



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

I. DATOS GENERALES

UNIDAD ACADÉMICA	División de Ciencias Forestales
PROGRAMA EDUCATIVO	Ingeniero Forestal Industrial
NIVEL EDUCATIVO	LICENCIATURA
ASIGNATURA	FÍSICA DE LA MADERA
CARÁCTER	OBLIGATORIO
TIPO	TEÓRICO Y PRÁCTICO
PRERREQUISITOS	MATEMÁTICAS, INFORMÁTICA, ANATOMÍA DE LA MADERA, QUÍMICA DE LA MADERA.
C. ESCOLAR/AÑO/SEMESTRE	5º año/2do. Semestre
HORAS TEORÍA/SEMANA	3
HORAS PRÁCTICA/SEMANA	2
H. ESTUDIO INDEPENDIENTE	
VIAJE DE ESTUDIO (8h/d)	
HORAS TOTALES DEL CURSO	80
Nº DE CRÉDITOS	40 horas de estudio independiente.
PROFESOR	
CLAVE	2340

II. INTRODUCCIÓN *(breve descrip. del curso, ubicación, relación horizontal y vertical, modalidad, métodos y formas de enseñanza, lugar de trabajo, recursos y evaluación)*

El curso comprende cinco unidades temáticas, la primera ubica la asignatura en el contexto de la actividad forestal y en el del Plan de Estudios del programa educativo de Ingeniero Forestal Industrial; la segunda describe los diversos tipos de productos y usos de la madera y, relaciona sus requisitos y condiciones de uso con sus propiedades y características; de manera similar se relacionan los procesos de industrialización con las propiedades de la madera. Las tres últimas unidades describen las propiedades físicas, mecánicas, térmicas, eléctricas y acústicas de la madera, sus formas de medición y su clasificación; señalan la importancia de su estudio, conocimiento y aplicaciones de cada una de ellas en usos, productos y procesos.

Está relacionado horizontalmente con: Ergonomía y Formación de campo II; y verticalmente con: Aserrío, Secado de madera, Conservación de maderas, Tableros, Celulosa y Papel; Diseño estructural con madera, Formación de campo III y Estancia Pre-profesional; Adhesivos, Muebles y acabados, Ingeniería de productos secundarios, Manejo de materiales, Diseño de elementos de corte y Base de datos.

Es un curso básico, de carácter obligatorio y de tipo teórico-práctico que se imparte en el quinto año, segundo semestre del programa educativo de Ingeniero Forestal Industrial.

La metodología de enseñanza consiste en exposiciones temáticas, dinámicas grupales, conferencias, seminarios, y presentaciones audiovisuales en aulas; complementadas con prácticas de laboratorio y trabajos extra-clase. Se utilizan libros, apuntes, publicaciones, tesis e información de internet; diapositivas, videos y muestras de madera. Computadoras, equipo de proyección y equipo de laboratorio.

La evaluación comprende tres aspectos:

- Evaluación de conocimientos teóricos mediante exámenes. Valor 65 puntos.

- Evaluación del desarrollo de habilidades para resumir, sintetizar e interpretar textos, y para la elaboración y presentación de audiovisuales. Trabajos extra clase, valor 20 puntos.
- Evaluación del desarrollo de habilidades para el manejo de instrumentos y la medición de las características físico-mecánicas de la madera. Prácticas de laboratorio. Valor 15 puntos.

III. PRESENTACIÓN *(relevancia de la materia en la formación profesional y principales conocimientos, habilidades, destrezas y valores a lograr por los estudiantes)*

La asignatura “Física de la madera”, junto con “Química de la madera” y “Anatomía de la madera”, conforman una trilogía de cursos a través de los cuales se le proporciona a los estudiantes del programa educativo de Ingeniero Forestal Industrial el conocimiento básico sobre la naturaleza de la madera, principal producto y la materia prima industrial más importante que se obtiene de bosques y selvas para la manufactura de una gran variedad de productos útiles a la sociedad.

