C.2

ISSN 0716 - 5994

7

3(2)89

CIENCIA E INVESTIGACION FORESTAL

DICIEMBRE 1989

BIBLIOTECA
INSTITUTO FORESTAL

INFOR

infor CHILE

FILIAL CORFO

BIBLIOTECA
INSTITUTO FORESTAL

7

CIENCIA E INVESTIGACION FORESTAL

DICIEMBRE 1989

infor CHILE
FILIAL CORFO

INFOR

CIENCIA E INVESTIGACION FORESTAL es una revista técnico-científica del Instituto Forestal (Filial - CORFO), que se publica en Junio y Diciembre de cada año.
ISSN 0716 - 5994

Director : Patricio Valenzuela V.

Subdirector : Jorge Cabrera P.

Editor : Jorge Cabrera P.

Consejo Editor :
Rolando Bennewitz B.
Ignacio Cerda V.
Ronald Du Belloy G.
Hans Grosse W.
Vicente Pérez G.
José A. Prado D.

Editores Asociados :
René Alfaro (Canadá)
Ronald Brun (RFA)
Hernán Cortés
Fernando Cox
Roberto Delmastro
Claudio Donoso
Fernando Garrido
Bertram Husch
Jaime Latorre
Roberto Melo
Eduardo Morales
Ramiro Morales
Manuel Ortiz
Hernán Peredo
Roland Peters
Hernán Poblete
Juan Schlatter
Harald Schmidt
Jorge Toro
Antonio Vita
Derek Webb (Canadá)
Daniel Wisecarver
Roy Wotherspoon

Dirección Postal : Huérfanos 554. Casilla 3085. Santiago Chile
Fonos 397911 - 391363.

La revista no se responsabiliza por los conceptos, afirmaciones u opiniones vertidas por los autores de las contribuciones publicadas. El valor de la suscripción anual, 1989, que consta de dos revistas, es de $ 4.000, incluido IVA, siendo de $ 2.200 para los estudiantes universitarios. El valor de la suscripción para los interesados del extranjero es de US$ 20.00, incluido el franqueo. El valor de cada ejemplar es de $ 2.300 y de $ 1.000 para estudiantes (US$ 12, incluido franqueo para el extranjero) Se autoriza la reproducción parcial de la información contenida en la publicación, sin previa autorización, citando como fuente a "Revista Ciencias e Investigación Forestal INFOR CHILE". Se aceptan colaboraciones de Chile y el extranjero, siempre y cuando se ajusten a las normas establecidas en el Reglamento de Publicación, contenido al final de esta edición. Dirija su correspondencia al Editor.

INFOR

BIBLIOTECA
INSTITUTO FORESTAL

CONTENIDO

Artículos **Pág.**

Funciones de volumen, factores de forma y modelos de crecimiento diametral para rodales de lingüe y mañío. ..... *R. Santelices M.* 1

Clasificación por aprovechamiento de maderas latifoliadas. Comentario sobre norma chilena. Nch. 1969 ..... *V. Pérez G.* 21

Propiedades mecánicas de tableros de partículas homogéneas. ..... *H. Poblete W.* 35

Antecedentes básicos sobre el comportamiento estructural de diafragmas verticales solicitados por cargas horizontales inducidas en su plano ..... *V. Carvallo A.* 49

Clasificación estructural de madera aserrada de Pino Radiata destinada a madera laminada encolada estructural. ..... *A. Campos B.* 65

Apuntes

Contenidos de dasonomía en currículos educacionales. ..... *O. Martínez M.* 79

Crecimiento de 35 procedencias de Eucalyptus globulus ssp. globulus en la etapa de vivero. ..... *P. Infante L y J.A. Prado D.* 83

Antecedentes generales sobre Acacia melanoxylon (aromo australiano) ..... *U. Kannesiesser S.* 90

Método para estimar el tiempo de secado en secadores convencionales ..... *M. Pavón M.* 98

Bibliografía

Estadísticas Forestales 1988 107
La Industria del Aserrío 1988 107
Actualización de Volúmenes en pie de Pino Radiata en la VIII Región 108
Sistema de Información de Exportaciones Forestales Chilenas 108
Precios de Productos Forestales Chilenos. (1er. Semestre 1989) 108
Propiedades Físico-Mecánicas de Postes de Pino Radiata crecido en Chile 109
El Futuro del Mercado Interno de la Madera Aserrada y Tableros. Necesidad de una Estrategia País 109
La Actividad Forestal en Chile a 1988 110
Estados Unidos (Costa Este) Análisis de Estrategias Comerciales para productos manufacturados y Elaborados de Pino Radiata Chileno 110
Eucalyptus: Principios de Silvicultura y Manejo 111
Costos Operacionales y de Capital de las Actividades Forestales en Chile 1988. Segunda Parte: Industria del Aserrado y Elaboración de Maderas 111

INFOR

BIBLIOTECA
INSTITUTO FORESTAL

FUNCIONES DE VOLUMEN, FACTORES DE FORMA Y MODELOS DE CRECIMIENTO DIAMETRAL PARA RODALES DE LINGUE Y MAÑIO

Rómulo Eduardo Santelices Moya (*)

RESUMEN

En el presente trabajo se entregan antecedentes relativos al crecimiento, volumen y forma de las especies lingue ***(Persea lingue)*** y mañío ***(Podocarpus nubigena),*** ubicadas en la Precordillera Andina (área de Jauja) y en la Cordillera de la Costa (área de Cumleufu) respectivamente.

El estudio se realizó a nivel del árbol individual por medio del análisis de tallo. Se obtuvieron muestras de ambas especies y también información dasométrica de sus competidores.

Por medio del análisis de regresión paso a paso se desarrollaron funciones de crecimiento, volumen total y por troza. También se calcularon los valores medios de los factores de forma natural y artificial.

ABSTRACT

This Paper provides basic information about growing, volume and form for the species lingue ***(Persea lingue)*** *in the Andean Foothills and mañío* ***(Podocarpus nubigena)*** *in the Coastal Range.*

The study is done using stem analysis. Data about individual trees and their competitors are given.

Growing functions, total and log volume tables are developed by regression analysis. Natural and artificial form factors are computed.

(*) Ingeniero Forestal, Instituto Forestal, Barros Arana 121 3º Piso Concepción, Agosto 1989

INFOR

INTRODUCCION

Debido a sostenidas y generalmente irracionales explotaciones, han ido desapareciendo los árboles de mejor calidad de la mayor parte de las áreas aún cubiertas con bosques nativos.

A la situación antes mencionada no han escapado las especies lingue ***(Persea lingue)*** y mañio ***(Podocarpus nubigena)***. Esto se ve acentuado por su alto valor comercial para la fabricación de chapas, muebles y otros usos.

Se pueden encontrar estas dos especies en distintos tipos forestales, junto a algunas del género ***Nothofagus*** y/o del tipo Siempreverde. Sin embargo, actualmente su participación está muy restringida.

Por los motivos antes señalados, es interesante y necesario estudiar el desarrollo de rodales de lingue ***(Persea lingue)*** y mañío ***(Podocarpus nubigena)***.

MATERIAL Y METODO

Ubicación de los rodales estudiados

Los rodales muestreados de lingue y mañío se encuentran ubicados en las áreas de Jauja y Cumleufu respectivamente.

-Jauja: Se encuentra ubicado en la Precordillera Andina, en los 38º 4'24" de latitud sur y 71°54"36" longitud oeste, comuna de Collipulli, provincia de Malleco, Novena Región. tiene una altitud de 515 m.s.n.m. con pendientes promedio entre 8 y 15% en exposición norte.

-Cumleufu: Se ubica en la Cordillera de la Costa, en los 40° 04' de latitud sur, entre los 73° 17' y 73° 18' de longitud oeste, comuna de Corral, provincia de Valdivia, Décima Región. se encuentra a una altitud de 540 m.s.n.m. con pendientes promedio entre 12 y 14% en exposición norte.

Características de los suelos

Los suelos del rodal de lingue corresponden a trumaos. Estos están formados por cenizas volcánicas que normalmente están depositadas sobre conglomerados o tobas volcánicas, andesitas o basaltos. Están clasificados en la serie Santa Bárbara, cuyas principales características son una textura moderadamente liviana, suelo profundo, alto tenor de materia orgánica, estructura granular, buen drenaje, alta capacidad de retención de agua, pH de 5 a 6; fertilidad media a baja, con un alto poder de fijación de fósforo (PERALTA 1976).

Los suelos del rodal de mañío se encuentran clasificados dentro de la serie Hueicoya. Son suelos con grandes variaciones de espesor, predominando los moderadamente profundos; presentan colores pardo amarillento oscuro a pardo oscuro en superficie y pardo amarillento en profundidad; estructura de bloques moderados en todo el perfil; son blandos y friables hasta los 24 cm y firmes en profundidad, ligeramente plásticos y ligeramente adhesivos en profundidad. El arraigamiento es bueno hasta los 46 cm y escaso en profundidad; son muy fuertemente ácidos hasta los 46 cm y fuertemente ácidos en el último horizonte (IREN - CORFO, 1978).

INFOR

Características climáticas

Los antecedentes climáticos presentados para el rodal de lingue corresponden a la estación meteorológica "Jauja". Esta se encuentra aproximadamente a 2,1 km de lugar en estudio y a una altitud de 450 m.s.n.m. (cuadro 1).

CUADRO 1

ANTECEDENTES METEOROLOGICOS REGISTRADOS EN LA ESTACION JAUJA

MES	Temperatura Media Mensual (°C)		Pluviometría Media Mensual (mm)	
	1988	1985-1988	1988	1975-1988
Enero	16,1	12,8	96	74
Febrero	17,3	12,5	0	60
Marzo	15,1	15,6	119	65
Abril	12,7	12,1	142	159
Mayo	9,1	9,1	135	439
Junio	7,3	8,4	409	368
Julio	4,2	8,0	348	449
Agosto	7,4	8,5	485	276
Septiembre	9,0	10,0	106	198
Octubre	10,4	11,8	221	182
Noviembre	14,2	14,2	9	142
Diciembre	16,0	15,8	60	62
			TOTAL 2.130	2.474

(Fuente: FORVESA, 1989)

Los antecedentes climáticos presentados para el rodal de mañío corresponden a la estación Valdivia, ubicada en la ciudad del mismo nombre, en los 39° 48' lat. sur, 73° 14' long. oeste y a una altitud de 9 m.s.n.m. Su representatividad para el área en estudio es muy limitada por la distancia a ésta y la gran diferencia altitudinal. No obstante, se optó por entregar esta información por tratarse de la estación meteorológica más cercana (cuadro 2).

CUADRO 2

ANTECEDENTES METEOROLOGICOS REGISTRADOS EN LA ESTACION VALDIVIA

MES	Temperatura Media Mensual (°C) (39 años observación)	Pluviometría Media Mensual (mm) (48 años observación)
Enero	17,0	66,1
Febrero	16,4	62,3
Marzo	14,5	105,3
Abril	11,8	198,5
Mayo	9,7	376,1
Junio	8,2	384,1
Julio	7,7	352,7
Agosto	8,0	287,1
Septiembre	9,3	204,1
Octubre	11,5	107,5
Noviembre	13,3	110,2
Diciembre	15,3	94,7
		TOTAL 2.348,7

Fuente: (HALEJ y DI CASTRI, 1975)

Existió una estación meteorológica más cercana al área en estudio (Quitaluto, 39° 54' lat. sur y 73° 27' long. oeste), en la cual se registró entre mayo de 1970 y abril de 1972 una precipitación media anual de 3.058 mm. De acuerdo a estos antecedentes, se puede estimar que las precipitaciones en el área estudiada superan los 3.000 mm al año.

Los tipos forestales

El rodal de lingue pertenece al tipo forestal roble - raulí - coigüe (DONOSO, 1981). El dosel superior está compuesto por roble ***(Nothofagus obliqua)*** y como especies acompañantes se encuentran lingue ***(Persea lingue)***, peumo ***(Cryptocarya alba)*** y avellano ***(Gevuina avellana)***. Estas últimas especies se regeneraron por monte bajo.

El tipo forestal del rodal de mañío, corresponde al siempreverde (DONOSO, 1981). Las especies más comunes del dosel superior son mañío ***(Podocarpus nubigena)***, tineo ***(Weinmannia trichosperma)***, tepa ***(Laurelia philippiana)***, lleuque ***(Saxegothaea conspicua)*** y canelo ***(Drimys winteri)***.

INFOR

Muestreo para el análisis de árboles individuales

Con el objeto de conocer el desarrollo de las variables de estado y construir modelos de crecimiento, se realizaron tres parcelas temporales de 500 m2 en cada rodal.

En cada unidad de muestreo se seleccionaron varios individuos, que se denominaron "árboles sujetos", de distintas clases de edad, altura y espaciamiento. Una vez identificados los árboles sujetos se seleccionaron y registraron los árboles que ejercían la competencia más directa sobre ellos.

La información obtenida en terreno para los árboles sujetos y sus competidores fue la siguiente:

- Diámetro a la altura del pecho (DAP a 1,3 m)
- Altura total
- Altura del inicio de la copa
- Radios de la copa (de acuerdo a los puntos cardinales)
- Distancia entre los árboles sujetos y sus competidores.

Posteriormente se voltearon los árboles sujetos y se trozaron cada dos metros. De cada troza y a la altura de DAP, se obtuvieron rodelas para su medición en laboratorio.

Procesamiento de la información

Para visualizar en forma óptima los anillos de crecimiento fue necesario pulir las rodelas. Para conseguir esto, se redujo el contenido de humedad por debajo del punto de saturación de las fibras. Con este fin, se mantuvieron las rodelas alrededor de los 60° C en un sector convencional por 15 días. El contenido de humedad alcanzó aproximadamente un 10%.

Una vez lijadas las rodelas, se realizaron mediciones en cuatro radios orientados en las direcciones norte, sur, este y oeste (KRAMER Y AKÇA, 1982; CUBILLOS, 1987; GROSSE Y KANNEGIESSER, 1988).

El programa computacional utilizado para el procedimiento de la información es el ANATAL (ALVAREZ, 1977), que permite el cálculo de los parámetros del árbol en función de la edad, diámetro a la altura del pecho, área basal, altura total, volumen cúbico y sus respectivos crecimientos.

En la construcción de las tablas y funciones de volumen cúbico total, se utilizó el análisis de regresión paso a paso entre las variables independientes DAP y altura total, y la variable dependiente volumen cúbico total sin corteza. La muestra utilizada para el cálculo del volumen corresponde a los mismos árboles que se ocuparon para el análisis del tallo.

De acuerdo con los antecedentes bibliográficos acerca de la estimación del volumen, existen varias funciones comunmente utilizadas (ZÖHRER, 1980; LOETSCH et al; 1973; PRODAN, 1965). El criterio adoptado para la selección de modelos a probar, se fundamenta en su bondad de ajuste y su mejor aplicación práctica, eligiéndose modelos propuestos para situaciones locales y regionales (ZÖHRER, 1980).

Para el cálculo del volumen por troza, se empleo la fórmula de Smalian (HUSCH et al., 1982). Se utilizaron trozas con un diámetro mínimo de 10 cm. sin corteza. Posteriormente se ajustó la variable DAP con el volumen de cada troza, a través de los modelos usualmente empleados.

INFOR

El factor de forma de un árbol es el factor de reducción por el cual el volumen de un cuerpo geométrico tiene que ser multiplicado para obtener el volumen del árbol (LOETSH et al., 1973). Para este fin el cuerpo geométrico más utilizado es el cilindro.

La importancia del factor de forma radica en la posibilidad de estimar el volumen real de los árboles en pie (KRAMER Y AKÇA, 1982).

En este estudio se presentan los valores promedios del factor de forma natural (FF 0,1) y artifical (FF 1,3).

Si el factor de forma es natural el diámetro del cilindro se estima a 1/10 de la altura del árbol y si es artificial se estima a 1,3 m. de altura.

La construcción de los modelos de crecimiento diametral se realizó sobre la base de las muestras sometidas a análisis de tallo.

Para el rodal de lingue, se estableció un modelo de crecimiento diametral anual (IDAPA en cm). Para la especie mañío, se construyó un modelo de crecimiento diametral para un período de 10 años (IDAPP. 10 en cm).

Las variables independientes de las funciones provienen del árbol sujeto y de sus competidores. Estas se describen a continuación:

- DAP : Diámetro a la altura del pecho (a 1,3 m de altura, en cm)
- H.TOT. : Altura Total (en m)
- H.INI.C. : Altura inicio de copa (en m)
- VOL.TOT. : Volumen total (en m^3 ssc)
- DC : Diámetro de copa (en m)
- DISME : Distancia media a los árboles competidores (en m)
- DAPCO : DAP medio de los competidores (a 1,3 m. de altura, en cm)
- H.TOT.CO : Altura total media de los competidores (en m)
- H.INI.C.CO : Altura de inicio de copa media de los competidores (en m)
- DCCO : Diámetro de copa media de los competidores (en m)
- E : Edad (años)
- IDAPA : Incremento diamétrico anual (cm; CAP de los últimos 5 años)
- IDAPP. 10 : Incremento diamétrico periódico de 10 años (cm; CAP de los últimos 50 años)

La elección de las variables independientes para su uso en las funciones, se realizó conociendo las correlaciones entre éstas.

La bondad de ajuste de las funciones se evaluó con el coeficiente de correlación (r) y el error estándar (Sy. x).

INFOR

SITUACION DE ESTADO DE LOS RODALES ESTUDIADOS

El rodal de lingue

Las variables de estado y una tabla de rodal se entregan en los cuadros 3 y 4. Estos antecedentes corresponden al promedio de tres parcelas de muestreo homogéneas y representativas del rodal.

CUADRO 3

VARIABLES DE ESTADO DE LAS ESPECIES DEL RODAL ESTUDIADO

Variables de Estado	Especies				
	Av.	Li	Pe	Ro	Total
Nº árboles (N/ha)	140	1320	27	402	1889
DAP medio aritmético (cm)	12.6	13.4	15.6	27.9	-
DAP medio cuadrático (cm)	13.2	14.0	18.3	31.3	-
Area Basal (G) (m2/ha)	1.9	20.2	0.7	30.7	53.5
Altura media total (m)	10.2	12.9	10.6	20.0	-
Altura media inicio copa (m)	4.6	6.8	5.2	9.8	-

Av= Avellano Li= Lingue Pe= Peumo Ro = Roble

CUADRO 4

TABLA DE RODAL POR ESPECIE DEL RODAL ESTUDIADO

DAP	FRECUENCIA (Nº árboles/ha)				
(cm)	Avellano	Lingue	Peumo	Roble	Total
8	60	427	13	40	540
14	60	647	-	60	767
20	20	233	7	67	327
26	-	13	-	73	86
32	-	-	7	47	54
38	-	-	-	60	60
44	-	-	-	27	27
50	-	-	-	-	-
56	-	-	-	7	7
62	-	-	-	7	7
68	-	-	-	7	7
74	-	-	-	7	7
TOTAL	140	1320	27	402	1889

Se puede apreciar que el rodal está compuesto por roble en el dosel superior y como especies acompañantes en un dosel intermedio se encuentran lingue, peumo y avellano. Estas últimas especies se regeneraron por monte bajo.

El rodal de mañío

Al igual que para la otra especie en estudio (lingue), se realizaron tres parcelas de muestreo en el rodal de donde se extrajeron las rodelas para efectuar el análisis de tallo. A través de los cuadros 5 y 6 se presentan variables de estado medias y una tabla de rodal para las especies en estudio y para las especies acompañantes de mayor importancia.

INFOR

CUADRO 5

VARIABLES DE ESTADO DE LAS ESPECIES DEL RODAL ESTUDIADO

Variables de Estado	Especies						
	mñ	ti	te	lle	ca	otr	Total
Nº árboles (N/ha)	353	200	20	35	21	74	703
DAP medio aritmético (cm)	20.0	57.7	16.8	34.9	45.7	23.5	-
DAP medio cuadrático (cm)	22.6	60.1	17.6	40.1	47.2	26.6	-
Area basal (G) (M^2/ha)	14.2	56.7	0.5	4.4	3.7	4.1	83.6
Altura media total (m)	14.6	23.1	7.2	15.4	18.6	13.1	-
Altura media del inicio de la copa (m)	8.8	16.5	3.9	10.2	13.8	9.3	-

mñ = mañío ti = tineo te = tepa lle = lleuque ca = canelo otr = otras especies

CUADRO 6

TABLA DE RODAL POR ESPECIE DEL RODAL ESTUDIADO

DAP (cm)	FRECUENCIA (Nº árboles/ha)						
	mañío	tineo	tepa	lleuque	canelo	otros	Total
8	87	-	-	7	-	20	114
14	53	-	13	-	-	-	66
20	93	-	-	7	-	27	127
26	47	-	7	-	-	-	54
32	33	20	-	7	7	20	87
38	33	7	-	-	-	-	40
44	7	13	-	-	-	7	27
50	-	40	-	7	7	-	54
56	-	13	-	-	7	-	20
62	-	27	-	7	-	-	34
68	-	27	-	-	-	-	27
74	-	20	-	-	-	-	20
80	-	13	-	-	-	-	13
86	-	20	-	-	-	-	20
TOTAL	353	200	20	35	21	74	703

INFOR

Las principales especies que componen el rodal son mañío y tineo. Esta última especie ocupa el dosel superior, mientras que mañío está en un estrato intermedio acompañado por otras de menor importancia.

RESULTADOS

A continuación se entregan las estimaciones de los volúmenes, factores de forma y crecimiento para las especies lingue y mañío.

Funciones de volumen

Los mejores resultados obtenidos del análisis de regresión para el volumen total de la especie lingue del área de Jauja se presentan a continuación:

(a) $V = -0{,}041488 + 0{,}000448 * D^2 + 0{,}003063 * H$

Sy. x = 0,018
r = 0,980
n = 22

(b) $V = 0{,}003155 + 0{,}000475 * D^2$

Sy. x = 0,018
r = 0,978
n = 22

Para las funciones (a) y (b) se utilizó un rango muestral entre los 10 cm y 30 cm de DAP.

Donde: V = Volumen total del árbol (en m ssc)
D = DAP (diámetro a la altura del pecho, a 1,3 m en cm cc)
H = Altura total (en m)

Las mejores funciones para calcular el volumen por troza para la especie lingue se presentan en el cuadro 7

CUADRO 7
FUNCIONES DE VOLUMEN POR TROZA DE 2 m DE LARGO PARA LINGUE DEL AREA DE JAUJA

Troza	FUNCION DE VOLUMEN (m^3ssc)	r	Sy.x	n	Rango Muestral (DAP en cm)
1	$0{,}012705 + 6{,}188 * 10^{-6} * D^3$	0,996	0,003	21	10 - 30
2	$-0{,}027382 + 3.334 * 10^{-6} * D^3 + 0{,}015268 * LOG (D)$	0,989	0,003	19	16 - 30
3	$0{,}010364 + 3{,}183 * 10^{-6} * D^3$	0,982	0,003	17	18 - 30
4	$-0{,}02554 + 0{,}002751 * D$	0,975	0,002	13	20 - 30
5	$0{,}004192 + 0{,}000045 * D^2$	0,853	0,003	9	22 - 30

(Las funciones se calcularon con un índice de utilización de 10 cm)

D = DAP (Diámetro a la altura del pecho, a 1,3 m. en cm. cc)

Los mejores resultados obtenidos del análisis de regresión para el volumen total de la especie mañío del área de Cumleufu son los siguientes:

(a) $V = 0{,}114037 + 0{,}000864 * D^2$

Sy. x = 0,062
r = 0,989
n = 26

(b) $V = 0{,}09988 + 0{,}000019 * D^3$

Sy. x = 0,063
r = 0,989
n = 26

Donde: V = Volumen total del árbol (en m^3 ssc)
D = DAP (diámetro a la altura del pecho, a 1,3 m. en cm cc)

Para las funciones (a) y (b) se utilizó una muestra comprendida entre los 14 cm y 46 cm de DAP.

Las mejores funciones para calcular el volumen por troza, para la especie mañío del área de Cumleufu se presenta en el cuadro 8.

CUADRO 8

FUNCIONES DE VOLUMEN POR TROZA DE 2 m DE LARGO PARA MAÑIO DEL AREA DE CUMLEUFU

Troza	FUNCION DE VOLUMEN (m^3ssc)	r	Sy.x	n	Rango Muestral (DAP en cm)
1	0,038516 + 0,00000414 * n^3	0,957	0,028	26	14 - 16
2	-0,001644 + 0,000128 * D^2	0,997	0,005	26	14 - 46
3	-0,00317 + 0,000115 * D^2	0,994	0,006	25	16 - 46
4	-0,008154 + 0,000106 * D^2	0,990	0,007	25	16 - 46
5	-0,014543 + 0,000097 * D^2	0,985	0,008	23	22 - 46
6	0,007794 + 0,00000179 * D^3	0,959	0,011	19	24 - 46
7	-0,016595 + 0,000067 * D^2	0,875	0,013	15	30 - 46
8	0,00838 + 0,00000069 * D^3	0,595	0,015	12	32 - 46

(Las funciones se calcularon con un índice de utilización de 10 cm)

D = DAP (Diámetro a la altura del pecho, a 1,3 m. en cm cc)

Factores de forma

Para las dos especies estudiadas no se detectó una tendencia clara del factor de forma, ya sea natural o artificial, en función de la altura y del DAP. Los valores medios estimados se presentan en el cuadro 9.

CUADRO 9

FACTORES DE FORMA NATURAL Y ARTIFICIAL PARA LINGUE Y MAÑIO DE LAS AREAS DE JAUJA Y CUMLEUFU RESPECTIVAMENTE

Especie	Factor de Forma		Nº muestras
	Natural	Artificial	(n)
Lingue	0,40	0,39	21
Mañío	0,52	0,49	26

Crecimiento de los árboles

a) ***Estadística descriptiva:***

A través de la estadística descriptiva se caracterizan las variables muestreadas del árbol sujeto, de sus competidores y la distancia entre ambos. En el cuadro 10 A, B se presentan los valores medios, máximos, mínimos y el coeficiente de variación para las muestras de lingue y mañío.

INFOR

CUADRO 10 A B

ESTADISTICA DESCRIPTIVA DE LAS VARIABLES DE ESTADO DE LOS ARBOLES SUJETO Y DE SUS COMPETIDORES PARA LINGUE DEL AREA DE JAUJA Y MAÑIO DEL AREA DE CUMLEUFU

- Lingue

Variables de estado	n	Media	Máxima	Mínima	Coef. Var.
Edad (años)	22	46	67	30	0,247
DAP (cm)	22	17,3	29,5	9,7	0,278
H.TOT. (m)	22	14,9	19,5	9,0	0,207
H.INI.C (m)	22	8,0	11,0	4,0	0,248
DC (m)	22	3,5	6,7	1,3	0,465
VOL.TOT. (m^3 ssc)	22	0,2800	0,3848	0,1477	0,596
DAPCO (cm)	22	28,8	50,8	13,6	0,343
H.TOT.CO (m)	22	20,1	30,9	13,3	0,210
HINICCO (m)	22	9,6	13,2	4,4	0,234
DCCO (m)	22	4,7	9,6	0,8	0,515
DISME (m)	22	2,3	4,7	0,31	0,573
IDAPA (cm)	22	0,24	0,52	0,10	0,502

- Mañío

Variables de estado	n	Media	Máxima	Mínima	Coef. Var.
Edad (años)	26	270	329	215	0,117
DAP (cm)	26	28,6	42,6	13,5	0,301
H.TOT. (m)	26	18,0	22,5	9,5	0,197
H.INI. C (m)	26	10,9	15,0	1,8	0,277
DC (m)	26	5,4	7,5	2,6	0,264
VOL.TOT. (m^3 ssc)	26	0,6544	1,6335	0,0684	0,656
DAPCO (cm)	26	53,1	76,8	30,3	0,229
H.TOT.CO (m)	26	23,4	32,2	17,1	0,152
H.INI.CCO (m)	26	16,6	22,0	12,5	0,171
DCCO (m)	26	5,5	6,8	3,6	0,181
DISME (m)	26	3,9	5,6	2,4	0,252
IDAPP.10 (cm)	26	0,95	1,90	0,26	0,448

Donde:

DAP	= Diámetro a la altura del pecho (a 1,3 m en cm cc)
H.TOT.	= Altura total (en m)
I.INI.C	= Altura inicio de copa (en m)
DC	= Diámetro de copa (en m)
VOL.TOT.	= Volumen total (en m3 ssc)
DAPCO	= DAP medio de los competidores (a 1,3 m de altura en cm)
H.TOT.CO	= Altura total media de los competidores (en m)
H.INI.C.C O.	= Altura inicio copa media de los competidores (en m)
DISME	= Distancia media a los árboles competidores (en m)
IDAPA	= Incremento diámetro anual (en cm; CAP de los últimos 5 años)
IDAPP.10	= Incremento diamétrico periódico de 10 años (en cm; CAP de los últimos 50 años)

b) ***Modelos de crecimiento diametral:***

Los modelos de crecimiento diametral para las especies lingue y mañío, se construyeron basándose en las variables independientes que mejor se correlacionaron con el incremento en DAP.

A través del análisis de regresión paso a paso se integraron las variables en los modelos.

Los modelos con la mejor bondad de ajuste para cada una de las variables independientes se presentan a continuación:

- Lingue

IDAPA = 0,540256 - 0,01685 * E + 0,020844 * DAP + 0,098357 * DISME - 0,031381 * DCCO - 0,007042 * DAPCO

r	= 0,65
Sy. x	= 0,090
n	= 22

Donde:

IDAPA	= Incremento diamétrico anual (en cm)
E	= Edad (en años)
DAP	= Diámetro a la altura del pecho (a 1,3 m de altura, en cm)
DISME	= Distancia media a los árboles competidores (en m)
DCCO	= Diámetro de copa media de los competidores (en m)
DAPCO	= DAP medio de los competidores (a 1,3 m de altura, en cm)

- Mañío

IDAPP. 10 = 0,962464 - 0,005672 * E + 0,128877 * DC + 0,02878 * DAP

r	= 0,89
Sy. x	= 0,197
n	= 26

INFOR

Donde:

IDAPP. 10 = Incremento diamétrico periódico de 10 años (en cm)
E = Edad (en años)
DC = Diámetro de copa (en m)
DAP = Diámetro a la altura del pecho (a 1,3 m de altura, en cm)

c) ***Análisis de sensibilidad***

En los modelos de crecimiento diametral anual (IDAPA) y periódico de 10 años (IDAPP. 10), para lingue y mañío respectivamente, se realizó un análisis de sensibilidad con el propósito de conocer el crecimiento de estas especies bajo distintas situaciones de desarrollo del árbol sujeto y de sus competidores.

Para efectuar el análisis de sensibilidad se estratificaron las muestras. Para cada estrato se buscaron valores representativos de las variables de estado, que luego se incluyeron en el modelo como variables independientes. (cuadro 11 A, B).

CUADRO 11 A, B

RESULTADOS DEL ANALISIS DE SENSIBILIDAD PARA EL INCREMENTO DIAMETRAL PARA LINGUE Y MAÑIO DE LAS AREAS DE JAUJA Y CUMLEUFU RESPECTIVAMENTE

- Lingue

Edad (años)	Incremento diametral anual (cm)				
		DISME = 0,8 m		DISME = 2,5 m	
	DAP	DAPCO = 16 cm	DAPCO = 19 cm	DAPCO = 20 cm	DAPCO = 23 cm
40	(cm)	DCCO (m) 1,0 3,0	DCCO (m) 1,0 3,0	DCCO (m) 5,0 7,0	DCCO (m) 5,K0 7,0
	12	0,26 0,29	0,24 0,27	0,27 0,21	0,25 0,19
	16	0,34 0,37	0,32 0,35	0,35 0,29	0,33 0,27
		DISME = 2,0 m		DISME = 4,0 m	
	DAP	DAPCO = 24 cm	DAPCO = 27 cm	DAPCO = 28 cm	DAPCO = 31 cm
60	(cm)	DCCO (m) 3,0 5,0	DCCO (m) 3,0 5,0	DCCO (m) 6,0 8,0	DCCO (m) 6,0 8,0
	20	0,19 0,13	0,17 0,11	0,26 0,20	0,24 0,18
	24	0,27 0,21	0,25 0,19	0,35 0,28	0,33 0,26

IDAPA = 0,540256 - 0,011685 * E + 0,020844 * DAP + 0,098357 * DISME - 0,031381 * DCCO - 0,007042 * DAPCO
IDAPA = Incremento anual en diámetro (cm)
E = Edad (años)
DAP = Diámetro a la altura del pecho (a 1,30 m, cm cc)
DISME = Distancia media a los árboles competidores (m)
DCCO = Diámetro de copa medio de los competidores (m)
DAPCO = Diámetro a la altura del pecho medio de los competidores (a 1,30 m, cm cc)

- Mañío

Altura Total (m)		Incremento diametral período 10 años (cm)					
		E = 220 años		E = 240 años		E = 260 años	
	DAP	DC	(m)	DC	(m)	DC	(m)
	(cm)	3,0	4,0	4,0	5,0	5,0	6,0
	15	0,53	0,66	0,55	0,67	0,56	0,69
10-18	20	0,68	0,81	0,69	0,82	0,71	0,84
	25	0,82	0,95	0,84	0,96	0,85	0,98
	DAP	E = 270 años		E = 300 años		E = 330 años	
	(cm)	DC	(m)	DC	(m)	DC	(m)
19-22		4,0	5,0	5,0	6,0	7,0	8,0
	30	0,81	0,94	0,77	0,90	0,86	0,99
	35	0,95	1,08	0,91	1,04	1,00	1,13
	40	1,10	1,23	1,06	1,19	1,14	1,27

IDAPP. 10 = 0,962464 - 0,005672 * E + 0,128877 * DC + 0,02878 * DAP
IDAPP. 10 = Incremento en diámetro en un período de 10 años (cm)
E = Edad (años)
DC = Diámetro de copa (m)
DAP = Diámetro a la altura del pecho (a 1,30 m, cm cc)

De las estimaciones realizadas a través del análisis de sensibilidad de los modelos de crecimiento diametral, se puede afirmar lo siguiente:

-Para la especie lingue a medida que aumenta el diámetro de la copa y el DAP de los árboles competidores, disminuye el incremento en diámetro. Este reacciona de igual forma a medida que el árbol envejece.

