

Una alternativa para el aprovechamiento de madera aserrada de Lengua

An alternative for the utilization of Lengua saw wood

C.D.O.: 832.12

ALEJANDRO JOVANOVSKI

Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico ce 238-(9200) Esquel, Chubut, Argentina.

SUMMARY

The excellent quality of Lengua wood makes it usable for a large number of purposes. However, sawmills located in Chubut Province, Argentina use it to mostly produce construction timber since most of Lengua logs have high percentages of a wood-rot due to sanitary problems. The objective of this study was to find a way to produce higher quality products from low quality logs. This study evaluated the feasibility of setting up a Lengua solid-board factory.

To run the study 14 m³ of sawlogs were sawn and all timber pieces produced were measured. The results show that it is possible to improve the use of sawn Lengua timber.

RESUMEN

La madera de Lengua (*Nothofagus pumilio*) tiene buenas propiedades físicas y mecánicas, lo que permite su utilización en múltiples usos. Sin embargo, los aserraderos que la procesan en la provincia de Chubut, Argentina, destinan la mayor parte de la producción para el uso en la construcción debido a los problemas sanitarios que esta especie posee. El objetivo del presente trabajo fue encontrar una alternativa productiva que incorpore a la madera de menor calidad en productos de mayor valor agregado. A tal fin se analizó la prefactibilidad técnica y económica para la instalación de una planta de tableros macizos de Lengua.

Para determinar los posibles rendimientos en la elaboración de los tableros se llevó a cabo un ensayo utilizando 14 m³ de rollizos. Los resultados mostraron que es posible mejorar el aprovechamiento de la madera aserrada de Lengua.

INTRODUCCION

Tortorelli (1956) describió la madera de Lengua como de fácil trabajabilidad, con un brillo tenue en las caras longitudinales, con un veteado suave y delicado, textura fina y homogénea.

La densidad anhidra de la lenga es de 520 kg/m³ al 12% de humedad de la madera (CORFO, 1991), y sus propiedades mecánicas se pueden considerar buenas. A pesar de estas incuestionables cualidades, el aprovechamiento de esta especie tiene serios problemas debido a los bajos rendimientos que se obtienen en el aserrado por afecciones sanitarias, oscilando el rendimiento general entre 30-35% (Pantaenius, Pepesciel, Jovanovski, 1993).

Por otra parte, del bajo volumen obtenido en el

aserrado, sólo una pequeña fracción constituye la madera de alta calidad (aprox. 10%). El restante 90% es madera de menor calidad.

La madera de alta calidad no tiene problemas de comercialización, pero debido a la baja cantidad en que se obtiene no representa un producto capaz de satisfacer demandas crecientes. La madera de menores calidades fue comercializada en la región patagónica para ser utilizada como material para la construcción de viviendas, pero este mercado ha quedado restringido debido a la expansión de los eucaliptos y pinos, provenientes del norte de Argentina.

Actualmente los fabricantes y diseñadores de muebles de todo el mundo están afectados por movimientos ambientalistas, que se oponen al uso de

maderas que no provengan de bosques manejados bajo un criterio de sustentabilidad, lo que aumenta las chances de la Lengua si se hace un correcto uso del recurso (Tiling, Jovanovski, 1994).

Una posible solución para estas bajas calidades es sanear las piezas de madera realizando cortes transversales y longitudinales para eliminar los defectos y pudriciones, encolando el material obtenido para el desarrollo de nuevos productos semiterminados o terminados con mayor valor agregado (Williston, 1991).

En este trabajo se analiza la prefactibilidad de una fábrica para la construcción de tableros de listones y tableros de carpintero, y el rendimiento de los productos, con el objetivo de aportar elementos para mejorar la explotación de la madera de Lengua, y que la misma sea más rentable, permitiendo un manejo más eficiente del bosque.

