



## **CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**Asignatura: Industrias de Transformación Mecánica**

**Espacio Curricular: Obligatoria**

**Bloque: Tecnologías Aplicadas**

**Duración: Cuatrimestral**

**Carga Horaria**

**Semanal: 4 horas**

**Total: 64 horas**

**Código SIU: F0854**

**Año de pertenencia: Quinto**

**Mes de inicio: Agosto**

**Expediente: 200-612/09**

**Resolución:**

**Fecha de aprobación: 1 de diciembre de 2009**



## **PROGRAMA DE INDUSTRIAS DE TRANSFORMACIÓN MECÁNICA**

Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales  
UNLP

### **1. FUNDAMENTACIÓN**

El curso de Industrias de Transformación Mecánica está ubicado en el segundo cuatrimestre de quinto año de la carrera de Ingeniería Forestal y forma parte del eje tecnológico-industrial de la carrera junto a los cursos de Xilotecnología, Aprovechamiento Forestal e Industrias de Transformación Química, constituyendo para el Ingeniero Forestal la base de formación sobre la madera y sus potencialidades.

Los conocimientos adquiridos por el estudiante, aplicados directamente en esta asignatura se analizan principalmente en los cursos de Matemática, Física, Análisis Químico, Mecánica Aplicada, Dendrología, Xilotecnología y Fisiología Vegetal; aportando, otros cursos de los primeros años de la Carrera, informaciones puntuales.

En el primer bloque temático del curso se analizan aspectos relacionados a la industria del aserrado de la madera. Se desarrollan los principales conceptos sobre la materia prima, las zonas de extracción y la distribución de las industrias en el país. Luego se comienzan a estudiar los procesos y equipos relacionados a la primera transformación de la madera, realizando un análisis pormenorizado de la industria del aserrado.

En el segundo bloque temático del curso se desarrollan aquellos temas relacionados a las industrias de transformación mecánica de la madera. Se estudian los diferentes tipos de tableros de madera, procesos y equipos empleados en su fabricación, con sus procesos de transformación, así como las características de las materias primas empleadas, usos y aplicaciones. Asimismo, en esta parte se analizan las industrias de pisos, embalajes de madera, vigas laminadas y otros productos de ingeniería de la madera.



## 2. PROPOSITOS Y OBJETIVOS DEL CURSO

### 2.1. Propósitos

Contribuir en la formación del Ingeniero Forestal, dentro de los lineamientos del perfil establecido por la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales en el Plan 8 de Estudio, para su desempeño como promotor del desarrollo, entendido éste como un concepto amplio cuyo protagonista es el hombre considerado como un ser individual y social.

### 2.2. Objetivo General

Formar al estudiante de la Carrera de Ingeniería Forestal, en lo concerniente a la comprensión de los fenómenos relacionados con el estudio, innovación y transferencia de tecnología vinculada con la transformación mecánica de la madera.

### 2.3. Objetivos Particulares

1. Que los alumnos comprendan las características intrínsecas del material madera y sus productos derivados, en relación a otros materiales de uso en la construcción.
2. Conozcan las particularidades de los productos forestales, su fabricación, materias primas, así como sus usos y aplicaciones.
3. Comprendan los fenómenos relacionados a las mejoras tecnológicas del material madera y sus derivados, mediante la aplicación de distintas técnicas de procesamiento.
4. Desarrollen habilidades y competencias para intervenir en los procesos productivos, en su futuro profesional.

## 3. DESARROLLO PROGRAMÁTICO

### Primer Bloque Temático.

#### UNIDAD 1.

**Título.** Introducción a las industrias de transformación mecánica de la madera.

**Objetivo.** Conocer los principales aspectos de las industrias de transformación mecánica, diferenciarlas de aquellas de transformación química. Analizar los conceptos de las industrias de transformación mecánica de la madera. Caracterizar el recurso foresto industrial nativo y cultivado del país, su ubicación en relación a la distribución geográfica de las distintas industrias.

