



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingeniería de Montes,
Forestal y del Medio Natural

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

135004507 - Anatomía Y Propiedades De La Madera

PLAN DE ESTUDIOS

13IG - Grado En Ingeniería Forestal

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2022/23 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	11
9. Otra información.....	15

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	135004507 - Anatomia y Propiedades de la Madera
No de créditos	5 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Tercero curso
Semestre	Quinto semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	13IG - Grado en Ingeniería Forestal
Centro responsable de la titulación	13 - E.T.S. De Ingeniería De Montes, Forestal Y Del Medio Natural
Curso académico	2022-23

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Francisco Garcia Fernandez (Coordinador/a)		francisco.garcia@upm.es	Sin horario.
Luis Garcia Esteban		luis.garcia@upm.es	- -
Paloma De Palacios De Palacios		paloma.depalacios@upm.es	Sin horario.

* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Anatomía Y Fisiología Vegetal

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Se recomiendan conocimientos previos de carácter básico sobre biología vegetal, física en general, procesos termodinámicos y mecánica

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE 04.01 - Capacidad para conocer, comprender y utilizar los principios de: Estructura anatómica interna y propiedades macroscópicas de la madera.

CG11 - Capacidad para caracterizar las propiedades anatómicas y tecnológicas de las materias primas forestales maderables y no maderables, así como de las tecnologías e industrias de estas materias primas.

CT07 - Trabajo en equipo y Liderazgo. El trabajo en equipo supone la creación de grupos de personas que se reúnen, colaboran e interactúan de forma específica para un fin determinado (trabajo o proyecto). En relación con la competencia trabajo en equipo se encuentra la de liderazgo ¿arte de influir sobre la gente para que trabaje con entusiasmo en la consecución de objetivos en pro del bien común¿ (definición Universidad Politécnica de Madrid <http://innovacioneducativa.upm.es/competencias-genericas/formacionyevaluacion/liderazgo>)

4.2. Resultados del aprendizaje

RA194 - Conocer los procesos por los cuales la madera se encuentra en permanente intercambio de vapor de agua con el medio que la rodea, los tipos de ligaduras en la pared celular, así como las energías necesarias y desprendidas que generan los procesos de ligazón y rotura de enlaces.

RA195 - Conocer los fenómenos de adsorción y desorción de agua por la madera, cómo se construyen las isotermas correspondientes e interpretar los contenidos de humedad de equilibrio higroscópico en función de la humedad relativa y la temperatura, así como calcular los contenidos de humedad aportados por quimisorción y fisisorción, los coeficientes de histéresis y las propiedades termodinámicas de la madera a través de las isotermas de sorción.

RA192 - Conocer las propiedades mecánicas de la madera y su relación con su anisotropía. Conocer los métodos experimentales en probetas de pequeño tamaño libres de defectos y de grandes dimensiones para calcular la resistencia a compresión axial, flexión dinámica, flexión estática, tracción perpendicular a las fibras, hienda y esfuerzo cortante.

RA198 - Conocer la ontogenia, ultraestructura, constitución y composición química de la pared celular y su repercusión en el campo de la identificación de maderas y en su influencia en los procesos de sorción de agua por la madera.

RA191 - Conocer, distinguir y ubicar los elementos longitudinales y los horizontales a nivel microscópico de las maderas de coníferas y de frondosas dicotiledóneas, así como manejar claves abiertas de múltiple entrada para la identificación de maderas a nivel microscópico.

RA193 - Conocer el comportamiento térmico, eléctrico y acústico de la madera para utilizar su conocimiento en los procesos fundamentales de transformación de la madera

RA199 - Conocer las propiedades físicas de la madera como color, brillo, estructura, grano, textura, toxicidad, dureza, desgaste y pesos específicos, así como las relaciones entre estos últimos, y saber calcular los coeficientes de hinchazón y merma de la madera.

RA197 - Conocer los fundamentos del secado de la madera, factores que influyen en la calidad del mismo, defectos que se pueden causar, así como los tipos de secado utilizados habitualmente por la industria de la madera. Adquirir capacidad para diseñar e implementar células de secado de alta, media y baja temperatura.

RA190 - Conocer la estructura de la madera de forma general, los elementos que la componen y los que diferencian a las coníferas de las frondosas dicotiledóneas.