-Los valores del incremento anual en diámetro fluctúan entre 0,11 y 0,35 cm. Este último se obtiene en el estrato de 40 años y con un DAP de 16 cm del árbol sujeto; con un diámetro de copa y DAP medios de los competidores de 5 m y 20 cm respectivamente, con un distanciamiento medio de 2,5 m.

-Para la especie mañío al aumentar el diámetro de copa de los árboles sujetos, también lo hace el incremento en diámetro. Al envejecer el incremento disminuye.

-El incremento diametral para un período de 10 años varió entre 0,53 y 1,27 cm. Este último valor se obtuvo con un DAP de 40 cm, un diámetro de copa medio de 8 m, a la edad de 330 años.

DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Las funciones de volumen obtenidas, tanto de volumen cúbico total como por troza, son bastante confiables de acuerdo a los parámetros utilizados para medir la bondad del ajuste de las regresiones. Se debe tener en cuenta que sólo son representativas para las áreas específicas donde se realizó el muestreo.

No se detectó una tendencia clara del factor de forma, ya sea natural o artificial, en función de la altura o del DAP. Por esta razón se presentan con valores promedio para ambas especies estudiadas. Su validez es sólo como un indicador general.

El lingue al momento de iniciarse el estudio, se encontraba en un estrato intermedio con la presencia de roble en el dosel superior. Se había regenerado por monte bajo, quedando varios pies por tocón hasta el momento de la extracción de la muestra.

Dado que no se encontraron lingues en el rodal muestreado que pertenezcan al estrato superior se tuvo que optar por los que existían en el dosel dominado. Estos estaban sometidos a una fuerte competencia inter e intraespecífica, lo que se refleja en los modelos de crecimiento en una considerable subestimación del potencial de desarrollo de la especie.

Los mañíos estudiados tenían una edad promedio de 260 años. Se encontraban a nivel del dosel intermedio, estando dominados por tineo en el dosel superior. Estos dos hechos hacen presumir que también la muestra de esta especie creció gran parte de su vida en condiciones de fuerte competencia. Por esta razón, el modelo de crecimiento no refleja el potencial de desarrollo de la especie.

En base a las estimaciones realizadas con los modelos de crecimiento y para las condiciones de competencia señaladas, se puede esperar un incremento diametral anual promedio de 0,35 cm. para lingue y de 0,13 cm para mañío. En las mismas condiciones los valores máximos obtenidos son 0,52 cm y 0,19 cm para lingue y mañío respectivamente.

El verdadero potencial de crecimiento de las dos especies en estudio es muy difícil de obtener, dada la escasez de rodales con árboles que lo puedan reflejar por su posición social y su calidad.

La proyección silvícola de estas dos especies, probablemente va a ser la de acompañantes de otras de menor tolerancia durante gran parte del tiempo en posiciones sociales intermedias. Así se dejaría paso a otras especies nativas de crecimiento rápido, mientras que el lingue y el mañío permanecen por más de una rotación, hasta que también lleguen al estrato dominante. Su alto valor de mercado y la importancia económica al diversificar especies, deberían llevar

INFOR

al mantenerlas dentro de la composición de rodales en los cuales existen por distribución natural.

CONCLUSIONES

- De acuerdo a los indicadores utilizados para estimar la bondad de ajuste, las funciones de volumen obtenidas para lingue del área de Jauja y para mañío del área de Cumleufu, son bastante confiables para éstos.
- Los valores medios entregados para el factor de forma, deben ser considerados sólo como indicadores.
- Los modelos de crecimiento diametral se encuentran dentro de los rangos de error permitidos, razón por la cual se puede confiar en sus estimaciones.
- Los incrementos diametrales se estimaron sobre la base de árboles provenientes del estrato intermedio, sufriendo la competencia del dosel superior.
- Los valores de crecimiento obtenidos no reflejan por lo tanto el verdadero potencial de desarrollo de estas especies.
- Para las situaciones evaluadas se puede esperar un incremento diametral anual medio de 0,35 cm para lingue y de 0,13 cm para mañío.
- Los valores máximos para las muestras, indican incrementos de 0,52 cm y de 0,19 cm para lingue y mañío respectivamente a pesar de que los árboles se encuentran en las posiciones sociales dominadas.
- Los rodales en donde participan las especies estudiadas, deberían manejarse en más de un estrato. Las especies de menor crecimiento podrían proyectarse en más de una rotación de la especie principal de mayor crecimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ALVAREZ, S. (1977). Programa de análisis de tallo. Archivo de programas computacionales del INFOR. Stgo, Chile.
2. CUBILLOS, V. (1987). Modelos de crecimiento diametral para algunos renovales de raulí. Ciencia e Investigación Forestal Nº 1. INFOR - Chile, pp 68 -76
3. DONOSO, C. (1981). Tipos forestales de los bosques nativos de Chile. FO:DP/CH/76/003. CONAF - FAO. Stgo, Chile. 70 pp
4. FORVESA (1989). Información estaciones meteorológicas Forestal Río Vergara S.A. Nacimiento, Chile.
5. S. GROSSE, H. (1989) Renovales de raulí, roble, coigüe y tepa. Expectativas de rendimiento. Ciencia e Investigación Forestal Nº 6. INFOR - CHILE. pp 37-72.
6. GROSSE, H. Y KANNEGIESSER, U. (1988). Investigación para el manejo de las plantaciones de Pino oregón y Sequoia sempervirens (Informe Final). Instituto Forestal. Chile. 179 pp.
7. HAJEK, E y DI CASTRI, F. (1975). Bioclimatología de Chile. Vicerrectoría académica de la Universidad Católica de Chile. Stgo, Chile. 122 pp.
8. HUSCH, B; MILLER, CH. and BEERS, T. (1982). Forest mensuration. John Wiley & Sons. Canadá. 401 p.
9. IREN - CORFO (1978). Estudio de suelos de la provincia de Valdivia. Estudio realizado en convenio IREN - Universidad Austral de Chile, facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de suelos y abonos. Santiago, Chile. 178 pp.
10. KRAMER, H. und AKÇA, A. (1982). Leitfäden für Dendrometrie und Bestandesinventur.

INFOR

J.D. Sauerländer's Verlag. Frankfurt a. M. 251 p.
11.LOETSCH, F.; ZÖHRER, F. and HALLER, K. (1973). Forest inventory. Vol. II. München, BLV. 467 p.
12.PERALTA, M. (1976). Uso, clasificación y conservación de suelos. Servicio agrícola y ganadero. Stgo., Chile. 337 pp.
13.PRODAN, M. (1965). Holzmesslehre. J.D. Sauerländer's Verlag, Frankurt. a. M. 644 p.
14 ZÖHRER, F. (1980). Forstinventur. Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin. 207 p.

BIBLIOTECA
INSTITUTO FORESTAL

CLASIFICACION POR APROVECHAMIENTO DE MADERAS LATIFOLIADAS COMENTARIO SOBRE NORMA CHILENA NCh 1969

Vicente A. Pérez G.(*)

RESUMEN

El presente artículo analiza los distintos tipos de clasificación que existen en el mercado mundial de la madera y ubica entre ellos la clasificación visual por despiece o aprovechamiento. Revisa la historia de la clasificación en Chile para presentar finalmente la actual norma sobre el tema; identificada como **NCh 1969** Of 86 "Madera. Especies Latifoliadas y Alerce. Clasificación Visual por Despiece o Aprovechamiento". Describe y define el procedimiento, complentándole con definiciones de términos y conceptos.

Analiza un detalle la **NCh 1969,** incluyendo los ejemplos de aplicación necesarios para comprender el criterio de clasificación y finalmente, incluye un comentario sobre la no aplicación de esta norma chilena por los productores nacionales.

ABSTRACT

The present article analyzes the different kind of grading systems existing in the world wood market and outstands among them the visual grading rule. It reviews the history of grading systems in Chile until showing the present Standard on the subject, known as NCh 1969 Of. 86 "Timber. Hardwood and Alerce Species. Visual Grading Rules".

It describes and defines the procedure and it is supplemented by definitions of terms and concepts.

NCh 1969 is analized in detail, including the necessary applications examples to understand the grading criterion, and finally includes a comment on the lack of application of this Chilean Standard by domestic producers.

(*) Ingeniero Civil, Jefe División Industrias Forestales, Instituto Forestal, Huérfanos 554, Stgo. Chile.

INFOR

INTRODUCCION

Las piezas de madera, tal como salen del aserradero presentan una amplia variabilidad en su aspecto, resistencia y durabilidad. Lo anterior a causa de las irregularidades físicas, químicas y físico-químicas (defectos) que, son inherentes a la madera y a su calidad de material anisotrópico y no homogéneo. Esto determina una limitación en su uso o aplicación y una subestimación de su valor.

Por ello se hace necesario unificar criterios que permitan el ordenamiento del mercado de la madera mediante la definición de grupos que aseguren el uso de una misma calidad para un mismo propósito.

La clasificación de la madera, permite separar el producto obtenido de la troza en grupos con características semejantes. La norma chilena **NCh 993 E72**, define:

Clasificación por Aspecto: Clasificación que se efectúa considerando la apariencia o aspecto de la madera como principal requisito, de acuerdo al uso a que ella se destine.

Clasificación por Resistencia: Clasificación que se efectúa considerando la resistencia de la madera a los esfuerzos mecánicos como principal requisito de acuerdo al uso a que ella se destine.

La clasificación por aspecto se basa en la inspección visual de las características físicas de las piezas de madera cuyo principal requerimiento será su apariencia.

La clasificación por resistencia se basa en la inspección, visual y/o mecánica de las piezas, a fin de detectar los defectos que influyen sobre su resistencia.

Luego, el propósito fundamental de los criterios de clasificación definidos para madera aserrada es: **ubicar cada pieza dentro de grupos con características semejantes.**

La metodología que se expondrá a continuación es un tipo de clasificación por aspecto y se le identifica como **clasificación visual por despecie o aprovechamiento.** Esta consiste en definir el grado de aprovechamiento que se puede obtener de una pieza de madera, al eliminar sus zonas defectuosas.

Este criterio de clasificación es usado en normas Americanas, Europeas y de países ubicados en la Costa del Pacífico. De ellas se ha extraído la metodología para aplicarla en la norma chilena **NCh 1969** Of. 86, abarcando todas las maderas latifoliadas que crecen en el territorio nacional, proporcionando así la posibilidad de comercializar nuestro recurso forestal en un amplio ámbito del mercado mundial.

Este trabajo analizará los antecedentes básicos de la metodología detallada en la norma chilena mencionada.

HISTORIA DE LAS NORMAS DE CLASIFICACION EN CHILE

Con el Decreto Nº 1453 del 27 de Diciembre de 1933 de la Subsecretaría de Comercio del Ministerio de Relaciones Exteriores y Comercio, publicado en el Diario Oficial Nº 16.785 del 29 de Enero de 1934, se inicia en forma oficial la clasificación de la madera aserrada en Chile. El Decreto definía un reglamento de requisito para las maderas de la exportación.

Posteriormente con la creación del Ministerio de Economía y comercio, este Reglamento queda actualizado por Decreto Nº 246-A del 20 de octubre de 1939.

INFOR

El "Reglamento del 34" era solamente aplicado por el Banco Central en el control de exportaciones. Luego, con la fundación del Instituto Nacional de Investigaciones Tecnológicas y Normalización **INDITECTOR**, en 1942, dicho reglamento pasó a ser un texto guía para cualquier especificación de calidad de madera en contratos suscritos entre particulares y organismos del Estado, haciendo las veces de norma del país. Pero él no tenía la fuerza de ésta y adolecía de algunos vacíos y defectos para su completa y efectiva aplicación.

Lo anterior llevó a **INDITECTOR** a iniciar, en Julio de 1947, el estudio de la norma **30-102**, que se denominó "Definiciones y Clasificación Cualitativa de las maderas". Un año después, el 30 de Junio de 1948, según consta en un Decreto de la Corporación de Fomento de la Producción, tal estudio, salió publicado en el nombre de "Clasificación Cualitativa de las maderas", con el fin de regir la comercialización de las maderas efectuadas por esta Corporación. El 03 de Agosto de 1948, salió en consulta pública para luego, el 10 de Noviembre de 1949, ser revisada por la Comisión respectiva. Sin embargo y por razones desconocidas, nunca fue publicada como norma chilena.

El siguiente intento por desarrollar una normativa de clasificación se llevó a cabo por la Asociación de Constructores Civiles, el 30 de junio de 1950. Esta Asociación envió al **INDITECNOR** un Ensayo sobre el tema, el cual tampoco fructificó.

Posteriormente y luego de transcurrido un período de nueve años en donde no se tienen antecedentes sobre clasificación, el **INDITECNOR** solicitó la colaboración a Braden Copper Company, en febrero de 1959. Esta compañía, por intermedio del General Engineerin Departament, entrega para el estudio, su reglamento de compra, llamado "Standards for Lumber Classification Uses and Storages", el cual se pierde en el tiempo.

A raíz del sismo que azotó algunas provincias de Chile, el Ministerio de Obras Públicas y Transporte, mediante Decreto Nº 1.282 del 28 de junio de 1960, designó una comisión "para estudiar la estandarización de maderas para la construcción".

Esta reapertura del estudio de una norma, para clasificar madera se hizo teniendo presente el desorden en el uso de las maderas y el aumento experimentado en la construcción con este material.

Como resultado del anterior estudio, el 27 de Enero de 1961, sale a consulta pública la norma **NCh 30-102d.** "Clasificación de las maderas según su aspecto".

El 26 de Mayo de 1961, por Resolución del Departamento Forestal del Ministerio de Agricultura, y después de pedir al **INDITECNOR** que no se oficializara la norma **30-102**, se forma una comisión para estudiar un nuevo proyecto de Norma.

Esta comisión no tuvo contacto con **INDITECNOR.**

A fines de la década de los años 60, el **INSTITUTO FORESTAL (INFOR)** inició el estudio de un anteproyecto de norma para clasificar por aspecto el Pino radiata. Este esfuerzo se concretó en la norma NCh 178, "Clasificación por aspecto de la madera aserrada de Pino insigne", declarada oficial de la República por Decreto Nº 70 de fecha 27 de febrero de 1979 del Ministerio de Agricultura. A contar de esa fecha el **Instituto Nacional de Normalización** ha estudiado y preparado las siguientes normas relacionadas con clasificación de madera:

NCh 992 Of. 79 Madera. Defectos a considerar en la clasificación de maderas. Terminología y Métodos de Medición.

INFOR

NCh 993 Of. 72 Madera. Procedimientos y Criterios de Evaluación para clasificación.

NCh 1207 Of. **78** Madera aserrada de Pino Insigne (Pinus radiata D. DON). Clasificación por Resistencia.

NCh 1222 of **78** Trozas. Clasificación. Terminología y Métodos de Medición de los Defectos.

NCh 1969 Of. **86** Madera. Especies Latifoliadas y Alerce. Clasificación visual por Despecie o Aprovechamiento.

NCh 1970/1 Of. **88** Maderas. Parte 1; Especies Latifoliadas. Clasificación visual para uso estructural. Especificaciones de los grados de calidad.

NCh 1970/2 Of. **88** Maderas. Parte 2; Especies Coníferas. Clasificación visual para uso estructural. Especificaciones de los grados de calidad.

NCh 1989 Of. **86** Maderas. Agrupamiento de Especies madereras según su Resistencia. Procedimiento.

CLASIFICACION VISUAL POR DESPIECE O APROVECHAMIENTO

Para describir el procedimiento de clasificación por aprovechamiento, será necesario entregar algunas definiciones de términos y conceptos que son usados en esta metodología. Ellos son:

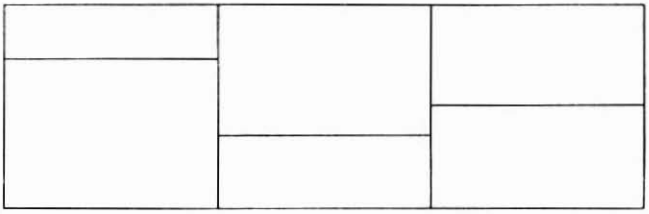
Cara Peor: Cara de la pieza con mayor cantidad de defectos.

Corte: Superficie rectangular perteneciente a cara que se clasifica de una pieza de madera aserrada y que se origina mediante rectas, imaginariamente trazadas, en forma transversal (perpendiculares al eje de la pieza), longitudinalmente (paralelas al eje de la pieza) o ambos tipos de rectas a la vez. Ver figura Nº 1. El tamaño máximo del corte queda definido en los distintos grados.

INFOR

FIGURA Nº 1

CORTES O DESPIECES



Corte Limpio: Corte que no presenta defectos.

Porcentaje de Aprovechamiento (PA): Superficie limpia total **(SLT)** multiplicada por cien y dividido por el número total de unidades de corte de una pieza.

Superficie Limpia Total (SLT): Superficie total, libre de defectos, en la cara que se está clasificando. Se calcula sumando las unidades de corte limpio **(UCL)** obtenidas durante la clasificación de la cara y se expresa en dicha unidad.

Unidad de Corte (UC): Superficie de 25 mm de ancho y de 0,3 m de longitud.

Unidad de Corte Limpio (UCL): Superficie igual a una unidad de corte **(UC)**, libre de defectos.

Principios Generales

La clasificación tiene como finalidad estimar la calidad de una pieza de madera. Tal calidad es definida por el grado en el cual ella queda clasificada.

La clasificación se efectúa por la peor cara, quedando rechazadas aquellas piezas cuya calidad es inferior al menor de los grados especificados.

Resumen del Método

Consiste en establecer, sobre la peor cara de la pieza que se clasifica, el porcentaje de superficie libre de defectos que puede extraerse en uno o varios cortes.

Posteriormente se verifica si ese porcentaje de aprovechamiento está comprendido en las especificaciones de uno de los grados definidos, determinándose así el grado de la pieza.

INFOR

Criterios de Clasificación

El grado al cual una pieza de madera es asignada depende:

De las dimensiones de la pieza, de la naturaleza e importancia de los defectos que aparecen en la cara que se clasifica, de la superficie total de la cara clasificada, del número máximo de cortes limpios y del porcentaje de aprovechamiento **(PA)**.

A continuación revisarán cada una de estas variables:

a) Dimensiones de la Pieza

Se aceptan las unidades, dimensiones nominales y tolerancias que se especifican en la **NCh 174** para madera aserrada con un contenido de humedad de **20%**

La madera debe estar total y uniformemente aserrada con sus cantos paralelos, perpendiculares a las caras y sus cabezas perpendiculares al eje de la pieza. Sin embargo, la norma **NCh 1969** acepta que hasta un **5%** del volumen **(m3)** presente los defectos y/o irregularidades del aserrado que ella especifica.

Las dimensiones de las piezas deben cuantificarse considerando que:

i) El espesor debe ser medido en la zona más delgada de la pieza.

ii) El ancho debe ser medido en la sección más angosta de la pieza.

b) Naturaleza e Importancia de los defectos

La clasificación no acepta piezas con los siguientes defectos: Pudrición, perforación, acebolladura, rajaduras en los cantos, torcedura y arqueadura con doble convexidad.

Según el grado de calidad acepta distintas magnitudes para los defectos siguientes: Desviación de la fibra, nudos, grietas y rajaduras en los extremos de la pieza, arista faltante, albura sana, alabeos y grietas superficiales.

c) Superficie Total de la Cara Clasificada

Debe medirse usando la Unidad de Corte (UC) a fin de presentar la superficie de unidades de corte.

Un ejemplo aclarará este procedimiento:

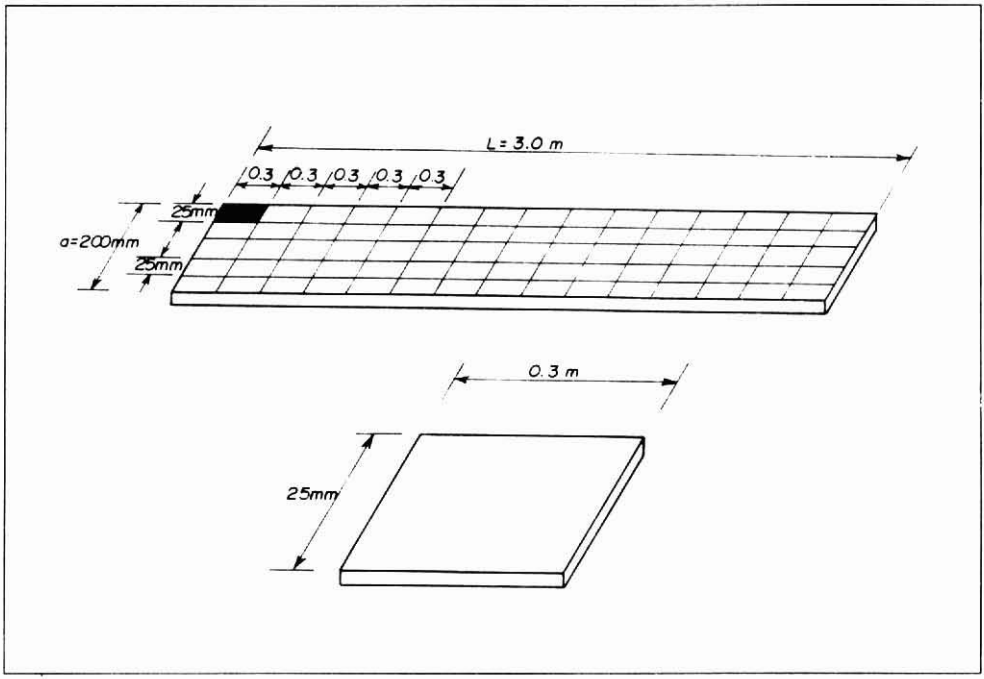
Las dimensiones de la cara de la pieza que se clasifica son:

ancho	=	a	=	200 mm
longitud	=	L	=	300 mm (Ver figura Nº 2)

INFOR

FIGURA Nº 2

SUPERFICIE TOTAL DE LA CARA DE UNIDADES DE CORTE (UC)



Luego, el número total de **UC**, será

En el ancho : $\frac{200 \text{ mm}}{25 \text{ mm}}$ = 8 UC

En la longitud : $\frac{3{,}0 \text{ m}}{0{,}3 \text{ m}}$ = 10 UC

En la Superficie de la Cara: 8 x 10 = 80 UC

d) Número Máximo de Cortes Limpios

En relación a los cortes limpios, cada grado controla 2 aspectos:

i) Tamaño mínimo de los cortes limpios, expresada también en unidades de corte (**UCL**). Los cortes limpios de mayor superficie corresponden a los grados de mejor calidad.

ii) El máximo número de cortes limpios que admite cada grado. Este número varía con la calidad del grado y con la superficie total de la cara clasificada. Los grados de calidad alta especifican las cantidades menores de cortes limpios.

Respecto a las especificaciones anteriores se procede a determinar el máximo número de cortes limpios que admite una pieza y con ellos la superficie limpia total (**SLT**).

e) Porcentaje de Aprovechamiento (PA)

Expresa el porcentaje de superficie de cara clasificada que puede aprovecharse como madera sin defectos, en cortes con dimensiones especificadas por los diferentes grados de calidad. Es el parámetro que en último término define el grado de calidad de la limpieza.

NUMERO DE GRADOS DEFINIDOS EN LA NORMA CHILENA

La norma **NCh 1969** consulta cuatro grados, que se denominan:

PRIMERA - SEGUNDA - TERCERA Y CUARTA

La norma primeramente establece especificaciones generales para los 4 grados y luego define las características de cada grado.

A modo de ejemplo se incluyen, a continuación, las especificaciones particulares del grado **SEGUNDA.**

* **Dimensiones de la pieza**

Espesor : Cualquiera de los especificados en NCh 174
Ancho : Mayor o igual que 125 mm.
Longitud : Mayor o igual que 1,8 mm.

* **Exigencias de calidad**
En las superficies adyacentes a los cortes limpios:

i) Se acepta albura sana.

ii) No se acepta arista faltante.

iii) Se aceptan grietas y rajaduras en los extremos de las piezas, siempre que la suma de sus largos no sea mayor que el 10% de la longitud de la pieza.

iv) Se acepta una desviación de la fibra no mayor que 1:20 medida en una distancia no menor que 0,9m.

INFOR

v) Se acepta (n) nudo (s), siempre que su diámetro o suma de diámetro no sea superior al tercio del ancho de la pieza.

* **Cortes limpios mínimos**

El tamaño mínimo de los cortes limpios debe ser:

75 mm x 1,20 m ó
100 mm x 0,90 m que expresados en Unidades de corte resulta ser:

3 x 4 = 12 UCL
4 x 3 = 12 UCL

* **Porcentaje de aprovechamiento: PA = 80%**

* **Número máximo de cortes limpios**

El máximo número de cortes limpios admitidos según la superficie total de la cara clasificada queda indicado en la tabla siguiente:

SUPERFICIE TOTAL DE LA CARA CLASIFICADA EN UNIDADES DE CORTE (UC)	NUMERO MAXIMO DE CORTES LIMPIOS ADMITIDOS
Hasta 55 UC	1
de 56 UC hasta 90 UC	2
de 91 UC hasta 125 UC	3
de 126 UC hasta 160 UC	4
Sobre 161 UC	5

PROCEDIMIENTO DE CLASIFICACION

- Determinar las dimensiones de la pieza.

- Escoger su peor cara y decidir, visualmente, si los defectos que aparecen en esa cara la clasifican en alguno de los grados definidos en la norma o la desclasifican. Durante este examen se debe verificar si en las superficies adyacentes a los cortes limpios o en los cantos existen defectos que son excluidos por los requerimientos particulares del grado en el cual se espera clasificar la pieza.

INFOR

Si hay duda en la clasificación de la pieza marcar con tiza las zonas o áreas con madera libre de defectos (cortes limpios) que existen en la peor cara y calcular la superficie limpia total correspondiente a la cara que se está clasificando.

Calcular el porcentaje de aprovechamiento y ver si éste cumple con las especificaciones correspondientes a algún grado de esta norma.

Es importante tener presente:

i) Que el tamaño de los cortes limpios debe obtenerse mediante múltiplos enteros de las unidades de ancho y de longitud de la unidad de corte (25 mm y 0,3 m respectivamente), ver Figura Nº 2.

ii) Que cada grado especifica un tamaño mínimo de corte limpio ; y

iii) Que cada grupo limita el número máximo de cortes limpios a considerar.

Si no se cumplen los requerimientos señalados en los diferentes grados de la norma, la pieza debe ser rechazada.

Ejemplos de Aplicación

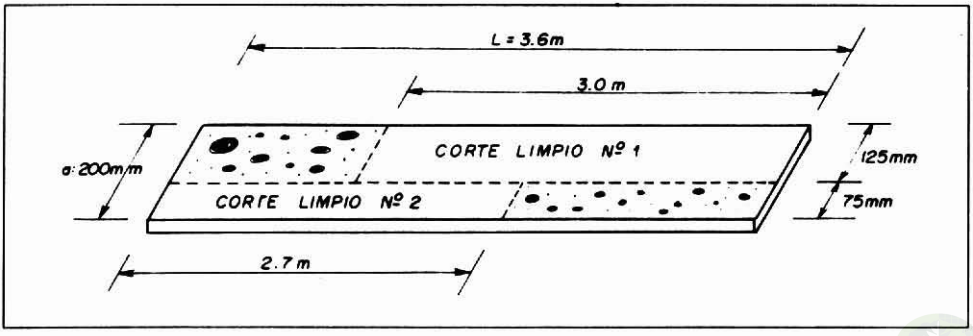
Un ejemplo ayudará a entender el procedimiento de este tipo de clasificación.

La pieza de la Figura Nº 3 tiene las dimensiones siguientes:

Ancho	:	a	=	200 mm
Longitud	:	L	=	3,6 m

FIGURA Nº 3

CORTES LIMPIOS Y DIMENSIONES



Se asume que la suma de los diámetros de los nudos existentes en la superficie, no excede el tercio del ancho de la cara.

1) Superficie Limpia Total:

a) **Corte Limpio Nº 1:**

- Largo : $\frac{3,0}{0,3}$ = 10 UC

- Ancho : $\frac{125}{25}$ = 5 UC

- Corte Limpio Total = 10 x 5 = <u>50 UCL</u>

b) **Corte Limpio Nº 2:**

- Largo : $\frac{2,7}{0,3}$ = 9 UC

- Ancho : $\frac{75}{25}$ = 3 UC

- Corte Limpio Total = 9 x 3 = <u>27 UCL</u>

c) **Superficie Limpia Total** = 50 + 27 = <u>77 UCL</u>

2) Número Total de Unidades de Corte para la Pieza:

- En el Largo : $\frac{3,6}{0,3}$ = 12 UC

- En el Ancho : $\frac{200}{25}$ = 8 UC

Número Total de Unidades de Corte: 12 x 8 = <u>96 UC</u>

3) Porcentaje de Aprovechamiento:

$$PA = \frac{77\ UCL}{96\ UC} \times 100 = 80{,}2\%$$

4) Número de Cortes Limpios: 2

5) Corte Limpio Mínimo Considerado (Corte Limpio Nº 2): = 27 UCL

6) Luego la Pieza queda Clasificada en el Grado: **SEGUNDA**

COMENTARIO FINAL

Esta norma (**NCh 1969**) concuerda con los criterios de clasificación usados por:

- National Hardwood Lumber Association **(U.S.A.)**
- Centre Technique Forestier Tropical (Francia)
- **FAO**, para el comercio de madera latifoliada en la región Asia-Pacífico.

Lo que permite clasificar nuestras especies latifoliadas con un criterio moderno y con un lenguaje común al usado en la mayoría en los países desarrollados. Sin embargo, la **NCh 1969** es desconocida en nuestro país, a pesar de haber sido oficializada por el Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción mediante Resolución Nº **130** de fecha 09 de Diciembre del 26 de Febrero de 1986.

En la comercialización de las especies latifoliadas crecidas en Chile se sigue usando el "Reglamento del **34**" con sus grados **E-I, E-II,** etc. que tiene a la fecha 55 años, y que por tal razón usa lenguaje obsoleto y un criterio que no lo entienden los extranjeros interesados en adquirir madera en nuestro país. Otro aspecto que se ha comprobado en terreno es la diferencia entre los resultados que se obtienen en localidades distintas. Un **E-IV** en Temuco difiere notoriamente de un **E - IV** en Villarrica y ello producto de la interpretación diferente que a lo largo del tiempo se le ha dado al "Reglamento", interpretaciones que se han ido deformando al traspasar la metodología de generación en generación.

Esto contrasta con lo que sucede en Estados Unidos, en donde tanto los clasificadores novatos como los experimentados están adiestrándose permanentemente a fin de evitar la deformación de los principios básicos de la clasificación.

Un artículo incluido en el FOREST PRODUCTS JOURNAL de Febrero de 1989, da a conocer "un programa de computación, denominado Halt (Hardwood Lumber Training) para adiestrar tanto a clasificadores novicios como a los experimentados en las reglas de clasificación de la NATIONAL HARDWOOD LUMBER ASSOCIATION **(NHLA)**. Este programa evita las malas interpretaciones del reglamento y ayuda tanto a productores como a los usuarios a entender con exactitud el criterio de clasificación". El artículo señala que el adiestramiento de un clasificador con este tipo de clasificación (aprovechamiento) no es fácil. La **NHLA** mantiene cursos de 14 semanas, lapso necesario para lograr que un hombre quede con los conocimientos suficientes para desempeñarse en terreno.

