APORTES SOBRE LA VIABILIDAD ECONÓMICA Y COMERCIAL DEL SECADO DE LA MADERA

PARA MICRO Y PEQUEÑOS ASERRADEROS Y CARPINTERÍAS DEL NORESTE

ABRIL DE 2021

INFORME BASADO EN LA CONSULTORÍA REALIZADA POR:

ISASA & da SILVA Ingenieros

Ing. María Cecilia da Silva Falcón

Ing. Juan Andrés Isasa González

ÍNDICE

PRESENTACIÓN 4

1. **RESUMEN EJECUTIVO** 5

2. **ASPECTOS GENERALES DE LA CONSULTORÍA** 11

3. **ANTECEDENTES Y CONCEPTOS BÁSICOS** 13

3.1. SITUACIÓN NACIONAL DE LA CADENA FORESTAL MADERERA 13

3.2. CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE EL SECADO DE MADERA 14

3.3. PROCESO DE SECADO 20

3.4. EL SECADO: ALTERNATIVA O SOLUCIÓN 23

3.5. SECADOR SOLAR 24

3.5.1. Experiencia de secador solar en Uruguay 27

3.5.2. Partes de un secadero solar 29

3.5.3. Diferencias entre un secador solar y un secador convencional 32

4. **ESTUDIO DE MERCADO** 33

4.1. OBJETIVO 33

4.2. METODOLOGÍA 33

4.3. INFORMACIÓN OBTENIDA A PARTIR DE LAS ENTREVISTAS 37

4.3.1. Carpinterías y afines 37

4.3.2. Aserraderos 40

4.3.3. Barracas 41

4.3.4. Usuarios finales 42

4.4. PRECIOS 43

4.5. COMERCIALIZACIÓN Y CANALES DE DISTRIBUCIÓN DE LA MADERA SECA 47

4.5.1. CLASIFICACIÓN DE LAS EMPRESAS 47

4.5.2. RELACIÓN DE INTERCAMBIO COMERCIAL ENTRE LOS SECTORES 48

4.5.3. CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO INTERCAMBIADO EN EL RUBRO MADERAS ASERRADAS 49

4.5.4. Mercado de la madera seca 50

4.5.5. Variabilidad del producto ofrecido por los aserraderos 52

4.5.6. Logística y canales de distribución 52

4.5.7. Potencial para la asociatividad 54

4.5.8. Tamaño del secadero 55

4.5.9. Sobre la ubicación del secadero 57

4.6. ANÁLISIS DE LA DEMANDA 58
4.7. MATRIZ FODA 61
4.8. ANÁLISIS CAME 62
4.9. CAUSAS Y EFECTOS DE LA SITUACIÓN ACTUAL 65

5. **INVERSIONES NECESARIAS PARA LA INSTALACIÓN DE SECADEROS SOLARES** 68
5.1. INVERSIONES INICIALES 68
5.2. COSTOS OPERATIVOS 71

6. **ANALISIS ECONÓMICO** 73

6.1. CASO A) ANALISIS ECONÓMICO DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL ASERRADERO 77
6.1.1. Estado de resultados y flujo de fondos – secador solar 79
6.1.2. Sensibilidad 83
6.2. CASO B) ANALISIS ECONÓMICO DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL CARPINTERO 88
6.2.1. Sensibilidad 91
6.3. COSTO FINANCIERO POR CAPITAL INMOVILIZADO 94
6.4. COSTOS DE LA NO CALIDAD 94

7. **CONCLUSIONES** 96

8. **ALGUNAS RECOMENDACIONES** 102

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 104

PRESENTACIÓN

En el año 2018 el Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU), en el marco de un convenio de cooperación técnica con el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) y en coordinación con las intendencias de Rivera, Tacuarembó, Cerro Largo y Treinta y Tres, comenzó a implementar el proyecto "Fortalecimiento del Desarrollo Territorial y de MYPES del Noreste Uruguayo", que finaliza en mayo de 2021.

Buscando aportar a la consecución del objetivo general del proyecto de *contribuir al desarrollo territorial en la región noreste del Uruguay a través de la mejora de la competitividad de micro y pequeñas empresas (MYPES) y el fortalecimiento el trabajo asociativo en lógica de cadena de valor local*, el trabajo en los Departamentos de Rivera y Tacuarembó se focalizó en la cadena de valor local de la madera, en articulación con varias instituciones y organizaciones públicas y privadas, de alcance local y nacional, que integran y/o apoyan el sector.

En este trabajo conjunto, es que se identifica la necesidad de que micro y pequeños aserraderos y carpinterías de la región puedan acceder a tecnologías para el secado de la madera, que les permita obtener productos más competitivos y con mayor valor agregado.

Buscando aportar al conocimiento sobre las restricciones y posibilidades vinculadas al secado de la madera para las MYPES de la región, a mediados del 2020 y en el marco del proyecto, se define contratar una consultaría que aportara información sobre la viabilidad económica y comercial del secado de la madera para micro y pequeños aserraderos y carpinterías de la región noreste, con foco en Rivera y Tacuarembó. Tras un llamado abierto, la consultoría fue adjudicada el equipo de *ISASA & da SILVA Ingenieros*.

En este documento se presentan los principales resultados de dicha consultoría, con algunos aportes realizados por el equipo del proyecto del LATU y de CAF.

1. RESUMEN EJECUTIVO

Este informe presenta los principales resultados de la consultoría realizada por ISASA & da SILVA Ingenieros, que profundizó en la determinación de la demanda de madera seca en la región noreste y la posibilidad de emplear tecnologías de secado de baja inversión que permitan, por una parte, acortar los tiempos de producción y por otra, promover la vinculación entre eslabones de la cadena de valor regional de la madera.

El estudio consideró los departamentos de Cerro Largo (Melo), Rivera (Rivera y Tranqueras) y Tacuarembó (Tacuarembó y Paso de los Toros), y se focalizó en:

- determinar la necesidad de las micro y pequeñas empresas (MYPES) de la cadena de la madera de contar con secaderos para la madera que producen y/o emplean como materia prima, y analizar diferentes opciones de secado de la misma; y
- aportar al conocimiento sobre la viabilidad económica y comercial del secado de la madera para micros y pequeños aserraderos, carpinterías y afines del sector geográfico en estudio.

En primer lugar, se presentan antecedentes y algunos conceptos teóricos, donde se describen las principales características del secado (sea natural o artificial); luego se realiza un estudio de mercado con foco en la situación de local de la cadena y las MYPES que la integran; se analizan las inversiones necesarias para la instalación de hornos de secado solar para madera, y a partir de ello, considerando una serie de supuestos, se realiza un análisis económico del secado de madera de eucalipto por parte de aserraderos y carpinterías. Finalmente, se presentan las principales conclusiones del estudio, y una serie de recomendaciones realizadas por el equipo consultor.

Es así que se realiza una evaluación de la situación actual del mercado, para luego definir cuál sería la opción que se debería considerar para que, por una parte, las MYPES de los sectores de carpinterías y afines puedan acceder a madera de calidad y, por otra parte, las MYPES del sector de aserraderos puedan producirla a precios competitivos, de forma de poder desarrollar el mercado.

El proceso de secado insume un determinado tiempo, que va desde los 15-20 días en un secado artificial convencional, hasta los 5-6 meses para un secado natural (lapso que, dependiendo de la especie, puede ser de mayor o menor duración). Los secaderos convencionales sólo pueden ser adquiridos por pocas

empresas debido a su alta inversión (ninguna de la MYPES cuenta con este tipo de unidades). Esto lleva a que las empresas que secan lo hacen en forma natural, por lo que deben disponer de un capital inmovilizado que implica costos financieros y plazos largos para poder efectivizar las ventas.

Al realizar este estudio se buscó relevar las limitaciones, potencialidades y perspectivas, tanto técnicas como económicas, respecto a secar la madera. Dado que la mayoría de las MYPES del sector carpintería demandan un bajo volumen de madera (5-6 tablas por semana), aunque en general no llevan registro preciso de la materia prima que emplean. La práctica más común es comprar madera seca a demanda cuando les encargan un producto y que en muchos casos buscan que sea el mismo cliente quien se encargue de comprar la madera, ya que de esta forma el presupuesto que tendrían que pasarles por lo que vayan a fabricar no corre el riesgo de ser percibido como elevado porque el cliente se informa directamente sobre los valores que hay en plaza. De esta forma, el cliente puede diferenciar claramente lo que es el precio por mano de obra y lo que corresponde a materia prima (los presupuestos terminan siendo elevados por los precios de la madera que se consigue). Ninguno quiere contar con elevado stock de madera por el costo financiero. Lo que mantienen en stock es apuntando a lograr precios competitivos y para ello compran madera verde que es más accesible para futuros trabajos que puedan surgir y la secan a la intemperie en el patio del local con la finalidad de poder obtener una mayor ganancia vendiendo un producto manufacturado a partir de materia prima más económica. No obstante, incluso en esta última práctica están limitados ya que su capacidad de comprar madera verde para secar dependerá de su espacio disponible para hacerlo y de su disponibilidad económica al momento de definir su operativa en el corto plazo. Sumado a esto y por el bajo volumen que pueden comprar no les es posible comprar directamente en las grandes industrias porque las mismas venden volúmenes grandes (“de a fardo”), teniendo que comprarla en muchos casos en Montevideo a precios más elevados.

Por otro lado, los micro y pequeños aserraderos venden mayormente la madera verde, y casi la totalidad vende la tabla cortada y cepillada, siendo casi nula la elaboración de otros productos tales como pisos, lambriz, etc. Entre los principales motivos por los que no secan madera se plantean: falta de espacio; desinterés en hacerlo porque logran colocar la madera verde como tal y con ello se conforman, y algunos otros casos, desconocimiento de cómo deberían realizar el secado.

En el caso de los que secan madera, lo hacen en forma natural, por lo que el volumen de venta es limitado dependiendo del espacio físico disponible, de la humedad final a la que comercializan la madera, y de las condiciones financieras que le permitan inmovilizar capital.

Es así que el método de secado natural se encontró únicamente en los aserraderos MYPES más grandes, ya que la gran mayoría de los micro y pequeños aserraderos no secan la madera, debido a varios factores, entre los cuales se encuentran: la falta de espacio, el desinterés en hacerlo porque logran colocar la madera verde como tal y con ello se conforman, y en otros casos por desconocimiento de cómo deberían realizar el secado.

La gran mayoría de los aserraderos podrían instalar unidades de secado en sus propias instalaciones ya que cuentan con espacio físico y volumen suficientes, pero la limitante está básicamente en el costo de inversión y en la dificultad para acceder al financiamiento (en especial debido a la alta informalidad en el sector).

Es un sector de mucha competencia en precios y en la plaza, por lo que pensar en que puedan desarrollar unidades de secado en conjunto, se visualiza difícil de llevar adelante, aunque no imposible. La elevada informalidad del sector hace que la competencia en el mercado no sea igualitaria, por lo que hay que buscar acciones que busquen reducir esto de tal forma de que todos puedan competir en las mismas condiciones.

Existe suficiente disponibilidad de madera seca para desarrollar el mercado, pero en un rango de precios que hacen que sus competidores alternativos y/o sustitutos como la madera sintética (MDF, melamínica, etc.) tengan una buena participación en el mercado.

En lo que refiere a precios, se buscó información de la madera comprada por las carpinterías, de la ofrecida en las barracas y la ofrecida por los aserraderos. En general los precios de la madera secada en horno convencional supera varias veces los precios de la madera verde, madera oreada e incluso secada al natural. Por ejemplo, para el caso del eucalipto (madera que casi la totalidad de las unidades de secado existentes pueden secar), se da una relación de más de 3 a 1, no así en el pino donde la relación es menor.

Se considera que esta relación daría margen para poder invertir en unidades de secado. Es debido a ello que pensar en instalar unidades de bajo costo de inversión y de bajo costo operativo como la del secado solar, podría ser de gran utilidad para el sector de las MYPES. Estas unidades podrían utilizarse para

realizar todo el proceso de secado, pero también para la finalización del proceso de secado natural o al aire, y si el mismo se realizara con una previa clasificación visual de la madera, se obtendrían productos de mayor valor y calidad, bajando los tiempos del *batch* de secado, dado que se comienza el secado con madera oreada y no verde.

La inversión en una unidad de secado solar como la recientemente construida en Tacuarembó por el LATU, en el marco de un Proyecto de Cooperación Técnica con la Agencia Japonesa de Cooperación (JICA) y la UTU de Tacuarembó, está en el entorno de los US$ 20.000 para una unidad con una capacidad de secado de aproximadamente 5 m^3 de madera por corrida. Se considera que este es un escenario de máxima en que las instituciones se hicieron cargo del pago de todos los materiales, mano de obra contratada, aportes y leyes sociales, etc., para la construcción del horno con materiales de la mejor calidad y durabilidad. Es por eso que se considera que la inversión que realice una MYPE en la construcción de una unidad de secado en su propio predio puede ser sustancialmente menor, ya que podrá usar recursos existentes en la misma empresa (tablas, costaneras, mano de obra, etc.).

Para realizar el análisis económico se consideraron dos situaciones diferentes: por un lado, el interés del aserradero es valorizar sus productos para lograr una mayor rentabilidad; por el otro, a las carpinterías y afines les interesa secar para lograr obtener materia prima de calidad al menor precio posible.

En este sentido, y para el caso de los aserraderos, del análisis económico se obtiene que a partir del precio promedio en que se comercializa actualmente la madera de eucalipto oreada (0,74 US$/pie), luego de secarla en una unidad de secado solar, con una inversión de unos US$ 20.000, si se vendiera la totalidad de la producción a 2,5 US$/pie, se obtendría una rentabilidad del 62% y un repago en 15 meses si la inversión la realizan con capital propio, y una rentabilidad de 30% si lo realizan con el 100% del capital financiado[1] a 36 meses y al 14% de interés.

Para el caso de los carpinteros y afines, se buscó el precio de la madera seca de forma que la rentabilidad sea nula, ya que ellos obtendrán la rentabilidad en sus productos por elaborarlos con esta materia prima. En este sentido se observa

[1] Es sabido que raramente las instituciones financieras prestan para el 100% de la inversión, pero se tomó este supuesto en el entendido de que, en el marco de las actividades de apoyo a las MYPES de la madera que se vienen realizando desde varias instituciones, se pueda obtener un financiamiento especial para las empresas del sector.

que un precio de 1,19 US$/pie ya podría ser razonable, sin olvidar que en los primeros meses deberán afrontar los costos operativos y el pago de los intereses. Estos valores deberían ser muy atractivos para los carpinteros, por lo que es de esperar entonces que, si aumenta la disponibilidad de madera seca a precios menores, estas carpinterías podrían continuar creciendo, ya que es esa una de las principales variables que los limita en su expansión, abriendo así el mercado potencial para los aserraderos de la región. A esto se suma el hecho de que existe la posibilidad de que algunas opten por brindar servicios de secado a otras Mipymes, lo que se convertiría en una fuente adicional de ingresos para las empresas.

Por otro lado, disponer de un volumen importante de tablas para lograr completar una cámara de secado, en el caso de las carpinterías y afines, requeriría no sólo disponer del capital para la compra de un volumen tal de tablas, sino que también contar con un predio para luego mantener esas tablas ya secas protegidas de las inclemencias del tiempo. Es por ello por lo que en este sector es importante buscar la asociatividad entre los diferentes actores para instalar unidades de secado en conjunto.

En el sector aserradero la situación es diferente. Por un lado, se encuentran aquellos aserraderos de mayor tamaño dentro de la categoría de MYPES, que buscan secar la madera en forma natural para ofrecer al mercado un producto de mejor calidad, pero tienen la dificultad de que el tiempo que les lleva secar la madera en forma natural, les repercute de manera importante en el aspecto financiero. Por otro lado, los aserraderos más pequeños prácticamente comercializan la madera verde a pocos días de ser cortada. Es por eso que en este sector se ve difícil lograr asociaciones para instalar cámaras de secado en conjunto, dadas las asimetrías antes planteadas, en cuanto a la formalidad e informalidad, competencia por el mercado y escaza cultura de trabajo en colectivo. No obstante, se considera que algunos aserraderos que cuenten con los recursos económicos o la posibilidad de acceso a financiamiento podrían instalar unidades de secado en sus propias instalaciones ya que cuentan con espacio físico y el volumen de madera suficiente necesario para completar una cámara de secado.

Del análisis económico se desprende que la rentabilidad de la inversión es buena para ambos sectores (carpinterías y aserraderos) lo cual, sumado a la demanda potencial, hace factible y atractiva la instalación de unidades de secado solar.

Por último, sería importante que las MYPES se enfoquen en la generación de eficiencias en todos los procesos y no únicamente en el proceso de secado, implementando sistemas de gestión de calidad desde la compra, transporte y recepción de la madera, hasta el lugar de acopio de la misma tanto verde como seca, que sean permanentemente monitoreados y evaluados para determinar la conformidad con los requisitos establecidos para cada etapa, lo que permitirá mejorar la calidad de los productos y la competitividad de este tipo de empresas.

2. ASPECTOS GENERALES DE LA CONSULTORÍA

Este trabajo partió de la necesidad de conocer cuál es la realidad sobre la demanda de madera seca en la región noreste, y la posibilidad de emplear tecnologías de secado que permitan tanto acortar los tiempos de producción como promover la vinculación entre eslabones que hoy en día parecerían funcionar independientes uno del otro como consecuencia de las realidades que afrontan cada uno de ellos, y que los lleva a tener intereses particulares, más que colectivos.

Para el empleo de dichas tecnologías de secado no basta con determinar si hay demanda de madera seca, sino que se debe conocer también si las mismas permitirían un crecimiento del sector, teniendo en cuenta varias aristas: la mejora en los procesos; la mejora en los productos finales; y d la posibilidad de integrar estos eslabones como forma de crear relaciones comerciales estables entre ellos para que realmente la cadena de valor se establezca como tal.

El trabajo busca conocer los productos que hoy están comercializando los aserraderos, las carpinterías y afines del sector, las principales limitaciones que enfrentan actualmente, su opinión sobre el aporte de un secadero a su proceso de producción, los valores a los cuáles están comprando sus materias primas y la procedencia de las mismas, las tecnologías factibles de incorporar y los requerimientos para su inversión. Se espera que los resultados de este trabajo sirvan como base para la toma de decisión con relación a instalar secaderos en la región en estudio.

Para llevarlo a cabo, se partió de un plan de trabajo que los consultores presentaron a un Comité Interinstitucional que trabaja en apoyo al sector en la región, y que fue aprobado por el mismo. Se elaboró un primer cuestionario orientado a responder las cuestiones explicadas en el párrafo anterior y se comenzó a contactar diferentes MYPES y referentes de Cerro Largo, Rivera y Tacuarembó para entrevistarlas. A partir de los primeros datos que se fue obteniendo sobre el sector -y al apreciar las diferentes realidades de cada empresa - se redefinió la forma de aproximación a la información, propiciando un diálogo más abierto con los entrevistados de manera de que los datos que brindaran no estuvieran acotados a las preguntas definidas inicialmente. Por lo tanto, en este estudio se presenta una evaluación de la situación actual del mercado, para luego definir cuál sería la opción que se debería considerar para que, por una parte, las MYPES de los sectores de carpinterías y afines puedan

acceder a madera de calidad y, por otra parte, las MYPES del sector de aserraderos puedan producirla a precios competitivos, de forma de poder desarrollar el mercado.

Este trabajo presenta un análisis de los datos obtenidos a través de las entrevistas dentro del capítulo “Estudio de Mercado”.

En el proceso de la consultoría se realizaron las siguientes actividades:

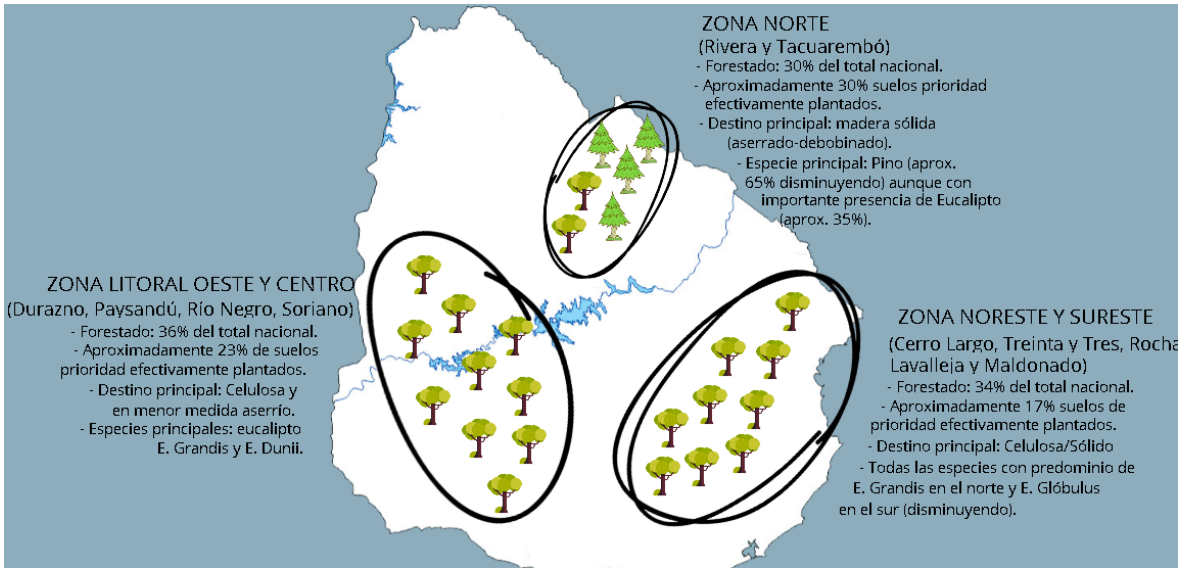
- Se identificaron las necesidades que tenía el mercado respecto a la madera seca que se usa como materia prima en las carpinterías.
- Se relevó información sobre la demanda y el uso de la madera seca:
  - Se elaboró un cuestionario para visitar las carpinterías y afines.
  - Se visitó carpinterías y afines.
- Se relevó la información sobre la oferta y las características de la madera seca que se produce en la región (aserraderos y barracas). Se recabó información respecto al precio de la madera aserrada seca en diferentes proveedores locales y nacionales.
- Se entrevistó a referentes del sector.
- Se procesó y analizó la información recabada y se evaluó si era suficiente para determinar las necesidades del mercado.
- Se analizó al pino como madera potencial, recabando las limitaciones desde el punto de vista de las diferentes partes.
- Se estudió y analizó las diferentes soluciones técnicas existentes para el secado de la madera y su aplicabilidad para las MYPES.
- Se realizó un análisis económico del secado de madera de eucalipto por parte de MYPES aserraderos y carpinterías.
- Se extrajeron conclusiones y se formularon recomendaciones.

3. ANTECEDENTES Y CONCEPTOS BÁSICOS

3.1. SITUACIÓN NACIONAL DE LA CADENA FORESTAL MADERERA

El 6% de la superficie del país está forestada, y el sector forestal en el Uruguay representa el 3.6% del PIB. Hay alrededor de 1.800 empresas trabajando para el sector que emplean unos 25.000 puestos de trabajo.

La gran mayoría del área forestada está concentrada en los departamentos de Rivera, Tacuarembó, Paysandú, Rio Negro y Lavalleja.



Fuente: Sociedad de Productores Forestales – www.spf.com.uy

En la región noreste (Tacuarembó - Rivera - Cerro Largo) existen varios aserraderos que procesan mayormente pino y eucalipto como materia prima. Esto se debe a la enorme disponibilidad de plantaciones de estas especies, que a la fecha muchas de ellas alcanzan los 20 años de plantadas, por lo que son árboles que se podrían considerar aptos para la industrialización y fabricación de muebles.

Dado el poco desarrollo de la industria maderera en el país, el eucalipto se planta cada vez más con otros fines, como por ejemplo para emplearlo como materia prima para la obtención de celulosa.

El sector se puede dividir en tres áreas:

- cadena celulósico-papelera: la producción puede ir desde la madera rolliza sin talar hasta la fabricación de papel y cartón, pasando por los chips y la pasta de celulosa.

- cadena que industrializa la madera: fabricación de tableros, aserraderos, trabajos de carpintería, etc.
- cadena que usa la madera como energía: leña o biomasa para producir agua caliente, vapor o energía eléctrica.

La madera es uno de los elementos constructivos más antiguos que se ha utilizado en la construcción de muebles y viviendas. Sin embargo, para lograr trabajar la madera en forma adecuada y obtener un resultado bueno, es indispensable conocer y, manejar las características y propiedades de la misma relacionadas con su estructura, tipo de corte y humedad.

El mercado exige, cada vez mayor calidad en los productos. Esta calidad se refiere a durabilidad, funcionalidad y terminado, y para lograrlo es necesario usar madera seca. En general, la madera seca mantiene sus dimensiones mientras se la trabaja y también luego de finalizado el producto elaborado con la misma.

El secado de la madera es una actividad fundamental para el desarrollo de la industria de la carpintería y afines. Son muy pocos los productos que se elaboran en una carpintería que puedan construirse usando como materia prima a la madera húmeda, y si se quiere hacer que este sector se desarrolle es fundamental trabajar en la oferta de madera seca de calidad.

La madera, en el momento que se obtiene al cortar el árbol, tiene valores de humedad muy elevados superando normalmente el 50% de humedad en base húmeda. En tal sentido y por el clima de Uruguay, la madera siempre va a tender a reducir su humedad, por lo que la fabricación de productos de la carpintería elaborados a partir de madera verde se deformará en el corto plazo (producto de mala calidad). Por otro lado, la madera húmeda genera un ambiente propicio para la formación de hongos y bacterias. Cuando la misma está seca esa posibilidad se reduce sustancialmente.

3.2. CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE EL SECADO DE MADERA

A continuación, se presentan algunos conceptos básicos asociados al proceso de secado, que buscan aportar a la comprensión de la necesidad de obtener madera seca para usarla como materia prima en los productos fabricados por carpinterías y afines.

CONTENIDO DE HUMEDAD: La transformación de la madera en productos está muy relacionada con el contenido de humedad, por lo que es de mucha

importancia reducir su humedad a niveles que se comporte luego de la forma deseada a lo largo del tiempo.

La humedad de la madera es diferente según la especie. Tanto en el pino como en el eucalipto en el momento en que son cortados su humedad superan el 50% en base húmeda, alcanzando valores próximos a 57-58%. Esto significa que más de la mitad de su peso es agua.

El agua que está contenida dentro de la madera se presenta de 3 formas:

1) Agua ligada (el agua unida entre moléculas)
2) Agua higroscópica (agua impregnada dentro de las cavidades)
3) Agua libre (agua que llena los espacios intermoleculares o porosidad)

La primera, por formar parte de la constitución molecular de la madera, es muy difícil de retirar y es por esto que en el proceso de secado no se puede eliminar ya que de hacerlo se cambiarían las propiedades de la madera. La segunda y la tercera en cambio, no se encuentran tan ligadas molecularmente como la primera. Son más fáciles de retirar: durante el proceso de secado primero se elimina el agua libre y luego el agua higroscópica.

En el proceso de secado el agua circula dentro de la madera desde su interior hacia el exterior por canales microscópicos por diferencia de presión. El medio que la seca es el aire que circula alrededor de la madera, sea en forma forzada (artificial) o en forma natural, arrastrando el agua superficial de la madera. Por esta razón es fundamental lograr las condiciones de temperatura, velocidad y humedad del aire para ser un secado efectivo, algo difícil de controlar durante el secado natural donde intervienen variables ambientales no controlables. En el secado artificial, en cambio, se controlan las variables para lograr que el aire que entra en contacto con la madera circule a determinada velocidad y esté lo suficientemente seco para lograr un secado uniforme y controlado, reduciendo así las deformaciones que puedan originarse durante este proceso (grietas y dobladuras).

Luego de secada la madera, su humedad tenderá con el pasar del tiempo a un equilibrio con la humedad ambiente. Esto se denomina equilibrio higroscópico, o sea, el grado de humedad que tiene la madera en condiciones determinadas de humedad y temperatura del aire. La madera estacionada alcanza ese equilibrio y la humedad final dependerá de las condiciones del medio ambiente y de la

época del año. Por este motivo es que se torna también muy importante el tipo de almacenamiento que se usa luego de secar la madera.

SECADO DE LA MADERA: El secado de la madera se entiende como la práctica de eliminar el agua de la madera, sin que esta se afecte o pierda propiedades mecánicas y físicas, hasta un valor deseado de humedad.

