

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE

Facultad de Ingeniería



**MADERA**  
**LAMINADA ENCOLADA**  
**ESTRUCTURAL:**  
**FABRICACIÓN Y CERTIFICACIÓN**

**TRABAJO FINAL**

Benitez Mendes, Rodrigo Adolfo

Leyes, Juan Manuel

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE

Facultad de Ingeniería



# TRABAJO FINAL

## MADERA

## LAMINADA ENCOLADA

## ESTRUCTURAL:

# FABRICACIÓN Y CERTIFICACIÓN

**DOCENTE TUTOR:** Ing. Sabadini, C. Fabián

**ALUMNOS:** Benitez Mendes, Rodrigo A. L.U. 15.396  
Leyes, Juan Manuel L.U. 16.407

**ASESORES:** Mg. Ing. Sotelo, Rubén  
Ing. Camprubí, Germán Edgardo

2018

# Índice

Resumen ejecutivo	5
Preliminares	5
Introducción y motivación	5
Elección del sitio de emplazamiento	6
Normalización y certificación	6
Materia prima: madera y adhesivos	7
Definición del producto	7
Evaluación financiera	9
Conclusiones	10
Recomendaciones para futuros estudios	10
Capítulo 1. Naturaleza del proyecto	12
1.1. Problemática	12
1.2. Planteamiento del problema	13
1.3. Necesidad de un producto certificado	14
1.4. Objetivos del proyecto	15
1.4.1. Objetivo general	15
1.4.2. Objetivos específicos	15
Capítulo 2. Emplazamiento	17
2.1. Introducción	17
2.2. Sitio de emplazamiento	19
2.3. Características	20

Capítulo 3. Normalización	25
3.1. Introducción	25
3.2. Definición	25
3.3. Normativa de aplicación	25
3.4. Resumen de Normas	26
3.5. Descripción de las normas.	26
Capítulo 4. Certificación	39
4.1. Introducción	39
4.2. Definición	39
4.3. Beneficios	39
4.4. Proceso de certificación	40
4.5. Costo de obtención de la certificación	44
4.6. Los Sellos	44
Capítulo 5. Materia prima	45
5.1. Madera	45
5.1.1. Contexto foresto-industrial	45
5.1.2. Generalidades de la madera	48
5.1.3. Madera aserrada	50
5.1.4. Variabilidad y defectos	52
5.1.5. Propiedades físicas	54
5.1.6. Propiedades mecánicas	56
5.1.7. Pinus taeda/elliotti	57
5.2. Adhesivos	60
5.2.1. Introducción	60

5.2.2. Definiciones _____	60
5.2.3. Encolado de elementos de madera _____	61
5.2.4. Control y preparación de los adhesivos _____	61
5.2.5. Extendido y puesta en presión _____	62
5.2.6. Control de los productos encolados _____	62
5.2.7. Composición de los adhesivos _____	63
5.2.8. Tipos de adhesivos _____	63
5.2.9. Clasificación según IRAM 45055 _____	66
5.2.10. Acción del adhesivo en la madera _____	66
5.2.11. Elección de los adhesivos para el proyecto _____	69
<b>Capítulo 6. Producto _____</b>	<b>71</b>
6.1. Madera laminada _____	71
6.1.1. Definición _____	71
6.1.2. Antecedentes _____	71
6.1.3. Ventajas _____	72
6.1.4. Desventajas _____	74
6.2. Elementos de MLEE _____	75
6.3. Propiedades mecánicas _____	78
6.4. Aplicaciones _____	78
6.5. Proceso de fabricación _____	81
6.5.1. Fase de aserrado de rollizos y almacenamiento _____	83
6.5.2. Fase de pre-encolado _____	85
6.5.3. Fase de encolado, prensado y fraguado _____	89
6.5.4. Fase de terminaciones _____	91
<b>Capítulo 7. Análisis financiero _____</b>	<b>97</b>
7.1. Introducción _____	97
7.2. Beneficios del PFISR _____	99

7.3. Volumen de producción	99
7.4. Costos de inversión	100
7.4.1. Activos fijos	100
7.4.2. Activos nominales	101
7.5. Costos de operación	101
7.6. Materia prima e insumos	102
7.6.1. Madera aserrada	102
7.6.2. Adhesivos	103
7.6.3. Mano de obra	104
7.6.4. Energía eléctrica	105
7.7. Flujo de fondos	106
7.7.1. Análisis de sensibilidad	108
7.8. Fuentes de financiamiento	109
Conclusiones	115
Recomendaciones para futuros estudios	116
<b>Referencias Bibliográficas</b>	<b>118</b>

Anexo A. Planos

Anexo B. Entrevistas

Anexo C. Documentos

Anexo D. Análisis financiero

# **Resumen ejecutivo**

## **Preliminares**

Este trabajo se planteó en torno a tres ejes principales: primero uno referido a la situación foresto-industrial y lugar de emplazamiento, luego otro donde se concluyó en la necesidad de certificar el producto y se describió el proceso productivo, en función del cual se diseñó la planta de producción. Por último, se analizaron los costos de producción y se estimaron el precio y volumen de venta, para luego realizar una evaluación financiera.

El trabajo se respalda por un lado, en la bibliografía, de la cual se extrae la mayor parte de la justificación técnica, por otro lado, la base de datos disponible en la web y fundamentalmente, por visitas y entrevistas o simplemente consultas por medio alguna vía de comunicación disponible, a productores, comerciantes y profesionales de la zona de interés.

La información obtenida de este último recurso enunciado figura en el Anexo B. Entrevistas.

## **Introducción y motivación**

El presente trabajo, se refiere a la evaluación técnica y financiera de implantar una fábrica de Madera Laminada Encolada Estructural (MLEE) en la provincia de Corrientes, en la cual se producirán elementos certificados por IRAM.

A pesar de ser Corrientes la provincia con mayor superficie forestal del país, todavía presenta una importante brecha en lo que se refiere a la industrialización de sus productos en relación con su productividad primaria. Existe una subutilización de la producción forestal actualmente generada, que discontinúa el acompañamiento en el crecimiento de la producción primaria forestal. Como consecuencia, las industrias de la madera que existen hoy día en la provincia, están vinculadas principalmente con su primera transformación. Para generar mayor valor agregado a la materia prima, es necesario someter los subproductos de la primera a posteriores transformaciones.

Entonces, tras reconocer a Corrientes como una provincia forestal cuya industria no desarrolla su potencial, surgió el interés por investigar cuales de las alternativas productivas capaces de revertir esta situación, están vinculadas a la industria de la construcción. Es así que

se llegó a la propuesta de evaluar la factibilidad técnica y económica de la implantación de una fábrica de madera laminada para uso estructural.

Al ser este tipo de productos susceptibles de ser certificados por el IRAM en gestión de calidad, se incluyó en la evaluación la posibilidad de obtener esta certificación. Obtenerla implica cumplir con requisitos de fabricación y control establecidos en las normas vigentes. Al adquirirla, dichos elementos se pueden proveer garantizando una resistencia mecánica o característica, siendo esto último, requisito para habilitar al profesional a la aplicación de una metodología de cálculo, como la que figura en la reglamentación vigente referida a la construcción de obras civiles.

Se concluyó que esta industria representa una alternativa válida para fomentar el uso y aplicación práctica de tales elementos constructivos en la región, y a través de la certificación, promover el empleo, capacitación y creación de condiciones laborales formales para la mano de obra local, agregando valor a la materia prima.

## **Elección del sitio de emplazamiento**

El sitio elegido se ubica en la localidad de Santa Rosa, departamento de Concepción, dentro del Parque Foresto Industrial Santa Rosa (PFISR).

Al momento de elegir el sitio de emplazamiento, se tuvo en cuenta no solo el potencial forestal de la cuenca Noreste de Corrientes, dentro de la cual se encuentra Santa Rosa, sino también el actual desarrollo de un parque foresto industrial, único en el país con tales características. Destinado exclusivamente a industrias procesadoras de la madera, el parque cuenta con toda la infraestructura necesaria proyectada (calles internas, agua potable, red eléctrica con capacidad necesaria, etc.) y además, al establecerse dentro del mismo, se podría acceder a beneficios impositivos y crediticios. Todo esto y otras cualidades lo convierten en un lugar factible para la instalación de esta industria.

Se obtuvo luego, el plano de loteo del PFISR para la posterior elección del lote (ver plano n°1).

## **Normalización y certificación**

Se observó la necesidad de introducir al mercado de materiales para la industria de la construcción, elementos que cuenten con el respaldo de IRAM y que promueva, entre otras cosas, el uso responsable de la madera en lo ecológico, la participación del sector profesional

como responsables en el uso adecuado de los elementos, y la garantía de un desarrollo sustentable de la industria que los produce.

Para obtener dicha certificación IRAM, se debe cumplir con la normativa referida a la fabricación y control de calidad de los procesos de producción. Para el desarrollo de este capítulo, se obtuvieron las normas pertinentes al proyecto y luego se describieron brevemente.

En este punto se pudieron determinar cuestiones como las condiciones y tolerancias para clasificar visualmente las tablas y como sanearlas, todo lo referido al uso de adhesivos, las condiciones ambientales que debe tener el establecimiento, los requisitos que debe cumplir el prensado y curado, entre otras especificaciones técnicas que hacen a la calidad del producto que se desea obtener.

## **Materia prima: madera y adhesivos**

En este apartado, se ahondó en la situación de la cuenca forestal noreste y su capacidad de abastecer la industria propuesta. Se hace además, mención de las características de las industrias de este tipo en la región, y se logró encuadrar al proyecto dentro de este contexto foresto industrial.

La madera a utilizar para la producción es la proveniente de bosques de *pinnus taeda/elliotti* implantados en la cuenca Noroeste de la provincia, dentro de la cual se encuentra la localidad de Santa Rosa. Esta elección se fundamentó en la información obtenida de un relevamiento de mercado realizado, el cual indica que la demanda de madera de pino, es mayor que la de eucaliptus, a pesar de que las características mecánicas más convenientes le corresponden a esta última especie.

En cuanto al adhesivo, luego de realizar la investigación sobre cuáles son los aptos para la producción de MLEE y su disponibilidad en el país, se optó por una línea de adhesivos estructurales certificados a base de formaldehído. El fabricante en este caso es una marca extranjera y se lo importaría a través de un representante de ventas ubicado en la provincia de Misiones.

## **Definición del producto**

Siendo el uso más común de esta tecnología en la región la construcción de estructuras de techo y entresijos, se optó por trabajar con elementos de eje recto y sección constante que puedan ser utilizados como vigas o columnas.

Así es que en una primera parte del capítulo, se describieron brevemente los antecedentes y se define a la madera laminada encolada. Además, se indicaron algunas de las ventajas y desventajas que implica su utilización.

Seguidamente, se definió el producto especificando sus características dimensionales, valores que cuantifican su resistencia mecánica y finalmente algunas de las aplicaciones más comunes que se les puede dar.

Por último, se diseñó el proceso productivo en función de los requisitos establecidos en las normas. Para describirlo, se dividió en cuatro fases:

- Una fase de aserrado partiendo desde rollizos para la obtención de tablas, y su posterior almacenamiento.
- Otra fase de pre-encolado, en la cual se incluyó una descripción que va desde el secado en horno para la obtención de la humedad requerida para la madera y posterior cepillado, hasta el proceso de saneado en el cual se eliminan los defectos que no son aceptables. Con las tablas saneadas, por unión “*finger joint*”, se elaboran las lamelas que constituirán los elementos finales.
- En la tercera fase de encolado, se describió la preparación de los adhesivos, su dosificación y el proceso de prensado cuya duración se determinó en función de las especificaciones del fabricante del adhesivo.
- La cuarta y última fase fue concebida como una fase de terminaciones, en la cual se explicaron los procedimientos para darle acabado final según su destino (arquitectónico, comercial o industrial) y lo referido a su empaque y embalaje. En este punto, se hizo énfasis en el procedimiento de toma de muestras para su posterior ensayo, puesto que este es uno de los requisitos más significativos del proceso de certificación.

Es importante aclarar que para la confección del plano de la fábrica, se optó por partir de la obtención de madera aserrada de proveedores dentro del mismo parque. En este punto se pudo evaluar la superficie de una nave industrial, en base a la información obtenida como ser, las dimensiones de la maquinaria, espacios para el desarrollo de las tareas y acopio del material, áreas de circulación y otros.

Para definir el área necesaria del lote se tuvo en cuenta además el espacio destinado a oficinas y otros locales pertinentes, la circulación dentro del terreno. Finalmente se eligió uno de los lotes disponibles dentro del parque, que figuran en el plano de loteo y se realizó un estudio de la zonificación más conveniente.

## Evaluación financiera

A modo de introducción, se describieron los indicadores financieros con los que se pretende evaluar el proyecto, además de otros conceptos que de alguna forma ayudan a la comprensión del capítulo.

Se comenzó por estimar un volumen de ventas en la zona y para ello se optó por realizar, como ya se dijo, un sondeo del mercado mediante entrevistas. Fueron entrevistados, un productor establecido en la localidad de Santa Rosa, y comerciantes de la ciudad de Corrientes y Resistencia; el contenido de las mismas se desarrolla en el Anexo B Entrevistas.

Para la confección del flujo de fondos se consideró:

- Costos de inversión: que incluye la compra del terreno, construcción de una nave industrial y un edificio destinado para áreas administrativas.
- Activos nominales: aquí se incluyeron los costos de certificación y el capital de trabajo, para el cual se consideró un ciclo inicial de tres meses de producción.
- Costos de operación: en el cual se evalúan los costos de mano de obra avocada a tareas administrativas.
- Costo de la materia prima e insumos: principalmente madera aserrada y adhesivos para una elaborar una “carga tipo”. Además se analizó el insumo más significativo, energía eléctrica.

Se analizaron tres alternativas de producción, para las cuales se realizó el correspondiente flujo de fondos.

- Alternativa 1: incluye la construcción de la nave industrial, el volumen de ventas se estableció en 22.500 pt/mes y el precio de venta en 31 \$/pt.

$$TIR = 2 \%$$

$$VAN_{20\%} = (19.596.777)$$

- Alternativa 2: no incluye la inversión en construcción, el volumen de ventas fue 19.250 pt/mes y el precio se mantuvo igual.

$$TIR = 11 \%$$

$$VAN_{20\%} = (2.186.135)$$

- Alternativa 3: el volumen de ventas 100.000 pt/mes igual al máximo volumen que es capaz de producir la planta. El precio resultó en 28 \$/pt

$$TIR = 42 \%$$

$$VAN_{20\%} = 19.176.574$$

## **Conclusiones**

Una primera parte del proyecto se refiere al contexto forestal de la provincia de Corrientes y la situación de desarrollo de una industria maderera en cuanto a su capacidad no solo de incluir valor agregado a la materia prima, sino de obtener un producto de excelente calidad.

Se observó un desconocimiento del público en general de las ventajas y beneficios que devienen de comercializar y construir con un producto certificado. Algo usual para el cliente de la zona es pensar que la madera solo tiene fines estéticos, y desconocen las bondades estructurales frente a otros materiales convencionales.

Para el desarrollo de un mercado de este producto es necesario el compromiso de los profesionales, quienes tienen la tarea de ser impulsores y defensores de las buenas prácticas constructivas y la utilización de materiales adecuados. Son los responsables de desestimar el uso de elementos de procedencia dudosa y resguardar a los usuarios de los pormenores que conlleva su uso. Para lograr esto se debe contar con el respaldo y acompañamiento del Estado quien debe generar las condiciones propicias para el desarrollo de la industria.

Por otro lado, las certificaciones juegan un rol importante en el ámbito laboral que implica su fabricación. Para obtenerlas hay que cumplir con las condiciones laborales que establece la ley para los trabajadores de la cadena de valor, dando la certeza de que el producto último se obtuvo mediante requisitos internacionalmente convenidos como apropiadas.

Las visitas realizadas a distintas plantas productoras de elementos de MLEE en el interior de la provincia de Corrientes sólo remarcan la urgente necesidad de lo antes dicho, y es por ello que este proyecto toma como premisa partir de un producto certificado.

Desde el punto de vista financiero se concluye, luego de realizado un análisis de sensibilidad de las variables que más inciden en los indicadores de rentabilidad, que deberá prestarse especial atención al estudio de mercado en lo referente a precios y cantidades de ventas, no solo en la etapa de evaluación sino también en la etapa de implementación del negocio.

## **Recomendaciones para futuros estudios**

- Realizar un análisis de mercado que abarque aquellos de mayor demanda del país (Córdoba, Mendoza, la Patagonia, Buenos Aires), ya que la variable que más peso tiene en la viabilidad económica del proyecto es el volumen de ventas.

- Evaluar la futura incorporación de madera de eucalipto, también abundante en la provincia, como materia prima para elaborar el mismo producto.
- Analizar el reemplazo de adhesivos con formaldehído libre por adhesivos monocomponentes menos nocivos para la salud, como los de poliuretano. Países vecinos como Chile y Brasil ya lo están haciendo.
- Estudiar la posibilidad de incorporar la trazabilidad como herramienta de gestión, de modo de ampliar el mercado con vistas a exportar.
- Analizar la posibilidad de incorporar un aserradero al proceso productivo

# Capítulo 1. Naturaleza del proyecto

## 1.1. Problemática

Si bien el aprovechamiento de la madera de bosques es una de las actividades económicas con la que más se ha beneficiado el hombre, esta práctica provocó que los bosques nativos sean arrasados, produciendo daños al ecosistema.

Según el Estudio de tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina al año 2020 realizado por la FAO (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*), en su Informe Nacional Argentina (EFSAL, 2004) la tendencia mundial indica que la incidencia en la oferta global de madera y sus productos derivados proveniente de bosques nativos disminuye por razones como agotamiento o extinción, también por medidas de protección, por avance de certificaciones que regulan su uso, cambios en los consumidores que se hacen más responsables, y porque aumentaron los costos de explotación, a causa de quedar cada vez más lejos de los centros de consumo o industrialización.

Así es que los pronósticos indican que la industria forestal mundial se abastecerá cada vez más con material proveniente de Bosques Implantados (BI) y cada vez menos con madera de bosques nativos.

Frente a las crecientes complicaciones que presenta la explotación de bosques nativos, los implantados se afirman en sus ventajas ya que su tasa de crecimiento es en promedio diez veces mayor al de los nativos, es homogéneo por definición ya que se implantan las mismas especies en el mismo momento y se los puede mejorar genéticamente.

En el caso de la Argentina desde el año 2009 la explotación de estos bosques nativos está reglamentada con la promulgación de la Ley de Bosques Nativos, que regula su deforestación y está dirigida a promover la gestión forestal sustentable. Por otra parte el Senado y la Cámara de Diputados reunidos en Congreso, sancionan en enero de 1999 y con una vigencia de diez años, la Ley 25.080 de inversiones para BI y en diciembre de 2008 prorrogan su vencimiento por diez años más mediante la promulgada Ley 26.432.

Esta Ley fomenta la implantación de bosques mediante la implementación de un régimen de promoción para las inversiones que se efectúen en nuevos emprendimientos forestales y en las ampliaciones de bosques existentes. Los beneficios consisten en apoyo económico no reintegrable y/o beneficios fiscales.

En agosto de 2001 la provincia de Corrientes adhiere a esta ley mediante el Decreto Ley N° 146, en la cual se designa a la Dirección de Recursos Forestales como autoridad de aplicación.

Mediante este y otros mecanismos de promoción y debido a la potencialidad en relación a su superficie disponible para forestar, además de la calidad de la madera que es capaz de producir, Corrientes llega a ser considerada una de las principales provincias forestal del país.

Actualmente se estiman unas 500 mil hectáreas de bosques implantados (Elizondo, 2015), que se traducen en aproximadamente 8.000.000 de toneladas de madera anuales de las cuales solo 20% se industrializa y da valor agregado en la provincia. El resto se comercializa como materia prima a las provincias vecinas o se exporta al MERCOSUR.

## **1.2. Planteamiento del problema**

Las diversas herramientas de promoción del Estado Nacional y Provincial para la actividad forestal posibilitaron posicionar a Corrientes como provincia forestal de vanguardia, lo que hace visible una oportunidad para generar mayor desarrollo socio-económico. Aun así, existe un desfase en relación a la disponibilidad de materia prima forestal y la capacidad para industrializarla en la provincia (PEFIC, 2013).

En general, las inversiones económicas destinadas a la explotación e industrialización de la madera de BI en la provincia de Corrientes sólo se limitan a actividades que tienen baja intensidad en el uso de mano de obra y alta rentabilidad que no se expande socialmente y beneficia en mayor medida al inversor (Jacobo, 2006).

Por otra parte, la utilización del recurso madera en la fabricación de elementos para la construcción, que sean de uso y aplicación práctica en la misma región, promueve la capacitación y uso de la mano de obra local y eleva el valor agregado de la materia prima (Demkoff, 2003).

En este contexto la fabricación de elementos de Madera Laminada Encolada Estructural (MLEE) para diferentes usos, es una posible solución a la demanda sobre bosques nativos y una alternativa de explotación de los BI. Debido al desarrollo foresto-industrial que pretende la planificación estratégica de la provincia, se genera una oportunidad de negocios para el sector privado.

La MLEE tiene grandes ventajas en aspectos ambientales, ya que al ser producida con madera de bosques comerciales ayuda a disminuir la demanda sobre los bosques nativos, y

conjuntamente presenta ventajas en aspectos económicos, lo que la hace un material con alto potencial para la construcción (Barrera, 2011).

La fabricación de elementos con esta tecnología implica un proceso de selección de las tablas para laminado y como resultado, se obtiene un material de mejores características mecánicas que un mismo elemento de madera aserrada de la misma especie; se considera la evolución en términos técnicos de la madera maciza al permitir la fabricación de elementos con mayores dimensiones y mejores propiedades físicas y mecánicas; se logra así sustituir un recurso no renovable como los bosques nativos por otro renovable y explotado con prácticas controladas, como los BI de especies adaptadas.

### **1.3. Necesidad de un producto certificado**

En el 2000, la Red de Instituciones de desarrollo Tecnológico de la Industria Maderera (RITIM) elaboró un proyecto para establecer un sistema que garantice la calidad de la MLE para uso estructural en el país. El resultado del plan fue que en marzo de 2006 se aprobaran los proyectos de normas IRAM 9660-1, 9660-2, 9661, 9662-2 y 9662-3 [1, 2,3 y 4] a través de las cuales, se establecen los métodos para clasificar visualmente por resistencia las tablas, se fijan las condiciones que deben cumplir las uniones dentadas, se establece un sistema de clases de resistencia para la MLE y se estipulan los requisitos de fabricación y control del material. El sistema contempla la utilización de tres especies cultivadas, las cuales son el pino resinoso (*Pinustaeda / elliotti*) cultivado en la provincia de Misiones y norte de Corrientes, el pino Paraná (*Araucaria angustifolia*) cultivado en Misiones y el eucalipto (*Eucalyptus grandis*) cultivado en la Mesopotamia.

Adicionalmente, con la reciente aprobación del Reglamento Argentino de Estructuras de Madera [5], la producción y utilización de elementos estructurales de MLE en la industria civil nacional se encuentra normada y controlada.

Una de las metodologías utilizadas para la obtención de información para el desarrollo de este trabajo fue la realización de entrevistas a diferentes actores del rubro, como ser profesionales de la construcción, comerciantes y productores de vigas de MLE. El contenido de estas entrevistas se vuelca en el Anexo B Entrevistas.

La información que surge inmediatamente es que no existe una fábrica de elementos estructurales de MLEE que cuente con una certificación IRAM 9660 en la provincia, existiendo únicamente en las provincias de Misiones y Santa Fe.

Así mismo la carencia de un producto certificado en el mercado local afecta la confiabilidad en el mismo para su uso en la construcción, haciendo muy difícil su implementación e inserción en la industria civil regional. La falta de información sobre el comportamiento estructural del producto terminado genera incertidumbre, y es en este marco en el que se evidencia la necesidad de otorgar una certificación de resistencia y control de calidad del proceso de producción, que permita la impulsión de la industria maderera de este tipo en la región.

Otro dato, surgido de las entrevistas realizadas a profesionales de la construcción, es que como consecuencia de la falta de respaldo en cuanto a la calidad y resistencia de las vigas de MLE, es decir de un responsable ante algún problema en el desempeño de uno de sus productos, muchas veces optan por sobredimensionar los elementos y realizar un seguimiento periódico de los que han puesto en servicio; de esta manera esperan detectar con anticipación un problema en la integridad estructural y tomar las medidas preventivas necesarias. Esto, además de ser una práctica no recomendable, no se daría si se contara con un producto avalado por IRAM.

Por otro lado, algunos comerciantes deciden no comercializar productos sin respaldo técnico hasta que sea factible obtenerlos con algún tipo de garantía del productor que los libere de las responsabilidades que puedan devenir de una falla por mala calidad o mal uso de los mismos. Esto lleva a pensar en una oportunidad de insertar el producto en el mercado.

## **1.4. Objetivos del proyecto**

### **1.4.1. Objetivo general**

Analizar, a nivel de anteproyecto, la factibilidad económica y técnica para la instalación de una fábrica de vigas de madera laminada encolada para uso estructural, a ubicar en la provincia de Corrientes, Argentina.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Definir los procesos productivos para su obtención mediante un control de calidad según normas IRAM que permitan obtener un certificado de conformidad ISO 9001 de calidad y gestión de calidad; es decir, establecer las condiciones mínimas que debe reunir el producto para que sirva al uso al que está destinado.

- Diseñar el esquema productivo con cada una de las etapas necesarias y proyectar el espacio necesario para albergar dichos procesos.
- Realizar una evaluación económico-financiera de la propuesta productiva.

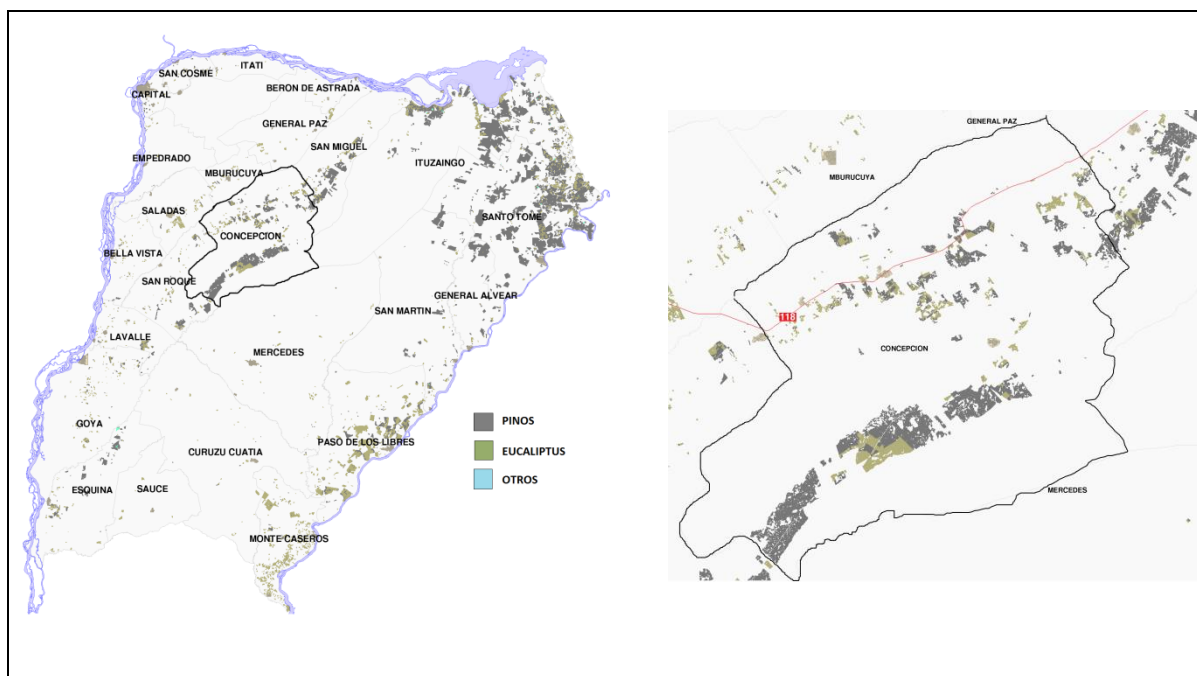
# Capítulo 2. Emplazamiento

## 2.1. Introducción

La provincia de Corrientes se ubica geográficamente en la región Nordeste de la República Argentina, en un punto estratégico del NEA y del MERCOSUR y se divide políticamente en 25 departamentos. De entre estas jurisdicciones, se encuentra la de Concepción, la cual a seguir se describe y argumenta como foco de atención del proyecto.

El departamento de Concepción, se sitúa en el centro de la provincia; la localidad de Concepción es cabecera del Departamento homónimo y junto con Santa Rosa (de 2ª categoría) son los principales núcleos poblacionales de la zona. Ver Plano 01 “Ubicación general del anteproyecto”.

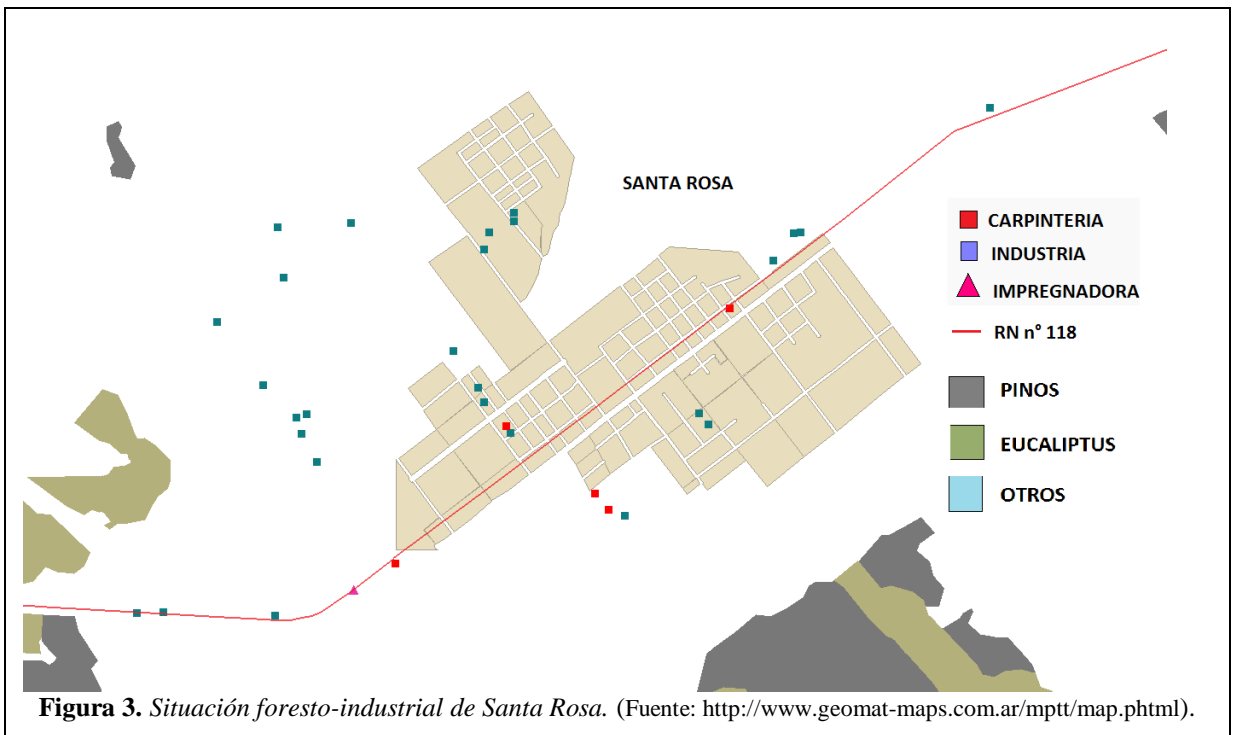
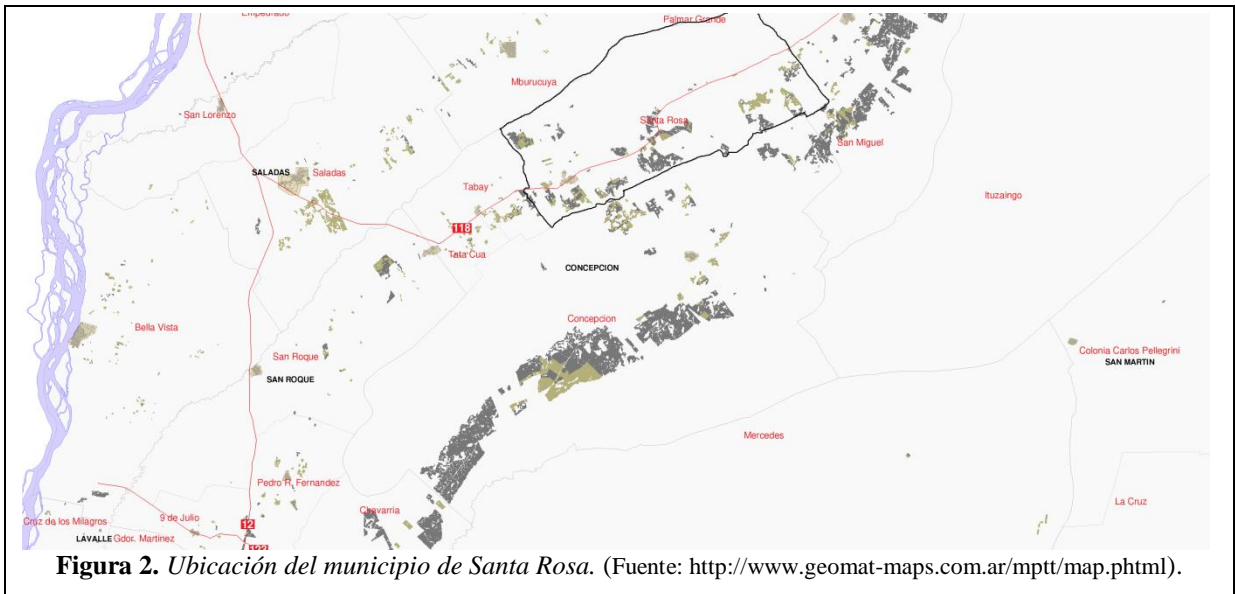
En el año 2015, se estiman implantadas en Concepción unas 30.500ha de *pinnus* y otras 8.600ha de *eucaliptus*, representado gráficamente abajo en la Figura 1. A nivel nacional, la superficie forestada corresponde a 23,2% lo que genera un alto potencial económico (Elizondo, 2015).



**Figura 1.** Cobertura de las plantaciones forestales (Fuente: <http://www.geomat-maps.com.ar/mptt/map.phtml>).

En el municipio de Santa Rosa, la actividad forestal es dinámica debido al ritmo y crecimiento exponencial de los productos forestales extraídos de BI; según el Plan de Ordenamiento Territorial Santa Rosa de enero de 2017 (POTSR, 2017) la localidad se

encuentra en la mayor cuenca forestal provincial y se destaca el alto número de industrias transformadoras de la madera (treinta aproximadamente) entre las que se cuentan aserraderos, secaderos, impregnadoras y carpinterías (Figuras 2 y 3).

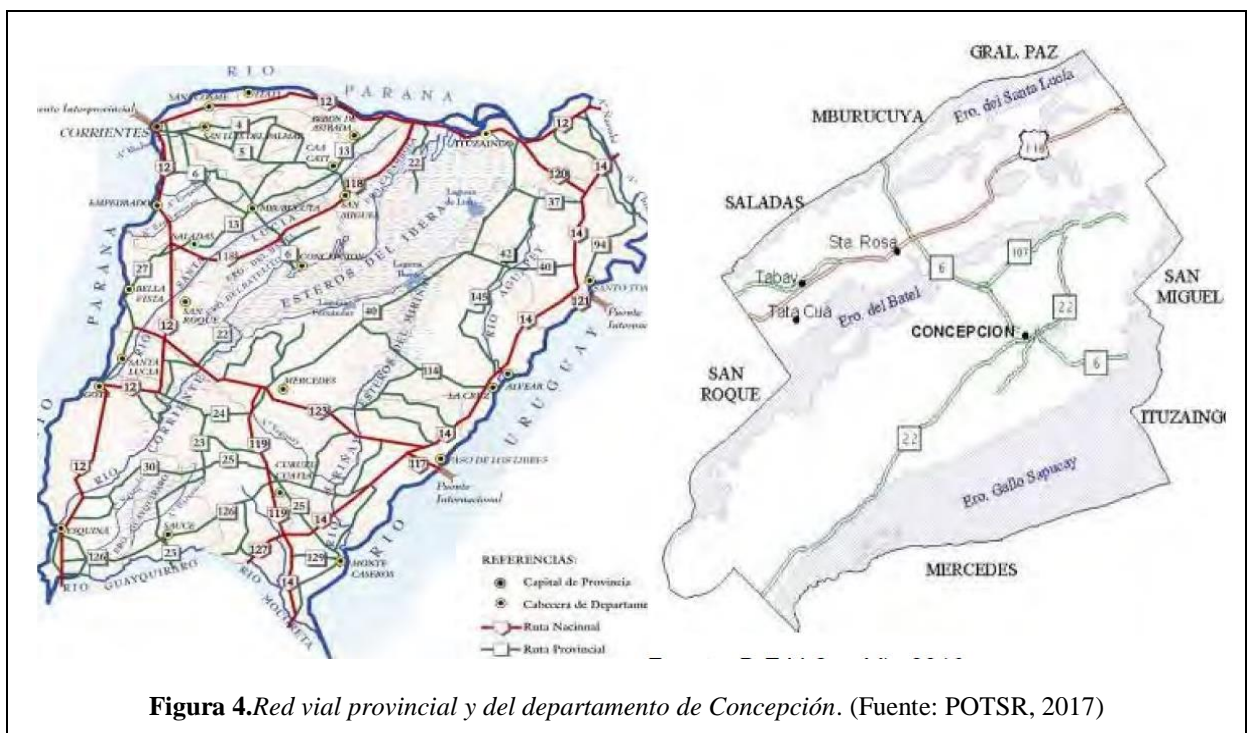


Referido a la conectividad, Colonia Santa Rosa se encuentra favorecida por su localización sobre la RN n° 118, a 154km de la ciudad de Corrientes. Esta conexión vial se da mediante la RN n° 12 (sentido N-S), tomando la RN n° 118 a la altura de la ciudad de Saladas. Estas rutas mencionadas se encuentran en buen estado de conservación, salvo en días de lluvia cuando se produce acumulación excesiva de agua.

Por otra parte, las RP n°6, 22 y 107 son las vías que la vinculan con las distintas localidades de la provincia como Concepción y Mburucuyá. Actualmente, posee una estrecha relación comercial y financiera con la localidad de Saladas y la ciudad de Corrientes (POTSR, 2017). En la tabla 1 y figura 4 a seguir, se resume lo dicho anteriormente.

**Tabla 1:** Análisis de conectividad desde Santa Rosa. (Fuente: POTSR, 2017).

CONECTIVIDAD DESDE SANTA ROSA		
REFERENCIA	UBICACIÓN y CONECTIVIDAD	DISTANCIA
CORRIENTES CAPITAL	RN 12 (N-S) – RP 118 (W-E)	154 km
POSADAS	RN 12 (E-W) - RP 118 (N-S)	272 km
BUENOS AIRES	RN 14 (S-N) - RN 119 (S-N) – RN 123 (E-W) – RN 12 (S-N) – RP 118 (W-E)	885 km



**Figura 4.** Red vial provincial y del departamento de Concepción. (Fuente: POTSR, 2017)

La localidad no cuenta con red ferroviaria, fluvial ni aérea.

## 2.2. Sitio de emplazamiento

Corrientes, como tantas otras provincias, presenta una marcada asimetría en el desarrollo de sus diferentes regiones. Existen áreas en las cuales se observa una importante concentración poblacional y mayores posibilidades de acceso al empleo, a la vez que otras experimentan despoblamiento y migraciones hacia grandes áreas metropolitanas. El nivel de equipamiento e infraestructura que posee la mayoría de los asentamientos rurales es altamente deficitario. Las actividades económicas predominantes (ganadería extensiva y forestal) expulsan la población económicamente activa (PET, 2008, pp. 138). Este es el caso del

departamento de Concepción y particularmente de la localidad de Colonia Santa Rosa (POSTR, 2017).

Dada la situación foresto-industrial de la localidad de Santa Rosa, luego de gestiones provinciales y municipales, en marzo de 2015 se inaugura el Parque Foresto-Industrial Santa Rosa (PFISR). Es un proyecto concretado por el Gobierno de la provincia de Corrientes y es el primero en su tipo en todo el país. Con el fin de erradicar los aserraderos del casco urbano de la ciudad de Santa Rosa, el Gobierno provincial adquirió un predio de alrededor de 80 hectáreas ubicado a 6km de la zona urbana.

Sin abordar un análisis exhaustivo de las alternativas posibles para implantar una industria de estas características en la provincia, este trabajo propone la localidad de Santa Rosa como sitio de emplazamiento no solo por las condiciones de infraestructura y disponibilidad de materia prima para tal fin, sino porque además, carece de industrias que elaboren productos con mano de obra calificada y alto valor agregado desarrollados con el potencial foresto-industrial de la zona. El emplazamiento de una fábrica de estas características, supone un beneficio social que en parte contribuye a solucionar la problemática socio-económica, teniendo en cuenta que además de instalarse en el PFISR, donde la actividad es regulada, existe también la posibilidad de elaborar dentro de la misma fábrica otros productos derivados de la madera, empleando la misma tecnología de encolado.

En este contexto y de cara a una expansión de la producción a mercados más exigentes, aún existe en Santa Rosa una falta de calidad óptima en la madera, debido al escaso valor agregado a la materia prima, un alto porcentaje (más de 50%) de empleados en situación de informalidad y otras falencias en las industrias existentes (baja inversión, baja tecnificación, baja productividad (POTSR, 2017).

### **2.3. Características**

El PFISR forma parte de la Red de Parques de Corrientes que depende de la Subsecretaría de Industria de la provincia. Debido al amplio desarrollo del sector foresto industrial de la localidad, el perfil del mismo es único en el país y exclusivamente destinado al desarrollo de industrias del sector. Tiene como objetivo principal la generación de un polo industrial y se pretende elevar la competitividad de uno de los sectores con mayor potencial de crecimiento a nivel provincial y regional, beneficiando a las empresas radicadas con ventajas de financiamiento o apoyo logístico con miras a la exportación internacional según estándares de calidad exigida en estos mercados.

La superficie total es de 80 hectáreas, de las cuales actualmente se encuentran habilitadas solamente 30 hectáreas. La capacidad de instalación se estima entre 40 a 60 industrias transformadoras de la madera.

Presenta un loteo con diversas superficies para emprendimientos madereros a escala mediana conectados por una avenida organizadora de la trama circulatoria y vías secundarias como se observa en el plano 02 -“loteo PFISR”. Prevé instalaciones de balanzas, estacionamiento para camiones con materia prima elaborada diferenciado de otro destinado a una planta de reutilización de residuos forestales; tanque de 3.500m<sup>3</sup> de agua potable apta para el consumo humano y prevención del fuego; 7km de línea de alta tensión directa para más y mejor energía; 4.000m de tendido eléctrico de iluminación en toda su extensión y pavimento de hormigón en los accesos y calles de interconexión interna (POTSR, 2017).

Una de las estrategia política para el fomento y desarrollo de la localidad es la instalación de una planta de bioenergía pensada para el PFISR que generará energía eléctrica a partir de la generación de vapor producido por la quema de los residuos, y ese mismo vapor se utilizaría para secar la madera en hornos dispuestos en el lugar.

Motivado por la Ley Nacional N° 27.191 de promoción de Energías Renovables, reglamentada por Decreto 531/2016, donde se establece que las industrias que demandan grandes volúmenes de energía deberán consumir un porcentaje del tipo renovables.

Además de las características del PFISR, que son las adecuadas para la instalación de una fábrica de MLE, el plan de ordenamiento territorial incluye un plan de fomento para el desarrollo industrial, el cual será detallado en el capítulo correspondiente al estudio de las fuentes de financiamiento.

La siguiente tabla 4 refleja el actual estado operacional del parque.

**Tabla 2:** *Situación de las industrias dentro del Parque Industrial Santa Rosa.*

(Fuente: Ministerio de Industrias Corrientes 2016)

<b>Razón Social</b>	<b>Rubro</b>	<b>Estado actual</b>
Zumar SA	Fábrica de briquetas y pallets	En funcionamiento
Los Troncos SRL	Aserradero	En construcción
Todo Pallets	Aserradero	En construcción
Diego F. Gómez	Aserradero	En proyección

Razón social	Rubro	Estado actual
Acosta Patricia	Aserradero	En proyección
Maderera C&C SRL	Aserradero	En funcionamiento
Aserradero Beto San Miguel SRL	Aserradero	En proyección
Madetec SRL	Aserradero	En proyección
Madesant SRL	Aserradero	En proyección

A continuación se exponen fotografías tomadas en la visita al PFISR realizada el día 30 de enero de 2018 acompañados por el presidente del parque Sr. Juan Ramón Sotelo.



**Fotografía 1.** Acceso al PFISR. (Fuente: el guardia del parque).



**Fotografía 2.** Servicio de balanza para camiones dentro del PFISR. (Fuente: elaboración propia).



**Fotografía 3.** Tanques de alimentación de la red de agua potable. (Fuente: elaboración propia).



**Fotografía 4.** Transformador de 200kVA de la red de energía eléctrica interna. (Fuente: elaboración propia).



**Fotografía 5.** Estación transformadora que alimenta la red interna. (Fuente propia).

# Capítulo 3. Normalización

## 3.1. Introducción

Cada país posee un organismo de normalización nacional y en Argentina el único organismo es el Instituto Argentino de Normalización (IRAM).

IRAM coordina grupos de trabajo, a nivel regional, de los sectores argentinos que participan de las reuniones de normalización ya que forma parte de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT) y de la Asociación Mercosur de Normalización (AMN).

Internacionalmente representa a la Organización Internacional de Normalización (ISO, por sus siglas en inglés).

## 3.2. Definición

“Según ISO, la normalización es la actividad que tiene por objetivo establecer, ante problemas potenciales, disposiciones destinadas a usos comunes y repetidos con el fin de obtener un nivel de ordenamiento óptimo en un contexto dado, que puede ser tecnológico, político o económico (IRAM, 2017)”.

“Es un documento que establece, por consenso y con la aprobación de un organismo reconocido, reglas y criterios para usos comunes y repetidos. Es decir, establece las condiciones mínimas que debe reunir un producto o servicio para que sirva al uso al que está destinado (IRAM, 2017)”.

## 3.3. Normativa de aplicación

El IRAM posee diversas normas que tienen de alguna manera influencia en la fabricación y desempeño del producto, ya sean de aplicación a la materia prima a utilizar o el producto final de MLEE.

De manera de enmarcar la búsqueda de información y desarrollo del trabajo, se analizaron sólo las normas que se consideran fundamentales para la fabricación de vigas y tirantes de MLEE.

De la lista de normas de aplicación correspondiente, se abordó el análisis detallado de dos específicas y fundamentales; IRAM 9660-1 “Madera laminada encolada estructural – Parte 1 – Clases de resistencia y requisitos de fabricación y control” y la Norma IRAM 9660-

2 “Madera laminada encolada estructural – Parte 2 – Métodos de ensayo”, referidas al control de fabricación del elemento y clasificación por resistencia.

Se enumeran a continuación las normas aplicables respetando un orden según el esquema productivo descrito en el capítulo correspondiente.

### **3.4. Resumen de Normas**

- IRAM 9532. Maderas. Método de determinación de la humedad.
- IRAM 9662-3 “Madera laminada encolada estructural – Clasificación visual de las tablas por resistencia – Parte 3 – Tablas de pino taeda y elliottii (*Pinustaedayelliottii*)”.
- IRAM 9664 “Madera estructural - Determinación de los valores característicos de las propiedades mecánicas y la densidad”.
- IRAM 45055 “Adhesivos para estructuras de madera bajo carga – Clasificación y requisitos de comportamiento”.
- IRAM 9660-1 “Madera laminada encolada estructural – Parte 1 – Clases de resistencia y requisitos de fabricación y control”.
- IRAM 9660-2 “Madera laminada encolada estructural – Parte 2 – Métodos de ensayo”.
- IRAM 9661 “Madera laminada encolada estructural – Requisitos de los empalmes por unión dentada”.
- IRAM 9663 “Estructuras de madera - Madera aserrada y madera laminada encolada para uso estructural - Determinación de las propiedades físicas y mecánicas”.

### **3.5. Descripción de las normas.**

- **Norma IRAM 9532.**

Noviembre 1963

Título: *Maderas. Método de determinación de la humedad.*

Alcance de esta norma

Establece el método de ensayo para determinar la humedad, el gradiente y la humedad media en maderas, con o sin contenidos volátiles.

Definiciones

Define tres parámetros: la humedad en maderas, el gradiente de humedad y la humedad media.

Condiciones generales

Establece que dentro de la norma considera a las piezas madera aserrada.

## Métodos de ensayo

Establece tres métodos de ensayo: secado en estufa, de extracción con disolventes y eléctrico.

Se describe a continuación la metodología para la preparación de las muestras según el método de ensayo a emplear y parámetro a determinar.

Finalmente se describen los aparatos a utilizar como también los procedimientos y expresión de los resultados según el método y parámetro a determinar.

- **Norma IRAM 9662-3\*.**

Julio de 2015

Título: *Madera laminada encolada estructural – Clasificación visual de las tablas por resistencia – Parte 3 – Tablas de pino taeda y elliottii (Pinustaeda y elliottii).*

\* Corresponde a la revisión de la primera edición, a la que ésta segunda edición reemplaza.

Los antecedentes para la elaboración de ésta norma son la homónima IRAM 9662-3:2006 e IRAM 9560:1981 – Piezas de madera. Criterios de evaluación de defectos.

### Objeto y campo de aplicación

El objetivo de esta norma es establecer una clasificación visual por resistencia de tablas de *pinustaeda* y *elliottii* cultivados en las provincias de Misiones y Corrientes, destinados a la fabricación de elementos estructurales laminados encolados. Se establecen los límites de defectos presentes en las tablas de acuerdo a las dos clases de resistencia en que las clasifica. Se establece la aplicabilidad acorde a las dimensiones de las tablas.

### Clases de resistencia

Se definen dos clases de resistencia: Clase 1 y Clase 2, siendo la primera la de mayor resistencia.

### Requisitos.

Aquí se presenta, primeramente, una tabla con los límites de los defectos para cada clase resistente. Dichos defectos son, por ejemplo, desviación de las fibras, presencia de médula, nudosidad, fisuras, alabeos de la tabla, entre otros.