En Estados Unidos se incorpora la tecnología de la Computación para clasificar madera por despiece o aprovechamiento. En Chile se sigue conservando el criterio de clasificación

INFOR

definido en un "Reglamento del año **1934**", a pesar de contar con una norma chilena que nivela la tecnología de clasificación con la usada en América del Norte.

¿Será posible cambiar esta mentalidad algún día?

BIBLIOGRAFIA

1. AFNOR NF 53-501. 1973 BOIS. Classment d'aspect des bois indienes sciages avives de feuillus durs. Association Francais de Normalisation. París.
2. ASIA-PACIFIC REGIONAL GRADING RULES FOR SAWN HARDWOOD TIMBER. Editada por "Food and Agriculture Organization of the United Nations" Rome, Italy.
3. ASSOCIATION TECHNIQUE INTERNATIONALE DES BOIS TROPICAUX. les regles de classement des rondins et des sciages tropicaux. Nogent Sur Marne, France, Centre Technique Forestier Tropical, 1982.
4. CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL. Sciages avivés tropicaux africans. Regles de cassement. Nogent Sur Marne, France, 1979.
5. CHILE MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES Y COMERCIO. Subsecretaría de Comercio. Reglamento especial de requisitos para las maderas de exportación. Santiago, Chile, 1934.
6. COLLARDET. J. Size and quality standardization for tropical sawn timber imported into Europe. Rome, FAO, 1977 (FO: Misc/76/11).
7. COLLARDET J. Le classement et la normalization des bois tropicaux. Seminaire sur l' utilization des bois feuillus tripicaux. Mai 1979, Amsterdam. (Mimeo).
8. CONAF-FAO. Guía para la exportación de especies del bosque nativo chileno a países Europeos. Documento de trabajo Nº 45, 1982.
9. ERFURTH, T. Investigación acerca de la clasificación, medición y normalización de la madera. Informe Nº 1390 al Gobierno de Chile. Roma, FAO. 1961.
10. HANSON, O.P. A classification of the Uk market for sawn hardwood. London, 1980. (Mimeo).
11. INSTITUTO FORESTAL. La clasificación de la madera. Informe Técnico Nº 52, 1979.
12. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. International Standard sawn timber of broadleaved species. Defects. Terms and definitions. Geneva, ISO, 1973.
13. INTERNATIONAL STANDARD SAWN TIMBER OF BROADLEAVED SPECIES. Defects. Term and Definitions. Geneva. International Organization for Standardization, ISO, 1973.
14. NATIONAL HARDWOOD LUMBER SALES CODE. Editada por "National Hardwood Lumber Association" Chicago, Illinois.
15. **NCh 992.** Madera. Defectos a considerar en la clasificación, terminología y métodos de medición.
16. **NCh 993.** Madera. Procedimiento y criterios de evaluación para clasificación.
17. **Nch 1207.** Madera aserrada de Pino Insigne. Clasificada por resistencia.
18. NORMA ESPAÑOLA. Clasificación de la madera aserrada de Construcción. Instituto de Realización y Normalización. UNE 56-525-72, Madrid.
19. NORMAS PARA EL COMERCIO INTERNACIONAL DE MADERAS TROPICALES. Publicaciones de la AITIM, Madrid.
20. SIZE AND QUALITY STANDARDIZATION FOR TROPICAL SAWN IM-

INFOR

PORTED INTO EUROPE. FAO, Rome Italy.
21. SPECIFICATION FOR QUALITY OF TIMBER AND WORKMANSHIP IN JOINERY, BSI, 1971, London.
22. TIMBER RESEARCH AND DEVELOPMENT ASSOCIATION. Uk Standards. Notes Huiyhanden Valley, High Wycombe, Uk, 1982.
23. TORRES, H. MADERAS. Santiago Chile, Corporación chilena de la Madera. 1971.

INFOR

PROPIEDADES MECANICAS DE TABLEROS DE PARTICULAS HOMOGENEOS

Hernán Poblete W.*

RESUMEN

Se estudia la posibilidad de producir tableros de partículas con un perfil de densidad homogéneo, sin aumentar el tiempo de prensado.

Las variables consideradas fueron el contenido de adhesivo y la humedad de las partículas

Los resultados demuestran que al aumentar el contenido de adhesivo mejoran las propiedades Flexión (módulo de rotura) y Tracción perpendicular.

El análisis del perfil de densidad demostró que los perfiles más homogéneos se logran con tableros de una sola capa y con contenidos de adhesivo de 14% y 16%.

ABSTRACT

This study evaluates the possibility of producing particleboards with an homogeneous density profile.

Different levels of adhesive and wood moisture content were tested.

Bending strength (MOR) and Internal Bond increased with higher levels of adhesive content.

The most homogeneous density profiles were produced with single layer particleboards and resin content of 14% and 16%.

Palabras Claves: Tableros de partículas, Perfil de densidad, Propiedades Mecánicas.

(*) Ing. Forestal, Dr. Cs. Forestales, Universidad Austral de Chile, Casilla 853, Valdivia-Chile.

INFOR

INTRODUCCION Y ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS

El desarrollo de las diferentes tecnologías en la producción de tableros de partículas ha determinado que uno de los usos más frecuentes de este producto sea la fabricación de muebles.

La utilización de tableros de partículas en este campo requiere de una alta calidad, tanto en las propiedades físico-mecánicas como en las terminaciones que es posible dar al producto.

En la actualidad los tableros que se fabrican en Chile se caracterizan por poseer tres capas, dos externas con material fino y una capa media constituida por virutas o astillas más gruesas. Esta composición se traduce en la obtención de un perfil de densidad que es variable, disminuyendo la densidad en dirección al centro del tablero (TEICHGRABER, 1966). Por este motivo al fresar los cantos, para dar una mejor terminación al tablero, se obtienen perfiles con una zona central excesivamente porosa e inadecuada. Una posibilidad de mejorar los tableros en este aspecto la constituye el producir un tablero con un perfil de densidad homogéneo.

Sobre el estudio del perfil de densidad existen numerosos trabajos. PLATH (1971, 1972) describe la forma como el perfil de densidad influye sobre la resistencia a la flexión.

GILLWALD (1966) determinó la relación existente entre las densidades de las diferentes capas del tablero y el módulo de elasticidad de éstos. La influencia de este perfil sobre las propiedades físicas también fue estudiada, determinándose la estabilidad dimensional ante cambios climáticos (NEUSER, 1971).

El perfil de densidad también puede ser utilizado como indicador de la calidad de los tableros (PLATH y SCHNITZLER, 1974).

Sin duda alguna la línea de investigaciones más profunda realizada respecto al perfil de densidad, corresponde a una serie de trabajos realizados en Alemania (RANTA y MAY, 1978; MAY y KESERU, 1982; MAY, 1977, 1979, 1982; 1983 a, b, c).

Las determinaciones realizadas por MAY (1979) revelan que la densidad en las capas externas pueden alcanzar valores superiores a 1.000 Kg/m^3 mientras que en el centro de la capa media la densidad desciende a menos de 590 Kg/m^3.

El perfil de densidad o gradiente de densidad depende principalmente de la configuración de las partículas, la distribución de la humedad en la estera, la velocidad de cierre de la prensa, temperatura de la prensa, reactividad del adhesivo y la resistencia a la compresión de la madera de las partículas (STRICKLER, 1959; HEEBINK *et al*, 1972; GEIMER *et al* 1975).

El efecto combinado de la temperatura y la humedad reduce la resistencia a la compresión de las partículas y debido a que durante la fabricación no se distribuyen homogéneamente en la estera de partículas, provocan una gradiente de densidad. Por este motivo, si se logra una distribución homogénea de la humedad y una aplicación homogénea de la temperatura, el perfil de densidad sería parejo y no existirían diferencias entre las capas del tablero (SUCHSLAND, 1962).

El contenido de humedad de las partículas tiene una influencia importante sobre el perfil de densidad. El agua presente en la estera es el medio por el cual se reduce la resistencia a la

INFOR

compresión de las partículas, y debido a que el vapor fluye desde las capas externas hacia el interior, transporta energía calórica hacia el centro del tablero. De esta forma el contenido de humedad determina la plastificación de la madera y el fraguado del adhesivo. HEEBINK *et al* (1972) estudiaron el efecto de diferentes variables sobre el perfil de densidad y determinaron que el contenido de humedad es el factor de mayor influencia. Los resultados obtenidos por HEEBINK *et al* (1972) demuestran que esteras con contenidos de humedad homogéneos, dan como resultado perfiles de densidad menos pronunciados.

Otra variable importante a considerar es el contenido de adhesivo. MALONEY (1970) determinó que al incluir capas externas con una mayor cantidad de adhesivo se incrementa la diferencia de densidad con respecto a la capa media. Se trata en este caso de un efecto combinado del contenido de resina sólida y, debido a que esta se encuentra disuelta en agua, en un aporte de humedad que no se incluye en la capa media. Considerando lo anterior, la gradiente de densidad se vería reducida al producir una estera con un contenido de adhesivo homogéneo en sus diferentes capas.

También debe tenerse en cuenta que prensados con diferentes velocidades de cierre, dan como resultado gradientes de densidad diferentes. El tiempo de cierre depende fundamentalmente de la presión aplicada, y por lo tanto, con mayores presiones se alcanza el espesor deseado antes de que una temperatura adecuada haya sido transferida desde los platos a las zonas internas del tablero. En este caso las capas externas se calientan; reduciéndose su resistencia a la compresión y provocándose una diferencia en la densidad de las capas. Si la prensa cierra antes de que las capas internas reduzcan su resistencia a la compresión, la diferencia entre las densidades de las capas será mayor. SUCHSLAND (1962) recomienda el uso de presiones menores y tiempos de cerrado más largos para reducir la gradiente de densidad, lo cual se traduce en una disminución de la capacidad de producción de la prensa y provoca un fraguado del adhesivo antes de que exista un contacto completo entre las partículas.

MATERIALES Y METODO

Considerando los resultados obtenidos por diferentes autores y con el objeto de producir un tablero homogéneo en cuanto a la densidad de las capas, se optó por producir tableros sólo con astillas finas, sin que existieran diferencias en el contenido de humedad de las virutas de ambas capas.

La variable a estudiar fue el contenido de adhesivo de las capas y, por consiguiente el contenido de humedad de éstas. En el trabajo se incluyeron tableros de tres capas, diferenciadas sólo por el contenido de adhesivo, y tableros de una capa, homogéneos en cuanto al contenido de adhesivo.

Materiales

Las astillas utilizadas fueron del tipo capa externa (finas) y provenientes de trozas de *Pinus radiata*. El contenido de humedad inicial de las partículas varió entre 2 y 3%.

Como adhesivo se utilizó Ureaformaldehido producido por MAPAL S.A., y preparado según las siguientes formulaciones:

a) Tableros de tres capas:

Adhesivos para capa externa: Ureaformaldehido diluido al 46% con catalizador 0,4% NH_4Cl.

Adhesivo para capa media: Ureaformaldehido diluido al 58,38% con catalizador 3% NH_4Cl.

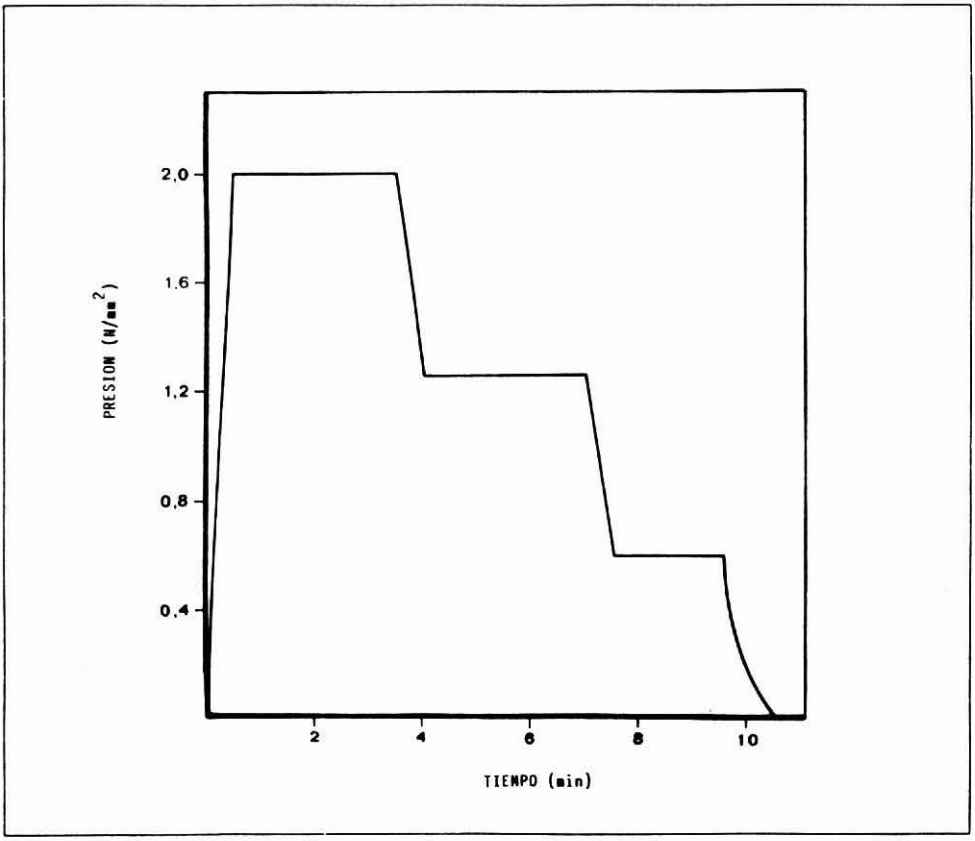
b) Tableros de una capa
Adhesivo homogéneo: Ureaformaldehido diluido al 50% sin catalizador.

Método

Los tableros se fabricaron con una densidad calculada de 750 Kg/m^3. El espesor final, sin lijar, fue 16 mm. En el caso de los tableros de tres capas se consideraron dos capas externas con un 25% del material cada una, y una capa media con 50% del material.

El ciclo de prensado fue de 10 minutos con una presión máxima de 2,0 N/mm^2 y con dos descansos, en 1,26 N/mm^2 y 0,6 N/mm^2 (Figura 10). La temperatura de prensado fue 150 °C.

FIGURA 1
CICLO DE PRENSADO



En total se fabricaron seis series de tableros diferenciados por el contenido de adhesivo y humedad de las capas. Estas diferencias se presentan en el Cuadro Nº 1.

CUADRO 1
CARACTERISTICAS DE LAS SERIES DE TABLEROS

Serie Nº	ADHESIVO		HUMEDAD	
	C. Externa (%)	C. Media (%)	C. Externa (%)	C. Media (%)
1	19	8	3	3
2	19	13	3	3
3	19	13	3	6
4	12		3	
5	14		3	
6	16		3	

A estos tableros se les determinaron las propiedades mecánicas flexión (Módulo de rotura) y tracción, ambas de acuerdo con las normas DIN. Aparte de estos ensayos se tomaron muestras al centro y a lo largo del tablero para efectuar un fresado y evaluar cualitativamente la calidad de los cantos. Para corroborar el efecto de las variables sobre el cambio de perfil de densidad se determinó la gradiente de densidad por el método gravimétrico, vale decir, eliminando mediante un cepillado porciones del tablero y determinando la densidad por diferencia de peso.

RESULTADOS Y DISCUSION

Encolado, formación y prensado de los tableros

Después de realizar el encolado de las partículas se controló el contenido de humedad de ellas antes de entrar a la prensa, los resultados de esta medición se presentan en el Cuadro Nº 2.

CUADRO 2

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LAS PARTICULAS LUEGO DEL ENCOLADO

Serie Nº	Capa	Humedad inicial %	Adhesivo %	Humedad encolada %
1	Externa	3,0	19,0	23,8
	Media	3,0	8,0	8,0
2	Externa	3,0	19,0	23,5
	Media	3,0	13,0	10,3
3	Externa	3,0	19,0	23,8
	Media	6,0	13,0	13,0
4	Homogéneo	3,0	12,0	14,5
5	Homogéneo	3,0	14,0	16,3
6	Homogéneo	3,0	16,0	17,5

Al comparar el contenido de humedad de las capas medias de las series 2 y 3, se observa que pese a haber aumentado el contenido de humedad de las partículas de 3% a 6% y estar encoladas con un 13% de adhesivo, su contenido de humedad es inferior al de las partículas de la serie 4, la que ha sido encolada con una cantidad inferior de adhesivo. Esto se debe a que el adhesivo empleado en las series 4; 5 y 6 estaba más diluido (50%) que el empleado en las capas medias de las series 1; 2 y 3 (58,3%). El contenido de humedad más bajo de las partículas de las series 1; 2 y 3, causado por la concentración de adhesivo, tiene un efecto negativo sobre la compactación del material. A esta desventaja se suma la gran superficie interna de las partículas, lo cual hace que la cantidad de solución de adhesivo por unidad de superficie sea menor. Esta diferencia era notoria al tacto.

En general se puso comprobar que tanto el aumento en la cantidad de adhesivo, como un aumento en el contenido inicial de humedad de las partículas se traduce en un aumento gradual del contenido de humedad de las partículas.

Resistencia a la flexión (Módulo de rotura) de los tableros

Los valores obtenido de este ensayo se presentan en el Cuadro Nº 3.

INFOR

CUADRO 3

RESISTENCIA A LA FLEXION (MODULO DE ROTURA), VALORES PROMEDIO, MAXIMO, MINIMO Y DESVIACION ESTANDAR. RESISTENCIA DETERMINADA DE ACUERDO CON DIN 52362.

Serie Nº	FLEXION (Módulo de rotura) Media N/mm²	Máxima N/mm²	Mínima N/mm²	Desv. estándar
1	17,075	22,20	10,60	2,7167
2	29,339	37,32	19,66	3,5302
3	30,775	41,89	18,01	5,3968
4	20,906	28,31	12,87	3,7151
5	25,312	37,09	19,89	4,6889
6	28,906	37,60	20,60	3,7912

Las resistencias a la flexión registradas demuestran que al aumentar el contenido de adhesivo mejora esta propiedad.

En el caso de las series 1; 2 y 3 el incremento del adhesivo se efectuó sólo en la capa media aumentando de 8% a 13%. En efecto, al comparar las series 1 y 2 se verifica un mejoramiento de la resistencia promedio de 17,08 N/mm² a 29,34 N/mm². Este cambio se debe al incremento de la proporción de adhesivo en un 5%. En el caso de la serie 3 se trata de partículas de capa media que poseen un contenido de humedad (6%) superior a la serie 2 (3%) lo cual permite una mejor compactación del material, una menor absorción del adhesivo y provoca un ligero aumento de la resistencia, de 29,34 N/mm² a 30,78 n/mm².

En las series 4; 5 y 6 no se contempló una diferencia en capas. El adhesivo empleado se encontraba más diluido que el utilizado para las capas medias de las series anteriores.

Al analizar las resistencias promedio de las series 4; 5 y 6 se observó un aumento gradual de la propiedad a medida que aumentaba el contenido de adhesivo y, consecuentemente, el contenido de humedad de las partículas encoladas.

Los resultados de los tableros homogéneos (series 4; 5 y 6) se observó un aumento gradual de la propiedad a medida que aumentaba el contenido de adhesivo y, consecuentemente, el contenido de humedad de las partículas encoladas.

Los resultados de los tableros homogéneos (series 4; 5 y 6) son en general más bajos que aquellos de los tableros de tres capas. Esta diferencia se debe a que en las series 1; 2 y 3 el contenido de adhesivo de las capas externas (19%) es significativamente mayor a las de los tableros homogéneos. Esta cantidad más elevada de adhesivo y del contenido de humedad de las capaz externas, produce una compactación más eficiente de las zonas superficiales del tablero. Teniendo en cuenta que en la resistencia a la flexión las tensiones más altas se registran en esta zona del panel, es lógico esperar que la producción de tableros de tres capas, con más adhesivo en la superficie, de mejores valores de flexión.

Considerando que el objetivo del estudio es lograr un tablero con un alto grado de compactación en la zona central, o bien una gradiente de densidad menor, resultan especialmente interesantes los tableros de las series 5 y 6 (14% y 16% de adhesivo respectivamente).

En ambos casos se logró obtener resistencias a la flexión que superan los requisitos exigidos por la norma DIN 68761 y una capa central que, visualmente, se encontraba notablemente más compactada que en las series de tableros con tres capas.

El análisis de varianza al que se sometieron los valores de flexión reveló que no existen diferencias significativas entre las series 2; 3 y 6. Estos tres tipos de tableros presentan una cantidad de adhesivo promedio de 16% y registran las resistencias más altas de flexión. Es importante tener presente que las series 2 y 3 tienen una mayor concentración del adhesivo en las capas externas (19%). Esta ventaja no se traduce en la obtención de resistencias que sean significativamente superiores, lo cual indica que la capa media con un encolado deficiente (series 2 y 3) influye sobre esta propiedad mecánica.

El mismo test estadístico reveló que los tableros del tipo 1; 4 y 5 son diferentes entre sí y diferentes al grupo analizado anteriormente.

Los valores de desviación estándar indican la diferencia promedio existentes entre los valores reales medios, y la flexión media calculada. La situación más desfavorable, de acuerdo con este parámetro estadístico se registra en la serie 3 con un valor de 5,39. Las cifras de resistencia máxima y mínima indican el rango de dispersión que tuvieron las probetas ensayadas.

Al seleccionar el tipo de tablero que reune como características el mejor valor de flexión y mayor grado de compactación de la capa media, se determinó que los tableros de la serie 6 cumplen con estos requisitos. Por este motivo, y considerando que las probetas analizadas presentaron una variación de la densidad de tablero entre 720 Kg/m^3 y 780 Kg/m^3, se calculó la ecuación que representa la relación existente entre la densidad y la resistencia a la flexión. Esta función registró un coeficiente de correlación de 0,82 y es la siguiente:

$$F(_{MR}) = -50{,}7085 + 0{,}1058\ D$$

Donde $F(_{MR})$ = Resistencia a la flexión, módulo de rotura (N/mm^2)

D = Densidad del tablero (Kg/m^3)

Es necesario recalcar que esta ecuación sólo es válida para el rango de densidad estudiado, entre 720 Kg/m^3 y 780 Kg/m^3).

Resistencia a la tracción perpendicular al plano

Los valores promedio de este ensayo, realizado según las condiciones determinadas por DIN 52365, se presentan junto a la resistencia máximas, mínimas y las desviaciones estándar, en el Cuadro Nº 4.

INFOR

CUADRO 4

RESISTENCIA A LA TRACCION, VALORES PROMEDIO, MAXIMO, MINIMO Y DESVIACION ESTANDAR. RESISTENCIA DETERMINADA DE ACUERDO CON DIN 52365

Serie Nº	TRACCION (perpendicular al plano) Media N/mm²	Máxima N/mm²	Mínima N/mm²	Desv. estándar
1	0,150	0,300	0,030	0,0118
2	0,497	0,688	0,368	0,0088
3	0,579	0,786	0,405	0,0101
4	0,693	1,100	0,368	0,0192
5	1,030	1,432	0,604	0,0313
6	1,347	1,764	0,866	0,0251

Esta propiedad mecánica es el parámetro que mejor representa la calidad de las uniones entre las partículas de la zona central del tablero. Durante en ensayo de tracción se aplican fuerzas iguales y contrarias, por lo que las máximas tensiones se verifican en el centro del tablero. Dado que esta propiedad mecánica depende de la densidad del tablero, especialmente de la densidad de la zona central, al producir un panel con una gradiente de densidad menos pronunciada, se obtiene un incremento de la resistencia (MAY, 1982 b).

Concordando con lo expuesto, los resultados presentados en el Cuadro Nº 4 demuestran que una mejor compactación de la capa media provoca aumento de la tracción.

En el caso de los tableros con tres capas se incluyó una menor cantidad de adhesivo (8% y 13%) el cual se encontraba más concentrado (58,3%) por este motivo las resistencias son insuficientes en el caso de la serie 1. El aumento de la tracción en las series 2 y 3 se debe al incremento en la proporción de adhesivo (13%) y la pequeña diferencia que existe entre estas series se debe al aumento en el contenido de humedad, de 3% a 6% en la capa media. Los resultados obtenidos con estas tres series demuestran que tanto la humedad como el contenido de adhesivo tienen un efecto sobre la densificación de la capa central.

En el caso de las series 4; 5 y 6, tableros homogéneos con 12%; 14% y 16% de adhesivo, se aprecia claramente un aumento de la resistencia directamente proporcional al incremento en el contenido de adhesivo. De la misma forma que en el caso de la flexión, las series 5 y 6 resultan ser las de mayor interés ya que sus resistencia mínimas a la tracción superan los requisitos de la norma DIN 68761. Durante el ensayo de estas series, 5 y 6, se observó que todas las probetas se fracturaron en las zonas más externas del tablero, vale decir que las resistencias medidas representan a las zonas de menor densidad. Lo anterior significa que la resistencia de las capas centrales son mayores que las registradas.

Al comparar los tableros de tres capas, series 1; 2 y 3, con los tableros de una capa, series 4; 5 y 6, se comprobó que el aumento gradual del contenido de humedad de las partículas de la capa media está directamente relacionado con el aumento de tracción. Este efecto es más notorio en el caso de las series 3 y 5 donde ha disminuido el contenido de adhesivo, de 13% a

12% y ha aumentado el contenido de humedad, de 13% a 14,5%, produciéndose un incremento en la tracción de 0,579 N/mm² a 0,693 N/mm².

El análisis de varianza indicó que todas las series son significativamente diferentes, salvo las series 2 y 3, en las cuales la única diferencia es el contenido de humedad de las capas medias, 3% y 6% respectivamente.

El parámetro desviación estándar es más desfavorable en el caso de la serie 5, pese a ello el valor mínimo de esta serie (0,604 N/mm²) supera la exigencia de la norma, por lo que la desviación estándar registrada no debiera ser una limitante para su fabricación.

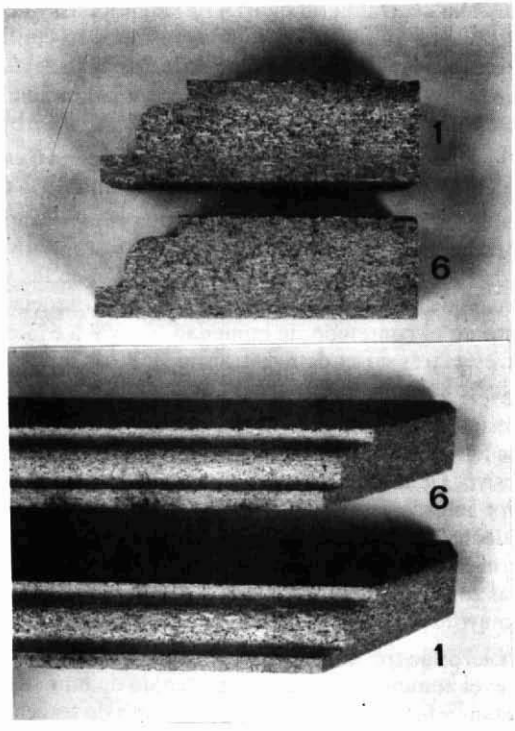
Estado de los cantos luego del fresado

La evaluación de la calidad de los cantos se basó en una inspección visual de la porosidad luego de un fresado.

El aspecto de los perfiles producidos se observa en las fotografías que se presentan en la Figura 2.

FIGURA 2

Perfiles de las series 1 y 6 luego de un fresado.



La inspección visual de los perfiles permitió comprobar que la calidad de los cortes mejoró a medida que se aumentaba la cantidad de adhesivo o el contenido de humedad de la zona central del tablero. Este resultado coincide con los antecedentes recopilados de la literatura existente y se vio corroborado por el estudio del perfil de densidad efectuado en dos de las series de tableros producidos.

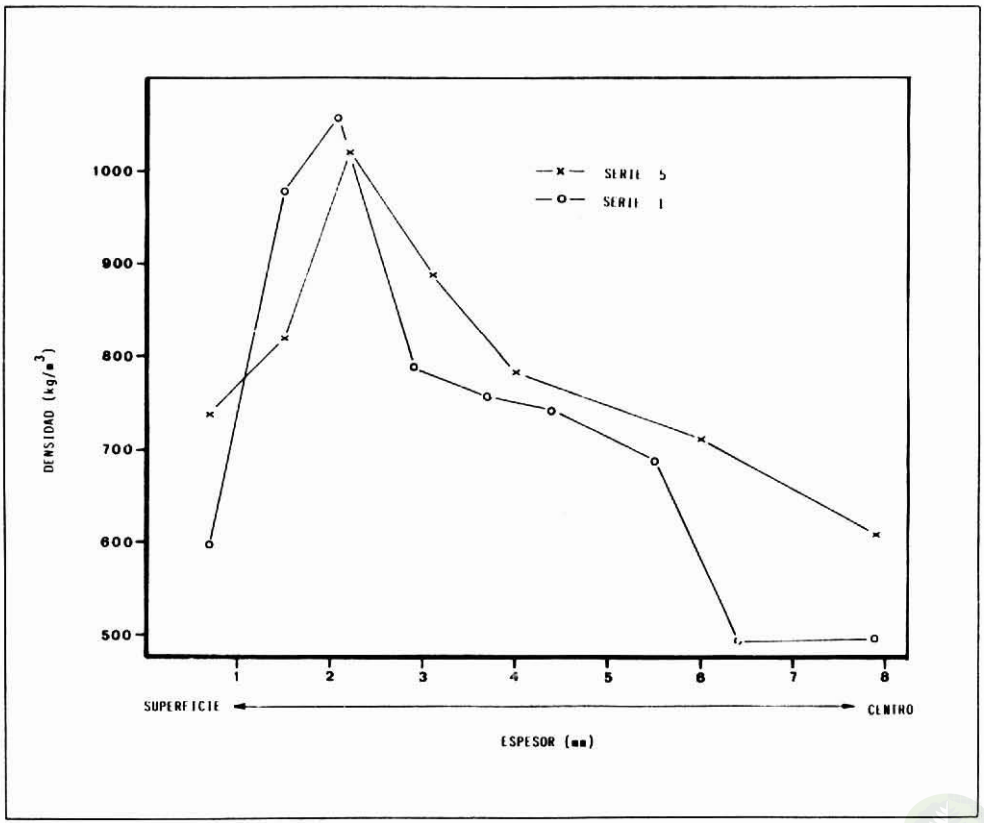
Perfil de densidad

Tal como se mencionara en el método, la determinación de la densidad en diferentes zonas del espesor del tablero se llevó a cabo por gravimetría, utilizando para ello una cepilladora industrial.

Esta medición se efectuó en tableros de las series 1 y 5 con una repetición en cada caso. El resultado de estas determinaciones se presenta graficado en la Figura 3.

FIGURA 3

VARIACIÓN DE LA DENSIDAD EN EL PERFIL DE LOS TABLEROS DE LAS SERIES 1 Y 5.



Las poligonales presentadas en la Figura 3 representan la variación de la densidad en el espesor del tablero. Se observé que las zonas de mayor densidad corresponden a la superficie del tablero, posteriormente se produce una reducción de este valor hasta llegar al centro del plantel.

La tendencia que siguen las poligonales es clara, observándose una zona externa de baja densidad, la cual en el proceso industrial es eliminada mediante un lijado. La densidad alcanza su nivel máximo a dos milímetros de la superficie y comienza a descender en forma similar en ambos tipos de tableros. A partir de una distancia aproximada de 3,5 mm del centro, comienza a presentarse una marcada diferencia entre los dos tipos de tablero. En ambos tableros la densidad continúa disminuyendo pero la tasa de decrecimiento es mayor en el caso de los tableros de tres capas, (serie 1). En los tableros de la serie 1 hay una división clara entre la capa externa y la capa media, donde la capa superficial, más compactada, ocupa una porción del espesor equivalente a aproximadamente 3 mm., para luego cambiar bruscamente a una zona menos densificada. La serie 5 por el contrario, registra una disminución del grado de compactación más gradual.

Lo anterior, permitió comprobar que los tableros homogéneos tienen una compactación menos irregular, lo que se tradujo en la obtención de un perfil de mayor calidad luego del fresado.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos de los diferentes ensayos permiten enunciar las siguientes conclusiones:

Al encolar las partículas de madera sin diferenciar el tablero en capas, se obtiene un tablero con un perfil de densidad más homogéneo.

El adhesivo, Ureaformaldehido, debe aportar una cantidad importante de humedad, por lo que es necesario diluirlo, en este caso a un 50%.