Es un proceso que se debe hacer con el mayor control posible ya que puede afectar algunas de sus propiedades y características dependiendo de la forma en que se lo realice. Algunas de estas características son:

- **Masa**: el peso de la madera es lo que más se afecta ya que al secar la madera se pierde la humedad, la cual en general en una madera recién cortada representa más del 50% de su peso. Esta reducción de peso podría variar entre un 25 y un 50% del peso inicial. Esto reduce luego los costos de flete, ya que normalmente con madera húmeda no se puede completar un camión porque supera el peso máximo permitido: con madera seca se puede transportar más producto con el mismo peso, logrando así una mejora económica en el flete. Otra ventaja que produce esta reducción de peso es la mejora en la manipulación, tanto para su almacenaje, como para su carga e incluso en su uso final.
- **Manchado**: el secado de la madera disminuye el crecimiento de insectos, hongos, bacterias y otros microorganismos evitando así el manchado de la madera.
- **Absorción de productos**: al secarse facilita luego la impregnación de productos usados tanto para su preservación como para su coloración.
- **Dimensiones**: luego de seca la madera se moverá menos lo que evitará que productos que se fabriquen a partir de ella se muevan o aflojen, por ejemplo, al encolarse.
- **Aislamiento térmico y eléctrico**: al contener menos humedad no solo hace que la madera sea menos conductora de energía eléctrica, sino que también mejoran sus propiedades de aislamiento térmico por los intersticios que quedan vacíos al retirarse el agua.

El secado se puede realizar de dos maneras:

1) En forma natural, lograda por las condiciones ambientales tales como temperatura, humedad y velocidad del aire, sumado a la radiación solar y a las lluvias de la zona donde se encuentre.

2) En forma artificial, mediante la eliminación de la humedad a partir de la manipulación de las variables mencionadas en el secado natural.

En el primero se seca la madera al aire libre y el agua contenida en la madera se elimina mediante evaporación en forma natural, mientras que en la segunda el secado es artificial a través de un proceso tecnológico donde se elimina el agua mediante el control de diferentes factores como humedad, temperatura, circulación de aire y tiempo.

En ambos procesos se requiere determinado tiempo para secar la madera, por lo que es un capital que queda inmovilizado por un tiempo determinado. En el caso del secado artificial los tiempos pueden ser de 15-25 días, pero en el caso del secado natural pueden alcanzar los 5-6 meses o más.

Normalmente el secado artificial se realiza usando cámaras donde la madera permanece en su interior el tiempo que lleve alcanzar la humedad deseada. Dentro de esa cámara se hace circular aire con determinadas características de humedad y temperatura, obtenidas normalmente con el uso de un fluido térmico a través del empleo de un generador de vapor o agua caliente.

En este último proceso se logra obtener madera de muy buena calidad con el control de unas cuantas variables que permiten un secado uniforme a lo largo de la tabla de madera, que se mantiene estable en el tiempo. Este comportamiento es algo que en el proceso de secado natural es difícil de lograr ya que simplemente con el movimiento del sol durante el día, sumado a su inclinación que varía a lo largo del año, a las lluvias y humedad ambiente con periodos secos y otros húmedos hacen que el secado natural sea un proceso poco controlable y reproducible, con las claras consecuencias de ofrecer al mercado un producto con características diferentes luego de cada proceso. Son entonces muchas las variables que afectan el secado y que - si bien con el tiempo se logran valores de humedad cercanos a los valores obtenidos en forma artificial - el no control de las mismas hace que la madera obtenida no sea de buena calidad (curvaturas, rajaduras, etc.).

El secado de la madera garantiza una humedad homogénea disminuyendo la probabilidad de deformación con el tiempo, favoreciendo a la duración de los productos elaborados a partir del uso de la madera.

Las ventajas del secado de la madera son las siguientes:

a) Disminuye el peligro de la aparición de grietas y rajaduras, y como consecuencia la disminución de las mermas en la producción.

b) Impide el ataque de ciertos insectos y bacterias.

c) Disminuye el ataque de hongos y como consecuencia pérdidas de madera.

d) Disminuye el peso de las maderas y por consecuencia el valor de su flete.

e) Aumenta los valores de resistencia mecánica.

f) Facilita procesos en la industrialización de la madera.

g) Favorece la aplicación de colas, pinturas, lustres, etc., y su duración en el tiempo.

Por otra parte, tiene algunas desventajas:

a) Mayor fragilidad.

b) Mayor inflamabilidad.

Secado natural: El secado natural es el más elemental de todos los procesos de secado. Simplemente consiste en colocar la madera (ya aserrada) en una zona donde reciba sol y viento para que el agua que contiene paulatinamente se vaya evaporando en forma natural dependiendo de las condiciones climáticas.

Dependiendo de cómo se coloquen las tablas a secar se deberán mover periódicamente para reducir el riesgo de que se doblen. Las pilas se deben formar de tal forma que se asegure la circulación de aire entre las tablas, ya que lo que se busca es que sea el aire el que seque las mismas y no tanto los rayos solares ya que estos pueden provocar altas temperaturas sobre la madera acelerando el proceso de secado y afectando la calidad la misma.

El secado natural presenta las siguientes ventajas:

- No requiere personal capacitado
- Bajos costos de mantenimiento y funcionamiento
- Bajo costo de inversión

En cambio, presenta las siguientes desventajas:

- Tiempo de secados prolongados (3-6 meses)
- La humedad final depende de las condiciones ambientales (época del año, humedad media, lluvias, etc.)
- Alto costo financiero de tener el producto parado

- Alto riesgo de deformación permanente de la madera (doblez, rajadura, etc.), principalmente durante el verano donde la radiación solar es alta.

Para lograr una mejor eficiencia en el secado es conveniente que el lugar donde se acondicione la madera sea un lugar ventilado con buena circulación de aire. Algunos aserraderos se encuentran rodeados de zonas forestadas que afectan esta circulación. Otro tema importante a considerar son las condiciones respecto a pluviales, pendientes, etc., evitando en lo posible zonas húmedas.

Existen diferentes formas de apilar la madera para el secado natural dependiendo del tipo de madera y la época del año, algo que es fundamental para evitar las deformaciones y aparición de grietas. Para obtener un secado más eficiente sería lógico pensar que se deberían apilar maderas de la misma especie, del mismo espesor y longitudes, así como también con similar nivel de humedad inicial.

Son muchas las variables que se deben manejar: por un lado, están las que se pueden controlar como altura, largo y ancho de pilas, la forma de disposición de las tablas ya sea vertical u horizontal y/o la necesidad de colocación de separadores; por otro lado, se suman todas las variables externas que no se pueden controlar que intervienen en el secado (humedad ambiente, vientos, sol, lluvias, etc.).

Secado artificial convencional: El secado artificial convencional consiste en eliminar la humedad de la madera mediante un proceso controlado con variables de temperatura, humedad y ventilación.

Esta forma de secado presenta ventajas frente al secado natural tales como:

- Se logra alcanzar humedades inferiores al que se lograría con el secado natural en la misma zona.
- Se puede manejar la humedad deseada dependiendo del uso final que se le dará a la madera
- Disminuye de manera importante el tiempo de secado.
- Reduce los riesgos de grietas, rajaduras, manchas y pudriciones.

La mayoría de los secaderos que se encuentran en la región son de dos tipos:

- Secaderos estacionarios: El secado se realiza en cámaras donde se almacena la madera y se hace circular aire caliente en condiciones controladas. Se realizan pilas que permanecen fijas durante todo el

proceso de secado. Son los más comunes de encontrar. En la región se pueden encontrar en URUFOR (Rivera), VALETOR (Tacuarembó), CAZULLI (Paso de los Toros); IMNSUR (Rivera).

- Secaderos de túnel: La madera a secar circula sobre unos carros que se mueven a una velocidad controlada bajo determinadas condiciones de temperatura y humedad del aire. En la región se pueden encontrar en FRUTIFOR.

El secado artificial, al ser un proceso de secado controlado, tiene la ventaja de que se evitan deformaciones logrando obtener maderas de alta calidad, que al final es la que demandan las carpinterías y afines que quieren realizar productos de buena calidad.

Entre las desventajas con la que cuenta este sistema está la alta inversión, altos costos de operación, mano de obra calificada, equipamiento para el control de las variables y un generador de vapor para lograr las temperaturas del aire necesarias.

Ambos tipos de secadero, de cámaras o de túnel, se realizan generando, en su mayoría, calor a través de la generación de vapor, por lo tanto, usan algún tipo de combustible. El combustible que normalmente usan en la región corresponde a los residuos del proceso de aserrado, tales como recortes de tablas, chips y/o aserrín.

3.3. PROCESO DE SECADO

El proceso de secado de madera húmeda se constituye como un servicio a un bien intermedio al cual luego se le agregará valor. Este servicio de secado comprende varias etapas que comienzan con la recepción de la madera verde, luego la clasificación del producto a secar para apilarlo dentro de la cámara y pasar por los diferentes procesos de secado que se detallan a continuación, y finalmente el acopio de la madera seca al final del proceso en un lugar cubierto para luego su comercialización o uso.

Es fundamental la clasificación previa de la madera para lograr un correcto proceso de secado. Para ello se pueden clasificar de acuerdo a:

- Según el tipo de madera. En este caso se clasifican según factores propios de la madera tales como especie, contenido de humedad, defectos, entre otros.
- Sus dimensiones: largo, ancho, espesor.

Es importante que la madera a secar en un ciclo de secado sea lo más uniforme posible para lograr un secado homogéneo, evitando así que al finalizar el proceso se obtengan productos con diferentes humedades. Tampoco es recomendable retirar y reemplazar parcialmente la madera dentro del horno de secado, ya que podría aumentar la humedad de la madera que está más seca debido a las condiciones de la madera recién colocada. Es por ello que el proceso de secado se realiza en forma “batch”, o sea por ciclos, vaciando totalmente la cámara cada vez que se termine el ciclo.

Estos puntos son importantes a considerar dado que se podría dar por finalizado el proceso teniendo maderas que logran la humedad deseada, pero a otras aún les podría faltar tiempo para alcanzar ese nivel. Cuanto más uniforme, en tamaño y humedad, sea el lote de madera que se coloca dentro del secadero, mejor será el resultado obtenido.

Las variables que se deben controlar para obtener un proceso de secado eficiente y que altere lo menos posible la calidad de la madera son temperatura, velocidad del aire, humedad relativa del aire y la tasa de disminución de la humedad. Es por esta razón que en el proceso de secado artificial se logra madera seca de mejor calidad mientras que en el secado natural es muy difícil controlar estas variables ya que dependen de otras variables exógenas de las que no se tiene control.

El agrietamiento surge principalmente por un gradiente elevado de humedad entre la superficie y la zona interior de la tabla. Por ello es de mucha importancia lograr un proceso uniforme y no se puede apurar el mismo.

A continuación, veremos las diferentes etapas del proceso de secado artificial:

Etapa de calentamiento de la madera: En esta etapa se debe lograr alcanzar las condiciones de temperatura deseadas y lograr que la misma sea uniforme en toda la pieza de madera. Se considera la etapa preparatoria donde se busca que todo lo que esté dentro de la cámara logre la temperatura deseada.

Etapa de secado de la madera: Es el periodo más importante y la duración depende de varios factores:

- Factores propios de la madera:
    - Características de la especie (densidad, comportamiento mecánico con la temperatura, etc.)
    - Contenido inicial de humedad
    - Dimensiones, forma y tipo de corte de la madera

- Factores inherentes a las condiciones del secado:
    - Temperatura del aire
    - Humedad relativa del aire
    - Velocidad del aire
- Otros factores
    - Forma de apilado
    - Porcentaje de carga del secadero
    - Eficiencia del secadero (pérdidas por calor, etc.)
    - Humedad final deseada

En esta etapa es fundamental conocer el proceso para lograr alcanzar las condiciones adecuadas de secado buscando obtener una humedad homogénea en toda la pieza y con la menor cantidad de defectos. Para ello es fundamental el conocimiento y capacitación previa del personal, no solo el que diseñará el secador sino también el que lo operará. Esto se debe a que una mala operación de secado podría afectar la madera. Algunos de estos factores pueden ser:

- Defectos de forma: madera mal apilada, separadores mal colocados.
- Defectos de estructura: pueden ser causados por cambios bruscos de humedad y temperatura.
- Presencia de hongos: provocados por una mala circulación de aire o una falta de renovación del mismo.

Etapa de post secado: En esta etapa se debe enfriar la madera en forma controlada para evitar que surjan tensiones que puedan afectar la calidad de la misma. Antes de vaciar el horno es recomendable verificar la humedad de la madera para asegurarse que es la deseada.

Claramente este proceso no es sencillo de realizar en forma natural cuando hay variables que no admiten ser reguladas.

3.4. EL SECADO: ALTERNATIVA O SOLUCIÓN

Actualmente el secado de la madera en el sector de las MYPES se da de forma muy precaria, y en muchos casos no se seca (principalmente en el sector aserradero). Las carpinterías necesariamente deben secar porque de lo contrario los productos elaborados con madera húmeda tendrán poca duración. Justamente la falta de madera seca de calidad a precios competitivos abre el camino al uso de compensados, melamínica, etc., que son productos secos.

Los valores que se alcanzan secando en forma natural no logran bajar de 17-18% de humedad, algo que luego, en la elaboración de productos con esta madera, provoca fallas de calidad. La humedad remanente en la madera provoca con el pasar del tiempo contracciones que afectan la duración de los adhesivos y acabados entre otros. El ejemplo más claro es cuando se deja a la intemperie un producto elaborado con madera seca. Si este no cuenta con ningún tipo de protector o sellador, ante la primera lluvia que reciba comenzará a “moverse” la madera provocando que el producto se deforme, despegue o agriete.

La opción tradicional es el uso de secadores convencionales. Estos sistemas necesitan una inversión (no solo cámaras de secado sino también tener que invertir en generadores de vapor) y escala que supera ampliamente a las MYPES, debido a su alto costo de inversión, operación y a la necesidad de contar con mano de obra especializada, que pueda entender y operar el sistema de control de las diferentes variables que forman parte de la operación del secador, una barrera difícil de superar para el sector de las MYPES.

Una opción intermedia entre el secado natural y el secado artificial en secaderos convencionales, podría ser el uso de secadores que usen al sol como fuente de calor. La inversión inicial en la construcción no debería ser muy alta y tal vez pueda ser accesible a las MYPES. Estos secadores solares funcionan en varios lugares del mundo desde hace ya varios años, e incluso el mismo LATU cuenta ya con dos experiencias al respecto. Por lo que se ha investigado, no son elevadas las inversiones necesarias y los diseños y modelos no son complejos de construir ni de operar; se puede obtener material seco en menor tiempo que el secado natural y lograr contenidos de humedad similares a los logrados en un horno convencional de forma de poder luego elaborar productos de mejor calidad.

En Centro América se encuentran secadores solares en varios países que han venido operando desde hace más de 15 años con resultados favorables y

empleados precisamente en pequeñas empresas con la finalidad de mejorar la calidad final de sus productos.

No son secadoras que puedan tener una producción elevada, principalmente debido al tiempo que lleva secar la madera ya que la energía no se dispone las 24 horas y su intensidad depende de la época del año y de las condiciones climáticas. Esto hace que el secado solar sea más lento que el secado convencional, y con ello los volúmenes de producción son menores.

El secador solar podría servir como alternativa económicamente viable que permita obtener mayor volumen de madera seca y de mejor calidad para desarrollar el mercado de la carpintería y afines.

La experiencia del sirve como punto de partida para éste análisis, ya con una base de conocimiento técnico que permita su rápida implementación en caso de querer realizarlo.

3.5. SECADOR SOLAR

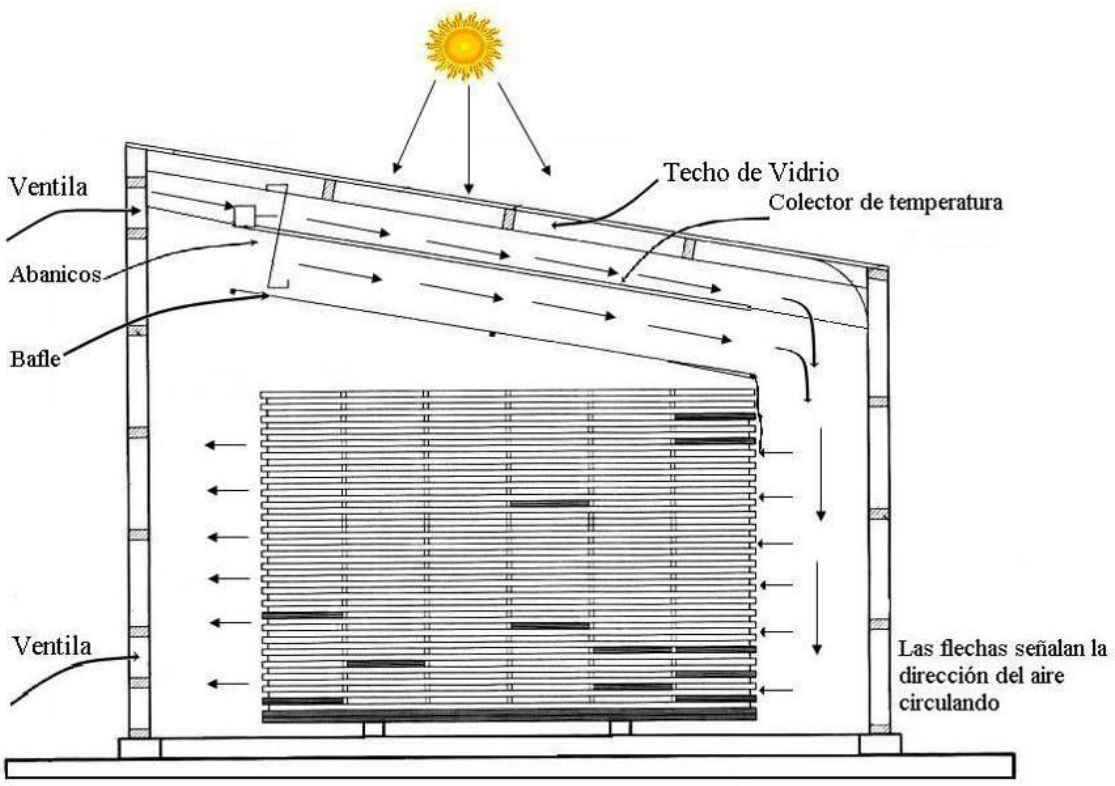
La energía solar se puede aprovechar en forma directa o transformándola por ejemplo en energía térmica o eléctrica. Su aprovechamiento depende de la época del año, de la hora del día, así como también de las condiciones climáticas de la zona donde se la desea aprovechar.

A diferencia de los procesos de secado artificiales convencionales mencionados anteriormente, el uso de la energía solar tiene la ventaja de que no afecta el medio ambiente, no genera residuos y es, en cierta medida, de disponibilidad infinita. Por esta razón no se puede pasar por alto la posibilidad de usarla para algún proceso productivo.

Analizar también la opción de usar los residuos generados por las carpinterías y afines para ayudar al secado por intermedio del sol, podría ser algo a estudiar. Estos residuos normalmente son secos por lo que se podrían quemar sin mayores inconvenientes.

El secador solar es una cámara que capta el calor de la radiación solar, lo almacena y distribuye dentro de la cámara. Los rayos solares inciden sobre un captador solar que los absorbe calentándose y trasmitiendo el calor al aire por convección. Este último circula luego por la zona donde está la madera estibada dentro de la cámara.

En la siguiente figura se pueden apreciar las dos zonas: la primera en la parte superior, donde se capta el calor del sol y se transfiere dicho calor al aire, y la segunda, donde se encuentra la madera apilada.



Fuente: Revista Forestal (Costa Rica) 5 (14), 2008

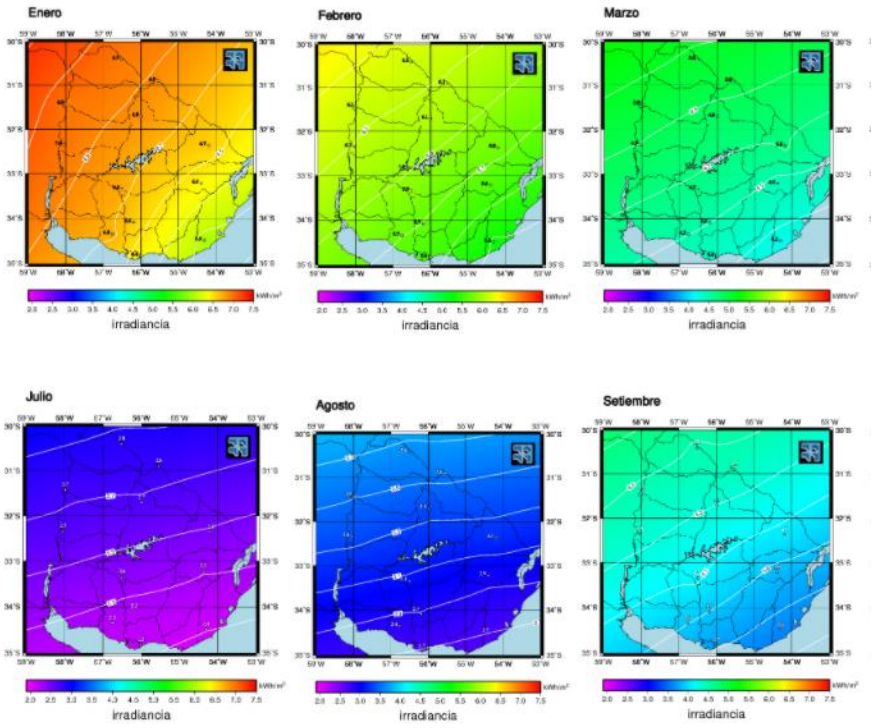
Su funcionamiento consiste en calentar el aire y luego hacer circular este aire caliente de forma controlada dentro de una cámara donde se encuentra ubicada la madera. La temperatura y humedad del aire circulante se mide de forma de controlar el proceso de pérdida de humedad. Al calentarse la madera, se comienza a evaporar el agua contenida en su interior provocando la saturación de vapor de agua en el aire, por lo que es necesario el recambio del aire al momento de alcanzar esta saturación.

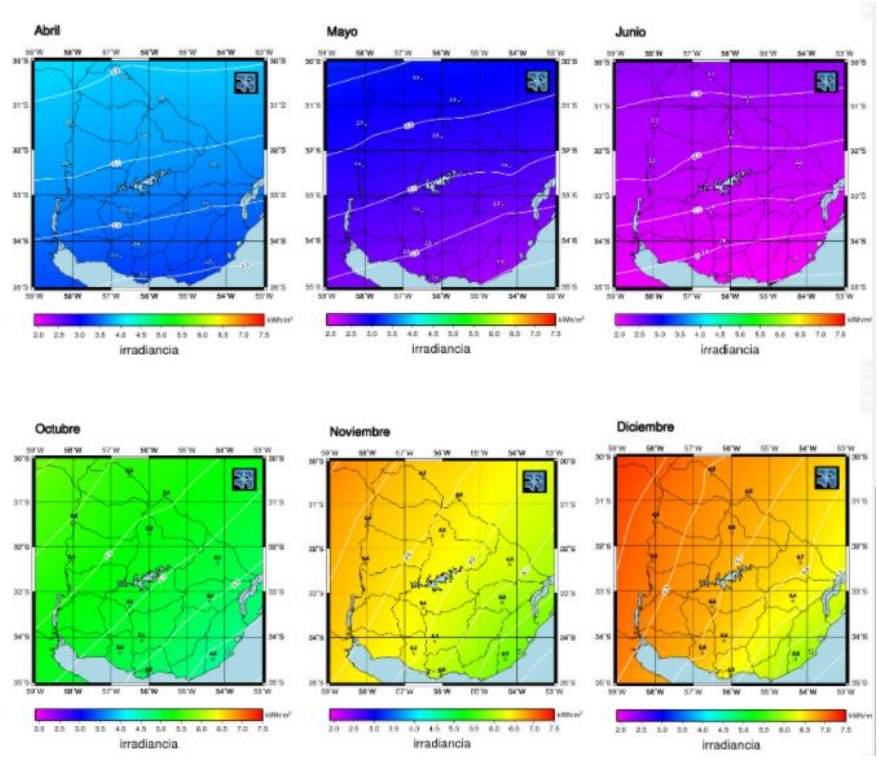
Si bien constructivamente puede ser tan sencillo como se quiera, es fundamental el control que se debe tener en las condiciones del aire. Para ello se debe contar con la instalación de registros (persianas), ventiladores e instrumentos que permitan medir la temperatura, velocidad y humedad del aire. El nivel tecnológico que se deba instalar dependerá del grado de automatización que se desea obtener y de la calidad de los productos a obtener. Por ejemplo, persianas motorizadas que permitan cambiar el aire en el momento en que se sature o tener algún tipo de control sobre las condiciones ambiente que permitan apagar

y evitar la condensación dentro de la cámara, principalmente durante la noche cuando la radiación solar es nula.

Es importante la orientación de la cámara de secado: la misma debe ser orientada hacia el norte y lo ideal es que se pueda variar la inclinación del captador para maximizar la captación solar dependiente de la época del año. Esta variación de la inclinación se puede lograr con algún sistema de cadena/linga de accionamiento manual o automatizado con un sistema que varíe con los grados de inclinación del sol. Si se lo desea dejar fijo, se podría pensar en una inclinación entre 40 y 45°.

A continuación, presentamos el mapa de irradiación solar para Uruguay en función de los meses del año:





Fuente: www.energíasolar.gub.uy

mes→	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	media
Salto	6.9	6.1	5.0	3.8	2.9	2.2	2.7	3.5	4.4	5.1	6.6	6.9	4.5
Paysandú	7.0	6.1	4.9	3.8	2.9	2.3	2.7	3.4	4.4	5.4	6.6	7.0	4.7
Carrasco	6.4	5.6	4.4	3.3	2.4	1.9	2.2	2.7	3.7	4.8	6.0	6.3	4.1
San José	6.8	5.7	4.5	3.3	2.5	2.0	2.2	2.8	3.9	5.0	6.4	6.8	4.3
Florida	6.6	5.7	4.5	3.4	2.5	2.0	2.2	2.9	3.9	5.1	6.3	6.6	4.3
Durazno	6.8	5.9	4.7	3.6	2.6	2.1	2.4	3.1	4.2	5.1	6.4	6.8	4.5
Rocha	5.9	5.2	4.2	3.3	2.3	1.9	2.1	2.7	3.6	4.6	5.7	5.8	3.9
Treinta y Tres	6.4	5.6	4.4	3.5	2.5	2.1	2.3	2.9	3.8	4.9	6.0	6.4	4.2
Melo	6.7	5.8	4.8	3.7	2.8	2.2	2.5	3.3	4.1	5.1	6.3	6.7	4.5
Rivera	6.9	6.1	5.0	3.8	3.0	2.3	2.8	3.6	4.5	5.4	6.5	6.8	4.7
Tacuarembó	6.9	6.1	4.8	3.8	2.8	2.2	2.7	3.3	4.3	5.2	6.5	6.8	4.6
Artigas	6.9	6.1	5.0	3.8	3.0	2.3	2.8	3.6	4.4	5.3	6.5	6.8	4.7
media→	6.7	5.8	4.7	3.6	2.7	2.1	2.5	3.2	4.1	5.1	6.3	6.6	**4.4**

Estimación de irradiación global media diaria (en kWh/m^2) del Mapa Solar del Uruguay. Fuente: www.energiasolar.gub.uy

Como se puede apreciar Tacuarembó y Rivera se encuentran en las zonas del país donde más irradiación solar se recibe.

3.5.1. EXPERIENCIA DE SECADOR SOLAR EN URUGUAY

Desde el año 2004 el LATU viene desarrollando diferentes experiencias con secaderos solares para madera. En ese año construyó un secador solar en las instalaciones del LATU en Montevideo y en el año 2008 se construyó otro secador solar en las instalaciones de Forestal Caja Bancaria en Paysandú. Los

resultados de los ensayos realizados en ambas unidades fueron similares, obteniendo valores óptimos de humedad (10-12%) en un período máximo de 90 días en invierno, siendo este período más corto durante el verano. Desde entonces y hasta la fecha el LATU ha continuado realizando ensayos, teniendo actualmente una cámara de secado en funcionamiento.

Respecto a las demás condiciones técnicas se consultó al LATU. Se informó que la cámara de secado fue desarrollada con fines de investigación. El control sobre las variables se realizó en forma manual teniendo como consecuencia que el control sobre el proceso no fuera del todo preciso. Esto es algo que se deberá seguir investigando, desarrollando y profundizando en los nuevos secadores que se instalarán en los polos tecnológicos. Un aspecto destacado sobre el funcionamiento de este secadero desarrollado por el LATU es que a medida que se iba agregando madera el secador iba perdiendo eficiencia y que las variables se iban volviendo aún más difíciles de controlar. Las dimensiones del mismo eran 2,7m por 1 m de ancho y permitía cargar 1 sola estiba. Posteriormente se le duplicó la superficie de carga y se siguió buscando encontrar los parámetros óptimos de funcionamiento. El tiempo de secado dependía - como en todos los casos - de la especie a secar, de la cantidad de madera que se le cargaba y del espesor de las tablas, finalizando con una humedad de entre 12 y 14%.

