

PLANIFICACIÓN DE CÁTEDRA

AÑO 2021 (modalidad virtual)

1. IDENTIFICACIÓN

1.1. Asignatura: Propiedades Físicas y Mecánicas de la Madera

Carácter: Obligatorio

Ciclo: Profesional

1.2. Carrera: Ingeniería en industrias Forestales

1.3. Plan de estudio: 1996

1.4. Año y semestre: Tercer año - Segundo semestre

1.5. Régimen: Cuatrimestral

1.6. Carga horaria: Semanal 8 horas N° de semanas: 15

1.7. Sistema de aprobación: Examen Final

1.8. Correlativas anteriores: Estática, Resistencia de Materiales y Obras Civiles

1.9. Correlativas posteriores:

- Elementos de Máquinas y Máquinas para trabajar la Madera.
- Secado de la Madera.
- Industrias Mecánicas de la Madera.
- Protección de la Madera.

2. EQUIPO CÁTEDRA

Apellido y nombres	Cargo y Dedicación	Responsable o colaborador
Pan, Estela Margarita	Profesora Titular DE	Responsable
Medina, Juan Carlos	Profesor Adjunto DE	Colaborador
Ruiz, Pascual Agustín	Profesor Adjunto DE	Colaborador
Umlandt, Maximiliano	Ayudante de Primera DE	Colaborador

3. OBJETIVOS GENERALES

Determinar las relaciones entre la estructura de la madera y sus propiedades tecnológicas; estudios que posteriormente serán la base para posibles aplicaciones técnicas e industriales, como asimismo los tratamientos más apropiados a brindar a las maderas, con la finalidad de lograr un mejor aprovechamiento de muchas especies forestales.

4. CONTENIDOS

4.1. Sintetizar los contenidos incluidos en el programa analítico

Principios generales

Que el alumno adquiera conocimientos fundamentales para el estudio de la madera, y su relación con las propiedades físicas y mecánicas.

Propiedades físicas de la madera

Que el estudiante conozca las principales propiedades físicas de la madera; y aprenda las técnicas para determinar estas propiedades, y su relación con las posibilidades de uso.

Propiedades mecánicas de la madera

Que el estudiante conozca los conceptos básicos de las propiedades mecánicas de la madera, y adquiera los conocimientos sobre el uso adecuado de las maderas en base a estas propiedades.

4.2. PROGRAMA ANALITICO

Tema I: Principios generales

Subtema 1: Ubicación de la asignatura en el aspecto global de la Ingeniería en Industrias Forestales. Grupos de estudio en que se divide la asignatura. Objetivos del estudio de las propiedades físico- mecánicas de la madera. La madera, generalidades, definiciones, características singulares. Planos anatómicos de corte.

Subtema 2: Fundamentos de la constitución de la madera: características anatómicas, características químicas y características físico – mecánicas. Metodología o Normas para la determinación de las propiedades físico-mecánicas de la madera. Toma de muestras. Principales propiedades Físicas y Mecánicas de la madera: Peso Específico, Humedad, Contracción e Hinchamiento, Propiedades Térmicas, Acústicas y Eléctricas, Compresión, Tracción, Flexión, Dureza, Corte o Cizallaje.

Tema II: Propiedades físicas de la madera

Subtema 3: Clasificación de las propiedades de la madera, concepto de las propiedades físicas de la madera. Humedad. Concepto. Higroscopicidad. Concepto. Cálculo del grado de humedad. Expresiones del Contenido de Humedad. Humedad sobre Peso Seco,

Humedad sobre Peso Húmedo. Relación de humedades. Determinación de la humedad y principios en que se basa (método por diferencia de pesadas, método por destilación o extracción, métodos eléctricos o con xilohigrómetro, ventajas y errores). Norma IRAM 9532.

Subtema 4: Estados del agua en la madera: Agua Libre o Capilar, Agua Higroscópica o Ligada, Agua de Constitución. Condiciones de la madera según su contenido de humedad. Definiciones de los diferentes estados de la madera según su contenido de humedad. Madera en el Punto de Saturación de las Fibras. Madera en el Máximo Contenido de Humedad. Humedad de Equilibrio. Humedad en uso. Humedad relativa del aire. Gradiente de Humedad en la Madera. Efectos del contenido de humedad en el Peso Específico