**Contenidos.** Diferenciación entre Industrias de transformación mecánica y química de la madera. Clasificación de las industrias de transformación mecánica. Características generales. Distribución en Argentina y el Mundo. Introducción a la industria del aserrado, estado actual en Argentina, en los países del MERCOSUR y en el Mundo.



## UNIDAD 2.

**Título.** Principios de organización de un aserradero.

**Objetivo.** Analizar los factores principales en la instalación de una planta de aserrado y la distribución de las actividades dentro de la misma. Caracterizar los aserraderos portátiles y permanentes.

**Contenidos.** Localización de un aserradero. Aserraderos portátiles y permanentes. Distribución de las máquinas y los equipos en planta.

## UNIDAD 3.

**Título.** Playa de trozas.

**Objetivo.** Estudiar las distintas actividades factibles de realizar dentro del sector de playa de trozas de una planta de aserrado: almacenamiento, cubicación, descortezado, clasificación, manejo y protección de la madera rolliza.

**Contenidos.** Almacenamiento de trozas. Factores que condicionan las características del almacenamiento. Tipos de almacenamiento. Inventario de trozas. Cubicación de rollizos según los métodos de Smalian, JAS, EFA y scanner. Manejo de trozas en el almacenamiento. Clasificación y protección de trozas. Superficie de almacenamiento. Descortezado. Justificación. Optimización de la operación de los descortezadores. Criterios de selección de equipos. Tipos de descortezadores. Descortezador de anillo mecánico: descripción de la máquina, principios de trabajo y de funcionamiento, cabezal descortezador, rodillos de alimentación. Productividad del descortezador.

## UNIDAD 4.

**Título.** Mecanismos: motriz, de transmisión y de avance

**Objetivo.** Estudiar los mecanismos que intervienen en un proceso de aserrado: motriz, de transmisión y de ejecución, dentro de este último analizar los sistemas de avance que se pueden encontrar dentro de un aserradero y sus funciones específicas dentro del mismo.

**Contenidos.** Componentes de las máquinas de aserrío. Mecanismo motriz, potencia del motor. Mecanismos de transmisión. Mecanismo de ejecución. Órganos de avance: rodillos, cadenas, mesas de alimentación, carros manuales y mecánicos. Cálculo de productividad en carros. Cargadores y volteadores.



## UNIDAD 5.

**Título.** Mecanismos de corte.

**Objetivo.** Conocer los distintos mecanismos de corte donde intervienen sierras, discos y fresas para transformar las trozas en madera aserrada de diferentes escuadrías y largos.

**Contenidos.** Máquinas de aserrío. Clasificación y características generales. Máquinas para aserrar trozas o principales. Máquinas desdobladoras, canteadoras y despuntadoras. Sierras sinfín. Sierras circulares. Sierras alternativas. Equipos astilladores y perfiladores.

## UNIDAD 6.

**Título.** Maquinaria y equipos anexos.

**Objetivo.** Conocer las principales máquinas y equipos que forman parte del proceso integral de transformación pero no intervienen directamente en el corte de la madera.

**Contenidos.** Astilladoras de disco y de tambor. Consideraciones para la selección de equipos. Sistemas de extracción de productos secundarios. Transporte de desechos astillables, de astillas y de aserrín. Producción y almacenamiento de chips. Sistemas de tratamiento antimancha. Mesa de clasificación de madera aserrada verde.

## UNIDAD 7.

**Título.** Sistemas de corte. Elementos de corte y su mantenimiento. Cálculo de producción. Rendimiento, eficiencia y productividad.

**Objetivo.** Estudiar las distintas formas o sistemas de corte, los elementos de corte y su mantenimiento. Profundizar en los parámetros para evaluar un proceso de aserrado: cálculo de producción, rendimiento, eficiencia y productividad.

**Contenidos.** Sistemas de corte. Conceptos básicos. Denominación de la madera aserrada según sus dimensiones. Clasificación general de los sistemas de corte. Aspectos básicos y recomendaciones sobre los sistemas de corte. Técnicas de perfilado. Proceso de trabajo en el perfilado. Elementos de corte. Diseño de los dientes. Mantenimiento de los elementos de corte. Limpieza y examen de la sierra, soldadura, aplanamiento, tensionado, torcedura. Trabado, recalado e igualado. Afilado. Discos para chipear en máquinas perfiladoras. Cálculo de producción. Evaluación de la eficiencia de conversión. Porcentaje de aprovechamiento. Factores que afectan el rendimiento de madera aserrada. Eficiencia y productividad.



