,5	1,3	2,5	1,2	3,1	3,3	1,2
Cantidad de agua (l.)	10,9	10,9	10,5	10,9	10,5	10,7	9,9	10,0	12,4	13,2	10,3
Cantidad total de li- quido (l.)	12,5	12,5	12,5	12,5	13,0	12,0	12,4	11,2	15,5	16,5	11,5
NaOH (g)	515	515	366	515	458	490	505	450	630	660	386
Relación (pulpa/solu- ción) %	4	4	4	4	3,8	4	4	4	4	4	3,3
Tiempo (m.)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Temperatura (°)	26	25	25	21	23	23	25	23	25	27	25
pH	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
3- CLORACION (con agua de cloro)											
Agua de cloro (g/l.de Cl)	3,2	3,2	3,8	6,0	4,6	3,0	2,0	3,0	3,9	2,0	3,0
Cantidad de agua de cloro (l.)	2,0	2,0	1,2	1,0	1,0	1,3	2,1	0,8	0,7	2,4	1,0
Cantidad de agua (l.)..	20,0	20,0	15,0	15,3	15,0	14,5	12,6	12,0	14,1	22,0	10,0

[illegible]

	1- Ciprés Nº 1	2- Ciprés Nº 2	3- Alerce	4- Maní Hembra	5- Maní Macho	6- Pino Paraná	7- Pino del Cerro	8- Pehuén	9- Pinus Taeda	10- Pinus Elliottii	11- Taxodium Distichum
5- HIPOCLORITO DE SODIO											
Hipoclorito (g/l. de Cl).	26,66	25,5	23,9	26,66	28,9	37,2	51,4	37,2	48,0	57,7	28,2
Cantidad de hipoclorito (l.).....	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,25	0,3	0,2	0,25	0,3	0,3
Cantidad de agua (l.) ..	30,0	30,0	33,2	30,0	33,2	11,75	12,15	11,0	15,3	16,2	33,2
Cantidad total de solución (l.)	30,4	30,4	33,5	30,4	33,5	12,0	12,45	11,2	15,55	16,5	33,5
Cloro (g)	10,66	10,2	8,67	10,66	8,67	9,3	15,42	7,44	12,0	17,32	8,67
Relación (pulpa/solución)%	1,6	1,6	1,5	1,6	1,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	1,1
Tiempo de tratamiento (m)	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Temperatura (C)	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
pH	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Cloro residual (g)	5,38	5,0	3,45	4,58	5,87	6,4	11,94	4,74	10,3	14,02	6,13
Cloro consumido (g)	5,31	5,2	5,2	6,08	2,80	2,9	3,48	2,7	1,7	3,3	2,54
Relación (g cloro/g pulpa seca) %	1,0	1,0	1,0	1,2	0,56	0,6	0,7	0,6	0,27	0,5	0,66
6- BAÑO ACIDO											
Solución SO ₂ (g/l.)	2,0	2,6	2,3	2,5	2,1	2,5	1,7	2,0	1,8	2,8	2,6
Cantidad de solución (l.) ..	2	2	3	2	2	1,1	6	1,0	2	6,0	2
Cantidad de agua (l.) ..	23	23	22	23	23	16,2	12	14,0	15	16,0	21

	1- Ciprés Nº 1	2- Ciprés Nº 2	3- Alerce	4- Maní Hembra	5- Maní Macho	6- Pino Paraná	7- Pino del Cerro	8- Pebúen	9- Pinus Taeda	10- Pinus Elliotii	11- Taxodium Distichum
Cantidad total de líquido (l.)	25	25	25	25	25	17,3	18	15,0	17	22,0	23
Tiempo (m.)	30	30	30	30	30	60	60	60	60	60	30
Relación (pulpa/coloración)%	2	2	2	2	2	3	2,7	3	3,6	3	1,7
pH	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
PULPA BLANQUEADA											
Peso pulpa blanqueada (g)	465	465	465	465	475	475	450	410	560	616	360
Rendimiento en el blanco (%)	93,0	93,0	93,0	92,0	95,0	91,3	89,3	91,1	90,3	93,3	94,7
Rendimiento total (%)	34,5	33,4	34,1	34,5	37,0	41,7	31,5	40,4	40,9	40,7	32,8
ANÁLISIS PULPA BLANQUEADA											
Solubles en solventes orgánicos	0,85	0,82	0,32	0,32	0,30	0,34	1,45	0,35	0,58	0,30	0,88
Alfa-celulosa	85,48	86,03	85,20	84,76	86,40	90,76	84,90	92,25	87,50	87,79	84,01
Beta-celulosa	85,59	85,91	85,39	85,05	86,13	91,08	84,94	92,16	87,54	87,79	83,86
Gama-celulosa	14,07	13,75	11,29	12,53	13,03	9,06	13,60	9,33	10,04	8,79	12,63
Número de cobre	1,3	2,0	3,58	3,25	1,97	0,54	0,6	0,41	3,7	2,1	3,1
	1,2	2,0	3,22	3,03	1,74	0,61	0,8	0,48	3,8	2,2	3,2
	1,56	1,51	0,69	1,82	1,31	1,53	0,60	1,42	0,65	0,46	0,73
	1,59	1,41	0,71	1,86	1,35	1,40	0,71	1,44	0,68	0,59	0,70

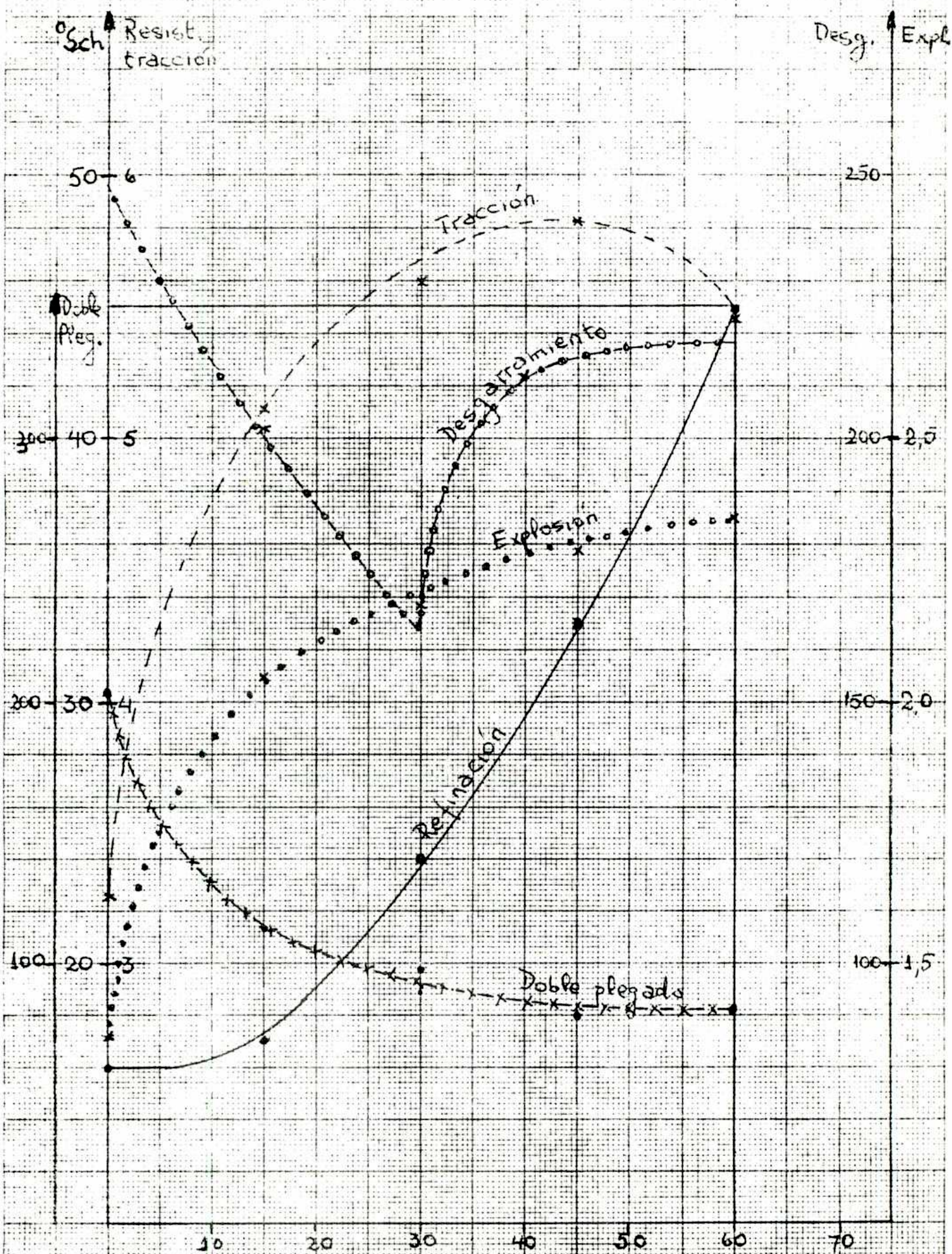
	1- Ciprés N° 1	2- Ciprés N° 2	3- Alerce	4- Maní Hembra	5- Maní Macho	6- Pino Paraná	7- Pino del Cerro	8- Pehuén	9- Pinus Taeda	10- Pinus Elliottii	11- Taxodium Distichum
Pentosanós.....	1,67 1,78	2,00 2,08	2,35 2,35	1,87 1,91	1,74 1,82	1,33 1,12	1,25 1,11	1,72 1,83	1,52 1,60	3,00 3,10	1,42 1,47
Cenizas	0,49 0,51	0,33 0,32	0,33 0,37	0,52 0,46	0,27 0,38	0,27 0,30	0,98 0,95	0,30 0,29	0,66 0,69	0,75 0,80	0,35 0,32

ENSAYOS FISICO - MECANICOS

CIPRES 1

Tiempo de Refinación (m.)	0	15	30	45	60	60
Grado Schopper - Riegler	16	17	24	33	45	45
Resistencia a la tracción	3,25	5,12	5,60	5,84	5,46	5,46
Longitud de rotura	3611	5689	6222	5489	6067	6067
Alargamiento	3,96	4,53	4,28	4,30	4,09	-
Resistencia al desgarramiento	248	203	164	212	217	217
Resistencia al doble plegado	206	115	99	90	91	91
Resistencia a la explosión	1,36	2,03	2,18	2,29	2,35	2,35
Epesor	0,067	0,065	0,065	0,062	0,062	-

Gráfico N°1 CIPRES 1

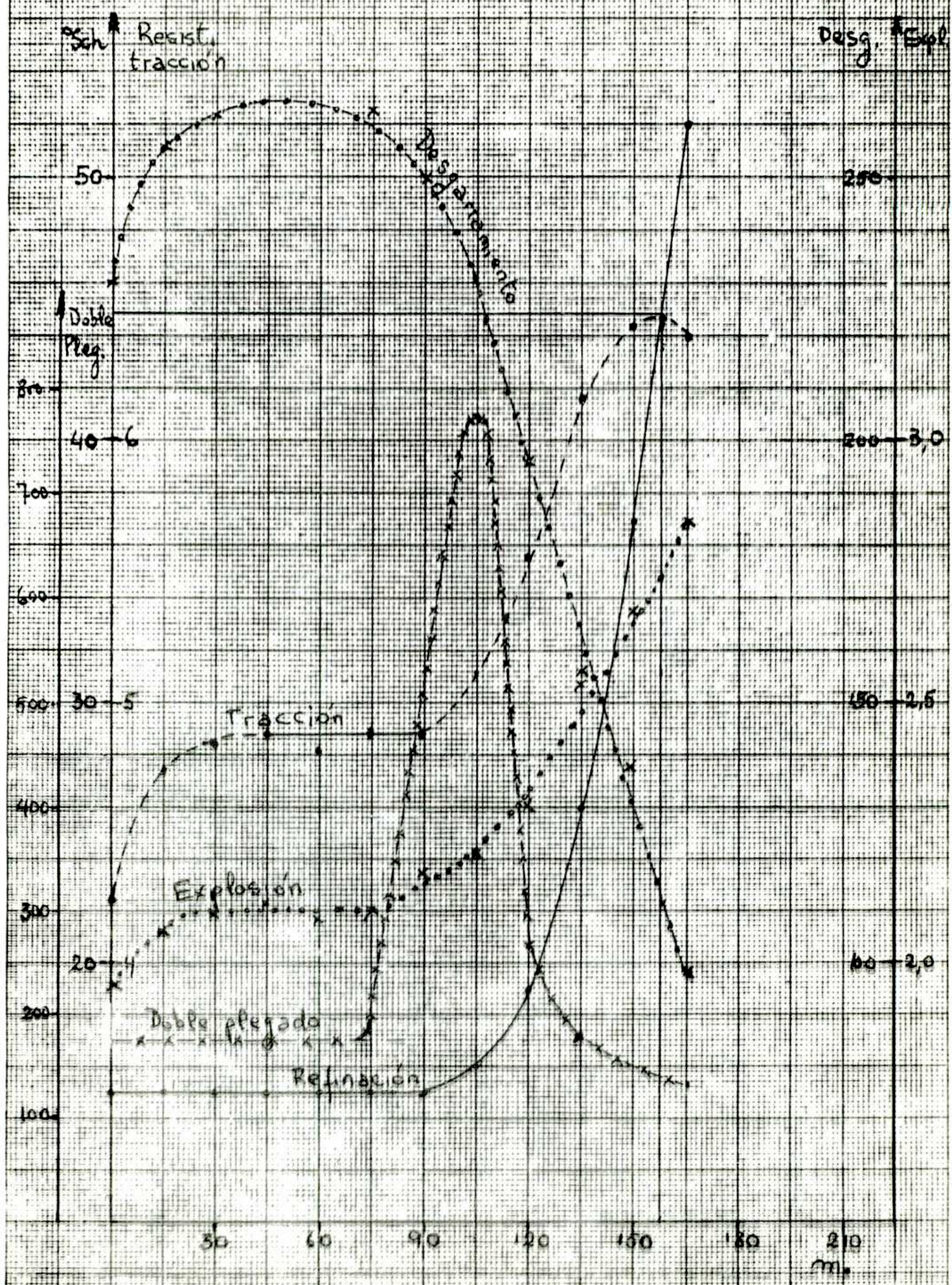


ENSAYOS FISICO - MECANICOS

CIPRES 2

Tiempo de Refinación (m.)	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	157
Grado Schopper - Hegler.	15	15	15	15	15	15	15	16	19	26	37	52	45
Resistencia a la tracción	4,33	4,75	4,85	4,88	4,80	4,86	4,86	5,12	5,56	6,17	6,44	6,40	6,46
Longitud de rotura	4811	5278	5389	5422	5333	5400	5400	5689	6178	6856	7156	7111	7178
Alargamiento.....	4,23	4,65	4,37	4,42	4,45	4,75	4,60	4,90	4,70	5,15	4,46	4,27	-
Resistencia al desgarra- miento.....	230	256	262	265	264	262	250	230	196	156	138	97	114
Resistencia al doble ple- gado	175	179	171	180	175	173	575	779	262	170	150	128	135
Resistencia a la explo- sión	1,96	2,06	2,10	2,12	2,08	2,10	2,18	2,21	2,30	2,54	2,68	2,85	2,74
Espesor	0,068	0,066	0,066	0,066	0,068	0,068	0,068	0,065	0,061	0,062	0,062	0,060	-