La resistencia a la flexión de los tableros homogéneos es adecuada cuando se encolan las partículas con cantidades de adhesivo superiores a un 14%.

La resistencia a la flexión se ve mejorada a medida que aumenta el contenido de adhesivo.

La resistencia a la tracción cumple con los requisitos exigidos por la norma DIN cuando la capa media es encolada con cantidades superiores a un 8%. Con proporciones menores de adhesivos no se cumple la norma debido a que las partículas utilizadas son finas y poseen una superficie interna mayor que las normales en la capa media.

Ninguna de las series de tableros que contemplan una diferenciación en tres capas dio origen a una terminación adecuada luego de un fresado de los cantos.

Los tableros homogéneos, de una sola capa, permitieron obtener un fresado menos poroso. La calidad del fresado mejoró a medida que se aumentó el contenido de adhesivo en los tableros.

AGRADECIMIENTOS

Los ensayos se llevaron a cabo gracias a la contribución de la Industria Maderas y Sintéticos S. A. (MASISA).

INFOR

En el planteamiento de las variables a estudiar participó el Ing. Civil Químico, Sr. Alex Ruff, y en los ensayos de laboratorio colaboró el Técnico Forestal, Sr. Luis Inzunza.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

GEIMER, R.; MONTREY, H.; LEHMANN, W. 1975. Effects of Layer Characteristic on the properties of three-layer Particleboards. Forest Prod. Journal. 25(3): 19-29.

GILLWALD, W. 1966. Untersuchungen über die Dauerfestigkeit von mehrschichtigen Spanplatten. Holz als Roh-und Werktoff 24(10): 495-499.

HEEBINK, B. G.; LEHMANN, W. F.; HEFTY, F. 1972. Reducing particleboard perssing time: Exploratory study. USDA For. Serv. Res. Pap. FPL 180 For. Prod. Lab. Madison, Wis.

MALONEY, T. M. 1970. Resin distribution in layered particleboard. Forest Prod. Journal. 20(1): 43-52.

MAY, H-A. 1977. Zur Mechanik der Holzspanplatten unter besonderer Berücksichtigung der Rohdichte-Differenzierung und Rohtoffzusammensetzung. Holz als Roh-und Werkstoff. 35(1977): 385-387.

MAY, H-A. 1979. Verfahrenstechnische Untersuchungen zur Verbesserung der Eigenschaften von Spanplatten durch Bestimmung und Veränderung ihres Dichteprofils. Fraunhofer Institut für Holzforschung. WKI-Bericht Nr. 11. 70 p.

1982. Zusammenhänge zwischen Eigenschaften, Rohstoffkomponenten und dem Dichteprofil von Spanplatten. Tei 2: Möglichkeiten der Anwendung industrieüblicher Sortierverfahren zur Beurteilung von Spangemischen. Hoz als Roh-und Werkstoff. 40(1982): 303-306.

1983 a. Zusammenhänge zwischen Eigenschaften Rohstoffkomponenten und dem Dichteprofil von Spanplatten. Teil 3: Auswertung von Dichteprofilen und industrielle Anwendungsmöglichkeiten zur Abschliffüberwachung. Holz als Roh-und Werktoff. 41(1983): 189-192.

1983 b. Zusammenhänge zwischen Eigenschaften, Rohstoffkomponenten und dem Dichteprofil von Spanplatten. Teil 4: Einflüsse der Dichteunterschiede und Rohstoffe auf die Zugfestigkeit senkrecht zur Plattenebene und die Scherfestigkeit. Holz als Roh-und Werkstoff 41(1983): 271-275.

1983 c. Zusammenhänge zwischen Eigenschaften, Rohstoffkomponenten und dem Dichteprofil von Spanplatten. Teil 5: Einflüsse der Dichteprofile und Rohstoffe auf Biege-E-Modul und Biegefesttigkeit. Holz als Roh-und Werkstoff 41(1983): 369-374.

MAY, H-A.; KESERU, G. 1982. Zusammenhänge zwischen Eigenschaften, Rohstoffkomponenten und den Dichteprofil von Spanplatten. Teil 1: Sichtung von Spangemischen und Methoden zur Beurteilung ihrer Eignung für die Herstellung von Spanplatten. Holz als Roh-und Werkstoff 40(1982): 105-110.

NEUSSER, H. 1971. Die Bedeutung der genormten und der nicht genormten Eigenschaften von Holzwerkstoffen vor allem für ihre Anwendung im Bauwesen. Holzforschung und Holzverwertung 23(6): 119-126.

PLATH, E. 1971. Beitrag zur Mechanik der Holzspanplatten. Holz als Roh-und Werkstoff 29(11): 377-382.

PLATH, E. 1972. Berechnung von Holzverbundwerkstoffen. Holz als Roh-und Werkstoff 30(2): 57-61.

PLATH, E.; SCHNITZLER, E. 1974. Das Rohdichteprofil als Beurteilungsmerkmal von Spanplatten. Holz als Roh-und Werkstoff. 32(11): 443-449.

RANTA, L.; MAY, H-A. 1978. Zur Messung von Rohdichteprofilen an Spanplatten mittels

INFOR

Gammastrahlen. Holz als Roh-und Werkstoff. 36(1978): 467-474.
SUCHSLAND, O. 1962. The density distribution in flakeboard. Q. Bull., Mich. Agr. Exp. Sta. Mich. State Univ. 45(1): 104-121.
STRICKLER, M. D. 1959. Effect of press cycle and moisture content on properties of Douglas-fir flakeboard. Forest Prod. Journal. 9(7): 203-205.
TEICHGRAEBER, R. 1966. Eigenschaften und Eigenschaftprüfung. In KOLLMAN, F. 1966. Holzspanwerkstoffe. Springer Verlag. Berlín. pp: 530-577.

INFOR

ANTECEDENTES BASICOS SOBRE EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE DIAFRAGMAS VERTICALES SOLICITADOS POR CARGAS HORIZONTALES INDUCIDAS EN SU PLANO

Víctor A. Carvallo A. (*)

RESUMEN

Este artículo, entrega algunos antecedentes básicos del comportamiento estructural de panales revestidos con placas y sometidos a carga horizontal en un plano. Se entrega la teoría fundamental para poder determinar la relación carga-deformación en muros de corte y se señala la metología experimental, actualmente en vigencia. La investigación ha demostrado que el mayor aporte en el desplazamiento horizontal de un panel viene dado por el corrimiento de las fijaciones (sobre el 80%), por lo que es primordial su correcta evaluación. Este trabajo entrega cuatro tipos de ecuaciones que representan la curva carga-deformación de las fijaciones: exponencial, logarítmica, asintótica y tangente hiperbólica. La mejor predicción es entregada por la curva asintótica.

Por otra parte la experiencia ha demostrado que la carga admisible recomendada para este tipo de panel, es aquella que induce una deformación de H/300, siendo H la altura del panel (8 mm. en muro de 240 cm. de alto).

ABSTRACT

This article gives some basic information on the structural behaviour of plate coated panels under horizontal loads. General theory and up-dated methodology to determine load-strain ratios in shear walls are discused.

Research has demonstrated that the main contribution to horizontal displacement is caused by the sliding of fasteners (over 80%), therefore its correct evaluation is essential.

This work presents four kinds of equations representing the load -strain curve for fasteners, namely: exponential, logarithmic, asymtotic, and hyperbolical tangent.

On the other hand, ethis work has shown that recommended allowable loads for this kind of panel are those that induce a maximun strain of H/300, being H the height of the panel (8 mm. on a wall of 240 cm. high).

(*) Ingeniero Civil, División Industrias. Instituto Forestal, Huérfanos 554 Stgo. Chile.

INFOR

INTRODUCCION

No obstante los importantes avances obtenidos en el conocimiento del comportamiento estructural de la madera, tanto en Chile como en el extranjero, uno de los aspectos en los cuales todavía no existe una concepción uniforme a nivel mundial, es el relacionado con la caracterización analítica de diafragmas rigidizados con placas, las que facilitan la construcción, permiten la industrialización y con los cuales se obtienen capacidades resistentes mayores respecto de los muros tradicionales rigidizados con diagonales o entablados.

Un diafragma es un elemento estructural delgado, normalmente rectangular, formado fundamentalmente por un bastidor sobre el cual se fija una placa o revestimiento, capaz de soportar solicitaciones de cizalle y que por rigidez limita las deformaciones de una estructura.

Considerando los tipos de solicitaciones a que quedan expuestos los diafragmas y su disposición dentro de la estructura, es conveniente dividirlos en:

a) Diafragmas Horizontales

Son elementos planos horizontales o inclinados que corresponden a pisos o techos de edificios que, además de resistir solicitaciones verticales de peso propio y sobrecarga, pueden soportar fuerzas de viento e inercia y transmitirlas a las subestructuras verticales conectadas a ellos.

b) Diafragmas Verticales

Son elementos planos verticales resistentes a la acción de fuerzas laterales, y tienen la función de servir de apoyo a los diafragmas horizontales y transferir las cargas laterales a las fundaciones.

Los diafragmas verticales paralelos a la carga lateral aplicada, reciben el nombre de **muros de corte.**

Los muros de corte juegan un rol importante en la resistencia a las solicitaciones de viento y sismo en construcciones que utilizan diafragmas de madera, obteniéndose a través de ellos una rigidización de toda la estructura.

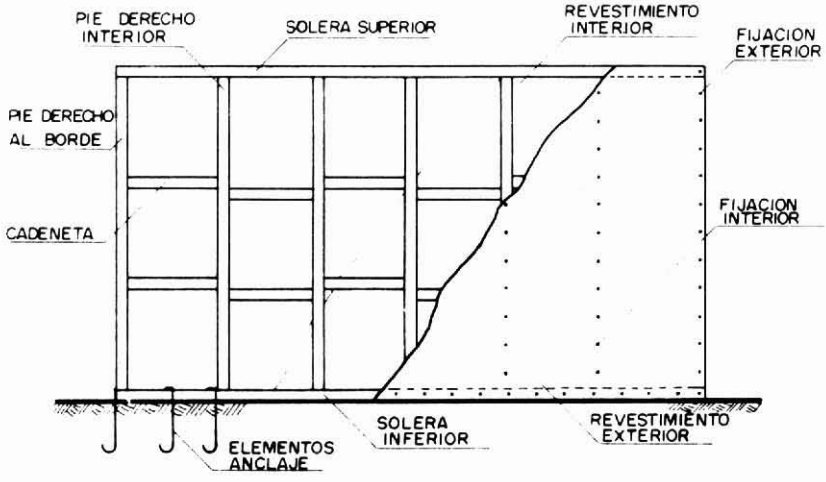
La importancia de conocer su comportamiento, ha llevado a investigadores extranjeros a presentar diferentes modelos que tratan de determinar la relación carga-deformación de los paneles y sus resistencia máxima.

De todas estas investigaciones, se ha logrado concluir que el comportamiento de un muro de madera sometido a carga horizontal, es esencialmente gobernado por las características de las fijaciones (comúnmente clavos o tornillos), de las cuales se sabe, cumplen una relación, carga-deformación, altamente no lineal. El aporte rigidizante debido a la flexión en los pies derechos y al corte en el revestimiento, tienen una influencia secundaria.

INFOR

FIGURA 1

COMPONENTES TIPICOS DE UN MURO REVESTIDO CON PLACAS



TEORIA GENERAL

Los diafragmas rigidizados por un entablado diagonal corresponden, al igual que los diafragmas rigidizados con una o dos diagonales, a sistemas constructivos que se utilizaron masivamente antes de la incorporación al mercado de los tableros de madera reconstituida (contrachapados, fibra, partículas) u otro material (fibro-cemento, cartón-yeso). La desventaja de los diafragmas tradicionales con respecto a los rigidizados por placas, radica en que el primero presenta un comportamiento distinto dependiendo del sentido de la carga solicitante. Además de ser más lentos de construir, exigen un mayor volumen de materia prima para alcanzar una capacidad resistente similar a los diafragmas rigidizados con placas.

Es por esto, que en los países industrializados se ha preferido el uso de tableros como elementos rigidizantes para los muros de madera.

Las solicitaciones a las cuales está afecto un muro son:

- **Cargas Verticales**

Que son aquellas de peso propio y sobrecarga de las estructuras que están soportadas por él.

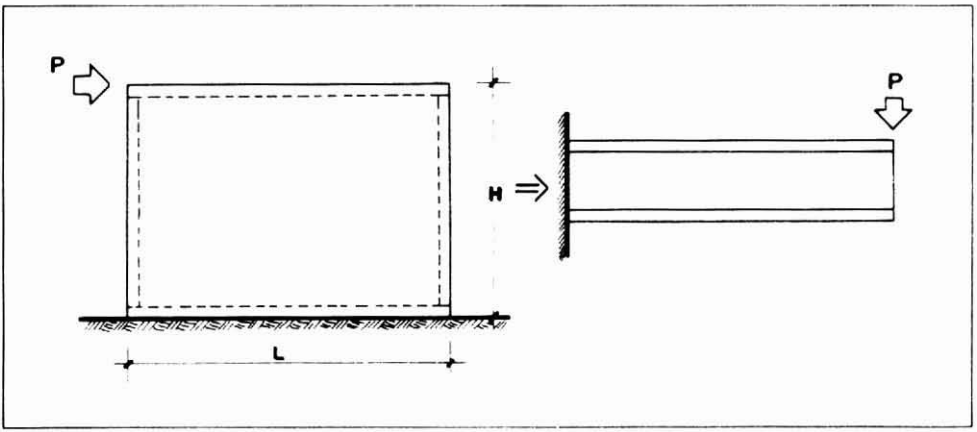
- **Cargas Horizontales**

Provenientes de la acción del viento y sismo. Estas cargas pueden solicitar al muro en forma perpendicular o paralela según la dirección longitudinal de éste.

Una modelación para comprender el comportamiento estructural de un diafragma vertical de madera, es asimilarlo a una viga de acero del tipo I que trabaja en voladizo. En ella, los esfuerzos axiales de tracción y compresión son absorbidos a través de los pies derechos (alas de la viga), y el esfuerzo de corte es absorbido por la placa rigidizante (alma de la viga).

FIGURA 2

ANALOGIA ENTRE MURO REVESTIDO Y VIGA DE ACERO



Lo esencial para el buen comportamiento estructural de un diafragma es lograr una respuesta ductil de éste, sin perdida excesiva de resistencia ante una cierta solicitación. Debido a que la madera falla en forma frágil, la ductibilidad de los muros ha de asegurarse mediante un apropiado diseño de las fijaciones (número, tipo y proporción) que unen la placa y el marco, y de los elementos de anclaje. Con esto se pretende que la falla en el muro se origine al ceder las uniones y no en los otros materiales constitutivos.

La carga horizontal que solicita a una estructura se distribuye entre líneas resistentes de acuerdo a la rigidez relativa entre los diafragmas verticales y los horizontales. La solución exacta se encuentra entre dos situaciones extremas:

a) Elementos verticales infinitamente rígidos unidos por un diafragma horizontal flexible, ó

b) Elementos verticales flexibles unidos por un diafragma horizontal infinitamente rígido.

El primer caso corresponde al método de las áreas tributarias que ha sido aplicado

INFOR

tradicionalmente en estructuras de madera, y el segundo corresponde a la hipótesis que se asume en edificios de hormigón armado, en donde esta situación, también se puede resolver en forma simplificada, asimilando el problema al de una viga apoyada sobre resortes, en donde la rigidez de ella representa al diafragma horizontal, y las rigideces de los resortes representan a los muros paralelos a la carga solicitante.

En todo caso, la distribución de las cargas laterales para los elementos resistentes, considerada como proporción del área tributaria, sólo debe ser usada en estructuras secundarias o en diafragmas apoyados en sus extremos.

Independiente del modelo que se aplique para analizar una estructura, resulta necesario conocer la rigidez de los diafragmas, para lo cual es imprescindible determinar la curva carga-deformación de éstos.

Debido a la acción de una carga lateral sobre un diafragma vertical y de la interacción de todas sus partes, se concluye que la deformación horizontal en su plano se puede descomponer en:

- Deformación de la fijación placa-bastidor.
- Deformación por corte de la placa.
- Deformación de los pies derechos y soleras.
- Deformación de los elementos de anclaje.

Se puede demostrar que la mayor contribución proviene de la deformación de las fijaciones, las cuales tienen un comportamiento no lineal y que, en definitiva, ellas son las principales responsables de la conducta dúctil que tiene un muro de madera

La rigidez a la flexión de los pies derechos, la rigidez al corte del revestimiento y la rigidez de los elementos de anclaje juegan un rol secundario en la definición de las propiedades de carga-deformación de un muro.

En lo que respecta al fenómeno de pandeo en el revestimiento, el problema de diseño no ha sido totalmente establecido. Sin embargo, es improbable que ocurra en tableros con espesores superiores a 9 mm.

METODO EXPERIMENTAL

Los modelos que se puedan proponer para predecir el comportamiento estructural de paneles sometidos a carga horizontal son esencialmente teóricos y, por lo tanto, deben ser confrontados con los resultados de ensayos reales con el fin de determinar su grado de exactitud.

La forma de proceder para la experimentación está establecida en la norma chilena NCH 802 E Of. 70.

A continuación se entrega un resumen de los principales aspectos contemplados en ella:

Alcance

La norma establece el método para comprobar la resistencia de los paneles prefabricados a las cargas horizontales contenidas en su plano. Ella es aplicable a paneles prefabricados destinados a constituir elementos de una edificación, ya sea que estén formados por un sólo material o por diversos materiales unidos para trabajar en conjunto.

Resumen del Método

Consiste en someter un panel elegido como muestra a la acción de cargas que se incrementan gradualmente y medir las deformaciones producidas por cada incremento hasta la fluencia del material. Luego sin medir deformaciones, llevar las cargas hasta la ruptura del panel.

Basándose en las lecturas efectuadas durante el ensayo, se podrá dibujar un gráfico que establezca la relación carga-deformación. Este gráfico permitirá determinar, entre otras cosas la carga de trabajo admisible y el respectivo coeficiente del elemento estudiado. Igualmente, se podrá determinar el límite de fluencia y detectar otros fenómenos que se produzcan durante el ensayo, tales como alabeos, daños locales o ruptura.

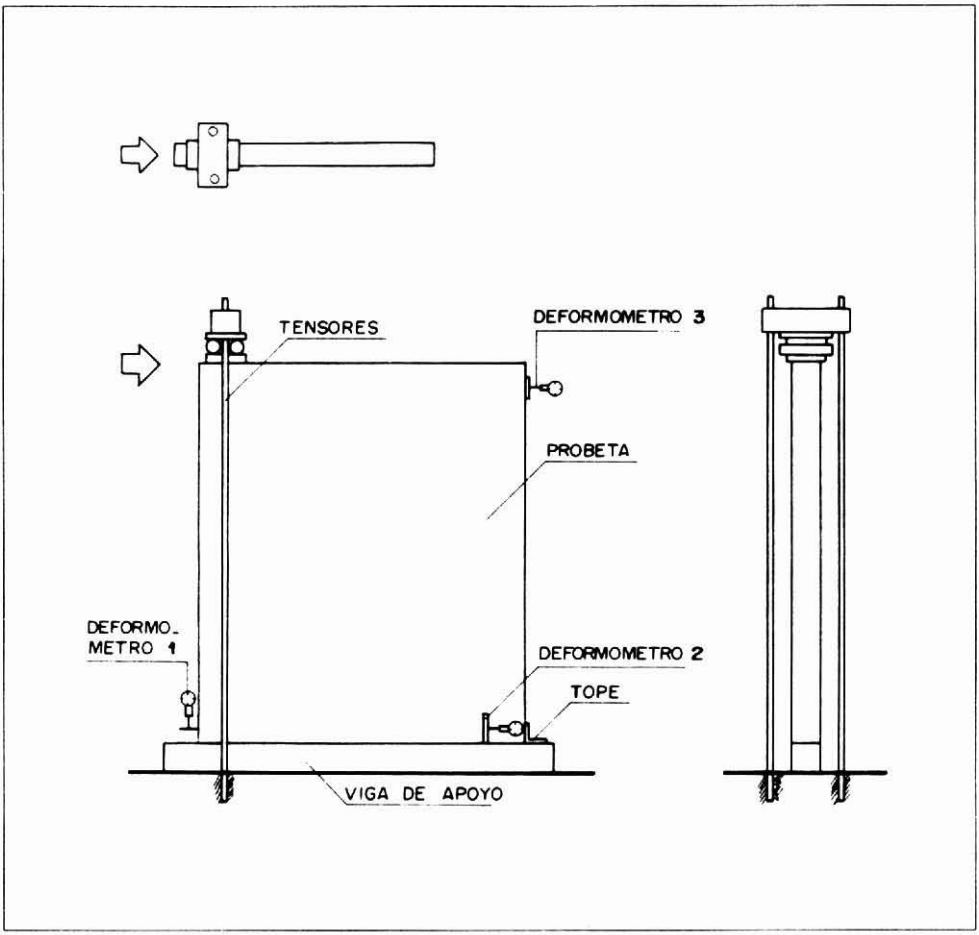
Aparatos y Accesorios

Se montarán como se indica en la Figura Nº 3

INFOR

FIGURA 3

PLANTA, ELEVACION Y CORTE DE LA MAQUINA Y APARATOS DE ENSAYO



En la Figura Nº 3, el deformómetro 1 mide cualquier levantamiento del panel. El deformómetro 2 registra cualquier desplazamiento del panel. El deformómetro 3 mide el total de los otros dos desplazamientos más la deformación del panel.

El sistema de anclaje lo constituyen tensores anclados a la base de apoyo, placas repartidoras de cargas y rodillos de acero, que se montan según se indica en la Figura Nº 3. Este sistema debe restringir al mínimo posible todo el levantamiento de la base del panel, para no dificultar la deformación longitudinal de éste.

Debe proveerse al mecanismo de un bastidor o elemento rígido que, dotado de rodillos

u otro sistema similar, impida el desplazamiento lateral de la solera superior del panel durante el ensayo.

Probetas

Los ensayos se harán sobre una muestra mínima de 3 paneles iguales en tamaño, material y procedimiento constructivo.

Antes de efectuar el ensayo se comprobará la rectitud de los paneles y la planeidad de sus caras, como se indica en la norma NCh 806 E Of. 71.

Las probetas tendrán altura, ancho y espesor igual al elemento en uso.

Procedimiento

a) Apoyar la probeta a lo largo de su base y colocar un tope en el extremo inferior opuesto al costado de aplicación de la carga para evitar desplazamientos horizontales. (Ver Figura Nº 3).

b) En el costado de aplicación de la carga, colocar el sistema de anclaje destinado a impedir el levantamiento del extremo inferior. Los tirantes deberán acondicionarse de tal manera que pueda regularse la tensión que es aplicado sobre ellos. Estos tirantes se ajustarán de modo que la tensión no exceda de 9 Kg. en cada uno de ellos con anterioridad a la aplicación de las cargas.

c) Leer los tres deformómetros simultáneamente: antes de la aplicación de la carga, cuando la carga está aplicada y cuando la carga se haya retirado.

d) Hacer observaciones parciales en cada estado de carga para detectar las fallas locales, alabeos, desprendimientos, etc.

e) Registrar la carga que produjo la rotura, la carga máxima observada, o la carga que produce una deformación de 10 cm. y anotar las características de la falla.

f) Aplicar las cargas por incrementos aproximadamente iguales con una tolerancia de ± 10% de la carga. Medir la deformación producida por cada incremento de carga. Elegir los incrementos de modo que permitan obtener un número suficiente de puntos para trazar la curva carga-deformación en forma precisa. El número mínimo de incrementos será de cinco y el valor de cada incremento inferior a la quinta parte de la carga supuesta del panel.

g) La velocidad nominal de aplicación de la carga será de 5 mm/mín., con una tolerancia de ± 10%.

h) El ensayo se iniciará con una pequeña carga o sin carga. Si se aplica una pequeña carga inicial, registrar ésta y la deformación correspondiente. Llevar la carga al primer incremento y anotar la deformación. En seguida llevar la carga a la carga inicial o a cero, según corresponda, y registrar de deformación residual permanente observada. Aumentar la carga en dos incrementos anotándose la deformación y nuevamente volver al estado inicial, registrar la deformación residual observada.

i) Cuando las deformaciones indiquen que el panel se aproxima a su límite de fluencia, abandonar la secuencia descrita en el punto anterior, retirar los instrumentos de medición y llevar la carga hasta la rotura, carga máxima o hasta que el panel se haya deformado 10 cm.

INFOR

j) Para cada dial indicador u otro aparato de medición, calcular el desplazamiento como la diferencia entre la lectura cuando la carga está aplicada y la lectura inicial.

k) La deformación residual será la diferencia entre la lectura cuando la carga ha sido retirada y la lectura inicial.

l) Calcular la deformación horizontal y la deformación horizontal residual permanente del panel como la lectura del dial del extremo superior opuesto al costado de aplicación de la carga menos la suma de las lecturas de los otros dos.

Informe

a) Hacer una descripción de las dimensiones, materiales y características constructivas de los paneles ensayados. En paneles de madera, registrar el contenido de humedad de los elementos estructurales y de los recubrimientos de acuerdo a la norma NCh 176 Of. 53.

b) Expresar los resultados de los ensayos en gráficos. Las cargas se colocarán, en **N/ml**, en las ordenadas y las deformaciones, en **mm.**, en las abcisas.

c) En el gráfico aparecerán las curvas de carga y deformación residual permanente de cada uno de los paneles ensayados.

d) Establecer dos curvas promedio para todo el ensayo, una para la deformación bajo carga y la otra para la deformación residual permanente.

e) Registrar la carga de rotura, la carra a la que se interrumpió el ensayo o la carga que produjc de deformación de 10 cm., indicándose cuál de éstos se consideró.

f) Informar sobre cualquier falla local, alabeos, desprendimientos, etc., observados durante el ensayo y señalar en qué etapa se produjeron.

g) El panel se considerará satisfactorio cuando cumpla con las exigencias de la norma NCH 806 oF. 71.

MODELACION

Hasta el momento en nuestro país, los esfuerzos para determinar la curva carga-deformación de un panel sometido a carga horizontal, que en último caso persigue la obtención de las tensiones admisibles y de diseño, están más bien orientados en el examen de paneles con configuraciones específicas. Lo anterior significa que, con la metodología actual, no se busca llegar a un modelo que puede representar cualquier configuración, sino que para cada panel en particular se busca encontrar la tensión de diseño que represente sólo esa configuración.

Si se piensa en el número de variables y combinaciones que intervienen en la construcción de un panel, como son: espaciamiento, tipo y distribución de las fijaciones; dimensiones y módulo de corte de la placa; número de pies derechos; etc., entonces es lógico concluir que la metodología actual es muy limitada.

La norma NCh 1198 E Of 77 "Madera. Construcciones en madera. Cálculo", actualmente en vigencia, utiliza un sistema de evaluación de la capacidad resistente de un diafragma que está basado en lo que se denomina "Panel estándar". Con este sistema, se busca establecer un número mínimo de características comunes para diversos paneles para luego comparar las propiedades resistentes de cada panel con el panel estándar.

Como alternativa de la anterior metodología, se está investigando en el extranjero la posibilidad de representar teóricamente el comportamiento de un diafragma. Existe hasta el

momento un sin número de modelos propuestos que entregan la función que representa la curva carga-deformación de un diafragma vertical, la mayoría de los cuales son poco prácticos debido a la complejidad de sus términos o a la lentitud de los cálculos que, en muchos casos, obliga el uso de algún sistema computacional.

Sin embargo algunos de estos modelos, se basan en teorías simples, de fácil concepción, y que en definitiva entregan resultados bastante próximos a los reales.

A continuación se entregarán los fundamentos de dos teorías que en la actualidad, son las que tienen mayor aceptación. Ambas consideran que el desplazamiento de un panel sometido a carga horizontal perpendicular a las pies derechos, es la suma de los aportes del corrimiento de las fijaciones y del desplazamiento debido al esfuerzo de corte, despreciando cualquier otro aporte.

La primera de ellas se basa en el equilibrio de las fuerzas que se generan en los clavos al deformarse, producto de la fuerza externa (ver Figura Nº 4 y Nº 5).

FIGURA Nº 4

DEFORMACION DE LAS FIJACIONES

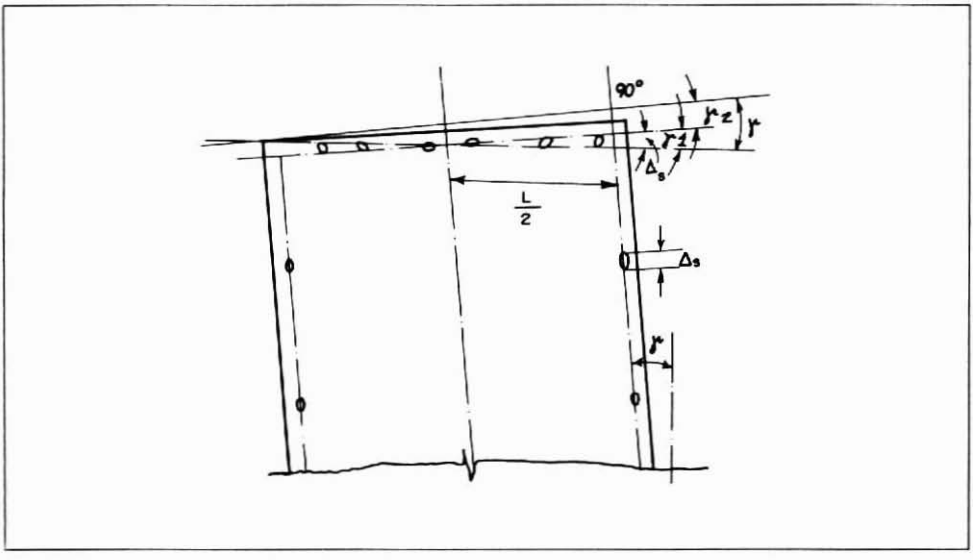
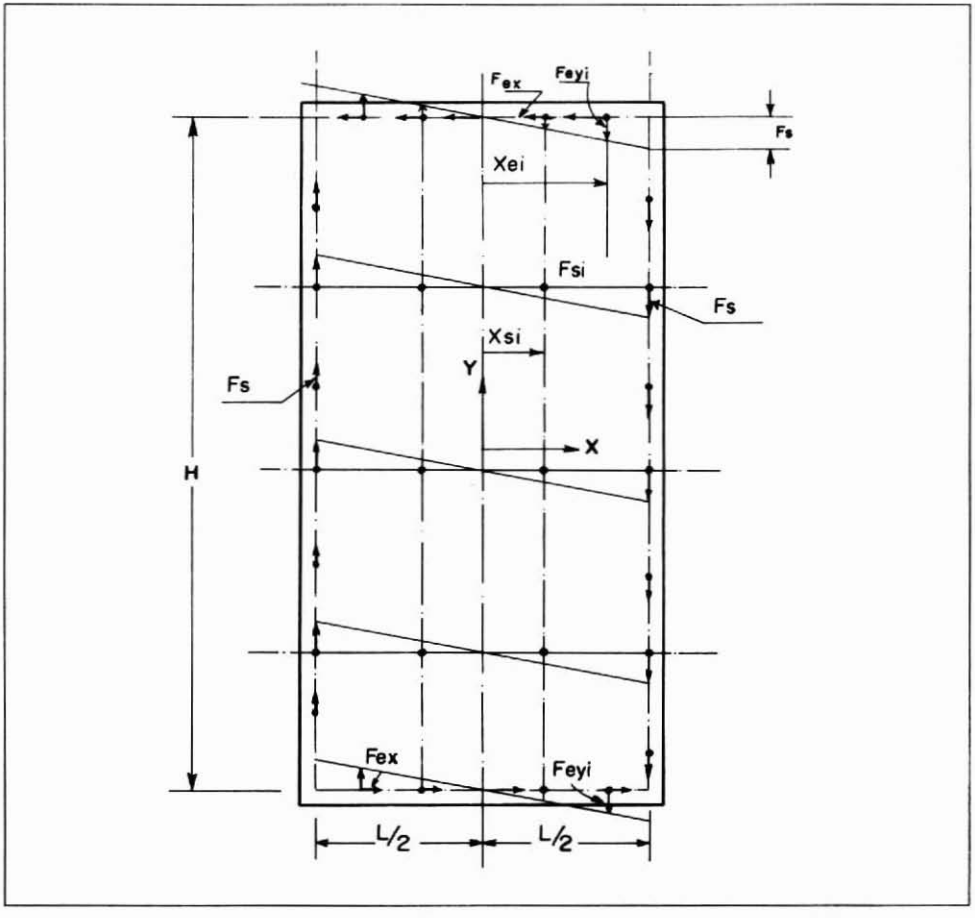


FIGURA Nº 5

DIRECCION Y DISTRIBUCION DE LAS FUERZAS



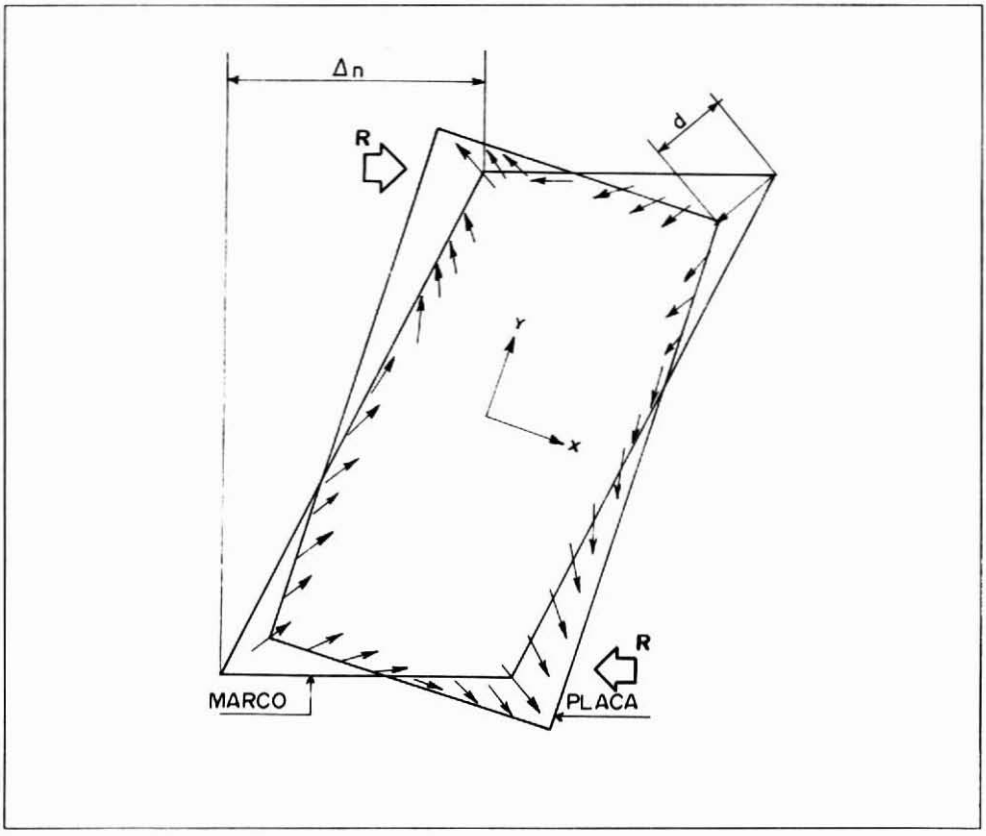
Posteriormente, a la deformación se le adiciona la respectiva desangulación por corte basada en la ley de Hooke para cortadura simple.

