

Comparación de cuatro alternativas en el proceso de producción de una fábrica de tablero de eucalipto

Vila Lameiro, P.^p

Díaz-Maroto Hidalgo, I.J.

Portela Piñeiro, J.

Universidad de Santiago de Compostela. Escuela Politécnica Superior de Lugo.

RESUMEN

El objetivo principal del proyecto básico en el que se engloba este estudio es el diseño de una fábrica de producción de tablero alistonado de madera de Eucalipto, para fabricación de mesas. En consecuencia se busca proponer diferentes alternativas al proceso de producción, y evaluar cual es la más rentable y eficaz y, por lo tanto, la que se debe llevar a cabo.

Dichas alternativas se refieren a la posibilidad de instalar dos tipos diferentes de prensa, continúa o no, dado que es este el punto que condiciona el volumen y la progresión final del proceso de producción. Además se contempló una posible variación en la procedencia de la materia prima, pudiendo partir de materia prima verde o por el contrario de madera seca. En cualquiera de las combinaciones siempre se cumplirá el volumen de producción impuesto de partida por el promotor.

ABSTRACT

The primary target of the basic project where this study is included is the Eucalyptus stripped wood board production design. Then, different alternatives from the production process is proposed and evaluated and the most profitable and effective is selected to carry out.

The possibility of installing two types different from press, continuous or no, were the alternatives analyzed, because it is the moment that conditions the volume of the production process. In addition a possible variation in the origin of the raw material was contemplated, being able to start off with green raw material or with dry wood, always with the volume of production imposed by the promoter fulfilled.

1. INTRODUCCION

Este artículo se desprende de la redacción de un proyecto con vistas a la posible instalación de una fábrica de tableros alistonados de madera de eucalipto para la elaboración de mesas, con una capacidad de producción anual superior a 4500 m³/año y justificando la solución óptima a instalar mediante una evaluación de las diferentes alternativas posibles.

Su ubicación se pretende en el polígono industrial de O Campiño (Pontevedra) y para su redacción final fue necesario valorar diferentes posibilidades de abastecimiento de materia prima y solucionar la mayor incógnita del proceso de producción, referida al tipo de prensa que se iba instalar.

2. MATERIAL Y METODOS

0. Antecedentes

El objetivo principal del proyecto es diseñar una fábrica de tablero alistonado de madera de eucalipto para elaborar mesas. Para lograr ese cometido, será necesario proponer diferentes alternativas al proceso, y evaluar la más rentable.

Esta industria se aprovecharía de la escasa diversificación del sector de la segunda transformación de madera en Galicia, pudiendo integrarse tanto en mercados nacionales como internacionales. A estos mercados no sólo va a enviar el producto que elabore, sino que también tendrá que conjugarlos a la hora de localizar la materia prima necesaria (unos 8800 m³/año), pudiendo esta proceder de la gran oferta existente en Galicia, como de la importación de mercados cercanos, especialmente el mercado portugués.