## Segundo Bloque Temático.

### UNIDAD 8.

**Título.** Industrias de producción de chapas, láminas de madera y tableros compensados.

**Objetivo.** Estudiar las industrias de producción de chapas y láminas de madera y los tableros compensados fabricados a partir de las mismas.

**Contenidos.** Producción de chapas y láminas de madera. Faqueado o corte plano. Debobinado o corte rotativo. Ventajas de cada tipo de corte. Máquina faqueadora y máquina debobinadora. Características de la materia prima. Rendimientos. Secado y selección de chapas y/o láminas. Tableros compensados: diagrama de flujo. Maquinarias y equipos. Adhesivos. Características y aplicaciones.

### UNIDAD 9.

**Título.** Industrias de producción de tableros de partículas de madera.

**Objetivo.** Estudiar las industrias de producción de tableros de partículas de madera, su clasificación y los usos a que pueden ser destinados estos productos.

**Contenidos.** Tableros de partículas: introducción y definiciones. Materias primas. Rendimientos. Obtención de las partículas. Diagrama de flujo. Maquinarias y equipos. Procesos continuos y discontinuos. Clasificación de tableros: aislantes, de densidad media, semiduros, duros y extra duros; de partículas anchas no orientadas. Adhesivos. Características y aplicaciones.

### UNIDAD 10.

**Título.** Industrias de producción de tableros de fibras de madera

**Objetivo.** Estudiar las industrias de producción de tableros de fibras de madera, por procesos en seco y en húmedo, los distintos productos y sus usos.

**Contenidos.** Tableros de fibras de madera: introducción y definiciones. Materias primas. Rendimientos. Obtención de las fibras. Procesos en húmedo y en seco. Tipos de tableros: aislantes, de mediana densidad o MDF (*Medium Density Fiberboard*), duros o *hardboard*. Adhesivos. Características y aplicaciones.

### UNIDAD 11.

**Título.** Producción de madera saneada. Fabricación de vigas laminadas.

**Objetivo.** Estudiar la producción de madera saneada y analizar la industria de fabricación de vigas laminadas.

**Contenidos.** Sistema de producción de madera saneada. Selección de la materia prima. Identificación de nudos. Sistema de unión *finger joint*. Encolado y prensado. Terminación. Vigas multilaminadas: definición. Tipos de vigas. Requisitos de la materia prima, especies empleadas. Procesos de fabricación.



Maquinarias y equipos. Adhesivos. Ventajas del multilaminado respecto a la madera maciza. Mercados.

#### **UNIDAD 12.**

**Título.** Industrias de producción de tableros enchapados, de listones y placa de carpintero.

**Objetivo.** Estudiar las industrias de producción de tableros enchapados, de listones y placa de carpintero.

**Contenidos.** Producción de tableros de listones de madera y enchapados. Placa de carpintero. Diagramas de flujo. Materia prima. Productos. Usos.

#### **UNIDAD 13.**

**Título.** Industrias de producción de pisos de madera.

**Objetivo.** Estudiar la industria de producción de pisos de madera: diferentes tipos, materia prima para su fabricación, formas de colocación y terminaciones.

**Contenidos.** Producción de pisos de madera: Introducción y estado actual. Tipos de pisos de madera. Parquet. Entablonado. Tarugado. Pisos flotantes. Características de la materia prima y del piso elaborado. Diagrama de flujo en la producción de pisos. Colocación y terminaciones.

#### **UNIDAD 14.**

**Título.** Industrias de producción de embalajes de madera.

**Objetivo.** Estudiar aquellas industrias relacionadas con la producción de embalajes de madera de diferentes tipos, que se utilizan para almacenar y transportar distintas mercaderías.

