



TECNOLOGIA PARA EL SECADO DE MADERAS DE

ESPECIES NATIVAS E IMPLANTADAS

ETAPA N° 1 : NOTHOFAGUS

INFORME PARCIAL: NOTHOFAGUS DOMBEYI.

NOTHOFAGUS PUMILIO.

Producido por: María Elena ATENCIA de SERRATTO - Ingeniera Forestal.

0/4 1225  
A-31  
I

C I T E M A - CENTRO DE INVESTIGACION TECNOLOGICA DE LA MADERA Y AFINES DEL  
SISTEMA DE CENTROS INTI - INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL.

Buenos Aires, Argentina, 8 de Agosto de 1988.



Instituto Nacional  
de Tecnología Industrial



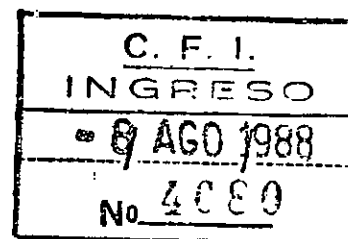
Centro de Investigación  
Tecnológica de la Madera  
y Afines

Centro Forestal Castelar  
Juana Manuela Gorriti 3520  
1686-Hurlingham  
Dirección postal:  
Casilla de Correo 42  
1708-Morón  
Provincia de Buenos Aires  
República Argentina  
Tel. 665-3362/0068

*Saludos  
reitero q' el expediente  
sigue en curso*

Hurlingham, 8 de Agosto de 1988.-


Señor  
Secretario General del  
Consejo Federal de Inversiones  
Ing. Juan José CIACERA  
S \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ D

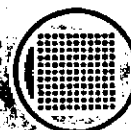


De mi mayor consideración:

Me dirijo a Ud. a los efectos de hacerle llegar un original y tres copias del primer informe parcial referido a la tarea de "Tecnología para el secado de maderas de especies nativas e implantadas - Etapa N° 1 = Nothofagus". De acuerdo a lo convenido en el convenio existente entre el Consejo Federal de Inversiones y el CITEMA.

Sin otro particular lo saludo muy atte.-

  
GRACIELA I. VAZ  
INGENIERA QUÍMICA  
SUBROGANTE  
CITEMA



## INDICE:

1.- Resumen .....	Pag. 1
2.- Generalidades .....	Pag. 2
3.- Metodología .....	Pag. 3
4.- Equipos .....	Pag. 6
5.- Nothofagus .....	Pag. 6
5.1.- Nothofagus dombeyi .....	Pag. 6
5.1.1.- Programa de secado .....	Pag. 7
5.1.2.- Tiempo de secado .....	Pag. 7
5.1.3.- Conclusiones y Recomendaciones .....	Pag. 8
5.2.- Nothofagus pumilio .....	Pag. 10
5.2.1.- Programa de secado .....	Pag. 10
5.2.2.- Tiempo de secado .....	Pag. 11
5.2.3.- Conclusiones y Recomendaciones .....	Pag. 11
6.- Glosario de abreviaturas .....	Pag. 12



## 1.- RESUMEN:

El presente trabajo tiene como objetivo obtener los programas de secado de las especies solicitadas a fin de mejorar sus condiciones en el uso y que otorguen al producto final mayor valor agregado.

En este primer informe de la Etapa n° 1 denominada Nothofagus, se refiere a la Lengua (*Nothofagus pumilio*) y Coihue (*Nothofagus dombeyi*).

## 2.- GENERALIDADES:

Las variables sobre las que se actuaron con el objeto de cambiar las condiciones de secado fueron las siguientes: temperatura y humedad manteniendo constante la velocidad de circulación del aire. Esta última fue medida en experiencias anteriores y confirmada en ésta; su valor fue de 1,38 m/segundo de promedio.

Las variaciones de los factores de temperatura y humedad relativa fueron dadas de acuerdo al grado de humedad de la madera.