El estudio de la composición química, de la estructura anatómica y de las propiedades físico-mecánicas de las distintas especies de madera proporciona el conocimiento fundamental para determinar sus usos y aplicaciones más adecuadas, para el desarrollo de nuevos productos y para el diseño de los procesos de manufactura que permitan obtener productos competitivos en calidad y precio.

En esta asignatura los estudiantes adquirirán, conocimientos sobre las propiedades y características físicas, mecánicas, térmicas, eléctricas y acústicas de la madera; desarrollarán habilidades para su medición, clasificación y aplicación en los procesos de manufactura y en su utilización, y acrecentarán actitudes y valores útiles y prácticos para el estudio, el trabajo en equipo y para el cumplimiento de su compromiso y responsabilidad social.

IV. OBJETIVO

Que al terminar el curso los estudiantes sean capaces de: identificar y definir las propiedades físicas, mecánicas, térmicas, eléctricas y acústicas de la madera; de emplear los métodos y técnicas para su medición y de clasificarla en función de sus características físico-mecánicas; de interpretar y relacionar las propiedades de la madera con los procesos de manufactura y con los productos y usos finales a los que se destina y de investigar en las fuentes de información.

V. CONTENIDO *(La Σ en horas de todas las unidades tiene que coincidir con lo registrado en I. Datos Generales para Horas Teoría)*

UNIDADES hs.	TIEMPO APROX.
1. Introducción y marco de referencia.	3.0
Objetivo: que el estudiante ubique el curso en el contexto de la actividad forestal y del Plan de estudios del programa educativo de Ingeniero Forestal Industrial.	
1.1. Introducción, marco de referencia, objetivos del curso; ubicación e importancia en el contexto de la actividad forestal.	
1.2. Programa y contenido del curso; ubicación en el Plan de Estudios de Ingeniero Forestal Industrial.	
1.3. Estadísticas relevantes de la actividad forestal.	
2. Usos, productos y procesos de industrialización de la madera.	4.5

Objetivo: que el estudiante reconozca los requisitos de uso de los diversos tipos de productos y los procesos de manufactura de la madera y los relacione con sus propiedades y características.

- 2.1. Clasificación de productos de madera.
- 2.2. Requisitos y condiciones de uso de los productos de madera.
- 2.3. Principales procesos de industrialización de la madera.
- 2.4. Relación de propiedades y características de la madera con productos y con procesos de industrialización.

3. Propiedades físicas.

21.0

Objetivo: que el estudiante identifique y defina las propiedades físicas de la madera y sus parámetros de caracterización; emplee los métodos para su medición, los interprete con fines de clasificación y, las aplique y relacione con los procesos de manufactura y los productos y usos finales a los que se destina.

Concepto y definición de propiedad, de característica y de propiedades físicas.