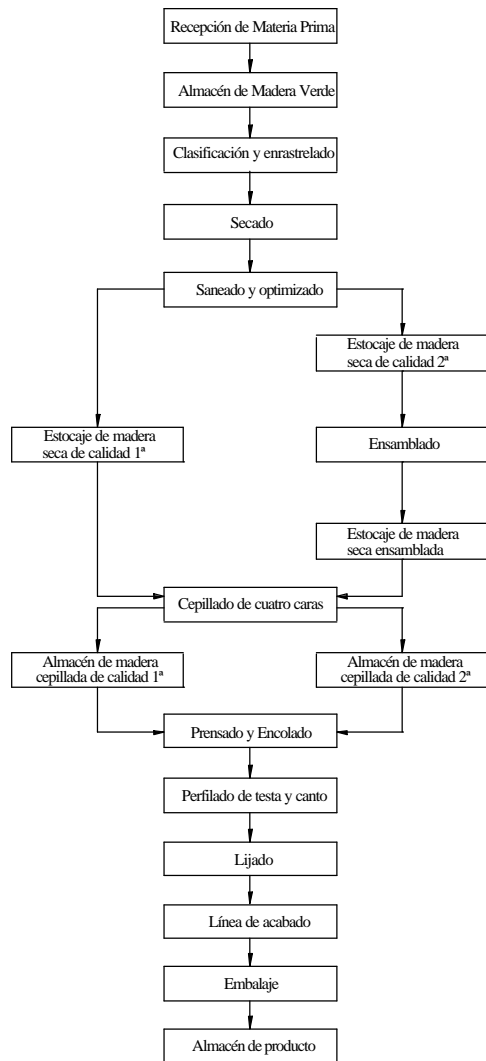
1. Productos

Los tableros alistonados para carpintería se elaboran mediante la unión por encolado de tablas de madera previamente saneadas de defectos. Las tablas que constituyen el tablero serán de la misma especie de madera y tendrán el mismo grosor con el fin de asegurar un buen encolado.

La especie de madera debe presentar una serie de características de durabilidad natural y resistencia que se cumplen en el caso del eucalipto blanco, aunque presenta ciertas dificultades de elaboración debido al atejamiento de las piezas tangenciales después del secado. Se empleará como adhesivo Urea formaldehído, debido a los resultados satisfactorios obtenidos en otros proyectos.

El producto acabado será expedido en paquetes perfectamente embalados

con plástico retráctil, de 65 unidades cada uno, por término medio, con unas dimensiones por paquete de 2.440 x 1.220 x 1.200 mm. para el caso de los tableros de mayor longitud y de 2.100 x 1.220 x 1.200 mm. para los de menor tamaño. Para ambas dimensiones de tableros se fabricarán gruesos de 13, 16, 19, 22 y 25 mm. La producción objetivo era de 4.639 m³/año (75 % tablero mayor y 25 % tablero menor).



Gráf 1: Lín. de flujo de fabricación de tabl alistonado de eucalipto

El consumo de materia prima se estima en 8.800 m³/año de tabla de Eucalyptus globulus de la calidad limpia o semilimpia. Este volumen de materia prima que se precisa puede combinarse entre materia prima verde y madera seca. Para poder conocer las proporciones de cada una de esas fuentes se realizó, tal y como se comentó en la introducción, un exhaustivo estudio económico y tecnológico.

2. Sistema de producción

El sistema de producción planteado sigue una línea de flujo en parte particular, debido a la necesidad de alternar materia prima verde y seca. Por otra parte, se diferencia la materia prima según calidades, y estas seguirán líneas diferentes después del secado y del cepillado.

El sistema de producción planteado sigue una línea de flujo en parte particular, debido a la necesidad de alternar materia prima verde y seca. Por otra parte, se diferencia la materia prima según calidades, y estas seguirán líneas diferentes después del secado y del cepillado. Sin embargo, una vez cargada(s) la(s) prensa(s) la línea de flujo es común a cualquier proceso de elaboración de tableros y se pueden comprobar todas sus peculiaridades en el diagrama del gráfico 1.

3. Alternativas en el proceso de producción

Para la consecución de la solución adoptada se han estudiado diferenes

alternativas al proceso de producción. Dichas alternativas se refieren a la posibilidad de instalar dos tipos diferentes de prensa, ya que es la máquina que limita la producción del proceso de fabricación, y a la posibilidad de partir de materia prima verde o por el contrario de madera seca, siempre que se cumpla el volumen de producción impuesto por el promotor, que se cifra en torno a los $4.500 \text{ m}^3/\text{año}$.

Entre las diferentes alternativas, se ha considerado la posibilidad de trabajar sólo con materia prima verde, con ambos tipos de prensa (alternativas "C" y "D"). Sin embargo, posteriormente se ha probado no comprar únicamente materia prima verde sino adquirir un porcentaje de madera seca. Tras probar con diferentes porcentajes, se obtuvo la alternativa más rentable conjugando madera verde y seca, que representan las alternativas "A" y B.

ALTERNATIVA A. $\frac{2}{3}$ de tabla verde y $\frac{1}{3}$ de tabla seca. Prensa continua

La producción quedaría asegurada con la instauración de un único turno de trabajo, debido a la alta capacidad de trabajo de la prensa. Se comprarían $\frac{2}{3}$ de madera verde y $\frac{1}{3}$ de madera seca, con lo cual la cantidad de materia prima almacenada sería menor que para el caso de las alternativas de madera verde.