La segunda teoría establece un equilibrio, entre la energía externa, debido a la actuación de la fuerza horizontal sobre el panel, y la energía interna, productos de la deformación de los clavos. (Ver Figura Nº 6).

También en este caso, se debe sumar la deformación por corte en la placa.

FIGURA Nº 6

DISTORCION PRODUCIDA ENTRE EL MARCO Y LOS CLAVOS BAJO LA CARGA HORIZONTAL



Finalmente, en todos los modelos que se han estudiado, se llegó a la conclusión de que la deformación de los clavos representa sobre el 80% de la deformación total del panel, y la curva de corrimiento de los clavos tiene la misma forma de la curva carga-deformación del panel.

COMPARACION MODELO-ENSAYO

Como ya se ha dicho, el corrimiento de las fijaciones constituye el mayor aporte en el desplazamiento del panel, por lo que se hace imprescindible conocer su comportamiento a través de la curva carga-deformación de ellos.

INFOR

En general, los modelos que buscan representar la curva carga-deformación del panel, expresan el desempeño de las fijaciones por medio de constantes que se deducen a partir de representaciones no-lineales de curvas de carga-deformación de clavos. Dentro de las diferentes ecuaciones que pueden definir la relación carga-deformación de las fijaciones, existen cuatro formas que son las más aceptadas:

a) Curva Exponencial

$$p = A\delta^{B}$$

b) Curva Logarítmica

$$p = A\ln(1 + B\delta)$$

c) Curva Asintónica

$$p = \frac{A + \delta}{B + \delta}$$

d) Curva Tangente Hiperbólica

$$p = A \tan h (B\delta)$$

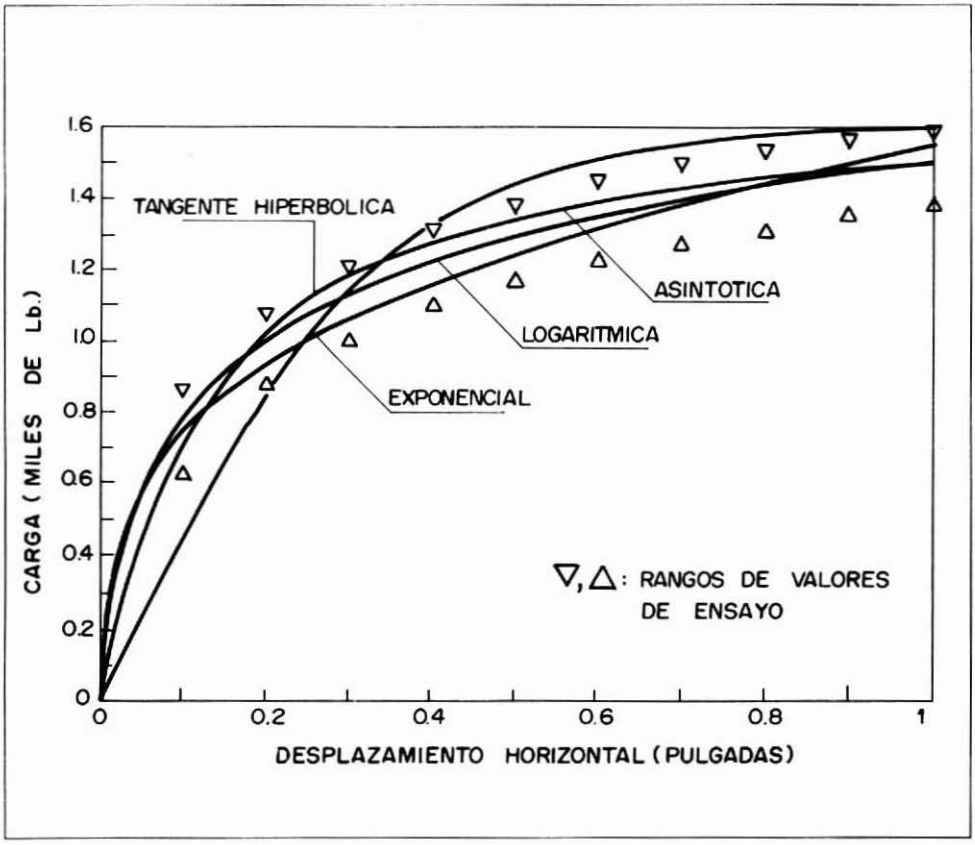
En donde:

p = Carga lateral en la fijación
δ = Corrimiento de la fijación
A,B = Constantes.

Las curvas teóricas a,b,c y d y los rangos de valores se muestran en el gráfico Nº 1.

GRAFICO Nº 1

CURVAS TEORICAS DE LAS FIJACIONES Y RANGO DE VALORES EXPERIMENTALES



De las cuatro curvas anteriores, la forma asintónica proporciona la más exacta predicción.

DISEÑO

Una vez determinada la curva carga-deformación que represente a cualquier muro de corte, se está en condiciones de interpretar sus resultados. Existen distintos criterios para determinar las capacidades admisibles de un panel ante cargas horizontales. Una forma es limitar la distorsión angular del panel.

La norma nacional **NCh 1198 E** Of 77 establece que la carga admisible para un diafragma, es aquella que induce una deformación de 12,5 mm en él. Esta deformación,

representa un criterio poco conservador al aceptar deformaciones de entre piso de 1/192 de altura en muros de 240 cm. de alto. Este alcance, se basa en el efecto que produce dicha distorsión lateral al sobreponer los esfuerzos verticales a que es sometido un muro, generándose a ese nivel de deformación, excentricidades en la acción de las cargas verticales.

Una razón más conservadora para la deformación admisible, sería de H/300 (8 mm. en muros de 240 cm. de alto), con lo cual disminuye el efecto de dichas cargas verticales, estando acorde a la normativa extranjera.

CONCLUSIONES

La importancia de investigar el comportamiento de los muros de corte revestidos con placas, radica en el mejor aprovechamiento generalizado de materiales y mano de obra. Estos muros entregan un aporte rigidizante de gran importancia en la estructura de una edificación, limitando sus deformaciones.

A pesar de los grandes esfuerzos que han desarrollado investigadores extranjeros para determinar algún tipo de formulación sencilla que representa la curva carga-deformación de un panel, esencialmente en base a las **propiedades geométricas** del mismo, aún no ha sido posible encontrarla, y sólo se ha podido llegar a aproximaciones que, en muchos casos, sólo representan a un limitado grupo de diafragmas, por lo que el tema aún no ha sido agotado, quedando muchos caminos por recorrer.

No obstante lo anterior, hay puntos sobre los cuales existen consenso: **el mayor aporte en la deformación de un panel está dado por el corrimiento de las fijaciones**. Según esto, las futuras investigaciones deben abocarse, en primer lugar, a desarrollar ecuaciones que representen teóricamente la curva carga-deformación de las fijaciones. En la medida que dichas ecuaciones sean confiables, el modelo que interprete a los paneles será también confiable.

En este artículo se han presentado cuatro tipos de ecuaciones que representan la curva carga-deformación de los clavos. De ellas, la que ha entregado mejores resultados ha sido la forma asintótica.

En lo que respecta a la forma de realizar los ensayos entregada por la norma NCh 802 Of 70, se puede considerar en términos generales que es adecuada para los requerimientos actuales. Sin embargo, habría que revisar algunos puntos para su optimización. Uno de los más importantes es el que refiere al "límite de fluencia". Este límite es muy subjetivo pues, como se ha visto, la curva carga-deformación de un panel es **no lineal** y no se aprecian puntos de discontinuidad en ella. Además de lo anterior, entre el **límite de fluencia** y la **carga de rotura** no se especifica medir la deformación, lo que implica una zona sin información.

La construcción masiva en base a paneles revestidos con placas rigidizantes, puede tener gran importancia en la economía de nuestro país, debido a su menor costo en comparación con los materiales alternativos como hormigón o acero, lo que contribuiría a una reducción en el déficit habitacional.

En los países desarrollados, la construcción en madera tiene gran importancia y se emplean una gran cantidad de recursos en investigación y fomento de su uso. En nuestro país, la madera sigue siendo considerada como material de segunda categoría en la construcción.

Ya es tiempo de empezar a aprender

INFOR

BIBLIOGRAFIA

1. PATTON-MALLORY, MARCIA; Mc. Cutcheon William J., "Predicting Racking Performance of walls sheathed on both sides", Forest Product Journal, Vol. 37 Nº 9, Septiembre 1987, pág. 27 a 32.
2. MC. CUTCHEON, WILLIAM J.; "Racking Deformations in Wood Shear Walls", Journal of Structural Engineering, Vol. 110, Nº 2, Febrero 1985, pág. 257 a 269.
3. EASLEY, J. T.; M. Y DODDS, R.H.; Fórmulas for Wood Shear Walls", Journal of Structural Enginnering, Vol 108 Nº 11, Noviembre 1982, pág. 2460 a 2478.
4. Norma Chilena (**NCh** 1198 E. Of. 77), "Madera. Construcciones en Madera. Cálculo", 1977.
5. Norma Chilena (**NCh** 802 E. Of 70), "Arquitectura y Construcción. Paneles Prefabricados. Ensayo de carga Horizontal", 1980.
6. Norma Chilena (**Nch** 806 E Of. 71), "Arquitectura y Construcción. Paneles Prefabricados. Clasificación y Requisitos", 1971.
7. DOWRICK, D.J.; SMITH, P.C.;"Timber Sheather Walls for Wind and Earthquake Resistence", Bulletin of the New Zeland National Society of Earthquake Engineering. Vol 19, Nº 2, Junio 1986, pág. 15 a 20.

INFOR

CLASIFICACION ESTRUCTURAL DE MADERA ASERRADA DE PINO RADIATA DESTINADA A MADERA LAMINADA ENCOLADA ESTRUCTURAL

Alberto Campos Barker(*)

RESUMEN

La clasificación estructural mecánica de madera aserrada es una moderna tecnología en nuestro país cuya aplicación permitiría importantes avances en el área de la madera laminada. Esta tecnología se basa en la calificación de láminas en diferentes grupos, que dependen del valor del módulo de elasticidad, obtenido en las láminas. Este se determina en un ensayo no destructivo que se realiza a cada pieza destinada a la fabricación de láminas.

El trabajo que aquí se presenta, es el resultado de un proyecto de investigación realizado por la División Industrias del Instituto Forestal, que se orientó a dos aspectos principales; primero, determinar cuantitativamente los límites de cada grado de calidad y segundo, comparar la resistencia de vigas de madera laminada fabricadas con láminas sin clasificar, con la de vigas fabricadas con láminas clasificadas, ya sea con un solo grado en la sección transversal o con una combinación de diferentes grados.

Como resultado se obtuvieron tres grados de calidad, que permitieren abarcar todo el rango de resistencia de la lámina. El estudio demuestra que al combinar adecuadamente estos grados de calidad es posible obtener un mejor aprovechamiento del recurso, al permitir la disminución de las secciones transversales de los elementos laminados y con ello abaratar los costos globales.

ABSTRACT

Machine stress rating of lumber is a modern technology that could be used in our country allowing for important advances in the area of gluelaminated timber.

This technology considers the grading of laminations into different lumber grades, according to their modulus of elasticity values, which are obtained by non-destructive tests of all the pieces that will be used in the fabrication process.

The work shown here, is the result of an investigation project undertaken by the Forestry Institute through its Industries División, which aimed at two main aspects: first to quantify the limit values for each grade and second, to compare the strength values obtained with gluelaminated beams fabricated with ungraded laminations versus beams fabricated with graded laminations that considered only one grade type through its cross section or a combination of different grade types.

As a result, three quality grades were established covering all the strength ranges of the laminations. The study demostrates that when an adecuate combination of quality grades is used, it is possible to decrease the timber requirement by allowing the use of smaller cross sections in the glue laminated elements and thus, lowering the overall costs.

(*) Ingeniero Civil, Instituto Forestal

INFOR

1. INTRODUCCION

La madera laminada resulta de la unión de tablas cortas y delgadas a través de sus cantos, caras y extremos, de manera tal de formar elementos no limitados en escuadría ni en longitud, en los cuales las fibras de las piezas que lo conforman son paralelas al eje del elemento.

Debido a que la madera laminada se fabrica en base a madera aserrada, no se encuentra ajena a los avances tecnológicos de esta última; es así como adoptando los criterios de clasificación estructural mecánica de madera aserrada, se planteó la alternativa de realizar esta clasificación en madera destinada a estructuras laminadas. De esta forma se podría conocer con mayor exactitud las propiedades físico-mecánicas de la madera laminada de Pino radiata y por ende obtener una mayor confiabilidad en el diseño de estructuras.

Para llevar a cabo lo anterior se ensayaran 80 vigas laminadas de Pino radiata de 5 x 20 x 600 cm de longitud. Esta cantidad incluyó vigas fabricadas con madera sin clasificación, vigas conformadas sólo con láminas clasificadas en un determinado grado y vigas fabricadas combinando láminas de distintos grados de calidad. Los resultados de estos ensayos permitieron demostrar la incidencia de la actividad de clasificación sobre la resistencia de las vigas de madera laminada encolada.

2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

- Determinar valores de resistencia de vigas de madera laminada de Pino radiata, fabricadas con madera aserrada clasificada estructuralmente.
- Optimizar el diseño de la madera laminada de acuerdo a las propiedades mecánicas de las láminas que la conforman.
- Determinar las tensiones admisibles de la madera laminada fabricada, combinando piezas de madera aserrada de diferentes calidades estructurales.
- Comparar las propiedades mecánicas de vigas fabricadas con láminas no clasificadas y vigas fabricadas con láminas clasificadas estructuralmente mediante un proceso mecánico, a fin de demostrar los beneficios de la clasificación estructural en elementos de madera.
- Desarrollar una combinación de láminas de diferentes grados, que permita obtener altos valores de tensiones admisibles utilizando láminas de calidad inferior en las zonas de menor esfuerzo.

3. METODOLOGIA

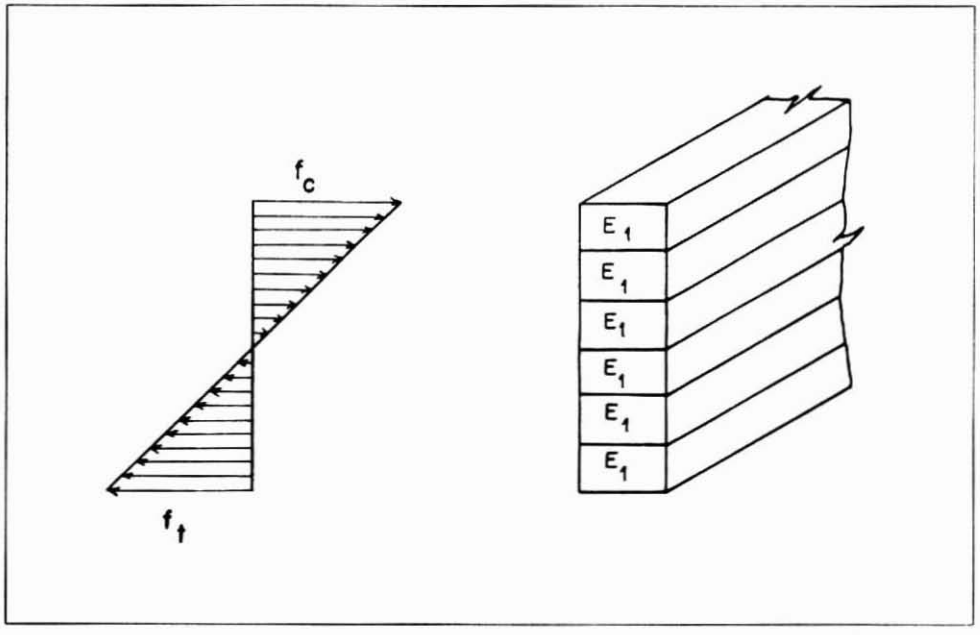
3.1 Metodología de Trabajo

La metodología de trabajo se inició con una revisión del comportamiento estructural de una pieza de madera laminada sometida a flexión, fabricada con láminas sin clasificación previa. La Figura Nº 1 ilustra el diagrama de esfuerzos internos de esta pieza. Se puede apreciar que esta metodología de fabricación lleva a un sobredimensionamiento, ya que mientras los esfuerzos internos disminuyen en la cercanía del eje neutro de la pieza, no disminuyen proporcionalmente las propiedades mecánicas de las láminas que la conforman.

INFOR

FIGURA Nº 1.

VIGA FABRICADA CON UN GRADO UNICO E_1



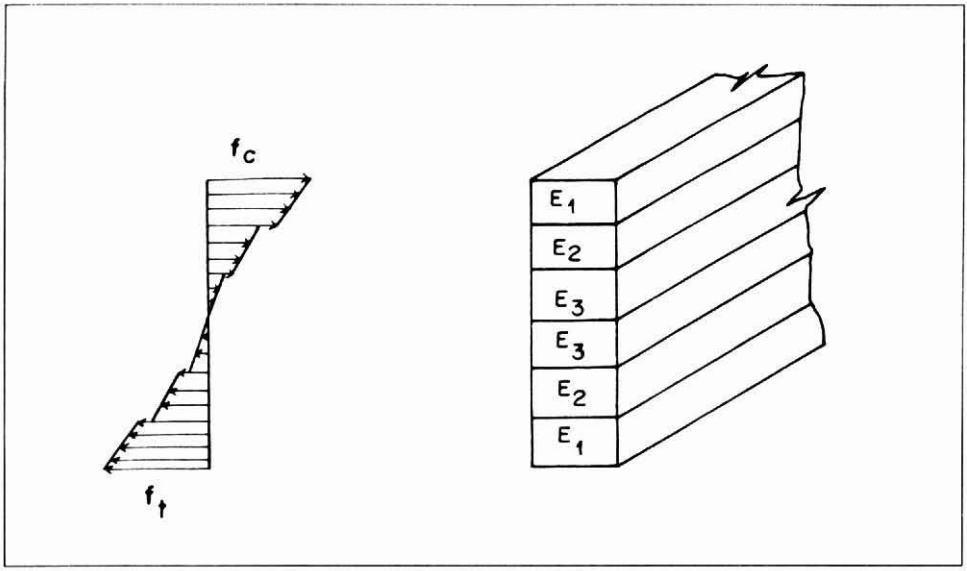
De acuerdo a lo anterior se plantearon dos posibilidades para optimizar el uso del material:

La primera, era disminuir la sección transversal de la viga para compensar la disminución de esfuerzos internos. Esta metodología lleva al diseño de elementos estructurales tipo "doble te", similares a los utilizados en acero o en hormigón armado.

La segunda, era combinar calidades diferentes de láminas en la sección transversal, lo que se pudo hacer fácilmente mediante una clasificación estructural mecánica, llegando de esta manera a un diagrama de tensiones internas similar al indicado en la Figura Nº 2.

FIGURA Nº 2.

VIGA FABRICADA CON 3 DIFERENTES GRADOS DONDE $E_1 > E_2 > E_3$.



3.2 Clasificación de las Láminas

La clasificación de las láminas se realizó mediante el Modulo de Elasticidad en flexión (E_f), en consecuencia el primer paso a realizar fue la determinación del E_f. Para ello se aplicaron dos cargas iguales P1 a 1/3 de la luz de cada pieza, a continuación se aplicó un incremento de carga hasta llegar a P2. El esquema de carga es el indicado en la Figura Nº 3 y el valor de ambas cargas se indica en la Tabla Nº 1.

FIGURA Nº 3.

ESQUEMA DE CARGAS PARA DETERMINAR E_f EN CADA PIEZA DE MADERA ASERRADA.

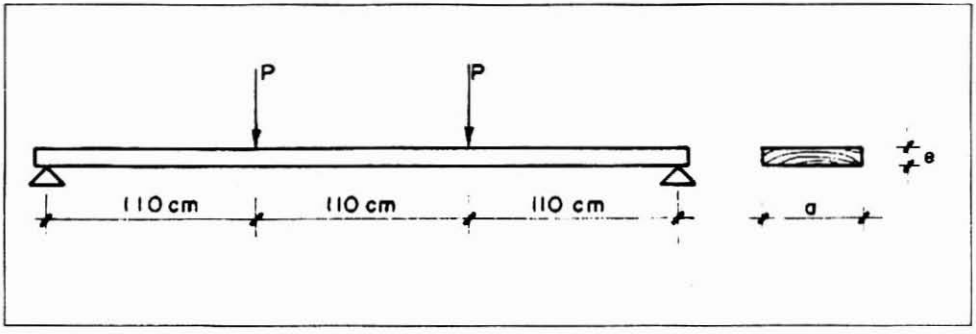


TABLA Nº 1

VALOR DE LAS CARGAS APLICADAS

Estado de Carga	P (Kg)	Deformación (d)
1	5,525	d_1
2	11,452	d_2

Para ambos estados de carga se midieron las correspondientes deformaciones. Este procedimiento se realizó en 584 piezas de 38 x 12,5 mm x 3,6 mts. nominales, aplicando las cargas en ambas caras de la pieza.

Con las deformaciones anteriormente determinadas y conociendo la magnitud de las cargas y las propiedades geométricas de las piezas, se determinó el E_f para cada deformación y para cada cara cargada. Finalmente el E_f asignado fue el de menor valor entre los calculados para cada pieza.

De acuerdo a los Ef obtenidos se definieron tres grados de calidad, de manera tal que en cada uno de ellos quede un porcentaje representativo de la población. Los límites para los grados de calidad definidos son los indicados en la Tabla Nº 2

TABLA Nº 2

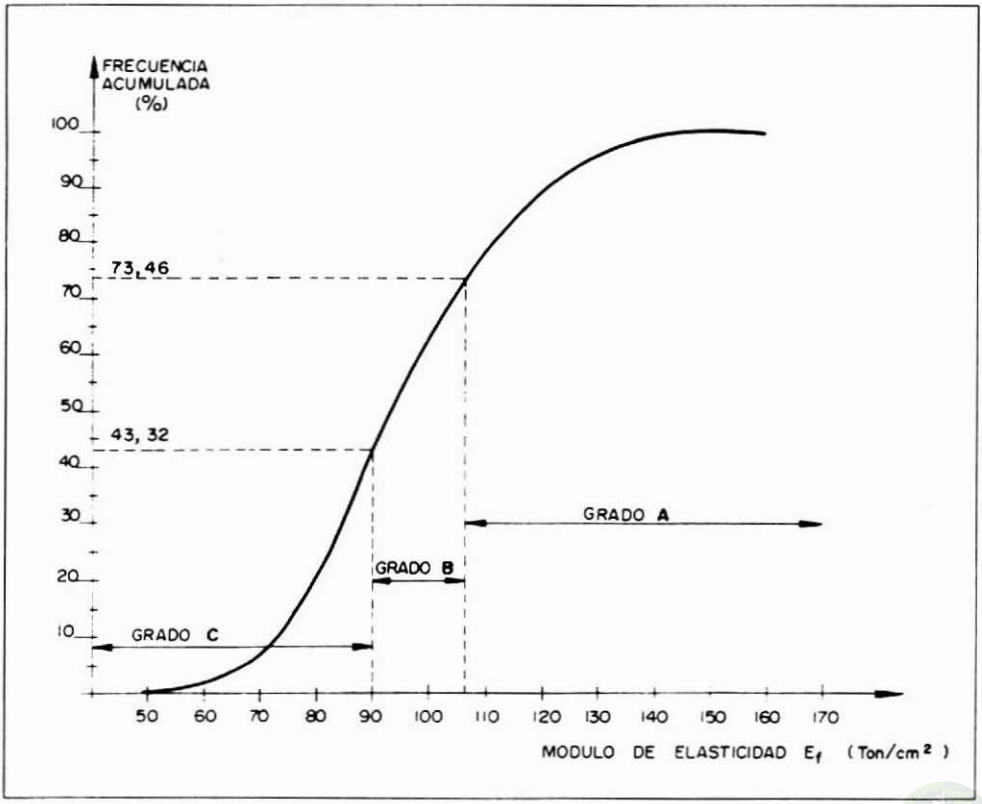
LIMITES DE E_f PARA CADA GRADO DEFINIDO

Grado	Módulo de Elasticidad (MPa)
A	$E_f \geq 10.600$
B	$10.600 > E_f \geq 9.000$
V	$9.000 > E_f \geq 4.000$

La curva de distribución acumulada en la cual se indican los grados definidos, es la señalada en la Figura Nº 4.

FIGURA Nº 4

DISTRIBUCION DE FRECUENCIA ACUMULADA DEL E_f



BIBLIOTECA
INSTITUTO FORESTAL

3.3 Tipos de Vigas Laminadas Fabricadas

Posterior al proceso de clasificación de las láminas se procedió a fabricar 7 diferentes grupos de vigas rectas de dimensiones 5 x 20 x 600 cm. Seis de estos grupos se fabricaron con láminas clasificadas estructuralmente y uno se fabricó con láminas sin clasificar, de manera de poder determinar la diferencia entre propiedades mecánicas de vigas fabricadas con láminas clasificadas y las de vigas fabricadas con láminas sin clasificar.

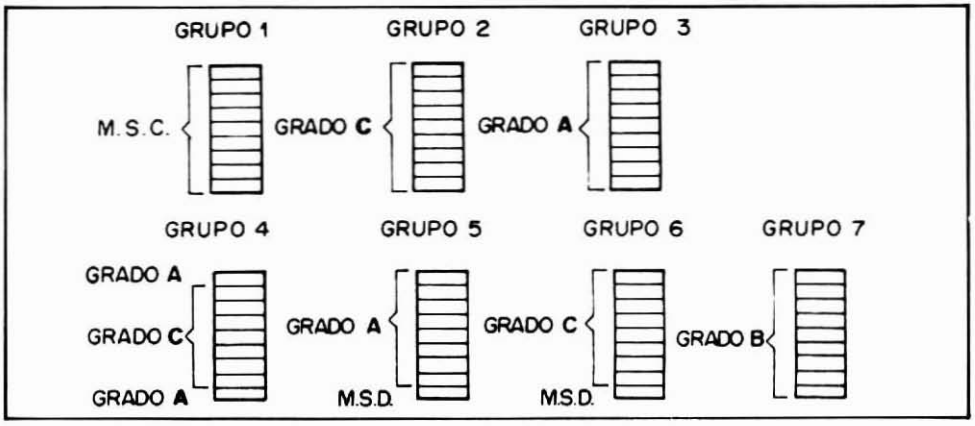
Un diagrama de las secciones transversales de cada grupo se indica en la Figura Nº 5.

Se fabricaron 20 vigas del grupo 1 y 10 vigas de cada uno de los otros grupos, es decir en total 80 vigas rectas.

La madera sin defectos (M.S.D.), se obtuvo mediante uniones del tipo finger-joint.

FIGURA Nº 5

TIPOS DE VIGAS LAMINADAS FABRICADAS



El proceso de fabricación fue similar para todos los grupos y las características principales de éste son las que se indican a continuación:

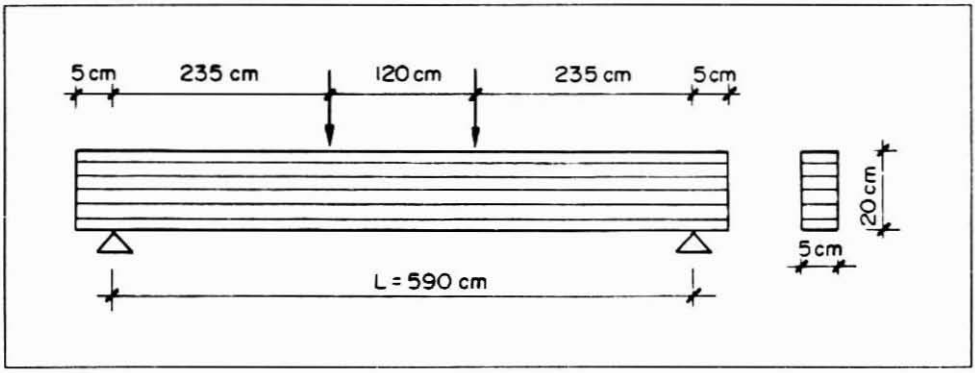
Adhesivo	:	Urea Formaldehído
Cont. de Humedad de la Madera	:	9,4% (promedio)
Cantidad de Adhesivo	:	600 gr/m² de superficie a unir
Presión Aplicada	:	5 Kg/cm²
Temperatura de Prensado	:	Ambiental
Tiempo de Prensado	:	8 horas
Tiempo de Maduración	:	3 días
Tiempo de Terminación	:	Cepillado en las cuatro caras
Tratamiento de la Madera	:	Ninguno

3.4 Ensayo de las Vigas Fabricadas

Las vigas fueron ensayadas de acuerdo a las especificaciones de la norma ASTM D 198. Se usaron dos puntos de carga y una luz de ensayo igual a 590 cm; las cargas se aplicaron a una distancia de 60 cm desde el eje de las vigas, es decir a 120 cm entre ellas, según se indica en el diagrama de carga de la Figura Nº 6

FIGURA Nº 6

DIAGRAMA DE CARGA DEL ENSAYO DE FLEXION



La relación luz/altura de las vigas es igual a 29,5 lo que asegura que la falla se producirá debido al esfuerzo de flexión. Para medir la deformación se instaló un dial ubicado en el eje neutro de la pieza y en el centro de la luz de ensayo.

Los parámetros que se midieron fueron el Módulo de Elasticidad (E_f) y el Módulo de Ruptura (R_f), los que se calcularon de la siguiente manera:

3.4.1 Cálculo del E_f

$$E_f = \frac{P \times a \,(3L^2 - 4a^2)}{24 \times I \times d}$$

en que:

E_f = módulo de elasticidad en flexión, en Kg/cm².
P = carga aplicada, en Kg.
a = distancia desde la carga al apoyo, 235 cm.
L = luz de ensayo, 590 cm.
I = momento de inercia, en cm⁴.
d = deformación en el centro de la luz, en cm.