- 3.1. Masa, densidad, peso y peso específico.
 - 3.1.1. Concepto y definición de masa, densidad, peso y peso específico.
 - 3.1.2. Densidad y peso específico real y aparente.
 - 3.1.3. Determinación de la densidad y el peso específico. Tipos de densidad y peso específico de la madera.
 - 3.1.4. Clasificación de la densidad básica de la madera.
 - 3.1.5. Densidad y peso específico de maderas mexicanas.
 - 3.1.6. Variabilidad de la densidad de la madera.
 - 3.1.7. Importancia y aplicación de la densidad y el peso específico.
 - 3.1.8. Aplicaciones de la densidad y el peso específico en la industrialización y usos de la madera.
- 3.2. Higroscopicidad y relación madera-humedad.
 - 3.2.1. Concepto, definición e importancia de la higroscopicidad y de las relaciones madera-humedad.
 - 3.2.2. Contenido de humedad de la madera, CH. Definición, significado y determinación.
 - 3.2.3. Ocurrencia del agua en la madera: agua de constitución, agua fija y agua libre.
 - 3.2.4. Adsorción, desorción y estado de equilibrio. Histéresis.
 - 3.2.5. Relación de sorción, "s" y Tiempo de ajuste. Definición y significado.
 - 3.2.6. Estados de humedad de la madera.
 - 3.2.6.1. Máximo contenido de humedad (MCH).
 - 3.2.6.2. Estado verde.
 - 3.2.6.3. Punto de saturación de la fibra (PSF).
 - 3.2.6.4. Contenido de humedad en equilibrio (CHE) en exteriores.
 - 3.2.6.5. CHE en interiores.
 - 3.2.6.6. Estado anhidro.
 - 3.2.7. Variabilidad del CH verde de la madera.
 - 3.2.8. Clasificación de la higroscopicidad, del CH verde y del PSF de la madera.
 - 3.2.9. CH verde y PSF de maderas mexicanas.
 - 3.2.10. Aplicaciones e importancia del CH en la industrialización y usos de la maderas.
- 3.3. Permeabilidad.
 - 3.3.1. Concepto, definición e importancia.
 - 3.3.2. Coeficiente de permeabilidad. Definición y significado.
 - 3.3.3. Aplicaciones e importancia de la permeabilidad en la industrialización y usos de la madera.
- 3.4. Estabilidad dimensional, (Cambios dimensionales, contracción e hinchamiento).
 - 3.4.1. Concepto, definición e importancia de la estabilidad y los cambios dimensionales de la madera.
 - 3.4.2. Causas de los cambios dimensionales.
 - 3.4.3. Anisotropía, concepto y definición. Anisotropía de los cambios dimensionales.
 - 3.4.4. Determinación de la contracción, hinchamiento y relación de anisotropía.

- 3.4.5. Cálculo del PSF de la madera.
- 3.4.6. Efecto de los cambios dimensionales sobre la densidad y el peso específico de la madera.
- 3.4.7. Clasificación de las contracciones y de la relación de anisotropía de la madera
- 3.4.8. Valores de contracción de maderas mexicanas.
- 3.4.9. Aplicación de los cambios dimensionales en la industrialización y usos.

4. Propiedades Mecánicas.

9.0

Objetivo: que el estudiante identifique y defina las propiedades mecánicas de la madera y sus parámetros de caracterización; emplee los métodos para su medición, las interprete con fines de clasificación y, las aplique y relacione con los procesos de manufactura y los productos y usos finales a los que se destina.

- 4.1. Definición, concepto e importancia de las propiedades mecánicas.
- 4.2. Comportamiento mecánico de la madera. Propiedades mecánicas: resistencia, elasticidad, plasticidad, resiliencia y tenacidad, y dureza.
- 4.3. Tipos de cargas: de fatiga, estáticas, dinámicas e intermitentes.
- 4.4. Tipos de esfuerzos: de compresión, tensión, cortante, flexión, rajado y torsión.
- 4.5. Cálculo y significado de las características mecánicas.
- 4.6. Gráficas carga-deformación y esfuerzo-deformación unitaria.
- 4.7. Factores de variación de las características mecánicas de la madera.
- 4.8. Clasificación de características mecánicas de la madera.
- 4.9. Características mecánicas de maderas mexicanas.
- 4.10. Aplicación de las propiedades y características mecánicas en la industrialización y usos de la madera.
- 4.11. Derivación de esfuerzos de diseño para estructuras de madera.

5. Propiedades térmicas, eléctricas y acústicas.

10.5

Objetivo: que el estudiante identifique y defina las propiedades térmicas, eléctricas y acústicas de la madera y sus parámetros de caracterización, y que las relacione con los procesos de manufactura y los productos y usos finales a los que se destina.