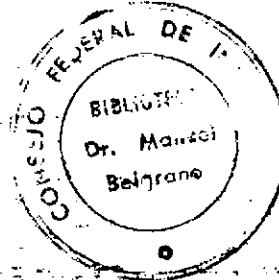
Para todas las repeticiones efectuadas en la obtención de las pautas de secado se tuvieron en cuenta tres períodos bien definidos; ellos fueron:

Período 1: Preparatorio.

Período 2: Secado propiamente dicho o efectivo.

Período 3: Equilibrio y Estabilización.

///...



///...

Estos períodos definen al método utilizado y es el de secado por aire caliente-húmedo o tradicional, considerado como el que mejor se adapta por su rapidez y economía al secado de madera.

En el período preparatorio se realiza el calentamiento de todo el lote de madera y la puesta en régimen del secadero, para llevar el conjunto madera-secadero lo más rápido posible a la temperatura de iniciación del secado.

En el período de secado propiamente dicho se pone en funcionamiento la norma o pauta de secado, cuyo principio se basa en que para cada cambio en el contenido de humedad de la madera se modifiquen las condiciones del aire circulante dentro de la cámara.

En el período de equilibrio y estabilización y una vez que se obtuvo el grado de humedad deseado, se procede a equilibrar en toda la carga ese contenido de humedad con el objeto de que la madera tratada se encuentre en mejores condiciones de uso ya que se eliminan las diferencias de humedad que pudieran existir entre el centro y la superficie de la madera, (generalmente estas diferencias no deben diferir de entre el 1 y 2 % como máximo) y las tensiones internas hayan sido eliminadas.

### 3.- METODOLOGIA:

Previamente al secado de la madera se realizó un análisis de defectos, calidad y colapso (en caso de que este fenómeno existiera) de manera de poder comparar con los resultados al final del proceso.

///...

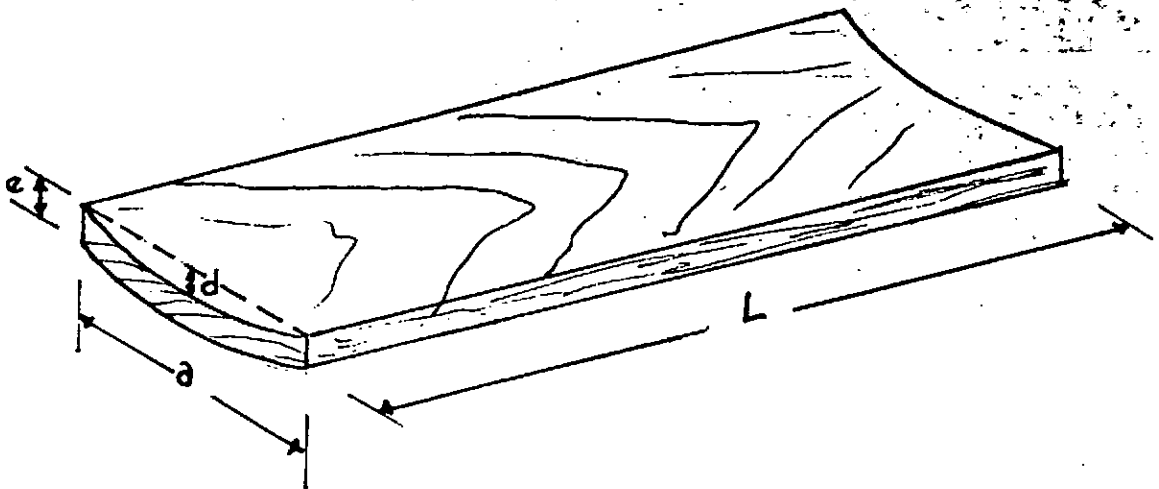
///...

Es importante aclarar que el desarrollo de cada una de las repeticiones (con sus tres etapas antes descriptas) se realizó en forma discontinua, es decir que no se mantuvo la cámara en funcionamiento durante las 24 horas del día, sino que el proceso se realizó a intervalos, deteniéndose la cámara durante varias horas al día, y los fines de semana, manteniendo todos los registros cerrados.