RA196 - Conocer las teorías de los movimientos de agua en la madera, tanto por encima como por debajo del punto de saturación de la pared celular.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

El objetivo docente de esta asignatura es proporcionar al alumno los conocimientos teóricos y prácticos de la madera como material dividido en tres grandes bloques:

Estudio de su estructura interna, ultraestructura y anatomía, con especial hincapié en el manejo de claves de identificación de coníferas y frondosas dicotiledóneas.

Estudio de las propiedades físico-mecánicas de la madera y su comportamiento frente a la temperatura, sonido y fenómenos eléctricos.

Estudio de la relación agua-madera analizando los fenómenos de superficie, el movimiento del agua y los fenómenos de sorción-desorción y propiedades termodinámicas derivadas, así como los fundamentos y tecnología del secado de la madera.

5.2. Temario de la asignatura

1. ESTRUCTURA Y ANATOMÍA DE LA MADERA

- 1.1. La madera: su estructura
- 1.2. Anatomía de la madera de coníferas
- 1.3. Anatomía de la madera de frondosas dicotiledóneas
- 1.4. Identificación de maderas
- 1.5. Estructura submicroscópica de la pared celular

2. PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MADERA

- 2.1. Propiedades físico-mecánicas de la madera
- 2.2. Propiedades térmicas de la madera
- 2.3. Propiedades acústicas de la madera
- 2.4. Propiedades eléctricas de la madera

3. RELACIÓN AGUA-MADERA

- 3.1. Fenómenos de superficie

3.2. Sorción de agua por la madera

3.3. Movimiento de agua en la madera

3.4. Secado de la madera

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Tema 1.1 y 1.2 Duración: 03:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	Tema 1.2 y 1.3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Tema 1.4 Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
3	Tema 1.3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Tema 1.4 Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
4	Tema 1.3 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Tema 1.4 Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
5	Tema 1.5 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Tema 1.4 Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio Actividad voluntaria para preparación de examen de prácticas Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas		
6	Tema 2.1 Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Prueba teórica sobre estructura y anatomía de la madera EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00 Prueba práctica sobre identificación macroscópica de maderas comerciales y microscópica de madera de coníferas EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
7	Tema 2.2 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Tema 1.4 y 2.1 Duración: 02:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		

8	Tema 2.3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Tema 1.4 y 2.1 Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
9	Tema 2.4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Tema 1.4 y 2.1 Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
10	Tema 3.1 Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Tema 1.4 y 2.1 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio Actividad voluntaria para preparación de examen de prácticas Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas		
11	Tema 3.2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Tema 2.1 Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Prueba práctica sobre identificación microscópica de madera de frondosa dicotiledónea EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 00:30
12	Tema 3.3 Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Tema 2.1 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
13	Tema 3.4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Tema 2.1 Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
14	Tema 3.4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 3.4 Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
15		Tema 2.1 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Prueba teórica propiedades físico-mecánicas y relaciones agua madera EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:30
16				Prueba práctica sobre propiedades físico-mecánicas PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 02:00 Prueba práctica sobre obtención de isotermas de sorción PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 01:30

17		Actividad voluntaria para preparación de examen de prácticas Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas		Prueba teórica de todo el temario EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:00 Prueba práctica de identificación macroscópica y microscópica de maderas de coníferas y frondosas dicotiledóneas, propiedades físico-mecánicas y obtención de isotermas de sorción EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 03:00
----	--	---	--	--

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
6	Prueba teórica sobre estructura y anatomía de la madera	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	25%	5 / 10	CE 04.01 CG11
6	Prueba práctica sobre identificación macroscópica de maderas comerciales y microscópica de madera de coníferas	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	10%	5 / 10	CE 04.01 CG11
11	Prueba práctica sobre identificación microscópica de madera de frondosa dicotiledónea	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:30	5%	5 / 10	CE 04.01 CG11
15	Prueba teórica propiedades físico-mecánicas y relaciones agua madera	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	45%	5 / 10	CE 04.01 CG11
16	Prueba práctica sobre propiedades físico-mecánicas	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	10%	5 / 10	CT07 CE 04.01 CG11
16	Prueba práctica sobre obtención de isotermas de sorción	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	01:30	5%	5 / 10	CT07 CG11

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Prueba teórica de todo el temario	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	70%	5 / 10	CE 04.01 CG11

17	Prueba práctica de identificación macroscópica y microscópica de maderas de coníferas y frondosas dicotiledóneas, propiedades físico-mecánicas y obtención de isothermas de sorción	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	03:00	30%	5 / 10	CT07 CE 04.01 CG11
----	---	--	------------	-------	-----	--------	--------------------------