MATERIALES Y METODOS

Materia prima. En la definición de la materia prima a procesar en la fábrica de tableros, se consideraron dos aspectos:

-Dimensión: se asumió que la madera aserrada que ingrese a la planta será de 30 mm de espesor, con un ancho máximo de 300 mm y largos de 2.500 mm, 1.300 mm y 650 mm.

-Calidad: para estimar las distintas calidades de listones y los volúmenes correspondientes a las mismas, se realizó un ensayo en el que se procesaron 30 rollizos. A los mismos se los clasificó por calidades en tres clases, según los criterios para clasificación de madera en rollo de Lengua (Cordone, 1993), y se los aserró en escuadrías aproximadamente de 3.000 mm x 60 mm, x 115 mm y x 170 mm. La clasificación del material aserrado se llevó a cabo sobre listones de 50 mm de ancho marcados sobre la superficie de las tablas.

Se consideraron tres clases de calidades de listones: T1, T2 y T3. La clase T1 correspondió a los listones de 2.500 mm de longitud de madera libre de defectos sobre las dos caras y sin cambios de color en la cara superior. Sobre el envés del listón se aceptaron tenues cambios de color.

La clase T2 abarcó aquellos listones cuya longitud estuviera comprendida entre 2.490 mm y 400 mm, libres de defectos en las dos caras y sin cambios de color en la cara superior. Sobre el envés del listón se aceptaron tenues cambios de color.

En la clase T3 se enmarcaron los listones entre

400 mm y 2.500 mm de largo, con pequeños defectos (corteza incluida, nudos no podridos, etc.), decoloraciones y cambios de color sin importar su intensidad. Se optó por excluir de la clasificación una tabla cuando el volumen útil de listones a obtener de la misma fue inferior a 2/3 de su volumen total.

Cabe mencionar que la cubicación de los listones se efectuó sobre un espesor teórico de 25 mm considerando que la diferencia con el espesor real de 30 mm corresponde a las contracciones que experimenta el material en el secado y a los desperdicios por cepillado y corte que surgirán al obtener los listones terminados.

Los desechos correspondientes al secado, con el cual la madera alcanza aproximadamente el 8-9% de humedad, se estimaron en un 8% sobre el volumen total de madera.

Descripción de los productos. Para realizar una evaluación objetiva, los productos se restringieron a tres modelos estandarizados:

A) *Tablero macizo de listones enteros (TLE):* Las dimensiones del tablero terminado son 25 mm x 1.220 mm x 2.440 mm. Se construye a partir de listones de 50 mm x 25 mm x 2.500 mm de la clase T1.

B) *Tablero macizo de listones unidos (TLU):* Las dimensiones del tablero terminado son 25 mm x 1.220 mm x 2.440 mm. Se fabrica a partir de la clase de T2, y los listones son encastrados con uniones finger-joint horizontal, para alcanzar 2.500 mm de largo.

C) *Tablero de carpintero o blockboard (TC):* Este tablero se incorpora como alternativa para la madera de menor calidad T3 y no apta para la elaboración de los tableros anteriormente descritos. Se planificó elaborar este producto en dos espesores (17 mm y 21 mm), manteniendo el largo y el ancho en 2.440 mm y 1.220 mm respectivamente. Los listones que componen el alma del tablero, y cuya longitud es menor a 2.500 mm, se conectan a tope en sus extremos longitudinales. En ambos espesores, el total de capas que constituyen los tableros es de 5, las 2 internas que están en contacto con el alma o tapiz principal se hallan constituidas por chapas debobinadas de 1.5 mm de espesor, mientras que las 2 externas, por láminas laqueadas (preferentemente de Lengua) de 0.8 mm de espesor. La chapa debobinada se dispone con el grano a 90° respecto de los listones.

Mercado. Los precios de los productos se determinaron por consultas a fabricantes y distribui-

dores. Además se analizó la importación de maderas, de características similares a la Lengua, en Japón y países europeos en general.