**Contenidos.** Embalajes de madera: introducción y consideraciones generales. Evolución y situación actual de los mercados. Caracterización de la materia prima forestal. Alternativas tecnológicas de industrialización. Tipos de embalajes. Máquinas y procesos de fabricación. Normalización.

#### **UNIDAD 15.**

**Título.** Industrias de producción de tableros OSB, LVL, PSL y HDF. Producción de vigas de materiales compuestos.

**Objetivo.** Analizar las industrias de producción de tableros OSB (de partículas anchas orientadas), LVL (de madera laminada enchapada), PSL (de virutas de madera orientadas), HDF (de fibras de madera duros) y la producción de vigas de materiales compuestos.

**Contenidos.** Producción de tableros OSB (*Oriented Strand Board*) o tableros de partículas anchas orientadas. Tableros LVL (*Laminated Veneer Lumber*) o tableros de madera laminada enchapada. Tableros PSL (*Parallam Strand Lumber*) o tableros de virutas de madera paralelas. Tableros HDF (*High Density Fiberboard*) o tableros de fibra de alta densidad producidos mediante desfibrado en seco. Producción de vigas de materiales compuestos. Vigas T y doble T fabricadas a partir de LVL o en combinación con OSB.



#### 4. Bibliografía

##### Primera Parte.

- Brown, N. C. & Bethell, J. 1983. La industria maderera. Ed. Limusa. México
- Fronius, Karl. 1990. Técnicas de Aserrado. Instituto para Tecnología de la Madera y Productos Sintéticos. Rosenheim, Alemania. Curso dictado para alumnos de la Universidad del Bio Bio, Concepción, Chile.
- Instituto Forestal. 1989. Principios de Organización y Operación del Aserradero. Corporación de fomento a la producción. Concepción, Chile.
- Instituto Forestal. 1990. Manual de cálculo de construcciones en madera. Corporación de fomento a la producción. Aplicaciones. Vol 2. Santiago de Chile.
- Instituto Forestal. 1989. Uniones en la madera estructural, clavos y tirafondos. Corporación de fomento a la producción. Informe técnico N° 120, Santiago de Chile.
- Tuset, R. & Durán, F. 1979. Manual de maderas comerciales, equipos y procesos de utilización (aserrado, secado, preservación, descortezado, partículas). Ed. Hemisferio Sur. Montevideo. Uruguay.

##### Segunda Parte.

- AITIM, España, Revistas varias.
- Andía I., M. Otaño & G. Keil. (1996). "Alternativas de Industrialización de madera de álamo". CFI. Buenos Aires. 120 pag.
- De Cristóforo N. (2008). "Madera Laminada". Material didáctico. Impreso y en página web. La Plata, 15 pag.
- García Estéban L., Guideo Casjassus A., Peraza Oramas, C. & Palacios de Palacios P. (2004). "La Madera y su Tecnología". Ed. Mundi prensa. Fundación Conde Valle de Salazar. AITIM. Madrid. 253 pag.
- INFOR, Chile, Informes Técnicos varios.
- Keil G. & E. Spavento. (2009). "Industria de Tableros de Partículas de Madera". Material didáctico. Impreso y en página web. La Plata, 29 pag.
- Keil G. & E. Spavento. (2009). "Industria de Tableros de Fibras de Madera". Material didáctico. Impreso y en página web. La Plata, 24 pag.
- Keil G. & E. Spavento. (2009). "Industria de Tableros Alistonados". Material didáctico. Impreso y en página web. La Plata, 20 pag.
- Keil G. & E. Spavento. (2009). "Industria de Embalajes de Madera". Material didáctico. Impreso y en página web. La Plata, 21 pag.
- MASISA, folletos de divulgación.
- Otaño M. (2006). "Tableros Compensados y enchapados". Material didáctico. Impreso y en página web. La Plata, 13 pag.
- RITIM. (2003). "Vigas Laminadas". Buenos Aires, 85 pag.
- Spavento & M. Otaño. (2002). "Pisos de Madera". Material didáctico. Impreso y en página web. La Plata, 15 pag.