La clase que se le asignará a cada tabla, está determinada por su sección más débil. Se aplica a tablas con un contenido de humedad máximo de 16%, determinado con IRAM 9532. Cuando las tablas se corten longitudinalmente, o a largos menores, deberán ser clasificadas nuevamente.

Como tolerancia, un lote se considera aceptable de ser clasificado con la clase correspondiente, cuando como máximo un 10% del mismo no cumple con los criterios necesarios establecidos para aquella clase.

#### Determinaciones

En este punto, la norma explica cómo considerar los defectos, tanto cualitativamente como cuantitativamente. Por ejemplo, la medición de, diámetro de nudos, inclinación de grano, anchura máxima de anillo de crecimiento, longitud de rajaduras y grietas, flechas de alabeo, ataques biológicos, entre otros defectos que pueden estar presentes en una tabla aserrada sin cepillar.

#### Marcado, rotulado y embalaje

En éste ítem, se establecen las marcas que deberá llevar el producto para su comercialización y las condiciones para utilizar el sello IRAM.

#### Anexo A (Informativo): Inspección y recepción

El muestreo es hecho al azar, según IRAM 18. Se presenta también una tabla que relaciona un plan de muestreo, relacionando número de tablas a extraer con el tamaño del lote en cantidad de tablas.

La aceptación o rechazo del lote se considera como la tolerancia antes mencionada. En el caso de que el proveedor no aceptara los valores experimentales obtenidos, se repiten las determinaciones, las que se ensayan en forma conjunta o a través de un árbitro, de acuerdo con lo que se convenga.

#### Anexo B (Informativo): Propiedades mecánicas y densidad de las tablas

Aquí se presentan, a través de una tabla, los valores característicos que se espera presenten las piezas de madera que cumplan con esta clasificación. Dichas propiedades son, resistencia a flexión, resistencia a la tracción, módulo de elasticidad, y densidad. Estos fueron determinados de acuerdo con la norma europea UNE-EN 384:2004.

#### Anexo C (Informativo): Bibliografía

#### Anexo D (Informativo): Integrantes de los organismos de estudio

- **Norma IRAM 9664.**

Abril de 2013

Título: *Madera estructural. Determinación de los valores característicos de las propiedades mecánicas y la densidad.*

Se mencionarán solamente los subtítulos de la norma, a fin de exponer una noción de qué se trata.

#### Introducción

Objeto y campo de aplicación  
Documentos normativos para la consulta  
Términos y definiciones  
Símbolos y abreviaturas  
Valores característicos de las propiedades mecánicas determinadas con probetas en medidas reales de utilización  
Otros métodos para la determinación de las propiedades mecánicas  
Propiedades mecánicas para otras calidades  
Densidad  
Procedimiento de aceptación para la verificación de un lote  
Informe

- **Norma IRAM 45055.**

Diciembre de 2012

Título: *Adhesivos para estructuras de madera bajo carga – Adhesivo de policondensación de tipos fenólicos, aminoplásticos, y de otros tipos – Clasificación y requisitos de comportamiento.*

Como antecedente para la elaboración de ésta norma se tuvo en cuenta la norma UNE-EN:1992 – Adhesivos para estructuras de madera bajo carga. Adhesivos de policondensación de tipos fenólicos y aminoplásticos. Clasificación y especificaciones de comportamiento. CEN (Comité Europeo de Normalización), AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación).

Objeto y campo de aplicación

Esta norma establece los adhesivos mencionados en el título, de acuerdo con su idoneidad de uso en estructuras de madera bajo carga, en condiciones de exposición climática definidas, y establece requisitos de comportamiento. Cabe aclarar que, los requisitos de comportamiento son aplicables sólo al adhesivo y no a la estructura.

Definiciones

Adhesivo de policondensación: adhesivo fabricado a partir de una resina formada por una reacción de polimerización que incluye la eliminación del agua. Dichos adhesivos normalmente pueden contener aditivos, cargas o endurecedores.

Resina fenólica: resina sintética derivada de una reacción de condensación de un compuesto fenólico o una mezcla de compuestos fenólicos, y un aldehído o una mezcla de aldehídos.

Resina aminoplástica: resina sintética derivada de una reacción de condensación entre formaldehído u otro aldehído, y un compuesto sintético que contenga grupos amino o compuestos similares, solos o en combinación.

#### Clasificación

De acuerdo a las condiciones climáticas definidas en una tabla, se clasifican dos tipos de adhesivos, I y II, según su aptitud de uso en la pieza pegada.

#### Requisitos

Aquí se determina que, los adhesivos indicados en la norma cumplirán los requisitos de comportamiento pertinentes cuando sean ensayados según la norma IRAM 45054 partes 1 a 4, la cual incluye los métodos de ensayo siguientes: Ensayo a cizalladura por tracción, ensayo de delaminación, ensayo de ataque a la fibra, ensayo de tensión por contracción.

#### Ensayo de cizalladura por tracción

Según norma IRAM 45054-1. Se obtienen cargas mínimas de rotura por cizalladura por tracción, de juntas con película de adhesivo delgada hechas con probetas de haya, luego de los tratamientos especificados en el Anexo B. Se presenta una tabla con dichas cargas mínimas.

#### Ensayo de delaminación

Según norma IRAM 45054-2. Como resultado, mediante una tabla, se obtienen especificaciones para la resistencia a la delaminación de muestras laminadas tratadas como se indica en el Anexo C.

#### Ensayo de tracción transversal

Según norma IRAM 45054-3. Se obtiene como conclusión, que la media aritmética de la carga de tracción perpendicular a la rotura de las muestras control sin tratar, no debe ser inferior a 2,5 kN.

#### Ensayo de contracción

Según norma IRAM 45054-4. Se obtiene como conclusión, que la media aritmética de la carga de cizalladura por compresión a rotura, luego del ensayo de contracción indicado, no debe ser inferior de 30 kN. El tratamiento al que se someten las probetas se encuentra en el Anexo E.

#### Marcado, rotulado y embalaje

En este ítem, se establecen las marcas que deberá llevar el producto para su comercialización y las condiciones para utilizar el sello IRAM.

#### Información sobre el uso o aplicación del adhesivo

Aquí, se detalla la información fundamental que el fabricante del adhesivo debe proporcionar, como vida útil del mismo, componentes, viscosidad dinámica, pH, tiempo mínimo de prensado, valor mínimo de presión, temperatura mínima y recomendada para su aplicación y el curado, entre otras características importantes.

Anexo A (Normativo): Uso de la tabla 1 sobre los tipos de adhesivos

Aquí, se presenta una tabla auxiliar para el uso de la tabla 1, que indica la humedad de equilibrio de la madera relacionada con la humedad relativa y temperatura del ambiente.

Anexo B (Normativo): Tratamientos anteriores al ensayo de cizalladura

Aquí, se presenta una tabla con la duración y tipo de tratamiento a aplicar a las probetas, previo a dicho ensayo. En total se muestran cinco tipos de tratamiento, las cuales se diferencian en las condiciones de humedad y secado.

Anexo C (Normativo): Tratamientos cíclicos usados para el ensayo de delaminación

Análogo al Anexo B anterior, pero con tratamientos distintos. En total se describen dos tipos de tratamiento.

Anexo D (Normativo): Tratamiento previo al ensayo de tracción

Análogo al Anexo B anterior, pero con tratamientos distintos. En total se describen tres tipos de tratamiento.

Anexo E (Normativo): Tratamiento usado para el ensayo de contracción

Análogo al Anexo B anterior, pero el tratamiento es distinto.

Anexo F (Informativo): Bibliografía

Anexo G (Informativo): Integrantes de los organismos de estudio

- **Norma IRAM 9660-1\***.

Febrero de 2015

Título: *Madera laminada encolada estructural – Parte 1 – Clases de resistencia y requisitos de Fabricación y control.*

\* Corresponde a la revisión de la primera edición, a la que esta segunda edición reemplaza.

El antecedente para la elaboración de esta norma es la homónima IRAM 9660-1:2006.

Objeto y campo de aplicación

Establecer los requisitos mínimos a cumplir en la producción de madera laminada encolada estructural, incluyendo los de la materia prima, proceso de laminación y encolado, de los tamaños y tolerancias.

Establecer los procedimientos de inspección y ensayos.

Establecer un sistema de clases resistencia e indicar informativamente los valores de resistencia característica y módulo de elasticidad en flexión.

Establecer requerimientos de embalaje, aspecto y marcado rotulado.

Clasificación de la madera laminada encolada estructural

Aquí, la norma clasifica a la MLEE de acuerdo a tres parámetros: su resistencia (grado 1 y 2), aspecto (clase arquitectónica, comercial e industrial), ambiente en el cual se la utilizará (para uso exterior, para uso interior).

Requisitos de la madera

Se deja en claro que ésta norma sólo podrá ser aplicada sólo a ciertas especies madereras que se mencionan en la misma.

Se establece que la madera aserrada no deberá tener tratamiento de impregnación por vacío-presión ni antes ni después del encolado.

Se establece que la madera aserrada deberá ser seleccionada visualmente por medio de la norma IRAM 9662 que corresponda según la especie.

Requisitos del adhesivo

Aquí, se remite a la norma IRAM 45055 y se clasifican los adhesivos a utilizar según se espere que el contenido de humedad de la madera en servicio sea mayor o igual a 18% (adhesivos tipo I) o menor (adhesivos tipo II).

Requisitos para la fabricación de los elementos encolados

Se indica que el personal encargado de la elaboración del producto debe ser idóneo.

Se indican rangos aptos de temperatura y humedad para el ambiente de producción.

Láminas

Se especifica el contenido de humedad que deben tener las tablas en el momento del encolado, y para su determinación remite a la norma IRAM 9532 “Método de determinación de la humedad”.

Se explican los defectos geométricos aceptables e inaceptables de las láminas en el momento del encolado.

Se indican tolerancias dimensionales del producto final y pautas para láminas conformadas por dos o más piezas.

Uniones de extremos entre las láminas

Se establecen distancias límites entre las uniones dentadas según el elemento sea conformado por una o más piezas unidas por su canto.

Encolado de las láminas

Concierne la preparación del adhesivo, su aplicación en las láminas y la eficacia del encolado según IRAM 9660-2 para uniones con adhesivos de uso exterior e interior.

Se establece la magnitud de la presión de prensado, su modo de aplicación y distancias admitidas entre prensas.

#### Maduración

Menciona que luego del prensado, el elemento debe permanecer en un lugar con las condiciones ambientales y tiempo indicados por el fabricante del adhesivo.

#### Requisitos de la madera laminada encolada estructural

Los ítems que comprende este punto son: medidas y tolerancias, aspecto de la viga y parches.

#### Marcado, rotulado y embalaje

Indica que el producto de MLEE deberá ser marcado de cierta forma con distintas informaciones relevantes, como identificación del material, mención de ésta norma, grado de resistencia, etc.

#### Anexo A (Normativo): Inspección y recepción

En este anexo, se detallan los controles y comprobaciones sistemáticas a realizar por el fabricante, como los ensayos pertinentes, variables como la temperatura y humedad relativa ambiental, cepillado, tiempos de ensamblado, clasificación por resistencia y por aspecto, entre otros. La cantidad y tipo de ensayos están especificados en tablas.

También, se habla al respecto de los criterios de aceptación, muestreo, y los controles por parte de la entidad externa.

#### Anexo B (Informativo): Valores característicos de la madera laminada encolada estructural

Este anexo dicta que la MLEE que se elabore siguiendo esta norma, se espera que alcance los valores característicos allí indicados en una tabla, determinados conforme a norma UNE-EN 408.

#### Anexo C (Informativo): Presión ejercida por la prensa

Este anexo brinda una fórmula para calcular la fuerza requerida en cada prensa a fin de prever una presión adecuada en cada capa de encolado.

#### Anexo D (Informativo): Símbolos empleados en esta norma

#### Anexo E (Informativo): Bibliografía

- **Norma IRAM 9660-2\***.

Febrero de 2015

Título: Madera laminada encolada estructural – Parte 2 – Métodos de ensayo.

\* Corresponde a la revisión de la primera edición, a la que ésta segunda edición reemplaza.

Los antecedentes para la elaboración de ésta norma son la homónima IRAM 9660-2:2006, y AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación) UNE-EN 391:1995 – Madera laminada encolada. Ensayo de delaminación de las líneas de adhesivo.

Objeto y campo de aplicación

Establecer los métodos de ensayo que se aplican a la madera laminada encolada para determinar su conformidad con los requisitos de la IRAM 9660-1.

Se consideran los siguientes métodos:

Resistencia a la delaminación.

Resistencia al cizallamiento en las líneas de encolado.

Medición del adhesivo esparcido.

Ciclo de delaminación

Este ensayo consiste, a grandes rasgos, en someter las probetas a un ciclo de vacío-presión e inmersión, en autoclave, seguido de un secado en estufa. Luego, se determina la delaminación evaluando las líneas de encolado y observando si se despegaron las láminas en las cabezas de las probetas.

Se describen las características del instrumental necesario, como el autoclave, la cámara de secado y la balanza.

Se describen las características de las probetas: origen de extracción, sus dimensiones y forma de extracción.

Se explica detalladamente el procedimiento de ensayo, diferenciando entre probetas con adhesivo de uso exterior e interior.

Luego de esto, se indica cómo considerar las delaminaciones producidas, a fin de medirlas precisamente.

Por último, se procede al cálculo porcentual del largo del total de delaminaciones y de la delaminación máxima medida por probeta, mediante fórmulas proporcionadas.

El ensayo culmina con un informe escrito, que debe incluir la siguiente información:

Identificación completa de la probeta y de dónde provino.

Determinación realizada y la mención de esta norma IRAM.

Especie de madera y clase resistente de acuerdo con IRAM 9662.

Tipo de adhesivo de la unión.

Procedimiento de ensayo aplicado.

Valor del porcentaje de delaminación total y del mayor porcentaje de delaminación.

Observaciones considerables y cualquier desvío al procedimiento de ensayo.

-Fecha del ensayo.

Identificación del operador.

Resistencia al cizallamiento en las líneas de encolado

Este ensayo consiste en someter el plano de encolado de la probeta a una fuerza de cizallamiento, aplicando una carga en dirección paralela a las fibras de la madera, que se incrementa gradualmente, hasta llegar al punto de falla de la probeta. Se determina la resistencia al cizallamiento en la línea de encolado y el porcentaje de falla de madera en el área cizallada.

Se describen las características del instrumental necesario, como la máquina de ensayo de compresión y accesorios de distribución del esfuerzo.

Se describen las características de origen y dimensionales de las probetas, así como también la cantidad de líneas de encolado a ser ensayadas.

Se explica detalladamente el procedimiento de ensayo.

A través de un cálculo simple, se calcula la resistencia al cizallamiento en el plano de encolado ensayado, y se estima el porcentaje de falla por madera respecto del total del área sometida al esfuerzo.

Por último, se culmina con un informe que contenga la siguiente información:

Identificación completa de la muestra y del elemento de donde se obtuvieron las probetas.

Determinación realizada y la mención de esta norma.

Especio de la madera y su clase resistente según IRAM 9662.

Tipo de adhesivo.

Resistencia al cizallamiento y porcentaje de rotura por madera de cada una de las líneas de encolado ensayadas, y el promedio para cada probeta.

Contenido de humedad de cada uno de las probetas con IRAM 9532.

Observaciones considerables y cualquier desvío al procedimiento de ensayo.

Fecha del ensayo.

Identificación del operador.

Cantidad de adhesivo esparcido

En este ensayo, se determina la cantidad de adhesivo esparcido sobre una de las caras de las láminas, mediante un trozo de papel o cinta de superficie conocida que se adosa a aquella. Se aplica el encolado a la lámina con el papel o cinta y se retira ésta última y se pesa.

Se calcula la cantidad de adhesivo aplicada como la diferencia de masa antes y después del encolado.

Se describe el instrumental y material necesarios, como balanza de precisión.

Se explica detalladamente el procedimiento de ensayo.

Se realizan el cálculo pertinente con la fórmula proporcionada y se compara el resultado con la cantidad de adhesivo recomendada por el fabricante.

Por último, se culmina con un informe que debe contener la siguiente información:

Determinación realizada y la mención de esta norma.

Masa y área del papel o cinta antes del encolado.

Masa después del encolado.

Adhesivo usado y todas las características propias del proceso de su esparcido, como temperatura, dosificación, tipo de esparcidor, etc.

Resultado del cálculo.

Observaciones considerables y cualquier desvío al procedimiento de ensayo.

Fecha de ensayo.

Identificación del operador.

Anexo A (Informativo): Bibliografía

Anexo B (Informativo): Integrantes de los organismos de estudio

- **Norma IRAM 9661\***.

Junio de 2015

Título: Madera laminada encolada estructural – Requisitos de los empalmes por unión dentada.

\* Corresponde a la revisión de la primera edición, a la que ésta segunda edición reemplaza.

El antecedente para la elaboración de ésta norma es la homónima IRAM 9661:2006.

Objeto y campo de aplicación

Esta norma establece los requisitos mínimos de las uniones longitudinales dentadas de láminas de madera maciza, de una misma especie, destinadas a ser utilizadas en elementos estructurales portantes. Se menciona también a qué especies es aplicable esta norma.

Definiciones

Unión dentada: unión longitudinal de dos maderas macizas, como tablas y tablones, cuyos extremos tienen forma de diente de igual paso e igual perfil, unidos el uno al otro y adheridos entre sí.

Requisitos de los materiales

Se mencionan las especies de madera aceptables, las normas IRAM con las cuales se las debe clasificar y el contenido de humedad que deben tener las tablas.

Se menciona que los adhesivos a ser utilizados deben cumplir con IRAM 45055.

#### Requisitos de fabricación

Se establecen los requisitos de la madera en la zona de unión, como temperatura y humedad adecuadas, consideraciones sobre defectos cercanos. Se contemplan dos tipos de uniones, según su visibilidad en las caras o cantos de las tablas de madera.

Se describe el perfil del diente de unión, pautas sobre la ejecución de corte del anterior, aplicación del adhesivo, prensado de las tablas y endurecimiento de la unión.

#### Requisitos de la unión dentada

En este punto, la norma establece que la resistencia a flexión de la unión obtenida según esta, debe ser mayor o igual a su equivalente declarada por el fabricante. Se proporciona una tabla con los valores mínimos de la resistencia característica a la flexión de las uniones dentadas, declaradas por el fabricante.

#### Método de ensayo

Según normas IRAM 9663 e IRAM 9664.

Se culmina con un informe con la siguiente información:

Identificación de la muestra: especie, clase resistente, tipo de adhesivo, etc.

Determinación realizada y mención de esta norma.

Medidas transversales de las láminas.

Tratamiento aplicado a la madera.

Fecha de fabricación de la unión dentada.

Carga de rotura, resistencia a flexión, entre otros.

Fecha de ensayo.

Identificación del operador.

#### Denominación

Se establece que se denominará la unión según el largo y paso del diente, con la inscripción *IRAM 9661*.

#### Anexo A (Informativo): Inspección y recepción

En este anexo, se establece las condiciones y forma en la que se debe hacer el control interno y externo de calidad del fabricante. Asimismo, se imponen los criterios de aceptación de la producción.

#### Anexo B (Informativo): Perfil del diente

En este anexo, se recomiendan pautas dimensionales para los dientes de la unión.

Anexo C (Informativo): Presión aplicada en la unión

Este anexo muestra un gráfico con una curva que relaciona la presión longitudinal aplicada, en Pascales, y el largo del diente en milímetros.

Anexo D (Informativo): Símbolos empleados en esta norma

Anexo E (Informativo): Bibliografía

Anexo F (Informativo): Integrantes de los organismos de estudio

- **Norma IRAM 9663.**

Noviembre de 2013

Título: *Estructuras de madera - Madera aserrada y madera laminada encolada para uso estructural - Determinación de las propiedades físicas y mecánicas.*

Se mencionarán solamente los subtítulos de la norma, a fin de exponer una noción de qué se trata.

Introducción

Campo de aplicación

Documentos normativos para consulta

Términos y definiciones generales

Símbolos y abreviaturas

Acondicionamiento de las probetas

Determinación de las medidas de las probetas

Determinación de la humedad de las probetas

Determinación de la densidad de las probetas

Ensayo de flexión

Ensayos de tracción

Ensayos de compresión

Anexo A (Informativo) Bibliografía

Anexo B (Informativo) Integrantes del organismo de estudio.

# Capítulo 4. Certificación

## 4.1. Introducción

Este capítulo tiene por objeto describir las ventajas que acompañan a un producto si el mismo es certificado con el sello de calidad, y de qué manera se puede obtener dicha certificación.

En nuestro país, existen organismos que otorgan sellos de certificación de calidad, entre ellos se puede nombrar al INTI, Instituto Nacional de Tecnología Industrial, e IRAM, Instituto Argentino de Normalización. Además, existen organismos de certificación de carácter internacional como ser, *International Organization for Standardization* (ISO), Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT), Comité Mercosur de Normalización (CMN), entre otros.

Muchos de estos certificados internacionales son otorgados por IRAM, que cumple de representante para aquellos organismos en Argentina. De esta forma, se puede certificar IRAM, y junto a este certificado se puede solicitar los demás sellos.

## 4.2. Definición

La Organización Internacional de Normalización (ISO) define certificación como “atestación por tercera parte relativa a productos, procesos, sistemas o personas”, entendiéndose por atestación la actividad que se basa en la decisión tomada luego de la revisión, y consiste en autorizar y emitir una declaración de que se ha demostrado que se cumplen los requisitos especificados. Esta declaración puede ser un certificado o una marca de conformidad.

Los requisitos especificados, a los que hace mención la anterior definición, pueden estar contenidos en normas, especificaciones técnicas, reglamentos u otros documentos normativos.

## 4.3. Beneficios

Es fundamental indicar que, el foco de las certificaciones o “sellos de calidad” está en la satisfacción del cliente; la mejora de la imagen empresarial es sólo un beneficio adicional o colateral. Se señalan a seguir algunas razones de por qué buscar certificaciones de calidad:

- **Enfoque en el cliente.** Gran parte de las normas de calidad hacen hincapié en los aspectos necesarios en un negocio para la satisfacción de sus clientes. Se trata de quitar protagonismo a procesos y aspectos internos que no agregan valor al destinatario final.
- **Competir en el mercado internacional.** ¿Cómo puede una empresa garantizar a un cliente extranjero que es como dice ser? ¿Cómo puede este tener certeza de que su actividad tiene en cuenta el medio ambiente? Para acceder a ciertos mercados resulta imprescindible demostrar que se está cumpliendo con estándares de calidad, que pueden ser una exigencia de sus clientes o de un marco legal.
- **Ganar la confianza del mercado como ventaja diferencial.** La seguridad, calidad o especialidad de los productos o servicios debe estar bien sustentada más allá de la comunicación. Una certificación garantiza a los consumidores que la ventaja diferencial de la empresa tiene bases sólidas y permanentes.
- **Asegurar la eficacia.** La mayoría de las certificaciones tienen un impacto en el interior de las organizaciones, ya que, por un lado obligan a pensar en las mejores formas de alcanzar objetivos antes de certificar, y por otro a actuar de manera previsible, basando las decisiones en información cierta. Por otra parte, las auditorías externas regulares que implican la mayoría de las certificaciones alientan a mantener el equipo de trabajo comprometido con el cumplimiento de las normas que se implementaron.
- **Mejorar la imagen general de la empresa.** Las certificaciones de calidad agregan un fachada de mejora a todo el negocio en su conjunto. Se percibe en general como valioso el que la empresa se preocupe por dar a conocer su calidad y abra las puertas a mostrar cómo trabaja ante organismos de certificación externa. Y esto resulta aún de mayor impacto ante certificaciones internacionales que aumentan la competitividad del país.

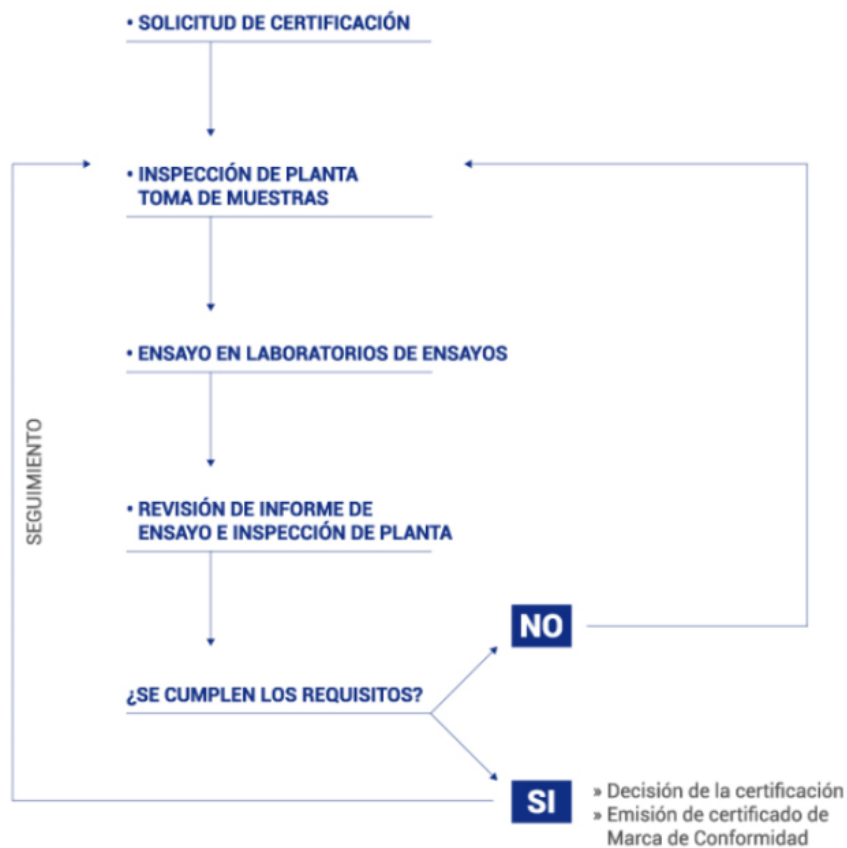
#### 4.4. Proceso de certificación

Cuando la empresa está en proceso de producción, deberá comunicarse con el ente de certificación, y a partir de allí, comenzar el curso hacia conseguirla. Luego de este proceso, la empresa obtendrá el “Registro IRAM de Sistemas de Aseguramiento de Calidad”.

IRAM entregará la certificación a las empresas que implementan y mantienen un sistema de gestión de la calidad que satisfaga las normas ISO 9000 “Sistemas de gestión de calidad – Fundamentos y vocabulario” e ISO 9001 “Sistemas de gestión de calidad – Requisitos. Acreditaciones en Certificación”. Estas últimas son un conjunto de normas sobre calidad y gestión de calidad, aplicables a cualquier tipo de organización o actividad orientada

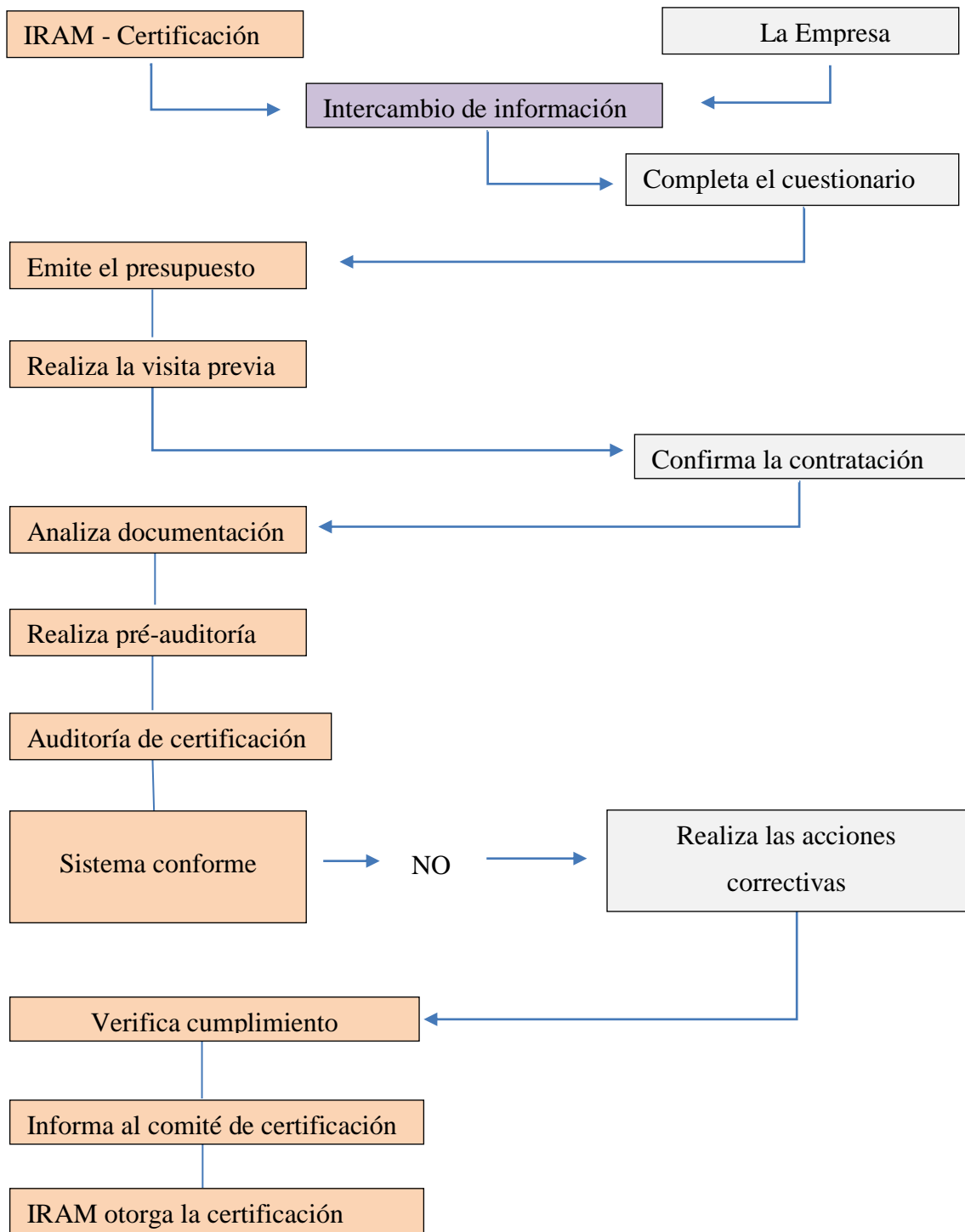
a la producción de bienes o servicios, sin importar su rama, para su certificación o con fines contractuales. Las normas recogen tanto el contenido mínimo como las guías y herramientas específicas de implantación como los métodos de auditoría. El proceso que propone IRAM se expone en las figuras 5 y 6 a seguir.

## CERTIFICACIÓN POR MARCA DE CONFORMIDAD



**Figura 5.** Proceso de certificación. (Fuente: [www.iram.org.ar](http://www.iram.org.ar))

Un diagrama más detallado que el anterior, se muestra a seguir.



**• AUDITORÍA DE CERTIFICACIÓN**

» Etapa I



El objeto de esta actividad es determinar el grado en que el sistema de gestión se encuentra alineado con respecto a los requisitos de la norma de referencia, a través del análisis de la documentación y de entrevistas a las funciones clave de su organización.

La auditoría de certificación etapa I finaliza con la entrega de un informe donde se detallan los eventuales desvíos, que le permitirán a su organización tomar las acciones necesarias para poder estar en condiciones de afrontar la siguiente etapa de la auditoría.

**• AUDITORÍA DE CERTIFICACIÓN**

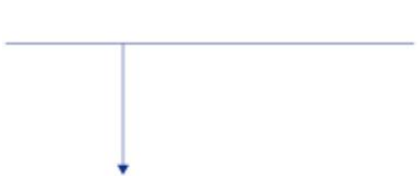
» Etapa II



Consiste en un muestreo más exhaustivo que el realizado durante la etapa anterior, con el fin de comprobar que el sistema de gestión se encuentra implementado y cumple con los requisitos de la norma de referencia.

Es importante señalar que en la auditoría de certificación etapa II se confirma el alcance de la certificación, es decir los procesos, actividades y sitios que se encuentran comprometidos por el sistema de gestión certificado.

**• OTORGAMIENTO DE CERTIFICADO**



Basándose en el resultado de la auditoría de certificación etapa II y en la recomendación del equipo auditor, el Comité General de Certificación de IRAM resuelve el otorgamiento del certificado.

Su organización recibe el certificado de IRAM y el certificado de IQNet. Las organizaciones que logran la certificación son invitadas a un acto público de entrega de certificados que se realiza en la sede Casa Central de IRAM.

**• AUDITORÍAS DE MANTENIMIENTO**



La certificación es válida por tres años. IRAM lleva a cabo auditorías de mantenimiento periódicas para asegurar que el sistema de gestión de su organización se mantenga activo y evolucione hacia la mejora en su desempeño.

**• RENOVACIÓN DEL CERTIFICADO**

Tres meses antes del vencimiento del certificado IRAM se pone en contacto con su organización para acordar la renovación del mismo.

La auditoría de recertificación tiene características similares a las auditorías de mantenimiento, diferenciándose solamente en que en el transcurso de la misma será evaluado el cumplimiento de todos los requisitos de la norma de referencia.

**Figura 6.** Proceso de certificación detallado. (Fuente: [www.iram.org.ar](http://www.iram.org.ar))

Luego de este proceso, la empresa obtendrá el “Registro IRAM de Sistemas de Aseguramiento de Calidad”.

#### 4.5. Costo de obtención de la certificación

El costo de la certificación dependerá, entre varios factores, del tamaño de la empresa y, en este caso, del número de especies de madera que se elaboren en la fábrica. Esta información se detallará en el capítulo pertinente.

#### 4.6. Los Sellos



Este sello significa que los productos son fabricados bajo el Sistema de calidad certificado a la empresa, el cual cumple con las exigencias ISO 9001.



**Sello de conformidad:** certifica que los materiales que produce la empresa cumplen con las normas IRAM, comprobados mediante inspecciones periódicas a las plantas productoras realizadas por el INTI.

# Capítulo 5. Materia prima

## 5.1. Madera

### 5.1.1. Contexto foresto-industrial

Como ya se anunció anteriormente la madera para la elaboración de las vigas de MLEE será la proveniente del aserrado de BI en la localidad de emplazamiento de la fábrica.

- Bosques implantados

En el Artículo 4° de la mencionada Ley de Bosques se define al bosque implantado o cultivado al obtenido mediante siembra o plantación de especies maderables nativas y/o exóticas adaptadas ecológicamente al sitio, con fines principalmente comerciales o industriales, en tierras que, por sus condiciones naturales, ubicación y aptitud sean susceptibles de forestación o reforestación según lo indicado en el ordenamiento territorial de Bosques Nativos adoptados por Ley Provincial según lo establecido en la Ley N° 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental para Bosques Nativos.

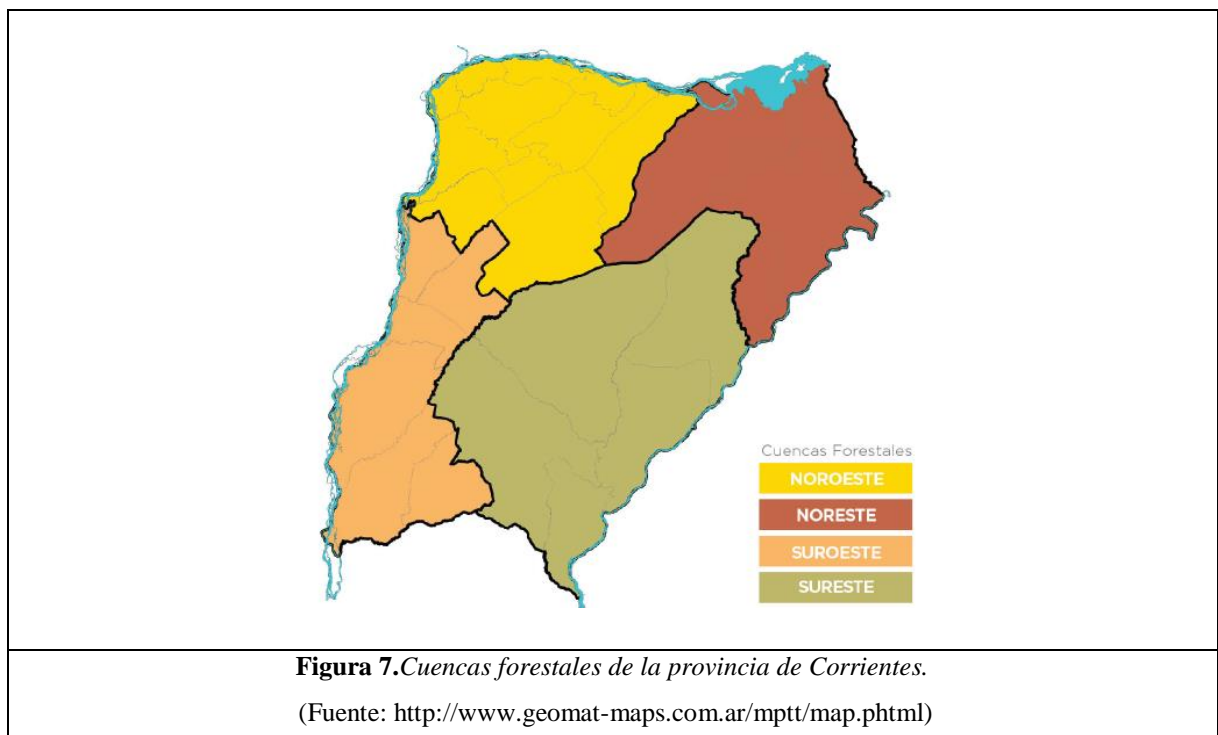
Un error muy común es el de ver a los bosques como simples fuentes de recursos maderables, siendo de máxima importancia que se los comience a interpretar como ecosistemas forestales, puesto que estos constituyen comunidades biológicas complejas que además de los productos madereros, ofrecen importantes productos no madereros, proveen de servicios ambientales, y cumplen funciones ecológicas y sociales vitales para la salud y el bienestar del ser humano Caballero-Barriola (2009).

Referido a los bosque implantados y teniendo en cuenta la ubicación geográfica dentro del territorio de la provincia de corrientes de las plantaciones y la actividad foresto-industrial, se distinguen cuatro cuencas, Noreste, Noroeste, Suroeste y Sureste como se muestra en la figura 7.

La cuenca Noroeste se encuentra dentro del estrato de suelo 1 que, si bien no es el más productivo para el desarrollo de plantaciones, se lo considera segundo en el *ranking* establecido. Concentra 16,29% de la superficie total inventariada en la provincia según la *Actualización del Inventario Forestal de la Provincia de Corrientes* (Elizondo, 2015), y el departamento de Concepción es el más significativo.

En el mismo departamento, en la localidad de Santa Rosa, donde se propone evaluar la instalación de la fábrica de MLEE, la situación actual forestal responde tanto a la necesidad

de obtener beneficios de los B.I. al mismo tiempo que ofrece un marco de legislaciones tendientes a la conservación del ecosistema y manejo sustentable de los recursos por medio de la incorporación de planes de manejo forestal como herramienta regulatoria del uso y aprovechamiento racional de los bosques de un predio determinado (“Plan Estratégico Territorial Argentina 2016”, “Plan estratégico Participativo 2021”, “Plan de Ordenamiento Territorial Santa Rosa 2013”); todo ello acompañado de normativas referidas a la conservación de Bosques Nativos (Ley Nacional n° 26.331 y la Ley Provincial n° 5.794), y la actualización del Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos (OTBN) de la Provincia de Corrientes.



- **Foresto-industria**

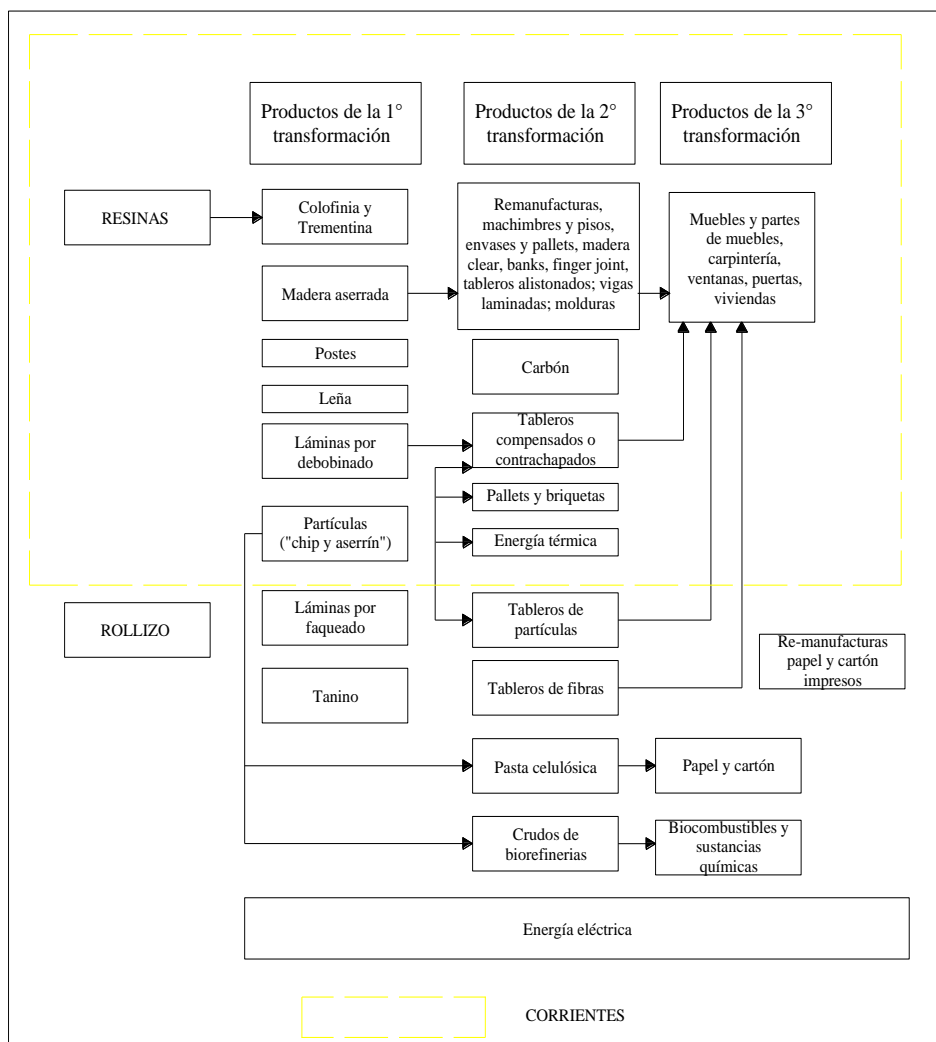
Desde un punto de vista global, la industria de la madera abarca su transformación en productos de consumo; la cadena foresto-industrial de la Argentina según Maslatón (2005) incluye a los siguientes sectores:

- Al forestal primario, dedicado a la producción de semillas, plantines implante, servicios forestales y subproductos.
- Actividades industriales o transformadoras de la madera, dentro de las cuales se distinguen las que realizan una transformación física de la madera (madera aserrada, re manufacturas, tableros reconstituidos, chapas, contrachapados, madera laminada, partes para muebles, etc.) y las que la transforman químicamente (pasta celulósica, papel y cartón).

- Empresas gestadoras de biomasa de madera recuperada, se las puede agregar para cerrar el ciclo.

En la actualidad, un complejo foresto-industrial “maduro” es aquel capaz de producir una cantidad enorme de productos y derivados, utilizar los subproductos de un eslabón como insumo productivo en otro y generar importantes beneficios socio-económicos, ambientales, energéticos y científicos (PEFIC, 2013).

La provincia de Corrientes se ubica en una etapa denominada “incipiente” dentro de las distintas fases de desarrollo posible de un complejo foresto-industrial. Respecto de los posibles encadenamientos productivos que existen para el aprovechamiento integral y eficiente de la madera, la provincia abarca solo alguno de ellos y dentro de los cuales se encuentra la producción de vigas laminadas / multilaminadas (figura 8).



**Figura 8.** Provincia de Corrientes en el complejo foresto-industrial. (Fuente: PEFIC, 2013)

Según el censo foresto-industrial realizado por el INTA en 2008 (Ruizdiaz-Zimmermann, 2008), independientemente del tamaño de la industria, el mayor porcentaje de

industrias transformadoras de la madera de Corrientes corresponden a aserraderos, y Concepción es el departamento con mayor concentración de estos en la provincia.

**Tabla 3.** Cantidad y tipo de Industrias Transformadoras de Madera en Corrientes. (Fuente: INTA, 2008)

Departamento	Aserraderos	Impregnadoras	Fábricas de cabo	Total
Bella Vista	9	0	0	9
Concepción	40	1	0	41
Esquina	6	0	0	6
Goya	9	0	1	10
Lavalle	11	0	0	11
Saladas	8	2	0	10
San Roque	4	0	0	4
TOTAL	87	3	1	91

### 5.1.2. Generalidades de la madera

La madera es un material sólido natural, de naturaleza orgánica, compuesto fundamentalmente de celulosa, hemicelulosa y lignina. Debido a la forma alargada de las paredes de las células y a su estructura orientada, así como las diferencias que presentan por su función y la época y forma de crecimiento, es fuertemente heterogéneo y anisótropo, lo cual motiva que las propiedades se deban analizar según tres direcciones principales, la longitudinal, la radial y la tangencial (Coronel, 1994).

Generalmente, las maderas utilizadas en la edificación o en la industria se dividen en dos grandes grupos:

- Las maderas de coníferas, también denominadas “maderas blandas” poseen las siguientes características:

Tienen fibra larga, especial para la fabricación de papeles.

Importantes como maderas aserradas para la construcción debido a su estabilidad estructural ya que no se rajan. Se utilizan para realizar molduras, marcos de ventanas y puertas.

Se pueden impregnar con óptimos resultados de calidad.

Dentro de este grupo se encuentran el pino Paraná, jacarandá, cedro misionero, pino Taeda/Elliotti, Eucalyptus, etc.

- Frondosas o latifoliadas: son las llamadas “maderas duras”:

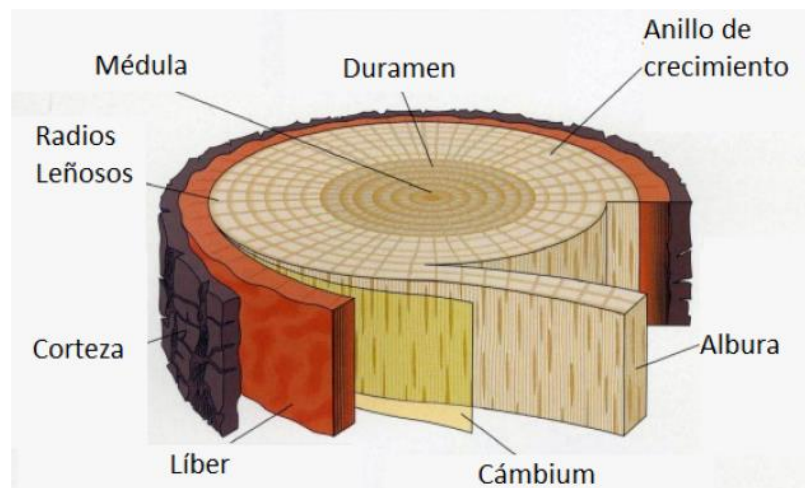
Las maderas mas finas provenientes de bosques nativos se utilizan en la fabricación de muebles, pisos y decoración interior. Las especies latifoliadas de implantación presenta problemas de plagas y enfermedades como tambien elevados costos de producción. Tienen fibra corta, especiales para la fabricación de papeles blanqueados para imprenta. Dentro de esta especie se encuentran por ejemplo al quebracho colorado o blanco, virapitá, algarrobo, lapacho, etc.

En general las especies frondosas presentan una estructura celular mas compleja que las coníferas pero las características fundamentales de las paredes celulares son comunes a la mayoría de las especies. Más allá de las diferencias que existen entre las especies la anatomía de la madera puede ser analizada a través de los siguientes niveles de estudio:

Nivel microscópico: la madera está formada por una serie de células de entre 2 a 5 mm de longitud denominadas traqueidas cuya forma es tubular y se disponen longitudinalmente respecto al eje del árbol. Su forma, diámetro y espesor varía en función de la época de crecimiento y son las que forman los radios leñosos. Las especies de coníferas están formadas mayormente por estas células (entre 90 y 95%).

Nivel ultramicroscópico: a este nivel se encuentra la celulosa, lignina y pectina, todas sustancias básicas que componen las paredes celulares.

Nivel macroscópico: a este nivel se aprecia la sección transversal del tronco en la cual se distinguen las siguientes estructuras (figura 9).



**Figura 9.** Nivel macroscópico, sección transversal del tronco (Fuente: <http://blog.savatree.com/2014/12/hardwood-vs-softwood/>)

- Corteza externa, formada por células muertas
- Corteza interna o líber, por donde circula la savia ascendente.

- Cambium, que es el tejido que produce madera o xilema hacia el interior y corteza hacia el exterior.
- Leño o tejido leñoso, conformado por las siguientes estructuras:
- Médula, aparece en la parte central, en general tiene menor calidad que el resto de la madera.
- Anillos de crecimiento. El crecimiento de las capas periféricas del tronco, responsables por el desarrollo horizontal, da lugar a la formación de los anillos anuales de crecimiento. Se puede apreciar que el desarrollo se produce con dos tipos diferentes de tejidos, que responden a la madera generada en primavera, o leño temprano, y a la formada en el otoño, o leño tardío. Ambos sumados constituyen el anillo anual.
- Radios leñosos, constituidos por células radiales. Los mismos sirven como trabazón de las fibras longitudinales.
- Duramen y albura. La albura se sitúa en la parte exterior del tronco, es allí, en la madera más joven donde circula la savia bruta desde las raíces hacia el extremo superior. Con el tiempo las células pierden esa función biológica y se transforman en duramen (parte interna del tronco). Es la madera más densa, menos permeable y más resistente a los ataques de insectos y hongos.
- Madera juvenil es aquella que se forma entre los 5 a 20 primeros anillos de crecimiento. Tiene menor resistencia y mayores cambios dimensionales. En las especies de coníferas esta madera presenta fibras más cortas, con espesores de paredes más delgados; como consecuencia, la madera juvenil, comprendida fundamentalmente en el duramen, presenta menor resistencia y rigidez, y mayores tenores de contracción y expansión que la madera adulta.
- Madera de reacción, se genera por esfuerzos prolongados en el tronco tales como vientos o pendientes.