Ingeniería del proyecto. A partir de la definición de los productos y de las características de la materia prima a utilizar, se diseñó un layout para la fábrica. Se enfatizó en la elección de las máquinas con mayor influencia en las propiedades finales y el rendimiento de los productos, tales como: despuntadora, prensa y lijadora de contacto.

Análisis económico. Para el análisis económico se contempló una situación productiva que corresponde a un turno de trabajo de 8 horas. Se ha considerado que el nivel de producción estándar se alcanzará a partir del cuarto año, mientras que en los restantes sus porcentajes serán los siguientes: 50% el primero, 65% el segundo y 85% el tercero.

Inversiones, costos e ingresos. El cálculo de las inversiones se realizó solicitando tasaciones a las empresas correspondientes.

El costo de la madera aserrada se obtuvo por consulta a diferentes aserraderos de Lengua de la provincia del Chubut, y el mismo correspondió a su costo de industrialización. El costo de secado se calculó con la metodología sugerida por la Junta del Acuerdo de Cartagena (1989). El precio de las chapas debobinadas y taqueadas, necesarias para la construcción de los tableros de carpintero, se obtuvo por consulta directa a fabricantes y distribuidores.

Los costos de personal se obtuvieron consultando al gremio correspondiente.

El costo de funcionamiento de la planta se estimó a partir del costo operativo de cada máquina y los insumos de la fábrica en general.

Los ingresos se calcularon multiplicando el volumen de los productos por el precio correspondiente. Se ha definido un monto de US\$ 95.000 por año para cubrir los imprevistos que pudiesen surgir. Dicha suma corresponde a un 10% de la inversión inicial.

Indicadores financieros y análisis de sensibilidad. Los indicadores financieros utilizados fueron la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN) a una tasa de actualización del 6% anual (Urzúa, 1990).

Se efectuaron dos sensibilizaciones del proyecto (ambas con respecto al costo de la materia prima y el precio de venta de los productos): la primera, para los rendimientos estándares obtenidos en el ensayo; y la segunda para rendimientos

incrementados en los productos TLE y TLU, en detrimento del rendimiento de los TC. En ambas sensibilizaciones el rendimiento total fue el mismo.

RESULTADOS

Rendimientos de la materia prima. Los rendimientos obtenidos para cada clase de calidad fueron: T1 = 2.53%; T2 = 6.63%; y T3 = 15.97%. El volumen de rollizos procesado fue de 14 m³, mientras que el volumen de listones obtenido fue de 3.52 m³. A partir de estos valores, se calculó el rendimiento general de rollizos a listones, que fue de 25.1%. En la figura 1 se muestran los rendimientos en la obtención de listones, según la calidad de los rollizos.

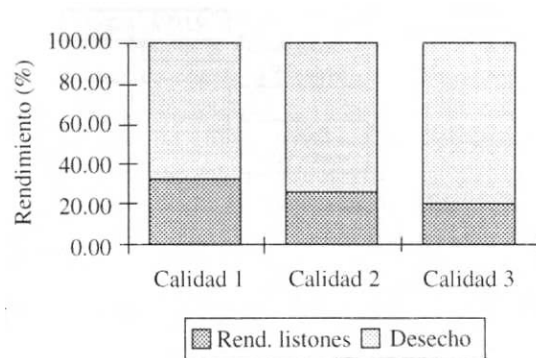


Figura 1. Rendimientos y desperdicios de la madera rolliza en la obtención de listones de 25 mm x 50 mm. Recovery and waste of timber when producing 25 mm x 50 mm pieces.

El largo de los rollizos aserrados fue variable, lo que provocó una disminución de los rendimientos esperados debido al desecho originado al cortar las tablas en largos constantes de 2.500 mm, 1.300 mm y 650 mm. Estas longitudes corresponden a los largos estándares para las estibas de los secaderos.