ALTERNATIVA B. $\frac{2}{3}$ de tabla verde y $\frac{1}{3}$ de tabla seca. Prensa discontinua (2)

Serían precisos dos turnos de trabajo para alcanzar la producción exigida. Al usar dos prensas discontinuas, el volumen de producción depende del ancho del tablero y no de la longitud como en el caso de la prensa continua. Esto se debe a la distinta forma de trabajo de los dos tipos de prensa; mientras en la prensa continua las tablas entran en sentido longitudinal con respecto al eje, en la prensa discontinua lo hacen en sentido transversal, de ahí que se considera el ancho.

ALTERNATIVA C. Tabla verde. Prensa continua

En esta alternativa se contempla el secado de la madera en su totalidad, que se compra verde, con una humedad de 80 %. La prensa continua tiene un alto rendimiento, asegurando la producción impuesta con un turno de trabajo de 8 horas.

ALTERNATIVA D. Tabla verde. Prensas discontinua (2)

La cantidad de materia prima necesaria para 1 m^3 sería igual que para el caso anterior puesto que se compra toda la materia prima verde. Además de estas variaciones, se contemplan en cada una de estas alternativas las posibles mejoras a aplicar: instalar una línea de ensamblado para piezas que hayan sido saneadas, etc.

3. RESULTADOS

1. Selección tecnológica de la alternativa óptima

ALTERNATIVA A. $\frac{2}{3}$ de tabla verde y $\frac{1}{3}$ de tabla seca. Prensa continua

La producción de la prensa se calcula al multiplicar el tiempo de funcionamiento de la máquina, la velocidad de avance, el coeficiente de rendimiento, el largo ponderado y el grueso ponderado. La producción será:

$$225 \text{ días/año} \times 8 \text{ h/día} \times 60 \text{ min/h} \times (6 \text{ m/5 min}) \times 0,8 \times 2,355 \text{ m} \times 0,019 \text{ m} \Rightarrow 4.639 \text{ m}^3/\text{año}$$

Siendo:

- longitud de la prensa 6 m
- grueso ponderado 19 mm
- rendimiento 0,8
- tiempo de fraguado 5 min
- longitud ponderada $(2.440 \times 0,75) + (2.100 \times 0,25) = 2.355 \text{ mm}$

El volumen de materia prima sería:

$$9.278,9 \text{ m}^3/\text{año} \times \frac{2}{3} + 7.797,4 \text{ m}^3/\text{año} \times \frac{1}{3} \Rightarrow 8.785,1 \text{ m}^3/\text{año}$$

ALTERNATIVA B. $\frac{2}{3}$ de tabla verde y $\frac{1}{3}$ de tabla seca. Prensa discontinua (2)

Producción de la prensa y el volumen de materia prima serían:

$$225 \text{ días/año} \times 2 \text{ trns/día} \times 8 \text{ h/día} \times 60 \text{ min/h} \times (2,4 \text{ m/3,5 min}) \times 0,8 \times 1,22 \text{ m} \times 0,019 \text{ m} \times 2 \text{ pr.} \Rightarrow 5.493,26 \text{ m}^3/\text{año}$$

Siendo:

- ancho de la prensa 2'4 m
- tiempo de fraguado 3'5 min
- rendimiento 0,8
- ancho del tablero 1.220 mm
- grueso ponderado 19 mm

$$9.278,9 \text{ m}^3/\text{año} \times \frac{2}{3} + 7.797,4 \text{ m}^3/\text{año} \times \frac{1}{3} \Rightarrow 8.785,1 \text{ m}^3/\text{año}$$

Como se puede apreciar, el volumen de producción se calcula considerando el ancho del tablero y no la longitud como en el caso de la prensa continua. Esto se debe, a la distinta forma de trabajo de los dos tipos de prensa, puesto que mientras que en la prensa continua las tablas entran en sentido longitudinal con respecto al eje de la máquina en la prensa discontinua lo hacen en sentido transversal de ahí que se considera el ancho. Por tanto, la materia prima necesaria sería **10.405 m³/año**

ALTERNATIVA C.- Partir de tabla verde e instalar una sola prensa continua

$$\text{Producción prensa} \Rightarrow 4.639 \text{ m}^3/\text{año}$$

La cantidad de materia prima necesaria para el proceso de fabricación en el caso de que se comprase toda verde sería de **9.278 m³/año**.