- 5.1. Propiedades térmicas.
 - 5.1.1. Concepto, definición e importancia.
 - 5.1.2. Capacidad térmica.
 - 5.1.3. Conductividad térmica.
 - 5.1.4. Difusión térmica.
 - 5.1.5. Poder calorífico.
 - 5.1.6. Aplicaciones.
- 5.2. Propiedades eléctricas.
 - 5.2.1. Concepto, definición e importancia.
 - 5.2.2. Resistividad.
 - 5.2.3. Capacidad de almacenamiento.
 - 5.2.4. Capacidad de disipación.
 - 5.2.5. Aplicaciones.
- 5.3. Propiedades acústicas.
 - 5.3.1. Concepto, definición e importancia.
 - 5.3.2. Transmisión o propagación
 - 5.3.3. Absorción
 - 5.3.4. Reflexión
 - 5.3.5. Aplicaciones

VI. ACTIVIDADES PRÁCTICAS

PRÁCTICA	TIEMPO APROX. hs.
1. Uso de instrumentos de medición. Objetivo: operar los instrumentos de medición utilizados para caracterizar las propiedades físicas de la madera. Apoya a unidad 3.	3
2. Métodos para medir la densidad y el contenido de humedad (CH). Objetivo: utilizar los métodos de pesadas, medición de volumen por desplazamiento en agua y xilohigrómetros eléctricos para medir la densidad y el (CH) de la madera. Apoya a unidad 3.	4
3. Método de destilación para medir el CH de la madera. Objetivo: utilizar el método de destilación para medir el CH de la madera. Apoya a unidad 3.	3
4. Medición de características físicas. Objetivo: Medir y clasificar la densidad, el contenido de humedad y la contracciones de 53 especies de madera. Apoya a unidad 3.	8
5. Método para medir las características mecánicas de la madera. Objetivo: utilizar la Norma ASTM D-143 para medir las propiedades mecánicas de la madera en una máquina universal de ensayos. Apoya a unidad 4.	6
6. Fichas tecnológicas de 30 especies. Objetivo: integrar un compendio de fichas tecnológicas de 30 especies de maderas mexicanas de importancia comercial. Apoya a unidades 3, 4 y 5.	8

VII. MÉTODO DIDÁCTICO

El método de enseñanza combina exposiciones temáticas, dinámicas grupales, conferencias y seminarios; consulta y revisión bibliográfica, trabajos extra clase, presentaciones audiovisuales y prácticas de laboratorio. Se utilizan libros, apuntes, publicaciones, tesis e información de internet; diapositivas, videos y muestras de madera. Equipo de laboratorio, de proyección y computadoras.

Para la teoría el método de enseñanza comprende investigación bibliográfica, lecturas, traducciones y resúmenes, análisis, discusión y conclusiones sobre los diferentes temas, y un compendio final del profesor. Se les proporciona la bibliografía básica y/o sitios de Internet para consulta. Los estudiantes harán tres presentaciones audiovisuales, una sobre las estadísticas forestales relevantes, otra sobre las propiedades físicas y la tercera sobre propiedades mecánicas de la madera.

La teoría se complementa con prácticas de laboratorio para desarrollar habilidades en el manejo de instrumental y verificar el comportamiento teórico de las propiedades de la madera. Los estudiantes elaborarán fichas tecnológicas de 30 especies maderables de importancia comercial con base en una investigación bibliográfica.

VIII. EVALUACIÓN

La evaluación comprenderá tres aspectos:

- Evaluación de conocimientos mediante exámenes. Valor 65 puntos.

Tres exámenes parciales acumulativos 50 puntos:

1 ^{er} examen	10 puntos	Unidades 1, 2 y Subtema 3.1
2 ^o examen	15 puntos	Unidades 1, 2 y 3.
3 ^{er} examen	25 puntos	Unidades 1-5 (Todo el curso)

Indeterminado número de exámenes rápidos de comprensión, 15 puntos.

- Evaluación del desarrollo de habilidades para interpretar, resumir y sintetizar textos, y para la elaboración y presentación de audiovisuales. Trabajos extra clase, valor 20 puntos.
- Evaluación del desarrollo de habilidades para el manejo de instrumentos y la medición de las características físico-mecánicas de la madera mediante prácticas de laboratorio. Valor 15 puntos.