Producción esperada. El volumen de madera aserrada seca a procesar por año es 2.500 m³. Considerando los rendimientos del ensayo y los desperdicios del proceso de fabricación, la producción anual ascendería a 1.745 m³ (figura 4). La fabricación de los tableros de carpintero requiere la compra de chapas debobinadas de segunda calidad, de 1.7 mm de espesor y de chapas laqueadas de Lengua de aproximadamente 0.8 mm de espesor.

Teniendo en cuenta que las clases T1 y T2 son iguales en cuanto a los defectos y decoloraciones

que admiten, y que la única diferencia entre ambas radica en el largo admisible de los listones, se puede concluir que a menor longitud de los TLE, mayor cantidad de materia prima disponible para su fabricación. Es importante remarcar que el precio de los TLE es mayor que el de los TLU. En la figura 2 se presenta el aumento que experimentaría la producción de listones para TLE, si se disminuyera el largo mínimo de los mismos.

En la figura 3 se muestran los principales procesos en la fabricación de tableros de listones.

Proceso productivo. Considerando que los productos a elaborar tienen diferentes secuencias en la producción, pero que básicamente éstas son similares, se ha desarrollado el diagrama que se presenta en la figura 4.

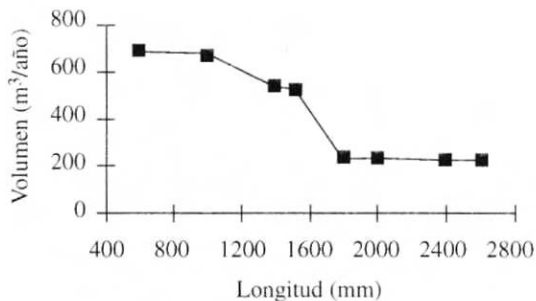
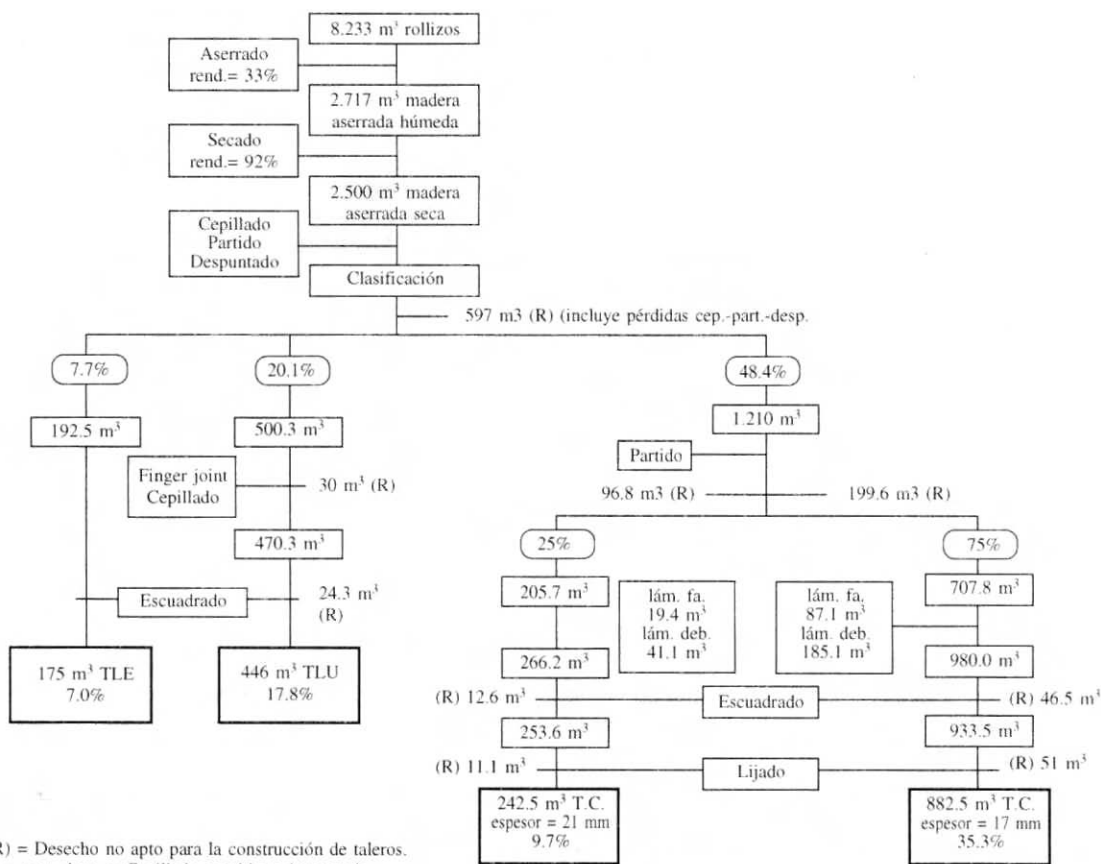