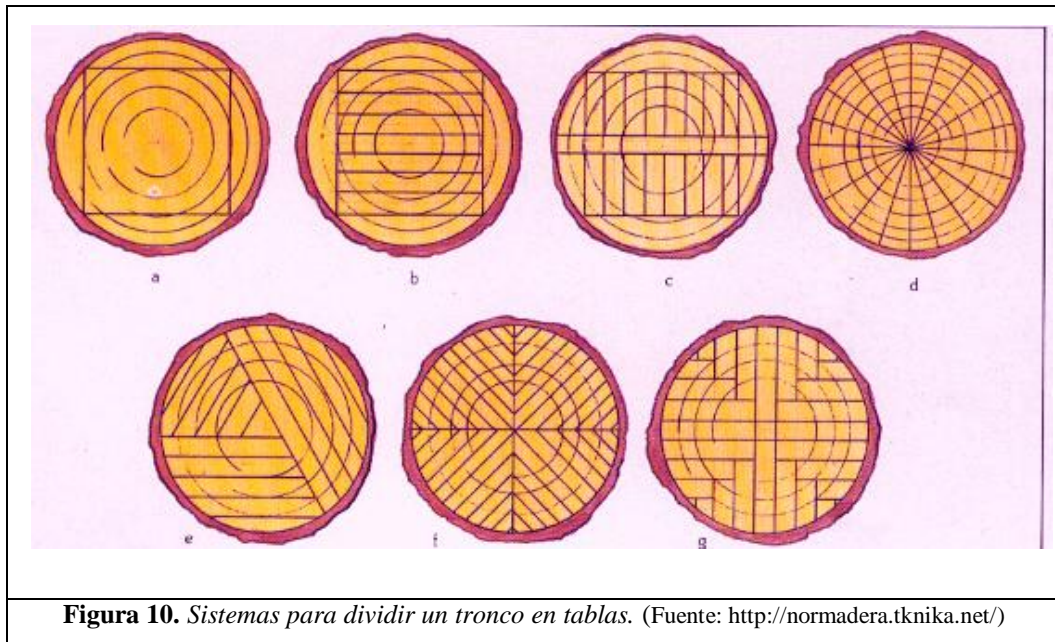
### **5.1.3. Madera aserrada**

Los elementos unitarios componentes de una viga de MLEE son las tablas de madera aserrada con las que por yuxtaposición mediante unión dentada encolada se constituye cada lámina, las cuales por superposición mediante encolado de sus caras, dan lugar a la pieza final.

Las tablas se obtienen de despiezar el tronco o rollo, lo que consiste en dividirlo en piezas más pequeñas. Al realizar esta operación se pretende la obtención del máximo número de piezas útiles reduciendo al máximo los residuos no aprovechables.

Cuando se desea obtener tablas con un mejor comportamiento físico, con mejores calidades estéticas o con un aprovechamiento máximo de la madera se suelen efectuar los siguientes despieces particulares:

- Método de pieza enteriza: el rollo se descortezaba con la sierra, dando hilos perpendiculares entre sí. Los costeros se utilizan para piezas más pequeñas, como tablas, virotillos, etc. (figura 10 a).
- Despiece en hilos paralelos: es un método empleado para maderas de poca calidad. Se obtienen tablas de igual anchura y sin rastro de corteza (figura 10.b).
- Despiece en cortes paralelos: se obtienen tablones de igual ancho al tronco pero la pieza central se hiende con facilidad. Además las restantes tablas tienden a curvarse hacia la zona periférica en donde aumenta la savia y la humedad (figura 10.c).
- Despiece en cortes radiales: es, en teoría, el mejor método para eliminar fendas y alabeos. El corte es radial siguiendo los radios medulares, pero es el método con mayor pérdida si se trata de obtener piezas de sección rectangular. Las piezas así obtenidas conservan las vetas en toda su viveza (figura 10.d).
- Despiece por el método cantibay: es el método más indicado para eliminar el corazón cuando éste se encuentra alabeado o marchito. Se obtienen tablas anchas con un mínimo de desperdicio. Este sistema se emplea en las maderas exóticas (figura 10.e).
- Despiece holandés: es un método muy empleado en maderas de alta calidad ya que se consigue un dibujo y la malla en toda la superficie. Representa una pérdida de madera bastante considerable pero se obtienen tablas de mejores resultados en cuanto a la calidad (figura 10.f).
- Despiece por hilos encontrados: se realizan cortes alternativos en cada cuadrante, paralelamente a los ejes del tronco, reduciendo al mínimo la posibilidad de las deformaciones de las tablas (figura 10.g).



#### 5.1.4. Variabilidad y defectos

El estudio de la anatomía de la madera tiene gran influencia en la tecnología y en la industria. La Anatomía de Madera es la rama de la Biología que estudia el xilema, leño o madera con el fin de conocerlo y darle un uso correcto, prever el comportamiento del leño en procesos industriales para así predecir usos adecuados y evaluar la aptitud tecnológica de la madera.

Como se dijo anteriormente, la madera es un material heterogéneo y anisótropo, con propiedades muy diferentes de acuerdo a la dirección considerada.

Existe una jerarquía de variaciones de los caracteres estructurales vinculada al ambiente, especie, individuos dentro de cada especie y a la posición de la muestra dentro de cada ejemplar (Zobel y Buijtenen, 1989) citado por Giménez *et al.* (2005). De este modo la estructura de la madera es el resultado de factores intrínsecos (genéticos) y extrínsecos (ambientales) y la naturaleza e intensidad de la influencia de estos factores sobre los elementos anatómicos pueden diferir según la especie o género. En *eucalyptus*, las variaciones ambientales están enmascaradas por factores genéticos, mientras que el *pinnus* es afectado en mayor medida por las variaciones ambientales que las debidas al genotipo (Giménez *et al.*, 2005).

Uno de los valores de la madera en la construcción es el estético y la variabilidad del leño es no solo una fuente de ese atractivo, sino que además esta anisotropía es una causa de las dificultades para predecir su comportamiento. Por otro lado se requiere mayor uniformidad del tronco a medida que aumenta la producción industrial maderera de elementos para la

construcción para de alguna manera minimizar los efectos negativos en su comportamiento mecánico debido a su variabilidad y defectos.

En términos generales, se denominan defectos aquellos rasgos anatómicos que repercuten negativamente en las propiedades finales de la madera al alterar el orden de la estructura inicial de la misma (García, 2017).

Las anomalías o defectos de importancia para el uso estructural de la madera provienen tanto de las condiciones de crecimiento del árbol como del proceso de producción de la madera aserrada.

Se enumeran a continuación aquellos defectos que tiene en cuenta IRAM según el procedimiento para asignar clase de resistencia a las tablas de madera aserrada volcados en la serie de normas 9662 [4, 5 y 6], y se describen tales defectos según Caballero-Barriola (2009):

**Nudos:** es el inicio y punto de partida de una rama incrustada en el tronco, no son singularidades desde el punto de vista de la fisiología del árbol, pero crean problemas al elaborar la madera.

Se clasifican en función de:

- Su estado: sano, suelto negros y podridos.
- Su aspecto: redondos, espigados y ovalados.
- Su tamaño: ojo de perdiz (diámetro <5mm), pequeños, medios, grandes y muy grandes (>40 mm).

Los nudos generan grandes problemas en los trabajos de mecanizado (aserrado, clavado, atornillado, encolado, etc.) y también en el desempeño estructural ya que son un punto débil en la madera.

**Desviación de las fibras:** de acuerdo al ordenamiento de las células componentes de la madera, las denominadas fibras que estas forman presentan una orientación paralela según el eje del árbol y recibe el nombre de fibra recta. En ocasiones esta orientación adquiere otro sentido y pueden generarse ciertas singularidades que traen como consecuencia que en ciertas operaciones las fibras se levanten.

**Anillos de crecimiento:** de causas como la competencia entre árboles, la poda y agentes atmosféricos entre otros, el grosor de los anillos de crecimiento suele ser distinto de unos años a otros. Estas irregularidades modifican las características físicas y mecánicas de la madera, curvando piezas y apareciendo roturas.

**Fisuras:** aparecen cuando el tronco es sometido a esfuerzos mayores a los que puede soportar. Son aberturas interiores que aparecen de adentro hacia afuera en el plano radial del tronco.

Se pueden generar por esfuerzos de viento, de hielo o de secado en cuyo caso aparecen en la superficie, en los bordes y en el interior de la madera.

Con las grietas disminuye la resistencia de la madera, y estéticamente la madera pierde su apariencia.

**Alabeos:** las deformaciones más frecuentes son:

**Combado:** cuando ambas caras se curvan respecto al eje longitudinal.

**Encorvado:** cuando los cantos se curvan respecto del eje transversal

**Revirado:** distorsión de la sección de la pieza, por cuanto pierde la ortogonalidad entre los lados contiguos.

**Abarquillado:** los cantos se curvan de modo que las cuatro esquinas de una misma cara no quedan en el mismo plano.

**Arista faltante:** generalmente se da cuando se incluye una parte de la corteza en el aserrado por ejemplo por acebolladura.

**Ataques biológicos:** ya sea por hongos que provocan pudrición o enmohecimiento de la madera, como también la perforación por el ataque de insectos.

**Otros:** los daños mecánicos originados por diferentes causas están de alguna manera incluidos en los debilitamientos anteriormente mencionados. Estos pueden ser: madera juvenil, acebolladuras, bolsas de resina, sustancias minerales, madera de compresión, meteorización, quemaduras, corazón excéntrico, etc.

### 5.1.5. Propiedades físicas

- **Contenido de Humedad**

Antes de definir el concepto es necesario establecer las formas en que el agua puede encontrarse en la madera, esto es de tres formas diferentes (Rothamel-Zamorano, 2006):

**Agua de constitución:** forma parte de la madera y no es posible su eliminación sin la destrucción del material. Es agua inherente a la madera.

**Agua de impregnación:** es la responsable de los cambios dimensionales de la madera aserrada según sea su cantidad y se alberga en las paredes celulares. Su relación es inversamente proporcional al valor de sus propiedades mecánicas, es decir, los valores crecen cuando el agua de impregnación disminuye. El agua de impregnación puede llegar a ocupar todos los espacios en las paredes celulares y es en ese punto cuando la madera se dice saturada. Esta agua puede ser eliminada en horno a una temperatura aproximada de 105°C.

**Agua libre:** es aquella que se encuentra por encima del punto de saturación de las fibras, llenando las cavidades de las células y que se elimina por simple secado al aire.

Según IRAM el contenido de humedad es simplemente la cantidad de agua contenida en una pieza de madera.

Una definición un poco más precisa denomina al contenido de humedad como la cantidad de agua que contiene la madera respecto de su condición anhidra o seca (Rothamel-Zamorano, 2006) y se la puede expresar según la siguiente fórmula:

$$H\% = \left( \frac{Peso_{humedo} - Peso_{seco}}{Peso_{seco}} \right) * 100$$

Según el contenido de humedad la madera se puede clasificar en:

Madera saturada:  $H \geq 30\%$  todos los espacios interfibras están llenos de agua y de ahí en más la madera se sobresatura.

Madera semiseca:  $23\% < H < 30\%$

Madera comercialmente seca:  $18\% < H < 23\%$

Madera secada al aire:  $13\% < H < 18\%$

Madera secada:  $H < 13\%$

Madera anhidra:  $H = 0\%$  solo contiene agua de constitución, solo en condiciones de laboratorio.

- **Higroscopicidad**

Es un material que tiende a absorber o perder agua del ambiente según cuales sean sus condiciones de humedad relativa y temperatura del aire. Esto es importante ya que la madera varía su contenido de humedad hasta alcanzar el equilibrio higroscópico con el ambiente en el cual fue colocada y esto conlleva cambios de volumen que pueden provocar la salida de servicio por no cumplir las condiciones de deformación preestablecidas.

La higroscopicidad de la madera se mide como la variación de la densidad de la misma cuando su contenido de humedad varía en 1%.

- **Tendencia a curvarse**

Al modificarse el contenido de humedad se modifican también las dimensiones de la madera y su relación es que aumenta de volumen cuando aumenta la humedad y viceversa.

Por otro lado, la anisotropía de la madera genera variaciones diferentes en distintas direcciones, es decir, no serán las mismas en sentido axial, radial y tangencial.

Los cambios de humedad y volumen se miden mediante los coeficientes de contracción volumétrica que son: total, tangencial y radial

- **Densidad**

Es la relación entre su masa y su volumen. La masa y el volumen de la madera están muy relacionados con el contenido de humedad por lo que se hace necesario referir la

densidad a un contenido humedad fijo y generalmente se opta por un contenido de humedad del 12%.

El rango de variación da la densidad de la madera varía según la especie a considerar, por ejemplo las coníferas van desde 300 a 550 kg/m<sup>3</sup>, las frondosas tienen una densidad comprendida entre 500 y 600 kg/m<sup>3</sup> y en el caso de las maderas duras como el quebracho puede llegar hasta los 1300 kg/m<sup>3</sup>.

- **Dureza**

Se refiere a la ductilidad o resistencia que ofrece la madera a la penetración de cuerpos extraños como ser clavos o cualquier otro tipo de herramienta y está directamente ligada a la densidad, a mayor densidad mayor dureza.

Resulta ser un material muy blando al compararlo con otros como el hormigón o el acero, lo cual puede ser una ventaja desde el punto de vista constructivo pero una desventaja por ser por ejemplo un material muy fácil de marcar.

Existen varias maneras de medir la dureza y todas consisten en ensayos donde se intenta introducir un elemento extraño a una probeta de madera por medio de la introducción de un esfuerzo y luego se mide su incidencia; por ejemplo el ensayo Brinell, el ensayo Janka o el ensayo Monnin.

### 5.1.6. Propiedades mecánicas

Para conocer las posibilidades estructurales de la madera resulta obligatorio analizar sus características mecánicas y compararlas con las de otros dos materiales fundamentales utilizados en la industria civil como ser el acero y el hormigón. En la siguiente tabla 4 se comparan los valores de resistencia a distintos esfuerzos y deformación en flexión.

**Tabla 4.** Comparativa de propiedades mecánicas. (Fuente: Rothamel-Zamorano, 2006)

	Flexión	Tracción		Compresión simple		Corte	Módulo de elasticidad
		//	⊥	//	⊥		
Madera	120	120	1,5	110	28	12	110.000
Hormigón	80	6		80		6	200.000
Acero	1.700	1.700		1.700		1.000	2.100.000
<i>Valores admisibles promedio en kg/cm<sup>2</sup></i>							

### **5.1.7. Pinus taeda/elliotti**

Estudios comparativos del comportamiento de estructuras de madera de pino y eucalipto concluyen que el dimensionado con madera laminada encolada de eucalipto proporciona escuadrías menores frente a la de pino. Esto se debe a que la madera de pino presenta menor resistencia característica a flexión y mayor módulo de elasticidad (Guiata Fernández, Eiras Abeledo, 2007).

Para luces entre dos a tres metros las vigas realizadas en MLEE de eucalipto presentan 35% de ahorro de material respecto al pino. A medida que aumenta la luz esta diferencia de sección disminuye hasta anularse alrededor de los seis a siete metros. Particularmente en el cálculo de cerchas, se aprecia cómo la mejora de sección que se consigue con la utilización de madera de eucalipto va disminuyendo de manera notable conforme aumenta la luz de cálculo. Esto se debe a que una estructura de cubierta de eucalipto que soporta correas de la misma especie, sostiene más peso que aquella construida con madera de pino, puesto que la densidad de la madera de eucalipto supera el doble de la densidad del pino.

Ahora bien, el relevamiento del mercado local realizado evidencia una situación particular. A pesar de lo antedicho, la opinión general de los clientes de este tipo de producto, que desconocen esta realidad, es que “el pino es mejor” cuando es necesario emplearlo para la construcción, por ejemplo de una estructura de techo; y que el eucalipto es el indicado para utilizarlos como postes en general (tendido eléctrico, invernaderos, cercos, etc.). Este escenario solo puede darse debido a la ausencia de un profesional idóneo durante el proceso de diseño y construcción de los edificios de vivienda en los cuales se utiliza este material, situación que se presenta en la gran mayoría de los casos y cuyo mercado es al que se pretende ingresar. Por ello, se creyó conveniente evaluar primeramente la posibilidad de acompañar la tendencia del mercado, antes de intentar ingresar nuevos productos.

Otro factor determinante en su elección, es la situación forestal en cuanto a superficie implantada, que inclina la balanza en favor del pino, especie que se corresponde con la más cultivada en el departamento de Concepción y localidad de Santa Rosa, llegando a 30.500 has según la actualización del inventario forestal de Corrientes realizado en 2015 (Elizondo, 2015).

Finalmente, la elección de una u otra especie no implica un cambio en los criterios de producción y certificación, salvo la aplicación de la normativa específica para cada una de ellas, y entre las cuales, la diferencia solo radica en valores de tolerancia a los defectos y

especificaciones respecto de los adhesivos. Es decir, lo que sigue es en su mayoría aplicable a cualquiera de las dos especies.

Entonces, la especie elegida para la elaboración de vigas de MLEE es el *pinustaeda* y/o *elliotti* (comúnmente denominados pinos resinosos), de las cuales no se hace diferencia respecto de sus características tanto forestales como mecánicas y físicas puesto que prácticamente no las hay. Son especies originarias del sudeste de Estados Unidos cuyo clima, temperaturas y precipitaciones medias anuales son similares a las de la provincia de Corrientes.

Son árboles de gran porte que pueden llegar a una altura de 30 a 35 m, registrándose excepcionales ejemplares de 45 m de altura. La densidad de plantación más usual utilizada en la Mesopotamia va desde 800 a 1.600 plantas por hectárea (Pezzutti-Caldato, 2103).

Se han registrado en la Mesopotamia incrementos medios anuales de entre 20 y 40 m<sup>3</sup>/ha/año, superando ampliamente al crecimiento en su lugar de origen de 10 m<sup>3</sup>/ha/año (Di Marco, 2014). Estas tasas de crecimiento son las mayores obtenidas en el mundo.

Dependiendo de la madera a ser producida, se determina la realización o no de podas y la intensidad de los raleos. La producción de madera de calidad exige podas que generalmente llegan hasta los 6 m de altura luego de tres intervenciones.

La madera obtenible de esta especie es poco apreciable en aplicaciones estructurales debido a la gran cantidad de defectos que presentan sus piezas, y su empleo en tal sentido resulta muy limitado dadas las restricciones establecidas en las normas de selección de madera para su uso estructural. A pesar de ello, a partir de la selección del material y eliminación de sus defectos para producir el laminado, es posible superar estos inconvenientes agregando otras ventajas como el mejoramiento de las características mecánicas y un mayor aprovechamiento del recurso forestal (Astori-Natalini, 200?).

Nuevamente, debido a la variabilidad de la estructura que conforma la madera y los defectos que esta pueda presentar, es necesario referirse a sus propiedades mecánicas según la dirección respecto de las fibras, especie y calidad de la madera.

Según la norma IRAM 9662-3, las tablas de *pino taeda* y *elliotti* clasificadas por resistencia poseen las siguientes propiedades mecánicas, las cuales esta expone como valores de diseño de referencia. Los valores mencionados se observan en la tabla 5.

**Tabla 5.** Valores de diseño de referencia para MLEE de pino taeda/elliotti en (N/mm<sup>2</sup>). (Fuente: CIRSOC 601)

Clases de Resistencia	$F_b$	$F_t$	$F_v$	$F_{c\perp}$	$F_c$	$F_{rt}$	$E$	$E_{0,05}$	$E_{min}$
1	6,3	3,5	0,7	0,9	6,3	0,1	11.200	7.500	4.700
2	4,1	2,3	0,4	0,8	4,1	0,1	6.700	4.500	2.800

## 5.2. Adhesivos

### 5.2.1. Introducción

El empleo de adhesivos para unir piezas de madera data de tiempos muy antiguos, siendo los primeros testimonios que lo demuestran los jeroglíficos de los egipcios y los sarcófagos de sus faraones, que incluían chapas de madera encolada (Infomadera, 2006).

En un comienzo, los adhesivos se obtenían de productos naturales, como pieles de animales, huesos, etc., siendo el paso siguiente la utilización de colas de caseína (proteína láctea) y cal, que aparecieron en 1895 para ser empleadas en estructuras encoladas de la primera guerra mundial. El hito en este tema sucede con la aparición de las colas de resinas sintéticas de resorcina y urea, en 1930. A partir de aquí, los continuos desarrollos dentro del campo de la química para aumentar los rendimientos de las colas, dieron como resultado que la MLE se convierta en un material de construcción confiable (Infomadera, 2006).

A seguir, se esclarecerá la diferencia de concepto entre un adhesivo común y uno estructural, así como precisar dos, de entre varios, componentes fundamentales de este último.

### 5.2.2. Definiciones

- Adhesivo (según la Real Academia Española): Sustancia que, interpuesta entre dos substratos, sirve para pegarlos. En este caso ambos substratos son madera.

- Adhesivo estructural: agente de vinculación, usado para transferir cargas requeridas entre los adherentes expuestos a los ambientes del efecto típicos para la estructura implicada (Quevedo, 2007).

- Substrato: estrato que subyace a otro.

- Resorcina: polvo cristalino blanco-rojizo sensible al aire y la luz, muy soluble en agua y alcohol, de fórmula  $C_6H_6O_2$ . Se obtiene en la destilación de resinas naturales. Es utilizado como materia prima de resinas sintéticas, adhesivos, tintes, material absorbente de ultra-violeta.

- Urea: compuesto orgánico blanco y cristalino, de fórmula  $CO(NH_2)_2$ , perteneciente a la familia química de amidas alifáticas. Presenta un punto de fusión de  $132,7^\circ C$ , es soluble en agua y alcohol. Es el principal producto final del metabolismo proteínico humano, producido exclusivamente en el hígado. Fue obtenida por primera vez artificialmente a partir del cianato amónico (síntesis de Wöhler) por el químico Friedrich Wöhler en 1828. Al

reaccionar con formaldehído produce polímeros llamados resinas plásticas de urea-formaldehído. Los artículos elaborados con estas resinas son fuertes, claros y duros.

### **5.2.3. Encolado de elementos de madera**

Los factores del adhesivo a tener en cuenta para conseguir una buena unión encolada son, en principio, encolar las superficies de las piezas a unir con un adhesivo que tenga fluidez (buena movilidad) y empezar a prensar cuando el adhesivo empiece su fragüe. Estas condiciones aseguran la mejor penetración del adhesivo en el sustrato de madera, ya que se empapa con adhesivo las caras de las dos piezas a unir y se optimiza la capacidad de adhesión. Nunca se debe olvidar que cualquier aspecto o parámetro puede cambiar durante el proceso de encolado, como por ejemplo la maquinaria, los operarios, las condiciones ambientales, la estructura de la madera, las propiedades del adhesivo, etc. Por ende, la operación de encolado de la madera requiere una supervisión especialmente estricta comparada a otros materiales, de modo que se detecten los cambios e identificar las correcciones a realizar para cada situación (Infomadera, 2006).

El encolado de elementos de madera abarca los siguientes procedimientos:

- Control y preparación de los adhesivos.
- Extendido y puesta en presión.
- Control de los productos encolados.

### **5.2.4. Control y preparación de los adhesivos**

Previamente a realizar la operación de encolado, se debe conocer con total seguridad el adhesivo que se va a utilizar y las propiedades que se especifican a continuación:

#### **a. preparación-dosificación**

Comprende todos los pasos para dejar el adhesivo en condiciones de empleo (peso de los distintos elementos, mezcla, adición y batido, calentamiento o enfriamiento). En los adhesivos con múltiples componentes o con adición de endurecedores, se realizará la mezcla con la dosis definida y a la temperatura especificada en el momento de su utilización. El proceso será automatizado, dándose los detalles en el “Proceso de producción”.

#### **b. vida de trabajo**

Es el tiempo límite entre la preparación del adhesivo y su aplicación, para que el mismo sea eficaz en la unión de las piezas.

#### **c. viscosidad**

Indica la movilidad del adhesivo durante su aplicación, así como los límites para la aplicación del mismo. Esta propiedad se mide generalmente con un instrumento llamado viscosímetro Brookfield, el cual se basa en las fuerzas generadas por la torsión de un rotor sumergido en el líquido en cuestión. Esta característica es altamente influenciada por la temperatura ambiente y de las piezas a unir.

#### **d. aplicación**

Se extenderá la cantidad de adhesivo (especificada por el fabricante) por unidad de superficie, siendo la unidad más usual  $g/m^2$ .

#### **e. tiempo para ejecutar la unión**

Tiempo límite entre la aplicación del adhesivo y la puesta en presión de los elementos a encolar, antes de que aquél empiece a fraguar.

#### **f. almacenamiento**

Estos pegamentos tienen un tiempo de almacenaje generalmente corto, que depende de su formulación. Algunos adhesivos pueden almacenarse sin problemas hasta un año, mientras que otros no superan los seis meses. Las condiciones ambientales del lugar de almacenamiento y en particular la temperatura, son decisivas para la vida útil de cualquier tipo de cola.

### **5.2.5. Extendido y puesta en presión**

El extendido consiste en aplicar sobre una o ambas superficies a unir la cantidad establecida de adhesivo. Para los elementos de MLE fabricados industrialmente se utilizan generalmente encoladoras mecánicas y en función del producto final, se pueden emplear las de rodillo, pistolas y las especiales para adhesivos espumosos. La cantidad de adhesivo depositado se evalúa por el consumo del mismo (en peso) en la superficie o volumen de madera encolada mediante diferencia de pesaje.

La puesta en presión y caso necesario, la aplicación de calor, se realiza mediante prensas de pistón o bancos de presión y prensas de hormas o camisas (piezas curvas).

### **5.2.6. Control de los productos encolados**

El proceso de adhesión finaliza cuando los productos encolados salen de la prensa, aunque se siguen produciendo pequeños ajustes moleculares que comunican la resistencia y la durabilidad final de la unión encolada. Se realiza primeramente una inspección visual, donde la aparición de juntas abiertas, burbujas y zonas sin adhesivo nos aportarán información sobre la calidad del encolado. Luego, para asegurar de forma fehaciente que un producto está bien

encolado, es necesario realizar ensayos físicos y mecánicos de acuerdo a normas bien definidas (IRAM 45055).

A continuación, se precisan los componentes de un adhesivo para su mejor comprensión.

### **5.2.7. Composición de los adhesivos**

- Componente principal: material que actúa de aglomerante. Actualmente se corresponden con productos orgánicos de síntesis, como la urea y el resorcinol.
- Endurecedores: sustancias que se añaden para acelerar su fragüado.
- Cargas: sustancias que se agregan para mejorar las características del adhesivo, como ser insecticidas, fungicidas, ignífugantes, entre otros.
- Complementos: sustancias que se añaden para rebajar su precio.
- Solventes: vehículo en que va disuelto el adhesivo, pudiendo ser acuoso, orgánico, hidrodispersable, espumoso, etc.

### **5.2.8. Tipos de adhesivos**

En función de su destino de uso, se distinguen los siguientes tipos de colas o adhesivos, algunos de los cuales sólo se mencionan por su valor histórico (Arbeláez, 2013).

- Colas inorgánicas (de silicato de sodio).
- Adhesivos orgánicos
- Adhesivos o colas naturales: animales (pieles, hueso, pescado, albúmina, caseína) y vegetales (almidón semilla de soja).
- Adhesivos sintéticos

Dentro de los adhesivos sintéticos, que son los que actualmente más se utilizan, se distinguen:

Adhesivos termoplásticos: una vez fraguados, recobran su plasticidad por acción del calor.

- Emulsiones vinílicas: acetato de polivinilo (PVAC), policloruro de vinilo (PVC), acetato de vinilo y etileno (EVA), entre otros. Pueden ser de uno o dos componentes.
- Adhesivos termofusibles (hot – melt): el término termofusible define su forma de aplicación. Se suministran en forma de resina sólida, volviéndose líquidas con la aplicación de calor y volviendo a endurecerse cuando se enfrían.
- Adhesivos de caucho natural o sintético.

- Adhesivos de poliuretano.
- Adhesivos epoxídicos: de uno o dos componentes.
- Adhesivos mixtos de epoxi y poliuretano.

Adhesivos termoestables: una vez fraguados, no recobran su plasticidad por la acción del calor. Son estos los adhesivos estructurales más utilizados.

- Urea formaldehído (UF).
- Melamina ureaformaldehído (MUF).
- Melamina fenol formaldehído (MPF).
- Fenol formaldehído (PF).
- Resorcina formaldehído (RF) y resorcina-fenol formaldehído (RFF).
- Isocianato.

En la tabla 5 abajo, puede observarse los tipos de adhesivo más utilizados en la industria de la MLE en Europa. Nos detendremos ahora en describir y comparar las características de cada uno (AITIM, 1995; AITIM, 1996).

**Tabla 5.** Consumo de adhesivos para la industria de la madera laminada en Europa(en toneladas).

(Fuente: AITIM, 1996).

Adhesivo	1990	1994
RFF	7.650	5700
UF	200	1550
MUF	650	6000
TOTAL	10.300	13.250

Las resinas que más frecuentemente se emplean en estructuras de madera son las aminas y fenólicas, con modificaciones como el fenol-resorcinol para uso exterior. Las epoxis, que tienen aptitudes indudables, no se emplean con frecuencia debido a su alto costo, sucediendo lo mismo hasta ahora con las de poliuretanos.

- **Resinas amino**

Las de Urea Formaldehído (UF) son económicas y dan una línea de cola resistente al agua. Estos adhesivos se forman por la polimerización de urea con formaldehído, variando las proporciones y deteniendo la reacción antes de que se alcance un pose molecular alto. El polvo resultante se mezcla con agua o se usa como un jarabe. Se añade un endurecedor ácido para facilitar la reacción de polimerización. Las de Melamina Formaldehído (MF) son resinas que se forman por la reacción de melamina con formaldehído y también un endurecedor ácido. Producen una línea de cola dura, resistente y clara, pero son más costosas que los anteriores. Además, su resistencia a la humedad y a altas temperaturas también es mayor. Las resinas de Melamina-Urea Formaldehído (MUF), son mezclas entre las dos anteriores, dando

propiedades superiores a las primeras al mismo tiempo que siendo más económicas que las segundas.

- **Resinas de fenol-resorcinol**

Estas resinas son más reactivas que las fenólicas normales, y tienen la ventaja de que con la adecuada adición de catalizadores pueden fraguarse a temperatura ambiente. Tienen una inmejorable resistencia al calor y la humedad, siendo ampliamente utilizados en aplicaciones estructurales, como vigas laminadas. El color oscuro de su línea de cola puede generar un inconveniente para la extensión de su uso, aunque generalmente esto no tiene importancia en el empleo estructural, incluso el contraste de color con la madera pudiendo ser motivo decorativo.

- **Comparativa entre las MUF y RFF**

En ambos casos el resultado final es un polímero que permite una junta dura y altamente reticulada, con muy buen comportamiento frente a la fluencia y a la temperatura e insoluble en agua. Los endurecedores de las RFF contienen en forma líquida o sólida, el formol necesario para la polimerización. Por el contrario, la MUF contiene ya en la misma resina todos los reactivos. Por este motivo en las RFF se necesita un cuidado en la dosificación de resina-endurecedor que no se da en las MUF.

Desde el punto de vista de la resistencia al fuego, no presentan globalmente diferencias.

La ausencia de olores de fenol, vapores de metanol o formol (todos productos tóxicos), hacen de las resinas MUF un producto menos nocivo para la salud y más agradable en su aplicación. El problema ecológico de las RFF se complica debido a la presencia de fenol libre en el agua de lavado.

Las duraciones de la vida útil de trabajo, prensado, características tixotrópicas, abrasividad y consumo son similares. En el caso del fraguado por alta frecuencia, las colas utilizadas son siempre de MUF y no de RFF. El color oscuro marrón-rojo de las RFF hace muy visibles las líneas de cola, mientras que las MUF tienen un color más claro y se ven menos, lo que estéticamente puede llegar a hacer una diferencia. No está demás decir que, las MUF precisan de un tiempo de estabilización a la temperatura ambiente para proceder al encolado, superior al de las RFF (hasta ocho horas a 20°C frente a un tiempo casi despreciable de las RFF).

De forma general, puede decirse que los encolados realizados con MUF o con RFF, presentan resistencia al agua, a la intemperie y al envejecimiento, equivalentes. El carácter más flexible, con menor penetración en la madera y de mayor estrato seco de las MUF

permite obtener encolados de mayor cohesión particularmente en los empalmes por unión dentada. En cambio, la mayor penetración/mojadura de las RFF las hace más adecuadas para su uso en maderas de especies tropicales de alta densidad o grasientas.

Concluyendo, las colas de MUF presentan, además de un costo menor, ventajas específicas como el color claro de sus juntas, su eficacia en el fraguado por alta frecuencia y sus características ecológicas. Las colas de RFF presentan ventajas en el encolado de casos límites como especies grasas, de alta densidad, húmedas, etc., y cuentan con un elevado volumen de investigación y experiencia práctica sobre su comportamiento [4].

### 5.2.9. Clasificación según IRAM 45055

Esta norma establece una clasificación para los adhesivos de policondensación, fenólicos, aminoplásticos y de otros tipos, como pueden ser adhesivos de poliuretano o epoxídicos, de acuerdo a su idoneidad de uso en estructuras de madera bajo carga, en condiciones de exposición climáticas definidas, y establece requisitos de comportamiento sólo para aquellos adhesivos utilizados en la fabricación de estructuras de madera bajo carga. Se clasifican los adhesivos en Tipo I y Tipo 2, según su aptitud para el uso de la pieza encolada en las condiciones climáticas dadas en la tabla 6 a seguir:

*Tabla 6. Tipos de adhesivos para uso en diferentes condiciones climáticas.* (Fuente: IRAM 45055)

Temperatura	Equivalencia climática <sup>1)</sup>	Ejemplos	Tipo de adhesivo
> 50 °C	No especificada	Exposición prolongada a altas temperaturas	I
≤ 50 °C	Una humedad relativa mayor que el 85 %, a 20 °C	Exposición completa a condiciones climáticas externas	I
	Una humedad relativa menor o igual al 85 %, a 20 °C	Edificios con calefacción y ventilación. Protegidos del clima exterior. Periodos cortos de exposición a condiciones climáticas externas	II

Luego, los adhesivos antes descriptos recibirán una u otra denominación de acuerdo a su capacidad de resistir a esfuerzos provocados durante ensayos específicos, los cuales se detallarán más adelante en el capítulo “Normalización”.

### 5.2.10. Acción del adhesivo en la madera

La unión de ambos materiales se realiza de una forma muy compleja, explicada mediante la teoría de la adherencia, que incluye aspectos físicos y químicos (Victoria maderas, 2012).

La adherencia es el esfuerzo de la capa molecular del adhesivo que entra en contacto con la capa superficial de los sustratos, que en este caso son madera. En general, la madera es fácil de adherir en comparación con otros sustratos, debido a su estructura porosa.

Es necesario considerar ambos aspectos de la fuerza de adherencia, tanto el químico como el mecánico, puesto que esta es una medición de la fractura, cuyo proceso determina dónde se localiza el mayor esfuerzo bajo condiciones específicas de ensayo. Para que los adhesivos formen una conexión segura, tienen que humedecer el fondo del sustrato lo suficiente, de modo que penetre un poco en el mismo, para que actúen tanto las fuerzas químicas como las mecánicas de la unión. Para que las partes de un elemento encolado trabajen en conjunto, los enlaces del adhesivo deben ser lo suficientemente fuertes para permitir esta solidaridad.

En la figura 11, se aprecia el enlace adhesivo-madera en escala microscópica, teniendo en la parte más central la masa de adhesivo, luego una región de transición llamada interfase, y finalmente la masa de madera.

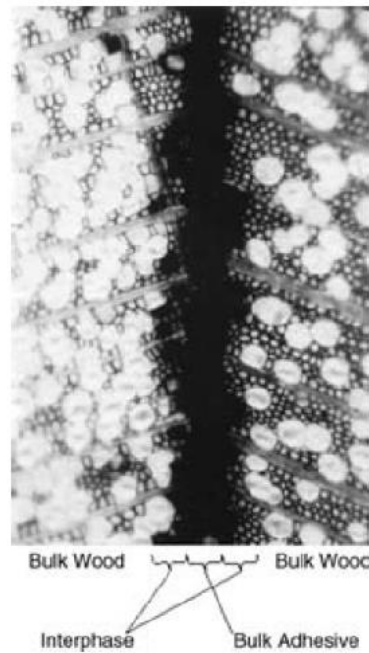
Seguidamente, se distinguen los tipos de fractura de una unión encolada, y asimismo se explica la región de interfase visible en la figura 11.

- **Definiciones**

- Fractura por adhesivo: es el lugar donde ocurre la fractura en una unión adhesiva como resultado de la pérdida de capacidad de carga del pegamento.

- Fractura del sustrato: es la fractura en el sustrato o superficie adherente.

- Interfase: región de dimensión finita, que se extiende de un punto en el que el adhesivo posee características particulares, y comienzan a cambiar a las características generales de la adherencia con la madera, a un punto en el que las del adhesivo se comportan de la misma manera.



**Figura 11.**Línea de encolado en escala microscópica. (Fuente: Quevedo, 2007)

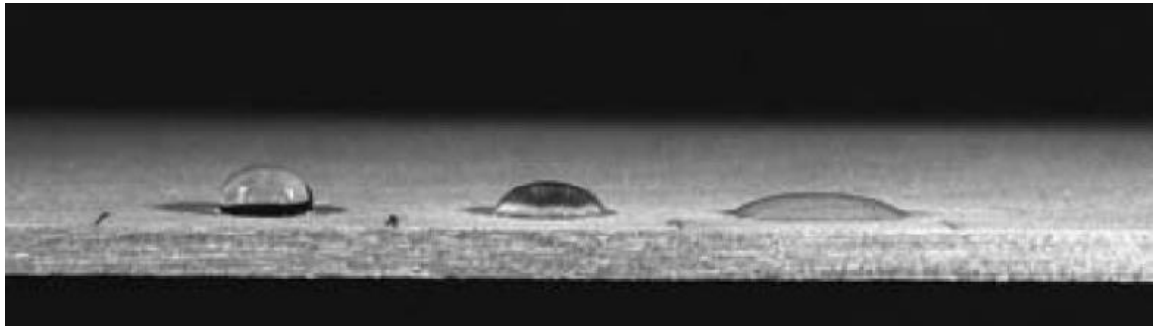
### **Humidificación, flujo y penetración de la madera**

Para que el enlace íntimo se conforme, el adhesivo necesita mojar, fluir y penetrar la superficie de madera. Para ser más explícito:

- La adherencia por humidificación es la capacidad de una gota adhesiva de formar un ángulo de bajo contacto con la superficie (concepto de la mojabilidad<sup>1</sup>).
- El flujo implica la extensión del adhesivo sobre esa superficie bajo un tiempo razonable. El flujo depende fundamentalmente de la viscosidad del adhesivo. A una viscosidad baja, el adhesivo fluye mejor y moja más la superficie.
- La penetración es la capacidad del pegamento de moverse en los vacíos de la superficie del substrato o en el substrato mismo. Para lograr un enlace fuerte, el adhesivo debe penetrar en todas las porosidades del substrato en una escala micrométrica. Es fundamental despojar las piezas a encolar de las impurezas superficiales. Esta importancia se aprecia en las figuras 12 y 13.

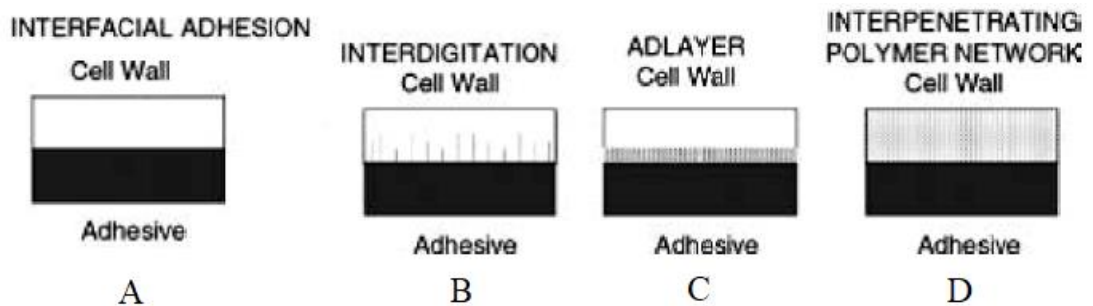
---

<sup>1</sup> La mojabilidad es la capacidad que tiene un líquido de extenderse y dejar una traza sobre el sólido. Depende de las interacciones intermoleculares entre las moléculas superficiales de ambas sustancias. Se puede terminar a partir del ángulo que el líquido forma en la superficie de contacto con el sólido, denominado ángulo de contacto. A menor ángulo de contacto, mayor mojabilidad.



**Figura 12.** Las gotas de agua en una chapa amarilla de abedul reflejan el mejoramiento de la penetración por el retiro de los contaminantes superficiales. La fotografía fue tomada 30 segundos después de colocar tres gotas en la superficie. La gota izquierda estaba en una superficie sin tratar, la central sobre una porción con dos pasos de lija, y la derecha sobre una porción con cuatro pasos de lija.

(Fuente: Quevedo, 2007)



**Figura 13.** Modos de la interacción adhesiva dentro de las membranas celulares de la madera, siendo la capa negra el adhesivo y la blanca la pared celular. Traducción: *interfacial adhesión* (adherencia interfacial), *interdigitation* (entrelazamiento), *adlayer* (camada de absorción), *interpenetrating polymer network* (red polimérica de interpenetración). (Fuente: Quevedo, 2007)

### 5.2.11. Elección de los adhesivos para el proyecto

Tomando en consideración el amplio marco teórico expuesto, y que la madera elegida como materia prima es del tipo conífera (no grasienta y de baja densidad), se consideran idóneos para el proyecto los adhesivos urea-formaldehído, para piezas de uso interior, y melamina-urea-formaldehído para piezas de uso exterior o que estén expuestas a altas temperaturas y grado de humedad. Dichas resinas cuentan con una extensa trayectoria de uso en la fabricación de piezas estructurales de MLE, habiendo demostrado su buen desempeño en construcciones civiles de todo tipo y ubicación del mundo.

Estos adhesivos estructurales son de fabricación extranjera, y cuentan la certificación IRAM 45055 de adhesivos estructurales necesaria para su utilización en el proyecto.

El sistema a utilizar es el MUF y UF de la empresa “AkzoNobel”, cuyas especificaciones técnicas se detallan a seguir en la tabla 7.

**Tabla 7.** Especificaciones técnicas adhesivos UF y MUF. (Fuente: AkzoNobel)

<b>Adhesivo</b>	<b>UF</b>	<b>MUF</b>
Densidad	Aprox. 1005 kg/m <sup>3</sup>	Aprox. 1250 kg/m <sup>3</sup>
Contenido de sólidos	55 – 59 %	66 – 69 %
Propiedades de la línea de cola	Cumple con los requerimientos de IRAM 45055 (para uso tipo II)	Cumple con los requerimientos de IRAM 45055 (para uso tipo I y II)
Gramaje recomendado	250 g/m <sup>2</sup>	450 g/m <sup>2</sup>
Condiciones de almacenamiento	15 – 20 °C Prohibido su congelado	15 – 20 °C Prohibido su congelado
Tiempo de prensa	8 h	10 h
Tiempo de vida	1,57 h	1,67 h
Tiempo de mezclado	40 seg con mezclador eléctrico o 3 min con mezclado manual	40 seg con mezclador eléctrico o 3 min con mezclado manual

El tiempo de prensa y tiempo de vida del producto están dados para una temperatura de 20 °C y una proporción de mezcla 100:20 adhesivo:catalizador, recomendada por el fabricante.

La presión de ensamble mínima para madera blanda es de 0,5 MPa para lamelas de espesor menor o igual a 35 mm, y 1 MPa para espesores mayores.

Los adhesivos podrán ser utilizados con endurecedor o retardador de fragüe según sea necesario.

# Capítulo 6. Producto

## 6.1. Madera laminada

### 6.1.1. Definición

“Los elementos de MLE son piezas de sección transversal rectangular de ancho fijo y altura constante o variable y de eje recto o curvo, constituidos por láminas o tablas unidas en forma irreversible con un adhesivo específicamente formulado”. (Demkoff, 2003, c V, p.1).

“Madera laminada es la unión de tablas a través de sus cantos, caras y extremos, con sus fibras en su misma dirección, conformando un elemento no limitado en escuadría ni en largo, y que funciona como una sola unidad estructural”. (Pérez, 1992).

### 6.1.2. Antecedentes

La primera patente mundial referida al encolado de tablas de madera para obtener vigas y arcos con fines estructurales data del 22 de junio de 1906 y le pertenece a un carpintero de la corte prusiana llamado Otto Hetzer. Las primeras construcciones importantes se realizaron entre 1909 y 1919 en Suiza, Dinamarca y Suecia, bajo el procedimiento denominado “estructuras Töreboda” (Demkoff, 2003).

El desarrollo de microlaminados en madera para la aeronáutica militar en la segunda guerra mundial y su extrapolación industrial para la fabricación de estructuras en Estados Unidos, se sitúa en el nacimiento de la madera laminada encolada tal y como la conocemos en la actualidad.

El responsable principal de la llegada de este material y tecnología a los Estados Unidos de América es Max Hanisch quien fuera socio de Hetzer en la firma Weimar en 1906. En 1934 recibe el encargo de proyectar una escuela y un gimnasio en Wisconsin cuya estructura resuelve mediante un sistema de arcos de MLE.

Desde entonces este material ha tenido un gran desarrollo en todo el mundo y hoy día, la MLE casi no encuentra restricciones en su empleo en la construcción de edificios de diversas escalas (Somoza Veiga). La evolución del sistema refleja la evolución de los adhesivos sintéticos, técnicas de industrialización de la madera, aparición de los adhesivos sintéticos no degradables biológicamente, ampliación de la capacidad de los sistemas de transporte y la mayor versatilidad de los programas de construcción civil (Demkoff, 2003).

En la Argentina en general y en el nordeste en particular el uso de frecuente de vigas de MLE se da en el campo de los techos, donde en general reemplazan secciones de largos especiales ejecutados con madera dura proveniente de bosques nativos, utilizados como piezas de cumbreras, limatesas o limahoyas.

### **6.1.3. Ventajas**

La madera laminada tiene grandes ventajas en aspectos ambientales ya que al ser producida con madera de bosques comerciales (o implantados) ayuda a disminuir la demanda sobre bosques nativos, además presenta ventajas en aspectos económicos lo que la hace un material con alto potencial para la construcción (Barrera, 2011).

La madera laminada se considera como la evolución en términos técnicos de la madera maciza al permitir la fabricación de elementos con mayores dimensiones y mejores propiedades físicas y mecánicas. En el mundo se ha estudiado la técnica de laminado con resultados muy satisfactorios al mejorar significativamente las propiedades mecánicas y físicas respecto de la madera simple aserrada y el hormigón, además de tener una mejor relación peso resistencia lo que la hace un material óptimo para la construcción (Barrera, 2011).

Debido al proceso constructivo que implica una amplia selección de la calidad de sus elementos componentes y que eliminan todo defecto natural de la madera, le confiere al producto final mejores características físico-mecánicas que el material madera natural. La fabricación de MLE no es una oportunidad para recuperar desechos. Utilizar madera de mala calidad resulta en productos de mala calidad (Demkoff, 2003).

#### **Ventajas competitivas**

Elimina limitaciones dimensionales: es posible la realización de piezas con secciones no limitadas por las dimensiones de la materia prima original. El condicionante para la longitud de los elementos es impuesto por las posibilidades del transporte. Por medio de la técnica del encolado se permite la utilización de tablas cortas, angostas y saneadas, para dar forma a piezas estructurales de cualquier espesor, ancho y forma.

Defectos en la madera: en el proceso de industrialización se eliminan los defectos naturales de la madera, como ser nudos, fendas o grietas y se descartan las tablas que no cumplen con el estándar de calidad que requiere la madera laminada.

Durabilidad: el material presenta mayor durabilidad y resistencia con menor peso comparada con materiales clásicos como el acero. Bajo mantenimiento en ambientes agresivos para los metales, en especial aquellos expuestos a humedad.

**Inercia química:** la madera laminada es más estable que los materiales atacados por la corrosión. Esto es gracias a la inercia química del material adquirida por el tratamiento previo al que es sometida la materia prima lo cual, además, la protege de los ataques biológicos. Con esto se consigue que no se requiera de mantenimiento estructural salvo aquellas expuestas a la interperie.

**Resistencia frente a sismos:** presenta mejor comportamiento estructural debido a la ductilidad propia del material además de la que le confiere el tipo de uniones articuladas con las que se diseña.

**Menor peso:** es un material ligero, 5 veces menos que el hormigón armado ( $H^{\circ}A^{\circ}$ ) y 15 veces menos que el acero ( $A^{\circ}$ ). Esto posibilita un rango de aplicaciones mucho mayor que los materiales tradicionales.

**Resistencia al fuego:** la MLE presenta una resistencia al fuego mucho mayor que otros materiales. El tiempo de combustión es menor, una vez inflamadas, se consumen lentamente y conserva su integridad estructural. El proceso de carbonización actúa como aislante y garantiza la estabilidad de la estructura durante más tiempo. Un plan de contingencia permite determinar tiempos de evacuación que, a su vez, pueden ser tenidos en cuenta al dimensionar las secciones transversales de los elementos para que su integridad estructural no sea comprometida por la incidencia del fuego, al menos, durante el transcurso de dicho tiempo.

**Versatilidad:** si se necesita cubrir grandes luces en una estructura la MLE presenta una solución adecuada y hoy, el proceso de fabricación, permite desarrollar obras de más de 100 m. Es posible también fabricar piezas de gran canto, longitud y con formas curvas.

**Rapidez de instalación y obra en seco:** diametralmente opuesta a la considerada tradicional, se trata de un producto prefabricado, por lo que llega a obra acabado y listo para ser colocado. Al ser obra en seco permite preparar en taller los elementos de la estructura, la cual es ejecutada en un plazo inferior.

**Calidad estética:** es un material elegante y, además, genera un ambiente cálido y acogedor.

**Material natural:** es el único material sobre la tierra que vuelve a crecer, es decir, cuyos recursos son inagotables. Además, la energía necesaria para su obtención y transformación son los más bajos después del adobe.

**Aislamiento térmico:** su conductividad térmica es muy inferior a la de otros materiales, otorgando excelentes condiciones aislantes.

## Ventajas comparativas

Se presenta en forma de tabla 11 un análisis comparativo con otros materiales usados en la construcción.