Para la determinación del contenido de humedad se utilizó la norma IRAM 9532.

El análisis de los defectos y la medición de los mismos se realizó de la siguiente manera:

Acanalado: Medición de la deformación máxima en mm que presenta una cara con respecto a una línea recta trazada por sus aristas.

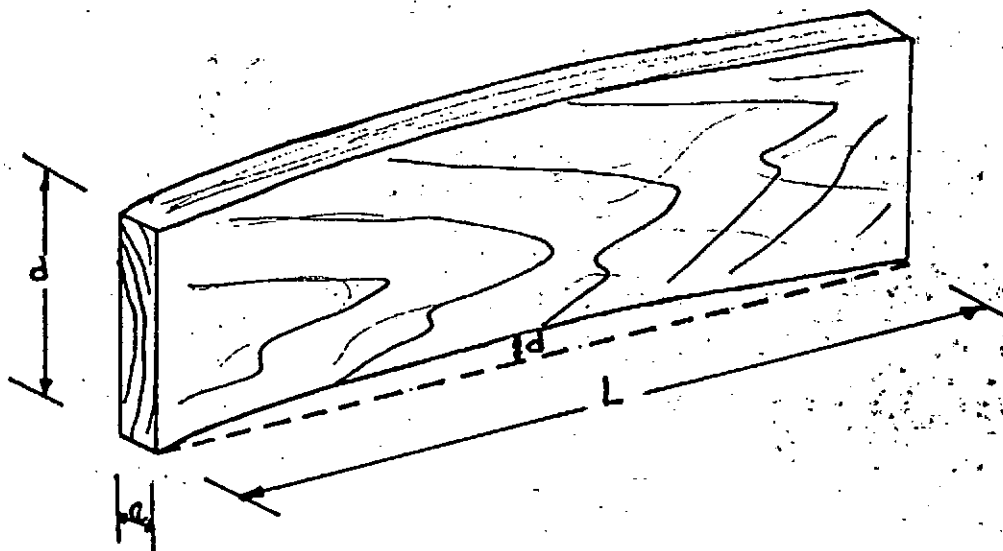


Medición de acanalado.

///...

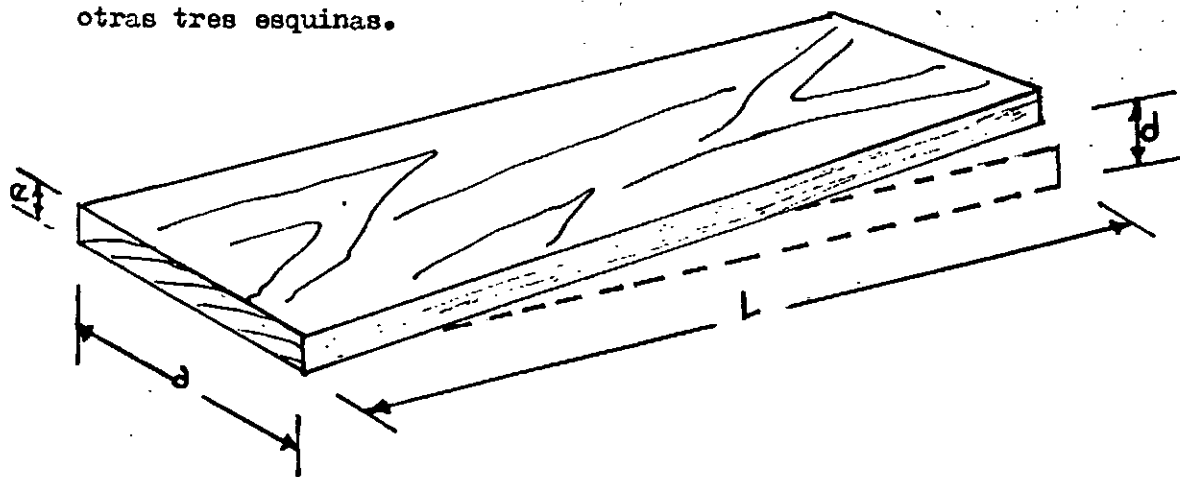
///...