Figura 2. Disminución del volumen de listones aptos para tableros macizos de listones enteros en función de la longitud mínima de los mismos.

Volume decrease of lumber for laminated-board without finger-joint in relation to its length.



(R) = Desecho no apto para la construcción de taleros.
 cep.-part.-desp. = Cepillado, partido y despuntado.
 lám. faq. = Láminas faqueadas de Lengua de 0.8 mm de espesor.
 lám. deb. = Láminas debobinadas de 1.6 mm de espesor.

Figura 3. Procesos, desechos y rendimientos en la fabricación de los tableros (referidos al volumen de madera aserrada que ingresa a la planta).

Processes, waste and yield solid board manufacture.

La cantidad total de personal es de 19, de los cuales 10 son operarios de maquinarias. Este es menor a la cantidad de máquinas que componen la línea de producción, porque se ha considerado el tiempo efectivo de trabajo de cada persona en cada máquina, por lo tanto, hay algunos operarios que trabajan en dos máquinas.

Perspectiva del mercado. En los últimos años se ha observado un aumento en las importaciones de maderas con tonalidades claras y rosadas, como materia prima para la industria del mueble, en países europeos, Estados Unidos y Japón (International Trade Centre, 1991). De similar manera, en estos países se ha incrementado el consumo de muebles, pisos, revestimientos, etc., de maderas con las características antes mencionadas, lo que ha provocado un alza en los precios debido a la creciente demanda.

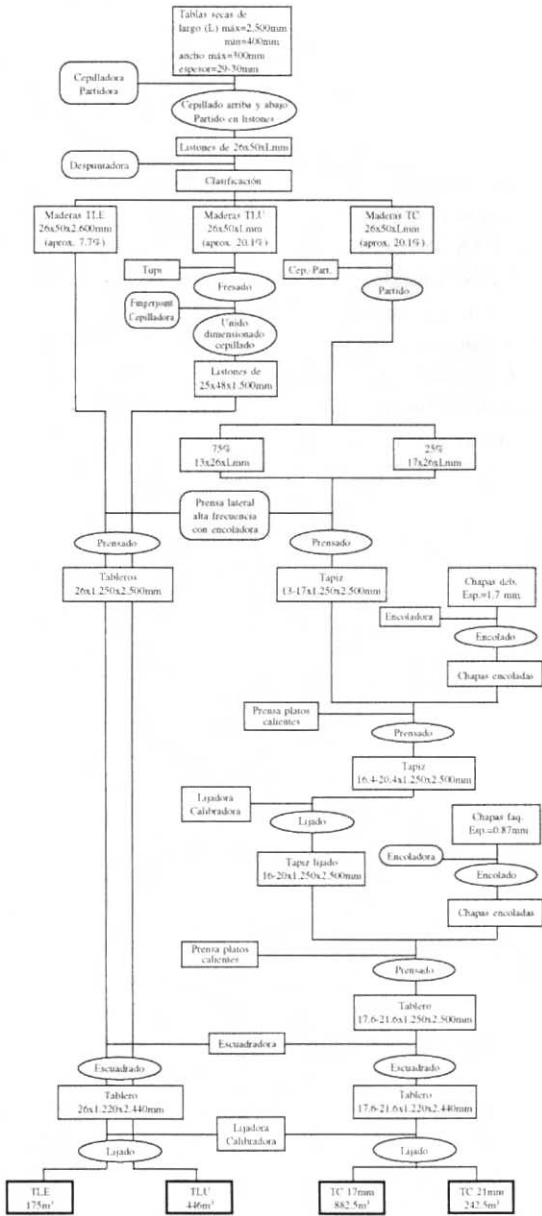
Los requisitos para los tableros de listones varían según el mercado comprador. Por ejemplo en Alemania, Suecia y Países Bajos hay exigencias importantes en cuanto a control de calidad, especialmente en lo referido a variaciones de color. Otros mercados, como el italiano, poseen menos exigencias desde este punto de vista.