Gráfico N°2 CIPRES 2

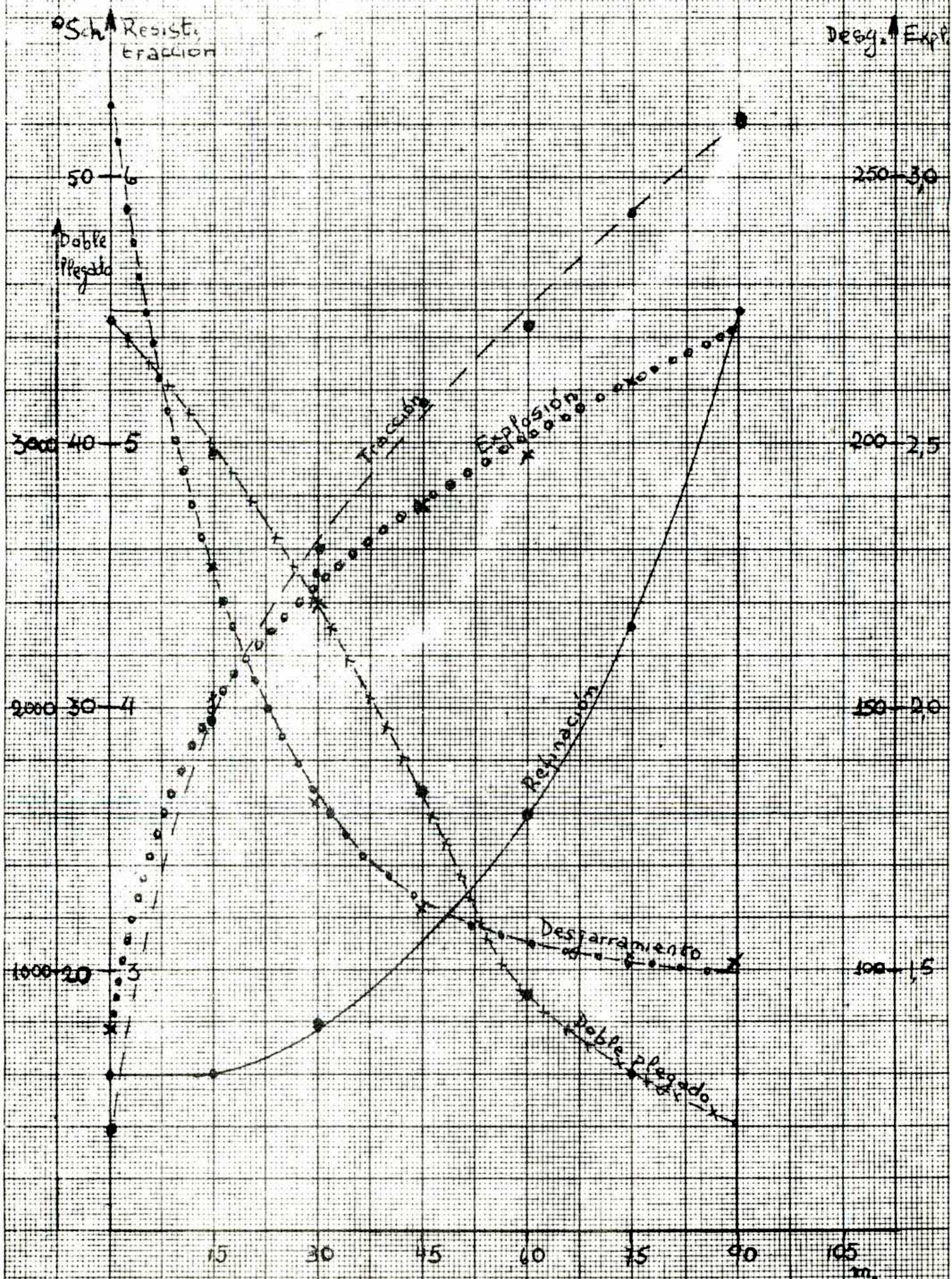


ENSAYOS FISICO - MECANICOS

ALERCE

Tiempo de Refinación (m.)	0	15	30	45	60	75	90	90
Grado Schopper-Riegler	16	16	18	21	26	33	45	45
Resistencia a la tracción	2,38	3,96	4,60	5,15	5,44	5,86	6,22	6,22
Longitud de rotura ...	2644	4400	5111	5722	6044	6511	6911	6911
Alargamiento	5,46	4,91	5,20	5,11	5,12	4,81	4,55	-
Resistencia al desgarramiento	263	177	132	112	95	103	101	101
Resistencia al doble plegado	3485	2974	2524	1714	904	602	415	415
Resistencia a la explosión	1,39	2,02	2,20	2,38	2,48	2,62	2,72	2,72
Espesor	0,095	0,100	0,076	0,072	0,068	0,068	0,065	-

Gráfico N°3 ALERCE



ENSAYOS FISICO - MECANICOS

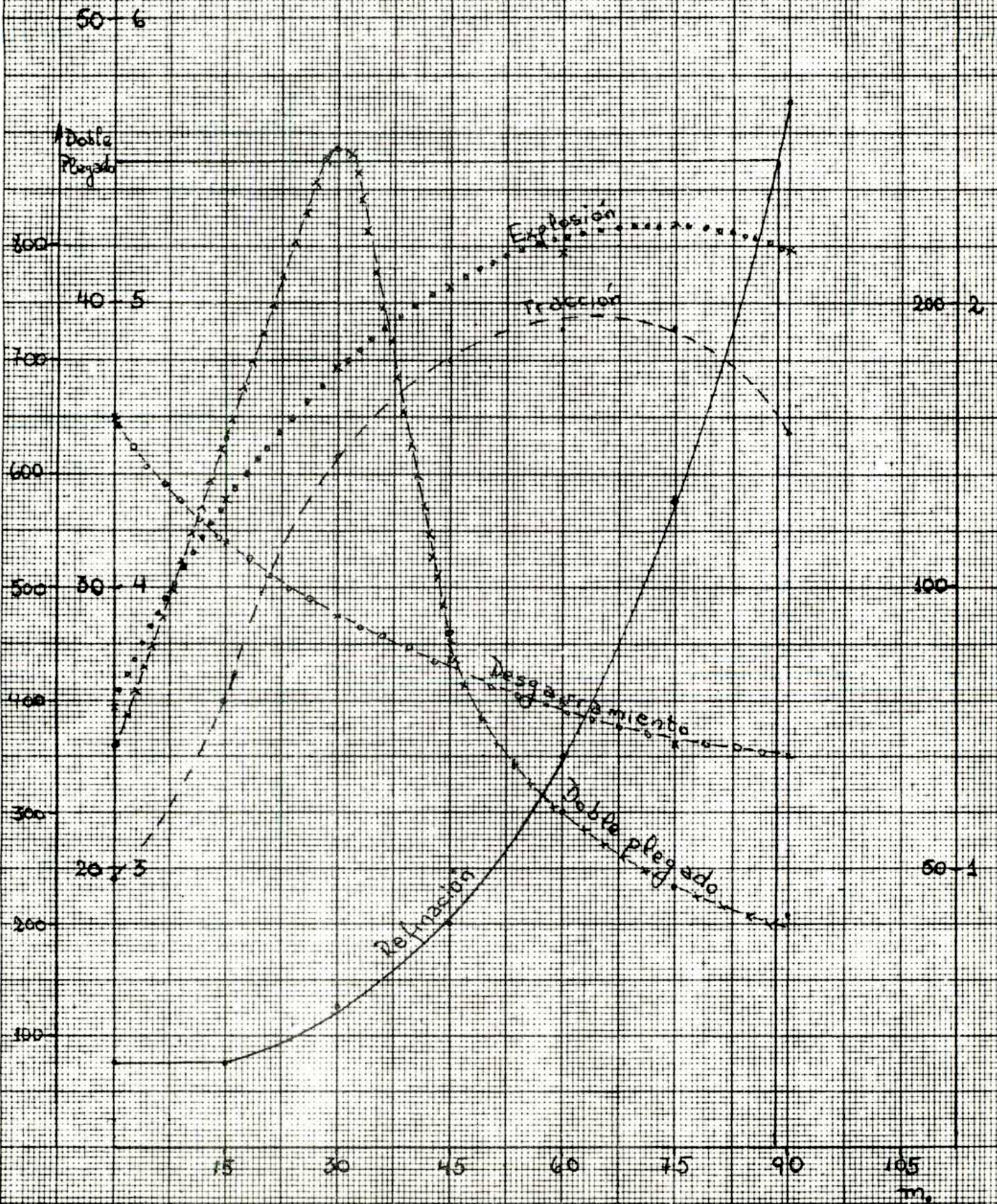
MANITU HEMBRA

Tiempo de Refinación (m.)	0	15	30	45	60	75	90		88
Grado Schopper-Riegler	13	13	15	18	24	33	47		45
Resistencia a la tracción	2,95	3,59	4,46	4,80	4,80	4,90	4,75		4,76
Longitud de rotura	3278	3878	4956	5333	5333	5444	5278		5289
Alargamiento	3,49	3,44	4,66	4,32	4,67	5,28	3,80		-
Resistencia al desgarramiento	129	107	95	88	81	73	70		70
Resistencia al doble plegado	364	631	887	463	307	236	227		227
Resistencia a la explosión	1,29	1,65	1,79	2,03	209	214	207		209
Espesor	0,076	0,075	0076	0075	0072	0069	0069		-

Gráfico N°4 MANIU HEMBRA

°Sch Resist.
Tracción

Desg. * Expl

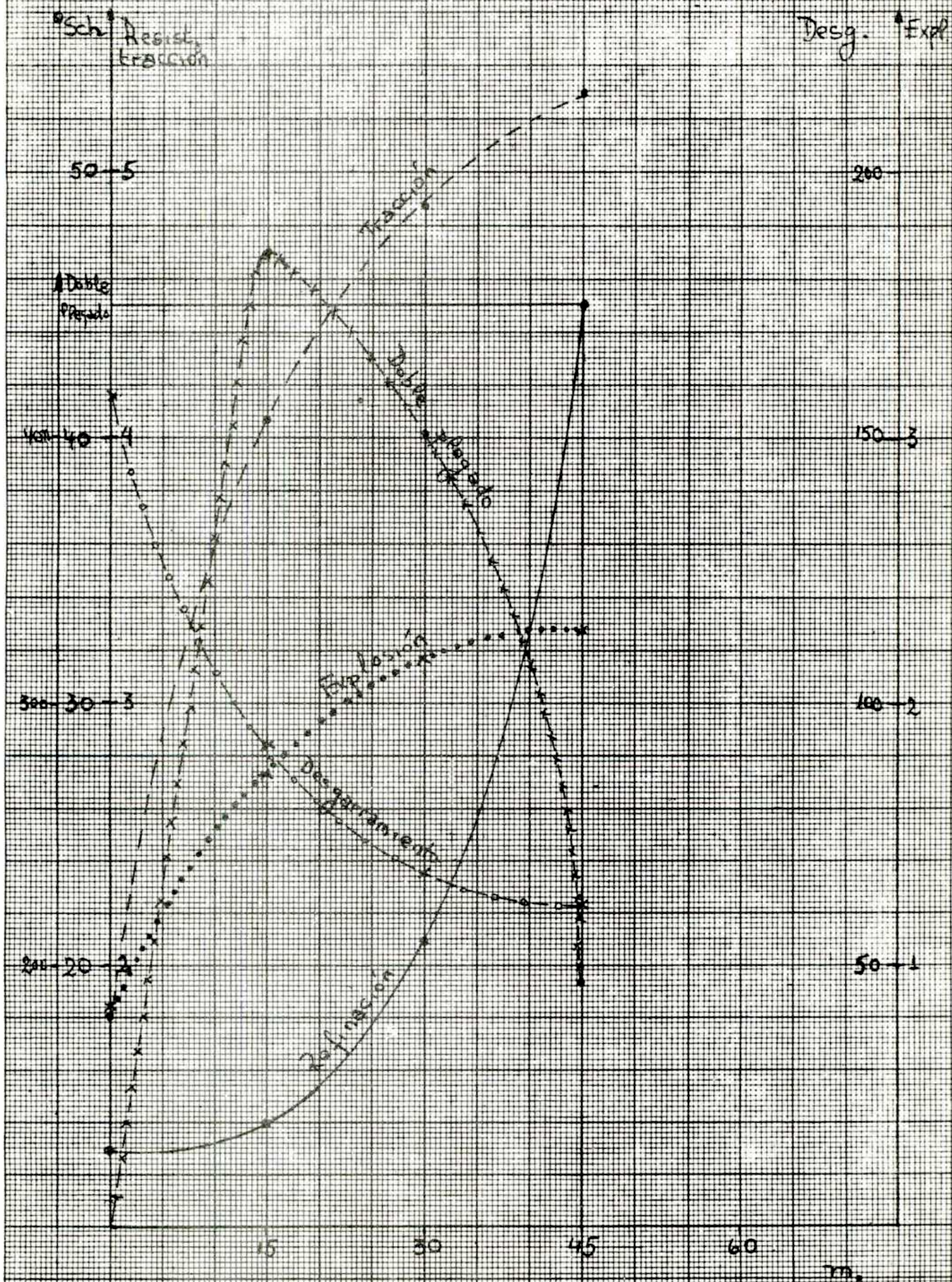


ENSAYOS FISICO - MECANICOS

MANTU MACHO

Tiempo de Refinación (m.)	0	15	30	45	45
Grado Schopper-Riegler	13	14	21	45	45
Resistencia a la tracción	1,80	4,03	4,86	529	529
Longitud de rotura	2000	4478	5400	5878	5878
Alargamiento	3,34	3,98	3,44	3,71	-
Resistencia al desgarramiento	158	92	68	62	62
Resistencia al doble plegado	102	466	400	194	194
Resistencia a la explosión	0,83	1,73	2,17	2,26	2,26
Espesor	0,122	0,080	0068	0067	-