En un ensayo realizado en el año 2008 se compararon los dos secadores solares, el de Paysandú con el de Montevideo. Para ello, se colocaron tablas de madera de *Eucalpytus grandis* de 27 mm de espesor en ambas secadoras y se colocó una muestra similar a la intemperie (secado natural). El estudio se realizó durante los meses de invierno (de julio a setiembre) y el resultado fue el siguiente:

- Valor final de humedad de la madera secada en los hornos solares: 10,5%
- Valor final de humedad de la madera secada en forma natural: 22%

En las conclusiones del artículo “Estudio comparativo del proceso de secado de *Eucalpytus grandis* en dos secaderos solares ubicados en diferentes zonas y un secado natural a la intemperie en invierno”[2] publicado en el año 2008 menciona que “…el secado solar, se presenta como una alternativa con mejores resultados que el secado natural a la intemperie. Los secadores solares para madera resultan una tecnología posible: su construcción tiene costos razonables (aproximadamente 600 US$/m^3) que incluso pueden abaratarse con materiales

[2] Disponible en: https://ojs.latu.org.uy/index.php/INNOTEC/article/view/30

disponibles en el aserradero, y costos de operación y mantenimiento mínimos (el costo de operación se limita a la alimentación eléctrica de los forzadores)".

Esta experiencia positiva fundamenta técnicamente la instalación de un secadero solar, afirmándolo como una alternativa para reemplazar el secado natural a la intemperie logrando así mejor tiempo de secado y madera de calidad similar a la secada en hornos convencionales.



Secador solar de Forestal Caja Bancaria. Fuente Estudio comparativo del proceso de secado de Eucalyptus grandis en dos secaderos solares ubicados en diferentes zonas y un secado natural a la intemperie durante el invierno.

3.5.2. PARTES DE UN SECADERO SOLAR

El secador solar está compuesto de las siguientes partes:

- **Techo**

Es el componente más importante ya que es el que debe permitir el ingreso de la radiación solar que calentará el aire. Es necesario construirlo con material con un grado de transparencia importante que permita que los rayos solares lo atraviesen. Estos rayos son emitidos por el sol en onda corta, de forma que pueden atravesar sin problemas las superficies transparentes y luego de ser absorbidas por un captador pasan a ser radiación infrarroja, que se transmite en onda larga y esto último hace que parte de la radiación rebote ante cualquier

superficie con la que se encuentre (efecto invernadero). En tal sentido, se logra mantener el calor dentro de la cámara de secado.

El tipo de material a usar es importante tanto por el pasaje de los rayos solares como la resistencia que pueda tener para soportar cuestiones medioambientales como caída de granizo, rayos UV, etc. Se pueden fabricar en vidrio, policarbonato, plástico, etc., dependiendo de cuánto se quiera invertir.

- **Colector**

El colector cumple una función importante para el funcionamiento del secadero ya que es el que suministrará el calor para el proceso. Su ubicación estará entre el techo y la pila de madera a secar, capta la energía del sol, la transforma en energía térmica que luego por convección se la trasmitirá al aire para que éste luego circule entre las maderas. Cumple también la función de impedir que los rayos solares impacten directamente sobre la madera, evitando así zonas de secado rápido y calentamiento que luego puedan provocar algún tipo de deformación.

Su construcción puede ser tan simple como una chapa de hierro pintada de negro mate o se pueden buscar otros materiales similares. Cuanto mayor sea el espesor de la chapa más inercia tendrá, pero más pesada y costosa será también.

- **Ventiladores**

Los ventiladores tienen la función de hacer circular el aire dentro de la cámara de forma controlada, a velocidad constante, distribuyendo el calor por entre las tablas a secar de forma de generar un secado uniforme en todas las secciones de las mismas.

El dimensionamiento de estos ventiladores deberá ser acorde al tamaño de la cámara y a la cantidad de madera a secar, pero se deben buscar velocidades bajas de circulación de aire (1-2 m/s).

- **Registros o rejillas**

Estas rejillas tienen la función de cambiar el aire cada vez que el mismo se satura en humedad. El aire ambiente tiene una humedad que depende de las condiciones climáticas. Al ingresar este último a la cámara, el mismo absorberá en mayor o menor medida el agua evaporada de la madera, en un proceso que continuará hasta que al aire se sature. En este momento se deberá sustituir este

aire con aire externo con menor humedad. Para controlar cada ciclo lo ideal es contar con medidores de humedad para que indiquen en qué momento deben abrirse y cambiar el aire. Dependiendo de la inversión que se quiera realizar y de la mano de obra que se quiera destinar para estas tareas, se podrá automatizar el proceso o no.

- **Cerramientos y puertas**

En este punto se cuenta con una variedad muy grande de opciones, dependiendo de la robustez y de lo que se quiera invertir. En un aserradero el usar tablas o costaneros resulta muy conveniente y económico. De todas maneras, se debe prever la parte estructural que permita sostener el techo, esfuerzos del viento y otros factores que se deberán considerar al momento de construirlo.

- **Aislación**

La aislación juega un papel importante para usar el calor obtenido del sol de la manera más eficiente. Lana de vidrio, lana de roca, cámara de aire, etc., son algunos de los elementos que se pueden usar para aislación. El aserrín -si bien no aísla tanto como los elementos enumerados anteriormente que fueron diseñados para tal fin - puede ser empleado con la misma finalidad.

Existen 3 formas de trasmitir calor: una es por radiación (como los rayos solares o la radiación que trasmite el fuego cuando uno está frente a él), otra es por conducción y otra por convección. Salvo la primera, las otras dos necesitan un medio para transmitirse. En el caso del calor transmitido por conducción se requiere algún material conductor que lo conduzca (todos los materiales tienen un factor o índice de conductividad: cuanto más aislante es el material menor es este factor y por lo tanto menos conduce). El de convección necesita un medio que lo transporte (por ejemplo, cualquier fluido en movimiento, aire, agua, etc.). En este sentido, colocar materiales aislantes (con baja conductividad) o dejar una cámara de aire sin movimiento son algunas de las medidas que se pueden tomar para minimizar las pérdidas de calor hacia el exterior. Claro está que cada opción tiene su medida de eficiencia y su costo.

- **Obra civil**

Se deberá prever la obra civil necesaria dependiendo de la ubicación de los secadores, teniendo en cuenta no sólo lo constructivo de los mismos sino también su operativa, cuánta madera se cargará para definir su peso, además

de la forma en que se moverá la misma. Por ejemplo, si es con monta carga se deberá prever que el piso pueda soportar la circulación de esta máquina.

3.5.3. DIFERENCIAS ENTRE UN SECADOR SOLAR Y UN SECADOR CONVENCIONAL

A continuación, se presenta un comparativo entre un secador solar y uno convencional para poder visualizar las ventajas y desventajas de uno respecto al otro.

	Ventajas	**Desventajas**
Secador solar	Bajo costo de funcionamiento	Ciclo de secado mayor
	No usa combustibles fósiles	Menor capacidad de secado (cámaras más pequeñas)
	Menor costo de inversión	
	Bajo mantenimiento	
Secador convencional	Mayor capacidad de secado	Alto costo de funcionamiento
	Ciclo de secado más corto	Alta inversión en equipamiento
	Mejor control de las variables	Requiere personal especializado (por ejemplo, foguistas)
	Operación continua las 24 horas	Elevado costo de mantenimiento

En términos operativos la principal diferencia entre ellos es el tiempo de secado y la curva de secado que experimentan sendos procesos. El secador solar no puede secar uniformemente las 24 horas. Si bien el proceso de secado no se interrumpe al cambiar la radiación solar, el mismo no es uniforme. Se acentúa durante el día por un mayor calentamiento del aire por efecto de la radiación solar. Adicionalmente se agrega el efecto de la estacionalidad: en verano el secador tiene mejores resultados que en invierno.

Los productos a secar pueden ser los mismos, no afecta la tecnología que se use el tipo de producto que se ingrese dentro de la cámara. Es por ello que su resultado es comparable con secadoras convencionales, salvo por el tiempo en que se realiza el proceso.

4. ESTUDIO DE MERCADO

4.1. OBJETIVO

El objetivo del estudio de mercado fue realizar una aproximación a la demanda y oferta de la madera seca de las MYPES en la región noreste del país (Tacuarembó, Rivera, y Cerro Largo). Inicialmente el alcance de la consultoría abarcaba las ciudades capitales de Tacuarembó y Rivera, sumado a Paso de los Toros y Tranqueras. Durante la reunión mantenida con el Comité Interinstitucional algunos referentes plantearon la inquietud de incluir a Cerro Largo en el estudio, por lo cual se incluyó.

4.2. METODOLOGÍA

En este estudio de mercado se analizó la demanda de la madera seca en la región. Para ello se preparó un cuestionario para entrevistar a los aserraderos, carpinterías y afines y de esta forma conocer cuáles eran las maderas comercializadas, el origen, sus características físicas y el precio. Se buscó relevar las limitaciones, potencialidades y perspectivas respecto a secar la madera, tanto técnicas como económicas.

Con esta información relevada se procedió a recabar información de la comercialización en la plaza regional y fuera de ella.

El área de estudio se dividió en 5 zonas:

- Tacuarembó
- Rivera
- Tranqueras
- Paso de los Toros
- Melo

La búsqueda de empresas que integran el sector se obtuvo por diferentes medios:

- Encuesta de Aserraderos 2017 del MGAP
- Base de datos preliminar recibida de la Encuesta de Aserraderos 2020 MGAP
- Búsqueda en internet.
- Base de datos propia
- Recorrida de las localidades, consultas a referentes locales.

A partir de esta base de datos se realizó un relevamiento con la finalidad de obtener información que sirviera de insumo para elaborar este informe. En tal sentido se buscó llevar a cabo las entrevistas con base en el cuestionario elaborado, pero sin mantener un orden estricto, promoviendo la interacción con los entrevistados para obtener la información necesaria, sin acotarlos, permitiéndoles compartir datos que pudieran ser de utilidad al objetivo de la consultoría. A medida que se avanzaba con las diferentes entrevistas se iban adecuando más aún las preguntas que conducían al entrevistado a explicar con mayor claridad su realidad en el sector. La mayoría de las entrevistas fueron grabadas con la autorización del entrevistado permitiéndonos así poder escucharlas luego, analizar y verificar la información obtenida.

En lo que refiere al tamaño de la muestra, se trabajó con un grupo de MYPES del sector que permitieran disponer de la información necesaria para elaborar el informe y no a la totalidad de las empresas del sector ya que la finalidad no era realizar un relevamiento completo ni obtener información estadística del 100% de las MYPES de la región.

A continuación, presentamos algunas preguntas y elementos que se usaron como punto de partida para iniciar las entrevistas.

Para el caso de carpinterías y afines:

Datos:

- Nombre de empresa
- Rubro
- Representante
- Teléfono de contacto

- ¿Cuál es la materia prima que usan? Tipo, humedad, características.
- ¿Cuánta madera compran por mes?
- ¿Dónde la compran?
- ¿A qué precio compra las diferentes materias primas?
- De la madera de pino: ¿qué porcentaje usan? ¿y de las otras?
- En caso de comprarla en Montevideo, ¿cuáles son las limitaciones que hay para conseguirla en la región? ¿Les podría beneficiar disponer de la madera seca que se procesa en la región (pino y eucalipto)?
- ¿Qué opinan de la madera que se seca naturalmente?
- ¿Usan madera sin secar?

- ¿Cuál es la humedad máxima que podrían admitir en la compra de la madera?
- ¿Qué opinan de comprar verde y secar la madera?
- ¿Cuáles son las limitaciones del pino para el uso en la fabricación de muebles?
- ¿Cuáles condiciones consideran que serían las ideales para la materia prima para el rubro carpintería?
- ¿Qué opinan de incorporar el secado a su línea de producción?
- ¿Y qué opinan si este proceso se realiza en conjunto con otras MYPES?

Para el caso de aserraderos:

Datos:

- Nombre de empresa
- Rubro
- Representante
- Teléfono de contacto

- Teléfono de contacto
- ¿Cuál es el tipo de madera que procesan?
- ¿Cuánto procesan al mes?
- ¿Cuáles son los productos que elaboran?
- ¿Cuál es el porcentaje de producción de cada uno de ellos?
- ¿Cuáles son las características de los productos que elaboran (tamaño, terminación, humedad)?
- ¿Cuáles son sus clientes?
- ¿A qué precios los venden?
- ¿Incluyen en su proceso algún tipo de secado?
- ¿Qué limitantes tiene el secado natural?
- Si pudieran secar: ¿podrían acceder a otro mercado?, ¿podría justificar la inversión?
- ¿Qué opinan de instalar un secadero?

A continuación, se presenta la lista de empresas y referentes contactados:

Nombre	Tipo	Ubicación
Agromaderas Cerrolargo	Aserradero	Melo
Barraca Gelber	Barraca	Tacuarembó
Barraca Paraná	Barraca	Montevideo
Caraballo	Aserradero	Tacuarembó
Carpifa - Juguetes Didácticos	Afin	Rivera
Carpintería Artesanal WF	Carpintería	Tranqueras
Carpintería Universal	Carpintería	Tacuarembó
Charquero	Carpintería	Melo
Cuaró	Barraca	Rivera
Daniel Martirena	Carpintería	Paso de los Toros
DC Carpinteros	Carpintería	Tacuarembó
Distribuidora Tacuarembó	Barraca	Tacuarembó
Don Juan	Carpintería	Melo
Don Ponono	Aserradero	Tranqueras
Efraín Esteves	Carpintería	Tranqueras
Fabiltop	Aserradero	Las Piedras
Hector Sanchez	Carpintería/Aserradero	Rivera
Jorge Carrión	Referente	Tacuarembó
La Fábrica	Carpintería	Rivera
LATU	Referente	Montevideo
Lepao maderas	Barraca	Tacuarembó
Lombardi	Carpintería	Paso de los Toros
Madenor	Aserradero	Tranqueras
Maderas Cibils	Aserradero	Paso de los Toros
Maderas Morgavi	Aserradero	Tranqueras
Maderas Morgavi	Barraca	Montevideo
Mario Rodríguez Bueno	Carpintería	Tranqueras
Nortimber	Aserradero	Rivera
Núñez	Carpintería	Tacuarembó
Paola Serrentino	Referente	Rivera
Punto Arte	Carpintería	Melo
Registro de Maderas	Barraca	Tacuarembó
Rogafrán	Carpintería	Rivera
Ruben Alvez	Carpintería	Tacuarembó
Todo Muebles NG	Carpintería	Tacuarembó
Varbel	Aserradero	Tranqueras
Walder Rodríguez	Carpintería	Tacuarembó

En el caso de los referentes, los contactados fueron:

- ✓ Daiana Morgavi – ADEMA[3] - Rivera
- ✓ Wilson Ferreira – Carpintería Artesanal WF - Tranqueras
- ✓ Juan Casanova – Nortimber – Rivera
- ✓ Jorge Carrión – Tacuarembó
- ✓ Francisco Gatto – LATU – Montevideo
- ✓ Paola Serrentino – REDEMA[4] – Rivera

4.3. INFORMACIÓN OBTENIDA A PARTIR DE LAS ENTREVISTAS

A partir del análisis de las entrevistas realizadas, se agruparon los resultados de cada sector y son los que se presentan a continuación.

4.3.1. CARPINTERÍAS Y AFINES

En el sector de carpinterías y afines, nos encontramos con el común denominador de que ninguna de las empresas entrevistadas tiene un número exacto de cuál es la cantidad de materia prima que procesan por mes. Al consultarles sobre una media que procesen al mes de tablas, pies, etc. (ya que tampoco hablan en base a una única unidad de medida), ninguno quiso manifestar un número exacto y los valores que terminan declarando son estimados. Manifiestan que su práctica más común es comprar madera seca a demanda cuando les encargan un producto y que en muchos casos buscan que sea el mismo cliente quien se encargue de comprar la madera, ya que de esta forma el presupuesto que tendrían que pasarles por lo que vayan a fabricar no corre el riesgo de ser percibido como elevado porque el cliente se informa directamente sobre los valores que hay en plaza. De esta forma, el cliente puede diferenciar claramente lo que es el precio por mano de obra y lo que corresponde a materia prima (los presupuestos terminan siendo elevados por los precios de la madera que se consigue). Ninguno quiere contar con elevado stock de madera por el costo financiero. Lo que mantienen en stock es apuntando a lograr precios competitivos y para ello compran madera verde que es más accesible para

[3] ADEMA: Asociación de Empresarios de la Madera y Afines de Rivera.
[4] REDEMA: Red de Desarrollo Maderero de Rivera, impulsada por la Intendencia de Rivera, e integrada por múltiples instituciones y organizaciones públicas y privadas, que actualmente se encuentra en expansión hacia Tacuarembó y Cerro Largo.

futuros trabajos que puedan surgir y la secan a la intemperie en el patio del local con la finalidad de poder obtener una mayor ganancia vendiendo un producto manufacturado a partir de materia prima más económica. No obstante, incluso en esta última práctica están limitados ya que su capacidad de comprar madera verde para secar dependerá de su espacio disponible para hacerlo y de su disponibilidad económica al momento de definir su operativa en el corto plazo. Sumado a esto y por el bajo volumen que pueden comprar no les es posible comprar directamente en las grandes industrias porque las mismas venden volúmenes grandes (“de a fardo”), teniendo que comprarla en muchos casos en Montevideo a precios más elevados. Esto es una barrera de crecimiento para el sector, que con la instalación de un secadero en la región a escala aceptable para las MYPES podría mejorar la eficiencia en la compra, tanto en volúmenes como en precio, permitiendo desarrollar el sector.

La falta de gestión administrativa del negocio es muy común verlo en este sector. Manifiestan que no llevan una contabilidad de su empresa, sino que van viendo en la marcha cómo va funcionando según sus previsiones básicas de cómo podría evolucionar el negocio: este es el motivo por el cual no pudieron dar la información de cuál es su consumo de madera con mayor exactitud. Algunos expresan que recorren los aserraderos con la finalidad de conseguir mejores precios, que en algunos casos pueden incluso elegir las tablas buscando madera con menos defectos como nudos, fisuras, maderas que se presentan dobladas, etc. Otros ni siquiera tienen la posibilidad de recorrer porque no cuentan con los recursos (como por ejemplo un medio de transporte adecuado para hacerlo, o en caso de tenerlo, el tipo de vehículo es una limitante para cargar una cantidad mayor de tablas. El que emplean para el negocio es el propio, el de uso familiar).

Si se tuviera que fijar un valor medio de madera procesada por las carpinterías, ese valor rondaría entre las 5-6 tablas por semana: en general tablas de 1 y 1 ½ pulgadas de espesor, por 15 o 20 cm de ancho y con un largo variable en función de lo que consigan.

Las carpinterías son consumidores directos de madera seca ya que para los productos que fabrican en su mayoría requieren que la misma cumpla con esa condición para poder emplearla y lograr trabajos conformes y estables en el tiempo. Todos manifiestan que la madera seca a precios competitivos es un bien escaso y que limita de manera importante el desarrollo del sector y que es una realidad que los ha acompañado siempre. En tal sentido, buscan comprar la madera verde a menores precios y secarla como puedan, en el espacio que

dispongan en su carpintería (en algunos casos en los patios y en los techos de sus casas). En este punto se encontró que el proceso de secado natural les lleva entre 3 y 5 meses, pudiendo incluso llegar a los 10 o 12 meses dependiendo del largo y espesor de las tablas, de la especie, así como también de las condiciones del ambiente donde se sequen. Algunos cuentan con espacio que les permite colocar la madera en una posición que no necesita moverla para lograr un secado uniforme, pero la mayoría dispone de lugares muy reducidos y deben moverla constantemente para evitar que se les deforme durante este proceso. Casi todos ellos manifiestan que normalmente se les rajan las tablas en las puntas y por ello luego cuando usan las tablas para la elaboración de sus productos tienen muchas mermas.

Otro punto importante es la calidad de sus productos. Cuando buscan madera verde de menor precio se encuentran con problemas de calidad. Para obtener tablas con menor cantidad de nudos, rajaduras, etc. deben ir y elegirlas una a una. En algunos casos lo pueden realizar y en otros no por lo que deben comprar lo que tienen “a mano”, salvo que paguen un precio mayor y compren madera libre de nudos (*clear*). Por otro lado, las medidas no son uniformes, se encuentran con tablas de diferente ancho y esta realidad es algo que luego les afecta en las mermas y pérdidas económicas.

De las entrevistas y conocimientos de las diferentes carpinterías se pudo apreciar que es un rubro con un potencial de crecimiento muy alto pero limitado por la disponibilidad de materia prima seca a precios menores.

Todos ellos coinciden que es fundamental disponer de un secadero en la zona. Al ser un sector muy limitado en su crecimiento se puede apreciar que es casi nula la disponibilidad financiera para desarrollar un proyecto de este tipo.

En resumen, se podría definir la demanda media de las carpinterías de la región pertenecientes al sector de las MYPES es de unas 5 tablas por semana, o sea 37 pies tablares por semana (un volumen equivalente a 2,6 m^3 por mes). En general los carpinteros demandan únicamente tablas cepilladas y no otros productos que puedan ser elaborados en los aserraderos, ya que elaboran a partir de ellos. Salvo para aquellos casos en que realizan el servicio de instalación y terminaciones de elementos usados en la construcción tales como pisos, paredes, marcos, etc.

4.3.2. ASERRADEROS

Los micro y pequeños aserraderos mayormente venden la madera verde y sólo algunos la secan, y casi la totalidad vende la tabla cortada y cepillada, siendo casi nula la elaboración de otros productos tales como pisos, lambriz, etc.

En el caso de los que la secan, lo hacen en forma natural, por lo que el volumen de venta depende del espacio físico disponible y de la humedad final a la que comercializan la madera. El secado natural es un proceso que insume tiempo, además de emplear grandes áreas e implicar costos financieros. Este método de secado natural se encontró en los aserraderos MYPES más grandes y con mayor antigüedad, ya que la gran mayoría de los micro y pequeños aserraderos no secan la madera debido a varios factores: entre ellos, falta de espacio, desinterés en hacerlo porque logran colocar la madera verde como tal y con ello se conforman, y en otros casos por desconocimiento de cómo deberían realizar el secado. Adicionalmente, la calidad lograda no es uniforme ya que depende de muchos factores como las condiciones ambientales (temperatura, humedad, viento, sol, etc. que están influenciadas a su vez por la época del año), así como también de los resultados de la manipulación necesaria para evitar que los productos se deformen, sumado esto a que deben tomar precauciones para controlar el desarrollo de hongos (dependiendo del clima porque los resultados son diferentes si la estación se presenta lluviosa o seca). En muchos aserraderos impregnan la madera apenas la cortan, y lo hacen con productos que reducen el desarrollo de dichos hongos.

Se puedo apreciar que hay micro aserraderos funcionando de forma estable y dinámica dedicándose únicamente a cortar las tablas de la madera que puedan conseguir, sin mantener una estandarización en las medidas de las tablas, pero que a pesar de ello logran colocar la totalidad de lo que cortan día a día (por ejemplo: uno manifestó que los 2 camiones que corta por día los vende en el mismo día, si es que ya no lo tiene vendido con antelación). Varios de estos micros, no están registrados como empresas, trabajan en la informalidad y muchos de ellos consiguen descartes, rechazos o madera de árboles en pie ubicados en montes a los que ellos mismos se dirigen para ir a cosechar su materia prima. Con respecto a la informalidad vale hacer una aclaración. Si bien es una característica común del sector hay diferentes matices para la misma: por ejemplo, están aquellos que no tienen ni a la empresa registrada, aquellos que tienen la empresa registrada pero no a sus empleados y aquellos que tienen a algunos de sus empleados registrados, pero no a todos.

Al consultarles sobre cómo ven la posibilidad de instalar un secadero solar, todos muestran interés. Gran parte de ellos podrían instalar unidades de secado en sus propias instalaciones ya que cuentan con espacio físico y volumen suficientes. En el caso de Rivera y Tranqueras (donde el sector está más desarrollado) se percibió mayor interés en la instalación de los mismos, es decir, interés en valorizar sus productos, para poder acceder a un mercado de mejor rentabilidad o para acortar los plazos de comercializar la madera en aquellos casos en que la madera es secada naturalmente. En cambio, en Tacuarembó por ejemplo el interés es menor ya que los pocos aserraderos que están instalados logran colocar la totalidad de la madera apenas la cortan (verde).

En este sector se visualiza al secadero como una unidad a incorporar dentro del proceso de aserrado. Es un sector de mucha competencia en precios y en la plaza, por lo que pensar en que puedan desarrollar algo en conjunto, asociados, se visualiza difícil de llevar adelante.

En lo que refiere a la demanda media del sector, si bien si bien la escala de las empresas es muy variable, se podría definir una media de unos 500 m^3/mes de madera verde que les ingresa para procesar. Considerando un rendimiento medio de un 50%, o sea de lo que ingresan solo el 50% lo pueden obtener como productos (el resto pasa a ser subproductos o residuos tales como costaneras, aserrín, viruta, etc.). Por lo tanto, la demanda de este sector se podría considerar en una media de 250 m^3/mes por aserradero. Si a este valor lo pasamos a un número equivalente de tablas serían unas 14.500 tablas al mes de 1 pulgada por 20 cm de ancho por 3,30 m de largo.

La falta de formalidad y gestión administrativa de gran parte del sector limitó la posibilidad de acceder a números precisos; esta fue una limitante de ambos sectores.

4.3.3. BARRACAS

Las barracas son empresas intermediarias que comercializan las maderas en el mercado principalmente a consumidores finales y carpinteros. Las que se encuentran en la capital del país comercializan varias especies de madera, tanto la producida por los aserraderos nacionales como también especies importadas que no se producen localmente como el cedro.

Las barracas de la región disponen mayormente de madera verde producida por los aserraderos locales y la madera seca que comercializan la adquieren de grandes aserraderos como URUFOR.

Las barracas entrevistadas manifiestan que sus clientes buscan en primera instancia adquirir madera secada naturalmente, aunque la misma cuente con problemas de calidad, con la finalidad de obtener precios menores. Dependiendo de la humedad de la misma, suelen esperar en algunos casos (incluso meses) para que su carpintero la pueda usar.

Algunas barracas cuentan con predios adecuados para continuar el proceso de secado natural de la madera en sus instalaciones, otras no hacen nada al respecto y la venden tal como esté al momento de la venta (algunas manchadas, rajadas o dobladas).

La melamínica es un producto actualmente muy demandado debido a la diferencia importante de precio con respecto a la madera sólida de calidad. Como manifestó un propietario de barraca: “el cliente prefiere hacer un mueble que le dure únicamente 5 años con madera melamínica que pagar el doble por uno que les dure toda la vida”. Esto va ligado a un tema de disponibilidad de liquidez ya que a la larga terminan gastando mucho más en esa cultura de muebles casi “descartables”: el asunto es que para aquel que dura toda la vida hay que reunir otra cifra de dinero que para el nivel adquisitivo de los consumidores de estos productos no existe. Cabe acotar que la financiación que brindan las barracas a sus clientes -cuando la hay- se remite únicamente a la que otorgan las entidades financieras proveedoras de tarjetas de crédito.

Otro ejemplo que se encontró, manifestado por un carpintero de Tranqueras, es que presupuestó un mismo mueble para cocina en los siguientes precios: US$ 3.000 en melamínica, contra US$ 5.000 en madera sólida.

4.3.4. USUARIOS FINALES

Esta designación de “usuarios finales” se refiere a aquellos que compran la madera en forma directa en los aserraderos y barracas para usarlos como insumo en la elaboración propia de muebles y/o artículos principalmente para su hogar. En la región algunos usuarios finales prefieren adquirir la madera directamente en los aserraderos, situación favorecida por la cercanía y accesibilidad a los aserraderos, donde estos usuarios finales buscan en general un menor precio obviando al intermediario barraca, por priorizar el precio sobre la calidad, evitando en la gran mayoría de los casos el pago de impuestos (consecuencia de la informalidad del sector).

4.4. PRECIOS

A los efectos de este estudio se relevaron los precios de:

- Madera comprada por las carpinterías.
- Madera ofrecida en las barracas.
- Madera ofrecida por los aserraderos.