Las posibilidades de introducir los TLE y TLU en el contexto internacional son buenas, y las estrategias para competir en estos mercados son múltiples, pero las más adecuadas, sin lugar a dudas, se deben fundamentar en la incorporación de productos de alta calidad, con una fuerte identidad propia y con garantías en la continuidad del abastecimiento de los productos.

El mercado argentino para los tableros de listones no ha sido aún desarrollado. Por otro lado, los tableros de carpintero se comercializan con buen resultado en Argentina. Estos últimos son similares, en cuanto a dimensiones y espesores, a los propuestos en este estudio, pero su alma es de eucalipto y están enchapados con diferentes especies tropicales y subtropicales.

Inversiones y costos. En el cuadro 1 se puede observar un listado de las máquinas que componen el layout y las inversiones a realizar. El capital de trabajo necesario para poner en marcha la industria se ha estimado en: materia prima US\$ 100.000; stock de productos terminados US\$ 30.000; pago de mano de obra US\$ 50.000.

El costo de materia prima que se adoptó fue de 178.08 US\$/m³ de madera aserrada. A este precio es necesario adicionarle el costo de secado que se calculó en 23.45 US\$/m³. El egreso anual para la adquisición de chapas debobinadas y láminas para



TLE= Tablero listones enteros.
 TLU= Tablero listones unidos.
 Cep-Part= Cepillado y partido.
 TC = Tablero de carpintero.
 L = Largo
 mm = milímetros.

Figura 4. Proceso productivo en la planta de tableros de lenga.

Manufacturing process in Lenga board factory.

CUADRO 1

Capacidad instalada e inversiones.
Investment and capacity in KWh.

Máquina	KWh	Cantidad	Precio
Encoladura	1	1	12.000
Prensa lateral	30	1	175.080
Cepilladora partidora	50		30.230
Cepilladora 2 caras	28	1	15.000
Escuadradora	6	1	13.000
Lijadora rectificadora	50	1	45.000
Despuntadora	3.5	1	40.000
Fingerjoint	7.5	!	30.200
Afiladora	1.5	1	15.000
Prensa plato	11	1	38.015
Autoelevador	-	1	28.700
Secadero	-	2	95.200
Edificio	-	1	240.000
Capital de trabajo	-	-	180.000
Total	188.5	15	957.425

la construcción de las placas carpinteras se estimó en U\$S 144.860.

El monto total anual a derogar por concepto de sueldos es de U\$S 340.420.

Se ha estimado que el costo de comercialización disminuye anualmente, comenzando los 2 primeros años con un monto de U\$S 50.000, el tercero con U\$S 35.000 y los 7 restantes con U\$S 10.000.

Considerando los insumos, adhesivos y mantenimiento en general, se ha estimado que el costo de producción asciende a U\$S 469.480.

Ingresos anuales y desarrollo del flujo de fondos. El ingreso total se presenta en el cuadro 2, en el que además se muestra la producción esperada.