Gráfico N°5 MANIU MACHO

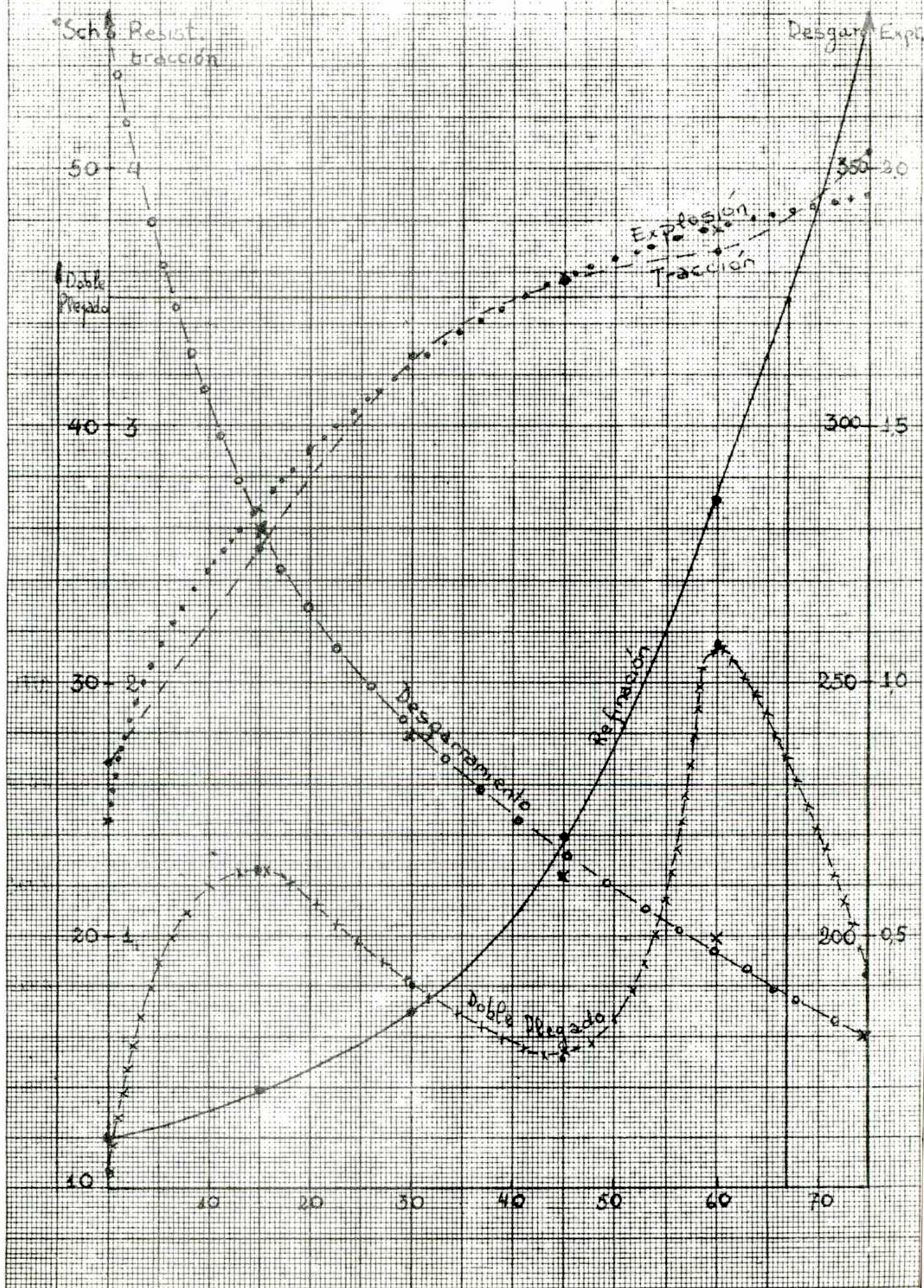


ENSAYOS FISICO - MECANICOS

PINO PARANA

Tiempo de Refinación (m.)	0	15	30	45	60	75	67
Grado Schopper-Riegler	12	14	17	24	37	56	45
Resistencia a la tracción	1,68	2,52	3,28	3,57	3,68	4,06	3,92
Longitud de rotura	1867	2800	3644	3967	4089	4511	4356
Alargamiento	2	3	3	3	3	5	-
Resistencia al desgarramiento	376	280	240	212	200	180	188
Resistencia al doble plegado	136	3132	2000	1098	5350	2095	4250
Resistencia a la explosión	0,73	1,34	1,64	1,80	1,88	1,95	1,92
Espesor	0,113	0,111	0,095	0,087	0,087	0,082	-

Gráfico N°6 PINO PARANA

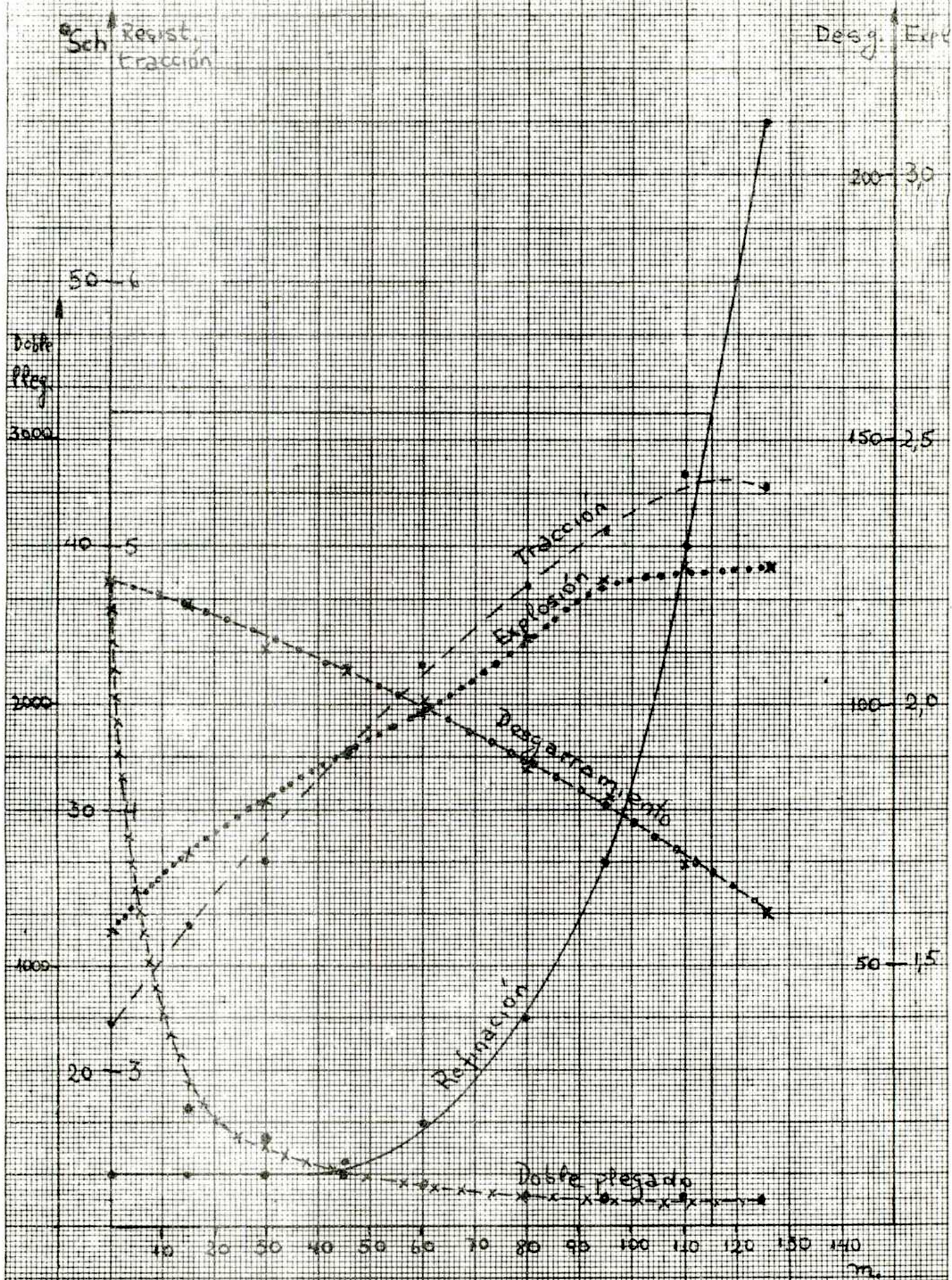


ENSAYOS FISICO - MECANICOS

PINO DEL CERRO

Tiempo de Refinación (m.)	0	15	30	45	60	80	95	110	125		115
Grado Schopper-Riegler	16	16	16	16	18	22	28	40	56		45
Resistencia a la tracción	3,18	3,57	3,80	4,20	4,54	4,85	5,06	5,28	5,22		5,24
Longitud de rotura	3533	3967	4222	4667	5044	5611	5622	5867	5800		5822
Alargamiento	3,68	4,20	3,96	3,60	4,40	4,37	4,78	4,17	4,00		-
Resistencia al desgarramiento	124	119	111	107	100	88	83	70	60		68
Resistencia al doble plegado	2525	453	354	240	169	135	134	130	120		125
Resistencia a la explosión	1,57	1,73	1,82	1,91	1,99	2,13	2,24	2,25	2,26		2,25
Espesor	0,086	0,086	0,081	0,081	0,076	0,068	0,067	0,063	0,062		-

Gráfico N°7 PINO DEL CERRO



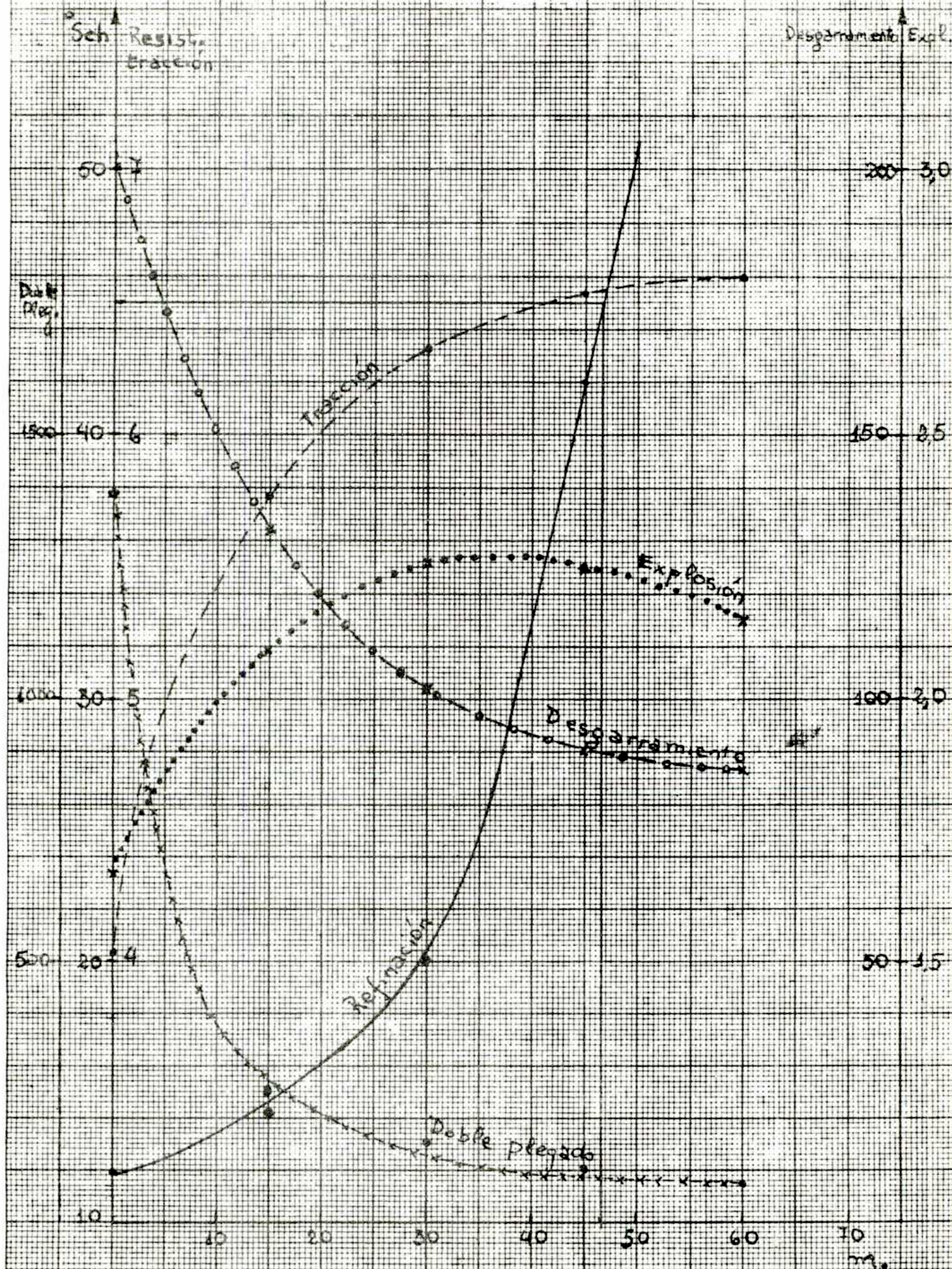
ENSAYOS FISICO - MECANICOS

PEHUEN

Tiempo de Refinación (m.)	0	15	30	45	60	47
Grado Schopper-Riegler	12	15	20	42	67	45
Resistencia a la tracción	4,04	5,77	6,32	6,52	6,60	6,56
Longitud de rotura	4490	6411	7022	7244	7333	7290
Alargamiento	3,0	3,3	3,2	3,7	4,3	-
Resistencia al desgarramiento	200	132	102	90	87	90
Resistencia al doble plegado	1380	210	170	100	75	85
Resistencia a la explosión	1,67	2,09	2,26	2,25	2,15	2,24
Espesor	0,074	0,068	0,068	0,070	0,080	-

Gráfico N°8

PEHUEN



ENSAYOS FISICO - MECANICOS

PEHUEN

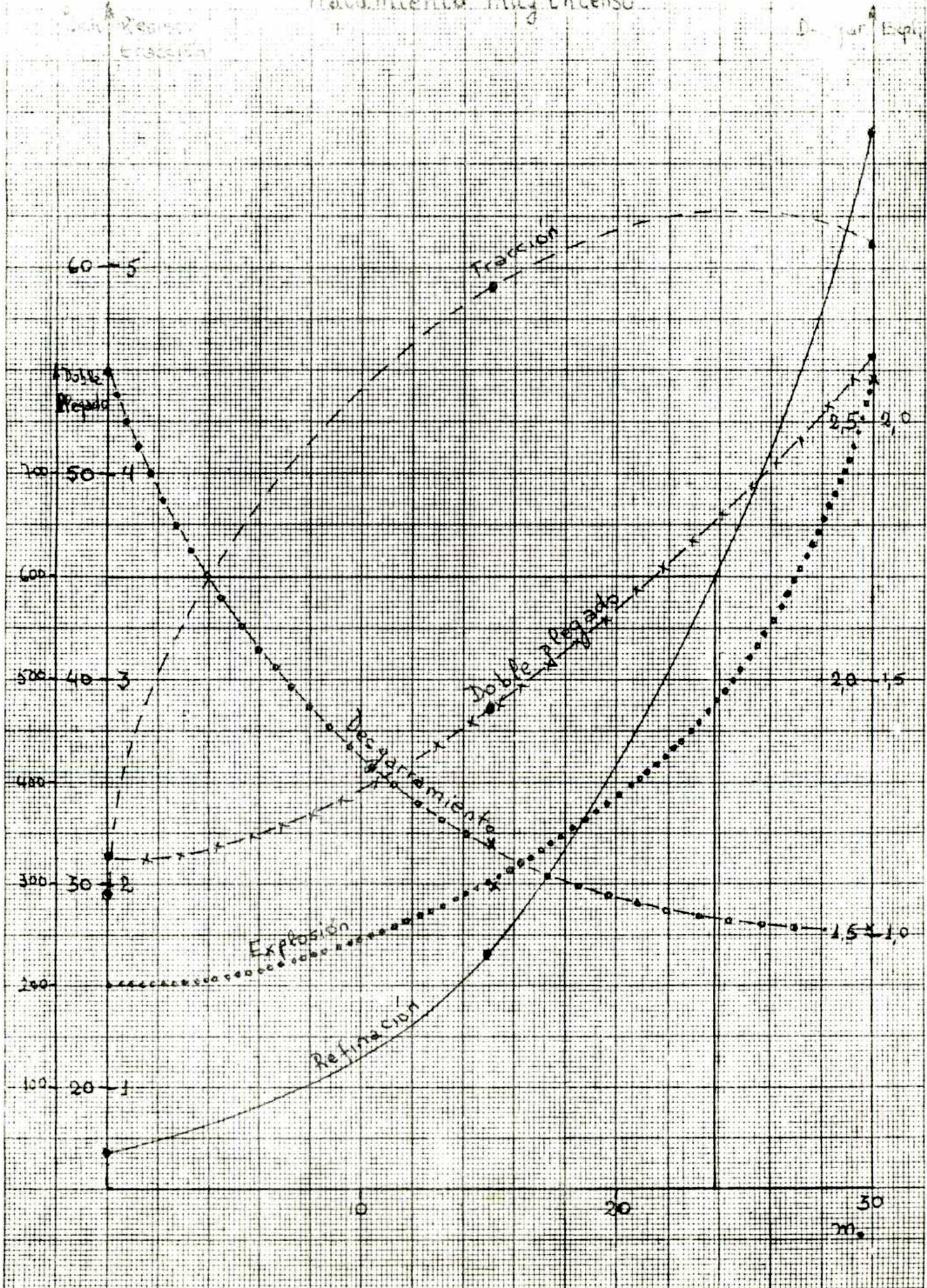
Tratamiento muy intenso

Tiempo de Refinación (m.)	0	15	30	24
Grado Schopper-Riegler	17	27	67	45
Resistencia a la tracción	1,96	4,90	5,07	5,11
Longitud de rotura	2178	5444	5633	5678
Alargamiento	3,24	4,03	4,56	-
Resistencia al desgarramiento	259	168	151	153
Resistencia al doble plegado	329	471	825	655
Resistencia a la explosión	0,9	1,1	2,09	1,45
Espesor	0,108	0,099	0,098	-