**Tabla 8.** *Comparativa con diversos materiales de construcción.* (Fuente: elaboración propia).

Material	Calidad intrínseca	Fabricación	Instalación	Mantenimiento	Residuos
Hierro	Altera el campo magnético natural. Es inestable contra la naturaleza. Costo elevado de extracción	Gran coste energético para su transformación en aceros.	Transporte complejo y oneroso.	Su inestabilidad química hace preciso un continuo mantenimiento (oxidación).	Es reciclable.
Aluminio	No perjudica a la salud.	Altísimo coste energético.	No representa mayores problemas	Mantenimiento óptimo, casi nulo.	Es reciclable.
Cemento	Pobres cualidades bióticas.	Extracciones, daños irreparables a la naturaleza.	Buenas calidades técnicas y económicas.	Material con pautas menos durables que las previstas.	No es reciclable.
Vidrio	Origen natural.	Coste moderado y con diversos procesos.	No presenta grandes problemas. Múltiples aplicaciones	Mantenimiento óptimo.	Es reciclable.
Madera Laminada	Origen natural con control de gestión forestal sostenible. Resistente, elástica, ligera, poca conductividad térmica, eléctrica y acústica, permeable a las radiaciones terrestres.	Coste energético mínimo. Maquinaria simple.	Elemento prefabricado. Rápido y sencillo de instalar.	Mantenimiento sencillo con la aplicación de productos adecuados.	Reciclable 100%

### 6.1.4. Desventajas

Mayor costo que la madera aserrada sin laminar.

Su fabricación requiere de mano de obra especializada y maquinaria específica construida para tal fin. Requieren el empleo de adhesivos específicos según sean colocadas en el interior o exterior

Según su destino los elementos colocados en el interior o exterior deben ser fabricados con adhesivos específicos para su exposición.

La producción en talleres, con condiciones ambientales controladas, impide en la mayoría de los casos que sea posible fabricarlas en obra, esto implica un costo adicional de transporte.

Elementos de grandes dimensiones son difíciles de manipular y transportar, lo que incide en el costo final del elemento de madera laminada.

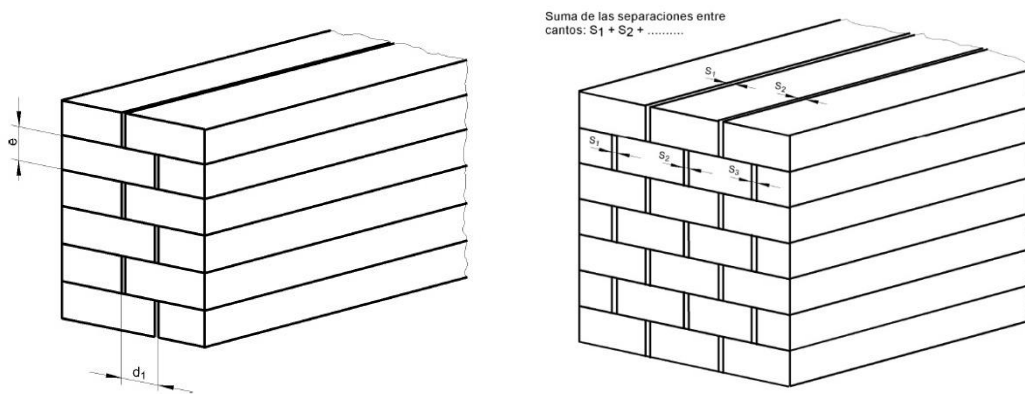
## **6.2. Elementos de MLEE**

Los elementos de MLEE que se producirán en la fábrica serán de sección rectangular, ancho y alto constantes y de eje recto compuesto por tablas encoladas en el sentido paralelo a sus fibras. Dichas tablas serán de madera resultante del aserrado de rollizos de pino taeda/elliotti de alrededor de 17 años de edad cultivados en el departamento de Concepción.

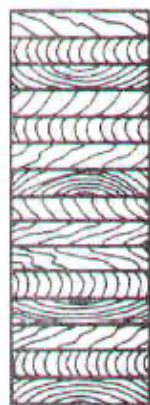
Según IRAM 9662-3 [6] el espesor de las lamelas componentes de este tipo de elemento estructural y para esta especie en particular es de 35 mm cuando este previsto su uso en el exterior y 45 mm para interior, además restringe la sección a un máximo de 7.000 mm<sup>2</sup> y 9.000 mm<sup>2</sup> respectivamente a cada uso. El largo de las mismas será de hasta 12m solo limitado por las posibilidades del transporte.

La obtención de láminas continuas solo es posible mediante la formación de uniones longitudinales dentadas o "*finger joint*" ya que, luego del proceso de selección y eliminación de los defectos, el largo de las tablas resultantes no es homogéneo y es menor que el requerido para el elemento resultante. Dicha unión consiste en realizar el dentado en los extremos de las tablas y unir las a presión con un adhesivo resistente.

De acuerdo al ancho de las láminas respecto del ancho del elemento que se quiere obtener existen básicamente dos posibilidades de disposición de las mismas; si el ancho de la viga es mayor al de las lamelas componentes se pueden disponer dos o más tablas unidas por su canto (figura 14); si el ancho de la viga es igual al ancho de las lamelas entonces se disponen las tablas encoladas por superposición de unas con otras hasta lograr el alto deseado (figura 15).



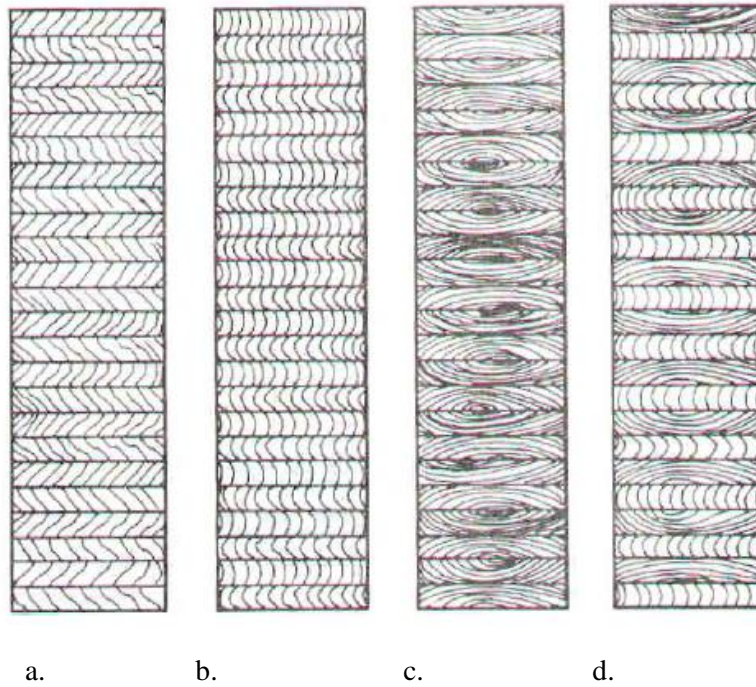
**Figura 14.** Elementos de ancho formado por dos o más tablas. (Fuente: IRAM 9660-1)



← El ancho de la lámina está formado por una tabla

**Figura 15.** Conformación de la sección transversal de una viga laminada. (Fuente: De Cristóforo)

La disposición de los anillos de crecimiento tiene influencia en cuanto a las posibles contracciones y expansiones que pueden sufrir las tablas; un criterio constructivo que tiene en cuenta esta posibilidad es la de colocar los anillos de las tablas formando diferentes ángulos respecto de la superficie de la madera como se parecía en la figura 16. Según la disposición se pueden clasificar en: Cuarteada (figura 16 a. y b.), floreada (figura 16 c.) o cuarteada y floreada (figura 16 d.).



**Figura 16.** Disposición de las tablas según la orientación de los anillos. (Fuente: De Cristóforo)

Las medidas a elaborar serán las denominadas “medidas comerciales” pero siempre es posible elaborar piezas a de distintas medidas de acuerdo con las necesidades del cliente teniendo en cuenta las restricciones impuestas por las dimensiones de la prensa; las escuadrías se presentan en la tabla9.

**Tabla 9.** Tabla de escuadrías comerciales de las vigas de MLE a fabricar.(Fuente: elaboración propia)

		Alturas											
		plg	4"	5"	6"	7"	8"	9"	10"	11"	12"	13"	
		plg	mm	110	132	152	176	198	220	242	264	308	330
Anchos	2"	45	X	X	X	X	X	X	X	X			
	3"	70			X	X	X	X	X	X	X	X	X
	4"	92					X	X	X	X	X	X	X
	5"	115							X	X	X	X	X
	6"	140									X	X	X

		Alturas												
		plg	14"	15"	16"	17"	18"	19"	20"	21"	22"	23"	24"	
		plg	mm	352	374	396	418	440	484	506	528	550	572	594
Anchos	2"	45												
	3"	70	X	X	X	X								
	4"	92	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
	5"	115	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	6"	140	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

### 6.3. Propiedades mecánicas

Para poder evaluar y clasificar a los elementos de MLEE hay que considerar dos factores: el módulo de rotura (MOR) y el módulo de elasticidad (MOE). Estos factores están directamente relacionados con el dimensionamiento de las vigas a utilizar y el cumplimiento de los requisitos de fabricación y control establecidos en la norma IRAM 9660-1 [1] permite otorgarle a las vigas así obtenidas los siguientes valores característicos volcados en la tabla 13.

**Tabla 13.** Valores característicos de la madera laminada encolada estructural. (Fuente: IRAM 9660-1)

Espece	Clase de resistencia	Módulo de rotura a la flexión (MOR) (MPa)	Módulo de elasticidad en flexión (MOE) (MPa)
Pino taeda/elliotti	Grado 1	20	12.500
	Grado 2	13	7.500

MOR: valor característico (5%) ajustado a las medidas de referencia (ancho  $b=150$  mm, y alto  $h=600$  mm) conforme a la UNE-EN 1194:1999 [7].

MOE: valor característico medio ajustado a un contenido de humedad 12% obtenido conforme a UEN-EN 384:1996 [8].

Por otra parte, los componentes estructurales fabricados según estos procedimientos son susceptibles de ser calculados según los métodos establecidos en el reglamento CIRSOC 601 (2016) [5] en cuyos suplementos figuran los valores de diseño de referencia que se aprecian en la tabla 10.

**Tabla 14.** Valores de diseño de referencia para tablas de pino taeda/elliotti en ( $N/mm^2$ ). (Fuente: IRAM 9662-3)

Clases de Resistencia	$F_b$	$F_t$	$F_v$	$F_{c\perp}$	$F_c$	$E$	$E_{0,05}$	$E_{min}$
1	5,6	3,4	0,6	0,9	5,6	10.300	6.900	4.400
2	3,4	2,2	0,4	0,8	4,6	6.000	4.000	2.600

### 6.4. Aplicaciones

Las piezas de MLEE obtenidas pueden ser utilizadas indistintamente para resistir esfuerzos en cualquier dirección, empleándolas en la construcción para absorber todo tipo de

solicitud: flexión, compresión, tracción, etc., admitiendo por lo tanto su aplicación en cualquier tipología estructural cual la madera aserrada.

### **Vigas**

La viga recta de sección constante y pequeña es reemplazo adecuado de correas y cabios de madera aserrada. El largo de los elementos solo está limitado por las dimensiones del medio de transporte, doce metros en caso de transporte carretero. Lo más usual en la zona es su utilización en estructuras de techo (tirantes, cabios, cumbreras), entrepisos y escaleras (figuras 17, 18 y 19)



**Figura 17.** Estructura de techo. (Fuente: <http://vettagrupo.com>)



**Figura 18.** Entrepiso de madera. (Fuente: <http://www.cadamda.org.ar>)



**Figura 19.** Escalera. (Fuente: <http://www.loversiq.com>)

### **Columnas**

Presentan elevada capacidad portante y el dimensionamiento depende de su resistencia al pandeo. Tienen la particularidad de no presentar alabeos y su eje se mantiene recto cualquiera sea el cambio del tenor de humedad. Figura 20.



**Figura 20.** Columnas y vigas de MLEE. (Fuente: <https://www.laminur.com>)

### **Cerchas**

Una de las soluciones más utilizadas es la triangulación de elementos para resolver la sustentación con un mínimo de material. Las cerchas de MLE son una solución más ventajosa para la cubierta ambientes químicamente agresivos, donde el acero o el hormigón no resisten dichas emanaciones ambientales (criaderos de animales: pollos o cerdos).



**Figura 21.** *Cercha de MLEE.* (Fuente: <http://www.zurtek.net>)

### **Pérgolas**

Uno de los usos en ambientes exteriores más corrientes de la MLEE, a pesar de no ser estructura, es la construcción de pérgolas.



**Figura 22.** *Pérgolas de MLEE.* (Fuente: <http://woodsrl.com.ar>)

## **6.5. Proceso de fabricación**

La fabricación de la madera laminada encolada es un proceso conceptualmente simple, que consiste en producir elementos macizos de resistencia incrementada, constituidos por tablas de espesor reducido encoladas solidariamente de forma tal que no se puede separar o individualizar el trabajo de cada lámina. (Demkoff, 2013).

El equipamiento en sí mismo no es complejo y la sucesión de las fases de fabricación parece elemental. Cada fase del proceso por sencilla que parezca, debe ejecutarse sin margen

de error para no comprometer la calidad final del producto. Las tareas de producción se deben realizar en un taller con condiciones de humedad y temperatura ambiente controladas puesto que no solo las condiciones de temperatura y humedad de la madera deben ser controladas, sino también porque los adhesivos especiales para uso estructural se deben aplicar dentro de condiciones estables muy estrictas y limitativas. (Tellechea, 1999).

A seguir, se indica el proceso de fabricación del producto, de tal forma que este cumplimente los requisitos de la Norma IRAM 9660-1 [1] pertinente a dicho proceso.

Se contemplará desde la llegada de los rollizos a la fábrica, organizándose en cuatro fases o secciones diferenciadas, desarrollándose en ellas diferentes actividades:

- **Fase de aserrado de rollizos y almacenamiento**

- Trozado y desorillado de la madera
- Dimensionado de las lamelas
- Almacenamiento al aire libre de larga duración

- **Fase de pre-encolado**

- Clasificación
- Secado en horno
- Pre-cepillado y saneado
- Uniones de extremos/testas
- Cepillado de las láminas
- Ensamble en seco

- **Fase de encolado, prensado y fraguado**

- Preparación de los adhesivos
- Encolado
- Prensado
- Maduración

- **Fase de terminaciones**

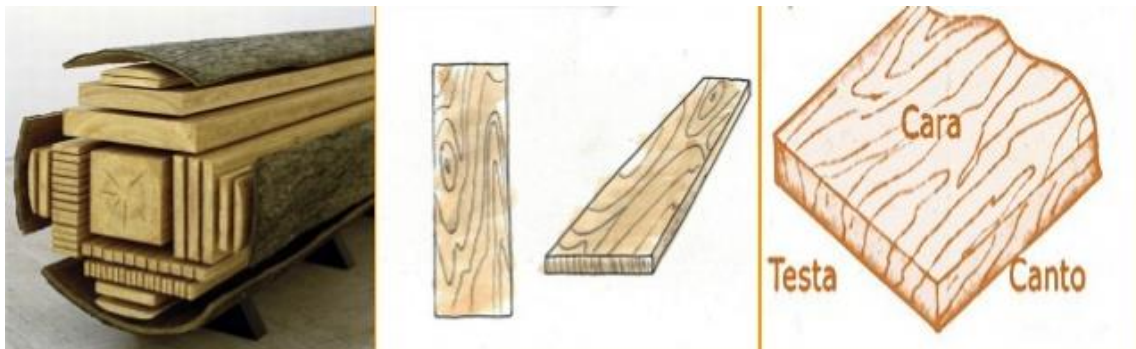
- Talla y corte
- Clasificación
- Protección y preservación
- Controles y ensayos
- Empaque y despacho/almacenamiento

### 6.5.1. Fase de aserrado de rollizos y almacenamiento

En esta fase, se aserran los rollizos en tablas de distinto tamaño, tal como se muestra esquemáticamente en las figura 23 y 24.



**Figura 23.** Rollizos de madera antes de ser aserrados. (Fuente: Arbeláez, 2013)



**Figura 24.** Denominación de las partes de una tabla de madera.  
(Fuente: <https://es.slideshare.net/sandrargzm/ensambles-y-sistemas-de-unin-con-madera>)

#### Trozado y desorillado de la madera

La madera procedente de los bosques se troza en tablones mediante un aserrado horizontal (figura 4) y luego se los desorilla, es decir, extrae la corteza mediante una cortadora sinfín (figura 5).

Para la elección del espesor de tablón se tiene en cuenta la optimización de la madera, recomendando que este no sea mayor a 50 mm, para obtener un secado en menor tiempo y de mejor calidad. Dimensiones menores de 30 mm son antieconómicas pues requiere mayor tiempo de máquinas y mayor número de líneas de encolado. (Arbeláez, 2013).



**Figura 25.** *Madera trozada.* (Fuente: Arbeláez, 2013)



**Figura 26.** *Madera desorillada.* (Fuente: Arbeláez, 2013)

### **Dimensionado de las lamelas**

Los tabloncillos pasan por una cepilladora que empareja y endereza la superficie, y luego por una cortadora especial que, de manera muy precisa y con ayuda de una guía láser, les da el ancho comercial.

### **Almacenamiento al aire libre de larga duración**

Las tablas podrán o no secarse naturalmente al aire libre o en galpones abiertos (previo al secado en horno), ya que se encuentran en estado verde o saturado. Realizar esta operación antes de un secado artificial mejora su estabilidad a la vez que aumenta la capacidad del horno de secado. (Tellechea, 1999).

## 6.5.2. Fase de pre-encolado

### Clasificación

Se realiza una clasificación visual de las tablas con el fin de determinar su clase de resistencia conforme a IRAM 9662-3[6]. Se tienen en cuenta defectos como presencia de médula, nudosidad, dirección de las fibras, anillos de crecimiento, fisuras, alabeos, ataques biológicos, entre otros.

### Secado en horno

El secado es uno de los aspectos más importantes en el proceso de la madera laminada, ya que de un buen secado deriva un buen producto. Los beneficios de la madera seca son muchos, pero entre los más importantes para el proceso de laminado se destacan (Foglia, 2005):

- Reducción del peso: la madera seca puede pesar entre 25% y 50% menos que en estado verde.

- Estabilidad dimensional: cuando la madera se encuentra en estado de equilibrio higroscópico, no sufre cambios apreciables en sus dimensiones.

- Resistencia mecánica: cuando el agua libre ha sido eliminada por completo hasta llegar a una humedad cercana al 10%, variando este valor entre especies, la resistencia mecánica sube aproximadamente 33%.

- Adhesivos: con un secado adecuado se obtienen líneas de encolado más estables y resistentes, al disminuir al mínimo la migración de humedad.

El secado para la madera laminada debe efectuarse por métodos artificiales ya que estos garantizan deshidrataciones uniformes y con mejor calidad en tiempos relativamente cortos.

Las maderas permanecen en el secadero (figura 27) aproximadamente 12 horas. A su salida, el grado de humedad de las láminas se verifica sistemáticamente, debiendo estar comprendido entre 7% y 16% para su óptimo encolado. El secado artificial permite este grado de precisión.(Tellechea, 1999).



**Figura 27.** Ingreso al horno de secado. (Fuente: Victoria maderas, 2012)

### **Pre-cepillado y saneado**

Se pre-cepillan las tablas con el fin de quitar imperfecciones o impurezas y para que los poros de la madera se abran y penetre mejor el adhesivo. Asimismo, se eliminan defectos no tolerables en zonas críticas. Ver cepilladora en la figura 28.



**Figura 28.** Cepilladora industrial. (Fuente: Victoria maderas, 2012)

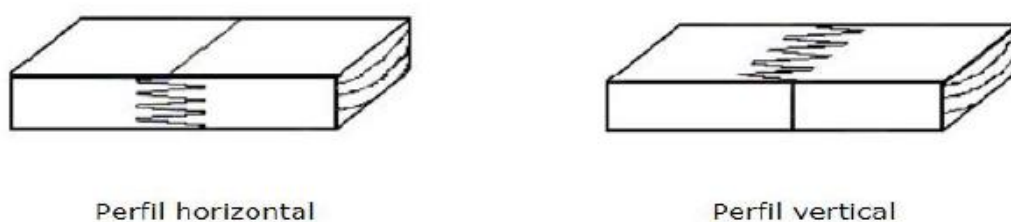
### **Uniones de extremos/testas**

Las lamelas se empalman unas con otras mediante entalladuras múltiples en sus extremos llamadas *finger-joint* uniones dentadas, ejecutadas por una máquina fresadora. El largo efectivo de los dientes del empalme debe ser de 15 mm, asegurando el área suficiente de encolado para una adecuada unión estructural, y la presión mínima ejercida sobre la unión debe ser cerca de 20 bar (Demkoff, 2003).

El contenido de humedad de las láminas en el momento del encolado debe estar comprendido entre 7% y 16%, o el que el fabricante del adhesivo especifique.

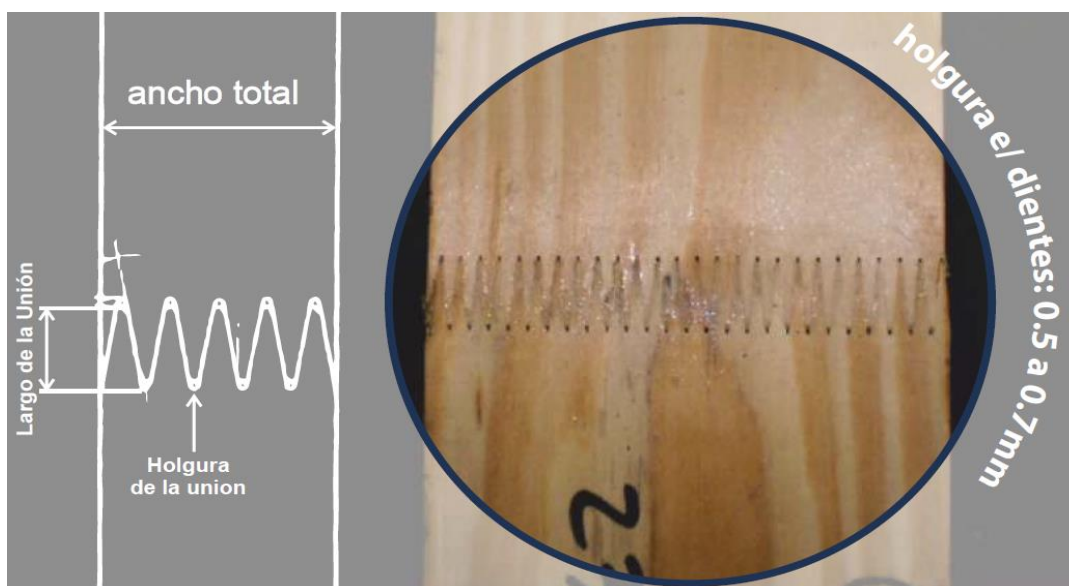
La variación del contenido de humedad a lo largo de una lámina y entre dos láminas adyacentes de un elemento laminado no debe ser mayor de 5% (IRAM 9660-2, 2015).

Existen dos tipos de uniones dentadas, vertical y horizontal, siendo la vertical de principal uso en Europa y la horizontal en Estados Unidos, Canadá y Australia. El perfil vertical es aproximadamente 9% más resistente que el horizontal, ya que presenta más área de encolado (Batista *et al*, 2002). La figura 29 muestra estos dos tipos de uniones. Para el proyecto, se adopta el perfil vertical.



**Figura 29.** Uniones dentadas. (Fuente: Batista, Rodrigo, Calil & Mariano, 2002)

Las uniones son “autobloqueantes”, es decir, los dientes se deben trabar entre sí por su propio ancho y no haciendo tope en el fondo. Para ello, se debe dejar una holgura de escape de adhesivo en cada extremo de diente de entre 0,5 y 0,7 mm, como se aprecia en la figura 30.



**Figura 30.** Detalle de unión dentada “finger-joint”. (Fuente: Victoria maderas, 2012)

Entre los recaudos indicados en la norma IRAM 9661 [4], se debe prestar atención a la distancia mínima de nudos a las uniones dentadas, como se observa en la figura 31.



**Figura 31.** *Detalle de distancia mínima de nudos a uniones dentadas según IRAM 9661.*

(Fuente: Victoria maderas, 2012)

### **Cepillado de las láminas**

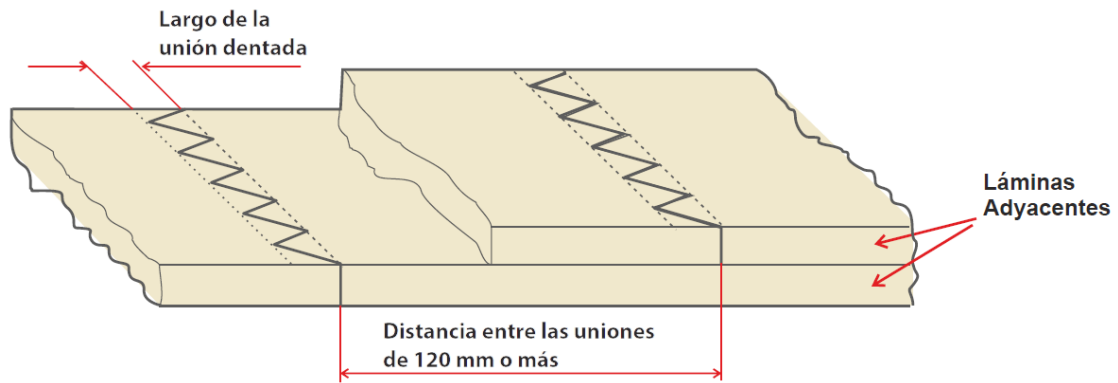
En esta etapa de fabricación, las tablas ya han sido unidas en sus extremos, formando así las láminas que conformarán la viga. Sus superficies deberán estar correctamente preparadas para ser encoladas, y no deberá transcurrir más de 24 horas entre la operación de cepillado y encolado, en ausencia de polvo y aserrín.

El cepillado reduce las láminas al espesor definitivo, removiendo cualquier indicio de adhesivo e irregularidad que haya quedado debido a las uniones de testa. El espesor de la lámina debe ser uniforme a lo largo de toda la pieza. Las lamelas se deben cepillar con una tolerancia en espesor no superior a 0,1 milímetros de largo cuando se utiliza adhesivo de urea formaldehído y 0,2 mm por metro si el adhesivo es melamina urea formaldehido (Demkoff, 2003).

### **Ensamble en seco**

También conocido como “presentación del elemento”, esta operación consiste en ubicar las láminas como mejor cumplan las especificaciones, ensamblándolas tal como su disposición final, pero sin adhesivo. La figura 32 enseña uno de los factores que se tienen en cuenta.

El ensamble en seco se debe realizar de tal manera que la última lámina a colocar debe ser la primera que pase por la encoladora (Victoria Maderas, 2012).



**Figura 32.** Detalle de distancia mínima entre uniones dentadas según norma. (Fuente: IRAM 9660-1, 2015)

### 6.5.3. Fase de encolado, prensado y fraguado

#### Preparación de los adhesivos

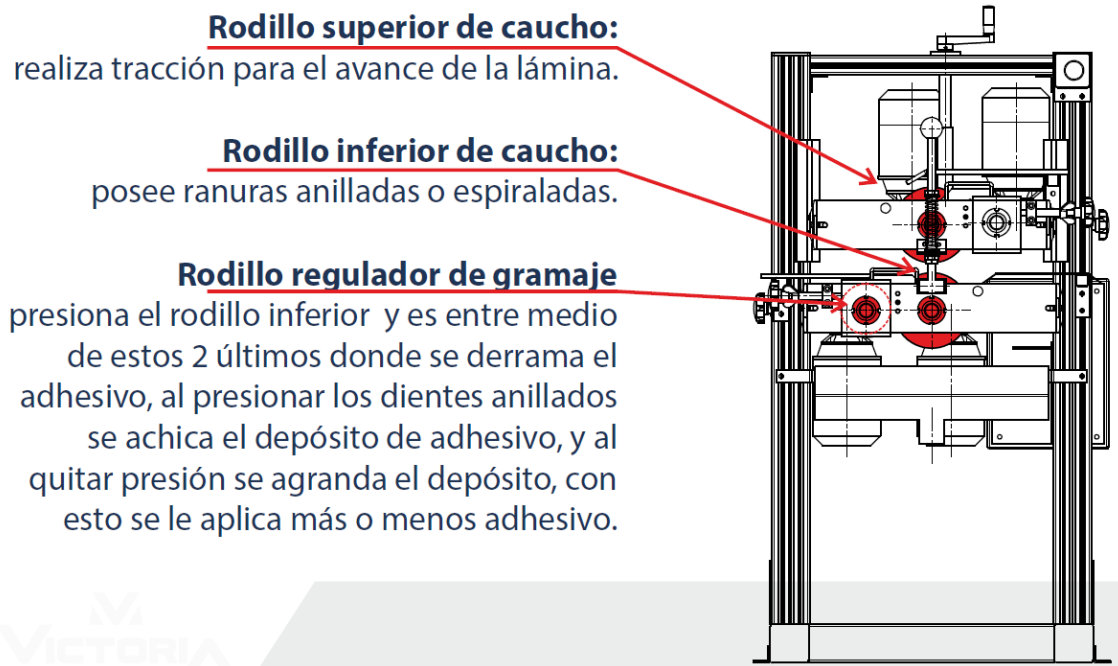
El adhesivo especificado deberá mezclarse correctamente de acuerdo a las instrucciones del fabricante y prepararse con suficiente antelación, de modo que, al iniciarse el proceso de laminación, ya se encuentre en condiciones de ser usado. La mezcla de la cola con el endurecedor se realiza como último paso. Este proceso puede ser totalmente automatizado.

La mezcla del adhesivo, el intervalo entre la mezcla y el esparcido, el esparcido, el tiempo de ensamblado, la presión de ensamblado, la temperatura y el tiempo de curado del adhesivo deben cumplir con las recomendaciones establecidas por el productor del adhesivo (IRAM 9660-1, 2015).

#### Encolado

Las láminas que han sido cepilladas pasan en continuo por la máquina de rodillos encoladores (figura 33), que deposita en una de sus caras la cantidad de cola necesaria para su unión. Los gramos de cola por unidad de superficie son controlados en tiempo real, cuya cantidad puede variar de 200 a 500 g/m<sup>2</sup> de acuerdo al fabricante.

El gramaje a utilizar depende del uso del elemento estructural y del tipo de adhesivo, pudiendo verificar si la cuantía es correcta si al aplicar la presión se nota un leve lagrimeo en las uniones a lo largo de la línea de cola. Un lagrimeo excesivo indica presiones muy altas, cuantías muy altas de adhesivo o una combinación de ambos.



**Figura 33.** Máquina de rodillos encoladores. (Fuente: Victoria maderas, 2012)

### **Prensado**

Una vez encoladas las láminas, se las coloca en una prensa hidráulica (figura 34) que aplica presión constante en todo el largo de la pieza. Es de vital importancia monitorear las condiciones ambientales, ya que los adhesivos son muy sensibles a cambios de temperatura y humedad. La temperatura óptima del recinto es de 15 °C.

La presión a aplicar varía entre 0,6 MPa como mínimo para láminas de espesores menores o iguales a 35 mm, y de 1 MPa para espesores mayores, dependiendo también del tipo de cola utilizado, y se aplica desde el centro de la pieza avanzando simétricamente hacia los extremos. En ningún caso la presión aplicada debe superar la tensión límite en compresión perpendicular a las fibras para la madera usada (IRAM 9660-1, 2015).

Esta debe ser ejercida de forma uniforme, ya que si no se da esta situación la viga quedará con presiones localizadas, lo que podría generar un decremento significado en sus propiedades mecánicas esperadas (Tellechea, 1999).

Luego de haber aplicado la presión, es necesario comprobar que no exista una disminución de la misma, la cual puede ser causada, entre otras razones, por el escurrimiento del adhesivo. Si esto ha sucedido, se deberá proceder a un reapriete. Esta operación se realiza cuantas veces sea necesario (De Cristófono).



**Figura 34.** Prensa hidráulica. (Fuente: Victoria maderas, 2012)

### **Maduración**

Una vez que el elemento ha sido retirado de la prensa, este debe almacenarse por un periodo aproximado de 7 días en la nave de acabado, también climatizada y separada de la anterior con el fin de no contaminarla con partículas de madera como aserrín y viruta. El objetivo de esta tarea es permitir la estabilización de la junta de encolado tras su polimerización y detener las variaciones dimensionales que pudiese haber en la pieza por retorno de las fibras de las láminas (Tellechea, 1999).

### **6.5.4. Fase de terminaciones**

#### **Talla y corte**

Las piezas brutas se preparan siempre con un exceso de longitud sobre la pieza terminada, por lo que esta tarea consiste en un despunte, canteado, cepillado y pulido del elemento laminado.

Una vez que la pieza tiene ya sus líneas de cola fraguadas, se procede a limpiar el adhesivo que ha escurrido a causa del prensado. Se corta el largo requerido (despunte), se cepilla a las dimensiones especificadas y se pulen las superficies (De Cristófano) (Tellechea, 1999).

#### **Clasificación**

Esta clasificación consiste en la agrupación por aspecto del elemento laminado, pudiendo desprejarse algunas tareas anteriores como el cepillado y pulido.

Existen diferentes clases en esta categorización, requiriendo cada una ciertas características de acabado (IRAM 9660-1, 2015). Las mismas son:

- **Arquitectónica:** cada elemento de esta clase debe presentar sus cuatro caras cepilladas y lijadas. Las láminas externas deben estar libres de nudos sueltos y agujeros, y ser elegidas cuidadosamente de modo que coincidan en color y dirección de fibras en las uniones de extremos.

Esta clase es recomendada para usos en los cuales el aspecto del elemento es de suma importancia.

- **Comercial:** cada elemento debe presentar sus cuatro caras cepilladas. Los daños y manchas en las superficies no necesitan ser mejorados. Las láminas exteriores deben estar libres de nudos o agujeros.

Se recomienda esta clase en usos en los cuales el elemento queda a la vista, pero donde el aspecto no es tan importante.

- **Industrial:** el elemento de esta clase se usa tal como sale de la prensa. Los daños y manchas en la superficie no necesitan ser mejorados.

Se recomienda esta clase en usos en los cuales el elemento queda oculto, o donde el aspecto no tiene importancia alguna.

### **Protección y preservación**

El método de preservación dependerá de las condiciones ambientales a las cuales quedará expuesto el elemento laminado, pudiendo aplicar lasures o fungicidas/insecticidas.

Un lasur es un impregnante protector decorativo para maderas, dándole protección del sol, la lluvia y nieve. Este hace que la madera sea impermeable pero a la vez deja que respire, al conformar una capa microporosa que penetra en la madera, formando parte de la misma, y acompañando sus movimientos sin cuartearse ni ampollarse gracias a su comportamiento elástico.

### **Controles y ensayos**

Los controles mínimos a realizar y registrar durante la fabricación, para asegurar la calidad son:

- Humedad y temperatura de la madera.
- Ensayo de resistencia a flexión de las juntas dentadas, realizado en la misma fábrica, de acuerdo a norma IRAM 9661 [4] (figuras 35 y 36).
- Temperatura y humedad ambiente del área de encolado y maduración.
- Ensayo de cantidad de adhesivo esparcido, realizado en la misma fábrica, de acuerdo a norma IRAM 9660-2.
- Ensayo de resistencia a cizalladura de la línea de encolado, realizado en la misma fábrica (figuras 37 y 38), de acuerdo a norma IRAM 9660-2.

- Ensayo de delaminación, realizado con por un tercero en lugar especializado, de acuerdo a norma IRAM 9660-2.

- Proporción de adhesivo/catalizador.
- Fecha de vencimiento de los adhesivos.
- Registro de la presión de prensado.



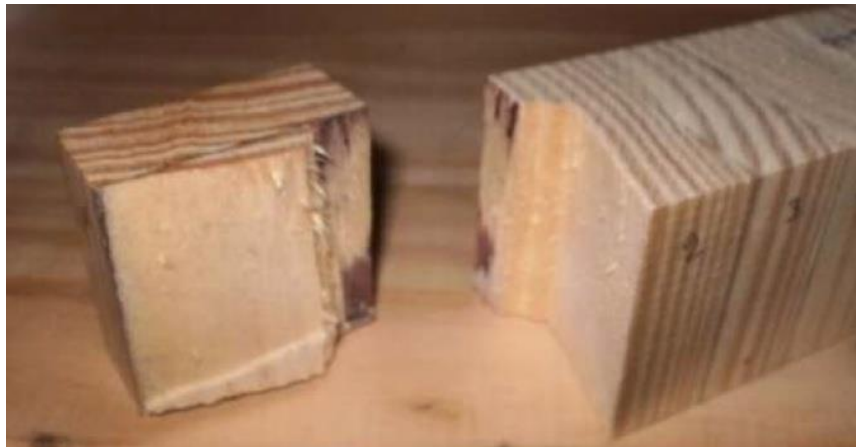
**Figura 35.** Ensayo de flexión según IRAM 9661. (Fuente: Victoria maderas, 2012)



**Figura 36.** Probeta de unión dentada, con los debidos registros enmarcados en la misma, por ser ensayada a flexión según IRAM 9661. (Fuente: Victoria maderas, 2012)



**Figura 37.** *Ensayo de cizallamiento según IRAM 9660-2.* (Fuente: Victoria maderas, 2012)



**Figura 38.** *Rotura de probeta luego del ensayo de cizallamiento.* (Fuente: Victoria maderas, 2012)

### **Empaque y despacho/almacenamiento**

Las vigas son numeradas, etiquetadas y embaladas con film de polietileno, embalaje que permite mantener las características de calidad hasta su puesta en obra. Este paso también está normalizado de acuerdo a IRAM 9660-1[1]. El aspecto final de las vigas es semejante al de las figuras 39 y 40.



**Figura 39.** Presentación de vigas de MLE de la marca certificada “Wood SRL”.  
(Fuente: <http://woodsrl.com.ar/control-de-calidad/>)

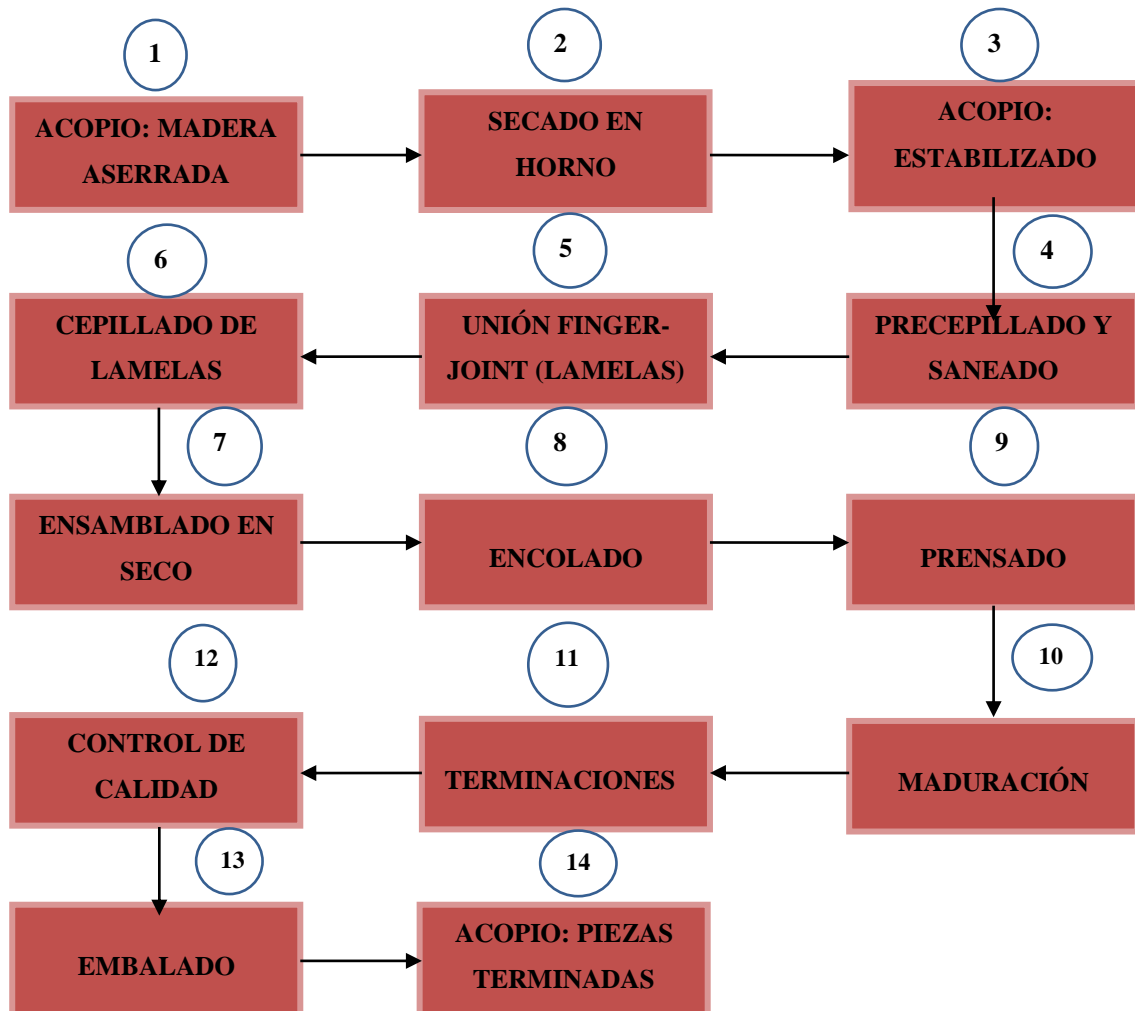


**Figura 40.** Presentación de vigas de MLE de la marca certificada “Victoria maderas”.  
(Fuente: Victoria maderas, 2012)

Habiendo analizado el proceso productivo completo, desde los rollizos de madera extraídos de los BI hasta llegar a las piezas embaladas, para el proyecto se optó por empezar la fabricación a partir de madera aserrada comprada de los aserraderos ya instalados en el parque industrial. El motivo radica en el relativo bajo volumen de producción inicial previsto, y la disponibilidad de madera aserrada de muy buena calidad provista por los aserraderos de

la zona, no ameritando así una inversión considerablemente mayor en mano de obra, maquinaria y superficie de trabajo.

Las tareas a realizar en la planta de producción del proyecto se resumen en el siguiente diagrama:



# Capítulo 7. Análisis financiero

## 7.1. Introducción

La evaluación financiera analiza el proyecto según su retorno financiero y debe cumplir tres objetivos básicos:

- Determinar la factibilidad de que todos los costos puedan ser cubiertos oportunamente.
- Medir la rentabilidad de la inversión.
- Generar la información necesaria para realizar la comparación del proyecto con otras oportunidades de inversión.

Los objetivos de esta etapa son ordenar y sistematizar la información de carácter monetario que proporcionan las etapas anteriores, elaborar los cuadros analíticos y antecedentes adicionales para la evaluación del proyecto, de modo de determinar su rentabilidad.

La sistematización de la información financiera consiste en identificar y ordenar todos los ítems de inversiones, costes e ingresos que puedan deducirse de los estudios previos. Sin embargo, hay elementos que necesariamente deberán decidirse en esta fase, como ser el estudio de las fuentes y condiciones de financiamiento, o el cálculo del monto que se necesita como capital de trabajo.

La evaluación del proyecto se realiza sobre el flujo de caja, siendo su resultado medible a través de distintos indicadores de rentabilidad, que son complementarios entre sí. La imposibilidad de tener certeza de la ocurrencia de los acontecimientos considerados en la preparación del proyecto, hace necesario considerar el riesgo de invertir en él.

Entre los indicadores necesarios para tomar una decisión, se analizarán:

- Valor actual neto (VAN)
- Tasa interna de retorno (TIR)

A seguir se definen estos parámetros para su mejor comprensión.

### **Valor actual neto (VAN):**

Para tomar una decisión sobre la rentabilidad de un proyecto, es necesario compararlo con las alternativas de inversión, es decir, compararlo con el beneficio que el dinero invertido en el proyecto hubiera podido generar si fuese invertido en el mejor uso alternativo. En otras palabras, se deben comparar los beneficios del proyecto con el costo de oportunidad que tiene en el tiempo el dinero invertido en él.

El valor actual neto representa la suma actual equivalente a los ingresos netos futuros y presentes de un proyecto. Para calcularlo se utilizó una tasa de oportunidad de 12%.

**Tasa interna de retorno (TIR):**

Este criterio indica la tasa de interés para la cual el valor actual neto se hace cero, es decir, revela la tasa de interés para la cual el proyecto será apenas aceptable.

Para la elaboración del flujo de caja se obtuvo en cuenta lo siguiente:

**Capital de trabajo:**

Refleja los fondos que deben ser adelantados para conseguir activos de corto plazo e insumos para el primer ciclo productivo, necesarios para poner en marcha el proyecto. Son fondos que quedan afectados al proyecto durante todo el horizonte de evaluación y que sólo se recuperan en el último período al finalizar el mismo. Para el proyecto se consideró como capital de trabajo los insumos necesarios y el sueldo de la mano de obra correspondiente a un mes de producción de la fábrica.

**Tratamiento del IVA:**

La alícuota de IVA utilizada en la evaluación del proyecto es de 21%.

**Estado de resultados:**

Para la determinación del pago del impuesto a las ganancias se utilizó una alícuota de 35%.

**Depreciación:**

La depreciación constituye la partida de costo que compensa el desgaste físico y la obsolescencia técnica de los bienes de capital. Compone una partida de dinero que el empresario debe reservar cada año para disponer, al final de la vida útil del bien, de una cantidad suficiente para reponerlo adquiriendo uno nuevo de capital de las mismas características. Para la maquinaria del proyecto se utilizó una depreciación lineal en 10 años, considerando además que al final de la vida útil, el valor residual del activo es nulo.

## 7.2. Beneficios del PFISR

El hecho de implantar la industria dentro del parque genera beneficios impositivos y crediticios a tener en cuenta antes de realizar el análisis financiero. Estos beneficios están establecidos en la Ley Provincial n° 5.470 “Régimen de promoción de inversiones” y Ley Provincial n° 6.051 “Régimen de creación de parques y zonas industriales o tecnológicas en la provincia de Corrientes”, las cuales se incluyen en el Anexo C. Documentos.

## 7.3. Volumen de producción

Para estimar un volumen de ventas en la zona se optó por realizar un sondeo del mercado mediante la realización de entrevistas. Fueron entrevistados un productor establecido en la localidad de Santa Rosa y comerciantes de la ciudad de Corrientes y Resistencia.

Luego de procesar la información se concluye que el mercado actual es de aproximadamente 55.000 pies tablares (pt) de vigas de MLEE en las localidades de Corrientes, Resistencia y alrededores de Santa Rosa. Otra conclusión que surge de las entrevistas es que el uso más frecuente para estos elementos es en estructuras de techos, motivo por el cual para el desarrollo del análisis financiero se consideró el porcentaje de incidencia de las escuadrías más solicitadas y se elaboró una “carga tipo” haciendo referencia a la carga de un camión. De estos datos se determina la cantidad de vigas de cada escuadría que habrá que producir. El detalle se muestra en la siguiente tabla 11.

**Tabla 11.** "Carga tipo". Escuadrías y porcentajes de incidencia. (Fuente: elaboración propia.)

Escuadrías			Carga tipo		Producción		
ancho (pulg)	alto (pulg)	largo (m)	%	pt	pt/viga	vigas/mes	vigas/día
3	6	12	60%	33.000	59,02	560	24
4	8	12	20%	11.000	104,92	105	5
5	10	12	10%	5.500	163,93	34	2
5	12	12	10%	5.500	196,72	28	2
<b>TOTAL</b>				<b>55.000</b>			

## 7.4. Costos de inversión

### 7.4.1. Activos fijos

**Terreno:** el precio de los lotes es de 210 \$/m<sup>2</sup> dato obtenido durante la entrevista realizada al Sr. Juan Ramón Sotelo presidente del PFISR. La superficie necesaria es aproximadamente 5.500 m<sup>2</sup>.

**Nave industrial:** actualmente se estima un costo de construcción 11.500 \$m<sup>2</sup> y la superficie necesaria para instalar la fábrica resulta ser de 2.500 m<sup>2</sup>.

**Área administrativa:** Además se incluye un área de 400 m<sup>2</sup> destinados a oficinas administrativas, área de ventas y salón de exposiciones, sanitarios, duchas y vestidores para obreros, cocina y comedor, todo esto con un costo de construcción de 13.000 \$/m<sup>2</sup>.

*Tabla 12. Detalle de los costos de construcción. (Fuente: elaboración propia.)*

Ítem	\$/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	TOTAL
Galpón	\$ 11.500,00	3000	\$ 34.500.000,00
Oficinas, vestuarios, etc.	\$ 13.000,00	400	\$ 5.200.000,00
Terreno	\$ 210,00	5000	\$ 1.050.000,00
Total			\$ 40.750.000,00

*Tabla 13. Detalle de costos de maquinarias y herramientas. (Fuente: elaboración propia.)*

COSTOS - MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
	Precio por unidad		cant.	TOTAL c/ IVA	TOTAL s/ IVA
	c/ IVA	s/ IVA			
<b>ENSAYOS</b>					
Balanza precisión 0,1g	\$ 2.750,00	\$ 2.272,73	1	\$ 2.750,00	\$ 2.272,73
máq. Ensayo flexión	\$ 7.350,00	\$ 6.074,38	1	\$ 7.350,00	\$ 6.074,38
máq. Ensayo cizalla	\$ 7.350,00	\$ 6.074,38	1	\$ 7.350,00	\$ 6.074,38
			parcial	\$ 17.450,00	\$ 14.421,49
<b>PRODUCCIÓN</b>					
Secadero	\$ 300.000,00	\$ 247.933,88	1	\$ 300.000,00	\$ 247.933,88
Pre-cepilladora 4 caras	\$ 620.000,00	\$ 512.396,69	1	\$ 620.000,00	\$ 512.396,69
Tronzadora	\$ 99.200,00	\$ 81.983,47	1	\$ 99.200,00	\$ 81.983,47
Fresadora-encoladora-prensa fj	\$ 2.692.000,00	\$ 2.224.793,39	1	\$ 2.692.000,00	\$ 2.224.793,39
Cepilladora de 2 caras	\$ 404.000,00	\$ 333.884,30	2	\$ 808.000,00	\$ 667.768,60
Encoladora de rodillos	\$ 154.000,00	\$ 127.272,73	1	\$ 154.000,00	\$ 127.272,73
Prensa hidráulica	\$ 2.320.000,00	\$ 1.917.355,37	1	\$ 2.320.000,00	\$ 1.917.355,37
Rodillos transportadores	\$ 5.000,00	\$ 4.132,23	2	\$ 10.000,00	\$ 8.264,46
Aspirador de polvo y viruta central	\$ 20.000,00	\$ 16.528,93	1	\$ 20.000,00	\$ 16.528,93
Montacargas	\$ 340.100,00	\$ 281.074,38	1	\$ 340.100,00	\$ 281.074,38
			parcial	\$ 7.363.300,00	\$ 6.085.371,90
<b>HERRAMIENTAS VÁRIAS</b>					
Medidor humedad madera	\$ 534,00	\$ 441,32	3	\$ 1.602,00	\$ 1.323,97
Medidor temperatura H% ambient.	\$ 119,00	\$ 98,35	3	\$ 357,00	\$ 295,04
Calibre	\$ 250,00	\$ 206,61	2	\$ 500,00	\$ 413,22
Casco + protección auditiva	\$ 950,00	\$ 785,12	10	\$ 9.500,00	\$ 7.851,24
Semimáscara olores	\$ 178,00	\$ 147,11	5	\$ 890,00	\$ 735,54
Zapato seguridad	\$ 399,00	\$ 329,75	14	\$ 5.586,00	\$ 4.616,53
			parcial	\$ 18.435,00	\$ 15.235,54
<b>CLIMATIZACIÓN</b>					
Humidificador atomizador	\$ 25.000,00	\$ 20.661,16	0	\$ -	\$ -
Climatizador central	\$ 81.400,00	\$ 67.272,73	1	\$ 81.400,00	\$ 67.272,73
				\$ 81.400,00	\$ 67.272,73
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 7.480.585,00</b>	<b>\$ 6.182.301,65</b>

**Maquinaria:** se incluyen todas herramientas necesarias para proveer a los operarios incluyendo los elementos de seguridad personal. Las maquina cuyo costo fue analizado corresponden a las necesarias según el proceso productivo detallado en el capítulo 6, se incluye además el sistema de climatización indispensable para el control ambiental y las máquinas para realizar los ensayos pertinentes a la certificación. El costo de reparaciones y repuestos se estimó como el 3% del costo de la madera procesada.