INFOR

3.4.2 Cálculo del R_f

$$R_f = \frac{M_{máx}}{W}$$

en que:

R_f = módulo de ruptura, en Kg/cm².
$M_{máx}$ = momento flector máximo, en Kg. x cm.
W = módulo resistente a la flexión, en cm³.

4. RESULTADOS

A partir de los módulos de ruptura de los ensayos a escala real, se obtuvieron las tensiones admisibles de la madera laminada fabricada con láminas sin clasificar (Grupo 1), y de la fabricada con láminas clasificadas estructuralmente (Grupos 2 al 7), el procedimiento seguido para la obtención de las tensiones admisibles es el indicado en ASTM D 2915 "Methods for Evaluating Allowable Properties for Grades of Structural Lumber". Los valores medios del módulo de elasticidad en flexión y de la tensión admisible de flexión para cada grupo, se entregan en la Tabla 3.

TABLA Nº 3

TENSIONES ADMISIBLES DE FLEXION Y E_f OBTENIDOS

Grupo Nº	Distribución de las Láminas	Tensión Admisible de Flexión (MPa)	Módulo de Elasticidad Medio en Flexión (MPa)
1	MSC	8,73	8.003
2	GRADO C	5,44	8.476
3	GRADO A	14,7	12.792
4	GRADO A GRADO C GRADO A	16,0	11.210
5	GRADO A M.S.C.	8,70	12.457
6	GRADO C M.S.D.	7,04	9,800
7	GRADO B	12,6	9.904

Con la finalidad de simplificar la comparación entre las propiedades mecánicas de los siete grupos ensayados, se presenta en la Figura Nº 7 un histograma de barras en el que se han graficado los valores tomando como referencia al Grupo Nº 1, asignándole a él, el valor 1,00. Para los otros grupos se calculó la diferencia con el Grupo Nº 1, expresándola en forma porcentual.

INFOR

FIGURA Nº 7

COMPARACION DE R_F Y E_F ENTRE GRUPOS

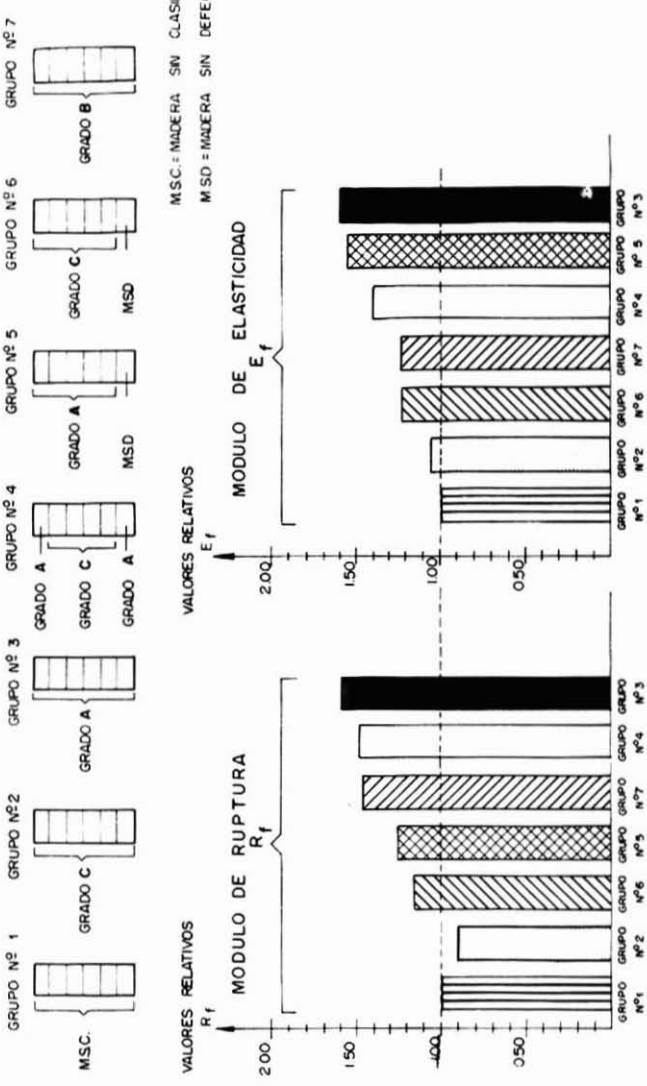


FIGURA Nº 10. Comparación de R_f y E_f entre grupos.

5. CONCLUSIONES

5.1 De acuerdo a la Figura Nº 7, se puede concluir que el uso de madera clasificada estructuralmente involucra una mayor resistencia y rigidez en los elementos de madera laminada.

5.2 Las vigas laminadas fabricadas con madera sin clasificar (Grupo Nº 1), sólo son comparables con aquellas del Grupo Nº 2, que corresponden al Grado C, es decir, el peor grado de calidad definido en este estudio.

5.3 De todos los grupos ensayados, sólo el fabricado con madera de la peor calidad obtuvo un módulo de ruptura 9% menor que el grupo fabricado con madera sin clasificar. Respecto a los otros grupos, se obtuvieron módulos de ruptura superiores hasta en un 60% en comparación con la madera sin clasificar.

5.4 En la determinación de los módulos de elasticidad, todos los grupos ensayados superaron los valores presentados por el Grupo Nº 1.

5.5 El uso de madera clasificada estructuralmente en la fabricación de madera laminada, permite un aumento de las tensiones admisibles, debido a lo cual se podrán diseñar elementos estructurales que tengan una sección transversal menor.

5.6 El uso de una combinación de láminas Grado C y Grado A, permitirá al calculista adoptar altas tensiones de diseño y permitirá al fabricante hacer uso de una importante cantidad de madera de calidad inferior, que antes debía rechazar para cumplir con las exigencias de una sola calidad para todas las láminas.

5.7 Finalmente, es necesario recalcar que un simple proceso de clasificación estructural como el indicado en este trabajo, favorece a todos los sectores relacionados con la madera laminada. Al calculista le entrega tensiones admisibles mayores, al fabricante le minimiza el rechazo de madera, y al usuario le entrega una estructura fabricada en base a un producto más confiable y seguro.

INFOR

BIBLIOGRAFIA

1. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIAL. 1984 Standard Methods of Static Tests of Timber in Structural Sizes, D 198 Philadelpia, U.S.A.
2. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIAL. 1984 Standard Methods for Establishing Clear Wood Strength Values, D 2555-81 Philadelpia, U.S.A.
3. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIAL. 1984 Standard Method for Evaluating Allowable Properties for Grades of Structural Lumber, D 2915 Philadelpia, U.S.A.
4. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIAL. 1984 Standard Method for Establishing Stresses for Structural Glued Laminated Timber, D 3737-83a Philadelpia, U.S.A.
5. INSTITUTO FORESTAL. Informe Técnico Nº 108. 1987 Clasificación Estructural del Pino radiata Destinado a Madera Laminada. Santiago, Chile.
6. USDA. FOREST SERVICE. FOREST PRODUCT LABORATORY. 1974 Design Criteria for Large Structural Glued Laminated Timber. Usign Mixed Species of Visually Graded Lumber. Research Paper F.P.L. Nº 236 Madison, Wisconsin, U.S.A.
7. USDA. FOREST SERVICE. FOREST PRODUCT LABORATORY. 1977 Improved Utilization of Lumber in Glued Laminated Beams. Research Paper F.P.L. Nº 292 Madison, Wisconsin, U.S.A.

INFOR

CONTENIDOS DE DASONOMIA EN CURRICULOS EDUCACIONALES, Osvaldo Martínez Miranda, Ingeniero Forestal, Instituto de Silvicultura, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, Casilla 853, Valdivia.

INTRODUCCION

En algunos países sudamericanos se han introducido en mayor o menor grado aspectos o experiencias educacionales desde otros más desarrollados, a través de una transferencia que ha sido útil, pero no siempre óptima. Dicha transferencia se ha producido, a nuestro juicio, por una insuficiente investigación en el campo educativo de nuestros países, que sea capaz de nutrir adecuadamente la implementación de planes y programas.

Otra crítica que se hace a nuestra educación es que ella es demasiado academicista, con predominio de las humanidades y ciencias puras en desmedro de la educación tecnológica. Sin embargo, ha habido últimamente -al menos en Chile- manifestaciones que demuestran una tendencia a introducir modificaciones curriculares conducentes a lograr una mayor capacitación de los estudiantes.

La geografía extremadamente variada de Chile, con 4.225 Km de longitud, le otorga una gran diversidad de ambientes. A pesar de esto hasta hace muy pocos años los planes y programas de la educación básica y media, eran los mismos para educandos de lugares tan discímiles como Arica, Valdivia o Punta Arenas y con entornos tan diversos, cuya influencia se llega a hacer notoria hasta en el comportamiento mismo del habitante de cada una de esas ciudades o provincias. Esta característica academicista y desligada de la realidad ambiental de los currículos educacionales conspiraba contra aquellos educandos que no lograban continuar en la Universidad, enfrentándose a la vida laboral sin una preparación adecuada.

Este trabajo es el resultado de cuatro actividades desarrolladas en la Universidad Austral de Chile; un proyecto de desarrollo rural denominado "habilitación laboral en el nivel básico"; la dictación de la asignatura Recursos Forestales, incluida desde el primer semestre de 1982, en el currículo de Pedagogía en Educación Básica; el adiestramiento de profesores de Educación Básica y Media a través del Proyecto Ciencias Integradas Básicas Experimentales (CIBEX) en colaboración con la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y labores de asesoramiento en proyectos de creación de Liceos técnicos con mención en silvicultura e innovaciones curriculares.

La necesidad de incluir contenido forestales en la educación se produjo ante el fuerte deterioro de los recursos que está ocurriendo en Chile. Este deterioro progresivo ha sido desde los centros más poblados hacia lugares de su periferia. Cuando los españoles llegaron a Chile, los recursos naturales renovables habían sufrido muy poco por la natural interacción entre el nativo y su medio (SHLATTER, 1977). En general los pueblos primitivos de Chile no deterioraron en un grado significativo los recursos naturales renovables sino hasta la Guerra de Arauco. (ENCINA, 1983).

Posteriormente, el adelanto tecnológico y la búsqueda de mejores expectativas de vida, acentúa la destrucción. Esta destrucción ambiental ha sido de tal magnitud, que hace pensar que no solo estemos frente a una irracionalidad sino que a una franca disminución del instinto de conservación del hombre (ELIZALDE, 1970).

El lento crecimiento de los árboles o la abundancia de bosques que hubo en el pasado, lo que nos pudo inducir a decir con don Quijote que "la abundancia de las cosas aunque sean buenas, hace que se estimen; y la carestía aun de las malas, se estima en algo", ha sido probablemente las razones para que la población del país, como en la mayor parte del mundo, se dedicara a usar de los recursos forestales, sin prestar igual atención a su reposición y cuidado (SAELZER, 1966).

Fenómenos parecidos han ocurrido en muchos países del mundo; en otros, esta destrucción se ha constituido en causa de decadencia. Se estima que el poderío otomano fue destruido en Lepanto, por no haber podido disponer de maderas largas para la construcción de navíos de guerra adecuados, al haber destruido sus bosques de cedro del Líbano (SAELZER, 1973). Esta realidad es conocida por científicos y profesionales de nivel superior, pero no llega a la población que está precisamente interviniendo directamente en los recursos naturales renovables como son el bosque, el suelo y las aguas.

La difusión de conocimientos sobre el uso adecuado del recurso y su conservación son todavía insuficientes, o en la mayoría de los casos, inexistentes (MARTINEZ, 1980).

Los currículos educacionales se han enriquecido últimamente con contenidos sobre recursos naturales renovables, incluidos los forestales, lo que permite esperar, un positivo cambio de conducta de la población en este sentido. Sin embargo, por la experiencia recogida de la población rural, se estima que los contenidos sobre materias forestales han sido comunicados en las aulas sólo en su aspecto descriptivo y con énfasis en la función protectora, no considerando la parte operativa consistente en las precauciones que debe tener el usuario al manejar los recursos en forma técnica, para su beneficio productivo.

En el caso forestal, cuyo desarrollo en Chile ha sido notable y acelerado, lo que ha encontrado a la mano de obra sin el adiestramiento necesario, se ha hecho el esfuerzo por implementar cursos de capacitación de esta mano de obra. Ellos, a pesar de su buena intención, no producen el efecto deseado, pues por estar destinados a personas adultas, tienen la desventaja de ir dirigidos a un grupo casi siempre muy heterogéneo, que por el hecho de ser adulto presenta la natural mayor dificultad para fijar un conocimiento o retener una experiencia dada. Se debe agregar a lo anterior, el corto tiempo en que debe impartirse la instrucción; las dificultades que encuentra el instructor y las restricciones que impone la especialidad. En cambio, cuando estos contenidos van dirigidos a una población escolar, aunque a más largo plazo, presentan la ventaja de ser comunicados en forma más pedagógica, más sistemática y permanecer más indeleble frente a al transcurso del tiempo.

En atención a lo anterior se iniciaron las acciones ya mencionadas planteándose en general, un objetivo integrador, formativo y práctico, en que por un lado se pretende inculcar en la población la necesidad de conservar los recursos forestales mediante un uso racional, y por el otro, formar personas capaces de realizar labores silvícolas y forestales con un mediano grado de capacitación.

Como objetivos específicos se formularon los siguientes:

a) Comprobar, mediante la inclusión en los currículos educacionales de contenidos forestales y de conservación en general, los cambios de conducta de la población escolar de dos escuelas de educación básica rurales.

b) Desarrollar en estudiantes de Pedagogía en Educación Básica, su capacidad para comprender el valor que tienen los recursos forestales en la satisfacción de las necesidades de la población del país, valorar su uso racional, y apreciar la importancia de su conservación en beneficio del equilibrio ecológico y del bienestar material y espiritual del ser humano.

c) Propender a una mayor capacitación de los profesores de educación básica y media de la X Región de Chile, en aspectos relacionados con las características productivas, protectoras y recreativas de los recursos forestales, y la importancia de la conservación del ambiente.

INFOR

d) Dar mayor funcionalidad a los currículos de algunos establecimientos educacionales que lo solicitan, mediante la inclusión de contenidos dasonómicos con objetivos prácticos y factibles de alcanzar.

Para cumplir con el primer objetivo se impartió adiestramiento teórico y práctico en materias forestales al cuerpo docente de dos escuelas de educación básica, a través de un convenio entre la Fundación Radioescuela para el Desarrollo Rural (FREDER) del Obispado de Osorno y la Universidad Austral de Chile, que contempla una experiencia curricular mediante la cual se incluyen contenidos dasonómicos y de conservación durante el segundo ciclo de la educación (5º a 8º años). El tiempo para dar estos contenidos se obtiene ocupando horas de casi todas las asignaturas, destinándose 13 horas semanales de los alumnos a esta experiencia que ya es una realidad, habiendo egresado la primera promoción hace 6 años.

Se instaló además, un vivero en cada escuela, donde trabajan los alumnos, realizando además, otras labores silviculturales como plantación, cuidados culturales, derribo y utilización de árboles. Se dispone de una máquina moledora de desperdicios y restos de árboles para facilitar, en pequeñas superficies y a manera de demostración, la descomposición de estos residuos y su pronta reincorporación al suelo, a fin de evitar los peligros de incendios que significa la prolongada permanencia de ramas cortadas en el bosque mismo. Además se tiene proyectado iniciar una asistencia técnica a los campesinos, tendiente a diversificar la producción a través de nuevas opciones mediante el cultivo de especies de producción forestal combinada con agricultura o ganadería con el objeto de acortar el período de retorno de la inversión.

El segundo objetivo se cumple mediante la dictación de la asignatura Recursos Forestales, que a partir del primer semestre de 1982 forma parte del currículo de la Escuela de Pedagogía en Educación Básica. Los objetivos y actividades de esta asignatura tienen el propósito que al ser aprehendidos sus contenidos ellos sean utilizados por los futuros profesores cuando les corresponda educar.

El tercer objetivo se cumple a través de un convenio suscrito entre la Corporación Nacional Forestal y la Universidad Austral, por el cual se imparte adiestramiento en materias forestales y de conservación del ambiente a profesores de educación básica y media de la Décima Región. La Universidad Austral colabora con la Corporación Nacional Forestal, que tienen a su vez un convenio nacional de colaboración con el Ministerio de Educación para capacitar a los profesores mediante el Proyecto Ciencias Integradas Básicas Experimentales (CIBEX). Esta actividad consiste en cursos anuales por provincias, que ya ha cumplido su segundo año de labor, habiéndose dictado en Valdivia y Castro.

El cuarto objetivo se logra con actividades de asesoramiento a Municipalidades en la elaboración de planes y programas de estudios. La enseñanza de materias forestales a alumnos de educación básica les proporciona una mejor motivación, lo que se traduce en un mejor rendimiento escolar. Si esto se logra -como efectivamente ocurre- sin agregar horas de clases al currículo normal, sino que adecuando las asignaturas tradicionales a los contenidos forestales, se está logrando un doble objetivo: por una parte mejorando el rendimiento escolar y, por la otra, dando al estudiante una semi capacitación laboral.

Otro aspecto que pueda ser interesante para la zona donde estas actividades se han desarrollado, es que el egresado de la enseñanza básica que no desea o no puede continuar en las posteriores etapas de la educación, puede ocuparse en las actividades forestales de su sector, sin necesidad de tener que emigrar a los centros más densamente poblados.

Estas acciones son factibles de realizar sólo con un mejoramiento de la infraestructura de los establecimientos educacionales, que contempla la posibilidad de contar con un pequeño vivero, herramientas forestales y un mínimo de instrumental forestal.

Es frecuente atribuir la responsabilidad de la destrucción del bosque a la población rural,

pero su responsabilidad se ve atenuada por el desconocimiento de las consecuencias que ocasiona. Además, es necesario para entender mejor la situación, ubicarse en el tiempo y circunstancias en que estas destrucciones se produjeron.

En el país, lo mismo que a nivel mundial, la población aumenta considerablemente mientras que los recursos naturales renovales en general y los forestales en particular comienzan a escasear en forma alarmante. De la población depende detener la destrucción de los recursos, que con un educación bien dirigida debe ser capaz de hacerlo en forma adecuada. Esta acción educativa debe comenzar en la niñez y juventud, que se ha comprobado que no sólo son receptivas, sino que el racional uso de los recursos renovables como es el bosque es deseado por la población escolar encontrando, además, una excelente acogida entre los educadores.

La decisión de conducir la educación ha estado tradicionalmente, como es obvio, en poder de los profesores. Pero, se estima necesario y conveniente consultar a profesionales superiores de otras áreas de la actividad nacional, a fin de perfeccionar las acciones que lleven a implementar currículos más adecuados a la realidad de un país. Ello también puede ser útil para establecer el perfil educacional que se desee para el egresado de los diversos niveles.

Como resultados de la enseñanza forestal a los alumnos de educación básica, se pudo constatar lo siguiente:

a) El rendimiento escolar mejoró con respecto a los años anteriores en que no hubo contenidos forestales.
b) Disminuyó, y en algunos cursos, desapareció la necesidad de nivelación.
c) Todas las asignaturas se dictaron con una tendencia forestal, sin menoscabo de su esencia.
d) Los profesores también se motivaron, produciendo módulos de autoaprendizaje en materias forestales que pueden ser usados por adultos.
e) Después de cuatro años comenzaron a egresar los alumnos que siguieron el currículo innovado. Aquellos que no continuaron estudiando fueron contratados como prácticos en empresas forestales de la zona.

Experiencias de este carácter han sido realizadas en sectores precordilleranos de las provincias de Osorno y Valdivia, estimándose que también debieran tener éxito en la zona de vocación forestal entre la VII y la XI Regiones.

BIBLIOGRAFIA

1. ELIZALDE, R. 1970. La sobrevivencia de Chile. Ministerio de Agricultura. Servicio Agrícola y Ganadero. Santiago.
2. ENCINA, F. 1983. Historia de Chile. Tomo I. Editorial Ercilla. Santiago.
3. MARTINEZ, O. 1980. Capacitación Forestal en la Educación Básica. Revista de ALEAS 2(2): 69-72.
4. ..... 1983. Difusión forestal en los currículos Educacionales. Simposio Desarrollado y perspectivas de las disciplinas forestales en la Universidad Austral de Chile. Pág. 333-342. Valdivia.
5. SAELZER, F. 1986. El bosque de Chile durante la Colonia y primeros decenios de vida de la República. Universidad Austral de Chile. Valdivia.
6. ..... 1973. La evolución de la Legislación Forestal Chilena. Instituto de Manejo y Economía Forestal. Universidad Austral de Chile. Valdivia.
7. SCHLATTER, J. 1977. Aspectos de Conservación. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Charlas y Conferencias. Nº 5: 3-10.

INFOR

CRECIMIENTO DE 35 PROCEDENCIAS DE *Eucalyptus globulus ssp globulus* EN EL ETAPA DE VIVERO, P. Infante L., J.A. Prado D. Ingenieros Forestales, División de Silvicultura, Instituto Forestal. Huérfanos 554 Stgo. Chile.

INTRODUCCION

Después de trabajar muchos años en un amplio programa de introducción de especies, el Instituto Forestal ha ido paulatinamente derivando hacia un programa de mejoramiento genético con las especies del Género Eucalyptus que han dado los mejores resultados en las distintas regiones bioclimáticas que presenta el país.

Entre estas especies, ***E glubulus*** ssp ***globulus*** es una de las de mayor importancia, por sus tasas de crecimiento y su adaptabilidad a condiciones muy diversas, desde la zona semiárida hasta la zona con un clima oceánico de altas precipitaciones.

El factor más importante en el desarrollo de un programa de mejoramiento es la amplitud de la base genética con que se trabaja. Esto permite obtener grandes ganancias y mantener una población de selección que permite satisfacer las necesidades de un programa de largo plazo.

Con el objeto de crear esta base genética, el Instituto Forestal importó semillas de 225 árboles seleccionados de ***Eucalyptus globulus ssp. globulus*** de 35 procedencias, que representan toda la distribución natural de la especie.

La presente nota técnica informa sobre el desarrollo alcanzado por estas progenies tres meses después de haber sido sembradas en el vivero.

La obtención de esta información tiene como objetivo el realizar un seguimiento de cada una de las progenies, con el fin de establecer relaciones entre el desarrollo en vivero y el futuro desarrollo en el sitio de plantación.

Dado el largo tiempo que implica la selección genética en árboles forestales, es necesario buscar la manera de reducir los intervalos de cada generación, para lo cual se busca hacer la selección lo más tempranamente posible. Para esto es necesario establecer correlaciones entre ciertas características en estado juvenil y en estado de madurez.

Hay algunas características que pueden ser medidas tempranamente en la vida del árbol, ya que son características que no sufren una gran evolución. Dominancia epical, resistencia al frío, resistencia al ataque de pestes, capacidad germinativa son algunos ejemplos.

Otras características, en cambio, varían considerablemente a lo largo de la vida del árbol, lo cual hace más difícil una medición temprana. Entre estas se pueden mencionar la altura, el diámetro, forma de la copa, rectitud del fuste, espiral de la fibra, etc.

Lamentablemente esta correlación "juvenil - maduro" no siempre es lo suficientemente alta como para hacer una selección temprana, sin riesgo de perder exactitud en la selección, con la consiguiente pérdida en la ganancia genética que esto implica. Lógicamente esta correlación mejora en la medida que los árboles a seleccionar se acercan a la madurez.

En este caso, en que los árboles solo tienen algo más de tres meses de edad, es altamente probable que esta correlación sea muy baja. A pesar de esto es importante realizar este seguimiento, ya que permitirá determinar, para cada característica de importancia, la edad mínima a la cual se puede hacer una selección confiable.

Procedencia y Progenies

Las procedencias incluidas en estos ensayos representan toda la distribución natural del ***Eucalyptus globulus ssp. globulus***. Las formaciones naturales de la costa este de Tasmania están bien representadas y también las formaciones aisladas que aparecen en la costa oeste de la isla.

Las poblaciones de las islas del Estrecho de Bass también están incluidas y lo más

importante es que las poblaciones del Sur de Victoria, región que presenta la mayor similitud climática con Chile Central están también ampliamente cubiertas por esta colección.

El número de árboles de los que se colectó la semilla en cada caso, aseguran una amplia base genética que permitirá desarrollar programas de mejoramiento a largo plazo, para las más diversas características de la especie.

En la Tabla siguiente se entrega un listado de las procedencias incluidas en la colección obtenida por el Instituto Forestal, indicándose su ubicación y el número de árboles que componen la muestra.

CUADRO 1

PROCEDENCIAS INTRODUCIDAS
Eucalyptus globulus ssp globulus

Nro. Procedencia	Lote de Semillas	Lugar de colecta		Número de Arboles	°L. S.	°L. E.	Altitud (m.s.n.m)
1	16223	Calder TK, Otway N.P.	VIC	4	39°46'	143°32'	200
2	16224	Parker Rd, Otway N.P.	VIC	7	38°49'	143°34'	145
3	16240	Otway State Forest	VIC	18	38°45'	143°27'	150
4	16319	Jerralang North	VIC	30	38°19'	146°33'	220
5	16398	Hodgson Rd. NW of Hedley	VIC	5	38°38'	146°30'	20
6	16399	Wilson Lighthouse	VIC	9	39°08'	146°25'	60
7	16400	Longstaffs Rd, N of Toora	VIC	2	38°37'	146°21'	180
8	16402	Coopers Kennett River	VIC	6	38°39'	143°48'	250
9	16406	5 Mile Rd, NW of Lorne	VIC	6	38°31'	143°57'	210
10	16407	Henderson TK. W of Lorne	VIC	9	38°32'	143°56'	210
11	16410	Badyers Creek Quarry Rd	TAS	9	41°59'	145°18'	120
12	16411	Near Binalong Bay	TAS	6	41°16'	148°18'	120
13	16412	Little Henty River	TAS	6	41°56'	145°12'	10
14	16417	N. Cape Barren Is.	TAS	5	40°22'	148°13'	20
15	16419	N.W. Cape Barren Is.	TAS	7	40°21'	148°07'	20
16	16421	S.W. Cape Barren Is.	TAS	4	40°26'	148°03'	40
17	16422	Macquarie Harbour	TAS	3	42°20'	145°20'	20
18	16424	King Island	TAS	4	40°00'	144°00'	20-100
19	16425	S. Flinders Island	TAS	3	40°14'	148°08'	120
20	16426	N.W. Flinders Island	TAS	1	39°46'	147°52'	20
21	16427	N. Flinders Island	TAS	3	39°45'	147°57'	20-60
22	16429	Central Flinders Island	TAS	6	39°55'	147°57'	40
23	16431	Central Flinders Island	TAS	8	40°02'	148°01'	120-240
24	16432	E. Flinders Island	TAS	1	39°59'	148°11'	60
25	16433	Central Flinders Island	TAS	3	40°04'	148°04'	140-160
26	16434	South Flinders Island	TAS	3	40°16'	148°10'	5-80
27	16470	Moogara	TAS	16	42°47'	146°55'	500
28	16471	N.W. of Dover	TAS	4	43°16'	146°59'	190
29	16472	Ellendale	TAS	5	42°38'	146°42'	460
30	16473	N.E. New Norfolk	TAS	4	42°43'	147°09'	300
31	16474	N. of St. Marys	TAS	5	41°34'	148°12'	400
32	16475	S.W. of Jericho	TAS	5	42°25'	147°16'	500
33	16476	S. of Geeveston	TAS	7	43°12'	146°54'	250
34	16477	N. of Geeveston	TAS	1	43°08'	146°57'	200
35	16478	Tasman Peninsula	TAS	5	43°04'	147°50'	20

INFOR

Producción de Plantas

Las semillas de los 225 árboles incluidos en la colección, más otras semillas que se emplearán en los ensayos de progenie como controles, fueron sembradas directamente en macetas en Diciembre de 1988, en el vivero San Carlos de Apoquindo, en Santiago.

Las diferencias entre procedencias y progenies se hicieron manifiestas desde el comienzo, ya que hubo una notable variación en los períodos de germinación. A pesar de esto, se trato de dar un tratamiento lo más homogéneo posible a todas las plantas en ensayo, con el fin de no producir variaciones ajenas a su material genético.

Resultados de la primera Evaluación de Crecimiento

En Marzo de 1989, unos tres meses después de la siembra se midió por primera vez el crecimiento del ensayo. Para esto se tomó una muestra al azar de 20 plantas por progenie, a las que se les midió la altura total y el diámetro de cuello.

Con el fin de representar mejor la biomasa total de cada planta, se incluyó en el análisis la variable D^2H, que combina las dos variables medidas.

En el Cuadro Nº 2 se entregan los crecimientos medios de cada una de las procedencias, indicándose en el caso de la variable D^2H, el rango de variación entre sus progenies.

CUADRO 2

CRECIMIENTOS MEDIOS POR PROCEDENCIA

Procedencia Lote sem.	N°	Altura (cm)	Diámetro (cm)	D^2H (cm^3)	Rango* (cm^3)
16223	1	22.7	0.18	0.825	0.56-1.08
16472	29	24.2	0.17	0.812	0.65-0.99
16471	28	22.6	0.17	0.758	0.39-0.99
16411	12	22.1	0.16	0.754	0.59-0.93
16224	2	21.5	0.17	0.728	0.49-1.15
16319	4	20.3	0.16	0.648	0.30-1.01
16240	3	19.2	0.16	0.643	0.35-1.21
16424	18	19.3	0.17	0.631	0.51-0.70
16417	14	20.4	0.16	0.586	0.48-0.66
16473	30	19.5	0.16	0.583	0.53-0.70
16425	19	18.4	0.16	0.572	0.38-0.84
16425	19	18.4	0.16	0.572	0.38-0.84
16419	15	20.2	0.15	0.570	0.35-1.00
16476	33	17.8	0.15	0.466	0.26-0.63
16474	31	15.8	0.16	0.452	0.31-0.69
16477	34	14.3	0.16	0.442	0.38-0.56
16400	7	15.3	0.15	0.435	0.33-0.53
16402	8	16.1	0.14	0.423	0.26-0.53
16412	13	16.5	0.14	0.406	0.27-0.50
16475	32	17.8	0.14	0.393	0.34-0.45
16410	11	13.4	0.14	0.381	0.24-0.72
16407	10	14.6	0.13	0.363	0.16-0.60
16427	21	13.7	0.14	0.344	0.21-0.49
16421	16	14.0	0.13	0.336	0.26-0.44
16470	27	14.2	0.13	0.325	0.09-0.61
16431	23	12.9	0.14	0.308	0.12-0.52
16406	9	14.1	0.13	0.307	0.23-0.37
16429	22	13.1	0.13	0.303	0.11-0.54
16398	5	13.4	0.12	0.292	0.26-0.37
16422	17	12.3	0.12	0.255	0.22-0.29
16426	20	9.2	0.18	0.241	0.21-0.21
16399	6	10.9	0.12	0.206	0.10-0.35
16432	24	11.2	0.11	0.174	0.17-0.17
16433	25	9.7	0.11	0.158	0.14-0.18
16478	35	11.0	0.10	0.151	0.09-0.46
16434	26	7.4	0.09	0.084	0.04-0.14

* Rango de variación (D^2H) de las progenies dentro de las procedencias.

INFOR

En el Cuadro 3 se presentan los crecimientos medios de grupos de procedencias, reunidas según similitud de sus lugares de origen. Los criterios utilizados en la formación de grupos fueron principalmente de ubicación geográfica (latitud, longitud y cercanía o lejanía del mar).

CUADRO 3

PROCEDENCIAS AGRUPADAS POR LUGAR DE ORIGEN

Nº	Lugar de Origen	D^2H (cm^3)
1	Cape Otway. Victoria	0.732
2	Lorne. Otway. Victoria	0.364
3	Jerralang. Traralgon. Victoria	0.648
4	Southern Gippsland. Yarran. Victoria	0.363
5	Wilson Promontory. Victoria	0.206
6	King Island. Bass Strait	0.631
7	Flinders Island. Bass Strait	0.273
8	Cape Barren Island. Bass Strait	0.497
9	Queenstown & Mac. Harbour. O de Tasmania	0.347
10	Saint Marys & Saint Helens. E de Tasmania	0.603
11	Moogara, Ellendale, Norfolk&Jericho. Tasmania	0.528
12	Koonya. Península de Tasmania	0.151
13	Geeveston. S.E. de Tasmania	0.555

Los mejores crecimientos iniciales corresponden a procedencias de Victoria (particularmente las de las regiones de Cape Otway y Jerralang), del Este de Tasmania y de la isla King (Fig. 2).

Con valores un poco más bajos, pero con la participación de procedencias sobresalientes (Ellendale y Geeveston) se ubican las familias provenientes de Sur Este de Tasmania (Fig. 2 y 3, Cuadro 2).