Gráfico N°9

PEHUEN

Tratamiento muy intenso

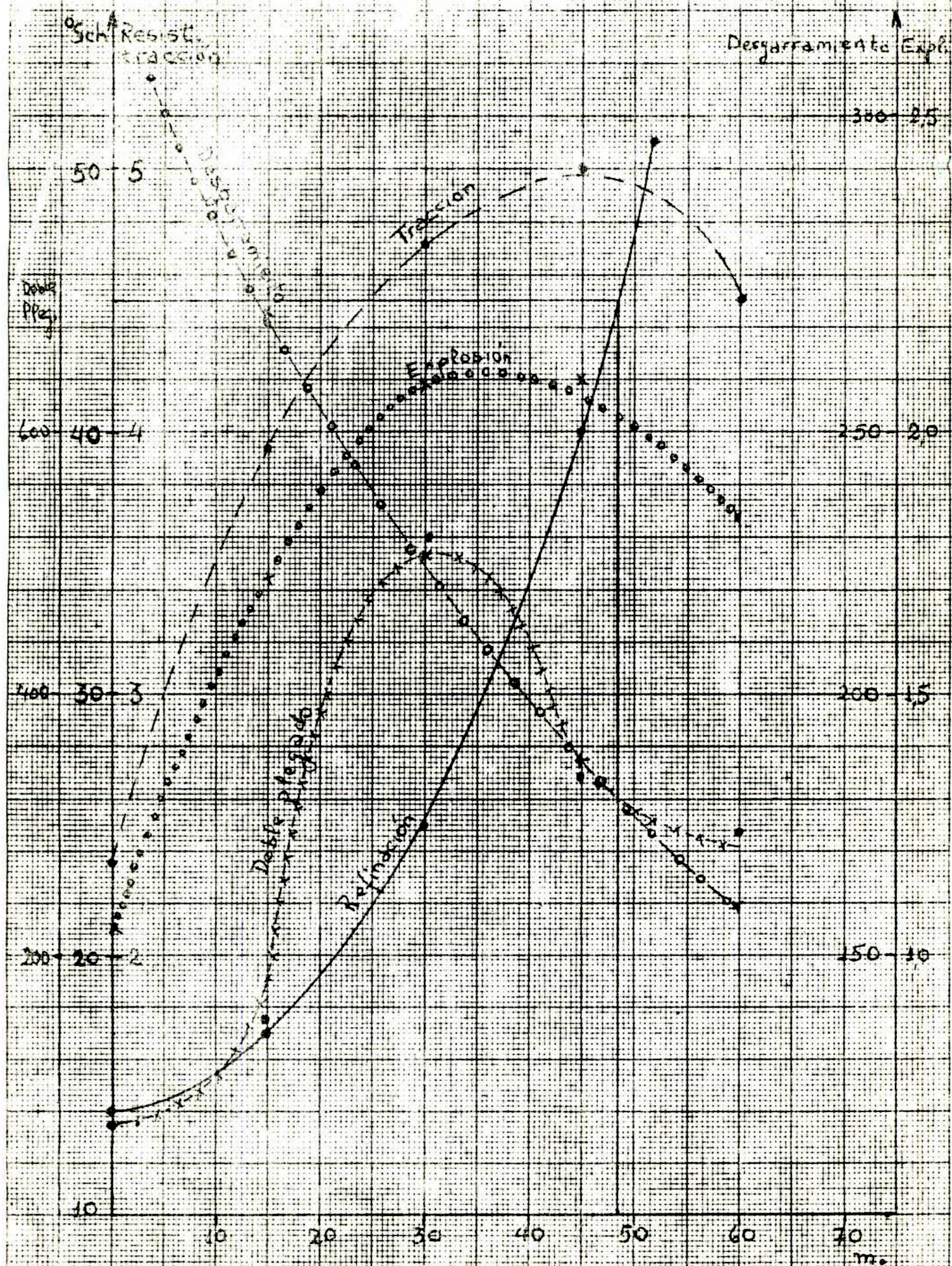


ENSAYOS FISICO - MECANICOS

PINUS TAEDA

Tiempo de Refinación (m.)	0	15	30	45	52	48
Grado Schopper - Riegler	14	17	25	40	51	45
Resistencia a la tracción	2,36	3,94	4,72	5,06	4,50	4,96
Longitud de rotura	2622	4380	5244	5622	5000	5511
Alargamiento	3	4	4	5	4	-
Resistencia al desgarramiento	330	273	227	187	160	180
Resistencia al doble plegado	78	154	520	340	300	320
Resistencia a la explosión	1,05	1,73	2,10	2,11	1,85	2,03
Espesor	0,086	0,066	0,065	0,064	0,060	-

Gráfico N°10 PINUS TAEDA

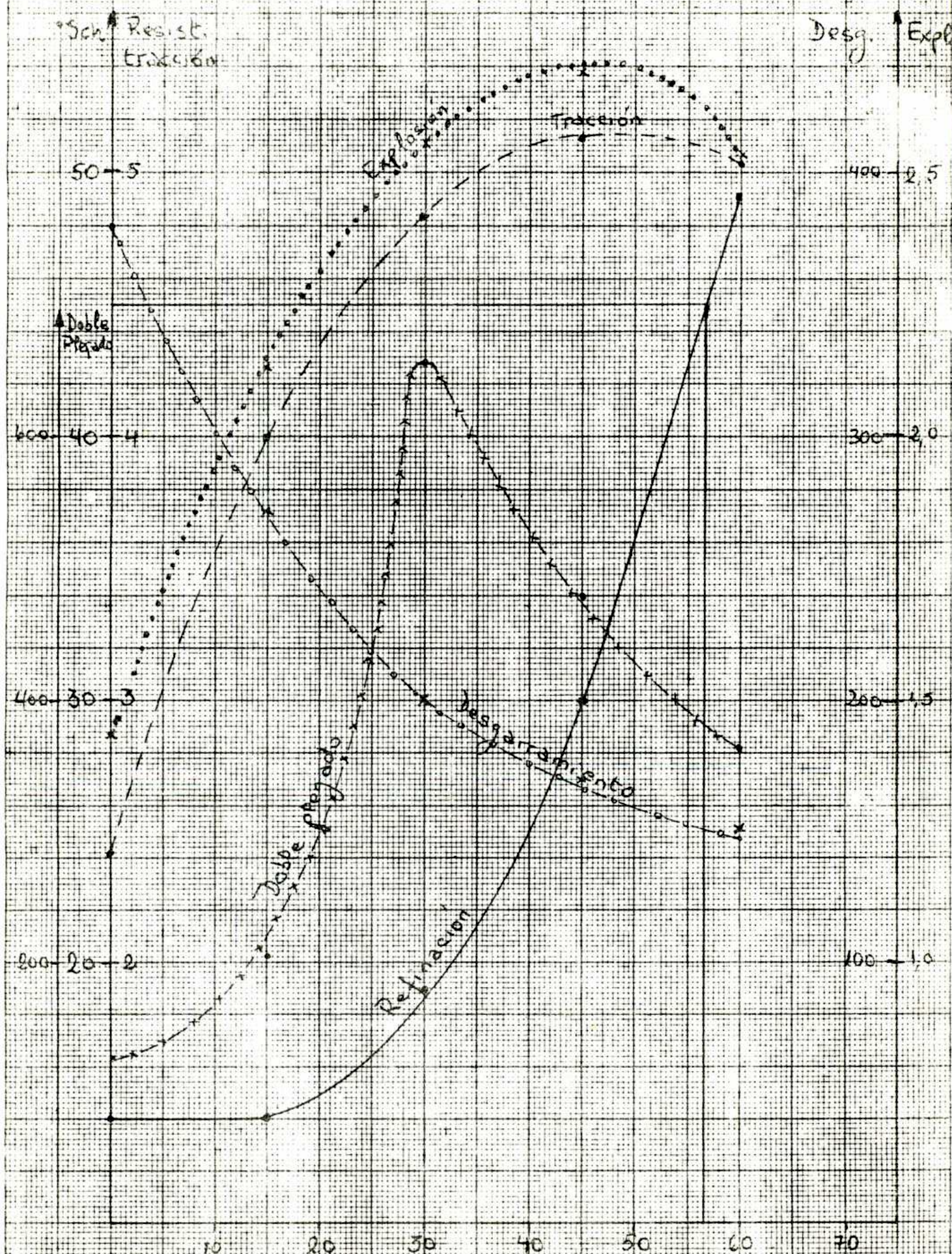


ENSAYOS FISICO - MECANICOS

PINUS ELLIOTTII

Tiempo de Refinación (m.)	0	15	30	45	60	57
Grado Schopper-Riegler	14	14	19	30	49	45
Resistencia a la tracción	2,42	4,00	4,83	5,12	5,03	5,10
Longitud de rotura	2689	4444	5367	5678	5578	5667
Alargamiento	4,18	4,20	4,55	4,68	5,15	-
Resistencia al desgarramiento	380	272	200	172	148	152
Resistencia al doble plegado	124	204	656	480	304	304
Resistencia a la explosión	1,43	2,13	2,56	2,69	2,53	2,61
Espesor	0,092	0,087	0,087	0,085	0,082	-

Gráfico N° 11 PINUS ELLIOTTII



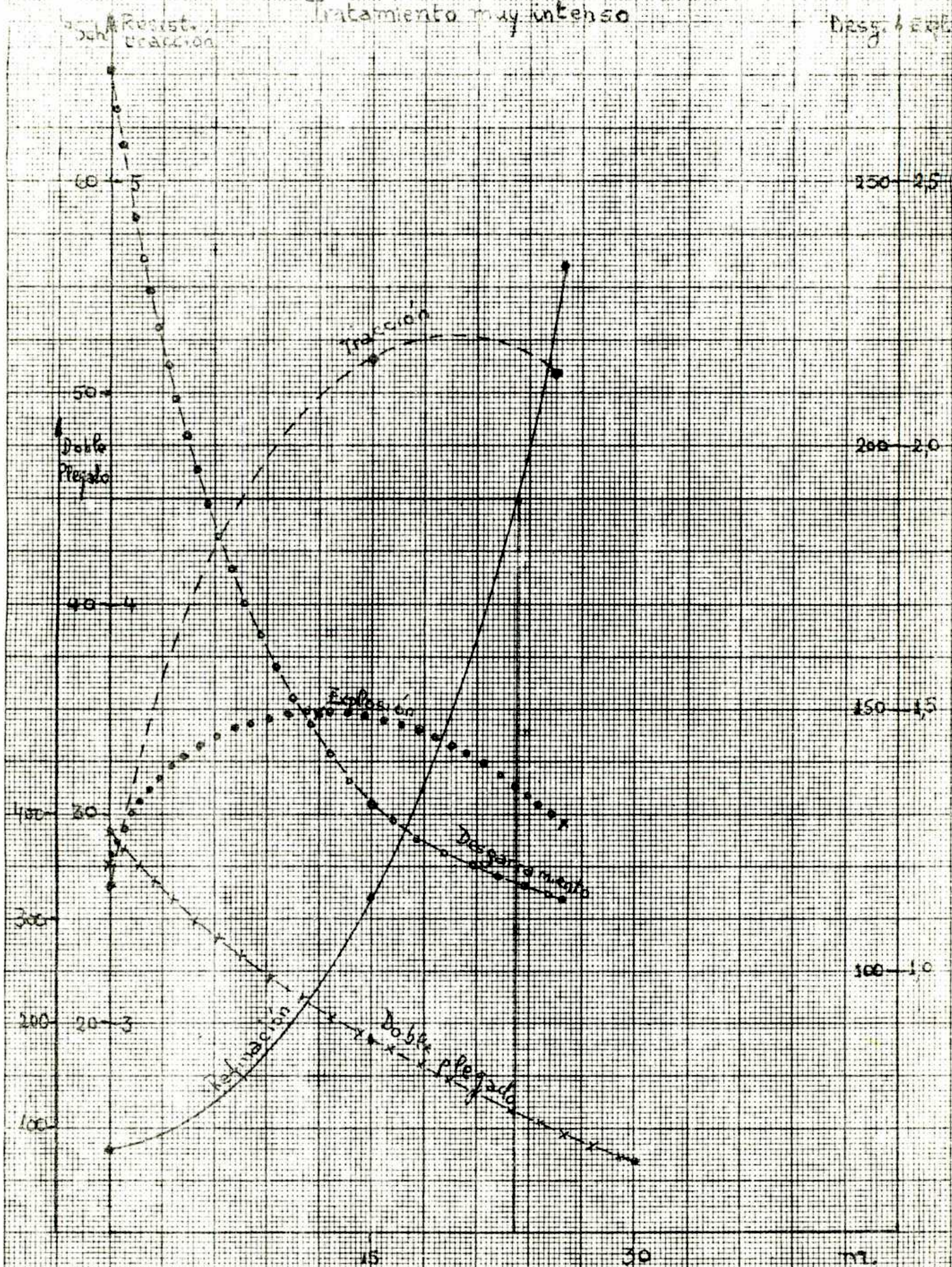
ENSAYOS FISICO - MECANICOS

PINUS ELLIOTTII

Tratamiento muy intenso

Tiempo de Refinación (m.)	0	15	25	23
Grado Schopper-Riegler	14	26	57	45
Resistencia a la tracción	3,28	4,59	4,57	4,60
Longitud de rotura	3644	5100	5078	5112
Alargamiento	3,40	3,46	3,50	-
Resistencia al desgarramiento	272	132	114	117
Resistencia al doble plegado	390	93	65	115
Resistencia a la explosión	1,20	1,49	1,29	1,36
Espesor	0,084	0,065	0,068	-