Nota: La bibliografía explicitada se encuentra en la Biblioteca y en las oficinas del curso de Industrias de Transformación Mecánica, ubicada en el edificio de Bosques. El material didáctico se encuentra en el aula virtual de la página web y en el Centro de Estudiantes como material impreso, de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP.

## 5. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

Las unidades se desarrollarán en una clase teórico-práctica semanal con una duración de 4 horas cada clase, durante 16 semanas, completando las 64 horas del curso.

Al inicio de las clases se realizará una breve introducción teórica del tema a desarrollar y luego una actividad práctica enfocada a la resolución de problemas, mediciones específicas de algunas variables en estudio, observación y análisis de los distintos productos forestales, catálogos de máquinas y equipos, lectura y discusión de bibliografía.

Al final de cada bloque temático se hará una síntesis del mismo, haciendo hincapié en los puntos más sobresalientes y en la interrelación con los temas vistos.

Para determinados puntos se realizará una actividad individual y/o grupal que tienda a relacionar algunos temas en conjunto.

Las actividades grupales se desarrollarán dentro del cronograma propuesto para las 16 horas de "interacción con el medio productivo". Las mismas consistirán en la discusión de temáticas de actualidad, resolución de problemas y análisis de las realidades en el medio productivo, observadas durante los viajes de estudio.

## 6. ACTIVIDADES

Se realizarán viajes de estudio con el objetivo de complementar aspectos de índole práctica para analizar a escala industrial los procesos de aserrado, de fabricación de tableros, pisos y envases de madera.

Se organizarán charlas con Profesionales de organismos públicos y de empresas privadas para desarrollar distintos temas de sus especialidades.

Asimismo se mantendrá una estrecha relación con empresas privadas de fabricación de productos de maderas y empresas mayoristas y minoristas que abastecen de madera y sus productos al mercado.

La composición de la carga horaria total en las distintas actividades especificadas en la siguiente tabla:



<b>CARGA HORARIA TOTAL EN RELACION A LA CARGA HORARIA DEL CURSO (64 horas)</b>				
Tipo de actividad <sup>1</sup>	Lugar donde se llevan a cabo			
	Aula	Laboratorio/ gabinete de computación	Campo	Interacción con el medio productivo
Desarrollo teórico de contenidos	20			
Experimentales <sup>2</sup>		4		3
Resolución de problemas	10	4		3
Proyectos <sup>3</sup>				
Práctica de intervención profesional <sup>4</sup>	10			10
<b>Sumatoria</b>	<b>40</b>	<b>8</b>		<b>16</b>

1- Completar lo que corresponda, según las características y modalidades de la asignatura.

2- Incluye a las prácticas que se realizan de acuerdo a un diseño experimental.

3- Se refiere al diseño y/o ejecución de proyectos.

4- Contempla el desarrollo de planes de acción orientados a la resolución de problemas vinculados al medio productivo.

## 7. RECURSOS DIDÁCTICOS

Se contará con material específico para cada trabajo práctico: material bibliográfico, informático, de audio, video y muestras de los distintos productos estudiados.

En el área de Industrias de Transformación mecánica se cuenta con un Laboratorio para la determinación de propiedades físico-mecánicas y de evaluación de la calidad de madera aserrada. Además se trabaja en relación con otras Unidades Académicas, técnicas y/o científicas como la Facultad de Ingeniería (UNLP), el LEMIT y el INTI Madera & Muebles, para la realización de prácticas y la utilización de los equipos para el control de calidad de distintos productos fabricados con madera.

En cuanto a los recursos humanos, el Departamento de Ingeniería Agrícola y Forestal cuenta en el área de Industrias de Transformación Mecánica con Profesionales en distinto grado de formación Académica y/o Científica (2 Profesores adjuntos y 2 Ayudantes diplomados). También se está trabajando en investigación y extensión junto a Profesionales con formación en las Disciplinas de Ingeniería Forestal y Biología, de la Universidad Nacional de La Plata, de la Universidad Nacional del Comahue, de la Universidad Nacional de la Patagonia y de empresas de la actividad privada.