En cambio, las Islas Flinders del Estrecho de Bass, la Península de Tasmania y Wilson Promontory entregaron los menores crecimientos (Fig. 1, 2 y 3).

Estos datos, a pesar de estar tomados en una etapa muy inicial del ensayo, ya reflejan interesantes diferencias entre las procedencias y los grupos de procedencias. Si tomamos la variable D^2H, encontramos que las procedencias cercanas a Cape Otway han crecido entre 5 y 10 veces más que las de menos desarrollo (Cuadro 2).

A nivel de las familias se repite la tendencia anterior, ya que las progenies con mayor desarrollo provienen de Otway y Jerralang en Victoria y las peores de las Islas Flinders y de la Península de Tasmania (Cuadro 2).

Entre las progenies de una misma procedencia, se advierte una variación importante lo que permite encontrar familias de muy buen crecimiento en procedencias situadas en una posición intermedia de desarrollo respecto a las demás (Ej. 16419, Cape Barren Island).

INFOR

Como se mencionó anteriormente, no es posible afirmar, en base a estos antecedentes, que las procedencias de Otway y Jerralang en Victoria, y del Este de Tasmania sean superiores. Será necesario esperar algunos años para ver si existe correlación entre esta tendencia inicial y el futuro desarrollo de las procedencias y progenias.

La correspondencia climática de la zona de Otway con la Zona Central de Chile permite suponer que esta tendencia debería mantenerse.

FIGURA 1

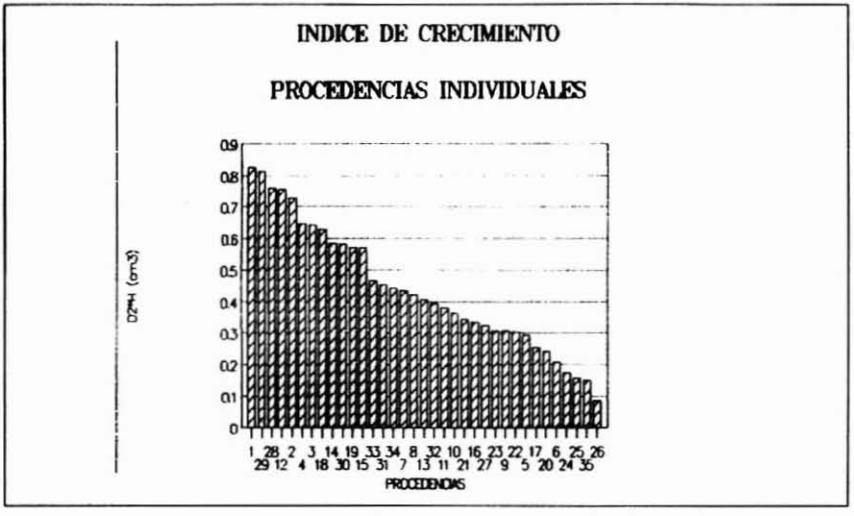


FIGURA 2

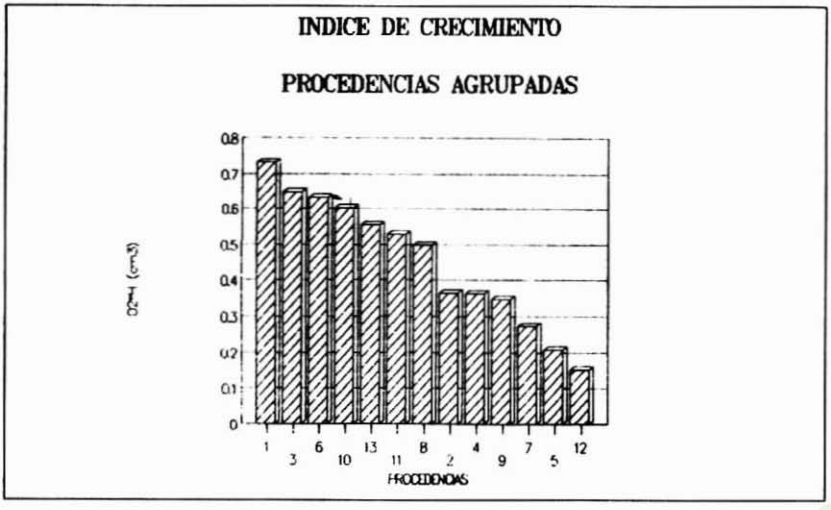
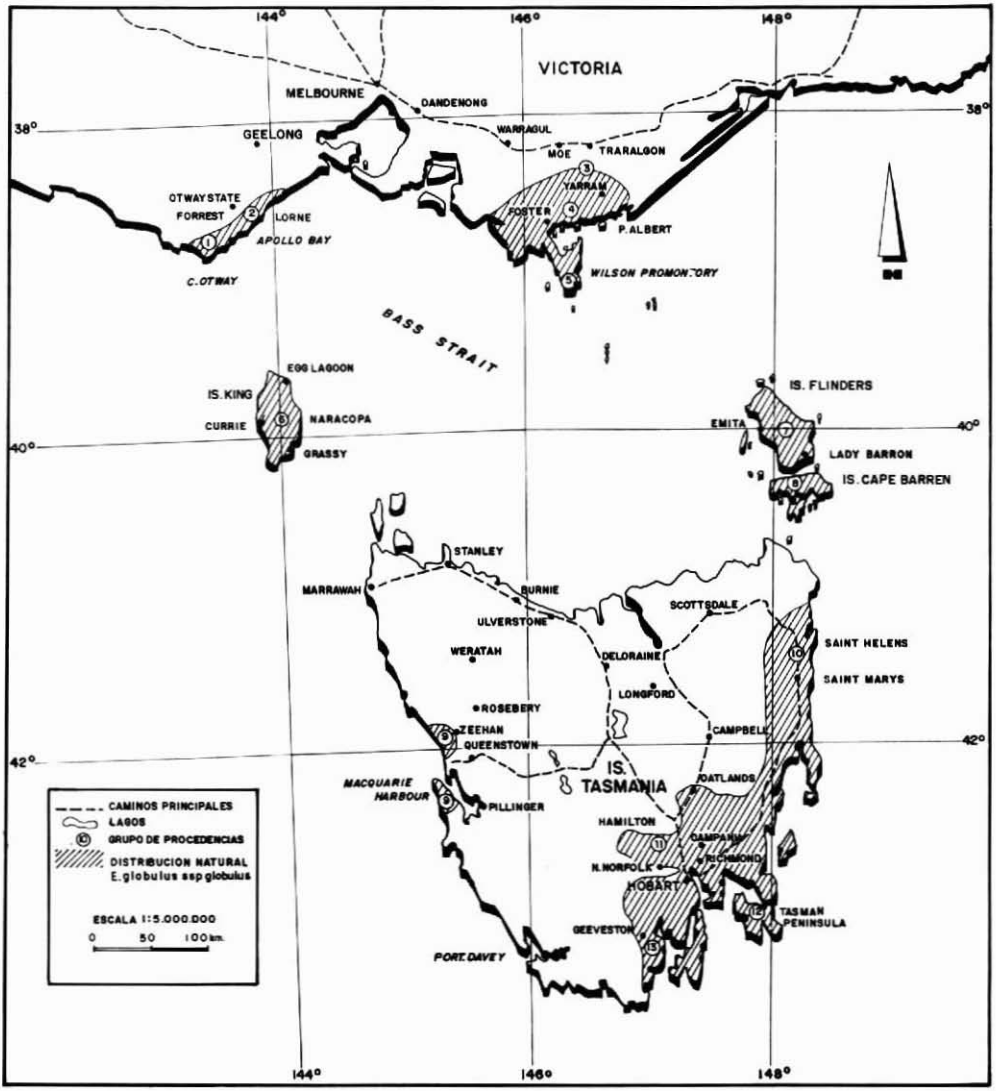


FIGURA 3

DISTRIBUCION NATURAL Y GRUPOS DE PROCEDENCIAS INTRODUCIDAS DE *Eucalyptus globulus ssp. globulus*



ANTECEDENTES GENERALES SOBRE ACACIA MELANOXYLON (*Aromo Australiano*)

Ute Kannegiesser S. Ingeniero Forestal.

INTRODUCCION

El género ***Acacia*** agrupa una gran cantidad de especies desde pequeños arbustos de escasa altura hasta frondosos y altos árboles forestales. Las acacias están presentes en todos los continentes, excepto Europa y la Antártica. Se conocen más de 1.000 especies, de las cuales aproximadamente el 60% proviene de Australia.

Entre las diversas especies de este género existen algunas con características madereras, destacándose en este aspecto ***Acacia melanoxylon.*** El aromo australiano es considerado una de las latifoliadas más valiosas en cuanto a su madera. Presenta un fuste de buena forma, su duramen es de color café-dorado y de bello veteado. Estas características son apropiadas para su uso en la industria de muebles.

El INSTITUTO FORESTAL en su intento de diversificar la oferta de productos forestales está investigando otras especies de rápido crecimiento y buenas perspectivas económicas, que sean alternativas al Pino radiata.

En Chile, ***Acacia melanoxylon*** ha presentado una excelente adaptación desde la VII a la X Región, con desarrollos muy buenos en sitios forestales. A pesar de ésto, se desconocen las técnicas de viverización, de plantación y de manejo, su rendimiento y la rotación del aromo australiano.

El objetivo central de este artículo es entregar antecedentes generales sobre la especie Aromo australiano ***(Acacia melanoxylon).***

Acacia melanoxylon R. Br.

La especie ***Acacia melanoxylon,*** pertenece a la familia **Mimosaceae.** Su nombre botánico deriva del griego "melas" y "xylon, que se traduce como madera negra. De la misma forma, haciendo referencia a las características de su madera se han originado los nombres vulgares. Esta especie se conoce como australian blackwood, black wattle, acacia negra, acacia de madera negra, aromo negro, schwarze Akazie, acacia à bois noir y acacia nera australiana entre otros. En Chile se le denomina principalmente aromo australiano. Debido a su habilidad de invadir terrenos y bosques en Argentina recibe el nombre de aromo salvaje (CARNEVALE, 1968).

Descripción de la especie

Acacia melanoxylon es una latifoliada que presenta distintos fenotipos, dependiendo del ambiente donde crece. Varía desde un arbusto achaparrado hasta una de las acacias de más grandes de Australia. Sus mayores dimensiones -alturas de 35 m y diámetros entre 1 y 1,5 m- las alcanza en las tierras bajas al NW de Tasmania. Sin embargo, generalmente su altura se encuentra entre 10 y 30 m y sus diámetros fluctúan alrededor de 50 y 80 cm (STREETS, 1962; CARNEVALE, 1968: NAJERA y LOPEZ, 1969; FOREST RESEARCH INSTITUTE, 1982).

El fuste es recto, aunque puede presentar contrafuertes y otros defectos en la base. Al crecer en lugares abiertos raramente esta libre de ramas por más de 4 m (CHUDNOFF, 1984). La corteza es de color café a gris oscuro y de espesor variable, caracterizándose por grandes surcos o grietas que se extienden longitudinalmente.

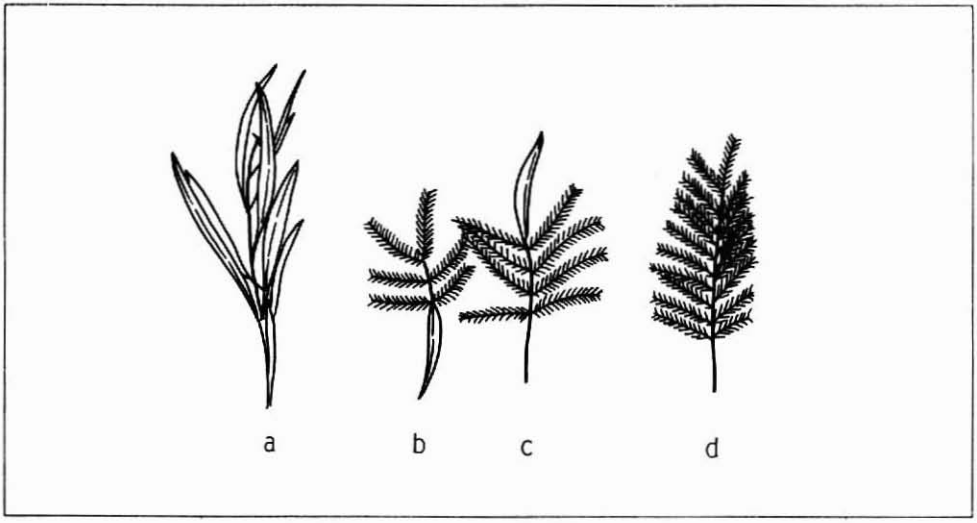
El aromo australiano presenta una copa amplia, cónica, con follaje tupido, coriáceo y persistente.

INFOR

Una característica distintiva del aromo australiano es su heterofilia. El follaje juvenil es doblemente compuesto con una disposición alterna en la rama. El raquis primario pubescente presenta 4 a 10 pares de ejes secundarios opuestos. En cada uno de éstos se encuentran 10 a 15 pares de folíolos sésiles, oblongos, de color verde claro por el haz y más pálido por el envés. Aproximadamente a los cuatro meses, dependiendo de la pluviometría anual del sitio originario de la semilla, la planta comienza a formar hojas a partir del engrosamiento de los pecíolos. Botánicamente éstas se conocen por el nombre de filodio. Son oval-lanceolados, falcados, anchos en la punta y se estrechan hacia la base. Se caracterizan por su textura coriácea y por presentar 3 a 5 venas principales paralelas y una pequeña glándula en la base (Figura 1).

FIGURA 1

FOLLAJE DE *ACACIA MELANOXYLON*
(a: Estado adulto, filodio; b y c: estado de transición; d: estado juvenil, compuesto bipinnado)



Fuente: FOREST RESEARCH INSTITUTE. 1982

Las inflorescencias del aromo australiano están formadas por pequeños racimos de 3 a 5 cabezuelas. Cada una de éstas se compone de 30 a 50 flores hermafroditas, sin aroma, de color crema a amarillo pálido.

El fruto es una legumbre alargada, plana, angosta y de color café-pardusco. Contiene entre 6 y 10 semillas negras, brillantes, ovaladas, rodeada cada una por un funículo rosado.

La madera de aromo australiano es muy demandada. Los anillos de crecimiento se encuentran muy marcados. La zona de primavera presenta un fuerte contraste con la de verano, por el color marrón de esta última. También la albura y el duramen están diferenciados. La primera presenta un color blanco-rosáceo y el duramen varía desde el café-amarillento hasta

el marrón oscuro, pasando por algunos matices rojizos. Es medianamente pesada y resistente a choques y vibraciones. La albura es flexible, presentándose para trabajos de curvado, hasta un radio de 6 cm (CHUDNOFF, 1984). La textura fina y el grano recto producen un característico y decorativo veteado en la madera aserrada. No presenta problemas de secado al aire, admitiendo procesos relativamente acelerados en cámaras. Se trabaja fácilmente con herramientas manuales y mecánicas, adquiriendo finas y suaves terminaciones. Acepta bien pinturas y barnices y es fácil de encolar, clavar y atornillar.

La durabilidad del duramen es intermedia, manteniéndose los postes por 12 años en el suelo sin deteriorarse (STREETS, 1962). El duramen es resistente a los tratamientos de impregnación, ya sea en estanques abiertos o sistemas a presión (CHUDNOFF, 1984)

Distribución natural

Acacia melanoxylon es una de las especies de mayor dispersión en el este de Australia. Se distribuye en una faja de 100 a 200 km de ancho, bordeando la costa en forma contínua desde el sureste de Queensland hasta el oeste de Victoria. Junto con algunos eucaliptos, sigue una distribución discontínua hacia el cordón montañoso del Mount Lofty en el estado de Australia meridional. De la misma forma, se han encontrado poblaciones puntuales a unos 200 km al norte y al sur de Townsville (FARRELL y ASHTON, 1978) (Figura 2).

Se desarrolla principalmente en el sureste de Australia, en las islas del Estrecho de Bass y en Tasmania.

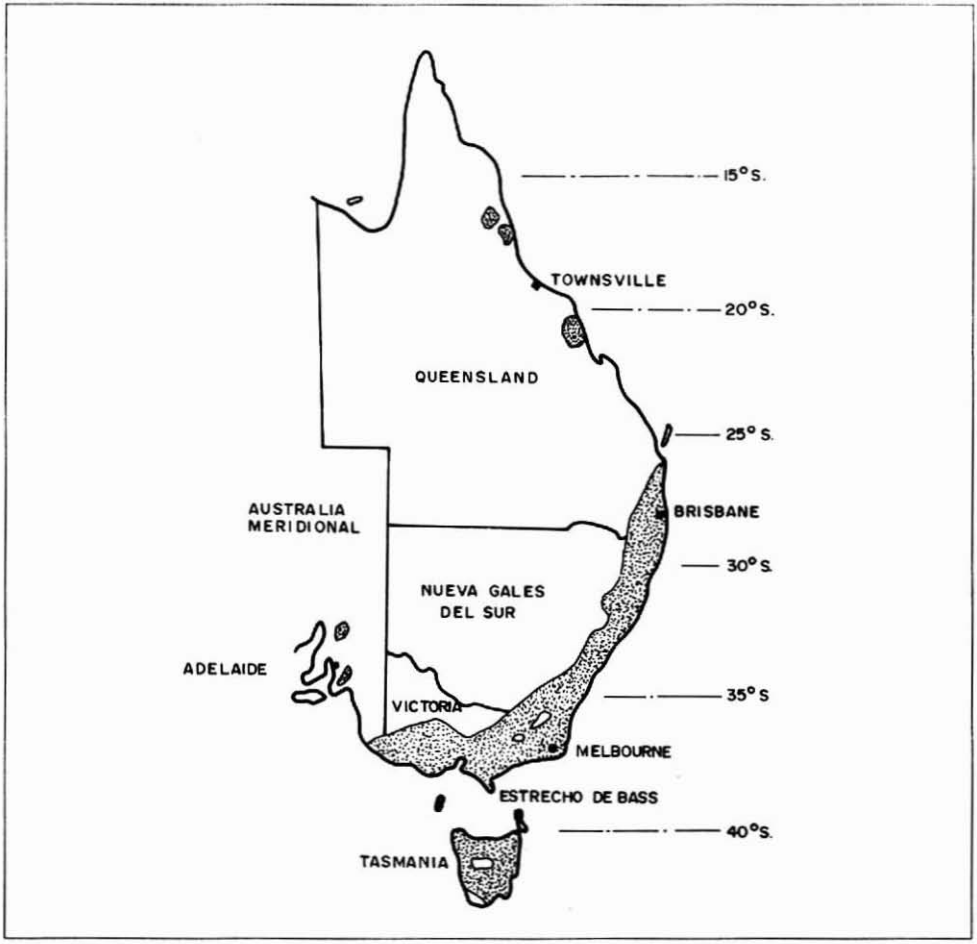
Latitudinalmente se distribuye desde los 16°LS hasta los 43°LS.

En el sur de su distribución, el aromo australiano crece desde el nivel del mar hasta los 1.350-1.500 m.s.n.m. en el norte de New South Wales. En el trópico está restringido a las tierras altas sobre los 500 m.s.n.m. (CAVANAGH, 1987).

INFOR

FIGURA 2

DISTRIBUCION NATURAL DE AROMO AUSTRALIANO
(Acacia melanoxylon)



Fuente: FARREL Y ASHTON, 1978

Clima

En su país de origen, el aromo australiano se extiende de norte a sur desde la zona climática cálida húmeda y subtropical hasta la templada fría.

Las precipitaciones medias anuales fluctúan entre 450 y 1.800 mm. Sin embargo, su distribución durante el año varía de acuerdo con la zona geográfica. En Victoria, al sur de

INFOR

Australia y en Tasmania, las precipitaciones se concentran en 100 a 120 días durante el invierno. Sobre los 1.000 m.s.n.m. además se pueden presentar en forma de leves nevazones. En New South Wales, especialmente en la costa, se distribuyen uniformemente a través de todo el año y en el norte, su máximo es durante el verano.

Al sur de Australia, donde la especie alcanza su mejor desarrollo, la temperatura máxima media del mes más cálido oscila entre 19° y 22°C, pudiendo más al norte llegar a 30°C. La temperatura mínima media del mes más frío varía entre 1° y 10°C, observándose 5 a 70 heladas al año (HALL et al., 1970).

Suelos

El mejor crecimiento de ***Acacia melanoxylon*** se obtiene en suelos forestales podzólicos y aluviales de media a alta fertilidad, profundos, con buen drenaje y pH neutro a ácido. También se encuentra en arcilla limosas, podzoles amarillos o rojos y gleysoles.

Esta especie ocupa posiciones topográficas que varían desde terrenos bajos pantanosos, valles, laderas en pendientes hasta mesetas y cimas.

Asociaciones vegetales

Acacia melanoxylon probablemente alcanza su mejor desarrollo al sur de Australia y en el noroeste de Tasmania, donde crece asociado con ***Nothofagus cunninghamii*** o como especie secundaria en rodales de ***Eucalyptus regnans*** y ***E. viminalis***. Asociaciones similares existen en el sur de Tasmania y en el centro-sur de Victoria. A mayor latitud, los bosques están compuestos por ***Acacia melanoxylon, Nothofagus cunninghamii*** y ***N. moorei,*** y en algunos casos ***Eucalyptus delegatensis*** y ***E. camaldulensis.***

En los bosques australianos de ***Eucalyptus,*** el aromo es un pequeño árbol de 10 a 15 m de altura que ocupa el estrato medio. En los sectores donde las precipitaciones fluctúan entre 800 y 1.000 mm se asocia con ***E. viminalis*** y ***E. ovata.*** Al aumentar las precipitaciones ***E. cypellocarpa*** y ***E. obligua*** reemplazan el dosel superior.

Importancia económica

Los bosques lluviosos cubren sectores con altas precipitaciones en la costa este y sur de Australia. Sus principales componentes son especies madereras valiosas contando entre ellas ***Acacia melanoxylon.*** Este tipo forestal australiano cubre 0,8 millones de hectáreas (SONNTAG, 1970).

En los estados australianos de Victoria y New South Wales, la producción de madera aserrada de ***Acacia melanoxylon*** es limitada. Pero en los mercados se encuentra madera proveniente de Tasmania.

La madera de aromo es de alta calidad y por lo tanto puede destinarse a una gran variedad de usos. Se emplea principalmente como elemento decorativo para revestimientos de interior, en la industria del mueble, ebanistería, tornería, mesas de billar, parquets, instrumentos musicales, madera aserrada y elaborada, culatas para armas de fuego, estructuras de embarcaciones, remos, mangos tonelería entre otros. El debobinado es poco apropiado para la obtención de chapas, no así el foliado.

Aparte del objetivo productivo, esta especie se ha plantado como ornamental, para sombra, protección, cortinas cortavientos y cortafuegos.

INFOR

El aromo australiano ha sido introducido en diversos países especialmente del hemisferio sur, entre los que destacan algunos del este y sur de Africa, India, Ceylán, Argentina y Chile, siendo una excepción España.

En Ceylán, el aromo australiano ha demostrado ser una exitosa especie en la conversión de bosques húmedos subtropicales de bajo rendimiento a plantaciones de rápido crecimiento. Se encuentra mezclado con especies del género ***Eucalyptus*** y ***Cupressus macrocarpa.*** Entre 1929 y 1935 se establecieron aproximadamente 1.200 ha en una faja de alta pluviosidad (2.000-2.500 mm/año) a altitudes que fluctúan entre 1.500 y 2.100 m.s.n.m.

Plantado bajo dosel de ***Eucalyptus*** ssp. ha crecido con éxito (Cuadro 1).

CUADRO 1

DAP Y ALTURA DE *ACACIA MELANOXYLON* EN CEYLAN

EDAD (años)	DAP (cm)	ALTURA (m)
15-16	24	21
20	28	26
30	37	32

Fuente: STREETS, 1962

El aromo australiano fue introducido en India en 1840. Se plantó sistemáticamente entre 1853 y 1869, cuando fue desplazado por ***Eucalyptus globulus.*** Desde entonces no se ha plantado a escala considerable y la mayoría de los individuos está desapareciendo lentamente por el ataque de parásitos del género ***Loranthus*** (STREETS, 1962). Actualmente se encuentra naturalizado, formando aparte del paisaje de Ootamund, Kodai kanal y Coonoor. Las semillas son cosechadas y se envían a localidades del Himalaya, donde aún se planta. La regeneración es principalmente por retoños (SEKHAR y KUKRETI, 1979).

En Kenya, las plantaciones con aromo australiano datan de fines de los años 20. Se ha establecido por prácticas tradicionales de vivero y crece vigorosamente hasta los 12 años, cuando muere sin causa aparente. Las plantaciones sanas crecen a tasas de 1,8 m en altura al año. La regeneración natural es abundante, colonizando suelos desprovistos de vegetación (STREETS, 1962).

Acacia melanoxylon de alta calidad es una de las maderas más finas que crecen en Sudáfrica. Fue introducida en 1856 de procedencia desconocida (De ZWAAN, 1981). Actualmente se ha naturalizado tanto que es difícil pensar que es una especie exótica (HARRISON, 1974; De ZWAAN, 1981). Se desarrolla bien en regiones con suficientes precipitaciones, como el este y norte de Transvaal, Natal, Tsitsikamma y el Cabo Sur. Es una especie de rápido crecimiento, alcanzado hasta 16 m^3/ha/año (ESTERHUYSE, 1985).

En Nueva Zelanda, el aromo australiano es una especie promisoria que se planta en menor proporción (HASLETT, 1983). Los bosques estatales con esta especie en Whakarewarewa ocupan 28 ha. Se establecieron junto con otras acacias en 1906 a una altitud de 300 m, con precipitaciones de 1.500 mm/año y una temperatura media anual de 13°C. En los mejores sitios, los rodales sin manejo han alcanzado 23 m de altura y 36 cm de diámetro a los 45 años.

Los rollizos aserrables contienen un 80% de duramen (STREETS, 1962).

Acacia melanoxylon ha sido plantado en la provincia de Buenos Aires como árbol ornamental y como cortina cortaviento y sombreadero para el ganado. Actualmente se encuentra asilvestrado, procedente de cultivos completamente naturalizados (CELULOSA ARGENTINA, 1977). De la misma forma, el aromo se ha aclimatado muy bien en Galicia (España), donde invade suelos fértiles y se reproduce naturalmente en el litoral mediterráneo (NAJERA y LOPEZ, 1969).

Al cultivar esta especie para la producción de madera de calidad se deben adoptar medidas silviculturales especiales. Existen varios factores que pueden reducir el valor de la madera, los cuales se pueden manejar a través de la silvicultura. Entre ellos están la nudosidad, anillos de crecimiento muy anchos y conspicuos, color poco atractivo y el contenido de duramen. Este último es muy importante debido a la preferencia del color oscuro del duramen para casi todos los usos que se le da a la madera. Su valor está más relacionado con el diámetro del duramen que con el del trozo sin corteza (HARRISON, 1974; 1975).

INFOR

BIBLIOGRAFIA

1. CARNEVALE, J.A. 1968. Arboles forestales: Descripción, cultivo y utilización. 3ª Ed. Buenos Aires, Hachette S.A. 689 p.
2. CAVANAGH, T. 1987. Germination of hard-seeded species (Order Fabales). In: Langkamp, D. (ed.). Germination of australian native plant seed. AMIRA. Melbourne, Sidney, Inkata Press. pp. 58-70.
3. CELULOSA ARGENTINA S.A. 1977. Esencias forestales no autóctonas cultivadas en la Argentina de aplicación ornamental y/o industrial.
4. CHUDNOFF, M. 1984. Tropical timbers of the world. USDA For, Serv. Agric. Handb. Nº 607.
5. De ZWAAN, J.G. 1981. The influence of crown shape and pruning on subsequent growth of blackwood. S.A. For. J. 119:45-46.
6. ESTERHUYSE, C. J. 1985. Site requirements for commercial trees planted in South Africa. S.A. For J. 133:61-66.
7. FARRELL, T.P. and D.H. ASHTON. 1978. Population studies on ***Acacia melanoxylon*** R. Br. I. Variation in seed and vegetative characteristics. Aust. J. Bot. 26:365-379.
8. FOREST RESEARCH INSTITUTE. 1982. Australian Blackwood ***(Acacia melanoxylon).*** What's new in Forest Research? Nº 105. 4 p.
9. HALL, N.; JOHNSTON, R.D. and G.M. CHIPENDALE. 1970. Forest trees of Australia, Aust. Govt. Publ. Serv. Canberra. 334 p.
10. HARRISON, C.M. 1974. Heartwood content patterns in ***Acacia melanoxylon*** in the southern cape. Forestry in South Africa 15:31-34.
11. ....., 1975. Heartwood colour patterns in south african ***Acacia melanoxylon.*** Forestry in South Africa 17:49-56.
12. HASLETT, A.N. 1983. Drying properties of New Zealand-grown ***Acacia melanoxylon.*** N.Z.J. For. Sci. 13(2): 130-138.
13. NAJERA, F. y V. LOPEZ. 1969. Estudio de las principales maderas comerciales de frondosas peninsulares. Madrid, Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. pp. 81-86.
14. SEKHAR, A.C. and M.C. KUKRETI. 1971. A note on physical and mechanical properties of ***Acacia melanoxylon*** (Australian blackwood) from Kodai kanal, Tamil Nadu. Indian forester 105 (9): 677-684.
15. SONNTAG, A.E. 1970. Some impressions of Forester developments in Australia and New Zealand. S.A. For. J. 74:1-5.
16. STREETS, R.J. 1962. Exotic forest trees in the British Commonwealth. England, Oxford. Ed. Clarendon Press. 750 p.

METODO PARA ESTIMAR EL TIEMPO DE SECADO EN SECADORES CONVENCIONALES, Martín Pavon Hinrichsen, Ingeniero Civil Mecánico.

INTRODUCCION

Estimar el tiempo de secado de una determinada especie maderera, es de gran interés, especialmente para calcular el costo de secado y la productividad de una determinada instalación. No existen bases para predecir con exactitud la duración de un ciclo de secado para una carga, en una cámara en particular; sin embargo considerando los factores más importantes de entre los muchos involucrados, es posible hacer una estimación que puede resultar muy útil. Los valores tabulados fueron obtenidos empíricamente en el Princes Risborough Laboratory en Inglaterra para un espesor de 38 mm.

METODO

El método consiste en determinar primeramente, un tiempo básico de secado, mediante factores que consideran la especie maderera, el espesor de las piezas y la reducción de humedad requerida. Posteriormente este tiempo se afecta por un factor que toma en cuenta las diferencias de equipamiento de las instalaciones, la calidad inicial de la madera y la degradación final aceptable de la madera. Es decir el tiempo básico de secado se calcula como sigue:

$$tb = CxRxT$$

Donde
- tb = Tiempo básico de secado, en días
- C = Factor que considera la especie y su velocidad de secado.
- R = Factor que considera la reducción de humedad requerida
- T = Factor que considera el espesor de la madera.

Los factores C, R, y T, se entregan tabulados en las Tablas 1, 2 y 3 respectivamente.
Finalmente el tiempo de secado estimado se calcula como:

$$tR = tb \times K$$

Donde:

tR = Tiempo real de secado en días
tb = Tiempo básico de secado en días
K = Factor que considera las diferencias de equipamiento, calidad inicial de la madera y de degradación final aceptable.

El factor K se entrega en la Tabla Nº 4.

INFOR

TABLA Nº 1

FACTOR DE VELOCIDAD DE SECADO

Grupo de velocidad de secado	Factor de Velocidad de Secado (C)
1	0.30
2	0.40
3	0.55
4	0.75
5	1.00
6	1.30
7	1.60
8	1.95
9	2.35

TABLA Nº 2

FACTOR DE REDUCCION DE HUMEDAD

Reducción de Humedad %	Factor de Reducción de Humedad (R)
15	7.6
20	9.2
25	10.7
30	12.1
35	13.4
40	14.6
45	15.8
50	17.0
55	18.1
60	19.2
65	20.3
70	21.3
75	22.3
80	23.3

TABLA Nº 3

FACTOR DE ESPESOR

Espesor de la Madera (mm)	Factor de Espesor (T)
25	0.60
32	0.80
38	1.00
44	1.20
50	1.40
57	1.65
63	1.90
70	2.15

TABLA Nº 4

FACTOR DE CORRECCION DEL TIEMPO BASICO DE SECADO (k)

Características de la madera		Características de la Cámara		
Degradación final permisib.	Calidad inic. de la madera	CLASE 1 (1)	CLASE 2 (2)	CLASE 3 (3)
Sobre lo normal	Alta	0.55	0.65	0.85
	Media	0.60	0.80	0.95
	Baja	0.65	0.85	1.05
Normal	Alta	0.75	0.95	1.10
	Media	0.85	1.05	1.20
	Baja	0.95	1.15	1.30
Mínima	Alta	0.95	1.15	1.30
	Media	1.05	1.25	1.40
	Baja	1.15	1.35	1.50

(1) : Velocidad de aire alta (> 1,5 m/s), ventiladores laterales.
(2) : Velocidad de aire media (0,9 - 1,2 m/s), ventiladores de ejes cruzados ubicados en el techo.
(3) : Velocidad de aire baja (< 0,9 m/s), ventiladores de ejes longitudinales ubicados en el techo.