Encorvadura: Medición de la deformación máxima en mm que presenta un canto con respecto a una línea trazada por las cabezas de la pieza.



Medición de encorvadura.

Torcedura: Medición de la deformación entre la distancia en mm de una esquina de la cara a una superficie plana sobre la cual están apoyadas las otras tres esquinas.

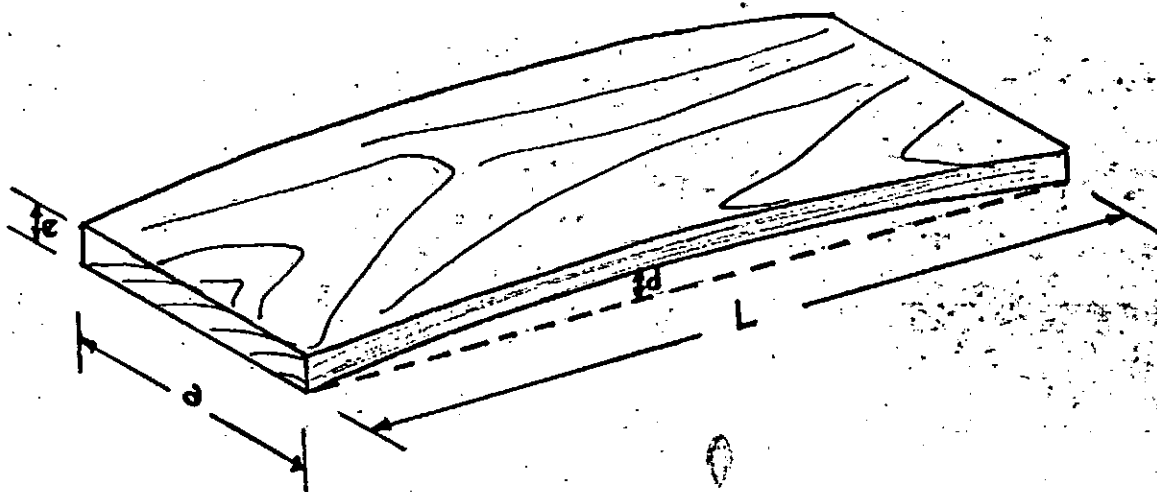


Medición de torcedura.

///...

///...

Arqueado: Medición de la deformación máxima en mm que presenta una cara con respecto a una línea recta trazada por las cabezas de las piezas.



Medición de arqueado.

En el caso de grietas y rajaduras se ha medido solamente la longitud de la zona afectada.

En el final del proceso de secado para corroborar el gradiente de humedad y la existencia de tensiones se realizaron probetas estratificadas y tenedores.

Los cálculos de tiempos teóricos de secado se efectuaron por el método de Braunshirn.

///...

///...

4.- EQUIPOS:

Los equipos utilizados en la experiencia fueron:

- un secadero piloto con capacidad real de carga de 2 m<sup>3</sup>, provisto de controladores neumáticos marca TAYLOR, con sistema de control proporcional.
- una caldera para calefacción y provisión de vapor marca MADISON, humotubular con capacidad de 300.000 calorías/hora, construida según normas ASME.
- una estufa eléctrica. Marca FAL, modelo AES, 1760 W, 8 amp., 220 Volt.
- una balanza electrónica SARTORIUS L. 4205. Precisión a 0,001 gr.
- una balanza de plato. Marca AM, tipo JM2P, capacidad 6 Kg.
- un xilohigrómetro marca DELMHORST digital.

5.- NOTHOFAGUS:5.1.- Nothofagus dombeyi (Coihue):

Es por demás conocido que el Coihue constituye una de las mayores reservas de madera latifoliada de los bosques subantárticos. Su utilización tropieza con problemas de secado, contribuyendo este inconveniente a una fama desfavorable entre un número grande de maderas.