## **8. EVALUACIÓN**

El seguimiento de los alumnos se realizará en forma permanente y continua en cada teórico-práctico. Se corregirán informes técnicos individuales por clase de las actividades desarrolladas y de cada visita de estudio realizada, con el objetivo de que la devolución con correcciones aporten a la formación continua del alumno.

La aprobación del curso requerirá de la aprobación de dos (2) exámenes parciales escritos, donde el personal docente evaluará al alumno individualmente, con el objetivo de relacionar todos los conceptos desarrollados durante el tramo del curso evaluado.

El primer parcial abarcará los contenidos de la primera parte. El segundo parcial abarcará los contenidos de la segunda parte.

Se implementarán clases de consulta y tutorías para los alumnos que requieran de instancias previas a las evaluaciones parciales.

La nota final surgirá del promediar las notas de los dos exámenes parciales.

Aquellos alumnos que no promocionen la materia bajo la modalidad sin examen final, serán evaluados en un examen final (evaluación de contenidos) con las características de aquellas evaluaciones finales tradicionales de la Carrera de Ingeniería Forestal.

## **9. SISTEMA DE PROMOCIÓN**

El sistema de promoción adoptado será "Promoción como alumno regular sin examen final" (Res. C. A. N° 287, art. 2°, inc. a), donde el alumno deberá alcanzar un 80% de asistencia a las clases teórico prácticas y aprobar cada uno de los dos parciales con un mínimo de 7 en un puntaje ideal de 10 (Res. C. A. N° 287, art. 3°).

Para los alumnos que no cumplan con la condición especificada en el punto anterior se seguirá el "Régimen de promoción como alumno regular con examen final" (Res. C. A. N° 287, art. 2°, inc. a), siempre que alcance un 60% de asistencia a las clases teórico prácticas y apruebe cada uno de los dos parciales con un mínimo de 4 en un puntaje ideal de 10 (Res. C. A. N° 287, art. 5°).

## **10. EVALUACIÓN DEL CURSO**

Al final de curso se realizará la evaluación, solicitando la opinión anónima de los alumnos a través de un cuestionario tipo, administrado de acuerdo a las pautas establecidas por el CA.

Por otro lado se solicitará la opinión de los docentes del curso en dos etapas (como mínimo), una a mediados del curso y otra al final de mismo. La primera, para detectar falencias y poder solucionarlas durante el desarrollo del curso. La segunda para analizarla en conjunto con la opinión de los alumnos a fin de plantear mejoras para los cursos posteriores.

## **11. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**



SEMANA CLASE	HORARIO	CONTENIDOS PREVISTOS
1	8-12hr	Industrias: clasificación y definiciones. Situación actual en Argentina
2	8-12hr	Principios de Organización de un Aserradero. Aserradero Portátil
3	8-12hr	Aserradero Permanente: Playa de trozas
4	8-12hr	Clasificación de Sierras. Descripción de Sierras
5	8-12hr	Descripción de Sierras. Sistemas de Corte
6	8-12hr	Mecanismos Complementarios para Aserrar
7	8-12hr	Aserrado de raleos. Productividad. Eficiencia. Rendimiento
8	8-12hr	Viaje de Estudios a Planta de Aserrado
<b>9</b>	<b>8-12hr</b>	<b>Primer Parcial Industria de Aserrado</b>
10	8-12hr	Clasificación de Productos de Madera. Chapas, láminas y tableros compensados
11	8-12hr	Tableros de partículas. Tableros de fibras
12	8-12hr	Productos de madera maciza encolada. Vigas laminadas
13	8-12hr	Pisos de madera
14	8-12hr	Embalajes de madera
15	8-12hr	Viaje de Estudios a Fábrica de Embalajes, Tableros y Pisos de madera
<b>16</b>	<b>8-12hr</b>	<b>Segundo Parcial Otras Industrias Mecánicas</b>

Nota: cada clase tendrá una duración de 4 horas, se dictarán 4 horas semanales durante 16 semanas para totalizar 64 horas previstas en el Plan de Estudios.