Indicadores financieros y sensibilidad del proyecto. El valor de la tasa interna de retorno (TIR) para el proyecto se ha calculado en 22.00% y el Valor actual neto (VAN) en U\$S 1.162.752.

Se efectuaron dos sensibilizaciones. La primera corresponde a los rendimientos estándares, mientras que en la segunda se aumentaron los rendi-

CUADRO 2

Ingreso anual total para la planta de tableros de Lengua.
Animal income of solid-board sales.

Item	TLE	TLU	TC 17 mm	TC 21 mm	Total
Producción (m ³)	175	446	882.5	242.5	1.745
Precio FOB (U\$S/m ³)	1.250	1.050	790	650	-
Resultado (U\$S/m ³)	218.760	467.250	697.175	157.625	1.540.800

CUADRO 3

Flujo de costos, ingresos y beneficios netos.
Costs, entry and net profit of the solid-board factory.

Año	Inversión inicial	Costo materia prima	Costo producción	Costo comercialización	Imprevistos	Ingreso	Residuo	Beneficio
0	(942.425)							(942.425)
1		324.348	234.740	50.000	95.000	770.400		66.312
2		421.652	305.162	50.000	95.000	1.001.520		129.706
3		551.391	399.058	35.000	95.000	1.309.680		229.231
4		648.896	469.480	10.000	95.000	1.540.800		317.625
5		648.896	469.480	10.000	95.000	1.540.800		317.625
6		648.896	469.480	10.000	95.000	1.540.800		317.625
7		648.896	469.480	10.000	95.000	1.540.800		317.625
8		648.896	469.480	10.000	95.000	1.540.800		317.625
9		648.896	469.480	10.000	95.000	1.540.800		317.625
10		648.896	469.480	10.000	95.000	1.540.800	565.455	883.080

mientos de los productos de mayor precio de venta (TLE y TLU), dejando el rendimiento general constante. A continuación se describen los valores utilizados en ambas sensibilizaciones.

	Rendimientos estándares	Rendimientos incrementados
TLE	7%	10%
TLU	17.8%	25%
TC 17 mm	35.3%	28.3%
TC 21 mm	9.7%	9.5%
Total	62.8%	62.8%

Dejando los costos de materia prima constantes, y aumentando los precios de venta un 10%, la TIR sube a 33.19%, lo que corresponde a un VAN de U\$S 1.433.692 (curva 1-fig. 5). Si en cambio se dejan los precios de venta constantes y se disminuyen los costos de materia prima en un 10%, la TIR alcanza un 25.35% (curva 4). Con el precio de venta original, los costos de la materia prima pueden aumentar hasta un 42%, para que el VAN sea 0 y la TIR 6% (curva 2). Si por el contrario se deja el costo de materia prima constante, se verifica que para que el VAN se haga cero, los precios de venta deben disminuir un 12.4% (curva 3).

En la figura 6 se puede apreciar que con el aumento de los rendimientos parciales para que la TIR sea igual a 6% y el VAN se haga cero, el costo de materia prima debe subir 74% (curva 1) o el precio de venta debe bajar un 19.7% (curva 2). Aumentando los precios de venta en un 10% la TIR llega a 43.62%, lo que corresponde a un VAN de U\$S 2.293.311.

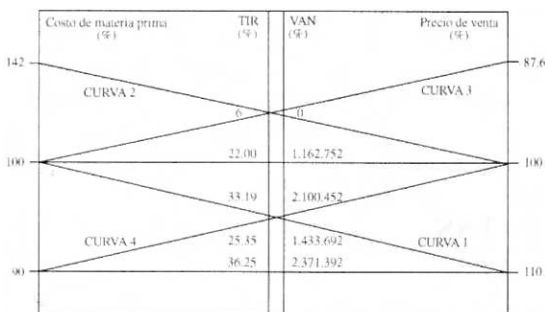


Figura 5. Método gráfico para el análisis de sensibilidad de la planta de tableros de Lengua para rendimientos estándares.