#### 7.4.2. Activos nominales

En la tabla 13 se detallan los valores obtenidos para este ítem en el cual se incluyen los costos de certificación IRAM según las etapas que fueron especificadas en el capítulo “Certificación”. La información fue obtenida por comunicación telefónica con el departamento de certificación de IRAM.

**Tabla 13.** *Detalle de los costos de certificación.* (Fuente: elaboración propia.)

<b>Obtención del sello IRAM</b>		<b>Total</b>
Solicitud	\$ 21.000,00	\$ 41.400,00
Auditoría al laboratorio	\$ 10.200,00	
Testificación laboratorio	\$ 10.200,00	
<b>Costos fijos</b>	<b>mensual</b>	<b>anual</b>
auditoria anual		\$ 6.600,00
cuota mensual sello	\$ 4.200,00	\$ 50.400,00
		<b>\$ 57.000,00</b>

**Capital de trabajo:** se incluyen los fondos necesarios para conseguir activos e insumos para un ciclo productivo que comprende los tres meses iniciales.

**Tabla 14.** *Detalle del capital de trabajo.* (Fuente: elaboración propia.)

Capital de trabajo	
Costo fijo	\$ 523.643,29
Mano de obra	\$ 203.771,72
Materia prima	\$ 1.310.231,29
Energía eléctrica	\$ 3.984,45
	<b>\$ 2.041.630,76</b>

### 7.5. Costos de operación

#### Personal administrativo

A continuación en las tabla 15 y 16 se observan los costos de la mano de obra según la escala de salarios vigente los cuales fueron afectados por los coeficientes correspondientes a las incidencias de las cargas sociales y seguros de riesgos del trabajo.

**Tabla 15. Coeficientes.** (Fuente: elaboración propia.)

Básico	1
Cargas Sociales	0,95
ART	0,15
Σ	2,1

**Tabla 16. Detalle del costo de la mano de obra.** (Fuente: Federación Argentina de Empleados de Comercio)

PERSONAL ADMINISTRATIVO		Básico	Jornal real	
Puesto	cant.	\$/mes	\$/mes	\$/año
Gerente	1	\$ 25.798,36	\$ 54.176,56	\$ 704.295,23
Administrador	1	\$ 20.798,36	\$ 43.676,56	\$ 567.795,23
Manager de ventas	1	\$ 20.798,36	\$ 43.676,56	\$ 567.795,23
Secretaria	1	\$ 19.191,44	\$ 40.302,02	\$ 523.926,31
Sereno	1	\$ 14.948,87	\$ 31.392,63	\$ 408.104,15
			\$ 213.224,32	\$ 2.771.916,15

## 7.6. Materia prima e insumos

### 7.6.1. Madera aserrada

En este punto se optó por analizar la alternativa de que las tablas de madera aserrada para la confección de las vigas sean provistas por alguno de los aserraderos que funcionan o funcionarán dentro del PFISR. Esto por un lado aseguraría la continuidad de provisión de material a la vez que facilitaría el acarreo hasta el predio. Por otra parte, la calidad de las tablas disponibles se corresponde con la requerida para la elaboración del producto, ya que uno de los objetivos del emplazamiento de industrias dentro del PFISR es la obtención de productos de calidad. En tales condiciones es posible estimar que la merma de material durante el proceso de producción (en mayor medida en el saneo y cepillado) será alrededor de 15%. El precio de la madera aserrada de pino taeda/elliotti a valores de noviembre de 2.017 es de 7,50 \$/pie<sup>2</sup> para tablas de 1'', 10 \$/pie<sup>2</sup> de 1<sup>1/2</sup>'' y 13 \$/pie<sup>2</sup> las de 2'' de espesor (INTA, 2017).

En la tabla 17 que sigue se detalla el análisis del costo de la madera.

*Tabla 17. Detalle del costo de la madera. (Fuente: elaboración propia.)*

Escuadrías			Tablas				pie2 /tabla	tablas/ viga
ancho	alto	largo	ancho	espesor	largo			
plg	plg	m	plg.	plg.	pié	m		
3	6	12	3	1,5	10	3,05	2,50	16
4	8	12	4	2	10	3,05	3,33	16
5	10	12	5	2	10	3,05	4,17	20
5	12	12	5	2	10	3,05	4,17	24
Escuadrías			Costo					
ancho	alto	largo	merma 15%	\$/viga	\$/mes	\$/año		
plg	plg	m						
3	6	12	18,40	\$ 460,00	\$ 257.140,00	\$ 3.085.680,00		
4	8	12	18,40	\$ 797,33	\$ 83.720,00	\$ 1.004.640,00		
5	10	12	23,00	\$1.245,83	\$ 42.358,33	\$ 508.300,00		
5	12	12	27,60	\$1.495,00	\$ 31.395,00	\$ 376.740,00		
					\$ 414.613,33	\$ 4.975.360,00		

## 7.6.2. Adhesivos

La cantidad de adhesivo necesario para la producción fue calculada teniendo en cuenta la dosificación recomendada por el fabricante y cada escuadría de la carga tipo. Según lo concluido de las entrevistas volcadas en el Anexo B Entrevistas, el destino de las vigas es 10% para uso exterior y 90% para uso exterior, lo que implica, como ya se dijo, el uso de distintos adhesivos. Los resultados se presentan a continuación en las tablas 18 y 19.

*Tabla 19. Cantidad y costo del adhesivo. (Fuente propia.)*

Escuadrías			líneas de encolado	superficie	vigas/día	Cantidad de adhesivo			
ancho	alto	largo				UF	MUF	UF	MUF
Pulg.	Pulg.	m	n°	m2 / viga	n°	m2	m2	kg	kg
3	6	12	3	2,74	24	59,25	6,58	14,81	2,96
4	8	12	3	3,66	5	16,46	1,83	4,11	0,82
5	10	12	4	6,10	2	10,97	1,22	2,74	0,55
5	12	12	5	7,62	1	6,86	0,76	1,71	0,34
Escuadrías			Costo						
ancho	alto	largo	\$/viga	\$/dia	\$/mes	\$/año			
Pulg.	Pulg.	m							
3	6	12	\$ 24,34	\$ 584,09	\$ 14.018,10	\$ 168.217,24			
4	8	12	\$ 32,45	\$ 162,25	\$ 3.893,92	\$ 46.727,01			
5	10	12	\$ 54,08	\$ 108,16	\$ 2.595,95	\$ 31.151,34			
5	12	12	\$ 67,60	\$ 67,60	\$ 1.622,47	\$ 19.469,59			
				\$ 922,10	\$ 22.130,43	\$ 265.565,18			

**Tabla 18.** Dosificación y precio del adhesivo. (Fuente: Akzo Nobel.)

Dosificación			Precio	
MUF	450	g/m <sup>2</sup>	50,00	\$/kg
UF	250	g/m <sup>2</sup>	29,43	\$/kg

### 7.6.3. Mano de obra

Según el desarrollo de los procesos productivos y el volumen de ventas que se pretende evaluar, se optó por no realizar todas las tareas en forma simultánea, como se explicó en el capítulo pertinente y se observa en el plano “Esquema proceso de producción”, esto permite cubrir todas la plazas con un total de 14 empleados en la planta de producción.

**Tabla 20.** Rendimiento de las fases de producción. (Fuente: elaboración propia).

PERSONAL EN PRODUCCIÓN			Básico	Jornal real		
Categoría	n°	VHT	\$/día	\$/día	\$/mes	\$/año
Of. General	2	\$ 73,25	\$ 1.172,00	\$2.461,20	\$ 59.068,80	\$ 708.825,60
Of. Standard	4	\$ 70,53	\$ 2.256,96	\$4.739,62	\$ 113.750,78	\$1.365.009,41
Medio oficial	4	\$64,88	\$ 2.076,16	\$4.359,94	\$ 104.638,46	\$1.255.661,57
Ayudante	4	\$ 63,89	\$ 2.044,48	\$4.293,41	\$ 103.041,79	\$1.236.501,50
Σ	14				\$ 380.499,84	\$4.565.998,08

El costo de la mano de obra que operara en la planta propiamente dicha se calculó en función de estimaciones del rendimiento de los operarios en cada puesto de trabajo para procesar una tabla de espesor de acuerdo a la escuadría y de largo 10 pies o 3,05 m. Los resultados se presentan a continuación en la tabla 20.

**Tabla 20.** Rendimiento de las fases de producción. (Fuente: elaboración propia).

Fase	puestos	tablas /min	tablas/h	h/tabla	horas hombre
<b>Pre cepillado</b>	2	4,00	240	0,0042	0,0083
<b>Saneo</b>	2	2,00	120	0,0083	0,0167
<b>Finger joint</b>	3	16,00	960	0,0010	0,0031
<b>Cepillado</b>	2	4,00	240	0,0042	0,0083
<b>Encolado</b>	2	4,00	240	0,0042	0,0083
<b>Pre-ensamble</b>	3	2,29	137	0,0073	0,0219
<b>Prensado</b>	3	1,60	96	0,0104	0,0313
<b>Terminaciones</b>	2	0,07	4	0,2500	0,5000

En función de los rendimientos obtenidos se calculó la cantidad de horas hombre necesarias para procesar la cantidad de tablas para elaborar una lamela de doce metros, y seguidamente la cantidad de horas hombre para elaborar una viga de cada escuadría de la

carga tipo. El costo de la hora hombre, incluidas las cargas sociales y ART, se estimó en \$/h 143. Los resultados se observan en la siguiente tabla 21.

*Tabla 21. Costo da la mano de obra por escuadría. (Fuente: elaboración propia).*

escuadría	horas hombre	pt/viga	\$/viga	\$/pt	\$/m
3x6	2,30	59,06	\$ 329	\$ 5,58	\$ 27,45
4x8	2,30	104,99	\$ 329	\$ 3,14	\$ 27,45
5x10	2,75	164,04	\$ 394	\$ 2,40	\$ 32,82
5x12	3,20	262,47	\$ 458	\$ 1,75	\$ 38,19

De los datos anteriores surge que el costo de mano de obra por unidad de volumen es ·4,39 \$/pt.

#### 7.6.4. Energía eléctrica

Uno de los proyectos a desarrollar dentro del PFISR es la instalación de una planta generadora de energía eléctrica a fuente de biomasa. El combustible para la generación de energía serán los residuos que resulten de cada instruía, por lo que se podrá vender el residuo o *chip* y obtener un ingreso en tal concepto. Po otro lado, la planta destinará parte de su producción a proveer a las mismas industrias dentro del parque. En estas instancias no fue posible obtener la cual será la tarifa de energía eléctrica ni del precio de venta del *chip* por lo que se pretende abastecer a la fábrica con energía de la red convencional.

De acuerdo al consumo de energía y las tarifas vigentes se calculó el consumo de energía y su costo para el emprendimiento. Los resultados se observan en la tabla 22.

*Tabla 21. Consumo y costo de energía eléctrica. (Fuente: elaboración propia).*

Costo energía eléctrica	1,00	0,74	Potencia por fase	tiempo		Consumo kWh	Costo \$/mes
	HP	kW		h/día	h/mes		
Maquinaria	34,50	25,53	74,28	4,00	96,00	2.450,88	\$ 3.389,20
Tronzadora	7,50	5,55		4,00	96,00	532,80	\$ 736,78
Finger joint		43,20		4,00	96,00	4.147,20	\$ 5.734,96
Cepilladora	21,00	15,54	25,08	4,00	96,00	1.491,84	\$ 2.062,99
Encoladora		1,40		4,00	96,00	134,40	\$ 185,86
Prensas	11,00	8,14		2,00	48,00	390,72	\$ 540,31
Cepilladora	21,00	15,54	15,54	4,00	96,00	1.491,84	\$ 2.062,99
Carga fijo (fuera de hora pico)			67,64	\$/kW-mes		\$ 7.771,84	TOTAL
Carga variable (hora resto)			1,38	\$/kWh		\$ 4.713,08	22.484,92

A modo de resumen se presenta la siguiente tabla 22 que contiene los costos de producción variables.

**Tabla 22.** Resumen de costos de producción. (Fuente: elaboración propia).

Escuadrías	Costos					
	madera	adhesivo	mano de obra	TOTAL		
	\$/pt	\$/pt	\$/pt	\$/viga	\$/pt	\$/m
<b>3x6</b>	\$ 7,79	\$ 0,41	\$ 5,58	\$ 821,89	\$ 13,92	\$ 68,49
<b>4x8</b>	\$ 7,59	\$ 0,31	\$ 3,14	\$ 1.167,04	\$ 11,12	\$ 97,25
<b>5x10</b>	\$ 7,59	\$ 0,33	\$ 2,40	\$ 1.701,65	\$ 10,37	\$ 141,80
<b>5x12</b>	\$ 5,70	\$ 0,26	\$ 1,75	\$ 2.026,81	\$ 7,72	\$ 168,90

## 7.7. Flujo de fondos

### Alternativa 1.

Para esta primera alternativa se consideró un volumen de venta de 22.500 pies tablares (pt), igual a la mitad de la demanda del mercado relevado. Esta cuestión resulta improbable en la realidad, ya que no se trata de un producto con características únicas en el mercado, es decir, es un producto ya existente. Esta suposición de acaparar el mercado se sustenta en que para la estimación de su volumen no se relevó sino solo una parte de este. Además, el criterio para inferir en tal cantidad tuvo en cuenta un término medio entre la peor y la mejor situación del historial de ventas que relataron los entrevistados, por lo que el volumen podría resultar aún mayor. Por último, no consideró un crecimiento en la demanda.

Las inversiones en construcción necesarias se suponen cubiertas con un crédito al cual se accede a través del programa “Mi galpón”, cuyas características figuran más adelante en el apartado “Fuentes de financiamiento”. Adicionalmente, se accede a un crédito para PyMEs Nación 125° Aniversario para solventar parte del costo de inversión en maquinaria y capital de trabajo. El monto máximo al que se puede acceder es \$5.000.000.

Por medio del programa “FODIN” se accede a un reintegro de \$400.000 durante el tercer año en concepto de contratación de personal y a una tasa subsidiada en 10 puntos sobre la tasa de 18,58% del Banco Nación, resultando la tasa en 8,58%. También, a partir del tercer año en adelante, se consideró una reinversión anual del 3% del costo de la madera procesada en concepto de repuestos y reparaciones.

El precio de venta se estimó como similar al precio de la competencia según el relevamiento de mercado, el cual resultó de 31 \$/pt, y la tasa de retorno se estableció en 20%.

Del flujo de fondos resultaron los siguientes indicadores:

$$TIR = 2 \%$$

$$VAN_{20\%} = (19.596.777)$$

A pesar de haber considerado el volumen de ventas como el 50% de la demanda, situación lejana a las reales posibilidades de una industria que se inserta en un mercado ya

existente, el proyecto resulta inviable financieramente al ser la TIR menor a la tasa de oportunidad empleada para la evaluación y un VAN negativo.

El flujo de fondos correspondiente figura en el Anexo D Análisis financiero.

### **Alternativa 2.**

Como segunda opción, se plantea la posibilidad de recurrir a un inversor quien disponga de instalaciones de características adecuadas. En este escenario, se consideró que un monto igual al 5% de la inversión en construcción de la alternativa 1 se corresponde con el costo de adecuación de la nave industrial (instalación de maquinaria, climatizadores centrales, horno de secado, etc.). El monto total que surge de la inversión en máquinas y el costo de adecuación mencionados, serán obtenidos mediante financiamiento propio, suponiendo que se cuentan con las garantías necesarias y se cumplen los requisitos para acceder a un Crédito para PyMEs Nación 125° Aniversario.

En este caso, el volumen de ventas se corresponde con el 35% del mercado relevado, aunque aún es un criterio demasiado optimista, resulta más cercano a la realidad que el anterior escenario. El precio de venta se mantuvo en 31\$/pt.

Del flujo de fondos resultaron los siguientes indicadores:

$$TIR = 11 \%$$

$$VAN_{20\%} = (2.186.135)$$

Según estos indicadores el proyecto aún resulta inconveniente para atraer inversores o fundamentar financiamiento, aunque no se puede concluir que este es un emprendimiento financieramente no viable, antes de evaluar otras alternativas.

### **Alternativa 3.**

Para esta proyección, se tuvo en cuenta a la planta trabajando a su máxima capacidad durante jornadas de 8 horas, resultando un volumen de producción de 100.000 pt/mes. Las inversiones se cubren de la misma manera que en la alternativa 1. Por otro lado, se redujo el costo de mano de obra a 4 \$/pt y se pudo establecer el precio de venta en 28 \$/pt, el cual resulta significativamente más competitivo que en las alternativas anteriores

Del flujo de fondos resultaron los siguientes indicadores:

$$TIR = 42 \%$$

$$VAN_{20\%} = 19.176.574$$

Resulta interesante tener en cuenta que existe la posibilidad de aumentar tal capacidad de producción, incluyendo otra jornada laboral de 8 horas con rotación de personal.

### 7.7.1. Análisis de sensibilidad

Para el este análisis se consideró la Alternativa 3 con las siguientes variantes:

- El precio de venta más probable es de 28 \$/pt, pudiendo variar entre 25 \$/pt y 31 \$/pt;
- Las ventas previstas son de 100.000 pt/mes, pudiendo esperarse un valor mínimo de ventas de 50000 pt/mes y un valor máximo de 150.000 pt/mes;
- El costo de mano de obra con un valor mínimo de 2,50 \$/pt y máximo esperado de 4,50 \$/pt;
- El costo de insumos se consideró como valor más probable 9 \$/pt, aunque se estima que puede adoptar un valor mínimo de 7 \$/pt y máximo de 11\$/pt.

*Tabla 23. Resumen de análisis de sensibilidad. (Fuente: elaboración propia).*

Precio de venta	VAN <sup>(20%)</sup>	TIR
\$/pt	\$	%
25	(3.390.160)	17
28	5.293.386	26
31	13.973.967	36

Volumen de venta	VAN 20%	TIR
pt/mes	\$	%
75.000	5.293.386	26
100.000	19.407.631	42
125.000	33.408.187	60

Mano de obra	VAN 20%	TIR
pt/mes	\$	%
3,00	8.182.845	29
4,00	5.293.386	26
5,00	2.403.927	23

Insumos	VAN 20%	TIR
pt/mes	\$	%
7,00	6.744.531	27
9,00	838.947	21
11,00	(5.066.638)	15

\*Volumen de venta = 75.000 pt/mes

\*Mano de obra = 4 \$/pt

\*Precio de venta = 28 \$/pt

\*Insumos = 8,47 %/pt

Si se realiza un análisis comparativo, puede concluirse que la rentabilidad del proyecto es medianamente sensible al precio de venta y que el entorno de la TIR varía entre 11% y 25%.

En el caso de volumen de ventas, el proyecto resulta altamente sensible y se aprecia que la TIR para este caso varía entre un 26% y un 60% para una variación del 25%.

Sin embargo, este proyecto es poco sensible al costo de mano de obra e insumos, oscilando la TIR con el primero entre 23% y 29% y con el segundo entre 15% y 27%. Es decir, la rentabilidad del proyecto no cambiará significativamente por efecto de estos costos de producción.

## 7.8. Fuentes de financiamiento

Actualmente en Argentina y la provincia de Corrientes, cuenta con una gran cantidad de líneas de créditos para el desarrollo de proyectos productivos para pequeñas y medianas empresas (PyMES).

Para la gestación del anteproyecto se tendrán en cuenta las características y condiciones de las líneas de créditos que más se ajustan al desarrollo de la actividad.

En el transcurso de tiempo en el cual se realizó el estudio del proyecto, las líneas de crédito vigentes de entidades públicas fueron:

- PAC Empresas” – Fondo Nacional
- Créditos para PyMEs Nación 125° Aniversario
- Programa “Mi Galpón” 2017 – Fondo Nacional
- “FONDYF” – Fondo Nacional
- “FONAPYME 1+1” – Fondo Nacional
- “FODIN” – Fondo Provincial

### **“PAC Empresas”**

Monto: Acceso a préstamo no reembolsable de hasta \$400.000 o 60% del monto total del proyecto.

Destino:

- Inversión en equipamiento;
- Capacitación de empleados;
- Asesoramiento técnico y profesional.

Requisitos:

- Tener una empresa con más de dos años de actividad económica verificable ante la AFIP;
- No superar los montos de ventas totales anuales establecidos en el cuadro de Clasificación PyME.

### **“Crédito para PyMEs Nación 125° Aniversario”.**

Dirigido a micro, pequeñas y medianas empresas MiPyMEs, bajo cualquier forma societaria o unipersonal, de todos los sectores económicos (agropecuarios, industriales, comercio, turismo, transporte, minería, pesca, de servicio, salud, etc.), cuya producción, de bienes y/o servicios, esté destinada al mercado interno o a la exportación.

Destino:

- Bienes de capital, nuevos;
- Construcción de instalaciones necesarias para la producción de bienes y/o servicios y la comercialización de bienes y/o servicios;

- Capital de trabajo de proyectos de inversión de MiPyMEs por hasta un monto equivalente al 20% del importe total del proyecto.

Se admite la financiación de proyectos productivos que incluyan la adquisición de inmuebles en la medida en que el importe de financiación no supere el 70% del valor atribuible a las construcciones efectuadas sobre el terreno.

De tratarse de financiaciones para la adquisición de automotores y maquinaria, deberán concretarse al mismo precio de venta que en operaciones de contado (precio de lista, neto de eventuales promociones generales que pudieran existir). Se podrá financiar la adquisición de bienes importados, nacionalizados o no.

Características generales:

- Modalidad: en pesos exclusivamente.
- Proporción del apoyo: en inversiones hasta el 100% (cien por ciento) del valor de compra o tasación, de ambos el menor, incluido el IVA. De capital de trabajo hasta un monto equivalente al 20% del importe total del proyecto.
- Plazo: hasta 10 años.
- Régimen de amortización: mediante sistema alemán. La periodicidad del pago de las amortizaciones de capital será semestral. El pago de intereses se producirá con una periodicidad trimestral.
- Período de gracia: fijo de 12 meses. El vencimiento de la primera cuota de amortización tendrá lugar el semestre posterior a la fecha de finalización del periodo de gracia, todo ello teniendo en cuenta el plazo promedio mencionado en el punto anterior. En ningún caso habrá periodo de gracia para pago de intereses.
- Interés: 18,58%

### Programa “Mi Galpón” 2017

El programa apunta a impulsar el desarrollo de las MiPyMES de todo el territorio nacional, adquiriendo una unidad productiva propia, a través de créditos otorgados por la “Línea de Financiamiento de Inversiones de Actividades para la Micro, Pequeña y Mediana Empresa – Nuevo Tratamiento Especial para la Construcción o Adquisición de Galpones Industriales y Agropecuarios nuevos y usados”.

Monto: hasta \$35 millones (con un plazo entre 3 a 5 años), con un término de 12 meses y con las tasas bonificadas que se detallan a continuación:

Dirigido a PyMEs bajo cualquier forma societaria o unipersonal, inscriptas en el registro PyME, dentro de los siguientes sectores: económicos, industriales, de construcción, de servicios industriales, estaciones de servicio y actividades agrícolas.

Destino del crédito	Plazo	Tasa bruta	Bonificación General	Bonificación adicional		Tasa de interés final
				Por inclusión Financiera	Plan Belgrano	
CONSTRUCCIÓN O ADQUISICIÓN DE GALPONES NUEVOS USADOS	Hasta 3 años	17 %	4 %	2 %*	2 %*	13 %
	Hasta 5 años	18 %				14 %

### “FONDYF”

Es un programa de asistencia financiera para proyectos de MiPyMES.

Destino:

- Ampliar la capacidad instalada;
- Modernización tecnológica a través de la incorporación de equipos de producción, automatización y/o robotización;
- Mejora de los productos/servicios actuales en características objetivas, como ser la calidad, las prestaciones u otros atributos;
- Creación de nuevas líneas de productos/servicios y la innovación de los procesos generadores de valor.

Beneficiarios/Requisitos:

PyMES con un mínimo de dos (2) años de antigüedad y empresas pertenecientes a los siguientes sectores:

- Manufactureras y transformadores de productos industriales;
- Prestadoras de servicios industriales;
- Agroindustriales;
- Sector construcción;

- Mineras;
- Software;
- Productoras de contenidos audiovisuales.

Modalidades:

Inversiones en Bienes de Capital o Infraestructura

- Monto a financiar: desde \$1.000.000 a \$5.000.000 (financia hasta el 80% del proyecto).
- Interés tasa: 14% nominal anual, fija en pesos.
- Plazo: 36 a 60 meses.
- Período de gracia: 6 a 12 meses sobre la amortización de capital.
- Sistema de amortización: francés.

Capital de Trabajo

- Monto a financiar: desde \$1.000.000 a \$2.000.000 (financia el 100% del proyecto).
- Interés tasa: 18% nominal anual, fija en pesos.
- Plazo: 18 meses.
- Sistema de amortización: francés.

Garantías

- Sociedades de garantías recíprocas: 100% del monto del crédito.
- Fondos de garantías provinciales: 100% del monto del crédito.
- Hipotecas de 1° grado: 110% del monto del crédito.
- Prendas de 1° grado sobre máquinas y equipos: 130% del monto del crédito.
- Tercerización de cobranzas y garantías (Nación Factoring): 130% del monto del crédito.
- Garantías de bienes ofrecidas por terceros: 140% del monto del crédito.
- Cesión de Derechos, Cobranzas y/o Contratos por entrega de bienes y servicios: 160% del monto del crédito (sólo para la línea de Capital de Trabajo).

**“FONAPYME 1+1”**

Dirigida a micro y pequeñas empresas (hasta \$64 millones de facturación promedio anual) y/o productores primarios, que agreguen valor a la producción de materias primas; industrias manufactureras y transformadoras de productos agroalimentarios y agroindustriales a través del financiamiento de proyectos para inversión y capital de trabajo.

Características:

- Para inversiones + capital de trabajo (hasta 20%);
- Para capital de trabajo como único destino;
- Montos: desde \$50.000 a \$2 millones para inversiones y desde \$50.000 a \$1,5 millones para capital de trabajo.
- Tasa: 8% fija nominal anual en pesos para inversiones, y 10% fija nominal anual para capital de trabajo;
- Plazo: hasta 7 años para inversiones y hasta 2 años para capital de trabajo;
- Plazo de gracia: hasta 12 meses para inversiones y 6 meses para capital de trabajo.

- Bonificación de la tasa en 2 p.p.a. (puntos porcentuales anuales) para provincias que integran el Plan Belgrano.

### **“FODIN”**

Fondo Fiduciario de Desarrollo Industrial, con la finalidad de promover y desarrollar la actividad industrial de la Provincia de Corrientes a fin de obtener nuevos productos, servicios o procesos que permitan mejorar en forma comprobable el desarrollo, expansión y crecimiento de las empresas, consolidar el potencial económico, incrementar el producto bruto, aumentar la riqueza, asegurar la plena ocupación y hacer sustentable la cadena de valor de los productos.

#### Destino:

- Subsidios para la contratación y capacitación de personal;
- Subsidios para tasas de créditos para inversiones en la industria;
- Reintegro para tarifa eléctrica.
- Reintegro hasta 30% de otros costos absorbidos por las empresas para su desarrollo: combustibles, comunicaciones, transportes;
- Relocalización de planta industrial;
- Aportes no reintegrables para innovación tecnológica.

#### a) Reintegro para la contratación de personal

Monto de \$400.000 o hasta el 25% del salario vital y móvil, el que sea mayor, durante los tres (3) primeros años del proyecto, que será percibido por cada empleado nuevo que se incorpore conforme las leyes vigentes en materia de trabajo e impositivas, y que se le garantice las mismas condiciones relativas a la carga horaria del resto del personal efectivo. A partir de del cuarto año el monto del subsidio disminuirá gradualmente en 25% por persona, no pudiendo superar en ningún caso, un total de cinco (5) años de promoción.

#### b) Reintegro para la Capacitación de Personal

Esta propuesta presenta la posibilidad de desarrollar actividades con metodologías, perfiles de los participantes y duración variados, según se considere en cada caso para capacitación o asistencia técnica. Se deberán considerar capacitadores, de la nómina del registro de capacitadores FODIN. Se reintegrará hasta el 75% del total.

#### c) Subsidios para tasas de créditos para inversiones en la industria

Reconocimiento de hasta 50% o hasta 10 (diez) puntos porcentuales de la tasa de interés que se pacte para créditos nuevos, el que fuere menor y que fueren tasas vigentes en el mercado bancario, dándose prioridad a la Banca Oficial, hasta un máximo de 5 años de

promoción. Será condición para mantener el beneficio, que el beneficiario esté al día con el crédito por el cual se le otorga el subsidio de tasa.

d) Reintegro para consumo eléctrico

Será otorgado sobre el incremental del consumo respecto al mes base; durante los tres (3) primeros años el 30% y a partir del cuarto año, el monto del subsidio disminuirá en 10 (diez) puntos porcentuales, no pudiendo superar en ningún caso, un total de 5 años de promoción.

e) Reintegro equivalente al 30% de otros costos

Será otorgado durante los tres (3) primeros años de actividad y a partir del cuarto año, el monto del subsidio disminuirá en 10 (diez) puntos porcentuales, no pudiendo superar en ningún caso, en total de 5 años de promoción.

Comprende “otros costos”, las erogaciones realizadas en transporte, combustible y comunicaciones.

El alcance de los beneficios de reintegros en transporte y combustibles comprenderán las erogaciones que impliquen el traslado de materia prima o insumos desde el lugar de origen, hasta la planta procesadora.

El alcance de los beneficios de reintegros en comunicaciones, comprenderán las erogaciones en materia de conectividad a internet, con extensión de los beneficios del wi-fi, al territorio de influencia.

f) Relocalización de Planta Industrial

Podrá considerarse las inversiones realizadas para relocalización de plantas industriales, otorgándose un subsidio de hasta 30% de la inversión, pudiendo llegar a un monto máximo de \$600.000. La beneficiaria deberá asegurar el porcentaje restante del financiamiento con documentación respaldatoria.

g) Aportes no reintegrables para innovación tecnológica

No podrá superar el 40% de la inversión, llegando a un máximo de \$600.000. La beneficiaria deberá asegurar el porcentaje restante del financiamiento con documentación respaldatoria.

## Conclusiones

Una primera parte del proyecto se refiere al contexto forestal de la provincia de Corrientes y la situación de desarrollo de la industria maderera, en cuanto a su capacidad no solo de incluir valor agregado a la materia prima, sino de obtener un producto de excelente calidad.

Se observó un desconocimiento del público en general de las ventajas y beneficios que devienen de comercializar, y más aún, construir con un producto certificado en gestión de calidad y resistencia característica. Algo usual para el cliente de la zona es pensar que la madera solo tiene fines estéticos, y desconocen las bondades estructurales frente a otros materiales convencionales.

Es evidente la falta de idoneidad por parte de profesionales que a pedido de los clientes, quienes no comprenden los pormenores de utilizar un producto de mala calidad y mucho menos pueden identificarlo como tal, optan por utilizar elementos derivados de procesos productivos no controlados y que no garantizan una eficacia estructural.

Esto nos lleva a pensar en la ausencia de un Estado que a través de políticas logre:

- Regular esta situación y respaldar a los profesionales involucrados en la construcción, quienes tienen la tarea de ser impulsores y defensores de las buenas prácticas.
- Resguardar a los usuarios de la utilización de productos de procedencia dudosa cuando estos sean utilizados para cumplir fines estructurales.

Haciendo a un lado el aspecto técnico de una certificación, durante la investigación de campo realizada en virtud de contextualizar el proyecto en la región, se pudo observar la cara más dura de la falta de control en el ámbito de la fabricación del producto. Trabajo informal e insalubre en su máximo exponente, personal sin ningún tipo de protección frente a los químicos y maquinaria peligrosa involucrada en el proceso, sin evidencia alguna de capacitación y hasta de dudosa mayoría de edad.

En este marco se considera que las distintas certificaciones de calidad, ya sean de gestión de procesos como de elaboración de productos, toman un rol importante que no debe quedar en un segundo plano. Estas están en pro no sólo de las necesidades del cliente final, sino que representan un mecanismo de control que garantiza el cumplimiento de las condiciones laborales que establece la ley para los trabajadores de la cadena de valor, dando

la certeza de que el producto último se obtuvo mediante requisitos internacionalmente convenidos como apropiadas.

Las visitas realizadas a distintas plantas productoras de elementos de MLEE en el interior de la provincia de Corrientes sólo remarcan la urgente necesidad de lo antes dicho, y es por ello que este proyecto toma como premisa partir de un producto certificado.

Desde el punto de vista financiero se concluye, luego de realizado un análisis de sensibilidad de las variables que más inciden en los indicadores de rentabilidad, que deberá prestarse especial atención al estudio de mercado en lo referente a precios y sobre todo a volúmenes de venta, no solo en la etapa de evaluación sino también en la etapa de implementación del negocio.

Finalmente resaltar las cualidades ambientales de la madera como material de origen natural. La producción de oxígeno y absorción de dióxido de carbono por parte de los bosques, disminución del consumo de energía y emisión de gases en los procesos de transformación, mayor eficiencia en la construcción civil son algunos de los factores por los que la madera se considera el material de construcción del futuro. Por ello se considera importante la promoción e incentivo de su uso en la industria de la construcción de nuestro país, acompañado de la generación de condiciones propicias para el desarrollo de la foresto-industria.

## **Recomendaciones para futuros estudios**

- Realizar un análisis de mercado que abarque aquellos de mayor demanda del país (Córdoba, Mendoza, la Patagonia, Buenos Aires), ya que la variable que más peso tiene en la viabilidad económica del proyecto es el volumen de ventas. Refuerzan esta recomendación los comentarios hechos por los entrevistados en este respecto, quienes coinciden en que la mayor demanda de este producto no se da en la región. Siendo la alternativa que arrojó resultados satisfactorios aquella que implica la máxima capacidad de producción de la planta, es esencial poder alcanzar aquel volumen proyectado
- Evaluar la futura incorporación de madera de eucalipto, también abundante en la provincia, como materia prima para elaborar el mismo producto. Los productores de elementos de MLEE más cercanos a nuestra región lo hacen, y eso intuye que debe haber un mercado que valore este diferencial.

- Analizar el reemplazo de adhesivos con formaldehído libre por adhesivos monocomponentes menos nocivos para la salud, como los de poliuretano. Países vecinos como Chile y Brasil ya lo están haciendo.

- Estudiar la posibilidad de incorporar la trazabilidad como herramienta de gestión, de modo de ampliar el mercado con vistas a exportar. Un sistema de trazabilidad aplicado a la madera asegura su procedencia de fuentes renovables y esto es una característica apreciada en los mercados internacionales.

- Analizar la posibilidad de incorporar un aserradero al predio, de modo de bajar los costos de materia prima. De esta manera, los precios finales serían aún más competitivos, permitiendo a la empresa abarcar un mayor porcentaje del mercado.

## Referencias Bibliográficas

- [1] IRAM 9660-1. *Madera laminada encolada estructural: Parte 1, clases de resistencia y requisitos de fabricación y de control*. Buenos Aires, Argentina, Instituto Argentino de Normalización y Certificación. 2015.
- [2] IRAM 9660-2. *Madera laminada encolada estructural. Parte 2: Métodos de ensayo*. Buenos Aires. Argentina, Instituto Argentino de Normalización y Certificación. 2015.
- [3] IRAM 9661. *Madera laminada encolada estructural. Requisitos de los empalmes por unión dentada*. Buenos Aires, Argentina, Instituto Argentino de Normalización y Certificación. 2015.
- [4] IRAM 9662-3. *Madera laminada encolada estructural. Clasificación visual de las tablas por Resistencia. Parte 3: Tablas Pinus Taeda / Elliotti*. Buenos Aires, Argentina, Instituto Argentino de Normalización y Certificación. 2015.
- [5] CIRSOC 601. *Reglamento Argentino de Estructuras de Madera*. Buenos Aires, Argentina, Instituto Argentino de Tecnología Industrial. Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad en Obras Civiles. 2016.
- [6] UNE-EN 1194:1999. *Estructuras de madera. Madera laminada encolada. Clases resistentes y determinación de los valore característicos*. Asociación Española de Normalización y Certificación. Madrid, España. 1999.
- [7] UNE-EN 384:1996. *Madera estructural. Determinación de los valores característicos de las propiedades mecánicas y la densidad*. Asociación Española de Normalización y Certificación. Madrid, España. 1996.

- Arbeláez Alzate, Juan D. (2013). *Ficha técnica de vigas de madera laminada a flexión*. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Civil. Escuela de Ingeniería de Antioquia. Colombia.
- Asociación de investigación de las Industrias de la Madera. (1995). *Adhesivos estructurales. Boletín de información técnica*. Madrid. España.
- Asociación de investigación de las Industrias de la Madera. (1996). *Adhesivos para estructuras de madera laminada. Boletín de información técnica*. Madrid. España
- Astori, Raúl E. y Natalini, Mario B. *Uso estructural del pino resinoso (Pinus elliotti) en vigas de madera laminada: resumenT-036*. Universidad Nacional del Nordeste. Facultad de Ingeniería. Resistencia. Chaco. Argentina.
- Barrera, J. A. (2011, Febrero). La madera Laminada: una alternativa estructural y ambiental. *El mueble y la madera*. Recuperado de [http://www.revista-mm.com/ediciones/rev70/arquitectura\\_madera.com](http://www.revista-mm.com/ediciones/rev70/arquitectura_madera.com)
- Batista, A., Rodrigo, M., Calil, C., & Mariano, M. (2002). *Evaluación de la resistencia a la tracción en elementos estructurales de madera con uniones dentadas*. Madera Ciencia y Tecnología, 168-178.
- Braier, F. Gustavo (2017). *Estudio de tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina al año 2020: informe nacional Argentina*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/006/j1901s/j1901s00.htm>
- Carles, Pons. (2014, 12 de junio). Estructuras con madera laminada: Reportaje. *Promateriales*. Recuperado de <http://www.promateriales.com>
- Certificación IRAM (2017). *Instituto Argentino de Normalización y Certificación*. Recuperado de [http://site.iram.org.ar/sites/iram-org-ar/publico/Ficha\\_Certificación.pdf](http://site.iram.org.ar/sites/iram-org-ar/publico/Ficha_Certificación.pdf)
- De Cristóforo, Natalia. *Madera laminada*. Universidad Nacional de La Plata. Buenos Aires. Argentina.
- Demkoff, Miguel L. V. (2003) *Vigas laminadas estructurales de madera, su fabricación y empleo*. XVIII Jornadas Forestales de Entre Ríos. Concordia.

- Di Marco, Ezequiel. *Ficha Técnica: Pinus taeda L (Pino taeda, Pinotea, Pino Rsinoso, Loblolly Pine) Familia Pinaceae*. Dirección de Producción Forestal. Ministerio de Agrosindustria. Buenos Aires. Argentina.
- Elizondo, Héctor M. (2015). *Actualización del inventario de plantaciones forestales de la provincia de Corrientes. Informe final*. Corrientes. Consejo Federal de Inversiones.
- Foglia, R. C. (2005). *Conceptos básicos sobre el secado de la madera*. Revista Forestal, 1-5
- Gleid de Tubial, Mónica y Kolln, Rubén (1992). *Estudio de la densidad básica según diferentes espaciamientos en Pinus Taeda*. Jornadas sobre Pinos Subtropicales. Actas. Tomo II. CIEF. Eldorado, Misiones. Argentina.
- Jacobo, Guillermo J. (2006) *Madera: material estructural y tecnológico con historia para el NEA*. Resistencia. Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Resumen: T-084.
- Ministerio de la Producción. Área de Cartografía Digital y Sistemas de Información Geográfica (2017). *Información geo-referenciada*. Corrientes: Ministerio de la Producción. Recuperado de <http://www.geomat-maps.com.ar/mptt/map.phtml>
- Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda (2017). *Programa de Fortalecimiento Institucional de la Subsecretaría de Planificación Territorial de la Inversión Pública. Plan de Ordenamiento Territorial Santa Rosa-Corrientes: documento final*. Buenos Aires. Recuperado de <https://www.mininterior.gov.ar/planificacion/pdf/planes-loc/CORRIENTES/PET%20SANTA%20ROSA-.pdf>
- Normalización IRAM (2017). *Instituto Argentino de Normalización y Certificación*. Recuperado de <http://aplicaciones.iram.org.ar/userfiles/folletos/servicios/Normalizacion.pdf>
- Pérez, Vicente (1992) *Utilización de la madera laminada*. Promateriales: Madera laminada de uso estructural, p. 24.
- Pezzutti R., Caldato S. (2013). *Crecimiento de Plantaciones de Pinus elliotti, Pinus taeda y Pinus elliotti var elliotti x Pinus caribea var hondurensis de 13 años de edad bajo*

*diferentes modalidades del control de maleza.* Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano.

*Plan Estratégico Foresto Industrial de la Provincia de Corrientes 2013 (PEFIC).* Gobierno de la Provincia de Corrientes. Consejo Federal de Inversiones. Corrientes.

*Plan Estratégico Territorial. 1816-2016.* Argentina del Bicentenario (PET). Ministerio de Planificación Federal. Inversión Pública y Servicios. Año 2008.

Somoza Veiga, Luis. *La madera laminada encolada: Historia y definición.* Profesor de la E.T.S. de Arquitectura de La Coruña.

Tellechea, J.A. (1999). *La fabricación de la madera laminada encolada.* Depósito académico digital. Universidad de Navarra. España.

# Anexo A. Planos

Plano 01 – Ubicación del anteproyecto

Plano 02 – Planta del Parque Industrial

Plano 03 – Esquema del proceso de producción

Plano 04 – Zonificación del anteproyecto

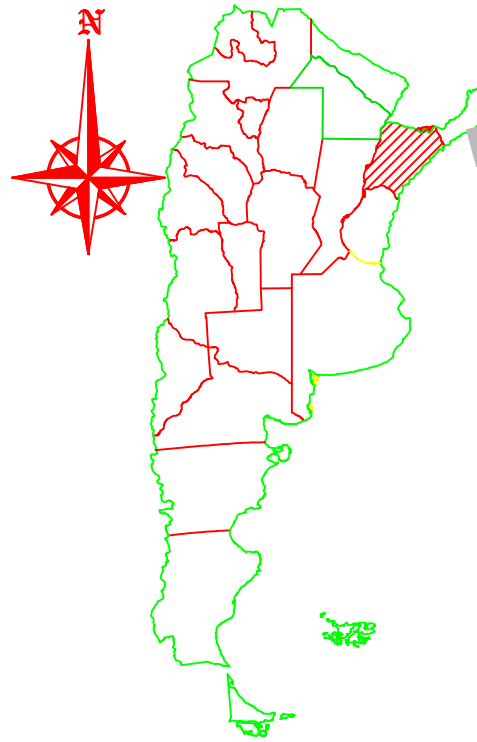
Plano 05 – Producto tipo: viga 3"x6"

# UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ANTEPROYECTO

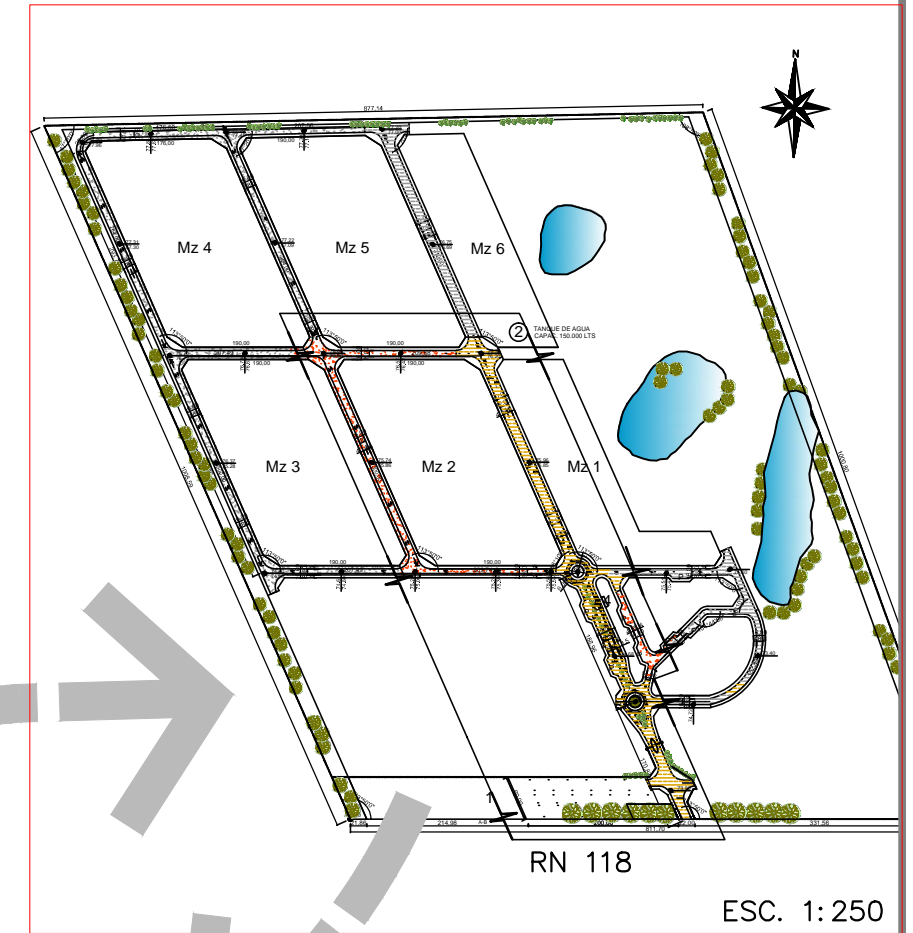
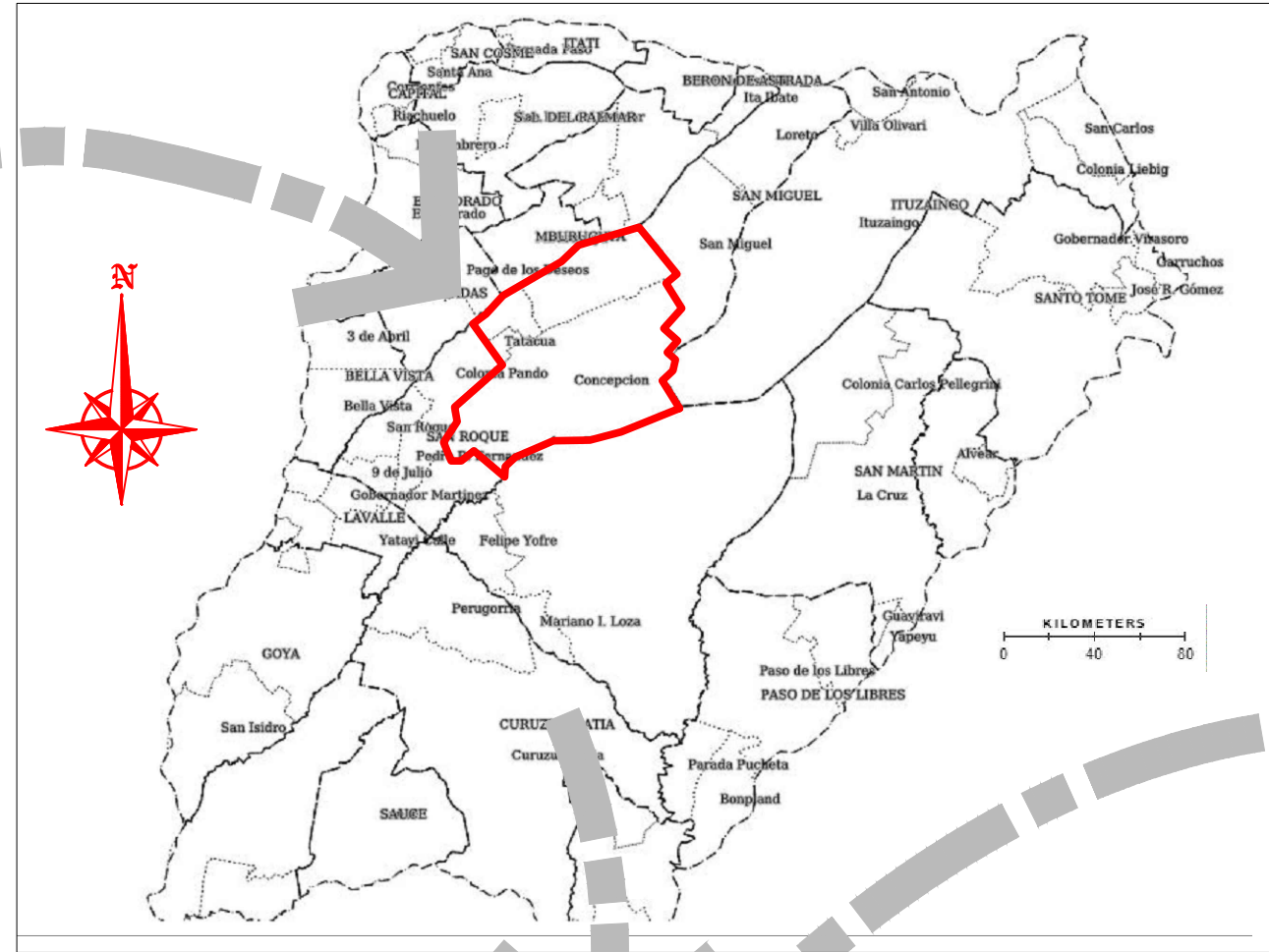
PROVINCIA DE CORRIENTES