Tratamiento muy intenso

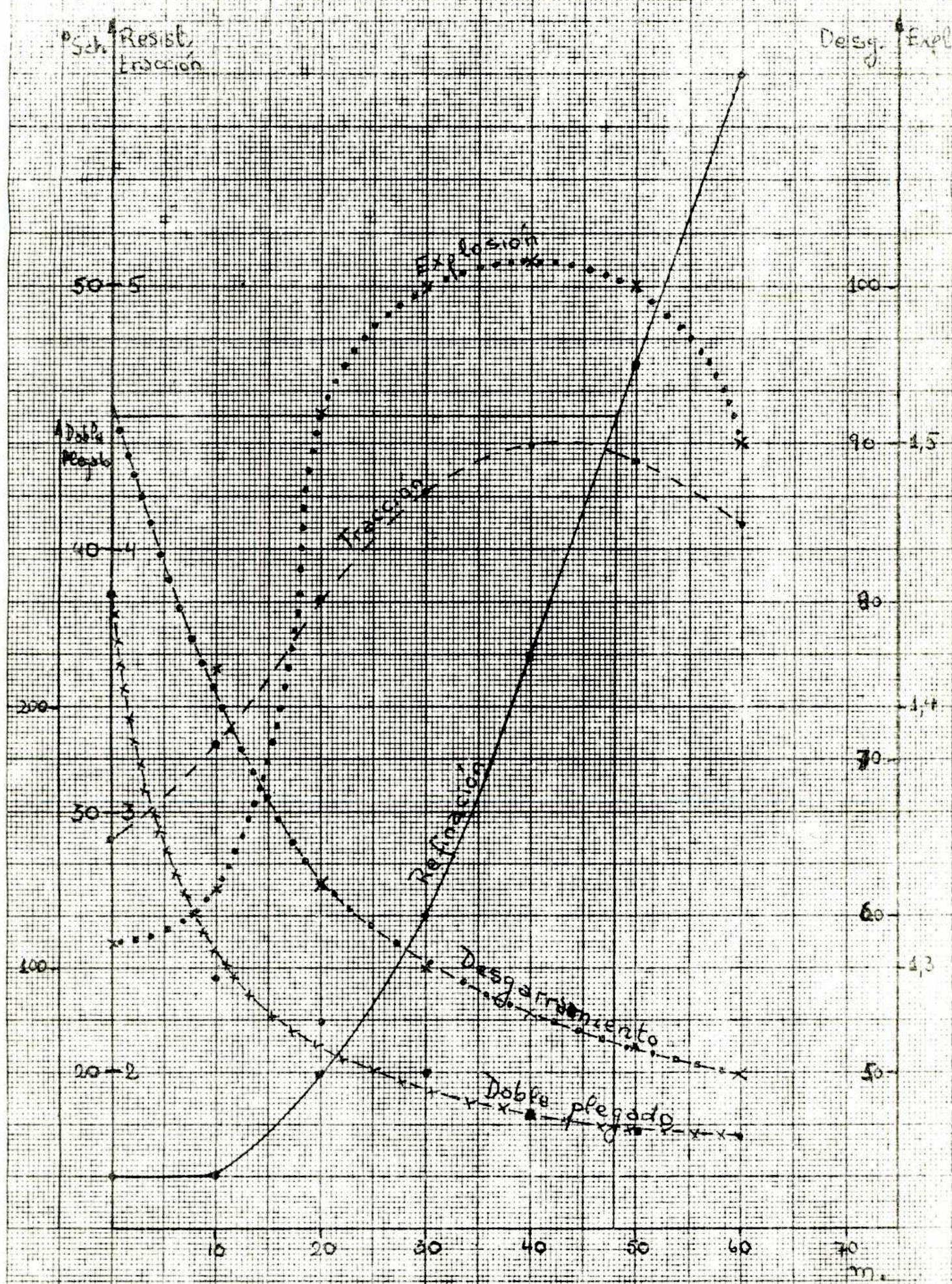


ENSAYOS FISICO - MECANICOS

TAXODIUM DISTICHUM

Tiempo de Refinación (m.)	0	10	20	30	40	50	60	48
Grado Schopper-Riegler	16	16	20	26	36	47	58	45
Resistencia a la tracción	2,90	3,26	3,81	4,20	4,40	4,33	4,10	4,36
Longitud de rotura	3222	3622	4233	4667	4889	4811	4556	-
Alargamiento	4,37	3,43	3,86	3,04	2,97	3,39	2,55	-
Resistencia al desgarramiento	93	75	62	56	54	52	50	52
Resistencia al doble plegado	243	96	80	60	44	38	34	40
Resistencia a la explosión	1,31	1,33	1,51	1,56	1,57	1,56	1,50	1,62
Espesor	0,067	0,062	0,062	0,054	0,054	0,052	0,054	-

Gráfico N°13 TAXODIUM DISTICHUM



9- CONCLUSIONES

9- CONCLUSIONES

Nuestro país posee una variedad bastante amplia de coníferas, siendo su madera la más apreciada por sus cualidades para la fabricación de pulpas celulósicas y papel. Además, la Argentina, es la que más alto consumo de estos productos por habitante tiene en Lationamérica. Por estas razones se consideró de interés realizar un estudio químico y tecnológico de las especies autóctonas, ya que los valores citados en bibliografía son escasos y, a menudo, no se dispone con seguridad del origen de las muestras utilizadas en los análisis.

Se detallan a continuación las innovaciones o cuidados en los métodos que fue necesario poner en práctica para completar el trabajo:

Solubles en hidróxido de sodio 1%: es necesario cumplir exactamente las indicaciones dadas en la técnica. En caso contrario se obtienen resultados dispares.

Celulosa: se debe cuidar mucho el tiempo de cloración, si no se produce una gelatinización prematura de la celulosa. Esto impide la fácil filtración de la misma.

Holocelulosa: en este caso se utilizó una modificación del método. Se usó para las extracciones de la clorolignina, soluciones de monostanolamina en dioxano. Con ellas se logra acortar el número de cloraciones y extracciones. Además, fue necesario idear un método de recuperación del dioxano empleado, debido a que se utilizan cantidades apreciables del mismo y no es fácil ni barato conseguirlo en el comercio local.

Mananos y galactanos: se utilizaron dos métodos químicos para su determinación. Las técnicas son engorrosas y los resultados que se obtienen no son muy satisfactorios. Fue necesario repetir, en algunos casos, varias veces el análisis. Se trabajó durante unos seis meses para tratar de resolver este problema por cromatografía sobre papel. Desafortunadamente, no se pudo arribar a buenos resultados.

Licor negro: se empleó otro indicador para el punto final (Rojo Congo), debido a que el indicado en la técnica (anaranjado de metilo) no daba un viraje definido, utilizándolo tanto como indicador externo como interno. El indicador "methyl purple" no fue posible conseguirlo.

Pila holandesa: fue necesario rectificar el rollo y la platina y a justar infinidad de detalles para que funcionara en forma adecuada.

Autoclave: para obtener un cocimiento parejo de los "chips" es necesario poseer un autoclave giratorio. Como en el laboratorio no se contaba con el mismo, fu necesario construirlo. Se tomó un digestor de 5 litros de capacidad, radiado de servicio, se le colocaron dos aros de hierro, una camisa de acero inoxidable y se montó sobre la base de un molino a bolas. Para tener la velocidad requerida se le acopló una reducción al motor.

Prensado: no se efectuó en la máquina Rapid-Köthen debido a que la hoja queda marcada con el dibujo de la tela metálica. Este dibujo, puede influir sobre los resultados a obtenerse en los ensayos físico-mecánicos.

De acuerdo con el estudio realizado se pueden llegar a las siguientes consideraciones:

Análisis de madera:

- 1- Los porcentajes de celulosa son superiores en algunas coníferas indígenas (A.angustifolia, A.araucana) que en las cultivadas.
- 2- Los valores de pentosanos son mayores en las coníferas cultivadas que en las especies indígenas.
- 3- Los porcentajes de solubles en agua caliente, hidróxido de sodio 1%, holocelulosa, acetilos, mananos y galactanos son similares tanto en las especies indígenas como en las cultivadas.
- 4- Se destacan netamente entre las coníferas indígenas el pehuén (A.araucana) y el pino Paraná (A.angustifolia) por sus altos valores de celulosa (61,76;60,47) y holocelulosa (70,38;69,71) y sus bajos contenidos de lignina (27,88;29,36), los que las hace muy interesantes para ser utilizadas en la fabricación de pulpas celulósicas.

Pulpa

Tiempo total de cocción: por lo general, se trabajó con un tiempo total de 2½ a 3 horas. Las excepciones fueron el ciprés 2 (3½h.) y el pino del cerro (4h.). En este último caso, se hicieron varias cocciones utilizando menores tiempos, pero se incrementaba mucho el porcentaje de rechazo. A pesar de necesitar 4h. para su cocción, el rechazo fue alto.

Rendimiento de cocción: los mejores rendimientos de cocción se obtuvieron con el pino Paraná, pehuén, P.taeda y P.elliottii.

Depuración: los valores más altos de rechazo, correspondieron al pino del cerro y al P.taeda.

Análisis de pulpa sin blanquear:

- 1- Los valores de solubles en solventes orgánicos, alfa-, beta- y gama-celulosa son similares en todos los casos.
- 2- Los porcentajes mayores de lignina corresponden al alerce y al pino del cerro. Estos valores concuerdan con los obtenidos en el número de permanganato.
- 3- Las cantidades más altas de pentosanos se encontraron en el ciprés 2, alerce, pino Paraná, P.elliottii y Taxodium distichum.

Cloración:

- 1- Los mayores consumos de cloro se tuvo en la cloración del ciprés 2, ciprés 1 y maní macho.
- 2- Los menores se obtuvieron en el P.elliottii, P.taeda, pehuén y pino Paraná.
- 3- La cantidad utilizada de hipoclorito fue muy poca en relación a la pulpa blanqueada. Por esa razón, no vale la pena tener en cuenta las variaciones obtenidas.

Rendimiento en el blanqueo:

- 1- Los rendimientos más altos correspondieron al Taxodium distichum, P.elliottii, maní macho, ciprés 1, ciprés 2, y alerce.
- 2- El más bajo fue el del pino del cerro.

Rendimiento total:

- 1- Los mayores correspondieron al pino Paraná, P.taeda, P.elliottii y pehuén.
- 2- El menor fue el del pino del cerro.

Análisis de la pulpa blanqueada:

- 1- Los valores más altos de alfa-celulosa son los del pehuén, pino Paraná, P.elliottii, y P.taeda.
- 2- No se ha notado una gran degradación en ninguna de las pulpas preparadas (número de cobre).
- 3- Los mayores valores de pentosanos corresponden al P.elliottii, ciprés 2, pehuén y maní macho.

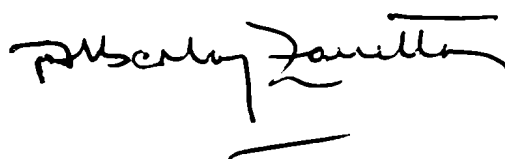
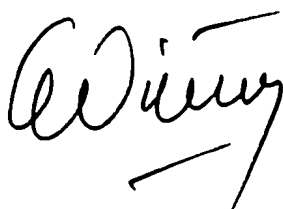
Ensayos físico-mecánicos:

- 1- Refinación: los mayores tiempos de refinación fueron los del ciprés 2, pino del cerro, alerce y maní hembra.
- 2- Resistencia a la tracción: los valores más altos fueron los del pehuén, ciprés 2 y alerce, los menores los del

- pino Paraná, Taxodium distichum y maniú hembra.
- 3- Desgarramiento: los mayores corresponden al P.elliottii, pino Paraná y P.taeda. Los menores al Taxodium distichum, pino del cerro, maniú hembra y maniú macho.
 - 4- Doble plegado: los valores más altos fueron los del pino Paraná, alerce, pino del cerro y pehuén. Los más bajos fueron los del Taxodium distichum y el ciprés 1.
 - 5- Explosión: los mayores valores corresponden al ciprés 2 alerce y pehuén. Los menores al Taxodium distichum.

De acuerdo a los resultados obtenidos se destacan netamente las siguientes coníferas:

- 1- Entre las coníferas indígenas el pehuén (Araucaria araucana) y el pino Paraná (Araucaria angustifolia).
- 2- Entre las cultivadas el Pinus elliottii y el Pinus taeda han demostrado sus cualidades para la preparación de papel.
- 3- No se obtuvieron buenos resultados con el Taxodium distichum
- 4- De las otras especies indígenas estudiadas se obtuvieron buenos resultados parciales con el ciprés (Libocedrus chilensis) y el alerce (Fitzroya cupressoides).



10- BIBLIOGRAFIA

10- BIBLIOGRAFIA

- 1- TORTORELLI L.A., "Maderas y bosques argentinos", pág. 211B. Asoc. S.A.C.I., Buenos Aires (1956).
- 2- GOLPARI L., "Informe general", trabajo presentado a la Primera Reunión Regional Para Coníferas, Buenos Aires (1961).
- 3- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO), "World Pulp and Paper Resources and Prospects", pág.55, New York (1954).
- 4- Ibid, pág. 56.
- 5- Ibid, pág. 58.
- 6- LEONARDIS R., Información personal (1963).
- 7- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO), "World Pulp and Paper Resources and Prospects", pág.64, New York (1954).
- 8- RODRIGUEZ TORRES H.M. y PAGAN RAMOS L.V., "Efecto de las condiciones de almacenamiento sobre varios componentes químicos del bagazo", trabajo presentado al Octavo Congreso Latinoamericano de Química, Buenos Aires (1962).
- 9- CELULOSA ARGENTINA S.A., "Repoblación forestal con pinos y eucaliptos en Misiones", Buenos Aires (1958).
- 10- FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION, "Tendencias y perspectivas de los productos forestales en América Latina", pág.32-35, Santiago de Chile (1962).
- 11- Ibid, pág.42.
- 12- GOLPARI L., Información personal (1963).
- 13- VALENTE H.M. y RIQUE T., "Estudio químico de la madera del bi no del cerro" (Podocarpus parlatorei) y "aliso del cerro" (Alnus jorullensis) y sus posibilidades para la fabricación de papel", Notas Tecnológicas Forestales, N°12, Buenos Aires (1960).
- 14- KÜHL L.O., LACERCA C.E. y KINSGARD P., "Estudio sobre las condiciones de explotación y utilización de una conífera autóctona", ATIPCA, año 1, 2, 5-27 (1962).
- 15- CONSTANTINO I., Información personal (1962).
- 16- GOLPARI L., "Notas sobre el cultivo de pinos y de otras coní-

-feras en la Argentina", Revista Argentina de Agronomía, 26, N° 3-4, 88-93 (1959).

- 17- GOLF RE L., "Resistencia a las heladas de los pinos exóticos en Misiones", Trabajo presentado a la Primera Reunión Para Coníferas, Buenos Aires (1961).
- 18- LEONARDIS R., Información personal (1961).
- 19- RADONKSE A.E., "Forestación y ~~fitosónica~~ forestal en la República Argentina", Revista Argentina de Agronomía, 26, 1-2, 23-41 (1959).
- 20- ZORRILLA J.B., "Taxodium distichum", trabajo presentado a la Primera Reunión Para Coníferas, Buenos Aires (1961).
- 21- LEONARDIS R., "El Delta del Paraná como productor de maderas de coníferas", Trabajo presentado en la Primera Reunión Para Coníferas, Buenos Aires (1961).
- 22- TESDORFF H., "Ensayo de cruzamiento de Araraucaria araucana y Araraucaria angustifolia", trabajo presentado a la Primera Reunión Regional Para Coníferas, Buenos Aires (1961).
- 23- ARSCHANOW B., "Análisis de crecimiento de Pinus ponderosa en la Isla Victoria, trabajo presentado a la Primera Reunión Regional Para Coníferas (1961).
- 24- JUNOWIRTH R.R., "Las especies coníferas en la Cordillera Patagónica", trabajo presentado a la Primera Reunión Regional Para Coníferas, Buenos Aires (1961).
- 25- BERNAN I., "El cultivo de Pinus elliotii en Concordia con fines comerciales", trabajo presentado a la Primera Reunión Regional Para Coníferas, Buenos Aires (1961).
- 26- PAEZ MEHA U., "Algunas especies de pinos utilizados en la forestación dunícola de Punta Mogotes", trabajo presentado a la Primera Reunión Regional Para Coníferas, Buenos Aires (1961).
- 27- PAEZ MEHA, U., "Estudio y posible aprovechamiento de un bosque protector", trabajo presentado a la Primera Reunión Regional Para Coníferas, Buenos Aires (1961).
- 28- VIDAL J.J., "Posibilidades silvícolas de las sierras bonaerenses, trabajo presentado a la Primera Reunión Regional Para Coníferas, Buenos Aires (1961).
- 29- Primera Reunión Regional para Coníferas, "Informe final", Buenos Aires (1961).