Otras investigaciones han demostrado que la mencionada especie debe ser secada cuidadosamente y que el colapso que manifiesta es muy fuerte.

///...

///...

El presente trabajo a tenido por objeto buscar un programa o norma de secado que contribuya al tratamiento de la misma, esbozar algunas recomendaciones y disminuir el tiempo de 8 - 9 meses de secado a la intemperie observado en tablas de 2,5 cm de espesor.

#### 5.1.1.- Programa de secado:

##### a) Período 1:

$T_{bh} \text{ y } T_{bs} = 40,5^{\circ}\text{C}$

##### b) Período 2:

H.M %	TEMPERATURAS		$\Delta.T$	H.R %
	$T_{bs}$	$T_{bh}$		
Verde	40,5	38,0	2,5	85
40	40,5	37,5	3,5	80
30	43,5	39,0	4,5	75
25	46,0	40,5	6,5	70
20	54,5	46,0	8,5	60
15	60,0	47,0	13,0	50

##### c) Período 3:

$T_{bs} \text{ y } T_{bh} = 60,0^{\circ}\text{C}$

#### 5.1.2.- Tiempos de secado:

Tiempos reales para madera con 50 % de humedad inicial.

Período 1 = 16 horas.

Período 2 = 135 horas.

Período 3 = 4 horas.

TOTAL = 155 horas.

///...

1. The first part of the report

is a general introduction

.

2. The second part of the report

is a detailed description of the

method used in the study

3. The third part of the report

is a discussion of the results of the study

4. The fourth part of the report

is a conclusion and recommendations

5. The fifth part of the report

is a list of references and a bibliography

6. The sixth part of the report

is a summary of the main findings

7. The seventh part of the report

is a list of appendices

8. The eighth part of the report

is a list of tables and figures

9. The ninth part of the report

is a list of abbreviations and symbols

10. The tenth part of the report

///...

En el período 1, si las condiciones de humedad de la madera fuera elevada podría reducirse el tiempo a la mitad, lo que llevaría a disminuir en 8 horas el tiempo total de secado.

#### 5.1.3.- Conclusiones y Recomendaciones:

Investigaciones anteriores en muchas especies han demostrado que la utilización de temperaturas elevadas por encima del punto de saturación de las fibras favorecen la intensidad del colapso, el Coihue no ha sido la excepción, por lo que se recomienda no exponer la madera verde a temperaturas del orden de los 60°C durante tiempos prolongados, ya que se vería como se expresó anteriormente, agravada la aparición de colapso y dificultada su futura recuperación.

Además del colapso la mayoría de los defectos aparecidos se refieren a deformaciones y tensiones que pueden ser eliminadas mediante el reacondicionamiento de la madera, lográndose un buen mejoramiento en la calidad de la misma.

El reacondicionamiento mencionado se puede realizar cuando la madera se encuentre con un 17-18 % de humedad, durante 4 horas, con inyección de vapor libre a 100°C.

Es sabido que, como casi todas las maderas provenientes de los bosques subantárticos, el Coihue presenta alteraciones de origen criptogámico que hacen que su calidad disminuya y que la mayoría de los defectos en el secado se deban a este problema. Es recomendable que para evitar pérdidas posteriores al proceso de secado que influyen en los costos del mismo, se realice una buena clasificación de todas las tablas o tablones que se secarán.

///...

///...

La orientación del corte también tiene vital importancia ya que se ha observado que las tablas radiales presentan índices de contracción y de defectos de forma (combado, revirado, acanalado) muy pequeños respecto a las tablas aserradas tangencialmente.

Muy importante es además realizar estibas prolijas y que respeten las pautas más exigentes de encastrado para maderas con tendencia a deformarse y rajarse. En este sentido los separadores deben ser los adecuados respecto a calidad, cantidad y distanciamiento en función del espesor de la madera. Siempre se recomienda que el primero y el último sean coincidentes con los extremos del material a secar, de esta manera se evitará la aparición, en caso de no existir, o incremento de las rajaduras de cabeza.