Subtema 5: Peso Específico, Densidad y Gravedad Específica: Conceptos. Peso Específico Real. Peso Específico Aparente. Peso Seco Volumétrico. Determinación del Peso Específico Aparente. Normas IRAM 9544. Medición del peso. Determinación del volumen: por estereometría y por desplazamiento de fluidos. Porosidad o volumen de espacios vacíos en la madera. Máximo Contenido de Humedad. Relación entre el Peso Específico Aparente y la humedad de la madera. Factores que influyen en la variación del Peso Específico de la madera. Peso específico aparente de las maderas argentinas

Subtema 6: Sorción en la madera. Conceptos. Isotermas de sorción, Formas de unión del agua en la madera: sorción molecular o química, Adsorción BET. Condensación Capilar. Teorías sobre la Sorción Lagmuir, Adsorción BET y Condensación Capilar Kelvin y Thompson. Punto de Saturación de las Fibras.

Subtema 7: Histéresis de Sorción. Isotermas de Sorción – Desorción. Dependencia de la Isotherma con la madera. Efecto de la Temperatura y de la forma de calentamiento sobre la Histéresis. Teoría de la Histéresis de Sorción.

Subtema 8: Hinchamiento y contracción de la madera. Conceptos Básicos en la relación madera - agua. Definiciones de Hinchamiento y Contracción. Hinchamiento y Contracción Máxima. Relación entre el Hinchamiento y la Contracción Volumétrica Máxima. Hinchamiento y Contracción Lineal. Fundamentos del movimiento de la humedad de la madera por arriba y debajo del punto de saturación de las fibras.

Subtema 9: Anisotropía del Hinchamiento y la Contracción. Causas de la Anisotropía. Efecto de la Contracción en la Calidad de la Madera. Tensiones de Crecimiento. Coeficiente de Retractabilidad o Contracción Diferencial. Hinchamiento Diferencial. Método para determinar las Contracciones Totales, Axial, Radial, Tangencial, Coeficiente de Retractabilidad y Punto de Saturación de las Fibras. Normas.

Subtema 10: Propiedades Térmicas de la Madera. Fundamentos. Dilatación de la madera por el calor. Calor específico de la Madera. Conductibilidad Térmica. Propiedades Eléctricas de la Madera. Fundamentos. La corriente eléctrica. Resistencia y Conductividad Eléctrica.

Subtema 11: Propiedades Acústicas de la madera. Generalidades. Conceptos teóricos necesarios para determinar las propiedades acústicas de la madera. Propagación del sonido en la madera. Velocidad del sonido. Aplicaciones y Trabajos de Investigación. La madera y sus aplicaciones en acústica arquitectónica: Acondicionamiento acústico y Aislación acústica.

Tema III: Propiedades mecánicas de la madera

Subtema 12: Concepto sobre propiedades mecánicas. Factores que afectan la resistencia de la madera. Influencia de la naturaleza del material. Influencia de las condiciones de ensayo. Comportamiento elástico de la madera. Elasticidad. Ley de Hooke. Diagramas. Límite de elasticidad. Carga de rotura. Tensión y deformaciones.

Subtema 13: Resistencia a la compresión paralela de las fibras. Concepto. Esbeltez. Compresión de las piezas cortas. Norma IRAM 9541. Compresión de las piezas largas: conceptos. Resistencia a la tracción paralela a las fibras. Conceptos. Norma para la determinación de la resistencia a la tracción. Resistencia al corte o Cizallaje paralelo a las fibras. Conceptos. Determinación del esfuerzo. Norma IRAM 9596. Valores en maderas.

Subtema 14: Resistencia a la Flexión Estática. Concepto. Determinación de la Flexión Estática en la Madera, Norma IRAM 9542. Ecuación de Equilibrio de la Flexión Estática. Valores de Flexión Estática de Maderas Argentinas. Trabajo total de deformación. Factores que afectan la Resistencia a la Flexión Estática.

Subtema 15: Resistencia a la Flexión Dinámica en la Madera. Concepto. Determinación de la Flexión Dinámica. Norma IRAN 9546. Valores de Flexión Dinámica en Maderas. Tensiones admisibles de la madera. Conceptos generales. Coeficiente de seguridad.

Bibliografía

AFUR, R.- 1996 - Paneles a base de madera (texto guía), Instituto de Tecnología de la Madera, UNSE, Santiago del Estero.

ALVAREZ NOVEZ. 1997. Secado de la madera. (*Pino insignis*) del País Vasco. INIA. Centro Técnico de la Madera del País Vasco (ZTB) 30 pp.

BOSSHARD, H.- 1974 - Holzkunde, Band 2, Bassel und Stuttgart.

CHRISTEN and Skarr - 1972 - Water in wood - Syracuse, New York.