- 30- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO), "Yearbook of Forest Products Statistics 1962", pág.X, Roma (1962).
- 31- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO), "El estado mundial de la agricultura y la alimentación 1962", pág.28, Roma (1962).
- 32- Ibid, pág.44-5.
- 33- Ibid, pág.51.
- 34- Ibid, pág.115.
- 35- Pulp and Paper International, Review Number, pág.9 (1962).
- 36- Ibid, pág.10.
- 37- Ibid, pág.11.
- 38- Ibid, pág.46-7.
- 39- L'industrie canadienne du papier dans ses rapports avec les marchés européens, Cellulose e Carta, N°3 (1962).
- 40- Unión Industrial Argentina, Revista de, "Origen y evolución de la industria del papel en la Argentina", pág.22, Buenos Aires (1959).
- 41- SCOTTO E.A., "Pasta de celulosa", Ind. y Quím., 21, N°5-6, 365 (1961).
- 42- PULP AND PAPER INTERNATIONAL, Review Number, pág.167-8 (1962)
- 43- LENIZ F., "Perspectivas de la industria del papel y la celulosa en Latinoamérica", conferencia (junio 1962).
- 44- SCOTTO E.A., "Pasta de celulosa", Ind. y Quím., 21, N°5-6, 366 (1961).
- 45- SUTHERMEISTER E., "Chemistry of Pulp and paper making", pág.1-36, Wiley and Sons, Inc., 3a.ed., Londres (1941).
- 46- COSTA COLL T., "Manual del fabricante de papel", pág.11-21, - Bosch Ed., Barcelona (1946).
- 47- CASELL C.A., "Estudio sobre características de materiales celulósicos anuales del país para la industria del papel", tesis presentada a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Buenos Aires (1954).
- 48- WISE L.E., "What is the wood cellulose?", Tappi, 41, 9, 537 (1958).
- 49- Norma TAPPI T206m-55.

- 50- Norma TAPPI T230 5m-50.
- 51- RIEHN T., "Wood hydrolysis by the concentrated hydrochloric acid process", trabajo presentado al Working Party on Wood Hydrolysis (FAO), Tokio (1960).
- 52- STARR CHESTER K., "Chemistry of Farm Woodlands", trabajo presentado al National Chemurgic Council Conference (abril 1962).
- 53- CASEY J.P., "Pulp and paper", Vol.1, pág.5, Interscience Publ. New York (1952).
- 54- STEPHENSON J.N., "Pulp and Paper Manufacture", ed. en jefe, Vol 1, pág.1023, McGraw-Hill Co., New York (1950).
- 55- OTT E., "Cellulose and cellulose derivatives", Vol.5, pág.910-29, Interscience Publ., New York (1946).
- 56- HEUSER E., "The chemistry of cellulose", pág.42, Willey & Sons Inc., 2a.Ed., Londres (1946).
- 57- CASEY J.P., "Pulp and paper", Vol.1, pág 12, Interscience Publ. New York (1952).
- 58- Ibid, pág25.
- 59- RIQUE T., "Las gomas galactomananos y la goma de espina corona en la industria papelera", Folletos Técnicos Forestales, N°4 , Buenos Aires (1960).
- 60- CASEY J.P., "Pulp and Paper", Vol.1, pág.41, Interscience Publ. New York (1952).
- 61- WISE L.E. y JAHN E.C., "Wood chemistry", pág.421, Reinhold Publ. Co., New York (1952).
- 62- Norma TAPPI T214m-50.
- 63- Norma TAPPI T236m-60.
- 64- BRAUNS F.E., "The chemistry of lignin", pág.309, Academic Press Inc., New York (1952).
- 65- Norma TAPPI T202m-45.
- 66- CROSS C.F. y BEVAN E.J., J.Chem.Soc., 55, 199 (1889).
- 67- STEPHENSON J.N. ed.en jefe, "Pulp and paper manufacture", Vol.1, pág.304, McGraw-Hill, New York (1950).
- 68- Ibid, pág.375.
- 69- Norma TAPPI T6m-59.
- 70- Norma TAPPI T1m-59.

- 71- Norma TAPPI T4m-59.
- 72- Norma TAPPI T19m-50.
- 73- KLASCH P., Cellulose chem., 12, 37 (1931).
- 74- Norma TAPPI T17m-55.
- 75- HÄGGELUND E., "Chemistry of Wood", pág.125, Academic Press Inc. New York (1951).
- 76- WISE L.E. y JAHN E.C., "Wood chemistry, Reinhold Publ., New York (1952).
- 77- KURSCHNER K. y HOFFER A., Technol. u. Chem. Papier-u., Zells - toff-Fabr., 26, 125 (1929).
- 78- Ibid, 31, 17 (1934).
- 79- HOLMES G.W. y KURTH E.F., Tappi, 42, 10, 710 (1959).
- 80- Norma TAPPI T9m-54.
- 81- ULLMANN'S ENCYKLOPÄDIE DER TECHNISCHEN CHEMIE, Tomo 6, pág. 9, Urban y Schwatzenberg, Berlin (1955).
- 82- KIRK R.E. y OTHMER D.F., "Encyclopedia of Chemical Technology" tomo 5, pág.142, The Interscience Encyclopedia, Inc., New York, (1947).
- 83- DURRANS T.H., "Solvents", pág.56 y 137, Chapman and Hall Ltd., 5a.Ed., Londres (1946).
- 84- ZEISEL S., Monatch, 6, 989 (1885).
- 85- Ibid, 7, 406 (1886).
- 86- Anon., J.Chem.Ed., 35, 6 (1953).
- 87- WISE L.E. y JAHN E.C., "Wood Chemistry", Reinhold Publ., New York (1952).
- 88- CLARKE H.T., "Análisis orgánico cualitativo y cuantitativo", M. Marín, Barcelona (1945).
- 89- Norma TAPPI T2m-60.
- 90- WILSON C.L. y WILSON D.W., "Comprehensive Analytical Chemistry" 1B pág.537, Elsevier Publ, Londres (1960).
- 91- CUNDIFF R.H. y MARKUNAF P.C., Anal.Chem, 33, 1028 (1961).
- 92- Ibid, 30, 1450 (1958).

- 93- GATTERMAN L. y WIELAND E., "Prácticas de Química Orgánica", pág. 98, M. Marín, Barcelona.
- 94- WINTON A.L. y WINTON K.B., "Análisis de alimentos", pág. 814, Ed. H.A.S.A. (1946).
- 95- JACOBSON C.A., "Encyclopedia of Chemical Reactions", Vol. 1, pág. 703, Reinhold Publ., New York (1946).
- 96- FREUDENBERG K. y HARDER M., Ann., 433, 230 (1923).
- 97- TIMELL T.E., Svensk. Papperstidn, 60, 20, 762 (1957).
- 98- SEN GUPTA A.B., Ray A. y MC MILLAN W.G., J. Sci. and Ind. Research 19B, 7, 249-52 (1960).
- 99- BOUVENG H.O., GAREGG PER J. y LINDBERG BENGT, Acta Chem. Scand. 14, 3, 742-8 (1960).
- 100- SAVARD J., BESSON A. y MORIZE S., "Analyse chimique des bois tropicaux", publicación N° 16 del Centre Technique Forestier Tropical, Paris, Tomo 1, 100 (1954).
- 101- HAGGLUND E. y BRATT L.C., Svensk. Kem. Tid., 48, 6, 125 (1936)
- 102- HAGGLUND E. y BRATT L.C., Papier Fabr., 34, 13, 100 (1936).
- 103- WISE L.E., BATLIFF J.W. y BROWNING B., Anal. Chem., 20, 825 (1948).
- 104- TIMELL T.E., Tappi, 44, 2, 88-96 (1961).
- 105- DURSO D.F. y PAULSON J.C., Anal Chem, 30, 5, 919-22 (1958).
- 106- JEFFERY J.E., PARTLOW E.V. y POLGLAZE W.J., Anal. Chem., 32, 13, 1774 (1960).
- 107- LEDERER E. y LEDERER M., "Cromatografía", pág. 259-90, El Ateneo, Buenos Aires (1960).
- 107- VILLAR PALASI V., "Cromatografía sobre papel", pág. 132-152 Instituto Español de Fisiología y Bioquímica, Madrid (1952).
- 109- EL KHADEN H. y HANESSIAN S., Anal. Chem., 30, 12, 1965 (1958).
- 110- BLOCK R.J., DURRUM R.L. y ZWEIG G., "Chromatography and Paper Electrophoresis", Academic Press, New York (1955).
- 111- "Chromatography", pág. 62-5, E. Merck A.G. Darmstadt.
- 112- SCHORGER A.W., "Chemistry of Cellulose and Wood", McGraw-Hill, Co., New York (1926).
- 113- CONSDEN R. y STAINER W.M., Nature, 69, 783 (1952).

- 114- MOULD D.L. y SYNGE R.L.M., *Biochem.J.*, 58, 585-93 (1954).
- 115- MICHEEL F. y VAN DE KAMP F.P., *Angew.Chem.*, 64, 22, 607 (1952)
- 116- Norma TAPPI T15m-58.
- 117- WISE L.E. y JAHN E.C., "Wood Chemistry", Reinhold Publ., New York (1952).
- 118- RIQUE T. y DI LELLA E., "Materias primas forestales poco conocidas", *Ind. y Quím.*, 21, 4, 232 (1961).
- 119- PIZARRO M.J., "La corteza de ~~las~~ Gramíneas nativas", notas - tecnológicas Forestales N°16 (1961).
- 120- SUTERMEISTER E., "Chemistry of pulp and paper making", pág.23-41, J.Wiley and Sons, 3a.Ed., New York (1941).
- 121- "Mechanical Pulping Manual", Tappi Monograph N°21, New York, (1960).
- 122- STEPHENSON J.N. ed. en jefe, "Pulp and Paper Manufacture", Vol. 1, pág.891-918, McGraw-Hill Co., New York (1950).
- 123- Ibid, pág.190-238.
- 124- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO), "Raw materials for more papers", pág.14, Roma (1953).
- 125- STEPHENSON J.N. ed. en jefe, "Pulp and paper manufacture", Vol. 1, pág. 304, McGraw-Hill Co., New York (1950).
- 126- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO), "Raw materials for more papers", pág.28, Roma (1953).
- 127- STEPHENSON J.N. ed. en jefe, "Pulp and paper manufacture", Vol. 1, pág.364, McGraw-Hill Co., New York (1950).
- 128- BONAPARTIAN E., "Recaustificación en plantas de celulosa", - ATIPCA, Año 1, 5, 5-13 (1962).
- 129- RODRIGUEZ E.M., "Los sistemas de resinación en los pinares españoles y sus posibilidades de aplicación en la República Argentina", Folletos Técnicos Forestales N°18 (1963).
- 130- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO), "Raw materials for more papers", pág.25, Roma (1953).
- 131- Ibid, pág.68.
- 132- STEPHENSON J.N. ed. en jefe, "Pulp and paper manufacture", Vol. 2, pág.520-46, McGraw-Hill Co., New York (1951).
- 133- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO), "Raw materials for more papers", pág. 16-7, Roma (1953).
- 134- WELLS S.D., "Process of pulping fibrous materials", U.S.patent 1.769.811 (julio 1, 1930).

- 135- FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION (FAO), "Raw material for more papers", pág.17-9, Roma (1953).
- 136- GRANT J., "A laboratory handbook of pulp and paper manufacture", pág. 101-10, E.Arnold y Co., Londres (1944).
- 137- Norma TAPPI T200m-45.
- 138- Norma TAPPI T205m-58.
- 139- SUTERMEISTER E., "Chemistry of pulp and paper making", pág. 417, J.Wiley and Sons, New York (1941).
- 140- FRANK K., "Taschenbuch der Papierprüfung", pág.157, E.Roether Verlag, Darmstadt (1958).
- 141- Norma TAPPI T220m-60.
- 142- Norma TAPPI T411m-44.
- 143- Norma TAPPI T423m-50.
- 144- Norma TAPPI T414m-49.
- 145- Norma TAPPI T404m-50.
- 146- Norma TAPPI T404sm-61.
- 147- Norma IRAM 3012.
- 148- Norma TAPPI T403m-53.
- 149- CALKIN J.B. y WITHAM G.S., "Modern pulp and paper making" , pág.473, Reinhold Publ., New York (1957).
- 150- Norma DIN 53120.
- 151- Norma IRAM 3010-P.
- 152- STEPHENSON J.W. ed. en jefe, "Pulp and paper manufacture" , Vol.1, pág.672-5, McGraw-Hill Co., New York (1950).
- 153- Norma TAPPI T625m-48.
- 154- "The Merok Index", pág.682, E.Merok y Co. Inc., New Jersey - (1960).
- 155- Patente U.S. 2.416.619 de la Harry Fleischer Chem.Co., Washington (Feb.,1947).
- 156- Norma TAPPI T208m-60.
- 157- Norma TAPPI T222m-54.
- 158- Norma TAPPI T203m-58
- 159- ASTM D-558-42.

- 160- Norma TAPPI T223m-58.
- 161-, Norma TAPPI T214m-50.
- 162- STEPHENSON J.N. ed. en jefe, "Pulp and paper manufacture" , Vol.1, pág.1014, McGraw-Hill Co., New York (1950).
- 163- Ibid, pág.1010.
- 164- Norma TAPPI T202m-45.
- 165- RAEKELBOOM E.L. y ISTAS J.R., "Indices de délignification et blanchiment des pâtes de bois", Belgische Chemische Industrie, N°6, 788-95 (1961).
- 166- Norma TAPPI T236m-60.
- 167- GRAFF J.H., "Pulp and Paper microscopy", pág.5-7, The Institute of Paper Chemistry, 2a.Ed., Appleton, Wisconsin (1942).
- 168- ISENBERG I.H., Tappi, 45, 7, 40A (1962).
- 169- STEPHENSON J.N. ed. en jefe, "Pulp and paper manufacture", Vol.1, pág.1023, McGraw-Hill Co., New York (1950).
- 170- Ibid, pág.906.
- 171- Ibid, pág.907.
- 172- HERBST J.H.E., Tappi, 45, 11, 833 (1962).
- 173- KOLTHOFF I.M. y SANDELL E.B., "Tratado de Química Analítica cuantitativa", 3a.Ed., pág.730, NIGAR E.R.L., Buenos Aires (1956).
- 174- VOGFL A.I., "A text-book of quantitative inorganic analysis", 3a.Ed., pág.370, Longmans, Green and Co., Londres (1961).
- 175- Norma TAPPI T211m-58.

11- G L O S A R I O

11- G L O S A R I O

A

abetul, nombre inglés: birch.

abeto del Canadá, nombre inglés: hemlock.

abeto rojo, nombre inglés: spruce.

absorbente, poder, (i.: absorbency; fr.: coefficient d'absorption; a.: Opzuigkracht; it.: coefficiente d'assorbimento), cantidad de líquido que absorbe un peso unitario de papel en un tiempo determinado, que no debe ser confundido con capacidad higroscópica.

acetilo, (i.: acetyl) nombre del radical CH_3CO que se encuentra combinado en la madera principalmente con la fracción hemicelulosa. Se determina por hidrólisis de la madera, transformando el ácido acético producido en su éster etílico, destilando y saponificando éste y determinando su porcentaje por titulación del exceso de hidróxido de sodio agregado.

actividad, (i.: activity), álcali activo/álcali total, expresadas las concentraciones en Na_2O y dados los valores como porcentaje.

agua blanca, (i.: white water; fr.: eau blanche; a.: Stoffwasser; it.: aqua di recupero, aqua bianca), agua que se utilizó para transportar las fibras que se producen en los molinos de preparación de la pulpa mecánica. Esa suspensión se pasa por tamices, que retienen las fibras, y se envía nuevamente a los molinos. El nombre de agua blanca se debe a que la misma aún conserva algo de fibras, las que le confieren ese color.