INFOR

A modo de aclaración, a continuación se entrega un ejemplo de aplicación del método.

Determinar el tiempo de secado para madera de Pino oregón de 50 mm de espesor en una cámara con ventiladores tipo ejes cruzados sobre el techo y con velocidad de aire media. La madera es de una calidad inicial media y la degradación final debe ser mínima. La humedad inicial es de 85% y la final de 15%.

tb = CxRxT

C = 0.3 (Madera tipo grupo 1, velocidad de secado según Tabla Nº 5).
R = 21.3 (Reducción de humedad de un 70%)
T = 1.4 (Espesor 50 mm).

tb = 0.3 x 21.3 x 1.4 = 8.95 días
K = 1.25 (Tabla Nº 4).
tR = 8.95 x 1.25 = 11.2 días

Si consideramos para el mismo ejemplo que la calidad inicial de la madera es buena y que la degradación permisible es normal, se tiene:

K = 0.95
tR = 8.95 x 0.95 = 8.5 días

Es decir en este caso se acorta el ciclo en 2.7 días.

A continuación se presentan en el Anexo, los programas de secado recomendados para diversas especies y utilizados como base. Ellos van desde los más suaves (A) hasta los más rigurosos (M).

TABLA Nº 5

CARACTERISTICAS DE SECADO DE ALGUNAS ESPECIES DE INTERES

Nombre Comercial	Programa Sugerido	Grupo de Vel. de Secado	Características de secado de la especie
Pino Radiata	K	(1)	Se seca fácilmente con poca degradación si se toman precauciones.
Eucalipto	C	(7)	Gran tendencia a agrietarse y al colapso durante el secado, se requiere secado al aire previo.
Coigüe	B	(7)	Generalmente se seca mal con pronunciada tendencia a la distorsión, es probable aparición de Colapso. Recomendable un secado al aire previo.
Raulí	E	(6)	Se seca un poco lento pero bien, con poca degradación
Pino oregón	K	(1)	Se seca muy rápidamente y sin demasiadas grietas, distorsión y aflojamiento de nudos.

INFOR

ANEXO

PROGRAMAS DE SECADO RECOMENDADOS PARA DIFERENTES ESPECIES

Programa A:		Para espesores 38 mm			HR (%)	Modificación al Program. para Espesores Mayores	
		C.H.(%)	TBS (°C)	TBH (°C)		38 - 75 mm TBH (°C)	<75 mm TBH (º)
Etapa	1	Verde	35	30.5	70	31.0	32.0
	2	60	35	28.5	60	29.5	30.5
	3	40	40	31.0	50	32.0	33.0
	4	30	45	32.5	40	34.0	35.0
	5	20	50	35.0	35	36.5	38.0
	6	15	60	40.5	30	42.5	44.5
Programa B							
Etapa	1	Verde	40	37.5	85	38.5	39.0
	2	40	40	36.5	80	37.5	38.5
	3	30	45	40.5	75	41.5	42.5
	4	25	50	44.0	70	45.0	46.0
	5	20	55	46.0	60	47.5	48.5
	6	15	60	47.5	50	49.0	50.5
Programa C							
Etapa	1	Verde	40	37.5	85	38.5	39.0
	2	60	40	36.5	80	37.5	38.5
	3	40	45	40.5	75	41.5	42.5
	4	35	45	39.5	70	40.5	41.5
	5	30	45	38.5	65	39.5	40.5
	6	25	50	42.0	60	43.0	44.0
	7	20	60	47.5	50	49.0	50.5
	8	15	65	48.5	40	50.5	52.0

PROGRAMAS DE SECADO RECOMENDADOS PARA DIFERENTES ESPECIES

Programa D: Para espesores 38 mm					HR (%)	Modificaciones al Progr. para Espesores Mayores	
		C.H. (%)	TBS (ºC)	TBH (ºC)		38 - 75 mm TBH (ºC)	> 75 mm TBH (º)
Etapa	1	Verde	40	37.5	85	38.5	39.0
	2	60	40	36.5	80	37.5	38.5
	3	40	40	35.0	70	36.0	36.5
	4	35	45	37.5	60	38.5	39.5
	5	30	45	35.0	50	36.0	37.5
	6	25	50	36.5	40	38.0	39.5
	7	20	60	40.5	30	46.5	48.5
Programa E:							
Etapa	1	Verde	50	47.0	85	48.0	49.0
	2	60	50	46.0	80	47.0	48.0
	3	40	50	45.0	75	46.0	47.0
	4	30	55	47.5	65	48.5	50.0
	5	25	60	49.0	55	50.5	52.0
	6	20	70	54.5	45	56.5	58.0
	7	15	75	56.5	40	58.5	60.5
Programa F:							
Etapa	1	Verde	50	45.0	75	46.0	47.0
	2	60	50	44.0	70	45.0	46.0
	3	40	50	42.0	60	43.0	44.0
	4	30	55	43.5	50	45.0	46.0
	5	25	60	46.0	45	47.5	49.0
	6	20	70	52.5	40	54.5	56.5
	7	15	75	65.5	40	58.5	60.5

INFOR

PROGRAMA DE SECADO RECOMENDADOS PARA DIFERENTES ESPECIES

Programa G:		Para espesores 38 mm				Modificación al program. para Espesores Mayores	
		C.H. (%)	TBS (º C)	TBH (º C)	HR (%)	38 - 75 mm TBH (ºC)	> 75 mm TBH (ºC)
Etapa	1	verde	50	47.0	85	48.0	49.0
	2	60	50	46.0	80	47.0	48.0
	3	40	55	51.0	80	52.0	53.0
	4	30	60	54.5	75	55.5	57.0
	5	25	70	62.5	70	64.0	65.0
	6	20	75	62.5	55	64.0	65.5
	7	15	80	61.0	40	63.0	65.0
Programa H							
Etapa	1	Verde	60	55.5	80	57.0	58.0
	2	50	60	54.5	75	55.5	57.0
	3	40	60	52.0	65	53.0	54.5
	4	30	65	53.5	55	55.0	56.5
Programa J							
Etapa	1	Verde	60	53.0	70	54.5	55.5
	2	50	60	50.5	60	52.0	53.0
	3	40	60	47.5	50	49.0	50.5
	4	30	65	48.5	40	50.5	52.0
	5	20	75	52.0	30	54.5	56.5

PROGRAMA DE SECADO RECOMENDADOS PARA DIFERENTES ESPECIES

Programa K:		Para Espesores 38 mm				Modificación al Program. para Espesores Mayores	
		CH (%)	TBS (ºC)	TBH (ºC)	HR (%)	38 - 75 mm TBH (ºC)	>75 mm TBH (ºC)
Etapa	1	Verde	70	65.0	80	66.5	68.0
	2	50	75	67.0	70	68.5	70.0
	3	30	80	68.5	60	70.5	72.0
	4	20	90	69.0	40	71.5	73.5
Programa L							
Etapa	1	Verde	80	72.0	70	73.5	75.0
		40	90	69.0	40	71.5	73.5
Programa M							
Etapa	1	Verde	90	81.0	70	83.0	84.5
	2	50	95	78.0	50	80.0	82.0

INFOR

El Instituto Forestal edita regularmente diversas publicaciones técnicas referidas a Estadísticas Básicas, Estudios de Mercado, Estudios Sectoriales, Precios de Productos Forestales, Silvicultura del Bosque Nativo y de Plantaciones, Construcción en Madera, Especies Forestales Exóticas, entre otros temas. En esta oportunidad se entregan antecedentes de algunas publicaciones de interés, disponibles para consulta o adquisición en las oficinas de INFOR en Santiago (Huérfanos 554) y en Concepción (Barros Arana 121).

1.- ESTADISTICAS FORESTALES 1988. Boletín Estadístico Nº 11. División de Estudios Económicos, Instituto Forestal. Santiago, Chile 1989. 113 págs.

El Instituto Forestal ha editado el Boletín Estadístico que anualmente publica, y que contiene indicadores de la gestión del año 1988, mostrando la evolución experimentada en los últimos diez años, de las actividades vinculadas a la producción y comercialización de productos forestales.

Este documento ha sido preparado por la División de Estudios Económicos de INFOR, y está circunscrito al proyecto *"Mantención de Estadísticas Básicas del Sector Forestal"*, que actualmente le contrata la Gerencia de Desarrollo de la Corporación de Fomento de la Producción, CORFO. De esta manera se entrega información estadística a las autoridades, a los productores, empresarios, ejecutivos y profesionales ligados directa e indirectamente con la actividad forestal.

Esta publicación con más de 70 cuadros estadísticos, está dividido en 9 capítulos.

Capítulo I : Indicadores Macroeconómicos
Capítulo II : El Recurso Forestal
Capítulo III : Consumo y Producción
Capítulo IV : Comercio Exterior Forestal
Capítulo V : Precios de Productos Forestales
Capítulo VI : Transporte de Carga Forestal
Capítulo VII : Disponibilidad de Madera
Capítulo VIII : Ocupación Forestal
Capítulo IX : Indice de Precios y Valor Promedio del Dólar

Este documento contiene series estadísticas, que se extienden incluso a la década de los años 30, como es el caso de la producción, consumo aparente y exportación de madera aserrada. Esto constituye un banco de datos, especialmente valioso.

Valor del ejemplar: $ 2.500

2.- LA INDUSTRIA DEL ASERRIO. 1988. División de Estudios Económicos, Instituto Forestal. Santiago, Chile 1989. 119 págs.

Esta publicación, que se origina en un estudio CORFO-INFOR, responde a la necesidad de efectuar anualmente un análisis de la Industria de la Madera Aserrada, con el objeto de evaluar la producción, la evolución tecnológica, la ocupación de mano de obra y la inversión realizada por los productores.

Contando con la valiosa cooperación de CONAF, el estudio censa a los aserraderos cuya producción anual es superior a 10.000 m3 y efectúa un muestreo a aquellos de menor nivel de producción, desde la IV a XII Región.

El documento a que se hace referencia entrega información globalizada en una primera parte y en la segunda, estadísticas detalladas de la gestión productiva de esta industria, en cada una de las regiones consideradas. Así se entrega información que permite visualizar la estructura de la producción por Región, propiedad de los principales aserraderos, identificación del grado de especialización de la mano de obra empleada, definición de las fuentes de energía empleada, para generar la producción, dispersión terri-

torial de ella, y otros aspectos que permiten una clara caracterización de la industria general.

Valor del Ejemplar: $ 3.200

3.- ACTUALIZACION DE VOLUMENES DE MADERA EN PIE DE *PINO RADIATA* EN LA VII REGION. Informe Técnico Nº 114. División de Inventarios Forestales, Instituto Forestal. Santiago, Chile. 1988. 140 págs.

La VIII Región del Bío-Bío constituye la zona geográfica del país que concentra la mayor extensión de plantaciones forestales, equivalente a un 45% de la superficie nacional plantada, concentrando el 49% el total de las plantaciones de Pino Radiata.

Este documento concluye que en dicha Región existen 259,6 miles de hectáreas plantadas con Pino Radiata de edad superior a 10 años lo que representa un volumen de 81,3 millones de metros cúbicos sólidos sin corteza.

La publicación entrega funciones de rendimiento y existencias para madera en pie, volumen aserrable, considerando como índices de utilización, diámetros de 10, 15, 20 y 25 cm.

Además del detalle de la superficie total de plantaciones de Pino Radiata existentes en la VIII Región.

A través de sus páginas, el documento entrega antecedentes que permiten confirmar las tendencias proyectadas por los estudios de diversas instituciones, que sitúan los volúmenes de madera de esta especie, como determinante para el desarrollo futuro del sector forestal.

Valor del Ejemplar: $ 2500

4.- SISTEMA DE INFORMACION DE EXPORTACIONES FORESTALES CHILENAS. División de Estudios Económicos, Instituto Forestal. Santiago, Chile.

El Instituto Forestal, por encargo de la Corporación Nacional Forestal, ha venido desarrollando desde hace varios años el Sistema Informático de Exportaciones Forestales, que tiene por objetivo recopilar, procesar y difundir toda la información básica referente a la gestión exportadora del sector forestal chileno. A través del desarrollo de este Sistema de Información, el INFOR ha llegado a ocupar una posición de liderazgo en este campo, lo cual le permite en la actualidad proporcionar a los suscriptores de este servicio, información completa, precisa y oportuna en términos de volumen y valor de los embarques, mercados de destino, precios medios y empresas exportadoras.

La información de Exportaciones Forestales es actualizada mensualmente con los últimos datos disponibles, difundidos a través de una publicación mensual que se distribuye mediante suscripción.

Cada publicación proporciona las cifras acumuladas al mes respectivo, así como la comparación con la gestión realizada en el mismo período del año anterior. La información incluye todos los productos que el sector vende en el exterior, analizando en forma más detallada los de mayor importancia. Datos más desagregados que los publicados se encuentran también a disposición de los suscriptores del Sistema, en el banco de datos del Sistema.

Valor Suscripción Anual 1989: $ 66.000

5.- PRECIOS DE PRODUCTOS FORESTALES CHILENOS. Boletín Estadístico Nº 13 División de Estudios Económicos, Instituto Forestal. Santiago, Chile 1989. 73 págs.

Por encargo de la Corporación de Fomento de la Producción, el Instituto Forestal

INFOR

ha publicado un nuevo Boletín Estadístico titulado "Precios de Productos Forestales Chilenos, actualizado al primer semestre 1989.

Se entrega a través de esta publicación los precios medios mensuales que registraron en el mercado externo aquellos productos forestales cuyo monto exportado superó los US$ 500 mil durante 1988, así como los precios mensuales desde 1985 para los principales productos forestales comercializados dentro del país.

Junto con lo anterior, se proporciona un breve análisis de las principales causas del comportamiento de los precios en los mercados interno y externo.

Valor del Ejemplar: $ 2200

6.- PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE POSTES DE *PINO RADIATA* CRECIDO EN CHILE. Informe Técnico Nº 115. División Industrias Forestales, Instituto Forestal. Santiago, Chile. 1989. 281 págs.

La producción Forestal se ha acrecentado fuertemente en los últimos años y es así como además de aumentar el volumen producido de madera aserrada, ha aumentado también el volumen de otros productos forestales como es el caso, entre otros, de los ***Postes de Pino Radiata.***

El Instituto Forestal consciente de la necesidad de conocer las propiedades físico-mecánicas de los ***Postes de Pino Radiata*** crecido en Chile, realizó una investigación basada en las más modernas tecnologías de ensayos utilizadas en los países desarrollados, cuyo resultado dio origen a la publicación que aquí se presenta.

El objetivo principal de la investigación fue obtener las propiedades resistentes de los ***Postes de Pino Radiata*** trabajando como elemento estructural, el cual por su forma cilíndrica presenta favorables características resistentes.

Para llevar a cabo el estudio se determinaron como variables el origen, largo, estado y clase diamétrica, ésta última determinada de acuerdo a la norma American National Standard Institute ANSI 05.1-1971. El realizar la clasificación de acuerdo a la norma ANSI, se debe a que ésta es internacionalmente reconocida y por tanto facilitará su comercialización.

Se ensayaron 315 postes de: 7.6 m; 9,1 m y 10,6 m, además se realizaron 8.500 ensayos secundarios en probetas libres de defectos para determinar la correlación entre las propiedades de éstas y la resistencia de los postes a escala real. Los estados fueron: verde, seco e impregnado con sales hidrosolubles tipo C.C.A. a fin de determinar la incidencia del contenido de humedad y de la impregnación, en la resistencia de los postes.

Es necesario hacer presente que este estudio fue tomado como base para la creación de la norma chilena NCh 2122 "Maderas de Pino Radiata, Especificaciones y Dimensiones". El informe está compuesto de 6 capítulos y cinco anexos.

Valor del Ejemplar: $ 2.500

7.- EL FUTURO DEL MERCADO INTERNO DE LA MADERA ASERRADA Y TABLEROS, NECESIDAD DE UNA ESTRATEGIA PAIS. Informe Técnico Nº 117. División de Estudios Económicos, Instituto Forestal. Santiago, Chile. 1989. 255 págs.

La situación de bajo consumo interno per cápita de madera aserrada y tableros, en relación al de países de similar desarrollo económico que el nuestro y la necesidad de conocer el comportamiento futuro de este mercado, motivó a la Corporación de Fomento de la Producción a solicitar al INFOR la elaboración de este estudio.

La metodología de trabajo empleada para su desarrollo se basa en el uso de técnicas cuantitativas y cualitativas que abarcan todos los factores implícitos en el consumo.

Entre las materias consideradas en el estu-

dio, pueden destacarse las siguientes: Consumo de madera aserrada y tableros en Chile y su situación frente a otros países. Factores que afectan dicho consumo, con especial énfasis, en cuanto a la formación que sobre la madera imparten las carreras universitarias; percepción de la madera por parte del consumidor, aspectos legales y de normativa que regulan la construcción con madera y un análisis econométrico que explica las variables que determinan el consumo interno de madera aserrada.

Cerrando este capítulo de investigación de dichos factores, se proporciona una visión de la situación actual y de mediano plazo del mercado, a través de la metodología "sesiones de grupo", que permitió reunir opiniones de personas representativas de las áreas de la producción y el consumo de madera aserrada y tableros.

La situación de largo plazo, obtenida mediante la técnica predictiva Delfos, constituye talvez, el apronte más novedoso del estudio, pues utilizando una metodología de proyección poco conocida en el país, se logra reunir información sobre el futuro del mercado interno de más de un centenar de personas líderes relacionadas directa o indirectamente con el sector forestal chileno.

Finalmente, a través de un análisis denominado "mapa de terreno estratégico", se visualiza la situación de desarrollo alcanzando para los principales productos forestales, destacándose áreas de negocios de interés para inversionistas nacionales o extranjeros.

Valor del Ejemplar: $ 2.500

8.- LA ACTIVIDAD FORESTAL EN CHILE A 1988. Informe División de Estudios Económicos, Instituto Forestal Santiago, Chile, 1989 60 págs.

El informe que se presenta, titulado "*La Actividad Forestal en Chile a 1988*", constituye una síntesis de la información económica más relevante del Sector, actualizada a 1987 y cuando fue posible a 1988, la cual ha sido resumida desde los más recientes informes técnicos del INFOR y otros. Estos antecedentes permiten obtener una rápida y clara visión global sectorial, a quienes estén interesados en conocer el sector forestal chileno.

El informe se ha estructurado en siete capítulos en el que el primero y el último corresponde a la Introducción y Bibliografía respectivamente.

El capítulo 2, trata acerca de la evolución sectorial de la corta de madera y de la Industria. En el capítulo 3, se describe la situación actual del sector forestal, desde el punto de vista de la contribución económica al desarrollo del país.

El tema 4 se refiere a las disponibilidades actualizadas de los recursos naturales productivos, tanto nativo como de plantaciones forestales. El capítulo siguiente, describe la Industria Forestal en sus aspectos, según el caso, de producción, capacidad instalada, establecimientos y otros.

En la parte final, se presenta el conjunto de aspectos directos legales de protección, fomento y control, que rigen al sector forestal.

Valor del Ejemplar: $ 1.200

9.- ESTADOS UNIDOS (COSTA ESTE). ANALISIS DE ESTRATEGIAS COMERCIALES PARA PRODUCTOS MANUFACTURADOS Y ELABORADOS DE PINO RADIATA CHILENO. Cuaderno de mercado Nº 8. Gerencia Técnica. Instituto Forestal. Santiago, Chile. 1989. 100 págs.

El Instituto Forestal, filial CORFO, ha publicado un nuevo cuaderno de mercado en su línea de investigación sobre mercados potenciales para Chile.

El objetivo general del estudio es analizar las alternativas de distribución disponibles para fabricantes y exportadores chilenos de productos manufacturados de Pino Radiata, para acceder al mercado de los EE.UU.,

INFOR

especialmente a los estados de Florida y Nueva York.

Una parte importante del proyecto desarrolla el tema de los canales de comercialización tanto en su estructura como en su dinámica funcional. En una segunda parte del texto principal, se discuten las estrategias de comercialización desde un punto de vista teórico como operacional al caso chileno. Se presentan además una serie de descripciones de tipos de productos promisorios, tendencias del mercado, requisitos técnicos y los segmentos pertinentes para el pino radiata chileno, los cuales sin embargo serán función de las características propias de cada empresa.

El informe entrega finalmente una serie de informaciones específicas anexas, a nivel de nombres y direcciones, de opciones para accesar el mercado de los EE.UU. Los principales textos consultados para la elaboración del presente documento se han incorporado a la Biblioteca del Instituto Forestal.

Para la realización de esta investigación, se estableció un convenio con la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Austral de Chile, y se contó con la valiosa colaboración de varios consultores especialistas, PROCHILE Y CORFO N.Y. La información base se obtuvo tanto de fuentes secundarias como de numerosas entrevistas en el área misma del estudio.

Valor del Ejemplar: $ 2.500

10.- EUCALYPTUS: PRINCIPIOS DE SILVICULTURA Y MANEJO. Texto. División Silvicultura. Instituto Forestal. Santiago. Chile 1989. 200 págs.

El Instituto Forestal, filial CORFO, ha publicado un documento especial sobre la silvicultura y manejo del Eucalipto, basado en la experiencia de años de investigación de INFOR y de una extensa revisión bibliográfica, tanto nacional como de varios países, especialmente de Sudáfrica, Nueva Zelandia y Australia.

Este libro, finamente impreso, con 64 fotografías a color, debe constituirse en un texto guía obligado de los actuales y futuros profesionales y empresarios del sector forestal chileno, ya que allí se podrá encontrar lo esencial de los principios, procedimientos y técnicas del cultivo productivo de las especies de interés del género Eucalyptus.

Esta publicación está dividida en diez capítulos y varios anexos con información complementaria:

Capítulo I	Introducción
Capítulo II	El Genero Eucalyptus
Capítulo III	Plantaciones de Eucalipto en Chile
Capítulo IV	Semillas y Producción de Plantas
Capítulo V	Selección de Especies y Procedencias
Capítulo VI	Establecimiento de Plantaciones
Capítulo VII	Manejo de Plantaciones
Capítulo VIII	Crecimiento y Rendimientos
Capítulo IX	Antecedentes sobre Propiedades y Utilización de la Madera
Capítulo X	Evaluación Económica

Valor del Ejemplar: $ 3.000

11.- COSTOS OPERACIONALES Y DE CAPITAL DE LAS ACTIVIDADES FORESTALES EN CHILE 1988. SEGUNDA PARTE: INDUSTRIA DEL ASERRADO Y ELABORACION DE MADERAS. Informe Técnico 118 División de Estudios Económicos. Instituto Forestal. Santiago. Chile. 49 p.

Continuando con el desarrollo de diversos estudios respecto de los costos que representa en la actualidad la actividad forestal chilena, el INFOR, por encargo de la Gerencia de desarrollo de la Corporación de Fomento de la Producción, ha elaborado un reciente informe técnico relacionado con la industria del aserradero y elaboración de maderas.

Este documento, como el anterior, basa sus análisis en alternativas productivas muy similares a la realidad nacional, es decir, considera las tecnologías y capacidades de transformación de maderas más corrientemente empleadas en Chile.

La publicación consta de dos partes. La primera está referida a la industria del aserrado de maderas y su estructura de costos involucrados en el proceso productivo. Para ello, se han escogido seis alternativas tecnológicas de producción (dos tipos de aserraderos móviles y cuatro permanentes) con diferentes grados de mecanización y producciones.

En la segunda parte, se analiza la elaboración de maderas. En ella se proporcionan, de igual forma, todos los costos presentes en el proceso considerando tres tipos de productos elaborados (madera cepillada, moldurada y machihembrada), para lo cual cada uno de ellos es procesado en una planta de tecnología y capacidad productiva diferente.

Valor del Ejemplar: $ 3.200

INFOR

REGLAMENTO DE PUBLICACION

CIENCIA E INVESTIGACION FORESTAL es una publicación técnica seriada del Instituto Forestal de Chile, que publica trabajos originales e inéditos o avances de investigación de sus profesionales y de aquellos que deseen difundir sus experiencias sobre Silvicultura, Manejo Forestal, Industria Maderera, Economía Forestal y Madera en la Construcción.

Todas las colaboraciones serán revisadas por un selecto grupo de profesionales quienes actuarán para estos efectos como editores asociados de la publicación. Previo a ello, la publicación cuenta con la asesoría permanente de un Consejo Editor, facultado para aceptar, rechazar o solicitar modificaciones a los autores.

"La publicación aceptará colaboraciones sólo en dos idiomas: Español e Inglés. El texto de los artículos deberá redactarse en un lenguaje universal, que pueda ser comprendido no sólo por profesionales, en atención a que la publicación tiene por objetivo traspasar conocimientos y experiencia al sector forestal en general. Los artículos o trabajos, que transgredan esta disposición, serán devueltos a sus autores, para efectuar las modificaciones que solicite el Consejo Editorial de la publicación.

"La publicación consta de 3 secciones:

a) Artículos: trabajos que contribuyan a ampliar el conocimiento científico y/o tecnológico, como resultado de una investigación o serie de experiencias, que se hayan efectuado siguiendo el método científico.

b) Apuntes: Comentarios y/o análisis sobre un tema en particular que presente un enfoque metodológico novedoso, o que corresponda a un avance de investigación en ejecución o de cuenta de la realización de reuniones técnicas que permita especializar el conocimiento sobre el bosque y sus productos.

c) Bibliografía: Comentarios sobre el contenido de libros, documentos o artículos, chilenos o extranjeros, de cuyo conocimiento puedan derivarse avances científicos y/o tecnológicos para el país.

Todos los artículos publicados darán derecho al autor a recibir 20 reproducciones del mismo, para su empleo y distribución. Cantidades adicionales se deberán solicitar junto a la aprobación del texto, debiéndose considerar el importe respectivo por ello.

ESTRUCTURA Y PRESENTACION DE LAS COLABORACIONES

a) Artículos: Todos los trabajos presentados a esta sección deberán contener: Resumen (en español e inglés), Introducción, Material, y Método, Resultado y Discusión, Referencias Bibliográficas. Eventualmente podrá incluirse un capítulo de agradecimiento, el que se incluirá antes de las Referencias Bibliográficas.

El título deberá ser representativo del efectivo contenido del artículo, construido con el mínimo de palabras, evitando el empleo de verbos, y abreviaciones.

El Resumen deberá contener el objetivo del trabajo, el material o metodología (en término genérico) empleada y los resultados fundamentales. Su extensión máxima será de 1 carilla o el equivalente a 20 líneas. Al final de cada resumen, el autor deberá entregar a lo menos 3 "palabras claves", para lograr una adecuada clasificación bibliográfica de su contenido para lo cual se empleará el Vocabulario Forestal Unitérmino de INFOR. El Abstract, corresponderá a la traducción al inglés del resumen ya definido.

En la Introducción se incluirá la revisión bibliográfica efectuada, orientada a definir el estado actual del conocimiento sobre el tema, la importancia que implica su divulgación y la

INFOR

compatibilización de los principales resultados con su objetivo. Aquí no podrá incluirse cuadros ni figuras.

Los puntos relativos a material y método, deberán desarrollarse cuidando entregar información precisa y completa, que permita una visión clara de la metodología y materiales empleados en la investigación o estudios que diera origen al trabajo presentado. Cuando la metodología no es original, deberá citarse con claridad su procedencia. Todas las citas taxonómicas deberán entregarse con el nombre científico subrayado (entre paréntesis) luego de citar el nombre y vernáculo de la especie. Solo se aceptarán cuadros y figuras que no repitan informaciones y se excluirán aquellas que registren antecedentes que hayan sido suficientemente desarrollados en el texto. Las abreviaturas, magnitudes y unidades corresponderán a las aceptadas por organismos científicos, preferentemente las del Instituto Nacional de Normalización (INN). Se utilizará el sistema métrico decimal, para la expresión de unidades de medida, volumen y similares.

En la sección Resultados deberán aparecer todos los obtenidos, sin duplicar tablas ni figuras. Respecto de la discusión, corresponderá analizar aquí la relación entre el estado actual del problema planteado en la introducción y los resultados. No se incluirán nuevos resultados.

Las Referencias Bibliográficas se harán de acuerdo a las normas del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA) de OEA, adaptadas al sistema "autor-año".

b) Apuntes: Los trabajos presentados a esta sección se estructurarán siguiendo el siguiente esquema:

- primero, descripción breve del método, fenómeno, avance o hecho que da cuenta, dando a conocer todos los elementos ambientales, circunstanciales o técnicos, en el que se presente.
- luego, comentario sobre la trascendencia que representa para la actividad forestal chilena y para el desarrollo de la Ciencia Forestal.
- finalmente, análisis u opiniones respecto de su evolución o desarrollo futuro, así como también, el desafío que representa para los profesionales vinculados a la ciencia forestal y maderera.

El título no podrá exceder de siete palabras, deberá ser representativo de lo que se informa. Se aceptará redacción personal. El nombre del autor, así como su título o grado profesional e institución o empresas que trabaje, se incluirá luego del título del trabajo.

c) Bibliografía: Los análisis de artículos, libros, documentos técnicos a incluir en esta sección, se estructurarán cuidando explicar el objetivo de la publicación, análisis de la metodología empleada, comentario de sus resultados desde el punto de vista de su trascendencia para la ciencia forestal y maderera y breve reseña de la estructura, cuando se trate de un comentario de un libro o documento técnico.

El título de esta colaboración será el mismo de la publicación que analiza, seguido del nombre del o los autores, nombre de la editorial o revista o institución editora, año de publicación, extensión.

Al final del comentario, que será redactado en forma objetiva se podrá incluir el nombre de autor o redactor, su especialidad y grado de profesional e institución o empresa a la que pertenece.

PRESENTACION DEL ESCRITO

Para el caso exclusivo de ARTICULOS, todo el trabajo deberá escribirse en papel tamaño carta con 20 líneas por página, presentando en la primera página el título del trabajo,

INFOR

BIBLIOTECA
INSTITUTO FORESTAL

el nombre completo del autor, su título profesional, grado académico, el nombre y dirección de la institución o empresa a la que pertenece, y fecha de remisión del mismo.

En la segunda página se incluirá el resumen en español con una extensión no superior a 20 líneas, acompañado de 3 palabras claves para clasificación, debiéndose emplear para ello el Vocabulario Forestal Unitérmino de INFOR. En la tercera página se entregará el resumen en inglés. En la cuarta página se desarrollará la Introducción, y así sucesivamente, en páginas nuevas, se iniciará cada sección del trabajo (Material y Método, Resultados, Discusión, Agradecimientos y Referencias Bibliográficas).

La extensión de los artículos será de 35 carillas tamaño carta como máximo y de 10 carillas como mínimo.

Los escritos correspondientes a Apuntes y Bibliografías se entregarán indicando en una primera página el título (más referencias bibliográficas para el segundo de los casos), el nombre del autor, su título profesional y grado académico, nombre de la institución o empresa a la que pertenece. A partir de la segunda página se desarrollará el texto del comentario.

Su extensión no podrá exceder las 15 carillas y tendrá como mínimo una extensión de 3 carillas en total.

Todos los cuadros, figuras, fotos o similares se enumerarán correlativamente a lo largo del trabajo. Todas las lecturas o notas explicativas, se entregarán en páginas separadas, cuya extensión no supere las 10 líneas, evitando duplicar información con el texto.

Los cuadros, gráficos y figuras, así como las fotos, respetarán la fuente de origen de la información que contiene o la autoría que representan, debiendo citarla al final de cada uno o de la nota explicativa. Cada cuadro, gráfico o figura, se entregarán en original más una fotocopia, en páginas separadas del texto mismo.

La posición ideal de cuadros, tablas, figuras y fotos la indicará el autor al márgen del escrito, a la altura del texto donde sea sugerido, razón por la cual se dejará un margen de 5 cms. en cada página del texto.

Las fotos y figuras llevarán al reverso el número correlativo que corresponda, hecho con lápiz grafito, debiendo citarla al final de cada uno, o de la nota explicativa.

Sólo se reproducirán fotos en blanco y negro, siempre que reúnan buenas características de contraste, brillo y nitidez y sus dimensiones no sean inferior a 12 x 18 cms.

RECEPCION DE COLABORACION

Deberán enviarse en original y dos copias al Editor de la publicación, a Huérfanos Nº 554, Piso 3º, Santiago, Chile.