- CORONEL, E. 1994. Fundamentos de las propiedades físicas de la madera. Editorial El Liberal, Santiago del Estero, Argentina.
- CORONEL, E. 1996. Fundamentos de las propiedades mecánicas de la madera. Editorial El Liberal, Santiago del Estero, Argentina.
- FAO- 1986- Tableros contrachapados y otros paneles a base de madera - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma.
- FROMENT, G. 1954- Maderas en la construcción - Editorial Levi, Buenos Aires.
- GALANTE, J. 1982- Tecnología de la madera- Librería y Editorial Niger S. R. L., Buenos Aires.
- IRAM. Normas Nº 9.502; 9.532; 9.544; 9.543. Instituto Argentina de Racionalización de Materiales (Catálogo de Normas IRAM). Buenos Aires.
- KOLLMANN, F.- 1959. Tecnología de la madera y sus aplicaciones- Tomo I. Instituto Forestal de Investigaciones y experiencias y Servicios de la Madera, Madrid - España.
- KOLLMANN, F. 1982. Technologie des Holzes und Holzwerkstoffe- Zweite Auflage / Erster Band - Springer - Verlag Berlin, Hidelberg, New York.
- KOLLMANN, F.; Cote, W.- 1968- Principales of wood science and technology - Springer Verlag, New York Inc.
- LÓPEZ Zigarán, R.- 1973- Tecnología de la madera – Editorial Urueña, Tucumán / Argentina.
- MEDINA, J. C. – 2005- Apuntes de Tecnología de la Madera.- UNSE: Santiago del Estero.
- NORMAS IRAM - Referentes a madera.
- NUTSCH, W- 1992 – Tecnología de la madera y del mueble.- Editorial Reverté. Barcelona.
- PAN, E. 2009. Propiedades Tecnológicas de la Madera. Primera Parte. Primera Edición. Editorial Lucrecia. Santiago del Estero.
- PANSHIN, A. J.; HARRAR, E. S.; BAKER W. S.; PROCTOR P. B. 1959. Productos Forestales. Salvat Editoriales S.A. Barcelona.
- TORTORELLI, L – 1956 – Maderas y bosques argentinos – Editorial ACME, Buenos Aires.
- TUSET, R. y Duran, F.- 1979 – Manual de maderas comerciales, equipos y procesos de utilización. Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur S. R. L., Montevideo / Uruguay.

Programa de trabajos prácticos

T. P. N° 1

Conocimientos básicos: Norma IRAM 9502, terminología específica relacionada a las propiedades físicas y mecánicas de la madera. Estudio de los distintos planos que se distinguen en el estudio de las maderas. Norma IRAM 9533 y Norma COPANT 458: Selección y Colección de Muestras para la determinación de las Propiedades Físico-Mecánicas de la madera. Extracción y preparación de las muestras.

T. P. N° 2

Peso específico aparente de la madera: Norma IRAM 9544, preparación de las probetas, determinación del peso y el volumen de las probetas; valor del peso específico aparente, análisis y clasificación de las maderas de acuerdo a su peso específico; problemas de aplicación.

T. P. N° 3

- a) Humedad de la madera: Norma IRAM 9532, preparación de las probetas, determinación de la humedad por método de secado en estufa; problemas de aplicación.
- b) Determinación de la humedad por el método de destilación.
- c) Determinación de la humedad por el método eléctrico, empleando xilohigrómetro.

T. P. N° 4

- a) Pérdida de humedad en la madera: Norma IRAM 9543 y DIN 52184. Método de determinación de las contracciones lineales axial, radial, tangencial y volumétrica; Coeficiente de Retractabilidad y punto de saturación de las fibras (PSF).
- b) Fenómeno causado por la pérdida de humedad en las maderas: combado, curvado, abarquillado, revirado, etc.; ejercicios de aplicación.

T. P. N° 5

Resistencia a la compresión: determinación de los valores de compresión axial, Norma IRAM 9541. Compresión transversal a las fibras, determinación de la compresión transversal, Norma DIN 52192.

T. P. N° 6

Resistencia a la flexión estática: determinación de los valores de resistencia, Norma IRAM 9542; problemas de aplicación.

T. P. N° 7

Flexión dinámica de la madera: determinación de la resistencia a la flexión dinámica, Norma IRAM 9546.

5. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

Clases teóricas. Se dictarán clases teóricas con sus correspondientes trabajos prácticos, estos últimos con posterioridad a los subtemas que se hayan tratado en la teoría. Las clases teóricas y las prácticas se dictarán en aulas del ITM de la Facultad de Ciencias Forestales. Además, se prevén visitas de trabajo a centros industriales del NOA y del resto del país, cuando se cuente con partida específica de la UNSE. El dictado de las clases teóricas y prácticas se llevarán a cabo en horario a determinar.

Aula virtual. La cátedra dispone de un espacio en plataforma digital "MOODLE" de la Facultad, desde la cual los docentes ponen a disposición de los estudiantes las Guías de *Trabajos Prácticos* y de *Problemas de Aplicación*, junto con la bibliografía de carácter obligatoria y recomendada, y links con videos relacionados al área de estudio.

Clases de consultas: llevadas cabo por el ayudante de primera diplomado y el ayudante de segunda estudiantil.

Grupo de whatsapp: coordinado por el ayudante de segunda estudiantil.

Debido a la pandemia Covid no se llevarán a cabo las actividades que requieran presencialidad, como las **Clases Prácticas** y las **Evaluaciones Parciales**.

Clases prácticas. Se impartirán clases prácticas de los temas: Humedad- Densidad- Contracciones e Hinchamiento y Propiedades Mecánicas.

Evaluaciones parciales. Para evaluar el grado de comprensión de lo enseñado en las clases teóricas se realizarán dos parciales con sus respectivos recuperatorios, consistentes en el desarrollo de contenidos teóricos, resolución de problemas de aplicación y descripción de los laboratorios.

6. DISTRIBUCIÓN DE LAS CARGAS HORARIAS

La carga horaria de 6 horas semanales; distribuidas entre clases teóricas y prácticas. Esta asignatura programada para un semestre, o sea 15 semanas, útiles de seis horas de reloj semanales, que hacen un total de 90 horas presenciales de clases teóricas - practicas.

Está previsto distribuir el tiempo para las clases teóricas y prácticas del siguiente modo:

Tema I: Consideraciones generales	8 horas
Tema II: Propiedades físicas de la madera	72 horas
Tema III: Propiedades mecánicas de la madera	32 horas
TOTAL	112 horas

En el total de 112 hs. no están incluidos los trabajos prácticos los cuales son presenciales, y que se llevarán a cabo cuando las condiciones de presencialidad sean posible.

7. EVALUACIONES

7.1. Evaluaciones

Las evaluaciones se realizan tanto en las actividades teóricas como prácticas, incluyendo ésta, laboratorio y problemas de aplicación. Tanto la teoría como la práctica se avalúan de manera escrita mediante tres parciales con sus respectivos recuperatorios. En caso de no haber aprobado alguno de los tres recuperatorios, se realizará al final de la asignatura una evaluación integradora, que incluya los temas no aprobados. Los prácticos y problemas se presentarán en carpeta; la cual debe ser rendida antes del examen final.

7.2. Criterios de evaluación

El alumno deberá demostrar conocimiento de las propiedades importantes de la madera que afectan su uso posterior y su efecto sobre la rentabilidad.

8. CONDICIONES DE REGULARIDAD O DE PROMOCIONALIDAD

8.1. Condiciones de Regularidad

- Cumplir con el 80% de la asistencia a clases teóricas y prácticas.
- Haber realizado y aprobado el 100 % de los Trabajos Prácticos.
- Tener aprobados todos los parciales o sus respectivos recuperatorios, o en su defecto la evaluación integradora.
- Tener aprobada la carpeta de trabajos prácticos.

8.2. Evaluación final

La aprobación de la asignatura se obtendrá por examen oral ante tribunal examinador, sin utilización de bolillero.

9. ACTIVIDADES CURRICULARES

Las actividades curriculares consisten en clases teóricas de parte de los docentes y a la realización de trabajos prácticos en instalaciones de la Facultad, así como a la resolución de problemas tipo y de ingeniería. Se incluye un viaje de estudios a fin de que los estudiantes de la asignatura tengan una visión a escala real de las aplicaciones de los conocimientos y algunas de las industrias estudiadas.

10. INTEGRACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL

La integración vertical necesita perfeccionarse especialmente con las asignaturas del área de matemáticas, física y química. Los docentes que colaboran en el dictado de la asignatura son docentes de otras asignaturas profesionales con lo que la integración horizontal es efectiva.

Durante el viaje de estudio, que se realiza con docentes de asignaturas afines, se intercambia opiniones e ideas con todo el grupo de alumnos que participan del viaje.

Santiago del Estero, marzo de 2021.

MSc. Ing. Estela Pan

Prof. Titular

Responsable de la Asignatura