La siguiente tabla muestra algunos valores de la madera ofrecida por barracas. Dado que la madera mayormente usada es la de 1 y de 1 ½ pulgadas se buscaron los precios de las mismas:

	Ancho	Largo			Barraca	Especie	Seca	Tipo de secado	Lugar	US$/pie
1"	15 cm	2,4	3,3	4						
			$ 165		Fabiltop	Pino	Si	En horno	Canelones	0,72
		$ 100			Maderas Morgavi	Euca	Si	Natural	Montevideo	0,60
			$ 160		Distribuidora Tacuarembó	Ecua	No	-	Tacuarembó	0,70
			$ 105		Barraca Gelber	Euca	No	-	Tacuarembó	0,46
			$ 90		Barraca Gelber	Pino	No	-	Tacuarembó	0,39
			$ 112		Valetor	Pino	Si	En horno	Tacuarembó	0,49
				$ 232	Frutifor	Pino	Si	En horno	Tacuarembó	0,84
	20 cm	2,4	3,3	4,8						
		$ 130			Maderas Morgavi	Euca	Si	Natural	Montevideo	0,59
			$ 293		Distribuidora Tacuarembó	Euca	No	-	Tacuarembó	0,96
					Barraca Paraná	euca	si	En horno	Montevideo	3,60
			$ 150		Valetor	Pino	Si	En horno	Tacuarembó	0,49
				$ 310	Frutifor	Pino	Si	En horno	Tacuarembó	0,84
	30 cm	2,4	3,3	4,8						
			$ 390		Fabiltop	Pino	Si	En horno	Canelones	0,85
					Registro de Maderas	Euca	Si	En horno	Tacuarembó	4,02
					Maderas Cibils	Euca	Si	En horno	Paso de los Toros	1,86

1 1/2"	15 cm	2,4								
		150			Maderas Morgavi	Euca	Si	Natural	Montevideo	0,60
			$ 240		Distribuidora Tacuarembó	Euca	No	-	Tacuarembó	0,70
		236			Barraca Paraná	Euca	Si	Horno	Montevideo	0,94
	20 cm	2,4								
		200			Maderas Morgavi	Euca	Si	Natural	Montevideo	0,60
		315			Barraca Paraná	Euca	No	-	Montevideo	0,95
					Registro de madera	Euca	Si	Horno	Tacuarembó	4,02
					Maderas Cibils	Euca	Si	Horno	Paso de los Toros	1,86

Por otro lado, se presenta un cuadro resumen con los precios brindados por barracas, carpinteros y aserraderos.

Se separan en:

- **Pino verde** (oreado)

Entrevistado	US$/pie	Donde	Lugar de compra/venta
Varbel	0,42	Aserradero	Tranqueras
Don Ponono	0,26	Aserradero	Tranqueras
Cuaró	0,86	Barraca	Rivera
Nortimber	0,47	Aserradero	Rivera
Efraín Esteves	1,86	Barraca	Paso de los Toros
Todo Muebles NG	0,43	Barraca	Tacuarembó
Punto Arte	0,52	Aserradero	Melo
Carpifa	0,44	Aserradero	Rivera

- **Pino seco** (en horno)

Entrevistado	US$/pie	Donde	Lugar de compra/venta
Valetor	0,49	Aserradero	Tacuarembó
Lepao	0,84	Barraca	Tacuarembó
IMNSUR	n/a	Aserradero	Rivera
FYMNSA	n/a	Aserradero	Tranqueras

La madera que comercializa Lepao es de FRUTIFOR, y los aserraderos IMNSUR y FYMNSA solo exportan no comercializan en el mercado interno según se nos manifestó.

- **Eucalipto verde** (oreado)

	Entrevistado	US$/pie	Donde	Lugar de compra/venta
1	Madenor	0,42	Aserradero	Rivera
2	Mario Rodríguez	1,05	Aserradero	Paso de los Toros
3	Todo Muebles NG	0,60	Barraca	Tacuarembó
4	Registro de Madera	0,70	Aserradero	Rivera
5	Lepao	0,92	Barraca	Tacuarembó
6	Barraca Paraná	0,93	Barraca	Montevideo
7	Lombardi	0,81	Aserradero	Paso de los Toros
8	Martirena	1,25	Aserradero	Paso de los Toros
9	DC Carpinteros	0,44	Barraca	Tacuarembó
10	Charquero	0,76	Aserradero	Melo
11	Agromaderas Cerro Largo	0,82	Aserradero	Melo
12	Punto Arte	0,72	Aserradero	Melo
13	Don Juan Carpintero	0,52	Aserradero	Melo
14	Caraballo	0,42	Aserradero	Tacuarembó

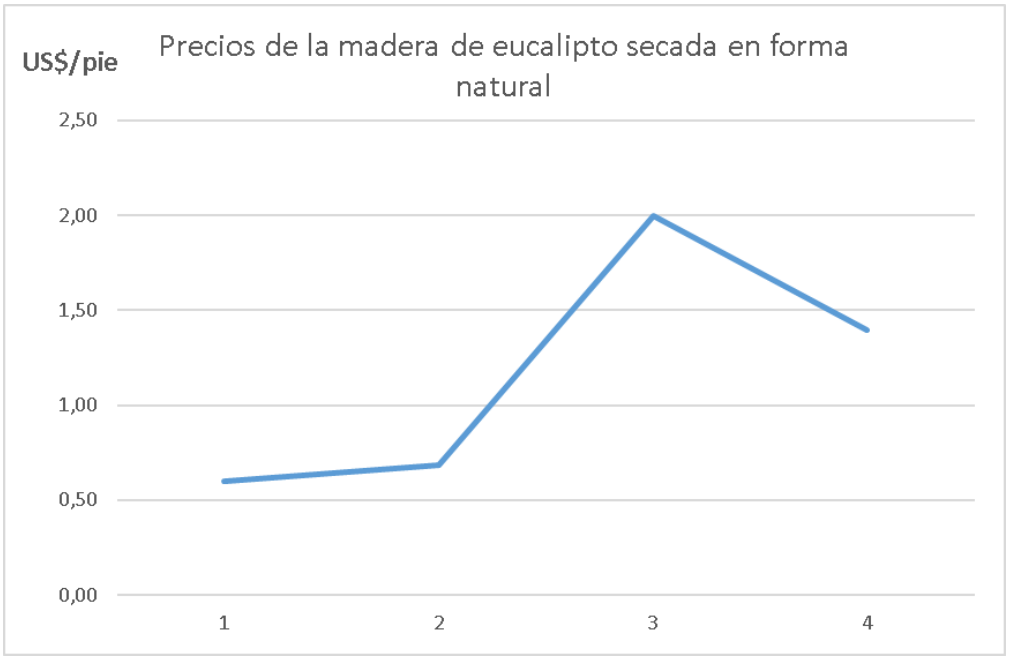
A continuación, se muestran los valores de la tabla anterior representados en una gráfica:

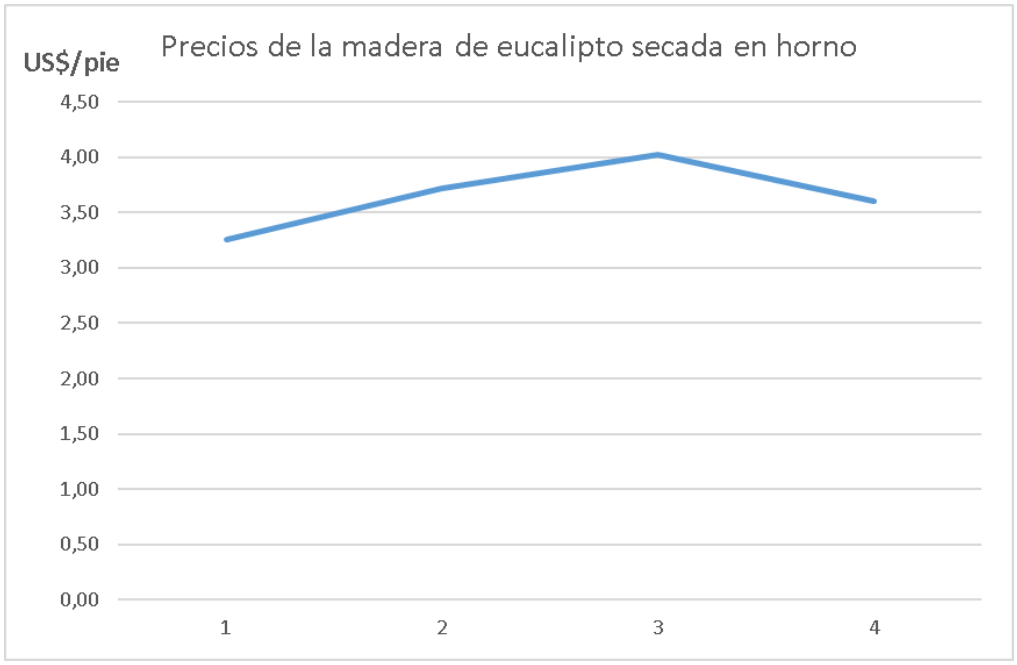


- **Eucalipto seco** (en horno)

	Entrevistado	US$/pie	Donde	Lugar de compra/venta	Método de secado
1	Walder Rodríguez	0,60	Barraca	Montevideo	Natural
2	Carpintería Universal	0,69	Barraca	Tacuarembó	Natural
3	Maderas Morgavi	2,00	Barraca	Montevideo	Natural
4	Nuñez	1,40	Barraca	Montevideo	Natural
1	Carpintería Artesanal WF	3,26	Barraca	Montevideo	Horno
2	Efraín Esteves	3,72	Barraca	Paso de los Toros	Horno
3	Registro de Madera	4.02	Barraca	Tacuarembó	Horno
4	Barraca Paraná	3,60	Barraca	Montevideo	Horno

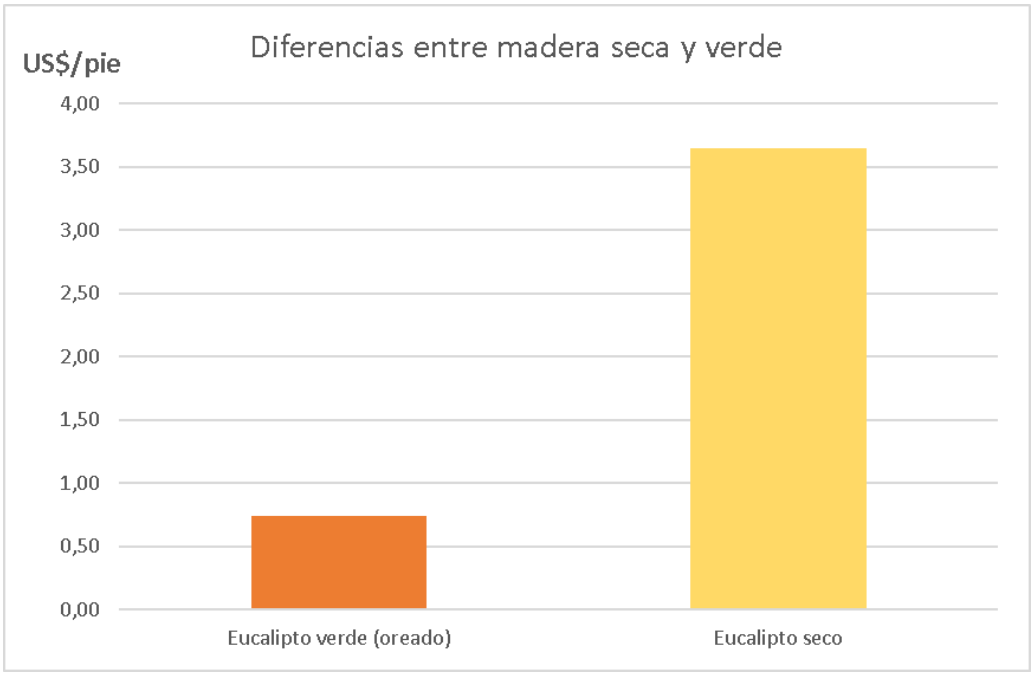
A continuación, se muestran los valores de la tabla anterior representados en 2 gráficos: uno con los valores del eucalipto secado en forma natural y el otro con el eucalipto secado en horno:





A partir de estos listados podemos concluir que:

- El eucalipto secado en horno en promedio vale unos 3.65 US$/pie
- El eucalipto con secado natural en promedio vale unos 0.74 US$/pie



Como se puede apreciar en el gráfico anterior, la relación entre ellos es de 4,93 a 1. Esto da un margen importante para desarrollar proyectos de bajo costo como el secadero solar que se desarrolla más adelante.

En lo que se refiere a la madera de pino secada en horno se identificó la siguiente limitación: la mayoría de los aserraderos que la producen solo exportan (caso IMNSUR, FYMNSA, FRUTIFOR) y no venden al mercado interno. Frutifor recientemente comenzó a comercializar a través de una barraca de la ciudad Tacuarembó y otra de Paysandú, en el caso de VALETOR comercializa casi la totalidad para el mercado interno lo hace a precios muy similares a los de la madera secada en forma natural, su principal negocio es el de los productos con mayor valor agregado. Todas estas empresas superan ampliamente la categoría de MYPES y todas cuentan con secadero que usan al vapor como fuente para el secado de la madera.

4.5. COMERCIALIZACIÓN Y CANALES DE DISTRIBUCIÓN DE LA MADERA SECA

4.5.1. CLASIFICACIÓN DE LAS EMPRESAS

Existen dos grandes categorías de empresas:

- Grandes empresas.
- MYPES (micro y pequeñas empresas) y PYMES (pequeñas y medianas empresas).

El Ministerio de Economía y Finanzas del Uruguay define a las MYPES en el decreto 504/007 del 20 de diciembre de 2007. Categoriza a las unidades económicas micro y pequeñas empresas (MYPES) en función del número de empleados y de su facturación anual de acuerdo a los siguientes límites:

Tipo de empresa	Personal ocupado	Facturación anual en UI	Facturación anual en US$
Microempresas	Hasta 4 personas	Hasta 2.000.000	Hasta 255.712
Pequeñas empresas	Hasta 19 personas	Hasta 10.000.000	Hasta 1.278.560
Medianas empresas	Hasta 99 personas	Hasta 75.000.000	Hasta 9.589.201
Grandes empresas	Más de 100 personas	Más de 75.000.001	Más de 9.589.202

*Estos valores no incluyen el IVA y se tomaron los valores de la U.I. al 31/8/20.

Desde el punto de vista del personal ocupado las carpinterías entrevistadas se encuentran casi en la totalidad como micro empresas de hasta 4 empleados, e incluso en la mayoría su único empleado es el dueño. Hay 2 carpinterías que se encuentran como pequeñas empresas, según la clasificación del decreto mencionado, ya que cuentan con más de 4 empleados. No se las pudo clasificar desde el punto de vista de la facturación porque ninguna quiso revelar tal información, algunas de ellas debido a que ni siquiera cuentan con un registro contable de lo que compran y venden.

Algo similar ocurre con el sector aserraderos en el que no se pudo relevar la facturación, pero prácticamente todos se encontrarían dentro de la categoría de "pequeñas" empresas con menos de 19 empleados.

La informalidad en ambos sectores es importante y esto dificulta poder clasificarlos.

4.5.2. RELACIÓN DE INTERCAMBIO COMERCIAL ENTRE LOS SECTORES

Las medianas y grandes empresas son, en general, aquellas que producen madera seca a partir del secado artificial usando calderas de vapor. La mayoría de sus productos son para exportación, con lo cual el precio al que se puede acceder a dicha madera dependerá del precio internacional. A su vez, es normal que se destine la madera de segunda calidad para el mercado local y la de primera sea exportada. Además, de su proceso ya salen los fardos prontos para comercializar, lo que obliga a que el que quiera adquirir madera seca deba comprar volúmenes importantes (porque la unidad de venta es el fardo directamente) dificultando a las MYPES el acceso en forma directa a la misma, teniendo que recurrir a distribuidores y pagando un precio mayor.

Esto llega al absurdo de que una carpintería ubicada en Tranqueras, que compra madera de URUFOR que está ubicada en Rivera (o sea que ambas empresas se encuentran a 30 km de distancia entre sí), tiene que esperar que la mercadería le llegue desde Montevideo, debido a que debe comprar esa madera en barracas ubicadas en la capital. Similar es la situación que se da en Tacuarembó, donde el único proveedor de madera seca proveniente de URUFOR, la debe comprar al distribuidor de esta empresa ubicado en Montevideo, porque la transacción directa con este aserradero no es posible desde su planta industrial ubicada en Rivera. O sea que para comprar en Tacuarembó madera seca producida a tan sólo 100 km de allí, se debe pagar un precio que incluye el precio del flete por el recorrido Rivera-Montevideo y

Montevideo-Tacuarembó, que obviamente se ve trasladado al precio de la materia prima que se está adquiriendo. El dueño de esta barraca de Tacuarembó manifestó que las veces que compró un camión entero de madera, pagó al distribuidor de Montevideo el precio equivalente a enviar la mercadería desde Montevideo, pero que la mercadería le vino directamente de Rivera. Tanto esto como lo manifestado por el carpintero de Tranqueras, es una ineficiencia que lo único que hace es encarecer el precio final de la madera, haciendo a los productos elaborados a partir de ella menos competitivos, salvo que los fletes retorno que puedan venir vacíos justifiquen dicha operativa y no se termine trasladando aquel precio de flete extra a la materia prima, hecho que no se pudo corroborar.

4.5.3. CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO INTERCAMBIADO EN EL RUBRO MADERAS ASERRADAS

Los grandes aserraderos normalmente exportan la madera seca que producen, que en algunos casos le agregan valor (elaborando productos tales como pisos, decks, molduras, frente inglés, lambriz, machimbres, finger, etc.), y en otros casos solo venden la tabla seca y cepillada.

Por otro lado, los pequeños y micro aserraderos (MYPES) en su mayoría venden la tabla verde u oreada, a lo sumo cepillada. Esto convierte al secadero en un eslabón importante que permita no solo secar y mejorar la calidad del producto base sino también poder agregarle valor y producir productos que hoy los elaboran solo las grandes empresas.

El rubro carpinterías es un eslabón importante para el agregado de valor adicional, rubro que genera mano de obra intensiva y propicia también al desarrollo de las carreras técnicas sobre carpintería que se dictan en la UTEC, favoreciendo la inserción laboral de los jóvenes de la región. Este sector se podría considerar dentro de lo que se denomina industria ligera, que es aquella que produce bienes de consumo destinados al consumidor final. Es caracterizada por no necesitar grandes capitales ni elevado uso de mano de obra o insumos.

El secadero es una herramienta fundamental para el desarrollo de estos productos, por lo que la instalación de secaderos les podrá permitir elaborar nuevos productos que hoy los elaboran aquellos que cuentan con secaderos tales como los grandes aserraderos. La competitividad que puedan lograr dependerá de la infraestructura que deban adquirir y de los costos de

elaboración, los que al mismo tiempo dependen de la eficiencia real que puedan lograr en sus procesos. Estas cuestiones no están contempladas dentro de los objetivos de este estudio, pero sería interesante desarrollarlo a futuro.

4.5.4. MERCADO DE LA MADERA SECA

Del estudio de mercado se pudo apreciar que existe disponibilidad de madera seca, pero en un rango de precios que hacen que sus competidores alternativos y/o sustitutos como la madera sintética (MDF, melamínica, etc.) tengan una buena participación en el mercado. Es común escuchar la frase “no hay madera seca” pero esto se refiere a que no existe madera seca a precios accesibles para incentivar la demanda y evitar que la madera sintética continúe ganando mercado.

Por otro lado, uno de los problemas que se encuentra en el mercado regional de la madera es que la mayor disponibilidad es del pino, siendo una especie menormente demandada en el rubro carpinterías y afines por el preconcepto de que es de menor calidad. El pino es una madera menos densa que el eucalipto. La mayoría de las carpinterías consultadas no lo usan como materia prima debido a que consideran que los muebles no resultan de buena calidad, efecto de su menor densidad. Por el contrario, se encontró que unas pocas carpinterías pequeñas sí usan al pino como materia prima alternativa para la fabricación de muebles para interior de menor precio. En Tacuarembó se encontraron 2 casos de carpinterías que han probado recientemente la madera de pino secada en horno de FRUTIFOR, con resultados que en principio catalogan como aceptables, buscando reducir el costo de la materia prima, pero que afirman dicha característica de la baja densidad. Manifiestan que la madera de pino que han visto de buena calidad proviene de árboles con antigüedad de 30-40 años.

En este sentido, se ve el potencial que podría tener el pino de la región dado que ya existen forestaciones que comienzan a superar los 20 años de antigüedad. Conocer el cambio de densidad del pino con los años es un tema a considerar investigar, principalmente en el caso de la región en estudio donde el pino crece a tasas superiores a la media afectando su densidad. Existen estudios realizados por INIA/LATU que confirman que los pinos de esta edad son aptos para el uso estructural.

Poder secar el pino en hornos podría generar una oportunidad de desarrollo de productos que hoy se producen en algunos aserraderos de mayor tamaño y que

en su mayoría se usan como insumo en la fabricación de viviendas, sean pisos, paredes, terminaciones, entre otros.

Según la encuesta de aserraderos del año 2017 publicada por el MGAP, en el año 2016 el 68% del volumen de la madera aserrada se concentraba en 4 aserraderos. Seguramente si sacáramos los aserraderos que se clasifican como pequeños y medianos según la categorización propuesta por el decreto, el volumen producido por las micro y pequeñas empresas debería ser pequeño.

Tal como fue manifestado antes, el sector muestra carencias en el acceso a madera seca a precio razonable.

Se pueden visualizar 2 sectores bien diferenciados:

- La demanda del sector carpintería de la región.
- La oferta del sector aserradero de la región.

En el sector carpintería la demanda es pequeña porque son pocas empresas y todas de similar nivel de producción, salvo 2, ubicadas una en Rivera y otra en Tacuarembó, que tienen un nivel de producción mayor. Vale aclarar, que casi la totalidad de las pequeñas carpinterías no están registradas como empresas: la mayoría son operadas directamente por su dueño como único empleado, ya que son empresas de tamaño verdaderamente micro, no llegando ni siquiera al límite superior de personal definido para dicha categoría (de hasta 4 personas). Sólo en un caso podría aplicar la instalación de un secadero exclusivo para ellos, justificado por el importante volumen de madera seca que emplean y porque vienen creciendo en forma sostenida desde los últimos años. Es de esperar entonces que si aumenta la disponibilidad de madera seca a precios menores estas carpinterías podrían continuar creciendo, ya que es una de las principales variables que los limita en su expansión. Es el caso de esta carpintería mencionada anteriormente, sus propietarios manifiestan que si lograran disponer de mayor oferta de madera seca podrían buscar captar más trabajos tales como las licitaciones que surgen periódicamente.

En contrapartida, la mayoría de los carpinteros de la región operan actualmente con volúmenes relativamente pequeños de tablas, un promedio de 5-6 tablas por semana, según lo relevado. Disponer de un volumen importante de tablas para lograr completar una cámara de secado requeriría no sólo disponer del capital para la compra de un volumen tal de tablas, sino que también contar con un predio para luego mantener esas tablas ya secas protegidas de las inclemencias

del tiempo. En algunos casos, sin embargo, apenas cuentan con espacio para lo que usan semana a semana.

En cambio, en el sector aserradero la situación es diferente. Por un lado, están aquellos aserraderos de mayor tamaño (pertenecientes a las MYPES) que buscan secar la madera en forma natural buscando ofrecer al mercado un producto de mejor calidad. Pero tienen la dificultad de que el tiempo que les lleva secar la madera en forma natural les repercute en forma importante sobre el aspecto financiero. En cambio, los aserraderos más pequeños casi ninguno emplea sistema de secado comercializando la madera verde a pocos días de ser cortada. En este sector vemos muy difícil lograr asociaciones para instalar cámaras de secado en conjunto, pero si en forma individual en sus propias instalaciones.

4.5.5. VARIABILIDAD DEL PRODUCTO OFRECIDO POR LOS ASERRADEROS

Se pudo ver también diferencias en la calidad de los productos que se comercializan en la región, punto importante a considerar si se quiere potenciar el sector. Los grandes aserraderos producen tablas uniformes, con humedad homogénea y dimensiones estandarizadas, dado que para exportarlos deben cumplir determinados estándares de calidad. De esta estandarización surgen rechazos de las tablas que presentan algún defecto y que en la mayoría de los casos terminan en el mercado interno, mientras que otras se trituran y se comercializan como residuo (chip, aserrín). Los aserraderos de menor porte por su lado producen tablas de diferente tamaño, con algunos defectos, lo que hace que aumente la merma en el momento de procesarla en las carpinterías.

Como se mencionó anteriormente, los grandes aserraderos no venden pequeños volúmenes, lo que obliga a las carpinterías de la región a recurrir a las maderas disponibles en pequeños aserraderos, afectando la calidad de sus productos y la merma en su proceso. Considerar un secadero que pueda vincular esos pequeños aserraderos con las carpinterías, actuando como eslabones de un mismo proceso de obtener un producto de calidad, es importante para que ambos sectores mejoren su competitividad y puedan desarrollarse.

4.5.6. LOGÍSTICA Y CANALES DE DISTRIBUCIÓN

La madera procesada en aserraderos normalmente se distribuye por medio de camiones. Salvo aquella, que como se mencionó antes, es comprada

directamente por el consumidor final (sea carpinteros, usuarios finales, etc.). Ninguna de las MYPES cuenta con un volumen suficiente como para acceder a otros medios de transporte más eficientes tales como el tren.

Los camiones que circulan en Uruguay no pueden pesar más de 45.000 kg como peso total (maquinaria + carga). Dependiendo de la configuración del camión, cargan entre 27.000 y 30.000 kg. Cuando se carga con madera procesada de un aserradero sin secar no alcanza a completar el camión ya que completa el peso máximo antes del volumen. Esto es una limitante para la carga de madera sin secar que termina repercutiendo en los costos de la logística.

En esta línea, al secar la madera se puede incrementar el volumen de tablas por tonelada de carga. Por ejemplo, la madera de eucalipto verde tiene una humedad del orden del 55-57%, en cambio cuando se la seca en horno se logra reducir su humedad a valores entre 12-15%. En tal sentido, por cada tonelada de tablas húmedas transporto 45% de madera y 55% de agua, por otro lado, luego de seca por cada tonelada transporto 86% de madera y 14% de agua haciendo más eficiente y económico el flete por kg de madera. Esto significa que por cada tonelada puedo transportar 41% más de madera en volumen si la transporto seca.

Si pasamos esto a valores económicos, tenemos que un flete de Tacuarembó a Montevideo ronda los $ 35.000, o sea que para 27.000 kg de madera el valor unitario sería de 1,3 $/kg. Si la madera es 41% más liviana entonces el flete por unidad de volumen sería un 41% más bajo que si transportamos madera sin secar.

Otra manera de ilustrar la ventaja de transportar tablas secas de madera de eucalipto es la siguiente: un camión que cargue entre 27 y 30 toneladas, si sus dimensiones lo permiten, en un viaje puede transportar entre 1.600 y 1.800 tablas de *Eucalpytus grandis* verde de dimensiones 2” x 6” x 3m cada una, frente a las 2.600 a 2.900 tablas de las mismas características, pero de madera seca, que equivalen a dicho peso[5].

Esto es una ventaja importante porque reduce los costos de logísticas por cada tabla que se transporta.

[5] Estimaciones realizadas por el Ing. Sebastián Quagliotti del Departamento de Materiales y Productos Forestales del LATU.

4.5.7. POTENCIAL PARA LA ASOCIATIVIDAD

En el caso de Tranqueras, hay actualmente algunos carpinteros que por su relación laboral podrían evaluar el realizar un proyecto de secado en conjunto disponiendo de un espacio físico para la instalación de un secadero que les sirva a todos. Tal vez por ser un poblado de pocos habitantes, lleva a que exista una mejor comunicación entre los diferentes actores que permitan formar alguna especie de sociedad. Dentro de las capitales de los departamentos de Rivera y Tacuarembó, esta posibilidad de asociarse es más lejana basado en las distancias que hay entre la ubicación de una y otra, la competencia entre las mismas y la falta de relacionamiento, algo que se destaca como un punto débil a trabajar. De todas maneras, es algo que se debe trabajar y buscar desarrollar porque para lograr los volúmenes necesarios para cubrir la capacidad de una cámara de secado se necesita el volumen medio de más de una carpintería como se desarrolla más adelante. Esto cuenta con otras limitaciones: la dificultad al acceso al financiamiento debido mayormente a la informalidad del sector es una de ellas.

En cambio, en el sector aserradero la situación es diferente. Por un lado, tenemos aquellos aserraderos de mayor tamaño (de la categoría MYPE) que buscan secar la madera en forma natural buscando ofrecer al mercado un producto de mejor calidad. Pero tienen la dificultad de que el tiempo que les lleva secar la madera en forma natural les repercute en forma importante sobre el aspecto financiero. En cambio, los aserraderos más pequeños casi ninguno emplea sistema de secado comercializando la madera verde a pocos días de ser cortada. En este sector vemos muy difícil lograr asociaciones para instalar cámaras de secado en conjunto, pero si en forma individual en sus propias instalaciones. Esto se debe fundamentalmente a que un aserradero pequeño podría perfectamente disponer del volumen necesario para completar una cámara de secado, no teniendo que asociarse para ello, otros incluso podrían disponer de varias cámaras de secado.