ALTERNATIVA D.- Partir de tabla verde e instalar dos prensas discontinuas

Producción prensa \Rightarrow 5.493 m³/año

La cantidad de materia prima necesaria sería de 10.986 m³/año.

2. Selección económica de la alternativa óptima

Una vez planteadas las diferentes alternativas tecnológicamente posibles para el proceso de fabricación, se estudiaron cada una teniendo en cuenta cuestiones de rentabilidad con lo cual se ha podido determinar la alternativa a instaurar en la fábrica. Estos han sido los resultados:

	ALTERNATIVA	ALTERNATIVA	ALTERNATIVA	ALTERNATIVA
Plazo de recuperación	5 años	6 años	6 años	6 años
R	2,108	1,918	1,999	1,872
VAN	3.796.394	3.179.578	3.458.805	2.878.662
TIR	12.06 %	10.24 %	10.88 %	9.26 %

Tabla 1.: Resumen de rentabilidades según alternativas

3. Selección final de la alternativa óptima

Como se ha visto hasta el momento, entre las diferentes alternativas, se ha considerado la posibilidad de trabajar sólo con materia prima verde, con ambos tipos de prensa (alternativas "C" y "D") obteniéndose rentabilidades aceptables. Sin embargo, posteriormente se ha probado no comprar únicamente materia prima verde sino adquirir un porcentaje de madera seca. Tras probar con diferentes porcentajes, se obtuvo que a partir del 32 % de madera seca, la alternativa "A" dejaba de ser la más rentable pasando a ser la "C" (Partir de madera verde únicamente con prensa continua) la alternativa más rentable. Esta circunstancia se puede atribuir a que a partir de este porcentaje, empieza a tomar peso en gran medida el precio de la materia prima seca (300,5 €/m³).

La producción deseada quedaría asegurada con la instalación de un único turno de trabajo, debido a la alta capacidad de trabajo de la prensa. Se comprarían 2/3 de madera verde y 1/3 de madera seca, con lo cual la cantidad de materia prima almacenada sería menor que para el caso de las alternativas de madera verde.

A la vista de estos resultados, se establece que la alternativa más oportuna para implantar en una fábrica de estas características es la **alternativa A**; correspondiente a la instalación de una prensa continua, comprando 2/3 de materia prima verde y 1/3 de tabla seca de *Eucalyptus globulus*. A partir de este resultado,

se desarrolla dicha alternativa por ser la proyectada en este Proyecto básico.

4. Sistema de producción

A. Recepción y descarga de la materia prima. Secado artificial de la madera

Con las proporciones de materia prima establecidas y dimensiones ya especificadas comienza el proceso de secado comenzando colocando la madera verde enrastrelada en las vagonetas para a continuación pasar al presecadero. Cada una de las vagonetas utilizadas, tendrá capacidad para dos pilas de 4 paquetes cada una de 1,2x1,2x2,5 m cada paquete.

Tras el presecado, la madera saldrá a una humedad del 22 %, a partir de la cual se procede al vaporizado en una cámara cerrada herméticamente, con una cuba en su interior llena de agua. Sobre esta cuba se disponen raíles o mallas metálicas donde se situarán las pilas de madera. En el interior del líquido existen unos intercambiadores de calor cuya función es la de aportar suficiente energía como para evaporar el agua de la cuba, creando una atmósfera de vapor que circulará por toda la instalación atravesando las pilas de madera y humedeciéndola ligeramente para conseguir reducir las tensiones creadas en el presecado.

Tras el vaporizado, se realiza el secado. Durante este proceso la madera reduce su humedad hasta que alcanza un porcentaje del 12%, con la que saldrá el producto final. El secado se realizará en una cámara de secado prismática, de acero inoxidable con entrada frontal de carga y descarga, un falso techo sobre el que se disponen los ventiladores, y una serie de intercambiadores que mantendrán la temperatura adecuada para cada una de las fases del secado.

B. Línea de saneado y optimizado

La función de esta línea es sanear y permitir un aprovechamiento óptimo de la madera entrante en el proceso, para lo que se cortan las tablas con una sierra tronadora que elimina los defectos según los criterios de calidad establecidos.