álamo, nombre inglés: poplar.

álamo bálsamo, nombre inglés: balsam poplar.

álamo blanco, nombre inglés: white poplar.

álamo negro, nombre inglés: black poplar.

álamo temblón, nombre inglés: aspen poplar.

álcali activo, (i.: active alkali), $\text{NaOH} + \frac{1}{2}\text{Na}_2\text{O}$ expresados como Na_2O .

álcali-celulosa, (i., a.: alkali cellulose; fr.: alcali cellulosique; it.: alcali cellulosa), compuesto resultante del tratamiento de la celulosa con hidróxido de sodio. Uno de sus usos es la fabricación de la viscosa para rayón.

álcali efectivo, (i.: effective alkali), $\text{NaOH} + \frac{1}{2}\text{Na}_2\text{O}$ expresados como Na_2O , cantidad total de hidróxido de sodio disponible bajo las condiciones del proceso.

alcali total, (i.: total alkali), $\text{NaOH} + \text{SiNa}_2 + \text{CO}_3\text{Na}_2 + \frac{1}{2} \text{SO}_3\text{Na}_2$ todos expresados como Na_2O .

alcohol coniferílico, (i.: coniferil alcohol), nombre vulgar del compuesto cuyo nombre científico es alcohol p-oxi, m-metoxi-cinamílico, alcohol de alto peso molecular que tiene un punto de fusión de 64°C , que está vinculado a la lignina y a la vainillina; se encuentra en combinaciones con la glucosa, en la savia del cambium de algunas coníferas y se supone que es la sustancia básica que forma la lignina.

alerce, nombre inglés: larch.

alfa-celulosa, (i., fr.: alpha-cellulose; a.: Alphazellstoff; it.: alpha-cellulosa), es la forma más abundante de celulosa, que también se conoce como celulosa verdadera; por definición, es la porción de la pulpa ~~que~~ solubiliza con una solución de NaOH 17,5% a 20°C . Conviene distinguir este tratamiento del que se realiza a 100°C , o más, de temperatura.

almidón, (i.: starch, fr.: amidon; a.: Stärke; it.: amido). En los primeros tiempos de la fabricación de papel, el almidón fue el único material empleado para el encolado del mismo. Hoy se lo utiliza en mezclas con otras colas.

apergamizado, papel, ver **papel apergamizado**.

arabanos, sustancias del grupo de los pentosanos que por hidrólisis dan arabinosa.

B

bagazo, (i.: bagasse, oil-cake; fr., a.: Bagasse; it.: bagasso), desecho industrial que queda como residuo de la molienda de la caña de azúcar.

beta-celulosa, (i.: beta-cellulose; a.: Beta Zellstoff; it.: beta-cellulosa) fracción de pulpa que se disuelve al tratar la misma con una solución alcalina, (NaOH 17,5%) bajo las condiciones impuestas en la determinación de alfa-celulosa, pero que es precipitada cuando se acidifica el medio; la diferencia entre los distintos tipos de celulosa se basa, posiblemente, en la longitud de la cadena.

blanqueo, (i.: Bleaching; fr.: blanchiment; it.: imbianciamento; a.: bleichen), es el tratamiento a que se somete las pulpas para lograr una mejora en el color de este material. Las sustancias utilizadas en mayor escala son: hipoclorito de calcio o sodio, cloro, agua oxigenada, dióxido de cloro, cloruros, permanganato, etc. Además se emplean otras sustancias, como el hidróxido de sodio, como etapa posterior de toda clora

-ción, la misma disuelve las cloroligninas formadas. Además, el anhídrido sulfuroso elimina todo el cloro retenido en la pulpa.

En el blanqueo lo que se logra es la destrucción o solubilización de las materias colorantes permitiendo así obtenerse una reflexión más efectiva de la luz blanca.

brillo, (i.: brightness), este término siempre se ha asociado a la pulpa y el papel, pero estrictamente hablando es una propiedad de los cuerpos luminosos. Se puede definir como la intensidad de flujo luminoso emitido por un cuerpo incandescente y que se mide en términos de lumen por unidad de área. El sol, el filamento de una lámpara, una vela, una pieza de hierro calentada al rojo o un material fluorescente excitado tienen la propiedad de brillar. Pero la luna, un espejo o un objeto blanco, no tienen brillo, pero reflejan la luz, a la que son expuestos. Todos los cuerpos, excepto los perfectamente negros, poseen en mayor o menor grado la propiedad de reflejar la luz y la misma se conoce en el campo del papel como "brightness".

E

calandra, (i.: calender; fr.: calandre; a.: Kalender; it.: calandra). Conjunto de rodillos de hierro, o de acero, colocados al final de la máquina formadora de la hoja, en la industria. Al pasar la hoja de papel por entre los mismos, ésta adquiere el abrillantado final.

cambium, (i.: cambium), tejido de crecimiento transversal del árbol. Se encuentra entre la corteza y la madera.

caña, nombre inglés: reed.

caolín, (i.: kaolin, China clay; fr.: kaolin, argile; a.: Porse - llanerde; it.: caolino), silicato de aluminio que se utiliza como carga para obtener un buen acabado y opacidad en el papel.

carbohidrate, (i.: carbohydrate), es uno de los componentes de un grupo de compuestos constituidos por C, H y O. El hidrógeno y el oxígeno se encuentran en igual proporción que en el agua. Incluye almidones, azúcares, celulosa, pentosanos, etc.

carga, (i.: filler; fr.: matieres de remplissage; a.: Füllungstoffe; it.: cariche), conjunto de compuestos que se agrega a la pulpa para fabricar el papel, que permite obtener un buen acabado y opacidad en el producto final.

cartón, (i.: board; fr.: carton; a.: Fein Pappen; it.: cartoni).

caseína, (i.: casein; fr.: caséine; a.: Kasein; it.: caseina) sustancia proteica, voluminosa, proveniente de la leche. Cuando está seca, es un polvo débilmente amarillo, insoluble en agua. Se la utiliza para el encolado del papel.

causticidad, (i.: causticity) $(\text{NaOH}/\text{NaOH} + \text{SiH}_2) \times 100$ expresado como Na_2O .

celofán, (i.: cellophane; fr., a.: Cellophane; it.: cellofanía, cellofane) marca registrada que se aplica a la hoja de celulosa obtenida en el proceso de viscosa y que luego se ha tratado con glicerina. Actualmente, aunque en forma incorrecta, se aplica a toda hoja transparente de celulosa. En el sentido exacto de la palabra, no es un papel.

celulosa, (i., fr.: cellulose; a.: Zellstoff; it.: cellulosa) constituyente esencial, y que se encuentra en mayor proporción, de todas las variedades vegetales y fibras. Es el producto básico de la industria papelería. En la naturaleza, el algodón es la materia prima que la posee en mayor proporción. Se purifica por tratamientos con álcalis débiles y ácidos. Obtenida de esta forma, es una sustancia blanca que posee un peso específico de alrededor de 1,45.

celulosa verdadera, (i.: true cellulose; fr.: cellulose normale; a.: Native-Cellulose; it.: cellulosa pura) ver alfa-celulosa

celulosanos, (i.: cellulosans) porción de hemicelulosa que se encuentra asociada con la celulosa. Todas las pulpas químicas, excepto el alfa-celulosa, retienen gran cantidad de celulosanos y, a veces, los polifenólicos pueden estar presentes.

celulosatos, (i.: cellulosates) compuestos comparables a los alcoholatos que se forman cuando un átomo de hidrógeno en uno o los tres hidroxilos de la unidad anhidroglucosa de la celulosa, es sustituido por sodio u otro metal monovalente.

cimeno crudo, ver trementina de sulfite.

ciprés, nombre inglés: cypress.

"chip", astilla, (i.: chip; fr.: éelat esquille; a.: Holzsplitter; it.: scheggia) astilla del tamaño aproximado de una caja de fósforos, que se produce al aserrar los discos de la "chipera" sobre los troncos de madera. Luego de formados los "chips" se los pasa por un sistema de tamices que eliminan las fracciones que no se ajustan al tamaño útil para la cocción (ver depuradores). Los chips son la materia prima empleada en el cocimiento para obtener la pulpa de papel.

"chipera" (del inglés "chip") máquina destinada a cortar los trocos y reducirlos a pequeñas astillas, del tamaño de una caja de fósforos, a los efectos de fabricar celulosa.

cola, (i.: sizing agent; fr.: colle, agent de collage; a.: Leim - material; it.: sostanza incollante) agente resistente al agua, como un material gelatinoso o goma, que se agrega al papel ya sea interna o superficialmente.

colofonia, resina, (i.: colophony; fr.: colophane, colophone; a.: Kolophonium; it.: colofonia) resina sólida, translúcida, peguzca o amarillenta e inflamable, residuo de la destilación de trementina.

conifera, (i.: conifer) cualquier árbol del grupo de las gimnospermas, así llamado por su forma oónica, de madera blanda muy utilizado en la fabricación de pulpas celulósicas. Su madera es llamada softwood en textos ingleses.

curado, acondicionado, (i.: mature; fr.: conditionné; a.: Reifes; it.: stagionata) adjetivo que se refiere al papel almacenado algún tiempo después de su fabricación, lo que se realiza debido a que el papel recién preparado presenta una tendencia a levantar pelusa. En la actualidad, muchas fábricas poseen plantas de acondicionamiento para el curado artificial de los papeles.

D

depurador, (i.: screen, strainer; fr.: épurateur; a.: Sortierer; it.: depuratore) máquina que depura mediante tamices de diferentes formas, eliminando de las pastas los "chips" (ver), mal cocidos, los nudos (coarse screening), las fibras muy atacadas y las materias extrañas (fine screening). Los tamices son, en la mayoría de los casos, chapas perforadas a tajos o fisuras. Se la conoce además en inglés como sorters, especialmente cuando se destina a la depuración de pulpa mecánica.

dextrina, (i., a.: Dextrin; fr.: dextrine; it.: destrina), producto que se obtiene de la hidrólisis del almidón. No se encuentra bien definido. Con solución de yoduro de potasio-yodo, da coloración rojiza, la que va disminuyendo de intensidad al irse reduciendo la longitud de cadena de la dextrina; como punto final de la hidrólisis se llega a la d-glucosa. Las dextrinas son solubles en agua, dando soluciones gomosas y fuertemente adhesivas. Algunas son débilmente reductoras y amarillean con los álcalis; tienen un sabor particular y son dextrógiras, de allí su nombre. No son directamente fermentables por las levaduras.

diario, papel de, (i.: newsprint; fr.: journal; a.: Rotationsdruck P.; it.: C. da giornale), es el papel más barato que se fa -

abrica. Las proporciones en que se encuentran los componentes más importantes de este tipo de papel son: pulpa mecánica 70-84%, pulpa por sulfito 13-16%, caolín 8%, humedad 9%. digestores, (también llamados "lejiviadores" en la industria). Autoclave donde se trata la madera en caliente y a presión, en presencia de soluciones de reactivos químicos, para transformarla en pulpa.

dióxido de titanio, (i.: titanium dioxide; fr.: oxyde de titanium; a.: Titanweiss; it.: ossido di titanio) producto muy utilizado como carga y que imparte una gran opacidad al papel. Se caracteriza por ser su blanco el de mayor grado que se conoce. Su desventaja es ser muy caro.

E

eficiencia de la caustificación, (i.: causticizing efficiency) corresponde al valor $(\text{NaOH}/\text{NaOH} + \text{CO}_3\text{Na}_2) \times 100$, todo expresado como Na_2O . En la solución producto de la disolución de las sales fundidas que salen del horno de recuperación del licor negro en el proceso de sulfato, hay una alta concentración de CO_3Na_2 . Si se agrega a esta solución, $(\text{HO})_2\text{Ca}$, se produce la siguiente reacción $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_3\text{Na}_2 \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{CO}_3\text{Ca}$; esta etapa se denomina caustificación, y en la misma se logra producir el NaOH necesario para la cocción.

encolado, (i.: sizing) tratamiento que hace la hoja de papel impermeable a las tintas, siendo así apta para escribir e imprimir.

enebro, nombre inglés: juniper.

estucado, papel, (i.: coated paper; fr.: papier et carton couchés; a.: Gestrichene Papier; it.: c. patinate), papel recubierto por una capa exterior de caolín y adhesivos como el almidón y la caseína, lo que comunica al mismo una terminación superior, de mucho brillo y gran opacidad. A veces, también se lo llama papel "coated".

F

fourdrinier, nombre dado a la máquina formadora de papel tipo standard.

furfural, furfuraldehído, (i.: furfural) es un líquido aceitoso, incoloro, de olor agradable, que se produce en la hidrólisis ácida (HCl) de las pentosas. En la determinación de pentosa-

nos, se destila el furfural formado y se titula iodimétrica mente. La presencia de furfural se identifica con anilina-á cido acético glacial, con los que da una coloración rosada . Esta coloración se utiliza para determinar pentosanos colorí métricamente.

G

galactano, (i.: galactan) hexosano de fórmula $(C_6H_{12}O_5)_n$ que, por hidrólisis ácida, llega al monómero galactosa.

gama-celulosa, (i.: gamma-cellulose) fracción de celulosa, soluble en NaOH 17,5%. No es precipitada por agregado de ácidos a sus soluciones, lo que la diferencia de la beta. Como en el caso de la beta-celulosa, probablemente corresponda a materiales hemicelulósicos, así como a productos de degradación del alfa-celulosa.

gema, ver miema.

gimnospermas, (i.: gymnosperms) plantas que se caracterizan por tener sus semillas desnudas. Este es, que los óvulos no están encerrados en un ovario, luego, las semillas tampoco se encuentran encerradas en un fruto. Las coníferas son los únicos árboles comunes de este tipo.

gramejo, peso, expresado en gramos, equivalente a un metro cuadrado de papel.

gramíneas, nombre inglés "grasses".

gypsum, (i.: gypsum, terra alba; fr.: gypse; a.: Gips; it.: solfato di calcio) nombre dado al sulfato de calcio (yeso). Se lo utiliza como carga en la fabricación de papel.

H

haya, nombre inglés: beech.

hemicelulosa, (i.: hemicellulose) polisacárido que, por hidrólisis, da generalmente xilosa, arabinosa, galactosa y manosa. Es insoluble en agua, forma cadenas menos complejas que la celulosa y se hidroliza fácilmente. Las que por hidrólisis dan pentosas, se denominan pentosanos; las que dan hexosas, hexosanos. Se considera que, mientras la celulosa por ser difícilmente hidrolizable representa un material de sostén, las hemicelulosas tienen funciones de reserva. Las hemicelulosas se pueden clasificar en: a) poliurónidos porción asociada a la lignina y que, por hidrólisis, produce ácido hexaurónico,

y b) celulosanos: fracción asociada a la celulosa.

hexosanos, (i.: hexosans) grupo de hidratos de carbono de reserva que suelen acompañar a la celulosa. Por hidrólisis dan hexosas diferentes de la glucosa, como ser manosa, galactosa, etc.

hidrocelulosas, (i.: hydrocellulose) las uniones glicosídicas que unen entre sí las unidades anhidroglucosa en la celulosa, pueden ser escindidas mediante una hidrólisis ácida. El producto formado se denomina hidrocelulosa.

higiénico, papel, (i.: toilet paper, toilet tissue; fr.: p. toilette; a.: Klosettpapier; it.: c. igienica) es un papel delgado, absorbente y barato. Se fabrica a partir de pulpa química y mecánica y, a veces, con pulpa kraft.

hidróxido de calcio, nombre inglés: milk of lime.

hipoclorito de calcio, (i.: lime bleach) sustancia de fórmula $(ClO)_2Ca$ que se utiliza en uno de los pasos del blanqueo de la pulpa. Se prefiere este hipoclorito al de sodio por ser más barato. Por lo general, se lo obtiene haciendo actuar en contra corriente, en una columna, gas cloro e hidróxido de calcio. Las soluciones de hipoclorito se conocen comúnmente como agua lavandina ("bleach powder").

hipoclorito de sodio, (i.: soda bleach) una de las sustancias utilizadas para el blanqueo de la pulpa. Su fórmula es $ClONa$.

hoja, (i.: leaf; fr.: feuillet; a.: Blatt; it.: foglietto).