Al igual que el sector carpinterías, cuentan con la misma limitación del acceso al financiamiento debido a la informalidad del sector. De todas maneras, el sector aserradero es un sector que, en promedio, maneja un volumen de ingreso superior a las carpinterías analizadas, lo que podría ser más sencillo para ellos disponer del capital para la construcción de una cámara.

4.5.8. TAMAÑO DEL SECADERO

Actualmente no hay experiencia de instalaciones de secado de madera que no usen vapor como fuente de calor. La experiencia en Uruguay se remite únicamente a ensayos realizados por el LATU con la participación de algún privado. Estos ensayos han venido siendo realizados por el LATU desde el año 2004 con un módulo ubicado en sus instalaciones de Montevideo. En el año 2008 se construyó otro módulo en las instalaciones de Forestal Caja Bancaria. En esa experiencia se desarrollaron 2 ensayos: uno en Paysandú (en una cámara de 50 m^2 de área y 8 m^3 de capacidad en madera) y otro en el LATU en Montevideo (en una cámara de 25 m^2 de área y de 2,5 m^3 de capacidad en madera). En la actualidad el LATU continúa realizando ensayos con su secadero de tamaño similar. Por otro lado, se encontraron experiencias internacionales en Centro América donde recomiendan realizar secaderos con capacidades no superiores a los 15 m^3 y que no superen los 5 m de ancho para garantizar que la circulación del aire a través de la pila sea uniforme. Tomando en cuenta esas referencias numéricas, los secaderos desarrollados por el LATU estarían entonces dentro del rango de dimensiones recomendadas según la experiencia internacional.

Los aserraderos, en su mayoría, por su capacidad de producción podrían ocupar de forma individual toda la capacidad de un secadero solar del tamaño mencionado en el párrafo anterior. Casi la totalidad cuenta con la producción y el espacio físico para realizarlo. Por otro lado, tenemos a las carpinterías y afines con otras limitaciones, principalmente en espacio físico, pero en algunos casos también por el nivel de producción.

Como se mencionó en capítulos anteriores, las carpinterías en promedio demandan unas 4-6 tablas por semana de 3,30 m de largo, de 20 cm de ancho y 1 pulgadas de espesor. Para facilitar la comparación de estas unidades de medida, convertiremos estos valores a unidades de volumen en metros cúbicos (m^3), sin embargo, antes debemos definir algunas unidades.

En las entrevistas fue muy usual escuchar al “pie” como unidad de medida cuando se hablaba de precios. El “pie tablar” se define como una pieza de madera que tiene las siguientes dimensiones:

- 1 ft de ancho (30,48 cm)
- 1 ft de longitud (30,48 cm)
- 1 in de espesor (2,54 cm)

Es decir, sería un cuadrado de 1 pie (ft; 30,48 cm) de lado con un espesor de 1 pulgada (2,54 cm). A partir de estos valores surge el cálculo del volumen en pie tablar de madera aserrada. Una fórmula para calcularlo es la siguiente:

$$Pt = \frac{E \times A \times L}{12}$$

Donde:

Pt = pie tablar

E" = espesor, en pulgadas

A" = ancho, en pulgadas

L´ = largo, en pies

Por otro lado, surge la relación entre pie tablar (Pt) y el volumen expresado en metros cúbicos (m^3) de madera aserrada, que es de 424 pies tablares por metro cúbico (m^3), que se obtiene pasando las unidades de longitud, ancho y espesor a metros (m). De esta, resulta que 1 Pt tiene un volumen de 0,00236 m^3, de donde resulta que 1 m^3 equivale a esos 424 Pt.

Una tabla de 20 cm de ancho, 3,3 m de largo y 1in de espesor, se podría decir que equivale a una tabla de 8 in de ancho, por 1 in de espesor por 11 ft de largo, es decir, 7,3 pies tablares. Por lo tanto, en 1 m^3 tendríamos unas 58 tablas.

Si consideramos como referencia el secadero de 8 m^3 construido en el 2008 en Paysandú, podríamos decir que entrarían unas 464 tablas de este tipo.

Un carpintero medio usa unas 5-6 tablas por semana, por lo que con un único módulo de secadero tendría capacidad para secar la producción que consumiría en aproximadamente 93 semanas de trabajo (unos 22 meses). En esta línea, vemos que - sumado a las limitaciones físicas y financieras de un carpintero - instalar un módulo de secado para uso individual sería inviable. La asociatividad sería algo importante de considerar en este sector, no así en el sector aserradero.

Actualmente el secadero que se ha construido en las instalaciones del Polo Educativo Tecnológico de UTU Tacuarembó tiene una capacidad para de 5m^3.

Por lo expresado anteriormente entendemos razonable suponer el tamaño del secadero medio de 8 m^3 de madera, pudiendo alcanzar los 15 m^3. De esta forma se puede realizar experiencias a nivel industrial, experiencias que permitan al empresario gestionar las variables del secadero para luego poder ampliar la

capacidad. Para realizar el análisis económico se definió la capacidad del horno de 8 m^3 de madera como capacidad media para una cámara de secado.

4.5.9. SOBRE LA UBICACIÓN DEL SECADERO

Tal como se ha venido desarrollando en los puntos anteriores, se debe considerar la posible ubicación del o de los secaderos desde el punto de vista de los aserraderos, por un lado, y de las carpinterías y afines por otro.

Para el primer sector se visualiza principalmente como posible ubicación a las zonas más desarrolladas como Tranqueras y Rivera, con la modalidad de unidades de secado propias para cada aserradero formando parte de su línea de producción. En el caso de Tacuarembó, Paso de los Toros y Melo, al ser zonas de menor desarrollo con aserraderos más pequeños, que a su vez no se manifiesta mucho interés en ello sumado a la alta informalidad y precariedad de sus instalaciones entendemos que se podría evaluar la posibilidad de desarrollar alguna unidad en forma asociativa, o buscar trasladar la experiencia que se pueda desarrollar en el Polo Educativo Tecnológico de UTU Tacuarembó, para que pueda motivar a los empresarios a desarrollar unidades de secado. En general todos cuentan con espacio suficiente para instalar al menos una unidad de secado en sus propias instalaciones.

En el sector de carpinterías y afines, las plazas de Tacuarembó y Rivera se podrían considerar de similares características y tamaños. Instalar un secadero en ambas localidades por separado ayudaría a desarrollar un sector que actualmente está muy deprimido. Por otro lado, Tranqueras y Paso de los Toros son localidades más pequeñas donde - si bien las unidades de secado ayudarían a desarrollar el mercado- se debe considerar la asociatividad como condición para su funcionamiento. Por otro lado, es prudente pensar en algo asociativo principalmente por el poco espacio que disponen en sus instalaciones. En Tranqueras, adicionalmente, un carpintero se mostraba muy a favor de esta opción de la asociatividad para el uso de un secadero, ya que las distancias que existen entre una carpintería y otra permiten ubicar una unidad convenientemente que sirva a varios, y donde la logística de movilizar tablas para secar desde sus respectivas carpinterías hasta la unidad de secadero no implicaría un costo inviable (hablaba de que el traslado podría costarles unos $300 por ejemplo, costo que se traslada perfectamente a los productos a elaborar sin convertirlos en cifras muy diferentes a lo que hoy presupuestan por sus trabajos). Aquí estamos hablando únicamente del costo extra por tener el

secadero ubicado fuera de la carpintería, no del costo adicional por secar en estas cámaras).

Los proyectos a través de los cuales el LATU planifica desarrollar dos unidades de secado, una en el Polo Educativo Tecnológico de UTU Tacuarembó y otro en la ciudad de Rivera con fines académicos, con seguridad ayudarán a que se puedan desarrollar otras unidades de secado. Una forma de promoverlo podría ser la gestión -con las Intendencias de Tacuarembó y Rivera- para conseguir un predio que permita construir alguna de estas unidades e incentivar al desarrollo el sector.

Paso de los Toros se encuentra actualmente en el desarrollo de todo lo que moviliza un emprendimiento como la instalación de una planta industrial del porte de UPM, donde se está precisando infraestructura de vivienda que demandará madera en el corto plazo (sea para mobiliario, vivienda, construcción, etc.). En particular algunos carpinteros de Tacuarembó ya se encuentran trabajando para fabricar muebles para este desarrollo.

En resumen, los aserraderos tanto por el volumen de madera que manejan y por espacio físico podrían instalar unidades de secado en sus propias instalaciones, en cambio los carpinteros y afines en general no cuentan con espacio por lo que podría ser importante buscar la asociatividad y el espacio físico para instalar las unidades de secado.

4.6. ANÁLISIS DE LA DEMANDA

Todas las carpinterías secan madera en forma natural dentro de sus predios. Si el empleo de las unidades de secado se destinara hoy a secar toda la madera que cada uno de los carpinteros está secando en forma natural en sus casas o lugares de trabajo, no se necesitaría buscar una demanda extra para justificar la instalación de varias cámaras de secado, sino que las mismas ya estarían con sus capacidades completas destinadas a dar soporte a la demanda del momento, y al menos un secadero por localidad sería lo lógico y esperable de tener.

Por otro lado, los aserraderos en su mayoría podrían perfectamente contar con una unidad de secado propia ya que su producción supera ampliamente la capacidad de un módulo de secado solar. Sumado a que el secadero les permitiría desarrollar otros productos tales como lambriz, pisos, molduras, etc.

El secadero es una cámara que permite secar en su interior madera de cualquier especie y en cualquier formato. Por lo que si bien en todo momento se hablan de tablas ya que es el producto que más se produce y demanda en los sectores analizados, secar tablas con algún proceso de elaboración no afecta la operativa.

Por un lado, está el mercado de las tablas secas y cepilladas (que es lo que más se produce en los aserraderos de la región y a su vez lo que más demanda el carpintero) y por otro lado el mercado de los productos más elaborados como pisos, molduras, etc. En el primer caso, la referencia de precio la marca el principal producto de maderas secas de eucalipto que es URUFOR. Como se mencionó este producto se comercializa desde Montevideo a pesar de que se produce en Rivera algo que seguramente afecta el costo final del producto ya que tendría agregados valores de fletes innecesarios. Además de ello, URUFOR es una industria que exporta gran parte de su producción por lo que el precio de venta podría estar también marcado por el precio al cual exporta.

En el caso de las maderas con algo más de valor agregado (pisos, lambriz, molduras, etc.) no son elaborados por la gran mayoría de los aserraderos pertenecientes a las MYPES. Esto se debe principalmente a que son productos con que se comercializan secos y con estándares de calidad (en dimensiones y terminaciones) más exigentes. La instalación de cámaras de secado permitirá desarrollar este tipo de productos, sumado a la infraestructura necesaria para elaborarlos.

Para el análisis económico se considera únicamente el secado de tablas cepilladas ya que es el producto que actualmente elabora la mayoría de los aserraderos y a su vez es el que demandan la mayoría de los carpinteros. El desarrollar otros productos les implicaría invertir en maquinarias e infraestructura para ello.

Para desarrollar un secadero solar para este sector se deberían tener en cuenta los siguientes puntos que poseen en común y que podrían considerarse como barreras o limitaciones:

- Informalidad.
- En el caso de los carpinteros prácticamente no tienen espacio disponible en su predio para agregar un proceso adicional, sumado a que operan con volúmenes pequeños de madera seca. No así para el caso de los aserraderos.
- Escaso acceso al financiamiento, en ambos sectores.
- Sin herramientas de crédito para el cliente.

Otra opción es que un tercero realice la inversión y brinde el servicio de secado a fasón para las pequeñas carpinterías del sector.

Sobre la cantidad de carpinterías en la región no existen estudios ni relevamientos previos que cuenten con la información de cada uno de ellos.

La realidad es muy similar en Tacuarembó y en Rivera: la gran mayoría son carpinteros instalados en locales muy precarios, en algunos casos en el garaje de su casa. Muchos de ellos dejan que el cliente elija la madera, le recomiendan e indican donde conseguirla y le pasan el precio de la mano de obra. Con esto se deslindan de cierta forma de la etapa de conseguir la madera adecuada y minimizar luego los reclamos por calidad. Muchos argumentan esta práctica a los altos precios de la madera seca y al ingreso de madera de contrabando.

Prácticamente ningún caso fabrica muebles que luego se vayan a comercializar en negocios tipo mueblería, sino que hacen muebles a medida para consumidor final. En este sentido vemos un potencial importante si se lograra hacer una materia prima más competitiva. Las mueblerías de la región venden, en su mayoría, productos de madera maciza comprados en distribuidores de Montevideo, haciendo sus precios relativamente altos y con un distanciamiento grande respecto a las opciones fabricadas con melamínica o MDF, sean de fabricación nacional o importados.

Es claro que la incorporación del proceso de secado en los aserraderos les permitiría comercializar sus productos en todo el país, teniendo la ventaja los carpinteros y usuarios finales de la región de poder adquirirla a un menor valor por causa del flete que los que la adquieren desde el sur del país.

Por otro lado, pensar en exportar productos se ve algo lejano debido a la elevada informalidad, falta de gestión administrativa y a la falta de calidad y uniformidad en sus productos, al menos para la media de las MYPES del sector. Claro está que hay algunos que podrían estar más próximos que otros. De igual manera dada la falta de madera de calidad a precios competitivos en el sector doméstico se podría concluir que las primeras cámaras de secado que se instalen cubrirán esta demanda. El exportar implica lograr obtener productos uniformes con determinados parámetros que de lo relevado del mercado le falta desarrollo y madurez para lograr esto.

4.7. MATRIZ FODA

El análisis FODA es una herramienta que permite visualizar la situación actual de un sector, una empresa, un proyecto, etc., para luego a partir de ella determinar estrategias a seguir. El uso de esta herramienta consiste en determinar las fortalezas, debilidades, las oportunidades y las amenazas, en nuestro caso, de la instalación de secaderos de madera.

FORTALEZAS	DEBILIDADES
• Volúmenes importantes de plantaciones de pino. • Volúmenes importantes de eucalipto, en menor medida. • Las especies de pino y eucalipto son ambas técnicamente conocidas en Uruguay. • La antigüedad de las plantaciones de pino, en su mayoría, es mayor a 20 años. • Desarrollo institucional en la región (varias entidades apoyando). • Consenso en todos los sectores en la necesidad de la instalación de secaderos. • Experiencia del LATU en el desarrollo de la tecnología. • Tecnología simple. • Reducidos costos operativos y de mantenimiento. • Inversión necesaria relativamente baja.	• Inexistencia de proyectos similares más allá de los prototipos de LATU. • Falta de personal capacitado. • Elevada informalidad en los sectores de aserraderos y de carpinterías; bajo nivel de desarrollo empresarial. • Falta de integración entre las MYPES del sector. • Dispersión geográfica de las MYPES. • Falta de espacio físico, principalmente en las microempresas. • Dificultades en el acceso al financiamiento.
OPORTUNIDADES	**AMENAZAS**
• Actualmente hay demanda para la madera seca (en la región y fuera de la región) y si se mejoran precios esa demanda puede aumentar. • Inexistencia de servicio de secado con tecnologías más económicas que las existentes en la región. • Interés en formalizar el sector. • Potencial para el empleo del pino como materia prima.	• La demanda de madera seca del sur puede llegar a absorber la oferta de madera seca de los nuevos secaderos (amenaza para el desarrollo de carpinterías y afines). • Importación de otras especies tales como cedro que compiten en precio con la madera seca. • Precios bajos en otras alternativas (ejemplo: melamínica) • Gran extensión de frontera seca que propicia el contrabando de materias primas (tanto en maderas sólidas de otras especies).

4.8. ANÁLISIS CAME

Luego de presentar la matriz FODA es razonable realizar un análisis CAME con la finalidad de definir estrategias a seguir.

CAME significa:

- Corregir debilidades
- Afrontar amenazas
- Mantener fortalezas
- Explotar oportunidades

Corregir debilidades:

Debilidad	Acción para corregir
• Inexistencia de proyectos similares más allá de los prototipos de LATU.	Proyecto de desarrollar unidades académicas de secado en Tacuarembó y Rivera.
• Falta de personal capacitado.	Llevar en paralelo una gestión para rever cursos, tecnicaturas o carreras existentes y promover la mejora (y/o creación si lo ameritara) en sus planes de estudio, así como promover la inclusión de contenidos que apunten a las capacidades que requiere el sector, en materia de capacitación del personal.
• Elevada informalidad en los sectores de aserraderos y de carpinterías. Bajo nivel de desarrollo empresarial.	- Desarrollar el clúster de carpinterías por un lado y de aserraderos por otro ayudará con el tiempo a la formalidad. - Promover acciones en conjunto entre empresas de cada sector, coordinadas a través de asociaciones existentes (ADEMA, REDEMA). - Buscar recursos desde otros organismos - como Intendencias Departamentales, Centros de Competitividad, ANDE, etc. - que exijan formalidad a las empresas para poder recibir estos recursos.
• Falta de integración entre las MYPES del sector.	- Continuar con los grupos que se vienen desarrollando principalmente en Rivera (REDEMA, ADEMA, etc.) - Trasladar experiencias y buscar integrar a Tacuarembó y Paso de los Toros.
• Dispersión geográfica de las MYPES.	En la medida que se avance en los puntos anteriores se favorecería la integración por zona, minimizando esta barrera.
• Falta de espacio físico, principalmente en las microempresas.	- Al buscar acciones en conjunto con las Intendencias, estas últimas podrían disponer de algún predio en comodato para desarrollar unidades de secado. - Desarrollada la asociación entre MYPES; podrían ellas evaluar el uso de algún espacio físico con el que cuente alguna de estas empresas.

• Dificultades en el acceso al financiamiento.	- Desarrollar un proyecto de secado para presentar en organismos de financiamiento. - Analizar propuestas de financiamiento en organismos como el Centro de Competitividad de cada ciudad (Fondo Circular, Industrial, Semilla, etc.).

Afrontar amenazas:

Amenazas	Acción para afrontar amenazas
• Demanda de madera seca del sur puede llegar a absorber la oferta de madera seca de los nuevos secaderos (amenaza para el desarrollo de carpinterías y afines).	Integrar los sectores ayudará a que se fomente el comercio entre ellos.
• Importación de otras especies tales como cedro que compiten en precio con la madera seca.	Al tener madera nacional de calidad, producto de ser secada en forma económica, se logrará mejorar la competitividad y favorecer al uso de pino y eucalipto.
• Precios bajos en otras alternativas (ejemplo la melamínica).	Hoy la diferencia con la melamínica es de 2 a 1, por lo que la magnitud de esta amenaza dependerá de si se logra reducir esa diferencia con el secado.
• Gran extensión de frontera seca que propicia el contrabando de materias primas (tanto en maderas sólidas de otras especies como de sustitutos).	Al igual que los puntos anteriores, si la competitividad de la madera seca mejora, esta amenaza se podría ir disminuyendo.

Mantener fortalezas

Fortalezas	Acciones para mantener fortalezas
• Volúmenes importantes de plantaciones de pino.	Evaluar acciones de integración entre las grandes empresas forestales para buscar acceder a madera de calidad (hoy se usan muchos rechazos).
• Volúmenes importantes de eucalipto (en menor medida).	
• Las especies de pino y eucalipto son ambas técnicamente conocidas.	Analizar junto con organismos tipo LATU, INIA, MGAP, la calidad del pino con mayor antigüedad y en caso de ser favorable buscar informar a la sociedad para fomentar su uso.
• La antigüedad de las plantaciones de pino, en su mayoría, es mayor a 20 años.	
• Desarrollo institucional en la región (varias entidades apoyando).	Continuar con las instituciones ya existentes (en Rivera) y desarrollarlas en localidades como Tacuarembó, Paso de los Toros y Melo.
• Consenso en todos los sectores en la necesidad de la instalación de secaderos	Continuar con acciones en conjunto integrando otros organismos de la sociedad.
• Experiencia del LATU en el desarrollo de la tecnología.	Continuar realizando ensayos y mejorando la tecnología ya desarrollada.

• Tecnología simple.	Integrar los conocimientos adquiridos por el LATU a los Polos Tecnológicos aprovechando las diferentes especializaciones con las que cuenta cada una de estas instituciones, como forma de mejorar esta tecnología.
• Reducidos costos operativos y de mantenimiento.	Analizar capacidades existentes en los diferentes actores para integrarlos, promoviendo la reducción de costos asociados a la operación y mantenimiento de la unidad de secado.
• Inversión necesaria relativamente baja.	Buscar elementos existentes en las carpinterías y aserraderos que puedan servir para la fabricación de las cámaras. Por ejemplo, tablas de descarte, costaneros, etc..

Explotar oportunidades

Oportunidades	Acciones para explotar oportunidades
• Actualmente hay demanda para la madera seca, y si se mejoran precios esa demanda puede aumentar.	Instalar unidades de secado
• Inexistencia de servicios de secado con tecnología más económica que las presentes en la región.	
• Interés en formalizar el sector.	Acciones relacionadas con apoyo y financiamiento de organismos: que para acceder a los créditos haya que estar formalizado como empresa.
• Potencial para el empleo del pino como materia prima	Buscar investigaciones existentes de INIA/LATU/UDELAR y planes futuros de investigación relacionados que se orienten a promover las virtudes del pino.

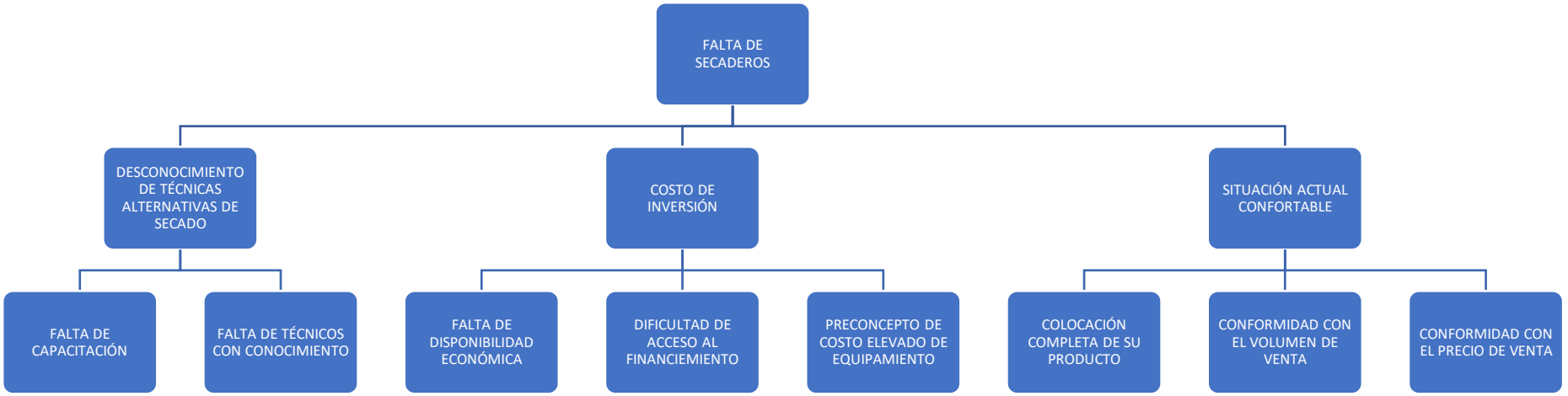
Como ya se expresó, desde el LATU en el marco de un Proyecto de Cooperación Técnica con la Agencia Japonesa de Cooperación (JICA), a inicios de este año se construyó un horno de secado solar en Tacuarembó y en breve se estará construyendo otro en la ciudad de Rivera, con la finalidad de transmitir la experiencia obtenida por el LATU en estos años. Si bien los mismos serán realizados con fines académicos, permitirá que aserraderos y carpinterías puedan visualizar su construcción, operativa y mantenimiento.

4.9. CAUSAS Y EFECTOS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

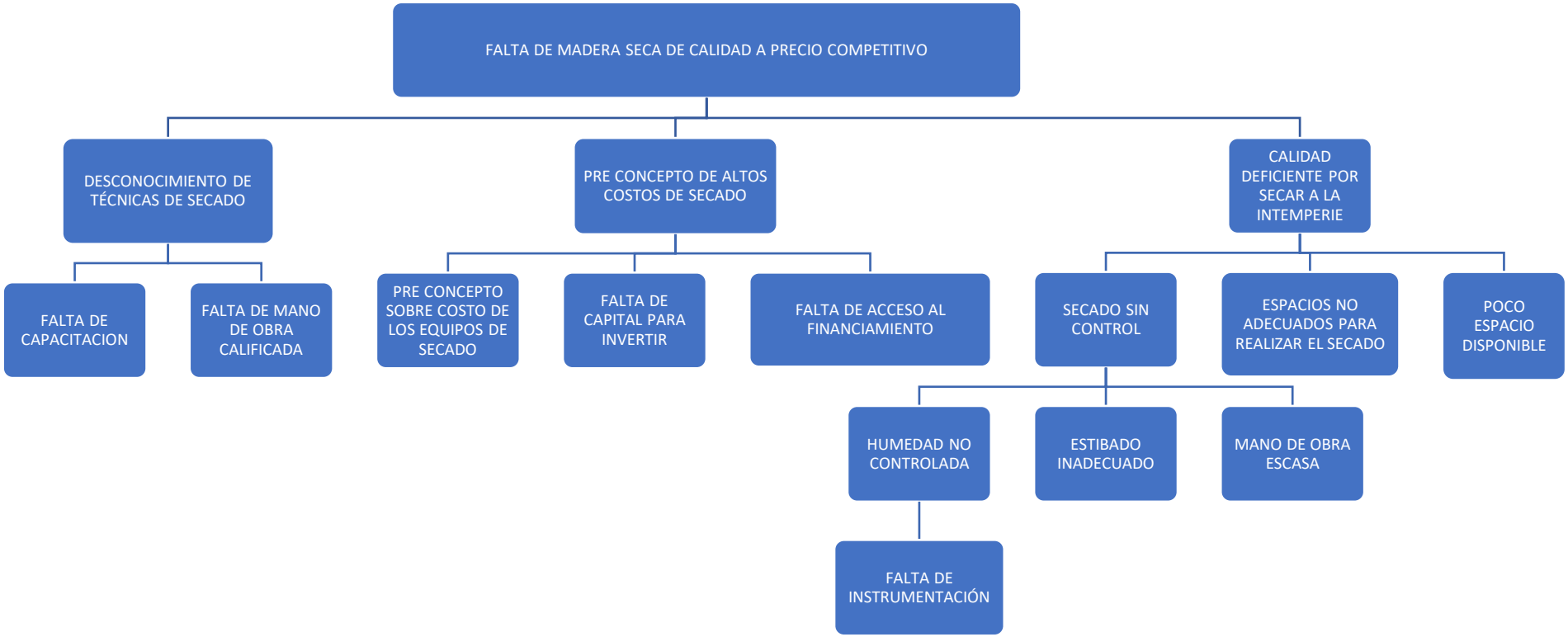
Del relevamiento realizado se pudieron encontrar varias causas y efectos de la situación actual, vinculados a la disponibilidad y el uso de la madera seca. Algunos de ellos son costos elevados de secadores, secado a la intemperie sin control, falta de capacitación, informalidad, falta de dinero para invertir y dificultades de acceso al financiamiento, espacios reducidos, mercado poco desarrollado. Todo esto repercute en productos de mala calidad, ingreso de "maderas sintéticas" que sustituyen la madera seca, bajo crecimiento del sector, inhibición del desarrollo de otros sectores como la fabricación de casas de madera, la exportación de madera de calidad, la valorización de montes, y otros puntos que se intentará ilustrar a continuación.

En primera instancia se presenta un cuadro con las causas y efectos para el sector aserradero y luego para las carpinterías y afines.

CAUSA / EFECTO ASERRADEROS



CAUSA / EFECTO CARPINTERÍAS Y AFINES



5. INVERSIONES NECESARIAS PARA LA INSTALACIÓN DE SECADEROS SOLARES

5.1. INVERSIONES INICIALES

Dado que no se han encontrado en Uruguay otras experiencias de hornos de secado solar para la madera, aparte de los realizados por el LATU y Forestal Caja Bancaria[6], se tomaron como referencia estos secaderos construidos años atrás, así como el recientemente construido por LATU en el Polo Educativo Tecnológico de UTU Tacuarembó y el que se desarrollará próximamente en Rivera.