REPÚBLICA ARGENTINA

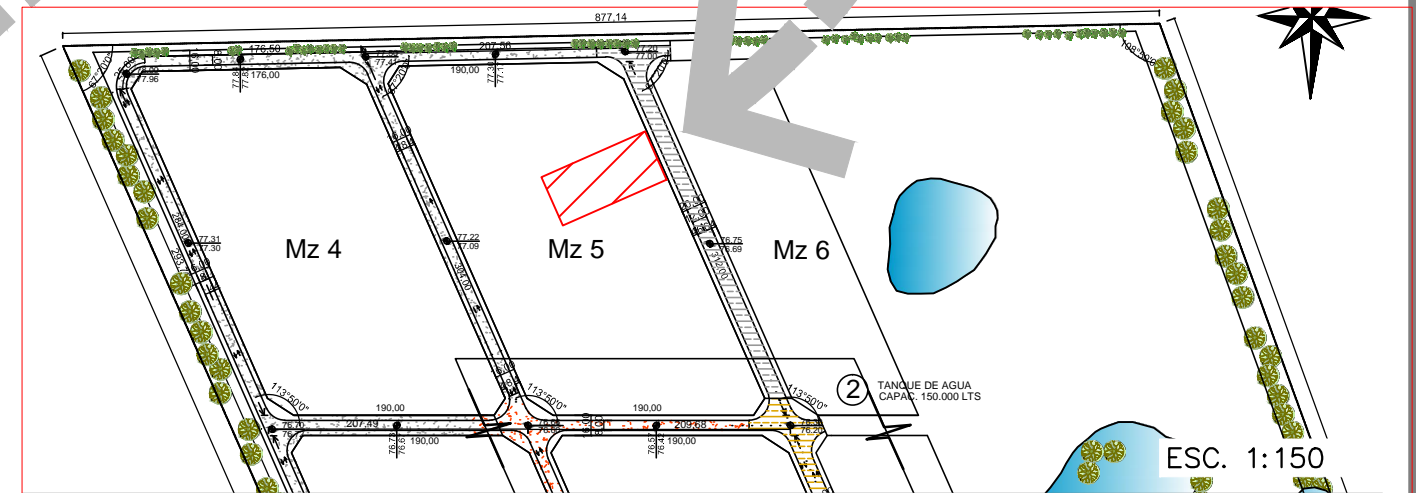
UBICACIÓN DEL TERRENO



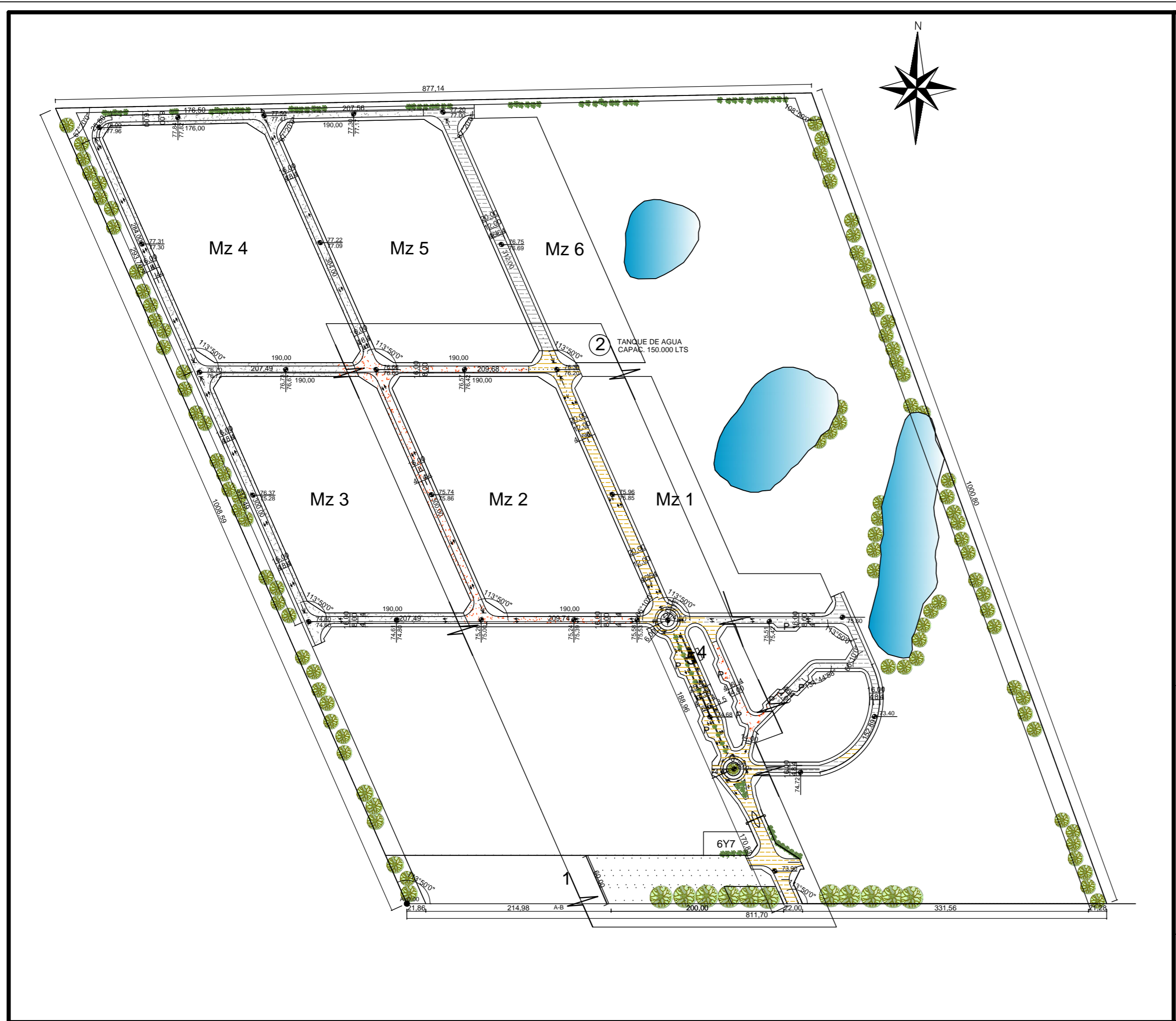
ESCALA GRÁFICA  
0 20 Km 100 Km 2000 Km



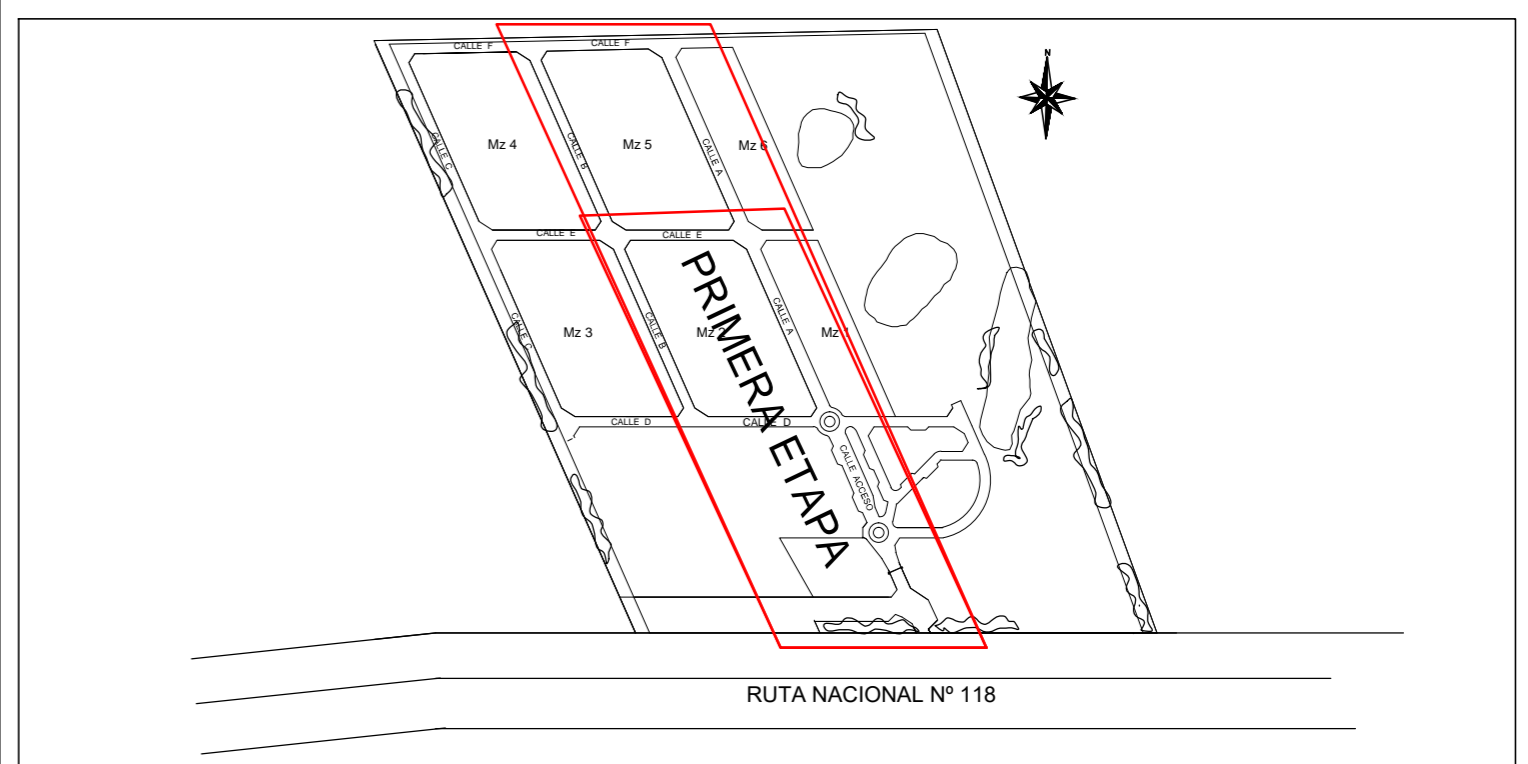
TEJIDO URBANO Y PERIURBANO DE COL. SANTA ROSA



<b>U FACULTAD DE INGENIERÍA-UNNE</b>	
<b>TRABAJO FINAL</b>	
TÍTULO: <b>MADERA LAMINADA ENCOLADA ESTRUCTURAL: FABRICACIÓN Y CERTIFICACIÓN "PLANO DE UBICACIÓN DEL ANTEPROYECTO"</b>	
INTEGRANTES: BENITEZ MENDES, RODRIGO A. LEYES, JUAN MANUEL	LU N° 15.396 LU N° 16.407
FECHA:	ESCALA: <b>VARIAS</b>
N° DE PLANO	<b>01</b>



### CROQUIS DE UBICACION



### REFERENCIAS

- CALLES DE CEMENTO e=20cm
- CALLES DE CORDON CUNETA CON RIPIO e=20cm
- 00.00 COTA DE TERRENO
- 00.00 COTA DE PROYECTO
- A- LOTES MAYORES (sup. 9500 m2)- 15 LOTES= 142500 m2
- B- LOTES MENORES (sup. 4750 m2)- 31 LOTES= 147250 m2
- P- ESTACIONAMIENTO VEHICULAR
- 1- PLAYA DE ESTACIONAMIENTO CAMIONES DE MATERIA PRIMA y CARGA DE PRODUCTOS
- 2- TANQUE DE AGUA CAPAC. 150.000 L
- 3- OFICINA DE INGRESO DEL PERSONAL DE SEGURIDAD
- 4- OFICINA DE PESAJE
- 5- BALANZA
- 6-7- AREA DE TRANSFORMACION ELECTRICA Y SECTOR SEGURIDAD AREA DE TRANSFORMACION

### SUPERFICIES

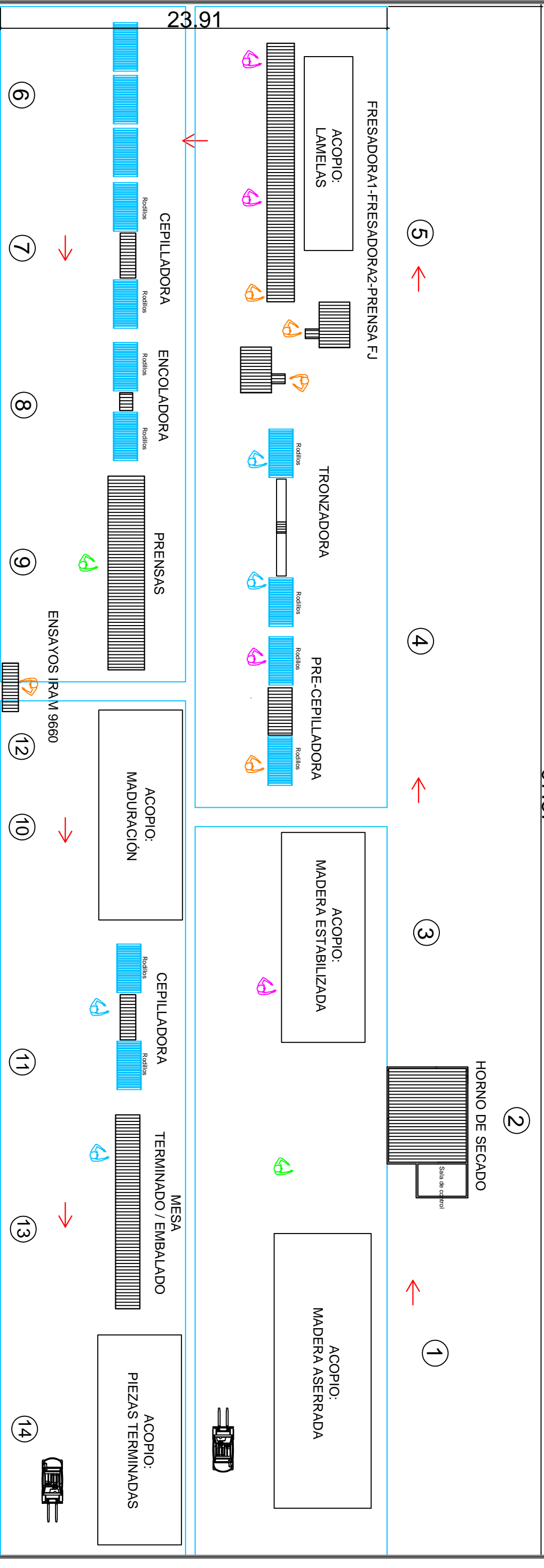
- mz 1: 30052 m2
- mz 2: 51727 m2
- mz 3: 51727 m2
- mz 4: 52090 m2
- mz 5: 52885 m2
- mz 6: 26758 m2
- estacionamiento camiones 1: 19662 m2

OBRA N°:	<b>GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE CORRIENTES</b> MINISTERIO DE PRODUCCION, TRABAJO Y TURISMO		
PLANO N°:	OBRA: <b>PARQUE FORESTO INDUSTRIAL</b> UBICACION: <b>RUTA NACIONAL N° 118</b> <b>SANTA ROSA - CONCEPCION - CORRIENTES</b> PLANO DE: <b>VIALIDAD URBANA - PLANTA GENERAL</b> <b>COTAS GENERALES</b>		
FECHA	PROYECTO	COLABORO	DIBUJO
	2011		JEFE DIRECTOR

## FACULTAD DE INGENIERÍA-UNNE

### TRABAJO FINAL

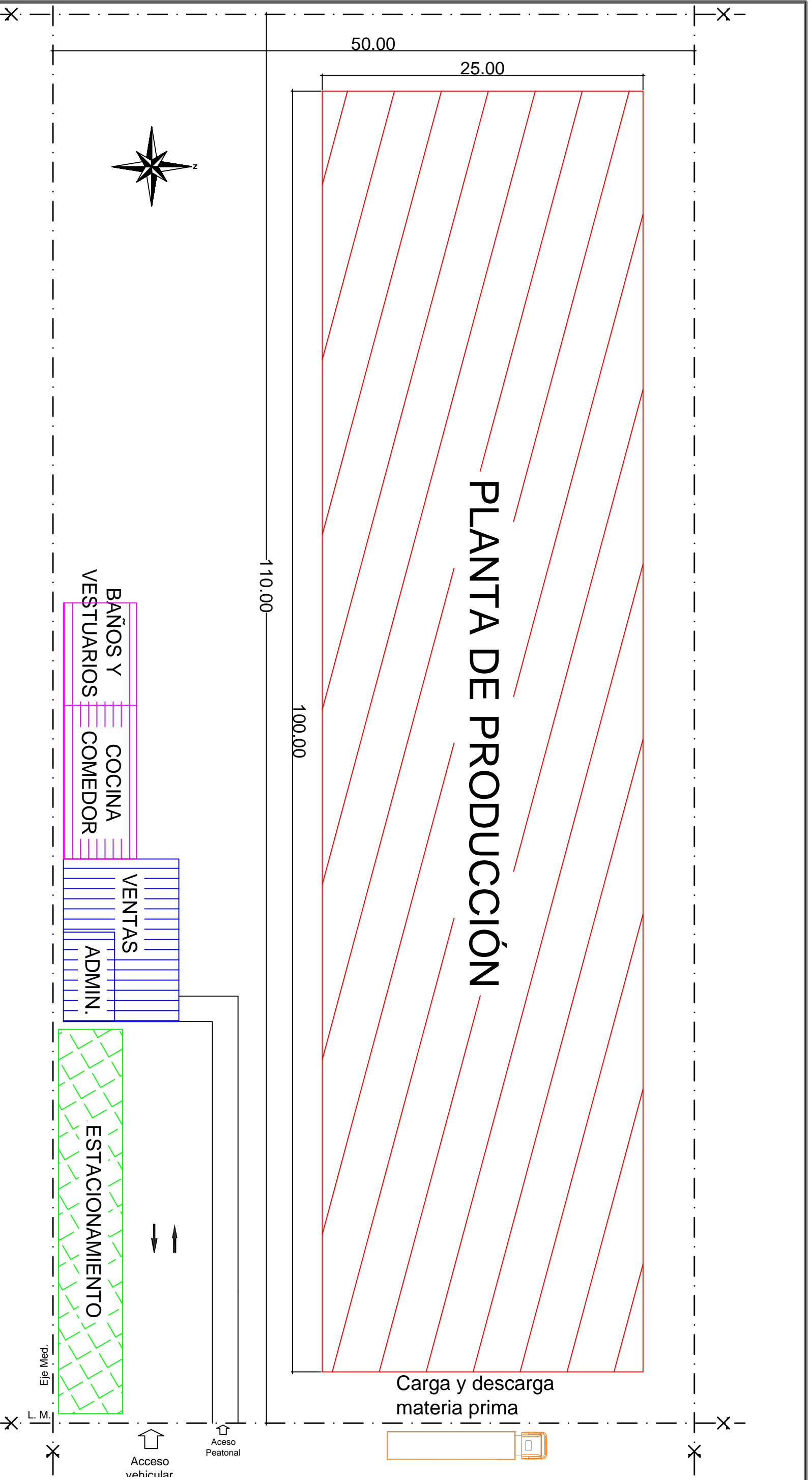
TÍTULO: <b>MADERA LAMINADA ENCOLADA ESTRUCTURAL:</b> <b>FABRICACIÓN Y CERTIFICACIÓN</b> <b>"PLANO DE PLANTA DEL PFISR "</b>		FECHA:
INTEGRANTES: Benitez Mendes, Rodrigo A. Leyes, Juan Manuel		ESCALAS: SIN ESCALA
LU N° 15.396 LU N° 16.407	N° DE PLANO	<b>02</b>



**REFERENCIAS**

- Ayudante
- Medio oficial
- Oficial standard
- Oficial general
- ① ACOPIO: MADERA ASERRADA
- ② SECADO EN HORNO
- ③ ACOPIO: ESTABILIZACIÓN
- ④ PRE-CEPILLADO Y SANEADO
- ⑤ UNIÓN FINGER-JOINT (LAMELAS)
- ⑥ ENSAMBLE EN SECO
- ⑦ ENCOLADO
- ⑧ ENCOLADO
- ⑨ PRENSADO
- ⑩ ACOPIO: MADURACIÓN
- ⑪ TERMINACIONES
- ⑫ CONTROL DE CALIDAD
- ⑬ EMBALADO
- ⑭ ACOPIO: PIEZAS TERMINADAS

<b>FACULTAD DE INGENIERÍA-UNNE</b>	
<b>TRABAJO FINAL</b>	
TÍTULO: <b>MADERA LAMINADA ENCOLADA ESTRUCTURAL: FABRICACIÓN Y CERTIFICACIÓN</b>	FECHA:
"PLANO ESQUEMA PROCESO DE PRODUCCIÓN "	ESCALA: 1:250
INTEGRANTES: Benítez Mendes, Rodrigo A. Leyes, Juan Manuel	LU N° 15.396 LU N° 16.407
N° DE PLANO	<b>03</b>



**U FACULTAD DE INGENIERÍA-UNNE**  
**TRABAJO FINAL**

TÍTULO:  
**MADERA LAMINADA ENCOLADA ESTRUCTURAL:**

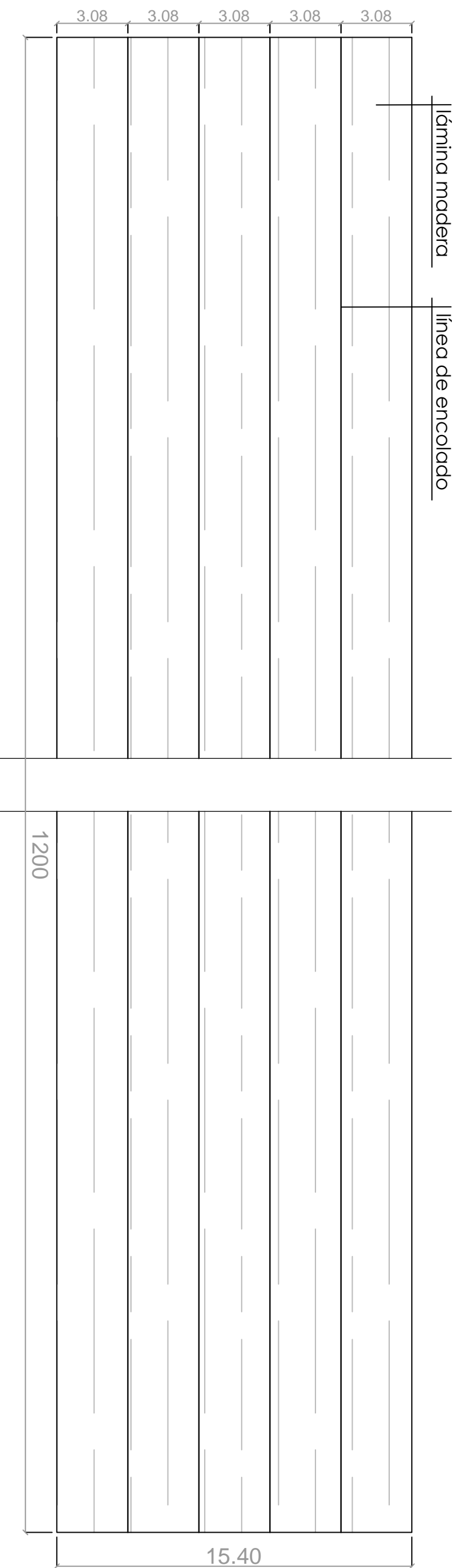
FECHA:

FABRICACIÓN Y CERTIFICACIÓN  
**"ZONIFICACIÓN DEL ANTEPROYECTO "**

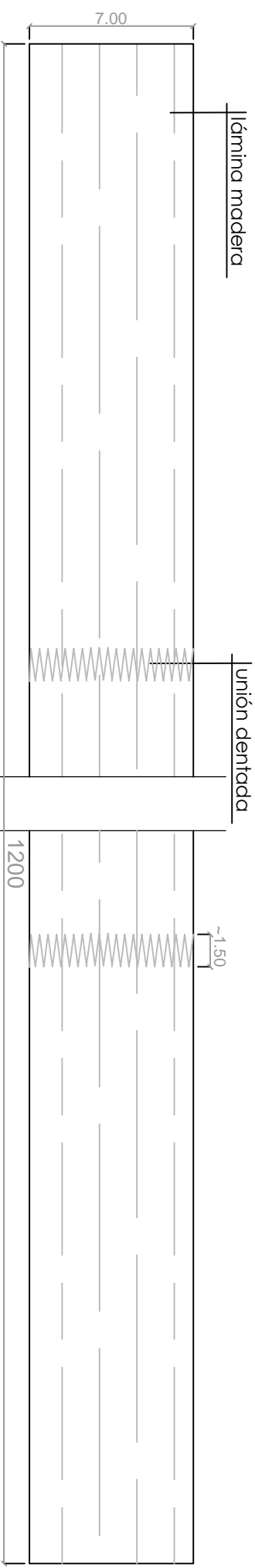
ESCALA:  
 1:300

INTEGRANTES: Benitez Mendes, Rodrigo A. LU N° 15.396  
 Leyes, Juan Manuel LU N° 16.407

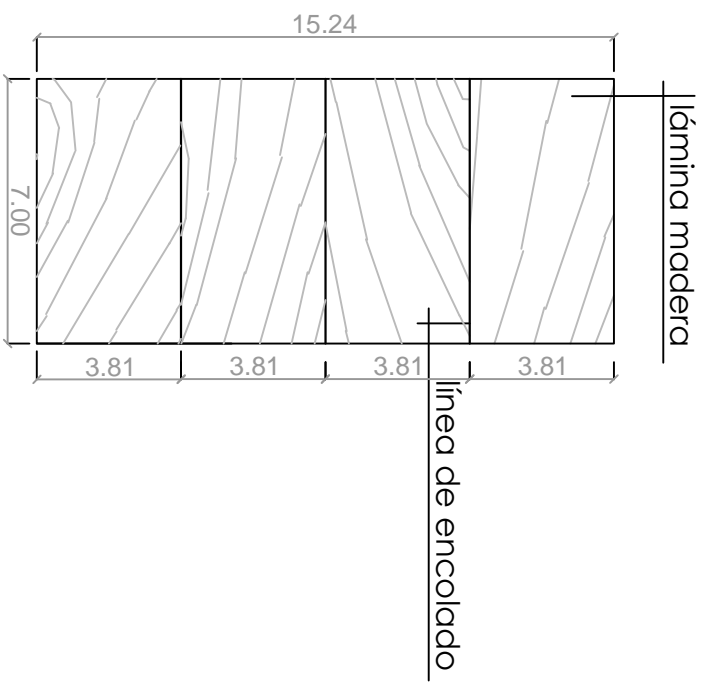
N° DE PLANO  
**04**




VISTA LATERAL  
- Esc. 1:200 -



VISTA EN PLANTA  
- Esc. 1:250 -



CORTE TRANSVERSAL  
- Esc. 1:200 -

 <b>FACULTAD DE INGENIERÍA-UNNE</b> <b>TRABAJO FINAL</b>		FECHA:	VARIAS
		ESCALAS:	
<b>TÍTULO:</b> <b>MADERA LAMINADA ENCOLADA ESTRUCTURAL:</b> <b>FABRICACIÓN Y CERTIFICACIÓN</b> <b>"PLANO DE PRODUCTO TIPO: VIGA 3" x 6" "</b>		N° DE PLANO	<b>05</b>
<b>INTEGRANTES:</b> Benítez Mendes, Rodrigo A. Leyes, Juan Manuel		LU N° 15.396 LU N° 16.407	

## Anexo B. Entrevistas

## Anexo B. Entrevistas

La entrevista como metodología de investigación, fue la herramienta que inmediatamente surgió en respuesta a la necesidad de recabar información. Establecer las características del mercado de la MLEE fundamentalmente en Corrientes y Resistencia, en cuanto a volumen de venta, precio del producto, etc. fue el interés primero al realizar dichas entrevistas. El efecto colateral resultó en información que no se pensó obtener de antemano pero que hace a la fundamentación del trabajo. En especial en lo relativo a la certificación del mismo, en referencia a las falencias de un mecanismo de control de los elementos que hay en el mercado y de cómo, un estado ausente que cumpla las veces de agente de contralor, genera riesgos para los usuarios e induce al uso irregular por parte de los profesionales.

A continuación, se enumeran las cuestiones que se pretendían revelar y las preguntas orientativas para el desarrollo de las entrevistas, dependiendo a quien estarían dirigidas.

Se pretendió revelar:

- Quien vende
- Quien le provee y/o produce
- Qué cantidad vendía, vende y/o cree que venderá
- Escuadrías más solicitadas y aplicación
- A qué precio vende
- Que costo tiene
- Disponibilidad de productos certificados en el mercado
- Diferencia de precio entre ambos productos
- Aceptación de un eventual producto certificado

### **PREGUNTAS**

¿Sabe que es la madera laminada encolada (MLE)?

¿Conoce las aplicaciones estructurales de este material? ¿Cuáles?

¿Qué piensa de la madera laminada como material estructural?

¿Vende usted madera laminada?

## SI

¿Desde cuándo vende?

¿Cuáles son los productos que usted comercializa?

¿Dónde compra el producto?

¿La madera que usted vende está certificada? ¿Qué certifica? ¿Quién certifica?

¿Tuvo alguna vez algún problema o reclamo respecto de la calidad del elemento?

¿Cuál/es?

¿Quiénes son sus clientes? Profesionales (arquitectos, ingenieros), trabajadores de la construcción (constructores, albañil, carpintero) o usuarios sin experiencia en la construcción.

¿Tiene alguna estrategia de marketing para el producto? A qué público prioriza/apunta?

¿Sus proveedores producen o desarrollan sistemas de ejecución y/o montaje, sistemas de uniones estandarizadas, máquinas y herramientas especiales que involucren el uso

¿Cuenta con servicio pos venta? En qué consiste?

¿Cuánto vendía al comienzo?

¿Cuánto vende ahora?

¿Qué precio tiene una viga al público? Lista de precios. Cotización.

¿Piensa que se vendería mejor la madera laminada si se certifica su resistencia?

¿Qué costo tiene una viga de madera laminada actualmente puesta en su depósito?

¿Qué influencia por metro de viga representa el flete?

## NO

¿Le solicitan este tipo de productos? ¿Con qué frecuencia?

¿Por qué no lo comercializa?

¿Cuál es el costo de flete por metro lineal de madera?

## **Entrevistas**

### **Local comercial “EL PALENQUE” (Pje.Biran 1063, Corrientes, Argentina)**

Entrevista al dueño: Sr. Scherf, Edgardo y al Arq. Aguirre, Horacio (cliente del local).

El dueño del local conoce la MLE, y la vendía hasta que le reportaron problemas del producto en servicio siendo utilizado como estructura de techo. Dicho producto que comercializaba era producido en el interior de la provincia de Corrientes, fabricado artesanalmente sin ningún tipo de cumplimiento con normas, y utilizando adhesivo vinílico (el mismo utilizado para fabricar muebles y elementos de madera no estructural), popularmente conocido como “cola de carpintería”. Asimismo, el propietario se mostró muy interesado en comercializar un producto certificado, ya habiendo hablado con un proveedor de la provincia de Misiones para empezar a venderlo el año que viene 2018.

El arquitecto dijo conocer locales de venta del producto certificado y no certificado, y haber trabajado con elementos de procedencia y calidad dudosas, optando por hacer un seguimiento periódico de la obra hasta estar seguro de que no presentará ningún tipo de inconveniente. El mismo también señaló que, aproximadamente 10 años atrás, la MLE había entrado con mucha fuerza e interés en la provincia de Corrientes, pero que la evidente penuria de calidad de los primeros productos empleados resultó en fallas estructurales, perjudicando gravemente su confiabilidad. “Al ser nuestra zona muy húmeda, si productos como este no son fabricados con la forma y materia prima correcta, las lamelas se desprenden con el tiempo y el elemento se viene abajo”. “En Finlandia, por ejemplo, se hace un control tanto en las fábricas de MLE cuanto en las obras, chequeando los elementos estructurales de madera que se utilizan. En nuestra ciudad se puede entregar un proyecto civil con MLE, pero el profesional es el que se hace cargo del producto que utiliza, si este no posee ningún tipo de certificación”.

Ambos entrevistados coincidieron en que al no haber en el país un control riguroso de las construcciones hechas con madera, es decir, al no existir una supervisión del origen y calidad de los elementos de MLE antes y durante la construcción, esto desalienta tanto a profesionales como clientes a solicitar o proponer construir con esta tecnología.

**Local “ALTO PARANÁ”.** Avenida Armenia 3914, Corrientes, Argentina. Entrevista al dueño: Sr. Slater, Rubén.

Comercializa este producto hace aproximadamente doce años, proveniente de la localidad de San Vicente, provincia de Misiones. Vende a 193 \$/m la escuadría de 3x6” (precio del proveedor de ~ 95 \$/m + IVA + flete), y la equivalente en madera aserrada a 105 \$/m. Señala que el producto que vende no tiene ningún sello ni rótulo que indique certificación, pero cree que sí la posee porque oyó hablar que su proveedor lo exporta. Indica que un equipo lleno (~13.500 pies) del proveedor tiene una incidencia de flete hasta Corrientes de 4% aproximadamente. Cuenta que cuando empezó a contar con este producto, costaba mucho venderlo debido a la desinformación de sus clientes.

Cuando se le preguntó sobre qué aceptación tendría un producto certificado en la zona, opinó que no tendría éxito en el mercado, ya que al tratarse per se de una tecnología constructiva no tan económica, la certificación no ayudaría al cliente común a preferir esta compra. Apuntó que, al menos sus clientes, no están dispuestos o no tienen las condiciones de pagar un poco más por un beneficio mayor, y contrastó con provincias como Buenos Aires, Santa Fe y Córdoba.

Luego de la entrevista, concluimos que el producto que este comercio vende no debe presentar certificación, debido a que el mismo está fabricado con retazos de madera, en virtud de reaprovechar los restos de material fruto de la elaboración de otros productos, y no con lamelas homogéneas como la norma indica.

**Local “LA CASA DEL MACHIMBRE”.** Calle Lavalle 3163, Corrientes, Argentina. Entrevista al dueño: Sr. Rivas, Luis.

El señor Luis vende vigas de MLE hace aproximadamente seis años, de un aserradero misionero llamado “Ruberlac”, quien dice tener “algún tipo de certificación no muy bien especificada y de procedencia dudosa”, nunca enseñada al comerciante. Aún sin ser un producto fabricado siguiendo normas, este es vendido aproximadamente al doble del precio de su equivalente en madera aserrada. El dueño del local mostró falta de confianza y disconformidad con el producto que vende, debido a varias fallas reportadas por sus clientes, habiendo varias sido en el encolado *finger-joint*, típica de adhesivos inadecuados. Actualmente vende menos de este producto que cuando empezó (de 10.000 pies a 1.000 pies ahora). Su proveedor le vende a 123 \$/m la viga de MLE de

escuadría 3x6”, y él lo revende a 172 \$/m. Señaló que la incidencia en el flete de un equipo completo es de aproximadamente 5% del costo de la carga.

Cuando se le preguntó si cree que un producto certificado podría revertir el panorama actual y activar las ventas, primeramente se mostró incrédulo debido a la mala fama y precio injustificado del mismo, pero luego de mostrarle en imágenes una construcción hecha con MLE propiamente dicha, y contarle las características altamente competitivas frente a los materiales tradicionales, finalmente terminó por opinar que podría llegar a ser la solución a la problemática.

Mencionó haber comprado alguna vez del aserradero “Las Marías”, ubicado en Virasoro, Corrientes. Señaló que los aserraderos de Colonia Santa Rosa son más informales aún, y que una viga proveniente de allí resultó en una falla y caída de un techo de un conocido suyo.

**Local “MADAR MADERAS”.** Av. Independencia 3400, Corrientes, Argentina.  
Entrevista al dueño: Ing. Toledo, Rubén.

El señor dijo que vende vigas de MLE provenientes de la localidad de Alem, provincia de Misiones, siendo aprox. 2.000 pies por mes, para estructura de techo, sin especificar las escuadrías. Indicó también que el flete prácticamente no tiene incidencia en el precio de venta (\$1 por pie). Señaló que la madera en general elaborada en Corrientes le falta calidad cuando comparada con la manufacturada en Misiones, debido a la falta de hornos de secado en la provincia, aserraderos deficientes y materia prima poco trabajada en materia de raleo. Luego, remarcó que el tipo de producto que uno pretende vender es totalmente dependiente del mercado objetivo, y añadió que en nuestra zona generalmente no se exige una calidad óptima de los productos de MLE, pero que en provincias más desarrolladas como Santa Fe, Córdoba y Buenos Aires, si sucede.

Una vez más, el dueño revela que vende el producto sobredimensionado, al no confiar en el adhesivo utilizado por recelo a que se despeguen las lamelas.

Cuando se le preguntó sobre qué aceptación tendría un producto certificado en la zona, dijo creer en su función para aumentar la confiabilidad del mismo para con los clientes, y que si uno apunta a la calidad siempre habrá un mercado que lo valore, pero sigue opinando que su principal desventaja es el precio final.

Al finalizar la entrevista, pudimos tomar fotografías de las vigas de MLE del local, y constatamos que no cumplen con normas IRAM.

**Local “EL GALPÓN MADERAS”.** Av. 9 de Julio 1546, Resistencia, Chaco, Argentina. Entrevista al dueño del local: Ing. Civil Vargas, Jorge.

El Ing. Vargas vende vigas de MLE desde el 2004, es pionero en la región en el tema y es el único de los entrevistados que realmente conoce el producto en su real concepción.

Este local es el mayor referente en maderas tanto en la ciudad de Corrientes cuanto de Resistencia, contando con el mayor tamaño de stock, variedad y calidad de productos. Sus proveedores de vigas de MLE son “Victoria maderas”, de Montecarlo (provincia de Misiones), y “Wood SRL”, de Carcarañá (provincia de Santa Fe). Ambas empresas son las únicas del país que cuentan con certificación IRAM para la fabricación de este tipo de productos. La especialidad y diferencial del negocio es trabajar con madera de eucalipto, siendo una pieza conformada con esta entre 15 y 20% más caras que la equivalente en pino, diferencia proporcional también a la tensión admisible entre ambas.

El señor Vargas señaló que una viga multilaminada con sello de certificación tiene un costo aproximadamente 20% mayor que otra idéntica pero sin sello. Indicó que al poco tiempo que empezaron a comercializar estas vigas las ventas fueron buenas, y con el tiempo crecieron hasta hacen dos años, disminuyendo desde entonces debido a una tendencia arquitectónica en el país.

Además, contó que hasta el día de la entrevista, sólo habían tenido dos problemas de desempeño de este producto: uno de una viga cumbrera de una estructura de techo de tejas, el cual se debió a un error de cálculo (sección insuficiente), y otro del mismo tipo de estructura, donde fallaron los tirantes (para uso interior) de 3x6” a causa del mal uso de las mismas por haberse mojado, asegura el entrevistado.

Por otra parte, remarcó que la aparición de estas vigas fue una solución a problemas que había tenido con maderas locales, y destacó la homogeneidad entre ellas, su peso liviano y su preferencia por los constructores de techos. Nuevamente, también opinó que el pino correntino es de peor calidad que el misionero, es decir, presenta características distintas en cuanto a densidad, por ejemplo. Comentó también que las

mayores construcciones a las que proveyó (de hasta 600 m<sup>2</sup>) fueron en localidades del interior, como Charata y Castelli. El largo de piezas que trabajan es de hasta 14 metros por motivos de transporte.

Al hablar de datos numéricos, nos explicó que la escuadría que más volumen de ventas posee es la de 3x6". En la época de buenas ventas, asegura haber vendido aprox. 20.000 pies mensuales. El largo máximo comercial de tirantes madera implantada aserrada en Argentina es de 16 pies (4,88 metros), siendo esta la limitante que habilita la actuación de las vigas de MLE. El Ing. se alentó a opinar que, en su opinión, para que una fábrica como la del proyecto en cuestión sea rentable, debería como mínimo producir cerca de 100.000 pies mensuales. Añadió también que no crea que sea factible solamente hacer una fábrica para atender al mercado de Chaco y Corrientes, menos para la vecina provincia de Misiones, donde no hay mercado debido a que la clientela es muy tradicionalista y no hay buena aceptación de los productos de MLE. Paradójicamente, el gran mercado de estas dos grandes empresas de la región, son las provincias de Córdoba, Buenos Aires y Santa Fe.

Como última acotación, Vargas contó que uno de los socios de "Victoria" una vez le dijo algo que lo marcó: en nuestro país, la gente que quiere construir una casa con estructura de madera es la que ya posee una casa hecha con tecnología tradicional, y por ende, son las personas que poseen la suficiente renta para hacerlo. Esto es debido a la persistente costumbre tradicional en la construcción que hay aquí, no como en países de Europa, por ejemplo, donde hacer todo tipo de construcciones civiles de madera no es considerado algo extraño ni frágil.

Precio al público de tirante de MLE de pino elliotti/taeda de 3" x 6": 205 \$/m.

**Aserradero y fábrica de productos de madera "LOS CHILENOS".** Santa Rosa, Corrientes, Argentina. Entrevista al Gerente Sr. Cipriani, Marcelo.

El señor Cipriani contó que la fábrica produce vigas de MLE de 12,5 m de largo máximo y escuadría máxima de 5" x 12", desde el año 2006.

Las mismas son producidas de manera artesanal, en un galpón con portones abiertos en sus dos extremos, sin control de humedad ni temperatura, prensado en frío artesanal (con vástagos roscados), rudimentaria máquina de *finger-joint*, sin cuidado en la separación de estas uniones, ni su largo dimensiones recomendadas. No es un detalle

menor tampoco, que la mano de obra no es capacitada y no contaban con ningún elemento de seguridad. En definitiva, y sin entrar en más detalles de este tipo, se constató que el producto se produce sin seguir las indicaciones de las normas IRAM pertinentes, y la calidad de los procesos era muy baja y sin control alguno.

El gerente también dejó en claro que ellos producen estas vigas como un producto secundario, para aprovechar la madera de descarte o mala calidad que haya quedado de la manufactura de primera.

Los adhesivos utilizados eran colas vinílicas para las uniones dentadas, y resinas ureicas para el encolado de lamelas. Estas resinas se mezclaban con un catalizador y una especie de harina, acompañadas a veces de un acelerante o retardante de fragüe. Entre las marcas trabajadas se encuentran Jucarbe, Henkel y Fuller.

La madera trabajada es solamente el *pinnuselliottii/taeda* (proveniente de bosques propios o de terceros), simplemente por una adopción de máquinas, explicando que para labrar con el eucalipto también implantado en la zona, el proceso es otro y la maquinaria también (talvez sea más costoso). El señor contó que el pino de la zona no proviene de un injerto ni clon, sino que se lo planta directamente con semillas. Además, explicó que los listones que utiliza para hacer las vigas son de 1" (espesor) x 3" o 4" que no los pudo utilizar para los productos de primera línea. La edad de los rollizos elaborados es de 17 años como mínimo, contando con un diámetro aproximado de 18 cm en "punta fina" y 35 cm en "punta gruesa". Las escuadrías más vendidas por la empresa son las de 3" x 6", 3" x 8", 4" x 8" y 4" x 12" (cumbreira).

La empresa cuenta con tres hornos de secado (~350 m<sup>3</sup>), alimentados por leña o "chips" de madera, que básicamente es madera trozada de descarte. Estos necesitan una alimentación de aproximadamente 6500 kg de chips por día. En ellos se colocan los listones de madera en estado verde, llegando a una humedad aproximada de 12% o menos en tres días y medio o cuatro (listones de 1" de espesor). El residuo de aserrín es vendido a granel, alcanzando cerca de 1000 toneladas vendidas por mes. La viruta residual es empaquetada y vendida al sector rural y de laboratorios.

A pesar de que la empresa vende "bastante" en la provincia de Corrientes y Resistencia, su mayor mercado está en Buenos Aires, Mendoza, San Juan. En nuestra zona suelen vender cerca de ocho "techos" por mes, en cambio en las demás provincias

llegan a vender un equipo entero, con vigas suficientes para construir cerca de 120 “techos”, generalmente utilizado para construcción de cabañas.

Otra información interesante que nos manifestó, es que la madera que se la deja al aire libre para un secado natural (oreada), se le necesita aplicar fungicidas para que no se pudra ni manche de hongos. Luego, los residuos que provienen de este tipo de madera, no se los puede vender ni quemar debido a su alta composición tóxica.

Por último, Cipriani comentó que si pretendemos arrancar el proceso constructivo comprando madera aserrada, debemos tener en cuenta que cada aserradero tiene sus propias medidas nominales para cada escuadría de listones.

**“PARQUE FORESTOINDUSTRIAL DE SANTA ROSA”.** Entrevista al Presidente del PFISRSr. Sotelo, Juan Ramón.

El señor Sotelo nos contó que el parque actualmente cuenta con balanza para camiones, que aún cuenta con algunos lotes a la venta, tanques de agua, caminos pavimentados, cloaca y demás servicios básicos. La energía eléctrica disponible actualmente es deficiente, debido a que se prestó un transformador a la localidad de Virasoro y están esperando que lo devuelvan próximamente. El precio por  $m^2$  se estima que será aproximadamente de \$210, pagándolo en forma de *leasing* con un plazo de 10 a 12 años. En este momento ya se encuentran ocupadas/vendidas 38 hectáreas, y se espera que se disponga de 40 más en el corto plazo. Para acceder a un lote, se debe entregar un proyecto maderero (excluyente) para su análisis.

Los beneficios incluyen, exención de tasas provinciales (rentas), acceso a créditos subsidiados con tasas de 16% y plazo de 7 a 8 años, acceso al FODIN (Fondo de Desarrollo Industrial) con 40 % de devolución de la inversión dentro del lote.

Una de las grandes empresas que debe iniciar su construcción en los próximos meses es una multinacional dedicada a la generación de energía eléctrica por biomasa, previendo generar cerca de 40 MW. El plan explicita que las industrias puedan venderle sus desechos madereros (chips) como insumo de generación, y luego la empresa venda el exceso de energía a la red, que se estima será cerca de 30 MW.

En cuanto a los hornos de secado, nos comentó que se está invirtiendo 3 millones de dólares y que su llegada será aún este año (talvez abril).

Además, nos comentó que actualmente están trabajando junto con el gobierno nacional en un proyecto que prevé la construcción de 800.000 casas sociales anuales hechas totalmente de madera, proviniendo gran parte de esta de la provincia de Corrientes.

**“SUBSECRETARÍA DE INDUSTRIA DE CORRIENTES”**. Carlos Pellegrini 1077, Corrientes, Argentina. Entrevista al Director de Parques Industriales Ing. Guilaña, Gustavo.

El Ing. nos dijo primeramente que el negocio agroforestal actualmente está “caliente” en el país, no solamente con lo referido a valor agregado de la madera sino también con sus residuos (biomasa). Mostró ánimo e interés por la evaluación realizada en nuestro proyecto, calificándolo como un muy buen tema. Inclusive contó haber comprado vigas de MLEE fabricadas en la provincia (sin certificación) que luego tendrían un mal rendimiento en servicio.

Cuando consultado referente al posible precio por m<sup>2</sup> de terreno en el PFISR, coincidió con lo dicho por el Sr. Sotelo en que se estima que ronde los 210 \$/m<sup>2</sup>.

Con respecto a información concreta de beneficios que se otorgan a las industrias instaladas en el PFISR, el Ing. nos remitió a hablar al día siguiente con el área de Promoción de Inversiones. Llegado el momento, la información que nos dieron fue muy poca e incierta, transmitiéndonos más incertidumbre que la que teníamos anteriormente. Debido a esto, no encontramos utilidad para esta información en el trabajo.

Por último, dio comentó brevemente sobre el panorama foresto-industrial actual de la provincia: Corrientes posee alrededor de 500 mil ha forestadas, elaborándose solamente un 3% de ese volumen localmente. La provincia está ubicada en una zona de excelencia en tasas de crecimiento forestal, llegando a cerca de 25% anual. Remarcó que lo que falta actualmente aquí, es poseer un estándar en calidad de madera, debido a que hay la mayor cantidad de las implantaciones provienen “de semilla” y no de plantines clonados.

# Anexo C. Documentos

Ley Provincial N° 5470 (Provincia de Corrientes)

Ley Provincial N° 6051 (Provincia de Corrientes)

## **LEY N° 5.470: “REGIMEN DE PROMOCION DE INVERSIONES”**

Una de las principales herramientas con la que cuenta la provincia es el “**REGIMEN DE PROMOCION DE INVERSIONES**”, que se instrumenta mediante la Ley N° 5470, la que fue sancionada el 25/09/2002, y reglamentada por Decreto N° 1416/2003.

Mediante esta Ley se establece un **Régimen de Promoción de Inversiones** vinculadas a nuevos emprendimientos privados y/o ampliaciones de los existentes para los **Sectores: Agropecuario, Agroindustrial, Turístico, Recreación, Esparcimiento**, y además en su artículo 3 prevé la posibilidad de incorporación a este régimen de nuevos sectores y actividades, por lo que se sumo a través de la Ley N° 5768/06 el Diseño, Desarrollo y Elaboración de Software.

### **Ámbito de Aplicación**

La Ley N° 5.470 tiene como ámbito de aplicación toda la jurisdicción provincial y los municipios que adhieran expresamente al mismo por medio de Ordenanza Municipal, mediante un procedimiento establecido en la ley, siendo el Ministerio de Producción, Trabajo y Turismo de la Provincia de Corrientes la autoridad de aplicación.

### **Beneficiarios**

Las empresas que se acojan a esta ley gozarán de todos de beneficios fiscales provinciales que la misma brinda, además los municipios podrán otorgar beneficios de carácter municipal en el momento de su adhesión a la Ley.

Las empresas acogidas al régimen de la Ley 5470 con anterioridad a la adhesión municipal, deberán ser reconocidas y quedarán adheridas al plan municipal con la simple acreditación de tal circunstancia.

## **Municipios adheridos**

El Ministerio de Producción, Trabajo y Turismo es el encargado de realizar el trabajo de sensibilización a los municipios, dando a conocer los beneficios de los que gozarían en caso de adherirse a la ley por medio de una ordenanza municipal, para así lograr la captación de la mayor cantidad de municipios de la provincia.

## **Beneficios**

El principal beneficio que otorga la Ley 5470 es el de la “**Estabilidad Fiscal**” para las inversiones comprendidas, por un plazo de 10 años (a partir de la fecha de aprobación del proyecto) el que puede ser extendido por un lapso máximo de 5 años por Resolución fundada por la Autoridad de Aplicación o a solicitud fundada de los municipios adheridos al Régimen.