I

índice de sulfuros, (i.: sulphidity) este término, conocido en la industria como "sulfides", representa la relación $(SNa_2/SNa_2 + NaOH) \times 100$ todo expresado como Na_2O . Esta expresión es utilizada en las fábricas canadienses. En EE.UU. se define de la siguiente forma $(SNa_2/SNa_2 + NaOH + CO_3Na_2) \times 100$.

K

kraft, pulpa, ver pulpa de sulfato.

L

licor blanco, (i.: white liquor) nombre dado al licor listo para ser utilizado en el digestor.

licor negro, (i.: black liquor) nombre dado a los líquidos provenientes de los digestores de pulpa de sulfato y que serán re

-cuperados en el horno de incineración.

licor verde, (i.: green liquor), nombre aplicado a la solución obtenida disolviendo en agua los productos químicos recuperados en el horno de incineración.

lignina, (i.: lignin), principal constituyente no celulósico de la madera, tal como existe en la madera es un compuesto amorfo, parcialmente aromático, que rodea las fibras e impregna la estructura total de la madera. Es, probablemente, una mezcla de compuestos altamente polimerizados de distintos pesos moleculares que, sin embargo, reaccionan uniformemente.

linters, residuo fibroso que queda en la semilla de algodón, una vez desmotada. Se utiliza para fabricar alfa-celulosa.

M

mall, (i.: mesh; fr.: mailles de la toile; a.: Masche; it.: maglie), se refiere a la mall de la tela metálica utilizada en la máquina formadora de la hoja. Se expresa generalmente en agujeros por pulgada lineal y su valor es de 60-70.

mananos, (i.: manans), polisacáridos que, por hidrólisis, producen manosa. Su determinación química se basa en una hidrólisis con SO_4H_2 72% y una posterior de la manosa con fenilhidracina. Se están estudiando métodos cromatográficos sobre papel para esta investigación. Hay una gran diferencia en el contenido de mananos en coníferas y latifoliadas; mientras que en aquéllas los datos varían entre 3-10%, en éstas son muy bajos y a menudo indeterminables.

médula, (de la caña de azúcar), nombre inglés: pith.

mercaptano, (i.: mercaptan), compuesto similar al alcohol pero donde el grupo -SH sustituye al hidroxilo -OH. Son sustancias de mal olor, que se forman en el cocimiento de la madera en el proceso de sulfato.

metoxilo, (i.: methoxyl), nombre del radical $-\text{OCH}_3$ que se encuentra en la madera, principalmente asociado a la lignina. Para su determinación se sigue, en general, el método de Zeisel. Consiste en formar el yoduro de metilo por adición de ácido yodhídrico. Las modificaciones mayores se encuentran en la determinación de ese yoduro. Mientras que en el método original se precipitaba como yoduro de plata, otros autores lo hacen yodimétricamente o por absorción en piridina y luego lo titulan como un Charpentier-Volhard; potenciométricamente; y también por cromatografía en fase gaseosa. Por lo general, el contenido de metoxilos es mayor en las latifoliadas que en las coníferas.

miera, es un líquido viscoso, odorífero y coloreado, que se extrae al realizarse incisiones en pinos, abetos, alerces. La más usada es la proveniente de pinos. Es una trementina bruta con impurezas propias del ambiente forestal.

O

oxicelulosa, (i., fr.: oxycellulose; a. Oxy-zellulose; it. ossicellulosa), las uniones glicosídicas que mantienen unidas entre sí las unidades anhidroglucosa en la celulosa, pueden ser escindidas por la acción de oxidantes. El producto formado se denomina oxicelulosa. Se diferencia de la hidrocélulosa en que, en este caso, los finales de cadena son oxidados.

P

página, (i., fr.: page; a.: Seite; it. pagina)

pagina impar, (i.: recto; fr.: recto, page impaire; a.: Rechfe; it.: recto, prima pagina)

papel, (i.: paper; fr.: papier; a.: Papie, Zettel; it.: carta), nombre de toda clase de hojas de fibras, usualmente vegetales pero que a veces, pueden ser minerales, animales o sintéticas, que se han formado sobre una tela metálica a partir de una suspensión acuosa de pulpa. A esta suspensión se le agregan cargas, colas y pigmentos para obtener papeles con características definidas. La diferencia entre papel y cartón no es muy exacta pero, hablando en forma general, el papel posee un peso básico menor y es más delgado y flexible que el cartón. Sus mayores usos son para impresión, para envolver y para usos sanitarios.

pentosanos, (i.: pentosans), polisacáridos que, por hidrólisis dan pentosas; éstas, por condensación en medio ácido, producen furfural. Esta hidrólisis se realiza en medio HCl 12%. Hay una notable diferencia en el contenido de pentosanos entre las coníferas y latifoliadas. En éstas no es menor al 17% y, a menudo, mayor al 21%. En las coníferas no excede del 14% y, a menudo, es del 8%.

pinabete, nombre inglés: fir.

pliego, (i.: sheet; fr.: feuille; a.: Bogen; it.: foglio).

poliuronidos, (i.: polyuronides), fracción de hemicelulosa que se encuentra asociada con la lignina; su mayor parte es eliminada en la formación de la pulpa. Su nombre deriva de la relativamente grande cantidad de ácido hexaurónico, que posee.

proceso por soda, (i.: soda process; fr.: procédé a la soude; a.: Na-

- tron od. Soda-kochverfahren; it.: processo alla soda), es uno de los tratamientos alcalinos de la madera para producir pulpas químicas. El licor de cocción es una solución de NaOH.
- proceso de sulfato, (i.: sulphate process; fr.: procédé au sulfate; a.: Sulfatverfahren; it.: processo al solfato), es uno de los tratamientos químicos alcalinos que se utiliza para la producción de pulpa. El licor de cocción consiste en una solución de sulfuro e hidróxido de sodio. Las pulpas obtenidas se denominan pulpas de sulfato o kraft.
- proceso por sulfito, (i.: sulphite process, fr.: procédé au sulfite; a.: Sulfitverfahren; it.: processo al solfito), tratamiento ácido de la madera para la producción de pulpas químicas. El licor de cocción consiste en una solución de bisulfito de calcio y/o magnesio y un exceso de anhídrido sulfuroso.
- protolignina, (i.: protolignin), se acostumbra llamar así a la lignina tal como se encuentra en la madera.
- pulpa, pasta, (i.: pulp; fr.: pulpe; a.: Fleisch; it.: polpa), fibra cruda que se ha fabricado mecánico o químicamente a partir de materia prima celulósica y de la que, después de un determinado tratamiento, se ha de utilizar para la fabricación de papel, cartón, rayón, plásticos, etc. De acuerdo a su origen, las pulpas se pueden clasificar en: pulpa de madera, linters, esparto, bambú, etc. De acuerdo al proceso de fabricación en mecánica, semiquímica (soda fría, sulfito neutro) y química (sulfito, sulfato, soda). Además, también se pueden subdividir en blanqueadas, semiblanqueadas y no blanqueadas.
- pulpa mecánica, (i.: mechanical wood pulp, ground wood pulp; fr.: pâte mécanique; a.: Holzschliff; it.: pasta meccanica), consiste exclusivamente en un tratamiento mecánico de la madera, realizado en molinos, impulsando los troncos contra una muela, la que está girando. De esta manera, se produce el desfibrado. El principal uso de esta pulpa es la fabricación de papel de diario.
- pulpa seca al aire, (i.: air-dry pulp; fr.: séé à l'air; a.: Luft-trocken; it.: secco dell'aria), término empleado para las pulpas de madera. Estas contienen un porcentaje de humedad que no puede reducirse por exposición al aire. Las pulpas químicas tienen, como término medio, un 88 a 90% de materia seca y un 10 a 12% de agua. La definición de este término difiere según los países. P.ej. Gran Bretaña: 90 partes de pulpa seca y 10 partes de agua. Francia: 100 partes de pulpa seca y 10 partes de agua. Norte de Alemania: 88 partes de pulpa seca y 12 de agua. Sur de Alemania: 100 partes de pulpa seca y 12 de agua. España: 90 partes de pulpa seca y 10 de agua.

R

raleo, (i.: culling), eliminación racional de árboles de una plantación, en determinada época de su crecimiento, para lograir y sol en el resto de la población, permitiendo su mejor desarrollo.

reducción, por ciento, de, (i.: per cent reduction), corresponde a la relación $(\text{SNa}_2 / \text{SNa}_2 + \text{SO}_4\text{Na}_2) \times 100$, todo expresado como Na_2O . Se utiliza en las etapas de recuperación de líquido negro en el proceso de sulfato. Bajo condiciones normales de operación, 95% del Na_2O combinado con el azufre —en la masa fundida que sale del horno de recuperación— está bajo la forma de SNa_2 y el resto como SO_4Na_2 . Como el SO_4Na_2 no tiene acción sobre la pulpa, bajo condiciones normales de cocción, es deseable obtener este valor lo más alto posible.

refinar, (i.: to beat; fr.: raffiner, battre; a.: Mahlen; it. raffinare) tratar mecánicamente, lo que contribuye a la separación de las fibras, a la eliminación de la capa celular superficial de las fibras y también provoca la ruptura de cierta cantidad de ellas. Se efectúa para mejorar la formación y así adaptar mejor las fibras para la fabricación de la hoja. Por lo general, en la industria la refinación es un proceso continuo (refinador tipo Jordan). En los laboratorios es discontinuo, utilizándose la pila holandesa y el molino Lampen.

resina, (i.: resin, rosin; fr.: résine synthétique, colle de résine; a.: Kunstharz, Harzleim; it.: resina sintetica, colla di resina), es necesario diferenciar bien los dos tipos de resinas que existen. Los nombres en distintos idiomas, que se indican arriba, corresponden: 1º) a las resinas sintéticas, 2º) a las naturales.

1- Resinas sintéticas: se ha desarrollado mucho el empleo de las mismas en los últimos años, por dar características especiales a los papeles p.ej.: látex.

2- Resinas naturales: son, con excepción de la goma laca, de origen vegetal. Su mejor exponente es la resina colofonia.

resistente a los álcalis, papel, (i.: alkali proof; Fr.: résistant aux alcalis; a.: Alkalifestes; it.: resistente agli alcali), papel que ha sido tratado para resistir la acción corrosiva de los álcalis o colorantes cuyo color no es afectado por los mismos.

resma, (i.: ream; fr.: rame; a.: Ries; it.: risma), es la palabra más antigua y típica del vocabulario del fabricante de papel y representa una medida universal para una cantidad de papel. En general se puede decir que está compuesta por 500 hojas.

reverso, (i.: verso; fr.: verso, page paire; a.: Linke seite; it.: verso della pagina)

roble, nombre inglés: oak.

S

seda, papel de, (i.: tissue paper; fr.: papier soie; a.: Seidenpapier; it.: c. pelure) papel fino, casi transparente y sin en colar, hecho a partir de fibras largas (por ejemplo: trapos), que se encuentra libre de sustancias químicas que puedan producir ataques.

silicato de sodio, (i.: soluble glass, water glass) .

soda cáustica fundida, (i.: smelt; fr.: fondu; a.: Schmelze; it.: liscivio rigenerato) la denominación inglesa smelt deriva del lugar donde se produce esta soda cáustica: un horno de recuperación llamado "smelter".

sulfato de sodio, nombre inglés: salt cake.

"**sulfidos**", ver "índice de sulfuros".

super calandras, (i.: supercalender; fr.: supercalandre; a.: Ka-
lander; it.: calandra) calandras separadas de la máquina for
madora de la hoja. Consiste en un lote de rodillos, general-
mente 8, pero que puede llegar a 16 o más. Como el papel pa-
sa por un número mayor de rodillos, el abrillantado resulta
mucho más intenso.

T

"**tall-oil**", (palabra inglesa) mezcla de ácidos grasos (30-60%), á-
cidos resínicos (35-65%) y materia insaponificable (4-10%)
que se obtiene de los licores negros de preparación de pulpa
de sulfato. Se separa de los mismos por flotación y luego se
acidifica. La fracción ácidos grasos consiste principalmente
en ácido linoleico (50-80%), ácido linolénico (5-15%) y áci-
do oleico (17-45%). Los ácidos resínicos están principalmen-
te bajo la forma de ácido abiético, conocido como Steele's a
bietic acid. Los mayores componentes de la fracción insaponi-
ficable son los esteroides y algunos alcoholes. Los usos de
estos componentes son para la fabricación de jabón, emulsio-
nes desinfectantes, agentes de flotación, pinturas, asfalto,
etc. Para una fábrica que produce 200 toneladas diarias de
pulpa se obtienen 2.100 a 3.500 galones diarios de "tall-
oil".

trementina, (i.: turpentine) es una solución de ácidos resínicos
(colofonia) en "aguarrás vegetal". Al destilarla se obtiene
un líquido aromático que se conoce como "aceite de trementi-
na". Está constituido por 60% de alfa-pineno, 15-20% de be-
ta-pineno y pequeñas cantidades de terpenos monocíclicos (di

pentenos), terpinol, etc. El residuo de la destilación se conoce como "resina colofonia" y es una mezcla de ácidos resínicos.

trementina de sulfito, (i.: sulphite turpentine) se recupera de los gases de purga del digestor en un proceso por sulfito. Es un líquido aceitoso, oscuro, que contiene 75-85% de p-cimeno. El resto son terpenos, junto con una pequeña cantidad de ácidos grasos, resinas y metilfurfural. Se obtienen rendimientos de 0,36 a 1,0 galones por tonelada de pulpa.

U

urónico, grupo, grupo ácido carboxílico que se encuentra en aldehídos-ácidos, derivados de los azúcares; un ejemplo es el ácido glucurónico $\text{HOOC} - (\text{CHOH})_4 - \text{CHO}$.

V

válvula de descarga, válvula "blow", (i.: blow valve; fr.: vanne de décharge; a.: Abblasventil; it.: valvola di scarico) válvula de apertura rápida y accionada, en la mayoría de los casos, por control remoto por el peligro de explosión. Se localiza en la parte inferior de los digestores de pulpa química. Al producirse la apertura de esta válvula, se pone en comunicación el digestor, en el que hay presión, y un tanque a presión atmosférica. Se produce una inmediata evaporación del agua contenida en el interior de los "chips" y la misma produce un desfibrado de la madera.

X

xilano, (i.: xilan) sustancia gomosa, amarillenta, que pertenece al grupo de los pentosanos. Se encuentra presente en el tejido de las maderas, así como en la paja y marlos de choclo. Por hidrólisis de este polisacárido se obtiene xilosa.