En los informes publicados por el LATU[7], el valor de la inversión del módulo construido por Forestal Caja Bancaria -FCB- (año 2008) fue de US$ 4.800 y el construido por el LATU de US$ 5.215 (año 2004). El informe menciona que "Es importante resaltar que fueron construidos con diferentes fines. Si bien ambos hornos son a escala piloto, el horno de FCB se acerca más a lo que sería un horno a escala industrial, mientras que el horno solar del LATU se construyó con fines de investigación". En tal sentido se podría tomar como referencia los US$ 600/m^3 que menciona el artículo. Estos costos sólo contemplan los valores de la construcción y montaje, por lo que se debe considerar otros costos de desarrollo del proyecto. Más allá de las diferencias que pueden existir a la fecha respecto al tipo de cambio, inflación, etc., son valores de inversión relativamente bajos respecto a los que podrían resultar de la construcción de un secador convencional con caldera a vapor.

La inversión a efectuar debe incluir todos los recursos necesarios para fabricar y montar un módulo de secadero solar. Por tanto, deben contemplar además de los equipos y materiales, los servicios necesarios para la implementación del proyecto.

A continuación, se presentan los ítems que se deberían considerar a priori para desarrollar un proyecto de esta envergadura. Muchos de estos ítems seguramente se puedan evitar con la trasmisión de tecnología que se desarrollará en los polos tecnológicos de Tacuarembó y Rivera.

[6] Presentadas en el apartado 3.5.1 de este informe.
[7] Disponible en: Revista INNOTEC N°3, 2008. LATU, Montevideo, Uruguay. https://ojs.latu.org.uy/index.php/INNOTEC/article/view/30

- Proyecto:
  - Diseño e ingeniería del proyecto (cálculos mecánicos y térmicos).
  - Diseño del proyecto de obra civil y cerramientos.
  - Elaboración de planos y recaudos para la ejecución.
- Obras civiles:
  - Diseño estructural y planos para fabricación dependiendo del tipo de la forma en que se cargará el módulo (manual o mecanizado).
  - Fabricación de pisos y puntos de apoyo para la estructura.
  - Cámaras y desagües, pluviales.
- Equipamientos necesarios:
  - Ventiladores.
  - Tablero eléctrico.
  - Cables, guardamotores, bandejas.
  - Acometida eléctrica.
  - Sistema de ventilación.
  - Instrumentos de medición y control.
- Estructura:
  - Cerramiento de la cámara.
  - Aislación térmica.
  - Vidrio o placa transparente para el techo.
  - Placa o colector de radiación solar.
- Montaje:
  - Supervisión y dirección del montaje.
  - Mano de obra para el montaje.
  - Insumos varios.

Estos ítems se deberán estimar a partir de las experiencias del LATU, así como también del módulo que a inicios de 2021 se instaló en el Polo Educativo Tecnológico de UTU Tacuarembó. Si bien este y el que en breve se instalará en Rivera, se construyen con fines educativos y de apoyo a las MYPES del sector, servirán para tener un valor estimado de la inversión.

Tal como se mencionó en la descripción de los equipamientos, la parte edilicia del secadero se puede realizar tan económica como uno quiera. Es decir, la envolvente de la cámara de secado no tiene por qué ser construida en mampostería o en paneles de madera tipo “sándwich” de buena calidad, sino que, por el contrario, se podría fabricar usando tablas o costaneras del mismo

aserradero/carpintería, con el objetivo de abaratar costos para la MYPE y/o aprovechar materiales con los que cuenta. Lo importante es lograr una buena aislación térmica.

Por otro lado, la capacitación que se les pueda brindar dentro de los polos educativos tecnológicos a los diferentes interesados en construir este tipo de secaderos permitirá que ellos mismos puedan construir parte de los equipos necesarios (tales como el captador solar, las persianas o registros, además de la infraestructura mencionada anteriormente), a costos menores. Además de asistir a cursos, la contratación de técnicos que egresen de estos centros de estudios sea tanto por medio de pasantías o de trabajo efectivo, permitirá contar con personal con conocimientos técnicos y experiencia práctica en la tecnología incorporada, además de reducir los recursos económicos necesarios.

En nivel de automatismo que se puede emplear dependerá de la inversión que se quiera realizar. El control de temperatura y humedad podría permitir instalar un sistema que admita automatizar el ingreso de aire seco y retirar el aire saturado en agua que se genera al secar la madera, así como también controlar el recambio necesario del aire a medida que la radiación solar disminuye para evitar la condensación interna. Para ello, es necesario motorizar las persianas o registros y contar con un controlador que gobierne los diferentes parámetros del secador. Todo esto se puede realizar de manera manual mirando los valores de temperatura y humedad en los instrumentos, o podrá tener un grado de automatización intermedio.

Para el análisis económico se consideró un valor de inversión de unos U$S 20.000 para una unidad con una capacidad de secado de aproximadamente 5 m^3 de madera por corrida, que es el valor estimado por el LATU en función de lo que se ha invertido en construir el secadero recientemente instalando en el Polo Educativo Tecnológico de UTU Tacuarembó. Se considera que este es un escenario casi de máxima en cuanto a inversiones, ya que implicó el pago por parte de las instituciones[8], de todos los materiales, mano de obra contratada, aportes y leyes sociales, etc., en la construcción de un horno de secado asociado a una institución académica y realizado con materiales de la mejor calidad y durabilidad, donde se incluyen entre otros instrumentos y equipamientos de

[8] Realizaron aportes en dinero, así como en mano de obra, recursos técnicos, etc., el LATU, la Agencia Japonesa de Cooperación (JICA), el Consejo de Educación Técnico Profesional - UTU (CETP/UTU), en especial a través del Polo Educativo Tecnológico de Tacuarembó. La mano de obra para la construcción de los paneles y su montaje fue contraparte del LATU, y técnicos de UTU Tacuarembó colaboraron en el montaje con horas de contraparte.

control y medición, que no serían necesarios a priori, en una unidad de secado de una MYPE. Sumado a ello, está lo que se mencionó anteriormente respecto a la parte de la infraestructura que podría ser realizada con mano de obra y/o materiales disponibles en las MYPES. De igual forma se entiende pertinente usar este valor como referencia para realizar el análisis económico, si los resultados son favorables hará más robusto el proyecto y permitirá obtener mejores rentabilidades.

5.2. COSTOS OPERATIVOS

Para calcular los costos operativos se deberá tener claro el tamaño del secadero, conocer el ciclo de secado y el tipo de madera a secar, entre otros parámetros. A continuación, se presentan los principales costos operativos que tendrá el proceso:

- **Mano de obra:** El funcionamiento del secadero es muy simple, pero deberá tener determinada atención que permita regular y controlar las variables necesarias para lograr un secado óptimo. En este sentido, dependerá del nivel de automatismo que se instale la dependencia de la mano de obra para su control. Por otro lado, la carga y descarga de la cámara necesitará mano de obra, dado que es un proceso “batch”, es decir, se carga una vez y luego se espera a que alcance la humedad deseada para efectuar la descarga. La mano de obra a emplear para estas tareas podrá ser la existente en el aserradero/carpintería.
- **Costos de energía eléctrica:** El principal costo operativo será el de la energía eléctrica requerida para mover los ventiladores, que se podrá optimizar con el uso de variadores de velocidad. Luego de dimensionar los ventiladores se podrá estimar un consumo medio de energía eléctrica mensual, y dependiendo de la tarifa eléctrica existente en el predio será el costo a pagar por este insumo.
- **Otros costos operativos y de mantenimiento:** El costo por mantenimiento de un secador solar es muy bajo. Se deberá mantener en condiciones el captador solar, la aislación y el cerramiento, además de los equipos mecánicos y eléctricos que forman parte del sistema. Todas estas tareas podrían perfectamente ser realizadas por una única persona con conocimientos básicos de electricidad y mecánica. Es importante la capacitación que se pueda brindar desde los polos tecnológicos al

desarrollar los modelos que se construirán, así como también lo establecido por manuales y recomendaciones de los fabricantes.

Otro punto a considerar es la de un secador híbrido, pensando en sumar a la energía solar, energía térmica a través de la quema de residuos del propio proceso de aserrado o carpintería. Esta asociación hace que el secador necesite una operación más intensiva ya que requiere un mayor control, principalmente sobre la quema de los residuos. Sin embargo, por otro lado, permitiría tener una curva de secado constante a lo largo de las 24 horas cubriendo la parte del día en la que el aporte de energía solar es nulo. No pasa simplemente por colocar un quemador, prenderlo y listo, sino que esta alternativa demandaría invertir en un sistema de control para lograr un mejor monitoreo sobre la temperatura del aire que circula dentro de la cámara. Se necesitarán otros equipos como intercambiadores de calor para calentar el aire, ya sea en forma directa con los gases de la combustión de los residuos o calentando agua (esta última es una opción más costosa). Por otro lado, está la opción de usar los gases de combustión para circularlos dentro de la cámara, pero es algo que se deberá analizar con más detalle ya que implica otro control, principalmente debido a la temperatura de los gases (riesgo de deformación por secado rápido, riesgo de incendio, entre otras).

6. ANALISIS ECONÓMICO

Tal como se ha venido expresando, el secadero solar se presenta para las MYPES del sector, como una primera solución ante la falta de madera seca a precios competitivos, para valorizar sus productos en el caso de los aserraderos y reducir el costo de la materia prima en el caso de las carpinterías y afines. El elevado costo de inversión por parte de los secaderos convencionales que usan vapor como fuente de calor hace casi imposible su instalación en una MYPES tal como lo comentan la totalidad de los entrevistados.

Es por la anterior razón que se realizó el análisis económico para una instalación de menor inversión que sea accesible para las MYPES, tal como lo es el secadero solar. Dado que a la fecha no existen en Uruguay registro de secaderos solares comerciales (solo los experimentales mencionadas anteriormente), se deben realizar algunos supuestos para poder elaborar un análisis que fueron desarrollados a lo largo del presente trabajo.

Es importante considerar factores tales como los ciclos de secado y la capacidad de las cámaras que repercuten directamente sobre los costos del proceso.

En primera instancia se presentan los datos básicos a considerar:

a) Supuestos dimensionales:

- Madera a secar: eucalipto verde.
- Tamaño de las tablas: 8 pulgadas de ancho por 1 pulgada de espesor por 3,3 m de largo.
- Tiempo de secado: 2 meses (1,5 en verano y casi 3 en invierno según la experiencia del LATU).
- Tamaño del secadero: 50 $m^{2.}$
- Capacidad del secadero: 8 m^3 de madera sólida.
- Capacidad equivalente en tablas: 58 tablas por m^3 = 464 tablas.

b) Costos operativos:

- Mano de obra: Se podría considerar que no se necesitará mano de obra adicional a la ya existente en las empresas, tanto en la carpintería como en los aserraderos, dado que el proceso es *batch* (por lotes), es decir, se carga la cámara y luego se la descarga pasado el periodo definido de secado al alcanzar la humedad deseada. La operativa diaria dependerá del grado de automatización que se invierta, pero se considera algo básico

que implicará que se deban controlar los valores de temperatura y humedad del aire cada 3-4 horas para modificar la apertura de las clapetas y la velocidad de los ventiladores. En este punto se requerirá operar las unidades de forma de comenzar a contar con valores reales derivados de la propia experiencia para definir los tiempos y frecuencias que llevarían estas tareas. No obstante, sería razonable considerar que se realice con el personal existente ya que no insumiría más que unos minutos con una frecuencia de algunas horas dependiendo principalmente de la época del año y de las condiciones climáticas. Para el análisis económico se consideraron unas 3 horas diarias más 2 turnos de 8 horas de 2 personas para realizar la carga y descarga cada vez que finaliza un ciclo de secado. Esto sumaría unas 94 horas mensuales de mano de obra que se tomaron al valor vigente publicado por el MTSS para la categoría “Peón Especializado” grupo 6.2 – Aserraderos.

- Energía eléctrica: considerando el informe del LATU (Nota Técnica N°5[9]) se estimó en 1 ½ HP la potencia de cada ventilador (como valor máximo, y podrían incluso ser algo más chicos). Considerando 2 ventiladores, sensores e iluminación se pudo estimar la potencia eléctrica instalada en 3.1 kW. Para el cálculo se consideró el uso de variadores de velocidad en cada ventilador por lo que se debió estimar un factor de potencia de 70% (porcentaje medio mensual de potencia que se usará sobre la potencia instalada). Respecto a las horas de uso diario se consideraron 24 horas de acuerdo con la experiencia del LATU, pero con un control y monitoreo de las variables automatizado se podría reducir su uso principalmente durante la noche (dependerá de la época del año, de la humedad relativa del aire, etc., se deberá operar para determinar esos valores de acuerdo al funcionamiento particular de la unidad de secado en cuestión).
- Costos de mantenimiento: el mantenimiento en este tipo de unidades es mínimo ya que carece de elementos mecánicos que requieran gran mantenimiento. El mantenimiento mínimo lo integrarían el anual correspondiente a la cobertura de la cámara, el cambio de rodamiento en ventiladores, el uso de lubricantes y se debe prever también costos de reparación/sustitución anual de un determinado porcentaje de la instalación.

[9] Disponible en: https://catalogo.latu.org.uy/opac_css/doc_num.php?explnum_id=584

- Otros costos operativos: el uso de gasoil en un elevador para retirar la madera en caso de que se disponga de uno al finalizar cada ciclo de secado, para luego cargar la cámara nuevamente. De todas formas, se consideraron 2 jornales de trabajo de 2 personas durante cada ciclo de secado, algo que se podrá realizar en un tiempo reducido y a menor costo si se cuenta con un montacargas.

c) Inversión:

Tal como se mencionó en el Capítulo 5, el valor de inversión considerado para el análisis económico es de US$ 20.000[10]. A partir de este valor se realizaron sensibilidades considerando valores inferiores y superiores al mismo, en función de que los costos de los materiales y mano de obra puedan incrementarse (porque se deban comprar más materiales y/o contratar más mano de obra) o puedan disminuirse (se utiliza mayor cantidad de recursos materiales y/o humanos propios de la MYPE).

d) Precio de venta:

En la región se comercializan dos tipos de maderas con producción nacional: el pino y el eucalipto. El precio del pino secado en horno no es muy representativo ya que el mercado es casi nulo. Los aserraderos que la producen exportan casi la totalidad, y recientemente se comenzó a comercializar madera del aserradero Frutifor a precios de 0,84 US$/pie frente a los 0,66 U$S/pie de pino verde. En tal sentido se identifica una diferencia muy reducida, producto de que no es un mercado maduro y desarrollado, siendo la madera de pino usada mayormente para la construcción de viviendas. En cambio, en el caso del eucalipto es un mercado más desarrollado y la diferencia entre el precio de la madera secada en horno y la natural es de 3 veces: 3,65 U$S/pie frente a los 1.17 US$/pie de la madera secada en forma natural.

En este sentido se puede apreciar que las rentabilidades de las unidades de secado, están realizadas para lograr un precio competitivo de eucalipto secado en horno. Se propone como precio base 2,5 US$/pie (algo más de un 30% por debajo del precio medio actual del mercado).

Por otro lado, el pino dependerá de su inserción en el mercado para lograr que marque una diferencia entre el precio del secado en forma natural y el

[10] Valor estimado por el LATU en función de lo que se ha invertido en construir el secadero recientemente instalando en el Polo Educativo Tecnológico de UTU Tacuarembó.

secado en horno. Según los precios relevados, el pino secado en horno se comercializa a un valor entre 0,49 y 0,84 US$/pie, valores muy por debajo de los del eucalipto seco. Si se considera el valor de venta del pino verde promedio de 0,42 US$/pie, el valor al que se le podría adicionar luego de secado es muy bajo y difícilmente justifique la instalación de un horno de secado para esta madera. Por tanto, secar madera de pino actualmente resulta poco rentable y se debe esperar a que el mercado se desarrolle, y el análisis se centrará en el secado de madera de eucalipto.

Para efectuar el **análisis económico del eucalipto** se asumieron además los siguientes supuestos:

a) El aserradero que hoy comercializa la madera oreada a 0,74 US$/pie en promedio, lo secará y lo podrá vender a un precio mayor, por ejemplo, US$ 2.5 por pie. Con este precio tendrá un producto de calidad a un precio competitivo, que permita a su vez incorporar luego a estos precios el costo de fletes y los márgenes de distribución de barracas o comercializadores. Claro está que su valor estaría topeado en los 3,76 US$/pie que sería el precio de su competidor directo (URUFOR ejemplo). Este valor de 2,5 US$/pie es un 31% menor al valor actual del mercado, interesante si se logra obtener la madera de la misma calidad.

b) El carpintero que hoy compra la madera oreada a 0,74 US$/pie en promedio, la secará y tendrá una materia prima de calidad a precio menor, el cual se calculará en el análisis económico.

En lo que refiere al **costo del capital**, se consideraron dos escenarios: uno en el que la inversión la realiza en su totalidad el propietario y otra en que la el 100% de la inversión se realiza con de financiación a 36 meses (con una gracia de 3 meses) y una tasa de interés del 14% (valores financieros de plaza). Es sabido que raramente las instituciones financieras prestan el 100% de la inversión, pero se tomó este supuesto, en el entendido de que, en el marco de las actividades de apoyo a las MYPES de la madera de la región que se vienen realizando desde varias instituciones, se pueda obtener un financiamiento especial para las empresas del sector.

En resumen, a continuación, se presentan las condiciones base que se consideraron para realizar el análisis económico para el secado de eucalipto:

- Inversión: US$ 20.000.
- Financiación:
  - se consideró el caso de financiar el 100% a una tasa de interés del 14%, plazo del crédito 36 meses con 3 meses de gracia y
  - el caso de realizar con financiación 100 % propia.
- Precio de compra de la madera a secar: 0,74 US$/pie.
- Precio de venta de la madera a secar: 2.5 US$/pie.
- Se optó por considerar que desde el inicio se venderá el 100% de la producción, y no el considerar un crecimiento gradual de las ventas (que es lo que en general se realiza en un estudio de viabilidad económica), ya que por lo relevado con relación a las necesidades y oferta de madera eucalipto seca en la región, a los precios de venta supuestos, se considera que se logrará colocar toda la producción desde el inicio.

6.1. CASO A) ANALISIS ECONÓMICO DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL ASERRADERO

Se presenta inicialmente el caso base: inversión de US$ 20.000 y precio de venta de 2.5 US$/pie. A partir de este escenario base, se realizan las siguientes sensibilidades:

a) Inversión de US$ 12.000, precio de venta de 2.5 US$/pie
b) Inversión de US$ 20.000, precio de venta de 2 US$/pie
c) Inversión de US$ 25.000, precio de venta de 2 US$/pie
d) Inversión de US$ 12.000, precio de venta de 2 US$/pie
e) Inversión de US$ 20.000, precio de venta de 3 US$/pie

El motivo de realizar sensibilidades respecto a la inversión se basa en que (de acuerdo a lo relevado en las MYPES visitadas), es muy probable que usen parte de los recursos existentes en sus instalaciones (tanto en infraestructura, materiales, recursos humanos, etc.), para realizar la inversión necesaria. Con ello se reduciría sustancialmente el valor de la misma, y por ello se considera un valor estimado de U$S 12.000 en lugar de US$ 20.000. De igual manera si

surgieran imprevistos que impliquen un aumento en la inversión (imprevistos tales como movimientos de suelos, o encontrar vicios ocultos que obliguen a tener que incrementar los costos de la inversión o necesidad de contratar mano de obra especializada).

Por otro lado: ¿qué ocurre si no se logra colocar el producto base al valor de 2,5 US$ /pie y se debe bajar? En tal sentido se evalúa el análisis económico con un valor de 2 US$/pie. En cambio: ¿qué pasa si el mercado permite operar con un precio más alto?, por ejemplo, por una mejora en la calidad, ¿cuánto mejora la rentabilidad si el precio aumenta a US$ 3 por pie?

Al realizar estos análisis de sensibilidad, se busca evaluar la robustez respecto a los dos valores considerados como base para el análisis económico, tales como la inversión y el valor de venta.

6.1.1. ESTADO DE RESULTADOS Y FLUJO DE FONDOS – SECADOR SOLAR

Datos básicos

Tiempo de secado	2	meses
Capacidad de secado	8	m3
Tablas por m3	464	tablas
Cantidad de tablas por ciclo	3712	tablas
Cantidad equivalente en pie tablar	3392	pies
Precio por pie eucalipto verde	0,74	US$/pie
Precio de venta eucalipto seco	2,5	US$/pie
Inversión total	20000	US$

Otros datos

Tipo de cambio	42,5	$/US$
Mano de obra por ciclo de secado	2	personas
Mano de obra revisión diaria funcionamiento	3	horas una persona
Valor nominal hora	3,43	US$ (valor vigente según acta del MTSS para la categoría peón especializado, grupo 6.2 Aserraderos)
Costo empresa horario	4,28	U$S
Horas por jornal	8	horas
Jornales por cilco	2	jornales
Horas mensuales de RRHH	94	horas/mes

AÑO TIPO	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18	Mes 19	Mes 20	Mes 21	Mes 22	Mes 23	Mes 24	Mes 25	Mes 26	Mes 27	Mes 28	Mes 29	Mes 30	Mes 31	Mes 32	Mes 33	Mes 34	Mes 35	Mes 36
Ingresos																																				
Venta de madera seca	0	0	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240
Egresos																																				
Costo de lo vendido (promedio mensual)	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255
Margen bruto	**-1255**	**-1255**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**
Costos operativos y mantenimiento	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**
Mano de obra	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403
Energía eléctrica	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254
Costos de mantenimiento	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112
Repuestos mecánicos	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Grasa y aceites	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Repuestos eléctricos	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Mantenimiento captador solar	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Mantenimiento general cámara	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Otros gastos operativos	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Margen neto	**-2043**	**-2043**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**
Gastos de administracion y ventas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gastos de puesta a punto	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total gastos de funcionamiento	**3043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**
EBITDA	**-3043**	**-2043**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**
Amortización préstamo	0	0	0	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606
Intereses bancarios	233	233	233	233	226	219	212	205	198	191	184	177	170	163	156	148	141	134	127	120	113	106	99	92	85	78	71	64	57	49	42	35	28	21	14	7
RESULTADO ANTES DE IMPUESTOS	**-3276**	**-2276**	**1964**	**1964**	**1971**	**1978**	**1985**	**1992**	**1999**	**2006**	**2013**	**2020**	**2027**	**2034**	**2042**	**2049**	**2056**	**2063**	**2070**	**2077**	**2084**	**2091**	**2098**	**2105**	**2112**	**2119**	**2126**	**2133**	**2140**	**2148**	**2155**	**2162**	**2169**	**2176**	**2183**	**2190**
Flujo de fondos acumulado	**-3276**	**-5553**	**-3589**	**-1625**	**346**	**2324**	**4309**	**6301**	**8300**	**10306**	**12319**	**14339**	**16367**	**18401**	**20443**	**22491**	**24547**	**26610**	**28679**	**30756**	**32840**	**34931**	**37029**	**39134**	**41247**	**43366**	**45492**	**47626**	**49766**	**51914**	**54068**	**56230**	**58399**	**60575**	**62758**	**64948**

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) 30%

FLUJO DE FONDOS PROYECTADO
(Expresado en dólares americanos)

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
Ingresos Operativos		*42.400*	*50.880*	*50.880*
Ingresos por venta		42.400	50.880	50.880
Costos de producción		*(24.515)*	*(24.515)*	*(24.515)*
Costos Materia Prima		15.060	15.060	15.060
Costos Fijo - Personal		4.832	4.832	4.832
Costos directo - Energia Electrica		3.043	3.043	3.043
Costos directo - Mantenimiento		1.340	1.340	1.340
Otros gastos operativos		240	240	240
Costos de producción		*(1.000)*	-	-
Gastos de administracion y ventas		-	-	-
Gastos de instalacion		1.000	-	-
Total Flujo proveniente de actividades operativas		**16.885**	**26.365**	**26.365**
FLUJO PROVENIENTE DE ACTIVIDADES DE INVERSIÓN				
Inversión en Activo Fijo	*-20.000*	-	-	-
Instalación y montaje de secador	20.000			
Total Flujo proveniente de actividades de inversión	**20.000**	**-**	**-**	**-**
FLUJO PROVENIENTE DE ACTIVIDADES DE FINANCIAMIENTO				
Financiamiento bancario	*20.000*	*(8.000)*	*(8.842)*	*(7.824)*
Prestamos Bancarios (capital)	20000		-	-
Amortización de deuda (capital mas intereses)		8.000	8.842	7.824
Financiamiento propio	-	-	-	-
* Aporte propietario	-	-	-	-
Total Flujo proveniente de actividades de financiamiento	**20.000**	**(8.000)**	**(8.842)**	**(7.824)**
IMPUESTO A LA RENTA				
FLUJO DE FONDOS ANUAL	**-**	**8.885**	**17.522**	**18.541**
SALDO INICIAL FONDOS			**8.885**	**26.407**
SALDO FINAL FONDOS		**8.885**	**26.407**	**44.948**

*se toma como supuesto que en el marco de las actividades de apoyo a las MYPES de la madera de la región que se vienen realizando desde varias instituciones, se podrá obtener un financiamiento especial para las empresas del sector, que no requiera de aporte inicial por parte del propietario.

FINANCIACION – PRESTAMO A 36 MESES @ 14% DE INTERES, 3 MESES DE GRACIA

DETALLE	PRESTAMO	INTERESES
CAPITAL	20.000	14%
PLAZO	36,00	MESES
GRACIA	3,00	MESES
CUOTA	**606**	**X MES**

	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15	MES 16	MES 17	MES 18	MES 19	MES 20	MES 21	MES 22	MES 23	MES 24	MES 25	MES 26	MES 27	MES 28	MES 29	MES 30	MES 31	MES 32	MES 33	MES 34	MES 35	MES 36
SALDO CAPITAL	20.000	20.000	20.000	20.000	19.394	18.788	18.182	17.576	16.970	16.364	15.758	15.152	14.545	13.939	13.333	12.727	12.121	11.515	10.909	10.303	9.697	9.091	8.485	7.879	7.273	6.667	6.061	5.455	4.849	4.242	3.636	3.030	2.424	1.818	1.212	606
CAPITAL	0	0	0	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606
INTERESES	233	233	233	233	226	219	212	205	198	191	184	177	170	163	156	148	141	134	127	120	113	106	99	92	85	78	71	64	57	49	42	35	28	21	14	7
TOTAL A PAGAR	233	233	233	839	832	825	818	811	804	797	790	783	776	769	762	755	747	740	733	726	719	712	705	698	691	684	677	670	663	656	648	641	634	627	620	613
SALDO	20.000	20.000	20.000	19.394	18.788	18.182	17.576	16.970	16.364	15.758	15.152	14.545	13.939	13.333	12.727	12.121	11.515	10.909	10.303	9.697	9.091	8.485	7.879	7.273	6.667	6.061	5.455	4.849	4.242	3.636	3.030	2.424	1.818	1.212	606	0

Por otro lado, se analizó la rentabilidad en caso de que el capital invertido (US$ 20.000) sea propio, en este caso se obtiene una rentabilidad del 62% y un repago de 15 meses.