Sensitivity analysis of Lengua solid board factory for yield standard.

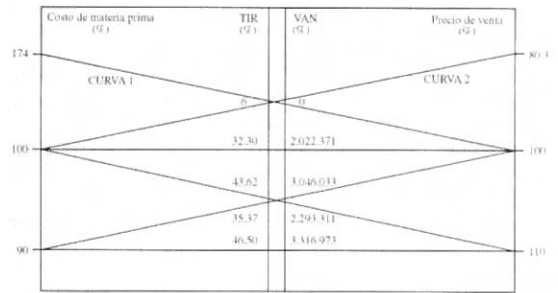


Figura 6. Idem figura 1 pero con los rendimientos incrementados.

Idem figure 3 but with yield increments.

CONCLUSIONES

Por medio de los indicadores económicos empleados (TIR y VAN), y de los análisis técnicos en cuanto a rendimientos y calidades de la materia prima, se deduce que la alternativa propuesta para mejorar el aprovechamiento de la madera aserrada de Lengua es viable. No obstante, se originan altos volúmenes de desechos, los cuales podrían ser usados, por ejemplo, en la generación de energía para los secaderos. Comparando los dos análisis de sensibilidad, se observa que los rendimientos tienen fuerte incidencia en la rentabilidad. Hay que mencionar que es posible incrementar el rendimiento en la fabricación de TLE disminuyendo el largo mínimo admisible de los listones. Este aspecto es importante dada la diferencia de precio entre los TLE y los TLU.

La incorporación de los tableros de listones con unión y los tableros de carpintero permitirá el empleo de calidades de madera con las que actualmente no se desarrolla ningún producto de valor agregado. La posibilidad de utilizar piezas de madera corta podría permitir incorporar materia prima que actualmente no se emplea, ya que los largos mínimos de rollizos que se utilizan en el aserrado son mayores.

BIBLIOGRAFIA

CORDONE, V. 1992. Clasificación de madera en rollo de Lengua (*Nothofagus pumilio* (Poepp. & Endl.) Krasser) según defectos y dimensiones. Esquel. Tesis de Grado - Universidad Nacional de la Patagonia. 53 pp.

CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION. 1991. Manual de construcciones en madera. Santiago. Chile. Volumen 1. 2ª Edición. Instituto Forestal de Chile. 344 pp.

- INTERNATIONAL TRADE CENTRE. 1991. Secondary Processed Wood Products, an overview of major markets. Geneve. First Edition. ITC. 81 pp.
- JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA. 1989. Manual del Grupo Andino para el Secado de Maderas. Colombia. 1ª Edición. Junta del Acuerdo de Cartagena. 452 pp.
- PANTAENIUS, P., G. PEPESCIEL, A. JOVANOVSKI. 1992. La industria de la madera en Chubut. Esquel, Chubut. Publicación Técnica N° 10. CIEFAP. 44 pp.
- TILING, M., A. JOVANOVSKI. 1994. Estudio de marketing de la industria patagónica. Esquel, Chubut. Publicación Técnica N° 16. CIEFAP. 54 pp.
- TORTORELLI, L. 1956. Maderas y bosques argentinos. Bs. As., 2ª Edición. Ed. Acme SACI. 908 pp.
- URZUA VERGARA, D. 1990. Formulación y evaluación de proyectos agroindustriales. Valdivia. 1ª Edición. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. 180 pp.
- WILLISTON, M. 1991. Value-added Wood Products, Manufacturing and Marketing Strategies. USA. First Edition. Ed. M. Williston. 218 pp.

Recibido: 20.7.95.

FE DE ERRATAS

En *Bosque* 15(1): 67-74, 1994 dice:

Humberto Giganti¹, Graciela Dapoto¹, Patricia Gentili²

DEBE DECIR:

Humberto Giganti¹, Graciela Dapoto¹, Mario Gentili²