Así mismo se considera el trabajo independiente que se llevará a cabo extra clase que comprenderá las lecturas, investigaciones bibliográficas, traducciones, elaboración de resúmenes, preparación de presentaciones audiovisuales, resolución de ejercicios, construcción de archivos electrónicos y físicos del trabajo de investigación de las especies comerciales, fichas bibliográficas y de trabajo, mediciones y redacción de reportes de prácticas, entrevistas y preparación y estudio para exámenes.

IX. BIBLIOGRAFÍA (De acuerdo con el sistema Harvard)

BÁSICA

1. ASTM. 2004. 2004 Annual book of ASTM standards. Sec. 4 Construcción. Vol. 04.10 Standards relating to wood. ASTM INTERNATIONAL, West Conshohocken, PA., U. S. A.
2. Arroyo, P. J. 2003. Propiedades físico-mecánicas de la madera. Segunda edición. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales-ULA. Mérida, Venezuela.
3. Bárcenas P., G., R. Dávalos S. y M. Enríquez M. 1998. Banco de características tecnológicas de maderas mexicanas. Memorias del Segundo Congreso Mexicano de Tecnología de Productos Forestales. Noviembre 25-27, Morelia, Mich.
4. Dinwoodie, J. M. 2000. Timber. Its nature and behavior. Second edition. E & FN Spon. London and New York.
5. Echenique-Manrique, R. y F. Robles. 1993. Ciencia y Tecnología de la Madera. Vol. I. Serie textos universitarios. Universidad Veracruzana. Xalapa.
6. Forest Products Laboratory. 2010. Wood handbook-Wood as an engineering material. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR 190. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 508 p.
7. García E. L. 2005. Tecnología de la Madera. Colegio de Ingenieros de Montes. Madrid, España.
8. Jiménez, P. F. J. 1999. La madera: propiedades básicas. GET. Madrid, España
9. Salinas, S. 2000. "Sistemas de clasificación de las características, propiedades y procesos de transformación primaria de las maderas. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo.
10. Tamarit, U. J. C. y J. L. López T. 2007. Xilotecología de los principales árboles tropicales de México. Libro técnico No. 3. INIFAP-CIR Golfo Centro, Campo Experimental San Martinito, Tlahuapan, Puebla, México. 264 p.
11. U. S. D. A. 2007. The encyclopedia of wood. Washington, D.C.

12. Vignote, P. S. e I. Martínez R. 2006. Tecnología de la Madera. 3ª. Edición. Mundi Prensa. Madrid. 678 pp.

Bibliografía complementaria

1. Panshin, A. J. & C de Zeeuw. 1980. Textbook of Wood Technology. McGraw Hill Inc. New York.
2. Díaz-Vaz, O. y D. Cuevas. 1986. Mecánica de la madera. Publicación docente No. 23. FCF. Universidad Austral de Chile. Valdivia.
3. Echenique-Manrique, R. y R. A. Plumptre. 1994. Guía para el uso de maderas de Belice y México. Universidad de Guadalajara. Guadalajara.
4. Fuentes, S. M. 1995. Tecnología de la Madera II. Propiedades físico-mecánicas. (Densidad). Apuntes. Universidad Autónoma Chapingo, DICIFO.
5. Koehler, A. 1924. The properties and uses of wood. McGraw Hill Inc. New York and London.
6. Kollman, F. 1959. Tecnología de la Madera y sus aplicaciones. Tomo I. Ministerio de Agricultura. Madrid.
7. Kollman, F. & W. A. Cote. 1968. Principles of Wood Science and Technology. Vol. I. Solid Wood. Spriger-Verlag Inc. New York.
8. Vignote, P. S. y F. J. Jimenez P. 1996. Tecnología de la Madera. Mundi Prensa. Madrid.