Otorga además beneficios y franquicias provinciales en:

- Posibilidad de compra de inmuebles de dominio privado del Estado con destino al proyecto, en el contrato se fijará la forma y plazo para el pago del precio convenido que no excederá de 10 años, y la prohibición de transferir el dominio y modificar el destino de los inmuebles por un plazo mínimo de 5 años posterior a la cancelación o mientras estén vigentes algunos de los beneficios otorgados por la presente.
- Tarifas eléctricas de fomento
- Provisión de la infraestructura (relacionado a los Parques Industriales).
- Asistencia técnica por parte de organismos del Estado
- Preferencias en licitaciones del Estado y en las de las Municipalidades adheridas
- Apoyo del Estado Provincial y de Municipios adheridos para agilizar y obtener: la instalación del proyecto e introducción

de los bienes necesarios para su funcionamiento, protección arancelaria y fiscal, defensas ante contingencias del mercado, etc.)

**En materia impositiva establece exenciones en:**

- Impuestos Provinciales que graven actos y tramitaciones inherentes a la suscripción del Registro Público de Comercio y otros organismos provinciales.
- Impuesto a los sellos
- Impuesto sobre los ingresos brutos
- Impuestos, tasas, contribuciones a crearse o variación de las alícuotas o mínimos imposables que se realicen en el futuro.
- Impuestos y tasas que gravan la aprobación de Estatutos, celebración de contratos Sociales, constitución de Fideicomisos, Reglamentos de gestión y demás instrumentos constitutivos y su inscripción.

**Los municipios adheridos podrán otorgar:**

- Exenciones, deducciones o diferimientos del Impuesto Inmobiliario (temporaria o permanentemente) a la superficie efectivamente ocupada por el proyecto y las zonas de impacto que deban ser afectadas al mismo-
- Exenciones, deducciones o diferimientos de impuestos, tasas y contribuciones a las actividades comprendidas en este Régimen de promoción (quedan excluidas las tasa por servicios y las contribuciones por mejoras)

## Parques y áreas industriales

En el Art. 13 del Decreto Reglamentario de esta ley se declara de interés provincial la instalación de **áreas estructuradas para industrias, áreas agroindustriales y/o parques industriales**, promoviendo la radicación de nuevas industrias y el traslado de las ya existentes a los parques a crearse en la provincia, respetando las particularidades de cada municipio y localizándolos en armonía con los planes de desarrollo urbanos locales y el medio ambiente lo que posteriormente se materializa con la ley 6051, conforme al art. 1.

La iniciativa para creación de los parques se canalizará a través de la Autoridad de Aplicación y su autorización solo se otorgará luego de cumplimentados los requisitos establecidos en la misma y previo dictamen de dicha autoridad.

<b>- Ley de Promoción de Inversiones-</b>	
Normativa	Ley Nº 5.470
Mecanismo	Beneficios Fiscales, Exenciones, Estabilidad Fiscal
Autoridad de Aplicación	Subsecretaría de Industria y Promoción de Inversiones dependiente del Ministerio de Producción, Trabajo y Turismo de la Provincia
Alcance	Sectores: Agropecuario, Agroindustrial, Turístico, Recreación, Esparcimiento, y Diseño, Desarrollo

	y Elaboración de Software.
Beneficiario	Personas físicas y jurídicas que realicen actividades relacionadas con los sectores indicados.
Objetivos	Establecer un Régimen de Promoción de Inversiones vinculadas a nuevos emprendimientos privados y/o ampliaciones de los existentes
Descripción	Declara de interés provincial la instalación de áreas estructuradas para industrias, áreas agroindustriales y/o parques industriales

**LEY N° 6.051: “REGIMEN DE CREACION DE PARQUES Y ZONAS INDUSTRIALES Y O TECNOLOGICOS EN LA PROVINCIA DE CORRIENTES”**

Mediante la Ley Provincial N° 6051 se instituye el régimen de creación de parques y zonas industriales y/ o Tecnológicos en la Provincia de Corrientes.

En el Art. 2 de la Ley define y diferencia al Parque industrial y/o tecnológico, al Área industrial y a la actividad industrial considerando así:

- **Parque Industrial y/o Tecnológico** a toda extensión de tierra dotada de infraestructura y servicios de uso común, localizada en armonía con los planes de desarrollo urbano locales y con el medio ambiente:
  - ✓ Caminera interna y externa
  - ✓ Energía suficiente y adecuada a las necesidades de las industrias que se instalen en su interior.
  - ✓ Agua y servicios sanitarios en cantidad suficiente para las necesidades del parque y para el mantenimiento de la calidad del medio ambiente.
  - ✓ Sistemas básicos de telecomunicaciones.
  - ✓ Sistema de disposición adecuada de residuos.
  - ✓ Sistema de prevención y combate de incendios.
  - ✓ Áreas verdes.
  
- **Y Área Industrial y/o Tecnológica** a aquellas zonas que no cuenten con la infraestructura y servicios propios de los Parques Industriales y/o Tecnológicos, pero que hayan sido subdivididas en parcelas al solo efecto de adjudicar las mismas a empresas industriales y/o tecnológicas que acepten cumplir estrictamente la reglamentación que al efecto se dicte.
  
- **Actividad industrial:** Se considera actividad industrial y/o tecnológica, al conjunto de operaciones destinadas a la producción

industrial de bienes y servicios, como así también todas las actividades conexas tendientes al logro del objetivo planteado.

Siendo los Objetivos de la Ley establecidos en el Art. 3:

a) Reglamentar, promover, asistir y financiar el desarrollo de la actividad industrial en Parques y Áreas Industriales.

b) Propender a una radicación ordenada de los asentamientos industriales, garantizando la ubicación estratégica y adecuada de los asentamientos industriales.

c) Fomentar la radicación de nuevas industrias, de producción de ciencia y tecnología; la modernización de las industrias existentes y la relocalización adecuada de industrias al momento de promulgación de la presente ley.

d) Propiciar la integración y complementación de las actividades industriales en aspectos productivos, técnicos y comerciales.

e) Contribuir a la sustentabilidad de las actividades económicas, los recursos naturales, la protección medioambiental y de las condiciones socioeconómicas derivadas de la presencia de Parques y Zonas

Industriales.

Los Parques y Áreas Industriales pueden ser: Públicos o Mixtos.

a) **Públicos** son aquellos que disponga ejecutar el Estado Provincial o las Municipalidades, conjunta o separadamente, reservándose la responsabilidad exclusiva en la promoción y ejecución del Parque o Área Industrial.

b) **Mixtos**, aquellos que se proponga ejecutar por sociedades con participación estatal, integradas por el Estado Provincial, las

Municipalidades, conjunta o separadamente, y particulares, reservándose la sociedad constituida, la responsabilidad exclusiva en la promoción y ejecución del Parque o Área Industrial.

Los Municipios deben adherir expresamente a los términos de la Ley, pueden adicionar otros beneficios de carácter municipal a los establecidos por la ley N° 6051, y una vez adherido el municipio obtendrá el Programa de Ordenamiento Territorial Urbano que será financiado por el fondo fiduciario de desarrollo de parques y zonas industriales creado por esta ley.

Para la construcción de parques industriales en la jurisdicción de la provincia de Corrientes y a fin de acogerse a los beneficios otorgados por la Ley N° 6.051 y sus complementarias, se debe obtener la previa autorización del poder ejecutivo provincial, la que se tramita en dos etapas:

En una primera etapa el ente promotor presenta el estudio de factibilidad técnica y económica ante la Autoridad de Aplicación de la presente, la que se expide sobre la viabilidad del proyecto.

***En una Segunda etapa***, concretada la aprobación de la primera el ente promotor presenta ante la autoridad de aplicación el "**Proyecto Ejecutivo para Parques Industriales**", la que debe expedirse sobre la viabilidad del mismo.

La aprobación definitiva de parques industriales y/o tecnológicos se otorga mediante Decreto del Poder Ejecutivo Provincial, a partir del cual se lo reconoce al emprendimiento como parque industrial y queda sujeto al régimen previsto en la ley N° 6.051.

**Cada Parque deberá contar con:**

-Un órgano de Dirección: la Asamblea de Propietarios.

- Un Comité Ejecutivo: conformado como máximo por cinco (5) miembros que tiene a su cargo la administración de los espacios de uso común, el mantenimiento y normal funcionamiento de las instalaciones y servicios, y toda otra función que le sea asignada en forma expresa por la Asamblea.

El Órgano de Administración estará integrado por:

- El Poder Ejecutivo Provincial.

- Departamento Ejecutivo Municipal de la localidad donde se emplace el Parque Industrial y/o Tecnológico.

**Beneficiarios:**

Personas físicas y jurídicas, nacionales y extranjeras, que realicen inversiones en las actividades objeto de esta ley, y que no posean ningún tipo de deuda con el Estado Provincial.

**Los Beneficios que otorga la ley son:**

a) Capacitación y apoyo para la elaboración de proyectos productivos industriales y/o tecnológicos
b) Provisión de predios industriales con la infraestructura de servicios adecuada para cada actividad, según lo establecido en el artículo 1 de la presente ley.
c) Provisión de energía eléctrica sin cargo en la etapa de instalación y/o puesta en marcha.
d) Apoyo para el nucleamiento cooperativo en aspectos de producción y comercialización
e) Tasas de interés subsidiadas en créditos para la compra de bienes de capital, en la medida que la compra sea afectada a actividades industriales y/o tecnológicas o de servicios en la Provincia.

**Además otorga exenciones en los siguientes impuestos:**

a) Impuestos provinciales que graven actos y tramitaciones inherentes a la suscripción del capital social, fundación, constitución, reconocimiento e inscripción de la empresa y sus actos ante el Registro Público de Comercio y cualquier otro organismo provincial.
b) Impuesto de sellos.
c) Impuesto sobre los ingresos brutos
d) Impuesto inmobiliario por la superficie efectivamente afectada a proyectos de inversión incluidos en el presente Régimen.
e) Todo impuesto, tasa y contribución existente a la fecha o a crearse en el futuro, de jurisdicción provincial por el plazo de 15 años.

Además en el Art. 11 regula que tendrán prioridad para acceder a los beneficios de las leyes productivas y de políticas de promoción y financiamiento vigentes en la provincia, siendo excluyentes los que sean del mismo carácter.

**Así podrán acceder a los beneficios que establecen las siguientes leyes:**

Ley 5683 FIDECOR (Fondo de Inversión para el Desarrollo de Corrientes);
Ley 5684 FODIN (Fondo de Desarrollo Industrial);
Ley 5768 (Diseño y Desarrollo y Producción de Software). Actividades comprendidas por la ley 5470;
Ley 5470 (Régimen de Promoción de Inversiones);

Ley 5535 (Turismo);
Ley 5675 (Sociedad de Garantía Recíproca).

Mediante la Ley N° 6.051 se constituye el **FONDO FIDUCIARIO DE DESARROLLO DE PARQUES Y ZONAS INDUSTRIALES**, con una duración de 30 años, prorrogables; cuyo objeto está establecido en el Art. 3 de la ley donde regula los fines de la ley de parques, el que será desarrollado más adelante en el Capítulo II específico de fondos fiduciarios vigentes en la provincia.

Actualmente se encuentra en estudio la reglamentación de la Ley N° 6.051.

### - Ley de Parques Industriales y/o Tecnológicos-

Normativa

Ley N° 6.051

Beneficios

- Capacitación y apoyo para la elaboración de proyectos productivos industriales y/o tecnológicos
- Provisión de predios industriales con la infraestructura de servicios adecuada para cada actividad.
- Provisión de energía eléctrica sin cargo en la etapa de instalación y/o puesta en marcha.
- Apoyo para el nucleamiento cooperativo en aspectos de producción y comercialización

	<ul style="list-style-type: none"><li>- Tasas de interés subsidiadas en créditos para la compra de bienes de capital, en la medida que la compra sea afectada a actividades industriales y/o tecnológicas o de servicios en la provincia.</li></ul>
Excenciones	<ul style="list-style-type: none"><li>- Impuestos provinciales que graven actos y tramitaciones inherentes a la suscripción del capital social, fundación, constitución, reconocimiento e inscripción de la empresa y sus actos ante el Registro Público de Comercio y cualquier otro organismo provincial.</li><li>- Impuesto de sellos</li><li>- Impuesto sobre los ingresos brutos</li><li>- Impuesto inmobiliario por la superficie efectivamente afectada a proyectos de inversión incluidos en el presente Régimen</li><li>- Todo impuesto, tasa y contribución existente a la fecha o a crearse en el futuro, de jurisdicción provincial por el plazo de 15 años</li></ul>
Autoridad de Aplicación	Subsecretaría de Industria y Promoción de Inversiones dependiente del Ministerio de Producción, Trabajo y Turismo.

## Beneficiario

Personas físicas y jurídicas, nacionales y extranjeras, que realicen inversiones en las actividades objeto de esta ley, y que no posean ningún tipo de deuda con el Estado Provincial.

## Objetivos

- Promover, asistir y financiar el desarrollo de la actividad industrial en Parques y Áreas Industriales,
- Propender a una radicación ordenada de los asentamientos industriales, garantizando la ubicación estratégica y adecuada de los asentamientos industriales,
- Fomentar la radicación de nuevas industrias, de producción de ciencia y tecnología; la modernización de las industrias existentes y la relocalización adecuada de industrias,
- Propiciar la integración y complementación de las actividades industriales en aspectos productivos, técnicos y comerciales
- Contribuir a la sustentabilidad de las actividades económicas, los recursos naturales, la protección medioambiental y de las condiciones socioeconómicas derivadas de la presencia de Parques y

Zonas Industriales.

Descripción

Se crea un fondo fiduciario que tiene por objeto la prosecución de los objetivos de la ley.

## Anexo D. Análisis Financiero

# Alternativa 1

## DATOS GENERALES

Conceptos	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
<b>1.- INGRESOS</b>											
Precio (\$/pt) (S/IVA)		31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00
Captación de mercado		50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
Ventas (pt/año)		330.000	330.000	330.000	330.000	330.000	330.000	330.000	330.000	330.000	330.000
<b>2.- COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>											
Producción (pt/año)		330.000	330.000	330.000	330.000	330.000	330.000	330.000	330.000	330.000	330.000
Mano de Obra (\$/pt)		4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39
Certificación		57.000,00	57.000,00	57.000,00	57.000,00	57.000,00	57.000,00	57.000,00	57.000,00	57.000,00	57.000,00
Insumos (\$/pt) (S/IVA)		8,47	8,47	8,47	8,47	8,47	8,47	8,47	8,47	8,47	8,47
<b>3.- GASTOS FIJOS</b>											
Personal (\$/año)		2.771.916	2.771.916	2.771.916	2.771.916	2.771.916	2.771.916	2.771.916	2.771.916	2.771.916	2.771.916
Insumos (\$/año) (S/IVA)		10.772	10.772	10.772	10.772	10.772	10.772	10.772	10.772	10.772	10.772
% IVA		19%									
% Impuesto a las Ganancias		35%									

## PLANILLA DE INVERSIONES

Conceptos	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
<b>1.- Inversiones con crédito de IVA</b>											
Inversión en Equipos	6.182.302	0	0	127.304	127.304	127.304	127.304	127.304	127.304	127.304	127.304
Inversión en construcción	33.950.000										
Inversión en terreno	0										
Certificación	41.400										
<b>Total Inversiones (1)</b>	40.173.702	0	0	127.304	127.304	127.304	127.304	127.304	127.304	127.304	127.304
IVA de las Inversiones	7.633.003	0	0	24.188	24.188	24.188	24.188	24.188	24.188	24.188	24.188
<b>2.- Inversiones sin crédito de IVA</b>											
Capital de Trabajo	2.230.131	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Terreno	1.050.000										
<b>Total Inversiones (2)</b>	3.280.131	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Inversiones Totales</b>	51.086.836	0	0	151.491	151.491	151.491	151.491	151.491	151.491	151.491	151.491

## PLANILLA DE DEPRECIACIONES

Conceptos	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Depreciaciones Anuales</b>											
Inversión en Equipos		618.230	618.230	618.230	618.230	618.230	618.230	618.230	618.230	618.230	618.230
<b>Depreciación Anual Total</b>	0	618.230	618.230	618.230	618.230	618.230	618.230	618.230	618.230	618.230	618.230

## TRATAMIENTO DE CREDITO "mi galpón"

Tasa de interés del Crédito	14%
Cantidad de Cuotas	5

Conceptos	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Crédito (sistema francés)</b>	33.950.000										
<b>Total Crédito Acumulado</b>	33.950.000										
<b>Devolución del Crédito</b>											
Capital adeudado	33.950.000	28.813.924	22.958.796	16.283.952	8.674.628	0					
Cuota Total		9.889.076	9.889.076	9.889.076	9.889.076	9.889.076					
Cuota de Capital		5.136.076	5.855.127	6.674.845	7.609.323	8.674.628					
Intereses		4.753.000	4.033.949	3.214.232	2.279.753	1.214.448					

## TRATAMIENTO DE CREDITO "PyMES Nación"

Tasa subsidiada (10%)	8,58%
Cantidad de Cuotas	10

Conceptos	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Crédito (sistema alemán)</b>	5.000.000										
<b>Total Crédito Acumulado</b>	5.000.000										
<b>Devolución del Crédito</b>											
Capital adeudado	5.000.000	4.500.000	4.000.000	3.500.000	3.000.000	2.500.000	2.000.000	1.500.000	1.000.000	500.000	0
Cuota Total		929.000	886.100	843.200	800.300	757.400	714.500	671.600	628.700	585.800	542.900
Cuota de Capital		500.000	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000
Intereses		429.000	386.100	343.200	300.300	257.400	214.500	171.600	128.700	85.800	42.900

**ESTADO DE RESULTADOS**

Conceptos	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
<b>INGRESOS</b>											
Ingresos por Venta (sin IVA)		10.230.000	10.230.000	10.230.000	10.230.000	10.230.000	10.230.000	10.230.000	10.230.000	10.230.000	10.230.000
<b>Total Ingresos</b>		<b>10.230.000</b>	<b>10.230.000</b>	<b>10.230.000</b>	<b>10.230.000</b>	<b>10.230.000</b>	<b>10.230.000</b>	<b>10.230.000</b>	<b>10.230.000</b>	<b>10.230.000</b>	<b>10.230.000</b>
<b>COSTOS</b>											
<b>COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>											
Mano de Obra (\$/pt)		1.448.700	1.448.700	1.448.700	1.448.700	1.448.700	1.448.700	1.448.700	1.448.700	1.448.700	1.448.700
Insumos (\$/pt) (S/IVA)		2.794.754	2.794.754	2.794.754	2.794.754	2.794.754	2.794.754	2.794.754	2.794.754	2.794.754	2.794.754
<b>GASTOS FIJOS</b>											
Mano de Obra (\$/año)		2.771.916	2.771.916	2.771.916	2.771.916	2.771.916	2.771.916	2.771.916	2.771.916	2.771.916	2.771.916
Insumos (\$/año) (S/IVA)		10.772	10.772	10.772	10.772	10.772	10.772	10.772	10.772	10.772	10.772
Certificación		57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000
<b>INTERESES DEL CRÉDITO</b>											
Mi galpón		4.753.000	4.033.949	3.214.232	2.279.753	1.214.448	0	0	0	0	0
PyMES Nación		429.000	386.100	343.200	300.300	257.400	214.500	171.600	128.700	85.800	42.900
<b>DEPRECIACIONES</b>											
		618.230	618.230	618.230	618.230	618.230	618.230	618.230	618.230	618.230	618.230
<b>Total Egresos</b>		<b>12.883.372</b>	<b>12.121.421</b>	<b>11.258.803</b>	<b>10.281.425</b>	<b>9.173.220</b>	<b>7.915.872</b>	<b>7.872.972</b>	<b>7.830.072</b>	<b>7.787.172</b>	<b>7.744.272</b>
Utilidades antes de Impuestos		-2.653.372	-1.891.421	-1.028.803	-51.425	1.056.780	2.314.128	2.357.028	2.399.928	2.442.828	2.485.728
Impuesto a las Ganancias		0	0	0	0	369.873	809.945	824.960	839.975	854.990	870.005
Utilidades d/Impuestos		-2.653.372	-1.891.421	-1.028.803	-51.425	686.907	1.504.183	1.532.068	1.559.953	1.587.838	1.615.723
Utilidades d/Impuestos acum.		-2.653.372	-4.544.793	-5.573.596	-5.625.021	-4.938.114	-3.433.930	-1.901.862	-341.908	1.245.930	2.861.653

**TRATAMIENTO DEL IVA DEL PROYECTO**

Conceptos	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
<b>IVA Crédito Fiscal</b>											
IVA s/Inversiones	7.633.003	0	0	24.188	24.188	24.188	24.188	24.188	24.188	24.188	24.188
IVA s/Costos de Producción		531.003	531.003	531.003	531.003	531.003	531.003	531.003	531.003	531.003	531.003
IVA s/Gastos Fijos		2.047	2.047	2.047	2.047	2.047	2.047	2.047	2.047	2.047	2.047
<b>Total Crédito Fiscal</b>	7.633.003	533.050	533.050	557.238	557.238	557.238	557.238	557.238	557.238	557.238	557.238
<b>IVA Débito Fiscal</b>											
IVA s/Ingresos por Ventas		1.943.700	1.943.700	1.943.700	1.943.700	1.943.700	1.943.700	1.943.700	1.943.700	1.943.700	1.943.700
<b>Total Débito Fiscal</b>	0	1.943.700	1.943.700	1.943.700	1.943.700	1.943.700	1.943.700	1.943.700	1.943.700	1.943.700	1.943.700
IVA al Inicio del Ejercicio	0	7.633.003	6.222.353	4.811.703	3.425.240	2.038.778	652.315	0	0	0	0
IVA del Ejercicio	7.633.003	-1.410.650	-1.410.650	-1.386.462	-1.386.462	-1.386.462	-1.386.462	-1.386.462	-1.386.462	-1.386.462	-1.386.462
Pago de IVA al Fisco	0	0	0	0	0	0	734.147	1.386.462	1.386.462	1.386.462	1.386.462
IVA al Final del Ejercicio	7.633.003	6.222.353	4.811.703	3.425.240	2.038.778	652.315	0	0	0	0	0

**FLUJO DE FONDOS**

Conceptos	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Ingresos</b>											
Crédito Bancario	38.950.000										
Ingresos por Venta		10.230.000	10.230.000	10.230.000	10.230.000	10.230.000	10.230.000	10.230.000	10.230.000	10.230.000	10.230.000
IVA de las Ventas		1.943.700	1.943.700	1.943.700	1.943.700	1.943.700	1.943.700	1.943.700	1.943.700	1.943.700	1.943.700
Recuperación Cap.Trabajo											2.230.131
Reintegro FODIN				400.000							
Valor Residual Real de Activos											25.462.500
<b>Total Ingresos</b>	38.950.000	12.173.700	12.173.700	12.573.700	12.173.700	12.173.700	12.173.700	12.173.700	12.173.700	12.173.700	39.866.331
<b>Egresos</b>											
Inversión en Equipos	6.182.302	0	0	127.304	127.304	127.304	127.304	127.304	127.304	127.304	127.304
Inversiones en construcción	33.950.000										
Inversión en certificación	41.400										
IVA s/Inversiones	7.633.003										
Capital de Trabajo (sin IVA)	2.230.131										
Terreno	1.050.000										
<b>Costos de Producción</b>											
Mano de Obra (\$/unidad)		1.448.700	1.448.700	1.448.700	1.448.700	1.448.700	1.448.700	1.448.700	1.448.700	1.448.700	1.448.700
Insumos (\$/unidad) (S/IVA)		2.794.754	2.794.754	2.794.754	2.794.754	2.794.754	2.794.754	2.794.754	2.794.754	2.794.754	2.794.754
IVA s/Costos de Producción		531.003	531.003	531.003	531.003	531.003	531.003	531.003	531.003	531.003	531.003
<b>Gastos Fijos</b>											
Mano de Obra (\$/año)		2.771.916	2.771.916	2.771.916	2.771.916	2.771.916	2.771.916	2.771.916	2.771.916	2.771.916	2.771.916
Insumos (\$/año) (S/IVA)		10.772	10.772	10.772	10.772	10.772	10.772	10.772	10.772	10.772	10.772
IVA s/Gastos Fijos		2.047	2.047	2.047	2.047	2.047	2.047	2.047	2.047	2.047	2.047
<b>Créditos</b>											
Pagos de Cuota Total		9.889.076	9.889.076	9.889.076	9.889.076	9.889.076	0	0	0	0	0
<b>Impuestos</b>											
Impuesto a las Ganancias		0	0	0	0	369.873					
Pago de IVA al Fisco		0	0	0	0	0	734.147	1.386.462	1.386.462	1.386.462	1.386.462
Otros Impuestos											
<b>Total Egresos</b>	51.086.836	17.448.268	17.448.268	17.575.571	17.575.571	17.945.444	8.420.642	9.072.957	9.072.957	9.072.957	9.072.957
<b>Flujo de Caja</b>	-12.136.836	-5.274.568	-5.274.568	-5.001.871	-5.401.871	-5.771.744	3.753.058	3.100.743	3.100.743	3.100.743	30.793.373
<b>Saldo Acumulado</b>	-12.136.836	-17.411.403	-22.685.971	-27.687.843	-33.089.714	-38.861.458	-35.108.400	-32.007.658	-28.906.915	-25.806.173	4.987.200

Tasa de Descuento **20%**

TIR **2%**  
VAN **(19.596.777)**

## Alternativa 2

### DATOS GENERALES

Conceptos	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
<b>1.- INGRESOS</b>											
Precio (\$/pt) (S/IVA)		31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00
Mercado		35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%
Ventas (pt/año)		231.000	231.000	231.000	231.000	231.000	231.000	231.000	231.000	231.000	231.000
<b>2.- COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>											
Producción (pt/año)		231.000	231.000	231.000	231.000	231.000	231.000	231.000	231.000	231.000	231.000
Mano de Obra (\$/pt)		4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39
Certificación		57.000,00	57.000,00	57.000,00	57.000,00	57.000,00	57.000,00	57.000,00	57.000,00	57.000,00	57.000,00
Insumos (\$/pt) (S/IVA)		8,47	8,47	8,47	8,47	8,47	8,47	8,47	8,47	8,47	8,47
<b>3.- GASTOS FIJOS</b>											
Mano de Obra (\$/año)		2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121
Insumos (\$/año) (S/IVA)		5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
% IVA		19%									
% Impuesto a las Ganancias		35%									

### PLANILLA DE INVERSIONES

Conceptos	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
<b>1.- Inversiones con crédito de IVA</b>											
Inversión en Equipos	6.169.827	0	0	308.491	308.491	308.491	308.491	308.491	308.491	308.491	308.491
Inversión en adecuación	1.697.500										
Inversión en terreno	0										
Certificación	41.400										
<b>Total Inversiones (1)</b>	7.908.727	0	0	308.491	308.491	308.491	308.491	308.491	308.491	308.491	308.491
IVA de las Inversiones	1.502.658	0	0	58.613	58.613	58.613	58.613	58.613	58.613	58.613	58.613
<b>2.- Inversiones sin crédito de IVA</b>											
Capital de Trabajo	2.081.786	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Terreno	0										
<b>Total Inversiones (2)</b>	2.081.786	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Inversiones Totales</b>	11.493.171	0	0	367.105	367.105	367.105	367.105	367.105	367.105	367.105	367.105

### PLANILLA DE DEPRECIACIONES

Conceptos	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Depreciaciones Anuales</b>											
Inversión en Equipos		616.983	616.983	616.983	616.983	616.983	616.983	616.983	616.983	616.983	616.983
<b>Depreciación Anual Total</b>	0	616.983	616.983	616.983	616.983	616.983	616.983	616.983	616.983	616.983	616.983

### TRATAMIENTO DE CREDITO "PyMES Nación"

Tasa de interés del Crédito	18,58%
Cantidad de Cuotas	10

Conceptos	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Crédito (sistema alemán)</b>	5.000.000										
<b>Total Crédito Acumulado</b>	5.000.000										
<b>Devolución del Crédito</b>											
Capital adeudado	5.000.000	4.500.000	4.000.000	3.500.000	3.000.000	2.500.000	2.000.000	1.500.000	1.000.000	500.000	0
Cuota Total		1.429.000	1.336.100	1.243.200	1.150.300	1.057.400	964.500	871.600	778.700	685.800	592.900
Cuota de Capital		500.000	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000
Intereses		929.000	836.100	743.200	650.300	557.400	464.500	371.600	278.700	185.800	92.900

**ESTADO DE RESULTADOS**

Conceptos	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
<b>INGRESOS</b>											
Ingresos por Venta (sin IVA)		7.161.000	7.161.000	7.161.000	7.161.000	7.161.000	7.161.000	7.161.000	7.161.000	7.161.000	7.161.000
<b>Total Ingresos</b>		<b>7.161.000</b>	<b>7.161.000</b>	<b>7.161.000</b>	<b>7.161.000</b>	<b>7.161.000</b>	<b>7.161.000</b>	<b>7.161.000</b>	<b>7.161.000</b>	<b>7.161.000</b>	<b>7.161.000</b>
<b>COSTOS</b>											
<b>COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>											
Mano de Obra (\$/m3)		1.014.090	1.014.090	1.014.090	1.014.090	1.014.090	1.014.090	1.014.090	1.014.090	1.014.090	1.014.090
Insumos (\$/m3) (S/IVA)		1.956.327	1.956.327	1.956.327	1.956.327	1.956.327	1.956.327	1.956.327	1.956.327	1.956.327	1.956.327
<b>GASTOS FIJOS</b>											
Mano de Obra (\$/año)		2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121
Insumos (\$/año) (S/IVA)		5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Certificación		57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000
<b>INTERESES DEL CRÉDITO</b>		929.000	836.100	743.200	650.300	557.400	464.500	371.600	278.700	185.800	92.900
<b>DEPRECIACIONES</b>		616.983	616.983	616.983	616.983	616.983	616.983	616.983	616.983	616.983	616.983
<b>Total Egresos</b>		<b>6.782.521</b>	<b>6.689.621</b>	<b>6.596.721</b>	<b>6.503.821</b>	<b>6.410.921</b>	<b>6.318.021</b>	<b>6.225.121</b>	<b>6.132.221</b>	<b>6.039.321</b>	<b>5.946.421</b>
Utilidades antes de Impuestos		378.479	471.379	564.279	657.179	750.079	842.979	935.879	1.028.779	1.121.679	1.214.579
Impuesto a las Ganancias		132.468	164.983	197.498	230.013	262.528	295.043	327.558	360.073	392.588	425.103
Utilidades d/Impuestos		246.011	306.396	366.781	427.166	487.551	547.936	608.321	668.706	729.091	789.476
Utilidades d/Impuestos acum.		246.011	552.408	919.189	1.346.355	1.833.906	2.381.843	2.990.164	3.658.870	4.387.961	5.177.438

**TRATAMIENTO DEL IVA DEL PROYECTO**

Conceptos	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
<b>IVA Crédito Fiscal</b>											
IVA s/Inversiones	1.502.658	0	0	58.613	58.613	58.613	58.613	58.613	58.613	58.613	58.613
IVA s/Costos de Producción		371.702	371.702	371.702	371.702	371.702	371.702	371.702	371.702	371.702	371.702
IVA s/Gastos Fijos		950	950	950	950	950	950	950	950	950	950
<b>Total Crédito Fiscal</b>	<b>1.502.658</b>	<b>372.652</b>	<b>372.652</b>	<b>431.266</b>	<b>431.266</b>	<b>431.266</b>	<b>431.266</b>	<b>431.266</b>	<b>431.266</b>	<b>431.266</b>	<b>431.266</b>
<b>IVA Débito Fiscal</b>											
IVA s/Ingresos por Ventas		1.360.590	1.360.590	1.360.590	1.360.590	1.360.590	1.360.590	1.360.590	1.360.590	1.360.590	1.360.590
<b>Total Débito Fiscal</b>	<b>0</b>	<b>1.360.590</b>	<b>1.360.590</b>	<b>1.360.590</b>	<b>1.360.590</b>	<b>1.360.590</b>	<b>1.360.590</b>	<b>1.360.590</b>	<b>1.360.590</b>	<b>1.360.590</b>	<b>1.360.590</b>
IVA al Inicio del Ejercicio	0	1.502.658	514.720	0	0	0	0	0	0	0	0
IVA del Ejercicio	1.502.658	-987.938	-987.938	-929.324	-929.324	-929.324	-929.324	-929.324	-929.324	-929.324	-929.324
Pago de IVA al Fisco	0	0	473.217	929.324	929.324	929.324	929.324	929.324	929.324	929.324	929.324
IVA al Final del Ejercicio	1.502.658	514.720	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**FLUJO DE FONDOS**

Conceptos	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Ingresos</b>											
Crédito Bancario	5.000.000										
Ingresos por Venta		7.161.000	7.161.000	7.161.000	7.161.000	7.161.000	7.161.000	7.161.000	7.161.000	7.161.000	7.161.000
IVA de las Ventas		1.360.590	1.360.590	1.360.590	1.360.590	1.360.590	1.360.590	1.360.590	1.360.590	1.360.590	1.360.590
Recuperación Cap.Trabajo											2.081.786
Valor Residual Real de Activos											3.084.914
<b>Total Ingresos</b>	<b>5.000.000</b>	<b>8.521.590</b>	<b>8.521.590</b>	<b>8.521.590</b>	<b>8.521.590</b>	<b>8.521.590</b>	<b>8.521.590</b>	<b>8.521.590</b>	<b>8.521.590</b>	<b>8.521.590</b>	<b>13.688.289</b>
<b>Egresos</b>											
Inversión en Equipos	6.169.827	0	0	308.491	308.491	308.491	308.491	308.491	308.491	308.491	308.491
Inversiones de adecuación	1.697.500										
Certificación	41.400										
IVA s/Inversiones	1.502.658										
Capital de Trabajo (sin IVA)	2.081.786										
Terreno	0										
<b>Costos de Producción</b>											
Mano de Obra (\$/unidad)		1.014.090	1.014.090	1.014.090	1.014.090	1.014.090	1.014.090	1.014.090	1.014.090	1.014.090	1.014.090
Insumos (\$/unidad) (S/IVA)		1.956.327	1.956.327	1.956.327	1.956.327	1.956.327	1.956.327	1.956.327	1.956.327	1.956.327	1.956.327
IVA s/Costos de Producción		371.702	371.702	371.702	371.702	371.702	371.702	371.702	371.702	371.702	371.702
<b>Gastos Fijos</b>											
Mano de Obra (\$/año)		2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121
Insumos (\$/año) (S/IVA)		5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
IVA s/Gastos Fijos		950	950	950	950	950	950	950	950	950	950
<b>Créditos</b>											
Pagos de Cuota Total		1.429.000	1.336.100	1.243.200	1.150.300	1.057.400	964.500	871.600	778.700	685.800	592.900
<b>Impuestos</b>											
Impuesto a las Ganancias		132.468	164.983	197.498	230.013	262.528					
Pago de IVA al Fisco		0	473.217	929.324	929.324	929.324	929.324	929.324	929.324	929.324	929.324
Otros Impuestos											
<b>Total Egresos</b>	<b>11.493.171</b>	<b>7.113.658</b>	<b>7.526.491</b>	<b>8.230.704</b>	<b>8.170.319</b>	<b>8.109.934</b>	<b>7.754.506</b>	<b>7.661.606</b>	<b>7.568.706</b>	<b>7.475.806</b>	<b>7.382.906</b>
<b>Flujo de Caja</b>	<b>-6.493.171</b>	<b>1.407.932</b>	<b>995.099</b>	<b>290.886</b>	<b>351.271</b>	<b>411.656</b>	<b>767.084</b>	<b>859.984</b>	<b>952.884</b>	<b>1.045.784</b>	<b>6.305.383</b>
<b>Saldo Acumulado</b>	<b>-6.493.171</b>	<b>-5.085.239</b>	<b>-4.090.140</b>	<b>-3.799.254</b>	<b>-3.447.983</b>	<b>-3.036.327</b>	<b>-2.269.243</b>	<b>-1.409.260</b>	<b>-456.376</b>	<b>589.407</b>	<b>6.894.790</b>

**Tasa de Descuento** 20%

**TIR** 11%  
**VAN** (2.186.135)

# Alternativa 3

## DATOS GENERALES

Conceptos	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
<b>1.- INGRESOS</b>											
Precio (\$/pt) (S/IVA)		28,00	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00
Mercado		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Ventas (pt/año)		1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000
<b>2.- COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>											
Producción (pt/año)		1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000
Mano de Obra (\$/pt)		4,06	4,06	4,06	4,06	4,06	4,06	4,06	4,06	4,06	4,06
Certificación		57.000,00	57.000,00	57.000,00	57.000,00	57.000,00	57.000,00	57.000,00	57.000,00	57.000,00	57.000,00
Insumos (\$/pt) (S/IVA)		8,47	8,47	8,47	8,47	8,47	8,47	8,47	8,47	8,47	8,47
<b>3.- GASTOS FIJOS</b>											
Mano de Obra (\$/año)		2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121
Insumos (\$/año) (S/IVA)		5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
% IVA		19%									
% Impuesto a las Ganancias		35%									

## PLANILLA DE INVERSIONES

Conceptos	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
<b>1.- Inversiones con crédito de IVA</b>											
Inversión en Equipos	6.417.761	0	0	451.080	451.080	451.080	451.080	451.080	451.080	451.080	451.080
Inversión en nave industrial	33.950.000										
Inversión en terreno	0										
Certificación	41.400										
<b>Total Inversiones (1)</b>	40.409.161	0	0	451.080	451.080	451.080	451.080	451.080	451.080	451.080	451.080
<b>IVA de las Inversiones</b>	7.677.741	0	0	85.705	85.705	85.705	85.705	85.705	85.705	85.705	85.705
<b>2.- Inversiones sin crédito de IVA</b>											
Capital de Trabajo	3.332.032	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Terreno	1.050.000										
<b>Total Inversiones (2)</b>	4.382.032	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Inversiones Totales</b>	52.468.934	0	0	536.785	536.785	536.785	536.785	536.785	536.785	536.785	536.785

## PLANILLA DE DEPRECIACIONES

Conceptos	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Depreciaciones Anuales</b>											
Inversión en Equipos		641.776	641.776	641.776	641.776	641.776	641.776	641.776	641.776	641.776	641.776
<b>Depreciación Anual Total</b>	0	641.776	641.776	641.776	641.776	641.776	641.776	641.776	641.776	641.776	641.776

## TRATAMIENTO DE CREDITO "Mi galpón"

Tasa de interés del Crédito	14%
Cantidad de Cuotas	5

Conceptos	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Crédito</b>	33.950.000										
<b>Total Crédito Acumulado</b>	33.950.000										
<b>Devolución del Crédito (sistema francés)</b>											
Capital adeudado	33.950.000	28.813.924	22.958.796	16.283.952	8.674.628	0					
Cuota Total		9.889.076	9.889.076	9.889.076	9.889.076	9.889.076					
Cuota de Capital		5.136.076	5.855.127	6.674.845	7.609.323	8.674.628					
Intereses		4.753.000	4.033.949	3.214.232	2.279.753	1.214.448					

## TRATAMIENTO DE CREDITO "PyMES Nación"

Tasa subsidiada (10%)	8,58%
Cantidad de Cuotas	10

Conceptos	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Crédito</b>	5.000.000										
<b>Total Crédito Acumulado</b>	5.000.000										
<b>Devolución del Crédito (sistema alemán)</b>											
Capital adeudado	5.000.000	4.500.000	4.000.000	3.500.000	3.000.000	2.500.000	2.000.000	1.500.000	1.000.000	500.000	0
Cuota Total		929.000	886.100	843.200	800.300	757.400	714.500	671.600	628.700	585.800	542.900
Cuota de Capital		500.000	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000
Intereses		429.000	386.100	343.200	300.300	257.400	214.500	171.600	128.700	85.800	42.900

**ESTADO DE RESULTADOS**

Conceptos	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
<b>INGRESOS</b>											
Ingresos por Venta (sin IVA)		33.600.000	33.600.000	33.600.000	33.600.000	33.600.000	33.600.000	33.600.000	33.600.000	33.600.000	33.600.000
<b>Total Ingresos</b>		<b>33.600.000</b>	<b>33.600.000</b>	<b>33.600.000</b>	<b>33.600.000</b>	<b>33.600.000</b>	<b>33.600.000</b>	<b>33.600.000</b>	<b>33.600.000</b>	<b>33.600.000</b>	<b>33.600.000</b>
<b>COSTOS</b>											
<b>COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>											
Mano de Obra (\$/m3)		4.872.000	4.872.000	4.872.000	4.872.000	4.872.000	4.872.000	4.872.000	4.872.000	4.872.000	4.872.000
Insumos (\$/m3) (S/IVA)		10.164.000	10.164.000	10.164.000	10.164.000	10.164.000	10.164.000	10.164.000	10.164.000	10.164.000	10.164.000
<b>GASTOS FIJOS</b>											
Mano de Obra (\$/año)		2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121
Insumos (\$/año) (S/IVA)		5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Certificación		57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000
<b>INTERESES DEL CRÉDITO</b>		4.753.000	4.033.949	3.214.232	2.279.753	1.214.448	0	0	0	0	0
<b>DEPRECIACIONES</b>		641.776	641.776	641.776	641.776	641.776	641.776	641.776	641.776	641.776	641.776
<b>Total Egresos</b>		<b>22.696.897</b>	<b>21.977.846</b>	<b>21.158.129</b>	<b>20.223.650</b>	<b>19.158.345</b>	<b>17.943.897</b>	<b>17.943.897</b>	<b>17.943.897</b>	<b>17.943.897</b>	<b>17.943.897</b>
Utilidades antes de Impuestos		10.903.103	11.622.154	12.441.871	13.376.350	14.441.655	15.656.103	15.656.103	15.656.103	15.656.103	15.656.103
Impuesto a las Ganancias		<b>3.816.086</b>	<b>4.067.754</b>	<b>4.354.655</b>	<b>4.681.722</b>	<b>5.054.579</b>	<b>5.479.636</b>	<b>5.479.636</b>	<b>5.479.636</b>	<b>5.479.636</b>	<b>5.479.636</b>
Utilidades d/Impuestos		7.087.017	7.554.400	8.087.216	8.694.627	9.387.076	10.176.467	10.176.467	10.176.467	10.176.467	10.176.467
Utilidades d/Impuestos acum.		7.087.017	14.641.417	22.728.633	31.423.261	40.810.336	50.986.803	61.163.270	71.339.737	81.516.204	91.692.671

**TRATAMIENTO DEL IVA DEL PROYECTO**

Conceptos	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
<b>IVA Crédito Fiscal</b>											
IVA s/Inversiones	7.677.741	0	0	85.705	85.705	85.705	85.705	85.705	85.705	85.705	85.705
IVA s/Costos de Producción		1.931.160	1.931.160	1.931.160	1.931.160	1.931.160	1.931.160	1.931.160	1.931.160	1.931.160	1.931.160
IVA s/Gastos Fijos		950	950	950	950	950	950	950	950	950	950
<b>Total Crédito Fiscal</b>	<b>7.677.741</b>	<b>1.932.110</b>	<b>1.932.110</b>	<b>2.017.815</b>	<b>2.017.815</b>	<b>2.017.815</b>	<b>2.017.815</b>	<b>2.017.815</b>	<b>2.017.815</b>	<b>2.017.815</b>	<b>2.017.815</b>
<b>IVA Débito Fiscal</b>											
IVA s/Ingresos por Ventas		6.384.000	6.384.000	6.384.000	6.384.000	6.384.000	6.384.000	6.384.000	6.384.000	6.384.000	6.384.000
<b>Total Débito Fiscal</b>	<b>0</b>	<b>6.384.000</b>	<b>6.384.000</b>	<b>6.384.000</b>	<b>6.384.000</b>	<b>6.384.000</b>	<b>6.384.000</b>	<b>6.384.000</b>	<b>6.384.000</b>	<b>6.384.000</b>	<b>6.384.000</b>
IVA al Inicio del Ejercicio	0	7.677.741	3.225.851	0	0	0	0	0	0	0	0
IVA del Ejercicio	7.677.741	-4.451.890	-4.451.890	-4.366.185	-4.366.185	-4.366.185	-4.366.185	-4.366.185	-4.366.185	-4.366.185	-4.366.185
Pago de IVA al Fisco	0	0	<b>1.226.039</b>	<b>4.366.185</b>	<b>4.366.185</b>	<b>4.366.185</b>	<b>4.366.185</b>	<b>4.366.185</b>	<b>4.366.185</b>	<b>4.366.185</b>	<b>4.366.185</b>
IVA al Final del Ejercicio	7.677.741	3.225.851	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**FLUJO DE FONDOS**

Conceptos	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Ingresos</b>											
Crédito Bancario	38.950.000										
Ingresos por Venta		33.600.000	33.600.000	33.600.000	33.600.000	33.600.000	33.600.000	33.600.000	33.600.000	33.600.000	33.600.000
IVA de las Ventas		6.384.000	6.384.000	6.384.000	6.384.000	6.384.000	6.384.000	6.384.000	6.384.000	6.384.000	6.384.000
Reintegro FODIN				400.000							
Recuperación Cap.Trabajo											3.332.032
Valor Residual Real de Activos											25.462.500
<b>Total Ingresos</b>	<b>38.950.000</b>	<b>39.984.000</b>	<b>39.984.000</b>	<b>40.384.000</b>	<b>39.984.000</b>	<b>39.984.000</b>	<b>39.984.000</b>	<b>39.984.000</b>	<b>39.984.000</b>	<b>39.984.000</b>	<b>68.778.532</b>
<b>Egresos</b>											
Inversión en Equipos	6.417.761	0	0	451.080	451.080	451.080	451.080	451.080	451.080	451.080	451.080
Inversiones en construcción	33.950.000										
Certificación	41.400										
IVA s/Inversiones	7.677.741										
Capital de Trabajo (sin IVA)	3.332.032										
Terreno	1.050.000										
<b>Costos de Producción</b>											
Mano de Obra (\$/unidad)		4.872.000	4.872.000	4.872.000	4.872.000	4.872.000	4.872.000	4.872.000	4.872.000	4.872.000	4.872.000
Insumos (\$/unidad) (S/IVA)		10.164.000	10.164.000	10.164.000	10.164.000	10.164.000	10.164.000	10.164.000	10.164.000	10.164.000	10.164.000
IVA s/Costos de Producción		1.931.160	1.931.160	1.931.160	1.931.160	1.931.160	1.931.160	1.931.160	1.931.160	1.931.160	1.931.160
<b>Gastos Fijos</b>											
Mano de Obra (\$/año)		2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121	2.204.121
Insumos (\$/año) (S/IVA)		5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
IVA s/Gastos Fijos		950	950	950	950	950	950	950	950	950	950
<b>Créditos</b>											
Pagos de Cuota Total		10.818.076	10.775.176	10.732.276	10.689.376	10.646.476	714.500	671.600	628.700	585.800	542.900
<b>Impuestos</b>											
Impuesto a las Ganancias		3.816.086	4.067.754	4.354.655	4.681.722	5.054.579					
Pago de IVA al Fisco		0	1.226.039	4.366.185	4.366.185	4.366.185	4.366.185	4.366.185	4.366.185	4.366.185	4.366.185
Otros Impuestos											
<b>Total Egresos</b>	<b>52.468.934</b>	<b>33.811.393</b>	<b>35.246.200</b>	<b>39.081.427</b>	<b>39.365.595</b>	<b>39.695.551</b>	<b>24.708.996</b>	<b>24.666.096</b>	<b>24.623.196</b>	<b>24.580.296</b>	<b>24.537.396</b>
<b>Flujo de Caja</b>	<b>-13.518.934</b>	<b>6.172.607</b>	<b>4.737.800</b>	<b>1.302.573</b>	<b>618.405</b>	<b>288.449</b>	<b>15.275.004</b>	<b>15.317.904</b>	<b>15.360.804</b>	<b>15.403.704</b>	<b>44.241.136</b>
<b>Saldo Acumulado</b>	<b>-13.518.934</b>	<b>-7.346.327</b>	<b>-2.608.527</b>	<b>-1.305.955</b>	<b>-687.549</b>	<b>-399.100</b>	<b>14.875.904</b>	<b>30.193.808</b>	<b>45.554.612</b>	<b>60.958.317</b>	<b>105.199.453</b>

Tasa de Descuento 20%

1.239.659

5.079.860

TIR	42%
VAN	19.176.474

**DIRECCIÓN PROVINCIAL DE ENERGÍA DE CORRIENTES**

## **CUADRO TARIFARIO**

**CUADRO TARIFARIO N° 92 APROBADO POR:**

RESOLUCIÓN MOSP N° 297/17

DECRETO N° 1133/17

**CUADRO TARIFARIO N° 92-B (CON SUBSIDIO PROVINCIAL)**

**APROBADO POR:**

RESOLUCIÓN INTERVENCIÓN DPEC N° 932/17

DECRETO N° 2845/17

## CUADRO TARIFARIO

### MEDIANAS Y GRANDES DEMANDAS SERVICIOS PÚBLICOS SANITARIOS

CATEGORÍA	CÓDIGO TARIFARIO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO BÁSICO		
				CT N° 92	Subs.Prov.	CT N° 92-B
MEDIANAS DEMANDAS Potencia convenida desde 10 kW no mayor a 50 kW	2A0C	Cargo Fijo	\$/kW-Mes	190,52	56,76	133,76
		Cargo Variable Por todo el consumo	\$/KWh	1,37970	0,12446	1,25524
GRANDES DEMANDAS Potencia convenida desde 50 kW y menor a 300 kW Suministro en Baja Tensión	3A1C	Cargo Fijo Horas Pico	\$/KW-Mes	110,93	33,15	77,78
		Cargo Fijo Fuera de Pico	\$/KW-Mes	67,64	20,14	47,5
		Cargo Variable Horas Pico	\$/KWh	1,39112	0,12491	1,26621
		Horas Resto	\$/KWh	1,38285	0,12483	1,25802
		Horas Valle	\$/KWh	1,35953	0,1231	1,23643
GRANDES DEMANDAS Potencia convenida desde 300 kW Suministro en Baja Tensión	3A2C	Cargo Fijo Horas Pico	\$/KW-Mes	106,63	30,62	76,01
		Cargo Fijo Fuera de Pico	\$/KW-Mes	65,72	19,18	46,54
		Cargo Variable Horas Pico	\$/KWh	1,98587	0,2035	1,78237
		Horas Resto	\$/KWh	1,97965	0,20300	1,77665
		Horas Valle	\$/KWh	1,97321	0,20243	1,77078
GRANDES DEMANDAS Potencia convenida desde 50 kW y menor a 300 kW Suministro en Media Tensión	3B1C	Cargo Fijo Horas Pico	\$/KW-Mes	54,79	17,35	37,44
		Cargo Fijo Fuera de Pico	\$/KW-Mes	34,26	10,66	23,6
		Cargo Variable Horas Pico	\$/KWh	1,19984	0,06541	1,13443
		Horas Resto	\$/KWh	1,19212	0,06534	1,12678
		Horas Valle	\$/KWh	1,17035	0,06377	1,10658
GRANDES DEMANDAS Potencia convenida desde 300 kW Suministro en Media Tensión	3B2C	Cargo Fijo Horas Pico	\$/KW-Mes	57,69	18,8	38,89
		Cargo Fijo Fuera de Pico	\$/KW-Mes	36,43	11,74	24,69
		Cargo Variable Horas Pico	\$/KWh	1,75507	0,1381	1,61697
		Horas Resto	\$/KWh	1,74927	0,13764	1,61163
		Horas Valle	\$/KWh	1,74326	0,13713	1,60613
SERVICIOS PÚBLICOS SANITARIOS (< 10 KW en Baja Tensión)	1GUP	Cargo Fijo	\$/kW-Mes	208,08	55,46	152,62
		Cargo Variable Por todo el consumo	\$/kWh	1,37959	0,12441	1,25518

**Convenio Colectivo de Trabajo 335/75  
ESCALAS SALARIALES A PARTIR DE JUNIO/2017 HASTA MAYO/2018**

**ASERRADEROS, ENVASES Y AFINES**

CATEGORIA	VHT AL 31/05/2017	JUN/2017-OCT/2017 10%		NOV-DIC/2017		ENE-MAY/2018 12%	
OFICIAL MULTIPLE	79,86	B.	79,86	B.	87,85	B.	97,43
		S.N.R.	7,99				
		V.H.T.	87,85				
OFICIAL ESPECIALIZADO	71,68	B.	71,68	B.	78,85	B.	87,45
		S.N.R.	7,17				
		V.H.T.	78,85				
OFICIAL GENERAL	66,59	B.	66,59	B.	73,25	B.	81,24
		S.N.R.	6,66				
		V.H.T.	73,25				
OFICIAL STANDARD	64,12	B.	64,12	B.	70,53	B.	78,22
		S.N.R.	6,41				
		V.H.T.	70,53				
MEDIO OFICIAL	58,98	B.	58,98	B.	64,88	B.	71,96
		S.N.R.	5,90				
		V.H.T.	64,88				
AYUDANTE	58,08	B.	58,08	B.	63,89	B.	70,86
		S.N.R.	5,81				
		V.H.T.	63,89				
OPERARIO ACT. INDUSTRIAL	57,04	B.	57,04	B.	62,74	B.	69,58
		S.N.R.	5,70				
		V.H.T.	62,74				
MENORES 16 AÑOS	48,84	B.	48,84	B.	53,72	B.	59,58
		S.N.R.	4,88				
		V.H.T.	53,72				
MENORES 17 AÑOS	51,32	B.	51,32	B.	56,45	B.	62,61
		S.N.R.	5,13				
		V.H.T.	56,45				

*Referencias:*

*B.: Básico Hora*

*S.N.R.: Aumento Salarial No Remunerativo*

*V.H.T.: Valor Hora Total*

**SUMAS FIJAS POR UNICA VEZ**

**Octubre 2017 \$1.500,00**

**Marzo 2018 \$ 1.000,00**

**ADICIONALES**

PRESENTISMO: 22% de la liquidación de período . Se liquida y abona por quincena. (Acta Acuerdo 28/11/89). Se debe tener asistencia perfecta.