FLUJO DE FONDOS PROYECTADO
(Expresado en dólares americanos)

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
Ingresos Operativos		*42.400*	*50.880*	*50.880*
Ingresos por venta		42.400	50.880	50.880
Costos de producción		*(24.515)*	*(24.515)*	*(24.515)*
Costos Materia Prima		15.060	15.060	15.060
Costos Fijo - Personal		4.832	4.832	4.832
Costos directo - Energia Electrica		3.043	3.043	3.043
Costos directo - Mantenimiento		1.340	1.340	1.340
Otros gastos operativos		240	240	240
Gastos de administracion y ventas		-	-	-
Gastos de instalacion		-	-	-
Total Flujo proveniente de actividades operativas		**17.885**	**26.365**	**26.365**
FLUJO PROVENIENTE DE ACTIVIDADES DE INVERSIÓN				
Inversión en Activo Fijo	*-20.000*	-	-	-
Instalación y montaje de secador	20.000			
Total Flujo proveniente de actividades de inversión	**20.000**	**-**	**-**	**-**
FLUJO PROVENIENTE DE ACTIVIDADES DE FINANCIAMIENTO				
Financiamiento bancario	-	-	-	-
Prestamos Bancarios (capital)	0		-	-
Amortización de deuda (capital mas intereses)				
Financiamiento propio	*20.000*	-	-	-
Aporte propietario	20.000	-	-	-
Total Flujo proveniente de actividades de financiamiento	**-**	**-**	**-**	**-**
IMPUESTO A LA RENTA				
FLUJO DE FONDOS ANUAL	**(20.000)**	**17.885**	**26.365**	**26.365**
SALDO INICIAL FONDOS			**(2.115)**	**24.250**
SALDO FINAL FONDOS	**(20.000)**	**(2.115)**	**24.250**	**50.614**

TIR	**62%**

6.1.2. SENSIBILIDAD

INVERSIÓN US$ 12.000 – PRECIO DE VENTA 2,5 US$/PIE

Datos básicos

Tiempo de secado	2	meses
Capacidad de secado	8	m3
Tablas por m3	464	tablas
Cantidad de tablas por ciclo	3712	tablas
Cantidad equivalente en pie tablar	3392	pies
Precio por pie eucalipto verde	0,74	US$/pie
Precio de venta eucalipto seco	2,5	US$/pie
Inversión total	12000	US$

Otros datos

Tipo de cambio	42,5	$/US$
Mano de obra por ciclo de secado	2	personas
Mano de obra revisión diaria funcionamiento	3	horas una persona
Valor nominal hora	3,43	US$ (valor vigente según acta del MTSS para la categoría peón especializado, grupo 6.2 Aserraderos)
Costo empresa horario	4,28	U$S
Horas por jornal	8	horas
Jornales por cilco	2	jornales
Horas mensuales de RRHH	94	horas/mes

AÑO TIPO	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18	Mes 19	Mes 20	Mes 21	Mes 22	Mes 23	Mes 24	Mes 25	Mes 26	Mes 27	Mes 28	Mes 29	Mes 30	Mes 31	Mes 32	Mes 33	Mes 34	Mes 35	Mes 36
Ingresos																																				
Venta de madera seca	0	0	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240	4240
Egresos																																				
Costo de lo vendido (promedio mensual)	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255
Margen bruto	**-1255**	**-1255**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**	**2985**
Costos operativos y mantenimiento	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**
Mano de obra	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403
Energía eléctrica	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254
Costos de mantenimiento	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112
Repuestos mecánicos	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Grasa y aceites	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Repuestos eléctricos	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Mantenimiento captador solar	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Mantenimiento general cámara	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Otros gastos operativos	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Margen neto	**-2043**	**-2043**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**
Gastos de administracion y ventas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gastos de puesta a punto	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total gastos de funcionamiento	**3043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**
EBITDA	**-3043**	**-2043**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**	**2197**
Amortización préstamo	0	0	0	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364
Intereses bancarios	140	140	140	140	136	132	127	123	119	115	110	106	102	98	93	89	85	81	76	72	68	64	59	55	51	47	42	38	34	30	25	21	17	13	8	4
RESULTADO ANTES DE IMPUESTOS	**-3183**	**-2183**	**2057**	**2057**	**2061**	**2066**	**2070**	**2074**	**2078**	**2083**	**2087**	**2091**	**2095**	**2099**	**2104**	**2108**	**2112**	**2116**	**2121**	**2125**	**2129**	**2133**	**2138**	**2142**	**2146**	**2150**	**2155**	**2159**	**2163**	**2167**	**2172**	**2176**	**2180**	**2184**	**2189**	**2193**
Flujo de fondos acumulado	**-3183**	**-5366**	**-3309**	**-1252**	**810**	**2875**	**4945**	**7019**	**9097**	**11180**	**13266**	**15357**	**17453**	**19552**	**21656**	**23764**	**25876**	**27993**	**30113**	**32238**	**34367**	**36501**	**38639**	**40780**	**42927**	**45077**	**47232**	**49391**	**51554**	**53721**	**55893**	**58068**	**60249**	**62433**	**64622**	**66814**

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) 32%

INVERSIÓN US$20.000 – PRECIO DE VENTA 2 US$/PIE

Datos básicos

Tiempo de secado	2	meses
Capacidad de secado	8	m3
Tablas por m3	464	tablas
Cantidad de tablas por ciclo	3712	tablas
Cantidad equivalente en pie tablar	3392	pies
Precio por pie eucalipto verde	0,74	US$/pie
Precio de venta eucalipto seco	2	US$/pie
Inversión total	20000	US$

Otros datos

Tipo de cambio	42,5	$/US$
Mano de obra por ciclo de secado	2	personas
Mano de obra revisión diaria funcionamiento	3	horas una persona
Valor nominal hora	3,43	US$ (valor vigente según acta del MTSS para la categoría peón especializado, grupo 6.2 Aserraderos)
Costo empresa horario	4,28	U$S
Horas por jornal	8	horas
Jornales por cilco	2	jornales
Horas mensuales de RRHH	94	horas/mes

AÑO TIPO	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18	Mes 19	Mes 20	Mes 21	Mes 22	Mes 23	Mes 24	Mes 25	Mes 26	Mes 27	Mes 28	Mes 29	Mes 30	Mes 31	Mes 32	Mes 33	Mes 34	Mes 35	Mes 36
Ingresos																																				
Venta de madera seca	0	0	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392
Egresos																																				
Costo de lo vendido (promedio mensual)	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255
Margen bruto	**-1255**	**-1255**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**
Costos operativos y mantenimiento	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**
Mano de obra	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403
Energía eléctrica	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254
Costos de mantenimiento	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112
Repuestos mecánicos	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Grasa y aceites	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Repuestos eléctricos	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Mantenimiento captador solar	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Mantenimiento general cámara	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Otros gastos operativos	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Margen neto	**-2043**	**-2043**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**
Gastos de administracion y ventas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gastos de puesta a punto	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total gastos de funcionamiento	**3043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**
EBITDA	**-3043**	**-2043**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**
Amortización préstamo	0	0	0	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606
Intereses bancarios	233	233	233	233	226	219	212	205	198	191	184	177	170	163	156	148	141	134	127	120	113	106	99	92	85	78	71	64	57	49	42	35	28	21	14	7
RESULTADO ANTES DE IMPUESTOS	**-3276**	**-2276**	**1116**	**1116**	**1123**	**1130**	**1137**	**1144**	**1151**	**1158**	**1165**	**1172**	**1179**	**1186**	**1194**	**1201**	**1208**	**1215**	**1222**	**1229**	**1236**	**1243**	**1250**	**1257**	**1264**	**1271**	**1278**	**1285**	**1292**	**1300**	**1307**	**1314**	**1321**	**1328**	**1335**	**1342**
Flujo de fondos acumulado	**-3276**	**-5553**	**-4437**	**-3321**	**-2198**	**-1068**	**69**	**1213**	**2364**	**3522**	**4687**	**5859**	**7039**	**8225**	**9419**	**10619**	**11827**	**13042**	**14263**	**15492**	**16728**	**17971**	**19221**	**20478**	**21743**	**23014**	**24292**	**25578**	**26870**	**28170**	**29476**	**30790**	**32111**	**33439**	**34774**	**36116**

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) 18%

INVERSION US$ 25.000 – PRECIO DE VENTA 2 US$/PIE

Datos básicos

Tiempo de secado	2	meses
Capacidad de secado	8	m3
Tablas por m3	464	tablas
Cantidad de tablas por ciclo	3712	tablas
Cantidad equivalente en pie tablar	3392	pies
Precio por pie eucalipto verde	0,74	US$/pie
Precio de venta eucalipto seco	2	US$/pie
Inversión total	25000	US$

Otros datos

Tipo de cambio	42,5	$/US$
Mano de obra por ciclo de secado	2	personas
Mano de obra revisión diaria funcionamiento	3	horas una persona
Valor nominal hora	3,43	US$ (valor vigente según acta del MTSS para la categoría peón especializado, grupo 6.2 Aserraderos)
Costo empresa horario	4,28	U$S
Horas por jornal	8	horas
Jornales por cilco	2	jornales
Horas mensuales de RRHH	94	horas/mes

AÑO TIPO	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18	Mes 19	Mes 20	Mes 21	Mes 22	Mes 23	Mes 24	Mes 25	Mes 26	Mes 27	Mes 28	Mes 29	Mes 30	Mes 31	Mes 32	Mes 33	Mes 34	Mes 35	Mes 36
Ingresos																																				
Venta de madera seca	0	0	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392
Egresos																																				
Costo de lo vendido (promedio mensual)	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255
Margen bruto	**-1255**	**-1255**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**
Costos operativos y mantenimiento	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**
Mano de obra	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403
Energía eléctrica	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254
Costos de mantenimiento	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112
Repuestos mecánicos	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Grasa y aceites	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Repuestos eléctricos	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Mantenimiento captador solar	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Mantenimiento general cámara	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Otros gastos operativos	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Margen neto	**-2043**	**-2043**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**
Gastos de administracion y ventas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gastos de puesta a punto	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total gastos de funcionamiento	**3043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**
EBITDA	**-3043**	**-2043**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**
Amortización préstamo	0	0	0	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758
Intereses bancarios	292	292	292	292	283	274	265	256	247	239	230	221	212	203	194	186	177	168	159	150	141	133	124	115	106	97	88	80	71	62	53	44	35	27	18	9
RESULTADO ANTES DE IMPUESTOS	**-3335**	**-2335**	**1057**	**1057**	**1066**	**1075**	**1084**	**1093**	**1102**	**1110**	**1119**	**1128**	**1137**	**1146**	**1155**	**1163**	**1172**	**1181**	**1190**	**1199**	**1208**	**1216**	**1225**	**1234**	**1243**	**1252**	**1261**	**1270**	**1278**	**1287**	**1296**	**1305**	**1314**	**1323**	**1331**	**1340**
Flujo de fondos acumulado	**-3335**	**-5669**	**-4612**	**-3554**	**-2488**	**-1413**	**-329**	**764**	**1865**	**2976**	**4095**	**5223**	**6360**	**7506**	**8660**	**9824**	**10996**	**12177**	**13367**	**14566**	**15774**	**16990**	**18215**	**19450**	**20693**	**21944**	**23205**	**24475**	**25753**	**27040**	**28336**	**29641**	**30955**	**32277**	**33609**	**34949**

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) 17%

INVERSION US$ 12.000 – PRECIO DE VENTA 2 US$/PIE

Datos básicos

Tiempo de secado	2	meses
Capacidad de secado	8	m3
Tablas por m3	464	tablas
Cantidad de tablas por ciclo	3712	tablas
Cantidad equivalente en pie tablar	3392	pies
Precio por pie eucalipto verde	0,74	US$/pie
Precio de venta eucalipto seco	2	US$/pie
Inversión total	12000	US$

Otros datos

Tipo de cambio	42,5	$/US$
Mano de obra por ciclo de secado	2	personas
Mano de obra revisión diaria funcionamiento	3	horas una persona
Valor nominal hora	3,43	US$ (valor vigente según acta del MTSS para la categoría peón especializado, grupo 6.2 Aserraderos)
Costo empresa horario	4,28	U$S
Horas por jornal	8	horas
Jornales por cilco	2	jornales
Horas mensuales de RRHH	94	horas/mes

AÑO TIPO	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18	Mes 19	Mes 20	Mes 21	Mes 22	Mes 23	Mes 24	Mes 25	Mes 26	Mes 27	Mes 28	Mes 29	Mes 30	Mes 31	Mes 32	Mes 33	Mes 34	Mes 35	Mes 36
Ingresos																																				
Venta de madera seca	0	0	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392	3392
Egresos																																				
Costo de lo vendido (promedio mensual)	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255
Margen bruto	**-1255**	**-1255**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**	**2137**
Costos operativos y mantenimiento	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**
Mano de obra	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403
Energía eléctrica	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254
Costos de mantenimiento	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112
Repuestos mecánicos	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Grasa y aceites	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Repuestos eléctricos	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Mantenimiento captador solar	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Mantenimiento general cámara	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Otros gastos operativos	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Margen neto	**-2043**	**-2043**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**
Gastos de administracion y ventas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gastos de puesta a punto	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total gastos de funcionamiento	**3043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**
EBITDA	**-3043**	**-2043**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**	**1349**
Amortización préstamo	0	0	0	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364
Intereses bancarios	140	140	140	140	136	132	127	123	119	115	110	106	102	98	93	89	85	81	76	72	68	64	59	55	51	47	42	38	34	30	25	21	17	13	8	4
RESULTADO ANTES DE IMPUESTOS	**-3183**	**-2183**	**1209**	**1209**	**1213**	**1218**	**1222**	**1226**	**1230**	**1235**	**1239**	**1243**	**1247**	**1251**	**1256**	**1260**	**1264**	**1268**	**1273**	**1277**	**1281**	**1285**	**1290**	**1294**	**1298**	**1302**	**1307**	**1311**	**1315**	**1319**	**1324**	**1328**	**1332**	**1336**	**1341**	**1345**
Flujo de fondos acumulado	**-3183**	**-5366**	**-4157**	**-2948**	**-1734**	**-517**	**705**	**1931**	**3161**	**4396**	**5634**	**6877**	**8125**	**9376**	**10632**	**11892**	**13156**	**14425**	**15697**	**16974**	**18255**	**19541**	**20831**	**22124**	**23423**	**24725**	**26032**	**27343**	**28658**	**29977**	**31301**	**32628**	**33961**	**35297**	**36638**	**37982**

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) 20%

INVERSIÓN US$ 20.000 – PRECIO DE VENTA 3 US$/PIE

Datos básicos

Tiempo de secado	2	meses
Capacidad de secado	8	m3
Tablas por m3	464	tablas
Cantidad de tablas por ciclo	3712	tablas
Cantidad equivalente en pie tablar	3392	pies
Precio por pie eucalipto verde	0,74	US$/pie
Precio de venta eucalipto seco	3	US$/pie
Inversión total	20000	US$

Otros datos

Tipo de cambio	42,5	$/US$
Mano de obra por ciclo de secado	2	personas
Mano de obra revisión diaria funcionamiento	3	horas una persona
Valor nominal hora	3,43	US$ (valor vigente según acta del MTSS para la categoría peón especializado, grupo 6.2 Aserraderos)
Costo empresa horario	4,28	U$S
Horas por jornal	8	horas
Jornales por cilco	2	jornales
Horas mensuales de RRHH	94	horas/mes

AÑO TIPO	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18	Mes 19	Mes 20	Mes 21	Mes 22	Mes 23	Mes 24	Mes 25	Mes 26	Mes 27	Mes 28	Mes 29	Mes 30	Mes 31	Mes 32	Mes 33	Mes 34	Mes 35	Mes 36
Ingresos																																				
Venta de madera seca	0	0	5088	5088	5088	5088	5088	5088	5088	5088	5088	5088	5088	5088	5088	5088	5088	5088	5088	5088	5088	5088	5088	5088	5088	5088	5088	5088	5088	5088	5088	5088	5088	5088	5088	5088
Egresos																																				
Costo de lo vendido (promedio mensual)	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255
Margen bruto	**-1255**	**-1255**	**3833**	**3833**	**3833**	**3833**	**3833**	**3833**	**3833**	**3833**	**3833**	**3833**	**3833**	**3833**	**3833**	**3833**	**3833**	**3833**	**3833**	**3833**	**3833**	**3833**	**3833**	**3833**	**3833**	**3833**	**3833**	**3833**	**3833**	**3833**	**3833**	**3833**	**3833**	**3833**	**3833**	**3833**
Costos operativos y mantenimiento	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**
Mano de obra	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403
Energía eléctrica	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254
Costos de mantenimiento	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112
Repuestos mecánicos	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Grasa y aceites	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Repuestos eléctricos	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Mantenimiento captador solar	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Mantenimiento general cámara	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Otros gastos operativos	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Margen neto	**-2043**	**-2043**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**
Gastos de administracion y ventas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gastos de puesta a punto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total gastos de funcionamiento	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**
EBITDA	**-2043**	**-2043**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**	**3045**
Amortización préstamo	0	0	0	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606
Intereses bancarios	233	233	233	233	226	219	212	205	198	191	184	177	170	163	156	148	141	134	127	120	113	106	99	92	85	78	71	64	57	49	42	35	28	21	14	7
RESULTADO ANTES DE IMPUESTOS	**-2276**	**-2276**	**2812**	**2812**	**2819**	**2826**	**2833**	**2840**	**2847**	**2854**	**2861**	**2868**	**2875**	**2882**	**2890**	**2897**	**2904**	**2911**	**2918**	**2925**	**2932**	**2939**	**2946**	**2953**	**2960**	**2967**	**2974**	**2981**	**2988**	**2996**	**3003**	**3010**	**3017**	**3024**	**3031**	**3038**
Flujo de fondos acumulado	**-2276**	**-4553**	**-1741**	**1071**	**3890**	**6716**	**9549**	**12389**	**15236**	**18090**	**20951**	**23819**	**26695**	**29577**	**32467**	**35363**	**38267**	**41178**	**44095**	**47020**	**49952**	**52891**	**55837**	**58790**	**61751**	**64718**	**67692**	**70674**	**73662**	**76658**	**79660**	**82670**	**85687**	**88711**	**91742**	**94780**

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) 50%

Cuando resumen sensibilidad:

Inversión (US$)	Precio de venta (US$/pie)	TIR
12.000	2.5	32%
20.000	2	18%
25.000	2	17%
12.000	2	20%
20.000	3	40%

En resumen, se puede apreciar que la sensibilidad es mayor al precio de venta que al costo de capital. Un precio de venta menor a 2 US$/pie tendería a perder rentabilidad dependiendo de la inversión a realizar. El proyecto tiene una rentabilidad atractiva, superior al 30%, para un precio de venta de 2.5 US$/pie, valor que sin lugar a duda el mercado aceptará e incluso podrá ser algo superior, teniendo como tope al precio de venta de su competidor directo (madera que se seca en horno convencional). Por lo tanto, desde el punto de vista de los aserraderos se podría considerar como un proyecto interesante con buena rentabilidad.

6.2. CASO B) ANALISIS ECONÓMICO DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL CARPINTERO

El análisis desde el punto de vista del carpintero se debió enfocar de otra manera. Ellos no van a secar la madera para venderla, sino para usarla como materia prima. Por lo tanto, al precio que la compran (0,74 US$/pie en promedio, eucalipto oreado) se debió sumar los costos que implica la instalación, operación y mantenimiento del secadero, y el costo del capital.

Además de mantener los supuestos del análisis anterior, se realizaron **dos consideraciones para realizar el análisis**:

a) Precio de venta: en este caso el análisis se realizó para definir el precio de venta de forma que la tasa interna de retorno fuese nula. La utilidad estará en el precio de venta del producto que elabore con esta madera.

b) Mano de obra: se consideró nula, ya que se estimó que lo harán con la mano de obra que hoy realizan el secado natural y el movimiento de las tablas dentro de su predio, en concordancia a lo que se pudo apreciar al momento de realizar las visitas.

Respecto a las **sensibilidades** para evaluar la robustez de los resultados obtenidos, se realizaron las siguientes:

A) Inversión US$ 20.000; TIR 0%; 120 horas de mano de obra
(se mantiene el valor de la inversión, pero se le agrega mano de obra en la operación del secadero).

B) Inversión US$ 12.000; TIR 0%; mano de obra propia
(se hace el supuesto de que parte de la inversión la realizan con materiales y recursos que disponen en sus instalaciones).

C) Inversión US$ 25.000; TIR 0%; mano de obra propia
(se hace el supuesto de la que la inversión supera al valor estimado inicialmente).

FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES Y DE MYPES

LATU

CAF BANCO DE DESARROLLO DE AMÉRICA LATINA

Datos básicos

Tiempo de secado	2	meses
Capacidad de secado	8	m3
Tablas por m3	464	tablas
Cantidad de tablas por ciclo	3712	tablas
Cantidad equivalente en pie tabl	3392	pies
Precio por pie eucalipto verde	0,74	US$/pie
Precio de venta eucalipto seco	1,19	US$/pie
Inversión total	20000	US$

Otros datos

Tipo de cambio	42,5	$/US$
Mano de obra por ciclo de secado	0	personas
Mano de obra revisión diaria funcionamiento	0	horas una persona
Valor nominal hora	3,43	US$ (valor vigente según acta del MTSS para la categoría peón especializado, grupo 6.2 Aserraderos)
Costo empresa horario	4,28	U$S
Horas por jornal	8	horas
Jornales por cilco	2	jornales
Horas mensuales de RRHH	0	horas/mes

AÑO TIPO	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18	Mes 19	Mes 20	Mes 21	Mes 22	Mes 23	Mes 24	Mes 25	Mes 26	Mes 27	Mes 28	Mes 29	Mes 30	Mes 31	Mes 32	Mes 33	Mes 34	Mes 35	Mes 36
Ingresos																																				
Venta de madera seca	0	0	2018,2	2018,2	2018,2	2018,2	2018,2	2018,2	2018,2	2018,2	2018,2	2018,2	2018,2	2018,2	2018,2	2018,2	2018,2	2018,2	2018,2	2018,2	2018,2	2018,2	2018,2	2018,2	2018,2	2018,2	2018,2	2018,2	2018,2	2018,2	2018,2	2018,2	2018,2	2018,2	2018,2	2018,2
Egresos																																				
Costo de lo vendido (promedio mensual)	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255
Margen bruto	**-1255**	**-1255**	**763**	**763**	**763**	**763**	**763**	**763**	**763**	**763**	**763**	**763**	**763**	**763**	**763**	**763**	**763**	**763**	**763**	**763**	**763**	**763**	**763**	**763**	**763**	**763**	**763**	**763**	**763**	**763**	**763**	**763**	**763**	**763**	**763**	**763**
Costos operativos y mantenimiento	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**
Mano de obra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Energía eléctrica	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254
Costos de mantenimiento	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112
Repuestos mecánicos	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Grasa y aceites	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Repuestos eléctricos	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Mantenimiento captador solar	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Mantenimiento general cámara	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Otros gastos operativos	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Margen neto	**-1640**	**-1640**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**
Gastos de administracion y ventas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total gastos de funcionamiento	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**
EBITDA	**-1640**	**-1640**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**	**378**
Amortización préstamo	0	0	0	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606
Intereses bancarios	233	233	233	233	226	219	212	205	198	191	184	177	170	163	156	148	141	134	127	120	113	106	99	92	85	78	71	64	57	49	42	35	28	21	14	7
RESULTADO ANTES DE IMPUESTOS	**-1874**	**-1874**	**145**	**145**	**152**	**159**	**166**	**173**	**180**	**187**	**194**	**201**	**208**	**215**	**222**	**229**	**237**	**244**	**251**	**258**	**265**	**272**	**279**	**286**	**293**	**300**	**307**	**314**	**321**	**328**	**336**	**343**	**350**	**357**	**364**	**371**
Flujo de fondos acumulado	**-1874**	**-3747**	**-3603**	**-3458**	**-3306**	**-3147**	**-2982**	**-2809**	**-2629**	**-2441**	**-2247**	**-2046**	**-1838**	**-1622**	**-1400**	**-1171**	**-934**	**-690**	**-440**	**-182**	**83**	**355**	**634**	**920**	**1213**	**1513**	**1821**	**2135**	**2456**	**2785**	**3120**	**3463**	**3813**	**4169**	**4533**	**4904**

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) 0%

El precio de la materia prima seca obtenido para una TIR de 0% y sin considerar costos de mano de obra es de 1,19 US$/pie.

6.2.1. SENSIBILIDAD

a) INVERSIÓN US$ 20.000 – TIR 0% - MANO DE OBRA CON EL MISMO COSTO QUE SE CONSIDERÓ PARA LOS ASERRADEROS (120 HORAS)

Datos básicos

Tiempo de secado	2	meses
Capacidad de secado	8	m3
Tablas por m3	464	tablas
Cantidad de tablas por ciclo	3712	tablas
Cantidad equivalente en pie tabl	3392	pies
Precio por pie eucalipto verde	0,74	US$/pie
Precio de venta eucalipto seco	1,46	US$/pie
Inversión total	20000	US$

Otros datos

Tipo de cambio	42,5	$/US$
Mano de obra por ciclo de secado	2	personas
Mano de obra revisión diaria funcionamiento	3	horas una persona
Valor nominal hora	3,43	US$ (valor vigente según acta del MTSS para la categoría peón especializado, grupo 6.2 Aserraderos)
Costo empresa horario	4,28	U$S
Horas por jornal	8	horas
Jornales por cilco	2	jornales
Horas mensuales de RRHH	94	horas/mes

AÑO TIPO	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18	Mes 19	Mes 20	Mes 21	Mes 22	Mes 23	Mes 24	Mes 25	Mes 26	Mes 27	Mes 28	Mes 29	Mes 30	Mes 31	Mes 32	Mes 33	Mes 34	Mes 35	Mes 36
Ingresos																																				
Venta de madera seca	0	0	2476,2	2476,2	2476,2	2476,2	2476,2	2476,2	2476,2	2476,2	2476,2	2476,2	2476,2	2476,2	2476,2	2476,2	2476,2	2476,2	2476,2	2476,2	2476,2	2476,2	2476,2	2476,2	2476,2	2476,2	2476,2	2476,2	2476,2	2476,2	2476,2	2476,2	2476,2	2476,2	2476,2	2476,2
Egresos																																				
Costo de lo vendido (promedio mensual)	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255
Margen bruto	**-1255**	**-1255**	**1221**	**1221**	**1221**	**1221**	**1221**	**1221**	**1221**	**1221**	**1221**	**1221**	**1221**	**1221**	**1221**	**1221**	**1221**	**1221**	**1221**	**1221**	**1221**	**1221**	**1221**	**1221**	**1221**	**1221**	**1221**	**1221**	**1221**	**1221**	**1221**	**1221**	**1221**	**1221**	**1221**	**1221**
Costos operativos y mantenimiento	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**	**788**
Mano de obra	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	403
Energía eléctrica	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254
Costos de mantenimiento	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112
Repuestos mecánicos	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Grasa y aceites	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Repuestos eléctricos	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Mantenimiento captador solar	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Mantenimiento general cámara	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Otros gastos operativos	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Margen neto	**-2043**	**-2043**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**
Gastos de administracion y ventas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total gastos de funcionamiento	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**	**2043**
EBITDA	**-2043**	**-2043**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**	**433**
Amortización préstamo	0	0	0	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606
Intereses bancarios	233	233	233	233	226	219	212	205	198	191	184	177	170	163	156	148	141	134	127	120	113	106	99	92	85	78	71	64	57	49	42	35	28	21	14	7
RESULTADO ANTES DE IMPUESTOS	**-2276**	**-2276**	**200**	**200**	**207**	**214**	**221**	**228**	**235**	**242**	**249**	**256**	**264**	**271**	**278**	**285**	**292**	**299**	**306**	**313**	**320**	**327**	**334**	**341**	**348**	**355**	**363**	**370**	**377**	**384**	**391**	**398**	**405**	**412**	**419**	**426**
Flujo de fondos acumulado	**-2276**	**-4553**	**-4353**	**-4153**	**-3946**	**-3732**	**-3511**	**-3282**	**-3047**	**-2805**	**-2556**	**-2299**	**-2036**	**-1765**	**-1487**	**-1203**	**-911**	**-612**	**-306**	**7**	**327**	**654**	**989**	**1330**	**1678**	**2034**	**2396**	**2766**	**3142**	**3526**	**3917**	**4315**	**4720**	**5132**	**5551**	**5977**

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	**0%**

b) INVERSIÓN US$ 12.000 – TIR 0% - MANO DE OBRA SIN COSTO

Datos básicos

Tiempo de secado	2	meses
Capacidad de secado	8	m3
Tablas por m3	464	tablas
Cantidad de tablas por ciclo	3712	tablas
Cantidad equivalente en pie tabl	3392	pies
Precio por pie eucalipto verde	0,74	US$/pie
Precio de venta eucalipto seco	1,15	US$/pie
Inversión total	12000	US$

Otros datos

Tipo de cambio	42,5	$/US$
Mano de obra por ciclo de secado	0	personas
Mano de obra revisión diaria funcionamiento	0	horas una persona
Valor nominal hora	3,43	US$ (valor vigente según acta del MTSS para la categoría peón especializado, grupo 6.2 Aserraderos)
Costo empresa horario	4,28	U$S
Horas por jornal	8	horas
Jornales por cilco	2	jornales
Horas mensuales de RRHH	0	horas/mes

