

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTIAGO DEL ESTERO

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

CARRERA:

INGENIERÍA EN INDUSTRIAS FORESTALES

ASIGNATURA:

**PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS
DE LA MADERA**

EQUIPO DOCENTE:

Ing. MSc. Estela Margarita Pan - Prof. Asoc. Ord. Exclusivo - Responsable

Dr. Ing. Juan Carlos Medina- Prof. Adjunto Ord. Exclusivo - Colaborador

Ing. Agustín Ruiz - JTP Ord. Exclusivo - Colaborador.

Santiago del Estero, 2016

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTIAGO DEL ESTERO
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
CARRERA: INGENIERÍA EN INDUSTRIAS FORESTALES
PLAN DE ESTUDIOS: 1996
ASIGNATURA: PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MADERA
AÑO ACADÉMICO: 2016

UBICACIÓN DE LA ASIGNATURA EN EL PLAN DE ESTUDIOS: 3° año - 2° semestre

CORRELATIVAS ANTERIORES Y POSTERIORES

ANTERIORES:

- Estática, Resistencia de Materiales y Obras Civiles.

POSTERIORES:

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

CARGA HORARIA SEMANAL: 8 horas, 5 horas teóricas y 3 horas prácticas.

EQUIPO DOCENTE:

PROFESOR ASOCIADO MSc. Ing. ESTELA MARGARITA PAN

JEFE DE TRABAJOS PRÁCTICOS ING. AGUSTÍN RUIZ.

AUXILIAR DE PRIMERA ING. MAXIMILIANO UMLANDT

Objetivos generales:

Que el estudiante aprenda a:

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.

CONTENIDOS

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.

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. Isothermas 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. Isothermas 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. Limite 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.

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 trasversal, 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.

PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MADERA

PROGRAMA DE EXAMEN 2012

Bolilla N° 1: Ubicación de la asignatura en el aspecto global de la Ingeniería en Industrias Forestales. Metodología o Normas para la determinación de las propiedades físico-mecánicas de la madera. Peso Específico, Densidad y Gravedad Específica: Conceptos. Peso Específico Real. Peso Específico Aparente. Peso Seco Volumétrico.

Bolilla N° 2: Grupos de estudio en que se divide la asignatura. Objetivos del estudio de las propiedades físico- mecánicas de la madera. 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. Resistencia a la Flexión Dinámica en la Madera.

Bolilla N° 3: La madera, generalidades, definiciones, características singulares. Planos anatómicos de corte. Fundamentos de la constitución de la madera: características anatómicas, características químicas y características físico – mecánicas. Resistencia a la Flexión Estática. Concepto. Determinación de la Flexión Estática en la Madera, Norma IRAM 9542. Ecuación de Equilibrio de la Flexión Estática.

Bolilla N° 4: 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. Sorción en la madera. Conceptos. Isotermas de sorción, Formas de unión del agua en la madera: sorción molecular o química, Adsorción BET. Condensación Capilar.

Bolilla N° 5: 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. 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.

Bolilla N° 6: 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. 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.

Bolilla N° 7: 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. 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.

Bolilla N° 8: 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. 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.

Bolilla N° 9: Teorías sobre la Sorción Lagmuir, Adsorción BET y Condensación Capilar Kelvin y Thompson. Punto de Saturación de las Fibras. 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.

Bolilla N° 10: Histéresis de Sorción. Isotermas de Sorción – Desorción. Dependencia de la Isoterma con la madera. Efecto de la Temperatura y de la forma de calentamiento sobre la Histéresis. Teoría de la Histéresis de Sorción. 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. Limite de elasticidad. Carga de rotura. Tensión y deformaciones.

Bolilla N° 11: 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. 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.

Bolilla N° 12: Hinchamiento y Contracción Lineal. Fundamentos del movimiento de la humedad de la madera por arriba y debajo del punto de saturación de las fibras. Anisotropía del Hinchamiento y la Contracción. Causas de la Anisotropía. Efecto de la Contracción en la Calidad de la Madera. Trabajo total de deformación. Factores que afectan la Resistencia a la Flexión Estática.

Bolilla N° 13: 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. Propiedades Térmicas de la Madera. Fundamentos. Dilatación de la madera por el calor. Calor específico de la Madera. Conductibilidad Térmica.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA Y DE CONSULTA

BOSSHARD, H. 1974. Holzkunde 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 Ester.

CORONEL, E. 1996. Fundamentos de las propiedades mecánicas de la madera. Editorial El Liberal, Santiago del Estero.

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.

KOLLMANN, F. 1959. Tecnología de las maderas 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 Holwerkstoffe. Zweite Auflage. Erster Band. Springer Berlin. Hidelberg, New York Inc.

KOLLMANN, F. 1968. Principal of Wood Science and technology. Springer Verlag. New York Inc.

LOPEZ ZIGARAN, R. 1973. Tecnología de la Madera. Editorial Urueña. Tucumán. Argentina.

NORMAS IRAM. Referente a las maderas.

NUSCH, W. 1992. Tecnología de la Madera y el Mueble. Editorial Reverté. Barcelona.

PAN, E. 2009. Propiedades Tecnológicas de la Madera. 1ra Parte. Editorial Lucrecia. Santiago del Estero. Argentina. ISBN 978-987-1375-51-6.

TINTO, J. 1978. Aporte del sector forestal a la construcción de viviendas. Folleto Técnico N° 44. Enero de 1978. 2da Ed. Instituto Forestal Nacional. Buenos Aires.

TORTORELLI, L. 1965. Madera y bosques Argentinos. Editorial ACME. Buenos Aires.

TUSET, R. y DURÁN, F. 1979. Manual de maderas comerciales, equipos y procesos de utilización. Editorial Agropecuaria Hemisferio Sud. S.R.L. Montevideo. Uruguay.

RÉGIMEN DE ENSEÑANZA

- a) Se dictarán clases teóricas con sus correspondientes trabajos prácticos, estos últimos con posterioridad a las 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.
- b) Condiciones para obtener la regularidad: El alumno deberá cumplir con 80 % de las clases teóricas y prácticas para considerarse regular, si el porcentaje fuera menor de un 70 % deberá presentar un Informe General de los prácticos desarrollados, para obtener la regularidad de la asignatura.
- c) Evaluación final: La aprobación de la asignatura se obtendrá por examen oral ante tribunal examinador, sin utilización de bolillero.

CRONOGRAMA DEL DICTADO DE LA ASIGNATURA

Esta asignatura está programada para un semestre, o sea 15 semanas útiles de 8 horas de reloj semanales, que hacen un total de 112 horas presenciales de clases teóricas y prácticas.

Está previsto distribuir el tiempo de 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
<hr/>		
Total		112 horas

En este total de 112 horas están incluidos los Trabajos Prácticos.

Santiago del Estero, 2016.

MSc. Ing. Estela Pan
Prof. Asoc.
Responsable de la Asignatura