ANTIGUEDAD: 1 % por año de antigüedad.

ROPA DE TRABAJO: Dos (2) juegos de ropa de trabajo por año; uno en abril y otro en octubre. Se entrega al personal con mas de dos (2) meses de antigüedad. (art. 34 CCT 335/75)

CUOTA SINDICAL: 3% del sueldo mensual percibido (art. 21 CCT 335/75)

SEGURO COLECTIVO DE VIDA Y SEPELIO: Aporte Obrero 1,5%; Contribución Patronal 1% + 0,6%.  
TOTAL: 3,1% -Cta.900004/43 - B.N.A. - Suc.Caballito. (Arts. 32 y 32bis CCT 335/75)

# ÍNDICE DE COSTOS DEL TRANSPORTE (ICT)

Diciembre 2017



## SOBRE EL ÍNDICE

El proyecto del Índice de Costos del Transporte (ICT) surge como respuesta a la creciente incidencia que tienen los costos logísticos en la facturación de las empresas, y a la dificultad asociada que tienen los empresarios de contar con un mecanismo parcial y objetivo que les permita actualizar sus tarifas o fijarlas para nuevos destinos.

El ICT medirá la evolución del costo logístico «Córdoba» y el costo por km, de manera que los empresarios cuenten con información adecuada para la actualización de tarifas y la comparación de costos con otras provincias.

Inicialmente el alcance del ICT abarcará el transporte de carga terrestre en la provincia de Córdoba (pero será replicable a otras provincias).





## CÓMO SE CALCULA EL ÍNDICE

Los desarrolladores del ICT detectaron que las variables que impactan en el costo de transporte son innumerables. No obstante, en función del análisis de una estructura de costos típica se identificaron 4 variables que impactan en más del 80 % de los costos totales:

- **Precio del combustible**
- **Salario chofer** (fijos y variables en función de los km recorridos)
- **Amortización del equipo**
- **Precio de cubiertas**

A partir de ahí se detectó una correlación entre cada variable y los rubros de costos, verificándose la viabilidad de extrapolar el cálculo del costo total de transporte solamente midiendo la evolución mensual de cada una de dichas variables.

## INDICADORES DICIEMBRE 2017

	<u>VALOR PARA EL MES EN CURSO</u>	<u>VARIACIÓN MENSUAL</u>	<u>VARIACIÓN INTERANUAL</u>	
	\$19,05	-1,50%	21,69%	El precio del Gasoil en la Provincia se redujo levemente, luego del importante incremento observado en octubre. La baja fue del 1,5% promedio. A raíz de esto, la variación de los combustibles acumula en el último año una suba del 21,7%.
	\$13.384,00	0,00%	-1,04%	El precio de los neumáticos se mantuvo constante, luego de la suba observada en marzo. Interanualmente, acumula una baja del 1,0%.
	\$14.750,53	6,00%	22,12%	El salario de los choferes evidenció un incremento del 6,0% en noviembre, último ajuste salarial del año, en el marco de las paritarias acordadas con el sindicato. En comparación al mismo mes del año pasado, los salarios ganaron un 22,1% nominal.
	\$2.186.562,50	0,23%	14,25%	El precio del Equipo aumentó un 0,2% aproximadamente, explicado por una leve variación del tipo de cambio. Respecto a un año atrás, evidencia un incremento del 14,2%.

## COSTO TOTAL (SIN RENTABILIDAD)

VALOR PARA EL  
MES EN CURSO

\$273.496,52

VARIACIÓN  
MENSUAL

1,26%

VARIACIÓN  
INTERANUAL

16,06%

## COSTO POR KILÓMETRO (ICT)

VALOR PARA EL  
MES EN CURSO

\$21,04

VARIACIÓN  
MENSUAL

1,26%

VARIACIÓN  
INTERANUAL

16,06%

En función de las variaciones descritas previamente se evidenció un aumento mensual del indicador en octubre del 1,3%, alcanzando una suba interanual del 16,1%. De esta forma, el costo por km recorrido fue de \$21,04 para el mes de noviembre de 2017.

Para más información sobre el Índice de Costos del Transporte (ICT), por favor comuníquese con:

**Diego Travaglino**

**Director Ceolog - ICDA**

dtravaglino.ceolog@icda.ucc.edu.ar

**Carolina Puig Pujol**

**Directora ejecutiva UIC**

cpuigpujol@uic.org.ar

El **Índice de Costos del Transporte (ICT)** es un proyecto de:



**Córdoba - Argentina**

Diciembre 2017

**TARIFA DE FLETE CARRETERO**

Categoría	Jornales básicos \$/día	Jornales Reales								TOTAL	
		Básico	coef	Cargas sociales	coef	ART	coef	Bonif	coef	\$/día	\$/h
		100%	1	95%	0,95	15%	0,15	20%	0,2		
Oficial especializado	614,61	614,61		583,8795		92,1915		122,922		1413,603	176,70

**1 EQUIPO**

Camión con acoplado

Potencia 300 HP      Carga 25 tn      Recorrido anual  
 costo (s/IVA) 1.000.000 \$      Vida útil 5 años      50.000 km/año

**RENDIMIENTO** 1250000 tn.km/año

**AMORTIZACIÓN**      A= Costo del equipo / Vida útil 200000 \$/año

**INTERESES** 60000 \$/año  
 tasa anual  $i = 12\%$        $I = 1/2 \text{ Costo} * i =$

**REPARACIÓN Y REPUESTOS** 150000 \$/año

75% DE A =

**COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES** 398250 \$/año

combustibles	0,3 l/km	235500 \$/año
	15,7 \$/l	
Lubricantes	50% combustibles	117750 \$/año
Cubiertas	6000 \$/cubierta	45000 \$/año
6	40000 km/cubierta	

**2 MANO DE OBRA**

**1 OFICIAL** 424080,9 \$/año  
 8 h/día  
 25 días/mes  
 12 mes/año  
 176,70 \$/h

**VIATICOS** 0,15 \$/km 7500 \$/año

**SEGURO** 5% costo 50000 \$/año

**PATENTE** 50000 \$/año

**PEAJES** 70000 \$/año

**COSTO OPERATIVO ANUAL** 1409830,9 \$/año

**TARIFA DEL FLETE** Costo operativo/Rendimiento

**TF = 1,13 \$/tn.km**

*Cliente*

Sr: **BENITEZ MENDES RODRIGO**  
Teniente Ibañez 1540 – Corrientes.  
Tel: 0379-154706170

*Olivos, 01 de Febrero de 2018*e-mail: [rodrigo.btz@outlook.com](mailto:rodrigo.btz@outlook.com)

De nuestra mayor consideración:

Nos complace con esta responder a su pedido de oferta, transmitimos aquí descripción y cotización de su interés.

*Cotización*

### Máquina prensa hidráulica para vigas laminadas

*marca* **MARZICA***modelo* **PVL 12/2 CS***NUEVA***u\$ 116.000**

### Máquina encoladora doble faz

*marca* **MARZICA***modelo* **ED4 600***NUEVA***u\$ 7.700**

### Máquina Línea automática de ensambles conicos

*marca* **MARZICA***modelo* **LFDT 15120 B***NUEVA***u\$ 220.000**

### Máquina cepilladora / moldurera

*marca* **MARZICA***modelo* **M 418 GH***NUEVA***u\$ 31.000**

### Máquina cepilladora 2 caras

*marca* **MARZICA***modelo* **MB 204 K***NUEVA***u\$ 20.200**

### Máquina tronzadora rapida

*marca* **MARZICA***modelo* **TR 18***NUEVA***u\$ 4.960**

### Máquina fresadora de ensambles conicos

*marca* **MARZICA***modelo* **FFJ 15 M***NUEVA***u\$ 26.600**

**Máquina prensa ensambladora ensambles conicos**marca **MARZICA**modelo **PFJ 15 A**

NUEVA

**u\$s 78.000**

Nota: Las imágenes eventualmente contenidas en la oferta y facilitadas para una mejor comprensión son indicativas y no crean obligación alguna. Las funciones, medidas y especificaciones están sujetas a cambios sin previo aviso.

---

**Moneda: \$ pesos / u\$s dólares estadounidenses****Tipo de cambio oficial vendedor BANCO DE LA NACION ARGENTINA****IVA: 10.5% a liquidar en tacho (no incluido).****Flete desde nuestro deposito a cargo del comprador.****Lugar de entrega: Av Uzal 3431 - Olivos****Embalaje: Tarima - nylon.****Tiempo de entrega: A confirmar****Instalación y puesta en marcha: incluida****Viáticos del técnico a cargo del comprador.****Forma de pago; contado.****Garantía: 6 meses**Condiciones  
Comerciales

Estamos a su disposición para toda aclaración técnico-comercial y a la espera de sus gratas noticias, aprovechamos la ocasión para saludarle muy atentamente.

**MARCELO E NICASTRO**

Departamento de Ventas

**DESCRIPCION TECNICA:****PVL 12 CS**

Maquina prensa hidraulica para vigas laminadas marca **MARZICA** modelo **PVL 12 CS** de las siguientes características:

Construida en perfiles estructurales normalizados de grueso espesor,

Bases inferiores ajustables en función de grandes largos de trabajo.

**32 (treinta y dos)** cilindros hidráulicos Ø 100 mm, dotados de zapatas de hierro fundido cepillados, montados sobre soporte basculante. Intereje de **400 mm**



**DESCRIPCION TECNICA:**

**PVL 12 CS**



El sistema de alineación lateral es basculante por cilindros hidráulicos hacia arriba permitiendo el acceso a la estación de trabajo para su carga y descarga del material a elaborar. El bloqueo posee una traba mecánica accionable desde una sola palanca que mediante una barra de torsión acciona todos los puntos de bloqueo.



**32 ( treinta y dos )** cilindros hidráulicos horizontales de alineación lateral.

Central de comando hidráulico, que permite la regulación de la presión de Trabajo, mediante un presostato según los distintos espesores de las maderas. La presión superior y lateral son ajustables e independientes con válvulas de operación manual el equipo hidráulico con recupero automático asegura la presión constante del sistema.

### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS :**

Altura mínimo - máxima de carga	1.200 – 1.300 mm.
Largo máximo útil final	12.000 mm.
Ancho mínimo máximo de trabajo	50 - <b>200 mm.</b>
Largo mínimo de la pieza	800 mm

### **Sistema hidráulico prensado vertical**

Presión de trabajo específica máxima	12 Kg. / cm <sup>2</sup>
Diámetro de los cilindros	100 mm.

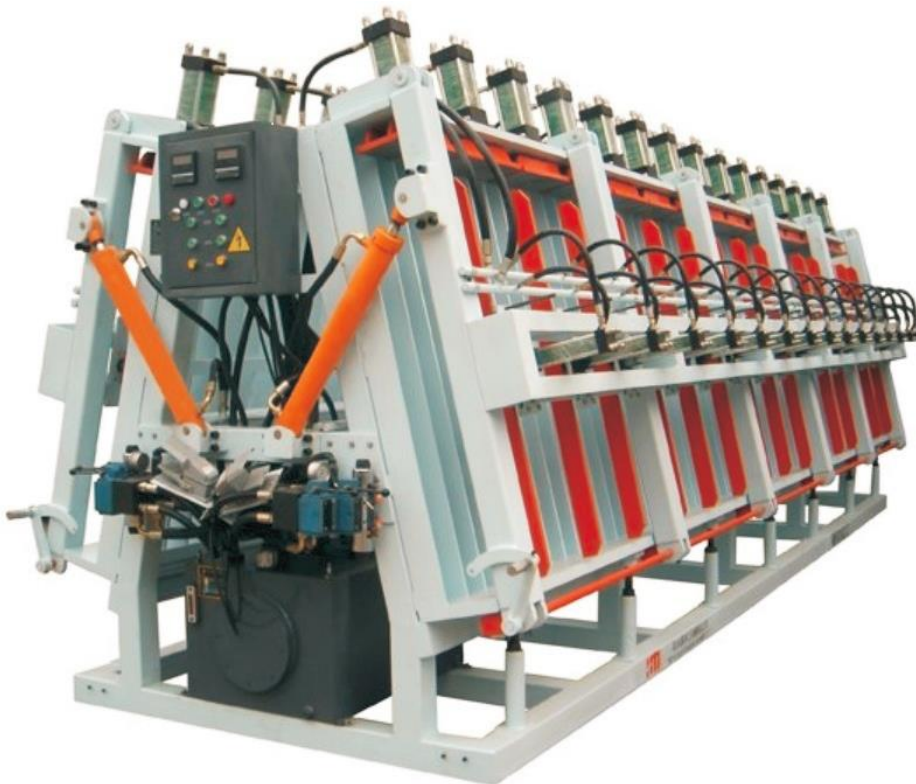
Cantidad de cilindros totales	32 Und
Carrera de los cilindros	100 mm
Potencia del motor del equipo	5,5 HP

**Sistema hidraulico prensado horizontal**

Cantidad de cilindros totales	32 und
Diámetro de los cilindros	40 mm
Carrera de los cilindros	150 mm
Blocage del sistema de prensado horizontal	Manual
Diámetro de los cilindros basculamiento superior	3 x Ø 63 mm x 500 mm

Estructura fabricada en dos piezas ensamblables, dependiendo de la medida Elegida , para facilitar el transporte.

Industria China, Nueva.

**DESCRIPCION TECNICA****PVL 12/2 CS**

MODELO PVL 12/2 CS (DOBLE) CARACTERISTICAS TECNICAS SIMILARES  
12 + 12 MTS DE PRENSA.

**DESCRIPCION TECNICA:**

**ED4 600**

Maquina encoladora doble faz marca **MARZICA** modelo **ED-4/600** de las siguientes características

- ancho útil de trabajo 600 mm.
- máxima altura entre rolos 100 mm.
- potencia de los motores acoplados 4 x 0,37 kw.
- velocidad de trabajo 22 m / min.
- diametro de los rolos engomados 156 mm.
- rodillos dosificadores de cola en acero



- bandeja de recuperación.
- Tablero electrico
- Dimensiones 1100 x 810 x 1650 mm. Peso 400 kg
- Industria China , Nuevo .

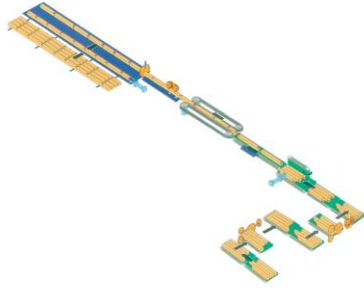
**DESCRIPCION TECNICA:**

**INSTALACION AUTOMATICA DE ENSAMBLES CONICOS FINGER JOINT  
MARCA MARZICA MODELO LFDT 15120**



**Especificaciones:**

Largo inicial de la madera min-max	150 - 900 mm
Espesor de la madera	12 – 80 mm
Ancho de la madera	30 – 150 mm
Ancho minimo – maximo paquete de entrada	430 – 500 mm
Longitud final	1050 hasta <b>12000 mm</b>
Tipo de adhesivo	PVAC
Ancho de mesa de carga	500 mm
Altura de trabajo	900 – 925 mm



## **1- Cinta transportadora con tope**

Cinta transportadora para la alimentacion a la 1º fresadora finger joint

Los paquetes de las piezas a trabajar son posicionados manualmente y alimenta todos en forma automatica a las fresadora.



### ***Datos tecnicos:***

Ancho del paquete 500 mm

Longitud mesa 900 mm

Potencia 0,37 Kw

Guia en ambos lados

Peso 150 kg

## **2- Fresadora izquierda de ensambles conicos Finger Joint**

Fresadora en ejecucion izquierda con carro movil con cinta transportadora motorizada

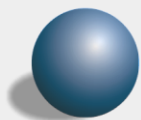
Desplazamiento sobre doble guias de recirculacion de esferas importadas.

Sujecion de las piezas por prensos vertical y horizontal con regulacion de la presion independiente.

Sistema de tope retractil automatico para la alineacion de los paquetes , incluye laser para indicar la linea de corte y facilitar su ajuste

Para astillas, alojamiento ajustable para insertar una madera en la salida del carro para evitar rompimiento de la ultima tabla del paquete a mecanizar.

Insisor superior e inferior



Triturador y Fresador



Sistema de para-astillas



Ajustes con indicadores digitales y insisor sup e inf.  
Ajuste fino con comparador.



Guías de recirculación de esferas. Grupo

### ***Datos técnicos***

Ancho del paquete

Diametro del eje porta fresa

Diametro de las herramientas

Velocidad de giro

Diametro del insisor

Velocidad de giro

Registro de alineación max

Diametro de la sierra trituradora

500 mm

50 mm x 160 mm altura.

240 mm

4300 g/min

200 mm x agujero D 75 x Z 48

5800 g/min

13 mm

250 mm x agujero D 120 x Z 48

Velocidad de giro	4650 g/min
Velocidad de corte	13-25 mts/seg
Diametro de la toma de aspiracion	250 mm
Volumen de aspiracion	5300 m3/h
Velocidad del aire	30 m/seg
Potencia del insisor + sierra	7,5 Kw
Potencia de la fresa	15 Kw
Potencia de la trasportadora de mesa	0,37 Kw
Dimensiones	2300 x 2050 x 1700 mm
Peso	2000/2050 kg

Dotacion:

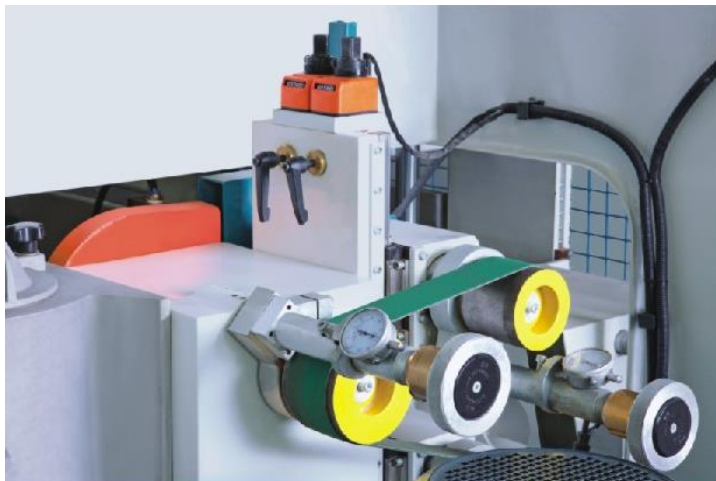
Eje porta fresa accionado por correa con tensor automatico  
Regulacion de altura del husillo porta fresa con comparador  
Sierra trituradora con ajuste para la longitud de los dientes con comparador.  
2 x sierras insisoras.  
No incluye fresa de finger.

Expulsor de paquetes despues de liberar los presores en la mesa movil para transferencia a la 2da fresadora

### **3- 2da Fresadora derecha de ensambles conicos Finger Joint + encolador**

CARACTERISTICAS TECNICAS IDEM ANTERIOR .

Peine tobera de inyección de adhesivo , altura útil 160 mm  
Paso 2,4 mm.



Unidad de encolado automatico tipo tobera/ spray detecta inicio y final del paquete de maderas en proceso.

Sistema de lavado automatico , para el mantenimiento de la unidad.

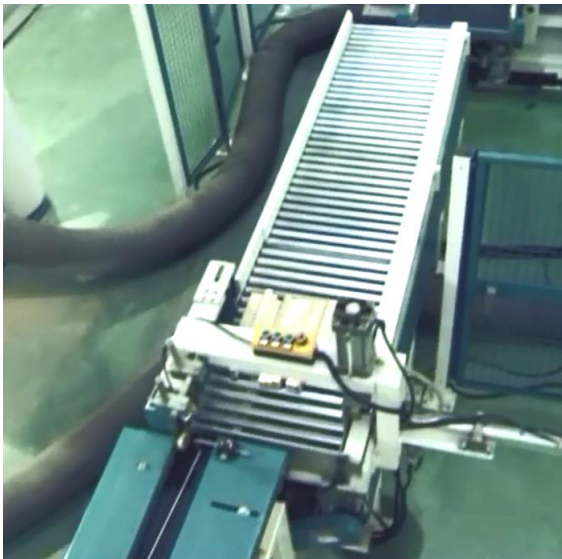
Deposito de adhesivo con registro según la viscosidad del adhesivo.

Sistema aplicación de cola por tobera neumatico. Bomba neumatica con tanque de acero inoxidable para deposito de la cola

Intervencion temporizada de accionamiento. Ejecucion manual para la limpieza del sistema

Este sistema ahorra hasta un 30% comparado con los tradicionales.

#### **4- Via de rodillos motorizados**



Los paquetes de madera fresados y encolados son transferidos desde la fresadora derecha mediante un camino de rodillos motorizados y son transportados hasta el tope de la estacion de transferencia.

Datos tecnicos:

Ancho x largo de los paquetes	500 x 900 mm
Potencia instalada	0,55 Kw
Velocidad de avance	72 m/min
Dimensiones	2480 x 750 x
1030 mm	
Peso	200 kg

#### **5- Estacion de transferencia**



El paquete alineado contra el tope es presionado lateralmente contra una cinta transportadora vertical.

El tope es regulable en funcion del espesor de la madera permitiendo solo el paso de una por vez,. La cinta transportadora vertical avanza la ultima tabla del paquete y esta tambien es guiada por un prensor superior de 2 ruedas que actua contra la via de rodillos de apoyo.

Las tablas expulsadas de la cinta vertical son giradas 90° gracias a una guia lateral derecha con plano inclinado.

Al ser volteadas por la accion de la gravedad las mismas caen sobre una cinta de transporte horizontal que alimentara la estacion de colocacion.



### **6- Estacion de colocacion por cadenas.**

Las piezas de trabajo llegan desde la unidad de transferencia antepuesta y son transportadas por una cinta de alimentacion a marcha rapida con dos cadenas laterales de ajuste a marcha sincronizada. Las cadenas de ajuste aseguran junto con la presion superior la union continua sin dislocamiento de las piezas dentadas a un tramo sin fin.

Datos tecnicos:

Longitud de la estacion	3000 mm
Potencia instalada	2,2 Kw
Ancho ajustable por un lado con elementos amortiguados por resortes.	

### **7- Avance por rodillos**



Avance con motores de rodillos lisos de transporte para mover las piezas de madera de la estacion de colocacion a la prensa de ensamble.

Las piezas son alimentadas automaticamente al avance.

Los rodillos ejercen presion neumatica sobre las tablas alimentadas y refuerzan la union entre estas.

Datos tecnicos:

Velocidad de avance	96 m/min
Potencia instalada	4,4 Kw



Vista del sistema de transferencia automatico – Pre-juntado a cadenas – y Pre-Juntado a rodillos hidr.

## 8- Prensa de ensables automatica



Estacion con pista de carga de piezas pre-juntadas



Sierra encabezadora



Desplazamiento automático de carga a prensa.



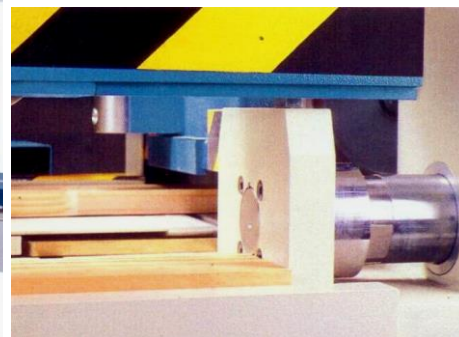
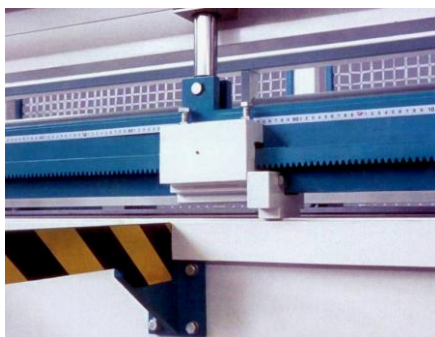
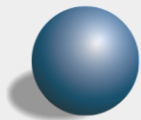
Prensado hidráulico de cabeza con contención de la madera en 4 lados.

Prensa de cabeza con expulsión a la izquierda para prensar el tramo de piezas unidas con una longitud final ajustable.

La alimentación de la prensa y el proceso de prensado se realizan simultáneamente en 2 estaciones de trabajo de forma que no hay tiempos de espera por la alimentación.

Una unidad de frenado garantiza un alto prensado previo del tramo de madera entrando.

Esta unidad es localizada en línea y posterior a la unidad de avance de rodillos lisos.



El tramo de madera alimentado es apretado por 4 lados. Después de haber terminado el proceso el tramo es expulsado lateralmente fuera de la prensa.

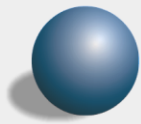
**Datos técnicos:**

Longitud de prensado	3000 a 12.000 mm
Fuerza de prensado	12 ton
Ancho de la madera min-max	30 – 160 mm
Espesor de la madera	12 – 80 mm
Diametro de la sierra	457 mm
Velocidad de la sierra	2840 mm
Potencia de la sierra	2,2 Kw
Potencia de la cinta de alimentacion	0,55 kw
Velocidad de avance	30 – 60 mts/min
Potencia de la unidad hidraulica	4 Kw
Tomas de aspiracion diametro	2 x 250 mm, 1 x 100 mm



Dotacion:

- Dispositivo regulable rebatible neumatico para accionamiento de la sierra cuando es requerido para medidas parciales
- Guías de presión vertical y horizontal accionadas neumaticamente
- Guía lateral rebatible
- Estacion de corte automatica
- Ajuste de la presión hidraulica según tabla de secciones
- Brazos de apoyo



## Sistema electrico de la instalacion



Armario electrico, con proteccion termica. Tablero de mandos, con pantalla touch screen  
PLC, programable. Tension de alimentacion 380 V 50 Hz  
Potencia total instalada 65 Kw.  
Dimensiones de la instalacion 18600 x 5100 x 1700 mm.  
Peso total 13.000 kg  
Instalacion nuevo. Industria China

## No Incluido en esta oferta:

Herramientas de corte de finger a su elecci3n.  
Transporte y seguro hasta su planta,  
Grua para la descarga y ubicaci3n de la maquinarias  
Ayudas a nuestro t3cnico  
Materiales de prueba durante la puesta en marcha  
Instalacion electrica hasta el Armario de mando  
Instalacion de aire comprimido  
Instalacion de aspiracion de polvo y virutas  
(Velocidad del aire 30 mts/seg con presi3n negativa de 12 mbar)

## DESCRIPCION TECNICA:

M 418 GH



Maquina Cepilladora / Moldurera marca **MARZICA** , modelo **M 418 GH** con alimentador de piezas cortas y mesa de entrada corta.  
Composicion de 4 Husillos



- Ancho de trabajo 20 - 180 mm
- Altura de trabajo 8 - 100 mm.
- Avance electronico de **10 a 45 m/min**
- Todos los husillos en diametro 40 mm.
- Transmisión cardànica integral, rodillos de arrastre en diametro 140 mm.

#### **Husillos generales.**

- 1° husillo , horizontal inferior, garlopa.
- potencia **5,5 hp a 8000 rpm.**
- 2° husillo, vertical derecho.
- potencia **5.5 hp a 8000 rpm.**
- 3° husillo, vertical izquierdo.
- potencia **7.5 hp a 8000 rpm.**
- 4° husillo, primer horizontal superior, cepillo.
- potencia **10 hp a 8000 rpm.**
- Potencia total instalada **34,5 HP**

#### **Sistema de avance**

Avance de regulación continua **electrónica** 10 - 45 m/min.  
Potencia 4 hp.

#### **Equipo Base de la máquina, mesas y guías**

Mesa planeadora de 0,7 m de largo (incl. guía de canto)  
Mesas al cromo duro laminado.

Alimentador a cadenas con guía con rodamientos.( ideal para piezas cortas )



Potencia del motor reductor con sistema variable electrónico de 1,1 Kw (1,5Hp)

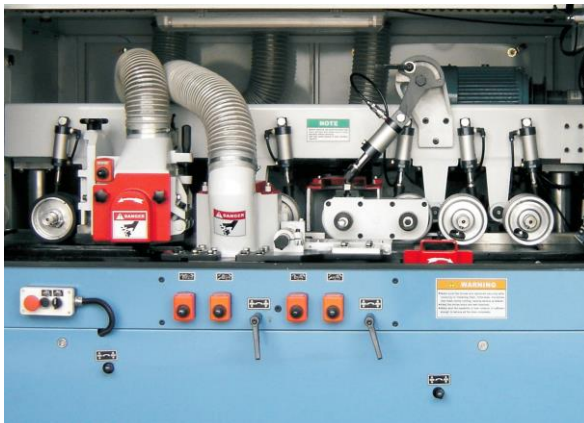


### Elementos prensores y guías

Puente prensor motorizado 1HP

Prensor lateral por rodillo en la mesa planeadora.

2 Prensos laterales delante del husillo vertical izquierdo, amortiguado con muelle y desplazándose junto con el husillo



### Manejo de la máquina

Todos los husillos, están equipados con indicadores digitales mecánicos.

Rodillos prensores superiores con movimientos neumaticos, divididos en 2 secciones de Trabajo . Bomba de lubricación manual

### Seguridad e Insonorización

La capota de seguridad (con ventana) - que puede desplazarse fácilmente hacia arriba cubre toda el área de trabajo (avance y husillos), y protege contra peligros mecánicos.

### No incluye herramientas de corte.

4 bocas de aspiración de 120 mm de diametro.

Dimensiones grales : 2930 x 1480 x 1680 mm.

Peso 2800 kg.

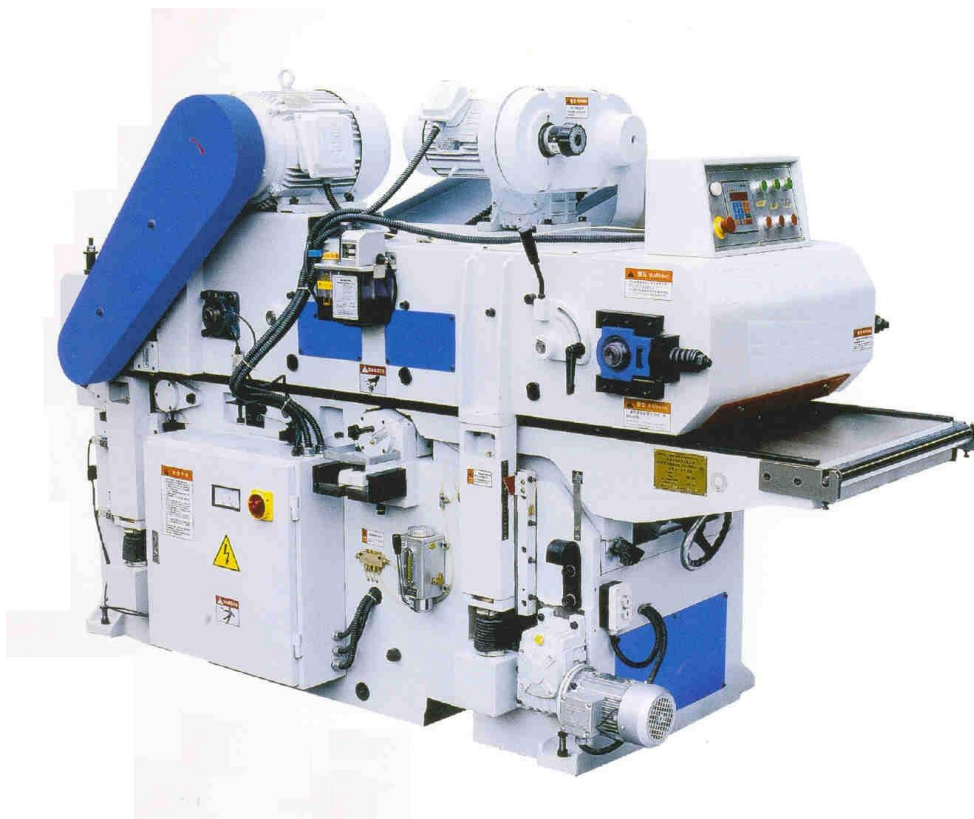
Industria china. **NUEVA**



## DESCRIPCION TECNICA:

**MB 204 K**

### MAQUINA CEPILLADORA DE 2 CARAS MARCA **MARZICA** MODELO **MB-204 K**



Para trabajos pesados ó servicio continuo.

#### **Datos Técnicos:**

- Ancho útil de trabajo	450 mm
- Espesor mínimo - máximo útil de trabajo	10-170 mm
- Largo mínimo de pieza	310 mm
- Numero de cuchillas	4
- Diámetro de los porta cuchillas	125 mm
- Velocidad del porta cuchillas	4800 g/min
- Velocidad de avance variable	5-20 m/min por inverter.
- Bocas de aspiración	2 x 150 mm
- Potencia motor superior	10 hp
- Potencia motor inferior	7.5 hp
- Potencia motor de avance	3 hp
- Potencia motor elevación	0.5 hp
- Dimensiones de la maquina	2790 x 960 x 1780 mm
- Peso neto	2.600 Kg

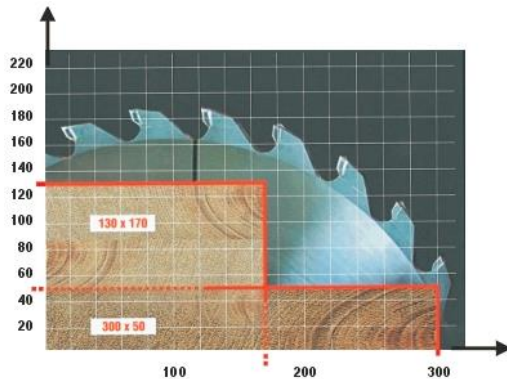
**Características:**

- Solida construcción en un bloque unico de fundición gris.
- Doble cadena para una sólida transmisión
- Mesa con tratamiento antidesgaste
- Panel de mandos con indicador digital electrónico de espesor y arranque de los motores automático estrella triangulo.
- Avance posterior: dos rodillos superiores y dos sobre la mesa delante y detrás del husillo superior. Todos traccionados para un mejor avance y facilitan el avance de piezas anchas.
- Avance de alimentación: Cadena de varios eslabones con púas para sujetar las piezas firmemente, asegurando el no movimiento con piezas cortas.
- Rodillos libres sobre la mesa de entrada.
- Central de lubricación manual.
- Sistema de extracción rápida de los muñecos para el cambio de cuchillas.
- Bomba de lubricación manual.
- Mesa de entrada regulable manualmente por volante con indicador para el desbaste inferior.
- **Nueva Industria china.**

**DESCRIPCION TECNICA:****TR 18**

1(una) Maquina tronzadora rapida marca **MARZICA** modelo **TR 18** de las siguientes características técnicas :

- Diámetro del disco de corte 450 mm ( **incluido** )
- seccion de corte maxima: 300 x 45 mm  
180 x 120 mm
- accionamiento neumático por pedalera.
- Registro de proyección de sierra y prensor para minimizar el tiempo de corte.
- motor de 7.5 hp trifásico.
- dimensiones de la mesa 690x 660 mm
- ciclos por minuto hasta 25
- boca de aspiración de 4 ”.
- filtro, regulador y lubricador de aire.
- mesas de apoyo en la entrada y salida , largo 2000 mm c/u ,  
con rodillos locos y guía de salida + dos topes de medidas.
- peso 420 kg.
- Industria China. NUEVA.



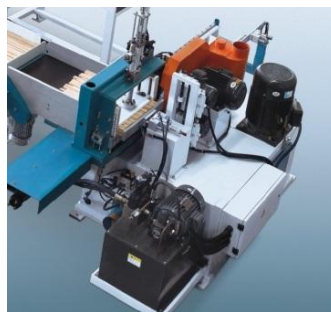
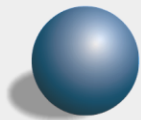
## DESCRIPCION TECNICA:

**FFJ 15M**

1(una) Fresadora de ensambles conicos “finger joint” marca **MARZICA** modelo **FFJ 15M**  
de las siguientes características:



**FFJ 15 M**



Carro movil de accionamiento hidraulico desplazando sobre guias de precision de recirculacion de bolillas. Con presores neumaticos horizontal y vertical. Guia de entrada ajustable mediante manivela.

## **MESA MOVIL CON BANDA TRANSPORTADORA/TAPETE AUTOMATICA PARA LA ALINEACION DE LAS MADERAS CONTRA EL TOPE DE ENTRADA SOPORTE PARA-ASTILLAS**

### **DESCRIPCION TECNICA:**

**FFJ 15M**

Grupo **INSISOR INFERIOR Y SUPERIOR** con herramientas  
Grupo **ENCABEZADOR TRITURADOR** con herramienta  
Grupo **FRESADOR** sin herramienta de corte

Expulsor de las maderas fresadas neumatico fuera de la linea de corte.

Ciclo automatico de trabajo. Carga /giro / descarga Manual.

- Ancho maximo del carro movil 500 mm
- Altura maxima favorable 130 mm
- Dimensiones de la mesa movil 530 x 850 mm
- Diámetro del eje porta fresa 50 mm
- Diámetro maximo de la herramienta de ensambles 160 mm .
- Diámetro maximo del encabezador - triturador 255 mm x 30 mm
- Diámetro maximo del las sierras insisoras 180 mm x 19 mm
- Velocidad del fresador 6000 rpm
- Velocidad del encabezador 2840 mm
- Velocidad de la sierra insisora 2840 rpm
- Diámetro del rodillo encolador 120 mm
- Velocidad del rodillo encolador 58 rpm
- Potencia del fresador 11 Kw (15HP)
- **No incluye la fresa de finger joint.**
- Potencia del encabezador 4 Kw ( 5,5 HP)
- Potencia del Grupo insisor 1 x 0,75 Kw ( 2 x 1 HP)
- Potencia de la unidad hidraulica 3,7 Kw (5 HP )
- potencia total instalada 19,5 Kw (26 Hp)
- bocas de aspiracion 2 x 125 mm y 1 x 100 mm
- Dimensiones 2820 x 1900 x 1250 mm
- Peso 1700 Kg.
- Industria China.

**DESCRIPCION TECNICA:**

**PFJ 15 A**



1(una) Prensa ensambladora de "finger Joint" marca **MARZICA** modelo **PFJ 15A**

**Automatica** de las siguientes características:

Ciclo AUTOMATICO desde la alimentación a la descarga

Alimentación con velocidad variable, doble motorización hidráulica.

Sistema de pre-juntado en alimentador

Largo de prensado ajustable

Características Técnicas:

Maximo largo de ensamble 15000 mm

Ancho maximo de las piezas 170 mm

Espesor maximo de las piezas 75 mm

Capacidad maxima de empuje hidraulico de cabeza 12000 kg

Potencia de la unidad hidraulica 3,7 Kw ( 5,5 HP)

Potencia de la sierra 2,2 Kw (3HP)

Velocidad de la sierra 3700 rpm

Velocidad de alimentación variable 30 a 60 mts/min

Diámetro de la sierra 355 mm

**Incluye disco de sierra en HM.**

Dimesiones 16.000 x 1760 x 1700 mm

Peso 6700 Kg.

Industria China. Nueva.

Item	DESCRIPCION	UN	Cantidad	Precio Unitario	Precio Parcial	Precio Total	% Incid.	Costos detallados por Item														
								Cemento	φ 6	φ 8	φ 10	φ 12	φ 16	φ 20	M. De Obra	Ladrillos	Bl. Ceram.	Arena	Ripio			
1	<b>Movimiento de suelos</b>																					
0.06.09	Limpieza, nivelación y replanteo	gl	1,00	1968,07	1.968,07														1107,903011			
0.06.00	Excavación de zanja a mano	m3	34,38	434,85	14.950,21														14950,20942			
0.06.01	Terraplenamiento	m3	22,69	318,52	7.227,27														7227,266806			
						24145,55	0,63															
2	<b>Fundaciones</b>																					
0.09.01	Hº de limpieza e=5 cm	m2	24,90	341,63	8.506,56			1632,94926											1379,339249		2405,90828	3066,48728
0.09.02	Hªº bases aisladas (80x80)	m3	12,48	5361,18	66.907,58			20461,0509			5099,97988								35257,90543		2411,70565	3073,87641
0.09.03	Hªº vigas de arriostramiento (20x25)	m3	6,24	8431,87	52.614,89			12276,6306			3229,78584								23332,43742		1205,85283	1536,9382
						128029,03	3,36															
3	<b>Estructura resistente</b>																					
0.12.01	Estr. De Hªº columna resist. (18x18)	m3	3,00	11825,38	35.476,13			6197,33754			2597,89522								15476,02019		579,736935	738,912598
0.12.10	Estr. De Hªº columnas resist. Galpon	m3	10,50	10758,13	112.960,34			21690,6814	6525,2417			18058,1679							54166,07066		2029,07927	2586,19409
0.12.11	Vigas filigrana Arco Galpon	m	114,00	881,07	100.441,90														25806,96979			
0.12.03	Estr. De Hªº vigas y columnas encad.	m3	17,50	10967,13	191.924,84			35577,3081			4723,831								101303,8816		3381,79879	4310,32349
0.12.12	Vigas rigidizacion Galpon	m	30,00	701,08	21.032,40														6791,30784			
0.12.13	Correas metalica Galpon	m	540,00	578,79	312.544,11				821,980494	1283,0915			4223,50953						122243,5411			
0.12.14	Cruces de San Andres 12 mm	m	360,50	509,95	183.838,01				22253,6183	14915,9387			10705,7947						81608,88254			
						958217,73	25,16															
4	<b>Aislaciones</b>																					
0.21.00	Capa aislad. De concreto e hidr.	m2	87,15	174,96	15.247,95			5715,3224											6879,454504			561,378599
						15247,95	0,40															
5	<b>Cerramientos exter. e inter.</b>																					
0.18.09	Mamposteria de ladr. Cer. 18x18x30	m2	734,78	514,22	377.836,30			11564,9008											152637,1827		190428,2667	6389,68658
						377836,30	9,92															
6	<b>Techos</b>																					
0.30.06	Losa aliv. Vigueta cerámica	m2	32,60	1324,63	43.183,09																	
0.30.02	Inclinado FºCº s/estruct. metalica	m2	684,00	961,72	657.816,24														284177,1224			
0.30.03	Inclinado HºCº s/estruct. metalica	m2	32,60	785,59	25.610,22														13544,11431			
						726609,55	19,08															
7	<b>Revoques</b>																					
0.24.01	Revoque grueso y fino interior a la cal	m2	724,10	209,66	151.816,79			8072,73713											125348,8391			5830,38215
0.24.02	Revoque grueso reforz. b/revestimiento	m2	30,64	204,26	6.258,58			884,127257											4667,595386			217,105041
0.24.00	Revoque grueso y fino exterior a la cal	m2	690,00	380,38	262.458,81			21946,4445											219780,2598			6666,97475
						420534,18	11,04															
8	<b>Solados</b>																					
0.27.00	Contrapisos de Hªº s/terreno natural	m2	660,00	282,44	186.407,28			90028,6241														30077,7773
0.27.04	Piso y zócalo cerámico esmaltado	m2	31,50	302,07	9.515,10			59,06124											4362,368107			
0.27.08	Piso Hªº fratazado e=15 cm	m2	628,50	663,09	416.750,74			208971,271											130559,4455			42963,3705
						612673,12	16,09															
9	<b>Zócalos, umbrales y antepechos</b>																					
0.28.01	Zócalo cemento alisado interior h=10 cm	ml	134,10	83,05	11.136,59			3862,46406														129,571205
0.28.02	Zócalo cemento alisado exterior h=20 cm	ml	104,00	162,29	16.878,27			6052,37886											10081,9174			200,975471
						28014,86	0,74															
10	<b>Revestimientos</b>																					
0.36.01	Revestimiento de azulejos	m2	30,64	333,89	10.230,38			57,4487744											6364,902799			
						10230,38	0,27															
11	<b>Carpintería</b>																					
0.39.10	Carpintería metalica y madera Galpon	gl	1,00	35422,82	35.422,82																	7169,517361
						35422,82	0,93															
12	<b>Desagües cloacales y pluviales</b>																					
0.57.12	Inst. sanit. PVC Des. Cloac. Galpón	gl	1,00	24792,24	24.792,24			590,99647														5949,393207
0.57.13	Inst. sanit. PVC Galpón desag. Pluviales	gl	1,00	72206,55	72.206,55														2090,327343			
						96998,79	2,55															
13	<b>Instalación agua caliente y fría</b>																					
0.48.01	Inst. sanit. Vivienda agua fría y cal. Sin conexión	gl	1,00	11840,77	11.840,77																	5145,421152
						11840,77	0,31															
14	<b>Artefactos sanitarios y grifería</b>																					
0.54.03	Inst. sanit. Galpón Artif sanit. y grifería	gl	1,00	38947,19	38.947,19																	6036,71808
						38947,19	1,02															
15	<b>Instalación eléctrica</b>																					
0.63.16	Instalac. Eléctr. Galpon Acometida	gl	1,00	20133,38	20.133,38																	9055,07712
0.63.09	Instalac. Eléctr. Galpon Caños y cajas	gl	1,00	42858,48	42.858,48														16902,81062		106,446226	
0.63.10	Instalac. Eléctr. Galpon cableado y llaves	gl	1,00	48846,49	48.846,49														5131,210368			
						111838,36	2,94															
16	<b>Vidrios</b>																					
0.78.00	Vidrios dobles transparentes	m2	1,40	472,57	661,59																	193,883027
						661,59	0,02															
17	<b>Pintura</b>																					
0.72.00	Pintura al látex	m2	1414,10	147,86	209.085,20																	97917,85301
0.72.04	En carpint. de madera	m2	4,60	117,92	542,45														305,7812311			
						209627,65	5,50															
18	<b>Varios</b>																					
0.99.07	Documentación técnica	U	1,																			

Honorarios por proyecto y dirección Técnica.....	4%	\$ 152.325,48								Cemento	\$ 455.641,73	10	\$ 45.564,17
Derechos de construcción Municipales.....	(25,40\$/m2)	\$ 16.764,00								φ 6	\$ 6.525,24	10	\$ 652,52
Aprobación de planos Consejo Profesional.....		\$ 10.229,00								φ 8	\$ 23.075,60	10	\$ 2.307,56
<b>Subtotal.....</b>		<b>\$ 3.987.455,36</b>								φ 10	\$ 31.850,52	10	\$ 3.185,05
										φ 12	\$ 42.919,96	10	\$ 4.292,00
<b>Superficie cubierta total : 660 m2</b>										φ 16	\$ 16.692,22	10	\$ 1.669,22
										φ 20	\$ 25.089,79	10	\$ 2.508,98
Gastos Generales .....	10%	\$ 380.813,69								M. De Obra	\$ 1.676.265,18	10	\$ 167.626,52
Beneficios.....	10%	\$ 380.813,69								Ladrillos	\$ 106,45	10	\$ 10,64
<b>Subtotal.....</b>		<b>\$ 4.749.082,74</b>								Bl. Ceram.	\$ 190.428,27	10	\$ 19.042,83
										Arena	\$ 32.010,16	10	\$ 3.201,02
Impuesto Activ. Economicas.....	3%	\$ 142.472,48								Ripio	\$ 88.353,88	10	\$ 8.835,39
I.V.A.....	21%	\$ 997.307,37											
<b>Precio Total.....</b>		<b>\$ 5.888.862,59</b>											<b>Costo total corregido</b>
<b>Precio por m2.....</b>		<b>\$ 8.922,52</b>											<b>Costo por m2 corregido</b>
													<b>\$ 4.067.032,78</b>
													<b>\$ 6.162,17</b>