Se compone de una estación de marcación donde el personal marca la madera con tiza luminiscente, para posteriormente pasar a la estación de medición donde un sensor de luminiscencia registra las marcaciones en la madera. A continuación la sierra corta las tablas según las especificaciones de la lista de corte, obteniendo de tal manera madera de buena calidad y madera de desperdicios. La madera de buena calidad pasa a la estación de clasificación, mientras un dispositivo de soplado va quitando las piezas de desperdicios.

C. Línea de ensamblado (“Finger joint”)

Después de que las piezas hayan pasado por el proceso de optimizado, aquellas que hayan sido saneadas y clasificadas por longitudes, se ensamblarán longitudinalmente hasta formar las tablas con el largo adecuado para la elaboración del tablero de menor dimensión en longitud. Esta línea la concluimos con el proceso de cepillado de las cuatro caras.

D. Prensado y encolado

La encoladora contará con un aplicador-dosificador que aplica la cola con catalizador en los cantos de las tablas. Se usará una cola de urea formaldehído. La prensa tiene 6 m. de longitud y 2,6 m de ancho, una velocidad de avance de 1,2 m/min , siendo el tiempo de prensado de 5 min. Esta velocidad limitará todo el proceso. La línea concluye con el corte longitudinal y transversal, el lijado de los tableros y su apilado y empaquetado.

5. Resumen económico

Los resultados de presupuesto y análisis económico de la alternativa elegida son:

A. Resumen del presupuesto

Total Ejecución Material	3.535.617,93 €
Suma G.G. y B.I.	671.767,40 €
16% I.V.A.	673.181,65 €
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	4.880.566,99 €

B. Análisis económico

T.I.R.	12,06%.
V.A.N. (5%)	3.796.394 €
Plazo de recuperación de la inversión	5 años

4. CONCLUSIONES

1. La idea de establecer un fábrica de tablero alistonado de eucalipto blanco es viable económica y tecnológicamente; la situación del mercado de la madera de eucalipto en Galicia, aconseja la satisfacción de la demanda actual con esta madera.
2. Una fábrica de este tipo en Galicia cubriría el déficit que del mismo hay no solo en el ámbito local sino también nacional, no teniendo que importarlo.
3. El principal inconveniente es la limitación del sistema de prensado en la línea de

flujo y la aportación de materia prima (exclusivamente verde o parte seca).

4. De las cuatro posibles soluciones técnicas a utilizar, la alternativa que satisface las necesidades de producción impuestas por el promotor (con 4639 m³/año) con el mínimo consumo de materia prima (8785 m³/año) es la alternativa que utiliza un 66 % de madera verde y un 33 % de madera seca utilizando una prensa continua.
5. Económicamente esa alternativa ofrece un plazo de recuperación del capital más breve (5 años), y un VAN (3.796.394 €) y un TIR más elevados (12,06 %).
6. El producto acabado serán tableros de 2.440 x 1.220 x 1.200 mm y de 2.100 x 1.220 x 1.200 mm. Para ambas dimensiones se fabricarán gruesos de 13, 16, 19, 22 y 25 mm. A cada tipo de tablero le corresponderá un 75 % de la producción al de mayores dimensiones y el otro 25 % al tablero menor.

5. REFERENCIAS

CIS Madera; (1999/2000). Revista del Centro de Innovación y Servicios Tecnológicos de la Madera de Galicia. Número: varios. CIS-Madera, Polígono de San Cibrao das Viñas. Ourense.

DIGMAN, L.A.; MOELLER, G.L. "Operations Planning with VERT". Operations Research, Vol.29, No.4, July-August 1981, pp.676-697.

PRITSKER, A.A.B.; SIGAL, C.E. Management Decision Making: A Network Simulation. Approach. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, 1983.

www.aidima.es Consultada entre 1999 y 2002.

www.aitim.es Consultada entre 1998 y 2002.

www.inia.es. Consultada durante 1999 y 2000.

www.nordictimber.org. Consultada entre 2000 y 2002.

CORRESPONDENCIA

Vila Lameiro, P.

Univ, de Santiago de Compostela. Esc. Politécnica Sup. de Lugo.

Campus Universitario s/n. 27002. Lugo.

Tlf: +34 982 285 900 ext.: 23631

pablovl@lugo.usc.es