La falta de alineación de los separadores en sentido vertical provoca la deformación de las piezas a secar.

Bajo ningún concepto se deberá mezclar espesores en la misma carga a secar.

Se recomienda finalmente que no se utilice madera de Coihue sin secado previo y en condiciones de equilibrio higroscópico de acuerdo al lugar donde será usada.

El programa de secado enunciado es para maderas de hasta  $1\frac{1}{2}$  pulgada de espesor. Al secar madera de  $1\frac{1}{2}$  a 3 pulgadas de espesor deberá subirse la H.R en un 5 % en cada etapa del programa correspondiente y un 10 % para madera con espesores mayores de 3 pulgadas.

///...

///...

5.2.- Nothofagus pumilio (Lenga):

La Lenga es una madera que no presenta los inconvenientes del Coihue pero por ello no debe ser tratada ligeramente.

Para esta especie se realizó una recopilación de información, respecto a programas existentes y una vez analizados se procedió al ajuste de los datos y programas hallados.

5.2.1.- Programa de secado:a) Período 1:

$$T_{bh} \text{ y } T_{bs} = 46^{\circ}\text{C}$$

b) Período 2:

H.M %	TEMPERATURAS		$\Delta T$	H.R.%
	T <sub>bs</sub>	T <sub>bh</sub>		
Verde	48,5	46,0	2,5	85
60	48,5	45,0	3,5	80
40	51,5	46,5	5,0	75
30	54,5	47,0	7,5	65
25	60,0	49,0	11,0	55
20	68,0	53,0	15,0	45
15	76,5	58,0	18,5	40

c) Período 3:

$$T_{bh} \text{ y } T_{bs} = 76^{\circ}\text{C}$$

///...

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

///...

5.2.2.- Tiempo de secado:

Período 1 = 4 horas.

Período 2 = 92 horas.

Período 3 = 4 horas.

TOTAL = 100 horas.

El porcentaje de humedad de la madera ensayada oscilaba en un 50 %.-

5.2.3.- Conclusiones y Recomendaciones:

En el caso de esta especie se recomienda tener especial cuidado en la construcción de las estibas, teniendo en cuenta las mismas recomendaciones que para el Coihue, caso contrario se verificarán deformaciones marcadas.

El colapso se presenta débil en algunas tablas no representando un problema si la conducción del proceso se realiza respetando la pauta establecida.

Se aconseja también realizar una buena clasificación de la madera que ingresarán al secadero, en cuanto a su estado sanitario, con el fin de evitar pérdidas innecesarias por calidad defectuosa.

Como en el caso anterior, no deberá mezclarse espesores diferentes en una misma carga de secado a fin de evitar el secado desparejo de la misma.

También el programa descripto es para madera de hasta  $1\frac{1}{2}$  pulgada de espesor. Para madera de  $1\frac{1}{2}$  a 3 pulgadas deberá incrementarse en un 5 % la H.R en cada etapa del programa correspondiente y en un 10 % para maderas con espesores mayores de 3 pulgadas.

## 6.- GLOSARIO DE ABREVIATURAS:

H.M = humedad de la madera en porcentaje.

Tbs = temperatura bulbo seco en °C.

Tbh = temperatura bulbo húmedo en °C.

$\Delta T$  = diferencia de temperaturas.

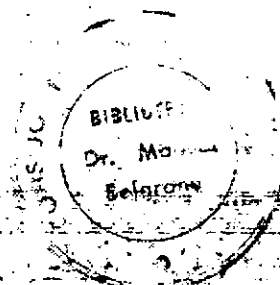
H.R. = humedad relativa en porcentaje.

a = ancho en mm.

e = espesor en mm.

L = longitud en mm.

d = defecto en mm.



**CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES**  
**BIBLIOTECA**

---

**CATALOGADO**