AÑO TIPO	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18	Mes 19	Mes 20	Mes 21	Mes 22	Mes 23	Mes 24	Mes 25	Mes 26	Mes 27	Mes 28	Mes 29	Mes 30	Mes 31	Mes 32	Mes 33	Mes 34	Mes 35	Mes 36
Ingresos																																				
Venta de madera seca	0	0	1950,4	1950,4	1950,4	1950,4	1950,4	1950,4	1950,4	1950,4	1950,4	1950,4	1950,4	1950,4	1950,4	1950,4	1950,4	1950,4	1950,4	1950,4	1950,4	1950,4	1950,4	1950,4	1950,4	1950,4	1950,4	1950,4	1950,4	1950,4	1950,4	1950,4	1950,4	1950,4	1950,4	1950,4
Egresos																																				
Costo de lo vendido (promedio mensual)	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255
Margen bruto	**-1255**	**-1255**	**695**	**695**	**695**	**695**	**695**	**695**	**695**	**695**	**695**	**695**	**695**	**695**	**695**	**695**	**695**	**695**	**695**	**695**	**695**	**695**	**695**	**695**	**695**	**695**	**695**	**695**	**695**	**695**	**695**	**695**	**695**	**695**	**695**	**695**
Costos operativos y mantenimiento	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**
Mano de obra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Energía eléctrica	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254
Costos de mantenimiento	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112
Repuestos mecánicos	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Grasa y aceites	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Repuestos eléctricos	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Mantenimiento captador solar	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Mantenimiento general cámara	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Otros gastos operativos	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Margen neto	**-1640**	**-1640**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**
Gastos de administracion y ventas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total gastos de funcionamiento	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**
EBITDA	**-1640**	**-1640**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**	**310**
Amortización préstamo	0	0	0	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364
Intereses bancarios	140	140	140	140	136	132	127	123	119	115	110	106	102	98	93	89	85	81	76	72	68	64	59	55	51	47	42	38	34	30	25	21	17	13	8	4
RESULTADO ANTES DE IMPUESTOS	**-1780**	**-1780**	**170**	**170**	**174**	**179**	**183**	**187**	**191**	**196**	**200**	**204**	**208**	**213**	**217**	**221**	**225**	**230**	**234**	**238**	**242**	**247**	**251**	**255**	**259**	**263**	**268**	**272**	**276**	**280**	**285**	**289**	**293**	**297**	**302**	**306**
Flujo de fondos acumulado	**-1780**	**-3561**	**-3390**	**-3220**	**-3046**	**-2867**	**-2684**	**-2497**	**-2306**	**-2110**	**-1910**	**-1706**	**-1498**	**-1285**	**-1069**	**-848**	**-622**	**-393**	**-159**	**79**	**321**	**568**	**819**	**1074**	**1333**	**1596**	**1864**	**2136**	**2412**	**2693**	**2977**	**3266**	**3559**	**3857**	**4158**	**4464**

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	**0%**

c) INVERSIÓN 25.000 US$, TIR 0% Y MANO DE OBRA PROPIA

Datos básicos

Tiempo de secado	2	meses
Capacidad de secado	8	m3
Tablas por m3	464	tablas
Cantidad de tablas por ciclo	3712	tablas
Cantidad equivalente en pie tabl	3392	pies
Precio por pie eucalipto verde	0,74	US$/pie
Precio de venta eucalipto seco	1,22	US$/pie
Inversión total	25000	US$

Otros datos

Tipo de cambio	42,5	$/US$
Mano de obra por ciclo de secado	0	personas
Mano de obra revisión diaria funcionamiento	0	horas una persona
Valor nominal hora	3,43	US$ (valor vigente según acta del MTSS para la categoría peón especializado, grupo 6.2 Aserraderos)
Costo empresa horario	4,28	U$S
Horas por jornal	8	horas
Jornales por cilco	2	jornales
Horas mensuales de RRHH	0	horas/mes

AÑO TIPO	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18	Mes 19	Mes 20	Mes 21	Mes 22	Mes 23	Mes 24	Mes 25	Mes 26	Mes 27	Mes 28	Mes 29	Mes 30	Mes 31	Mes 32	Mes 33	Mes 34	Mes 35	Mes 36
Ingresos																																				
Venta de madera seca	0	0	2069,1	2069,1	2069,1	2069,1	2069,1	2069,1	2069,1	2069,1	2069,1	2069,1	2069,1	2069,1	2069,1	2069,1	2069,1	2069,1	2069,1	2069,1	2069,1	2069,1	2069,1	2069,1	2069,1	2069,1	2069,1	2069,1	2069,1	2069,1	2069,1	2069,1	2069,1	2069,1	2069,1	2069,1
Egresos																																				
Costo de lo vendido (promedio mensual)	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255
Margen bruto	**-1255**	**-1255**	**814**	**814**	**814**	**814**	**814**	**814**	**814**	**814**	**814**	**814**	**814**	**814**	**814**	**814**	**814**	**814**	**814**	**814**	**814**	**814**	**814**	**814**	**814**	**814**	**814**	**814**	**814**	**814**	**814**	**814**	**814**	**814**	**814**	**814**
Costos operativos y mantenimiento	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**	**385**
Mano de obra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Energía eléctrica	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254
Costos de mantenimiento	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112
Repuestos mecánicos	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Grasa y aceites	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Repuestos eléctricos	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Mantenimiento captador solar	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Mantenimiento general cámara	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Otros gastos operativos	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Margen neto	**-1640**	**-1640**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**
Gastos de administracion y ventas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total gastos de funcionamiento	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**	**1640**
EBITDA	**-1640**	**-1640**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**	**429**
Amortización préstamo	0	0	0	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758
Intereses bancarios	292	292	292	292	283	274	265	256	247	239	230	221	212	203	194	186	177	168	159	150	141	133	124	115	106	97	88	80	71	62	53	44	35	27	18	9
RESULTADO ANTES DE IMPUESTOS	**-1932**	**-1932**	**137**	**137**	**146**	**155**	**164**	**173**	**181**	**190**	**199**	**208**	**217**	**226**	**234**	**243**	**252**	**261**	**270**	**279**	**287**	**296**	**305**	**314**	**323**	**332**	**340**	**349**	**358**	**367**	**376**	**385**	**394**	**402**	**411**	**420**
Flujo de fondos acumulado	**-1932**	**-3864**	**-3727**	**-3589**	**-3443**	**-3289**	**-3125**	**-2952**	**-2771**	**-2581**	**-2382**	**-2174**	**-1957**	**-1731**	**-1497**	**-1254**	**-1002**	**-741**	**-471**	**-192**	**95**	**391**	**697**	**1011**	**1333**	**1665**	**2005**	**2355**	**2713**	**3080**	**3456**	**3840**	**4234**	**4636**	**5048**	**5468**

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	**0%**

En este caso el precio final al que le quedaría la materia prima al carpintero es más sensible a los costos operativos (recursos humanos) que a los costos del capital. El valor obtenido como precio base es un valor atractivo y sustancialmente menor al que hoy adquieren la madera secada en horno.

6.3. COSTO FINANCIERO POR CAPITAL INMOVILIZADO

Pasar de madera verde a madera seca implica determinado tiempo de secado. Es por ello que durante este proceso el capital de la madera adquirida permanece inmovilizado. Como los secadores solares son cámaras individuales que no tienen vinculación entre ellas vamos a calcular el costo por tener la madera para una cámara inmovilizada.

Si la cámara de secado considerada para el estudio tiene una capacidad para 8 m^3 de madera (como la de FCB), significa que se tendrían unos 3.392 pies tablares dentro de la cámara (cada m^3 equivale a unos 424 pie tablar).

Se considera el valor de esta madera, como el valor medio del mercado según el relevamiento realizado. Esto debido que sería el costo adquirirla por parte de un carpintero que instale un secador y por otro lado el costo oportunidad de colocar la madera verde por parte de un aserradero. Este valor es de $18 el pie, o sea 0,42 US$/pie, entonces para completar un módulo de secado se necesitarían unos US$ 1.425.

Considerando el tiempo de secado de unos 2 meses en promedio y una tasa de interés efectiva anual del 12% entonces el costo financiero sería de unos US$ 29 por ciclo de secado.

6.4. COSTOS DE LA NO CALIDAD

Los costos de la no calidad se cuantifican a partir de costos generados por:

- Maderas a las que no se les puede dar el destino previsto por estar rajadas, dobladas, etc., obligando a modificar el destino de las mismas. Los aserraderos esto no lo tienen calculado porque simplemente van dejando esas tablas y esperan a que alguien las compre. En el caso de los carpinteros esperan a tener otro pedido de productos que admitan su uso: como consecuencia no lo consideran como pérdida porque terminan usándola o simplemente lo van dejando ahí y la terminan perdiendo, pero no la contabilizan.
- Reprocesos por productos no conformes (en el caso de los carpinteros): no estimado, los productos los elaboran personalmente 1 a 1. Son empresas, en su mayoría muy pequeñas, por lo que durante el mismo proceso de elaboración van solucionando fallas que puedan aparecer, para cumplir con el producto esperado. De acá se deriva otro costo de la no calidad que es el

tiempo perdido de trabajar en nuevos productos por tiempos mayores dedicados a solucionar situaciones imprevistas. Tampoco lo tienen estimado.

- Reclamos-devoluciones por productos no conformes. No les ocurre. Cuando aceptan los pedidos ya es considerando las materias primas con las que cuentan o pueden conseguir. Los consumidores actuales no plantean requisitos demasiado especificados o estrictos en cuanto a calidad.

  No es un valor que se pueda estimar en base a números reales existentes porque no los tienen registrados, siendo la falta de gestión administrativa y la informalidad la principal causa de ello.

7. CONCLUSIONES

La justificación económica y comercial de instalar un secadero de madera podría estar asegurada por la demanda actual de madera seca, en la medida que los precios finales de la misma sean menores a los de la madera seca que se comercializa hoy.

Actualmente hay una diferencia grande entre el precio de la madera de eucalipto seca y la verde, por lo que el desafío está en lograr que el mercado se desarrolle mejorando la calidad de los productos elaborados a partir de madera seca y de calidad a precios competitivos. En contrapartida, el mercado del pino seco esta poco desarrollado, los carpinteros casi no lo demandan, son pocas las empresas que lo secan, en su mayoría lo exportan y a diferencia del eucalipto la relación de precios es menor.

El objetivo está en buscar un proceso de secado que incremente lo menos posible tanto los costos de inversión como los operativos. El secadero solar podría ofrecer una alternativa en este aspecto para desarrollar el mercado. Es una tecnología de bajo costo de inversión, pero - si bien acorta los tiempos del proceso de secado - no llega a completar el proceso de secado en los tiempos que lo hacen los secadores convencionales que usan vapor. El producir mayor volumen de madera seca en menos tiempo, a un costo adicional relativamente bajo, podría acompañar el crecimiento del mercado que se necesita impulsar ahora y que luego - dependiendo de cuánto se desarrolle - permitirá agregar más unidades de secado e incluso usar tecnologías más costosas, que conduzcan a aumentar el volumen de material seco en menos tiempo.

Asimismo, las unidades de secado podrían utilizarse además de para realizar todo el proceso de secado, para la finalización del proceso de secado natural o al aire. Y si el mismo se realizara con una previa clasificación visual de la madera, se obtendrían productos de mayor valor y calidad, bajando los tiempos del batch de secado, dado que se comienza el secado con madera oreada y no verde.

La inversión necesaria podría rondar entre los US$ 12.000 los US$ 20.000, pudiendo ser menor dependiendo de la infraestructura existente en cada MYPES, de los materiales que puedan usar, de la mano de obra propia que puedan destinar en su construcción.

De acuerdo con el análisis económico realizado, los aserraderos podrían comercializar su madera de eucalipto secada en un horno solar a 3 veces más del valor medio que lo hacen hoy, con una rentabilidad superior al 30%, siendo

este precio de venta un valor muy competitivo frente a su competidor directo (madera secada en horno convencional). Los bajos costos operativos de estas unidades de secado solar, sumado al relativamente bajo capital que deben invertir, hacen que la madera obtenida por este proceso surja a precios que permite participar en el mercado con precios por debajo de los de sus competidores.

Para el caso de las carpinterías, donde su interés no es vender la madera seca sino instalar las unidades de secado para obtener materia prima de calidad a bajo precio, los resultados del análisis muestran que secar la madera con un secadero solar les incrementaría el precio en 1,6 veces, lo que acorta sustancialmente la brecha actual entre la madera de eucalipto secada en horno y la oreada del orden de 4 veces, resultando muy atractivo para lograr mayor competitividad en los productos elaborados con esta madera.

No se debería descartar la posibilidad de usar una tecnología híbrida que emplee la energía solar en conjunto con el calor producido a partir de los residuos que genera la industria, como es el caso de los restos de tablas, aserrín, virutas, etc. Un ejemplo concreto es una de las carpinterías más grandes de la región que produce una media de 200 kg de viruta seca por semana.

Los grandes aserraderos no comercializan volúmenes pequeños, entonces, cuando un carpintero (MYPES) busca adquirir madera seca debe acudir a las barracas por el simple hecho de no poder comprar un volumen mayor. Hay carpinteros que van a estos aserraderos en busca de rechazos o productos descartados que igualmente les justifica el precio que pagan a pesar del incremento en la merma que tendrán.

Analizando la situación desde el lado de la adquisición de materia prima, se puede afirmar que -si bien no falta madera seca en la región- su elevado precio limita el crecimiento de la industria de la carpintería y afines, llevando a que las carpinterías deban recurrir a proveedores del sur para abastecerse de mejor madera y que sus productos puedan competir al menos en calidad. Por otro lado, analizando la situación desde el punto de la salida de los productos generados, la opción de exportar -tanto madera seca como productos elaborados a partir de la misma- no se ve viable, al menos en estas condiciones actuales ni en el corto plazo, mientras la realidad de la micro y pequeña industria sea la que ya se ha venido describiendo (informalidad, poca estandarización de productos, variabilidad en los volúmenes de producción).

Estas características del sector representan también restricciones en la búsqueda de promover asociaciones entre las MYPES del sector, sin embargo, a partir del desarrollo de los proyectos educativos algunas de estas micro y pequeñas organizaciones podrían desarrollar su propio proyecto.

La mayoría de los carpinteros que usan la madera secada en forma natural, ya sea en aserraderos o en sus propias instalaciones, cuentan que los productos desarrollados con esta materia prima pueden tener algún tipo de defecto o deficiencia en la calidad, principalmente por el movimiento que tiene el producto luego de armado por no estar totalmente seca (el desencolado es una no conformidad de las que más se presenta como falla, con su consecuente disminución tanto de la calidad esperada, como de la confiabilidad en la forma de trabajo de los carpinteros).

Dado que el proceso de secado de la madera juega un papel determinante en el desempeño, calidad y costo de cualquier artículo fabricado con esta materia prima, se hace necesario poner mayor atención al secado correcto de la madera y evaluar los métodos y técnicas existentes, para poder aumentar el nivel tecnológico de la industria maderera, y así lograr productos altamente competitivos.

Todo el proceso debería atenderse con la finalidad de enfocar a la gestión de calidad en todos los procesos y no únicamente a la calidad del proceso de secado, implementando sistemas de gestión de calidad desde la compra, transporte y recepción de la madera, hasta el lugar de acopio de la misma tanto verde como seca, que sean permanentemente monitoreados y evaluados para determinar la conformidad con los requisitos establecidos para cada etapa, algo que hoy en día las MYPES no realizan ni a nivel de producto final seco ni de gestión de proceso en forma integral. Dentro de los servicios que requieren especial atención está el de mantenimiento de la infraestructura de secado, que debe gestionarse para que el equipamiento que integra los secaderos se mantenga funcionando dentro de las condiciones establecidas en su dimensionamiento y logre un desempeño reproducible en el tiempo. Es vital tener un control sobre el contenido de humedad de la madera, saber cómo determinarlo, comprender sus efectos y aprender cómo prevenir las dificultades generadas por los cambios de dicha variable. Contar con los instrumentos de metrología específicos tales como medidor de humedad por pinchos, estufas para determinación de humedad por diferencia de peso, así como también contar

con instrumentos para medir la humedad del aire, es vital para poder tener control a través de la medida específica de los parámetros.

El desarrollo a nivel académico - a partir del proyecto de construir unidades de secado dentro de los centros de estudio de Tacuarembó y Rivera - conformará una vía para materializar la transmisión y transferencia de la experiencia adquirida por el LATU. Esto a su vez, permitirá desarrollar tanto a los futuros especialistas en la transformación de la madera como a aquellos que actualmente trabajan en el rubro y buscan la mejora continua, tanto en precio como en calidad de sus productos. Es por ello necesaria la promoción que se le pueda dar a este tipo de actividades para que alcance no sólo a estudiantes sino a operadores de carpinterías y aserraderos de la región, a través de acciones concretas como la asignación de recursos humanos (y claramente los recursos económicos o de otro tipo que requieran) para que se instalen en las zonas objetivo, se vinculen con los sectores, establezcan relaciones de confianza para que las empresas se vayan acercando a asociaciones que ya existen (como lo es ADEMA por ejemplo) o se vayan nucleando con el objetivo de gestarlas donde no las hay (como es el caso de Tacuarembó o Paso de los Toros). Buscar el apoyo de organismos públicos departamentales como la Junta Departamental o la Intendencia Departamental, quienes actualmente tienen dependencias de apoyo al desarrollo de pequeñas y micro empresas (en Rivera a través de REDEMA) pero que en otros lados no tienen un homólogo entorno a la madera específicamente (PRODEMA en Tacuarembó podría integrar el sector de la madera, pero actualmente está focalizada mayormente a pequeños productores agrícolas).

Iniciar la integración de un centro de secado de madera para las micro y pequeñas empresas promocionado por la Intendencia sería una forma concreta de materializarlo. Relevar completamente los aserraderos, carpinterías y afines (hay un listado amplio, pero por un lado aún quedan MYPES por relevar y, por otro lado, se debe completar la información de cómo contactarlos a algunos de los que ya integran el listado), dirigir acciones de promoción de lo que se va a hacer en los polos educativos, aprovechando que el LATU ya tomó la decisión de instalarlos y definir algunas pocas acciones a seguir. Se propone comenzar con un plan conservador, donde se pueda ver el resultado de las acciones tomadas y definir un período para establecer cuáles serán los pasos siguientes. Se tiene la certeza de que, comenzando así, con pocas acciones que puedan llevar a cambios y o mejoras que se puedan visualizar y cuantificar, se va a

generar motivación. Varias voces escuchamos expresando su desmotivación en el funcionamiento de las asociaciones, con reuniones donde se han tratado repetidamente estos temas que nosotros vemos salir a la luz en la consultoría pero que ya claramente todo el sector viene intuyendo o directamente visualizando desde algún tiempo.

Una acción sugerida es, por ejemplo, del relevamiento de todas las MYPES de la zona donde se instalen estos secaderos "académicos", ir dándole la oportunidad de hacer uso de ellos a todos (por algún mecanismo que se defina para ir cubriendo el total del listado) y de conocer su desempeño. Aquí se puede integrar a ambas partes: a los estudiantes, con la tarea de que a través de talleres presenten a la otra parte - las empresas - la forma de funcionamiento de los secaderos, explicarles los principios de su funcionamiento, cómo se cargan, con qué volúmenes, etc. (incluso pueden encargarse de la gestión de definir ellos las instancias en que le va a tocar a cada empresa y establecer canales de comunicación con ellos). En la medida de que esto se empiece a movilizar, una segunda etapa puede ser la de concretar la instalación de otros secaderos apoyados parcialmente con fondos de financiamientos existentes, tales como los sustentados por ANDE y MIEM (fondo Semilla, Fondo Industrial, Oportunidades Circulares, etc.) así como también por las Intendencias a través de sus programas de desarrollo. Una barrera a superar debería ser la informalidad, ya que para acceder a estos fondos de apoyo es un requisito contar con una empresa establecida. Estas acciones marcarán, en principio, 2 necesidades claras:

1) Incorporar a los planes de estudio actuales en los cursos ya existentes la experiencia del LATU en el secadero solar sobre la transformación de la madera. Por ello, es necesario participar de las acciones a los responsables de estas áreas en los centros de estudio donde se instalarán las unidades de secado. No acotarlo únicamente a que formen parte de las ofertas de cursos /tecnicaturas/tecnologías curriculares existentes, sino que también se generen otras instancias de capacitación distintas a estas, a modo de cursos o talleres específicos sobre secado, que se puedan tomar sin requisitos de estudios previos (el objetivo es que todos aquellos idóneos que actualmente están trabajando en el rubro puedan comenzar a profesionalizarse en el área).

2) Definir acciones a través de las cuales se pueda comenzar un camino hacia la formalización de estas empresas. Una vía es motivarlos a agregar valor en

su cadena productiva con la incorporación del secado, mediante planes de apoyo a través de recursos (económicos, materiales, infraestructura, etc.) que exijan estar formalizados.

En síntesis, la justificación de instalar secaderos de madera en la región está basada en que la demanda de madera seca actual supera ampliamente la capacidad de varias cámaras de secado de 8 m^3.

Según lo relevado, en promedio un solo carpintero usa entre 20 y 30 tablas por mes, por lo que, una unidad de secado de 8 m^3 de madera (unas 464 tablas), considerando un ciclo de secado de 2 meses de duración, podría abastecer la demanda de unos 6 carpinteros. Esto, sumado al hecho de que los carpinteros no suelen tener espacio suficiente para instalar un secadero en sus instalaciones, hace de la asociatividad para instalar unidades de secado en conjunto una estrategia, además de recomendada, necesaria para el rubro.

Por otro lado, para los aserraderos la instalación de unidades de secado les permitirá valorizar sus productos y poder colocarlos tanto en la región como fuera de ella.

En lo que refiere a precios, el desafío está en obtener del secado en secadero solar una madera en iguales condiciones de calidad y humedad que la obtenida en secaderos convencionales, pero a precios inferiores con respecto a la que se comercializan hoy (con un valor que supera los US$ 3 el pie de eucalipto). Cualquier valor por debajo de este absorbería la demanda actual y dependiendo de cuánto menor sea ese valor, podría incluso provocar un aumento en la demanda.

Según lo analizado, para el caso de los pequeños y medianos aserraderos la rentabilidad del secadero solar sería buena, superior al 30% para un precio de venta de 2.5 US$/pie, valor que sin lugar a duda el mercado aceptará.

Para el caso de los pequeños y medianos carpinteros, quienes no van a secar la madera para venderla sino para usarla como materia prima, los resultados del análisis muestran que secar la madera con un secadero solar les incrementaría el precio en 1,6 veces, lo que acorta en el orden de 4 veces la brecha actual entre la madera de eucalipto secada en horno y la oreada, resultando muy atractivo para lograr mayor competitividad en los productos elaborados con esta madera.

Por tanto, del análisis económico se desprende que la rentabilidad de la inversión es buena para ambos sectores (carpinterías y aserraderos), lo cual sumado a la

demanda potencial, hace factible y atractiva la instalación de unidades de secado solar.

8. ALGUNAS RECOMENDACIONES

A continuación, se presentan recomendaciones realizadas por el equipo de consultores Isasa & da Silva, que consideran pueden aportar a la mejora de la cadena de valor local de la madera y especialmente a las MYPES que la integran:

1- Asignar recursos humanos en la región dedicados específicamente a coordinar las acciones de interacción que se establezcan.

2- Crear asociaciones en los departamentos de Tacuarembó y Cerro Largo. homólogas a las existentes en Rivera (ADEMA, REDEMA).

3- Continuar con la identificación completa de las MYPES de la región (aserraderos, carpinterías y afines). Este proceso de identificación no es tarea fácil ya que es difícil llegar a su ubicación (tener presente que no en todos los casos se manejan con cartelería en sus locales), a menos que se tenga conocimiento de la zona, se llegue a ellos por información particular, etc. Como la informalidad es una característica presente en el sector, ubicarlas por su asociación o vinculación al Centro Comercial de la localidad no es una opción válida en todos los casos. Son pocas las que se encuentran en las redes sociales o que ofrecen su información de contacto a través de internet. Sus nuevos clientes llegan por recomendaciones de otros clientes y así es que, a través del boca a boca, se van solicitando sus trabajos.

4- Concretar los proyectos de instalación de secaderos en Tacuarembó (ya realizado al finalizar la consultoría) y Rivera con fines académicos y complementarlos con cursos y talleres que incorporen no sólo a los estudiantes de estos centros sino también a diferentes actores del sector.

5- A partir del punto anterior, generar instancias de intercambio entre aserraderos y carpinterías con la finalidad de aumentar y/o estrechar los lazos comerciales entre las partes, que puedan a futuro concretar la incorporación de nuevas unidades de secado.

6- Buscar alternativas de materiales dentro de las propias MYPES que puedan ser empleadas para la fabricación de los secaderos y con ello

reducir los costos de la inversión (por ejemplo: uso de costaneras; tablas de mala calidad que hayan sido rechazadas para otros usos; aserrín y/o virutas como aislantes; etc.).

7- Estudiar opciones de automatización de bajo costo para el manejo de las unidades de secado, con el fin de disminuir la necesidad de personal que únicamente es requerido para efectuar algunas acciones puntuales, en vista de que las empresas cuentan con una reducida plantilla (las carpinterías suelen funcionar en muchos casos con una única persona, que es el dueño de la misma).

8- Una vez iniciado el dictado de los cursos sobre secado de la madera, se podrían ofrecer opciones de pasantías remuneradas a través de algún fondo como medio de impulsar la instalación de secaderos. Esto contribuiría no sólo a que los estudiantes adquieran las habilidades prácticas relacionadas a los conceptos que trabajaron desde la teoría, sino que luego formarán parte de la oferta de mano de obra especializada para trabajar con las unidades.

9- Desde hace pocos años se viene desarrollando la carrera de Ingeniería Forestal en Tacuarembó, por lo cual se recomienda también buscar vincular a estos futuros jóvenes profesionales en el desarrollo de estos proyectos de secado.

10- Investigar la existencia de inversionistas que estén interesados en invertir en la instalación de estas unidades para brindar el servicio de secado.

11- Basado en la información de que los montes de pino están entrando en su mayoría en una edad en la que permiten obtener mejor calidad de madera, tanto en densidad como en tamaño, el desarrollo del sector estaría en un buen momento para impulsarse. En este sentido, se podría contactar a empresas forestales que asesoren sobre las características del pino adulto, como densidad o diámetro, en base a su experiencia y conocimientos en la temática. Empresas forestales o incluso familiares han apostado a la forestación del pino y lo han hecho pensando en el mismo como madera de calidad, trabajando en sus raleos para obtener madera de buen tamaño y baja cantidad de nudos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Centro de Innovación Tecnológica de la Madera - 2009. “Control de calidad en la producción de muebles y carpintería en madera”. CITE madera, Lima, Perú. Disponible en: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/571606/10._Control_de_calidad.pdf
- Centro de Innovación Tecnológica de la Madera - 2009. “Técnicas de secado de la Madera”. CITE madera, Lima, Perú. Disponible en: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/571600/03._T%C3%A9cnicas_de_secado.pdf
- Dieste, Andrés – 2015. “Capacitación para la innovación en la industria de la madera”. Dirección Nacional de Industrias; Ministerio de Industrias, Energía y Minería, y Consejo Sectorial Forestal-Madera, Uruguay. Disponible en: https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/sites/ministerio-industria-energia-mineria/files/2020-07/capacitacion_innovacion_madera.pdf
- Salas, C.; Róger, G. y Moya, Córdoba, R. – 2008. “Diseño y Construcción de un secador solar para madera”. Tecnología de productos forestales. Informe Técnico N° 1. En Kurú: Revista Forestal, Costa Rica.
- Córdoba, Rafael – 2005. “Conceptos básicos sobre el secado de la madera”. En Kurú: Revista Forestal, Costa Rica.
- De Castro, R.; Cárdenas, P.; Venturino, A. y Ono, A. – 2008. “Estudio comparativo del proceso de secado de *Eucalpytus grandis* en dos secaderos solares ubicados en diferentes zonas y un secado natural a la intemperie durante el invierno”. En Revista INNOTEC N° 3. LATU, Montevideo, Uruguay. Disponible en: https://ojs.latu.org.uy/index.php/INNOTEC/article/view/30
- Calderón, Alberto – “Secado de la madera”. En Cuadernos de Dasonomía. Serie didáctica Nº 13. Universidad Nacional de Cuyo, Argentina,
- Herrera-Bolaños et al – 2017. “Secador solar: una alternativa de bajo costo para secar madera aserrada en la sierra de Juárez, Oaxaca.” México.
- O’ Neill, H. “Propiedades físicas y mecánicas de *Pinus taeda* L. DE URUGUAY”. INIA TACUAREMBO - Estación Experimental del Norte. Disponible en: http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/12430/1/sad389p22-31.pdf

- O´Neill, H; Tarigo, F.; Cardoso, A. y Cagno, M. – 2013. “Comportamiento mecánico de la madera de *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* proveniente de plantaciones de rápido crecimiento para uso estructural en la construcción en el Uruguay”. En Nota Técnica, N° 12. LATU, Montevideo, Uruguay. Disponible en: https://catalogo.latu.org.uy/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=30264
- Espinoza, Aramán – 2011. “Diseño y operación de un secador solar de madera para países tropicales – Bond”. Departamento de Agricultura de Estados Unidos – Servicio Forestal.
- CIT-INIA. “El secado por calor solar de la madera aserrada: Experiencias realizadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias” – INIA – Madrid.
- Abal y Durañona – 2013. “Manual Solar Térmico. Facultad de Ingeniería, Universidad de la Republica del Uruguay. Uruguay.
- Böthig, S. – 2001. “Densidad, dureza y color de *Eucalpytus grandis* de Uruguay”. LATU – JICA. Uruguay.
- Pérez del Castillo, A. – 2001. “Propiedades Mecánicas y Calidad de Madera de *Eucalpytus grandis* del Norte de Uruguay”. LATU – JICA. Uruguay.