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Prueba teórica de todo el temario	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	70%	5 / 10	CE 04.01 CG11
Prueba práctica de identificación macroscópica y microscópica de maderas de coníferas y frondosas dicotiledóneas, propiedades físico-mecánicas y obtención de isothermas de sorción	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	03:00	30%	5 / 10	CT07 CE 04.01 CG11

7.2. Criterios de evaluación

La evaluación del aprendizaje se realizará mediante evaluación progresiva. La prueba teórica correspondiente al tema 1, se completará con el reconocimiento macroscópico de diez muestras de maderas y la descripción anatómica de la madera de una especie de conífera y otra de frondosa dicotiledónea mediante el uso de microscopio óptico. La prueba teórica correspondiente al tema 2 se completará con el desarrollo de un supuesto práctico sobre características físico-mecánicas. La prueba teórica correspondiente al tema 3 se completará con el desarrollo de un supuesto práctico sobre la obtención de isothermas de sorción.

Las prácticas superadas por el sistema de evaluación progresiva se consideran liberadas de forma indefinida siempre y cuando no se produzca una modificación del plan de estudios. Las partes teóricas superadas en la evaluación progresiva se guardan durante el curso académico en vigor.

Al finalizar el periodo de docencia se realizará una prueba global que permitirá por una parte al alumno que tenga

alguna evaluación suspensa, recuperarla y, por otra, al alumno que lo desee mejorar la nota sin que en ningún caso le penalice la nota ya obtenida. Cuando el alumno se presente a subir nota deberá examinarse de la materia completa y solicitarlo previamente con al menos tres días de antelación.

Los alumnos que se presentes con la asignatura completa al examen global de la asignatura, concurrirán con toda la materia teórica y práctica, debiendo superar todas las pruebas prácticas relacionadas anteriormente. En el examen global deberán aprobarse de forma independiente la parte teórica y la parte práctica y no se liberan partes de la asignatura.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Aula de microscopía	Equipamiento	Aula de la Unidad Docente de Tecnología de la Madera con 30 puestos de microscopio y circuito cerrado de TV para el desarrollo de clases prácticas de identificación de maderas
Laboratorio de ensayos físico-mecánicos	Equipamiento	Laboratorio de ensayos físico-mecánicos de la Unidad Docente de Tecnología de la Madera para clases prácticas de obtención de propiedades físico-mecánicos.
Laboratorio de física de la madera	Equipamiento	Laboratorio de física de la madera de la Unidad Docente de Tecnología de la Madera para la construcción de isotermas de sorción.
Xiloteca	Equipamiento	Colecciones macroscópicas y microscópicas de maderas para clases prácticas de anatomía.
Software	Equipamiento	Software de identificación microscópica de maderas de coníferas y frondosas dicotiledóneas desarrollado por la Unidad Docente.

Secadero	Equipamiento	Secadero de media temperatura para el desarrollo de células de secado de la Unidad Docente de Tecnología de la Madera.
Bodig J. Jayne B.A. (1993)	Bibliografía	Mechanics of wood and wood composites. Van Nostrand Reinhold Company, New York, London, Melbourne.
Bucur V. (2006)	Bibliografía	Acoustics of Wood. Springer Series in Wood Science. Springer-Velag. Germany. ISBN: 1431-8563.
Desch H.E., Dinwoodie J.M. (1996)	Bibliografía	Timber-structure, properties, conversion and use. 7th edn, Macmillan, Basingstoke, England.
Dinwoodie J.M. (2000).	Bibliografía	Timber: its nature and behaviour. 2th ed, E & FN Spon, London.
Fengel D., Wegener, G. (1984).	Bibliografía	Wood: chemistry, ultrastructure, reactions. Walter de Gruyter, Berlin.
Forest Products Laboratory. (2010)	Bibliografía	Wood handbook. Wood as an engineering material. General Technical Report FPL-GTR-190. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Madison (WI) http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/fplgtr/fpl_gtr190.pdf
García Esteban L., Guindeo Casasús A. Peraza Oramas C, de Palacios de Palacios P. (2003).	Bibliografía	La madera y su anatomía. Coedición Fundación Conde del Valle de Salazar, Mundiprensa y AITIM, Madrid.
García Esteban L., de Palacios P., Guindeo Casasús A., et al. (2002).	Bibliografía	Anatomía e identificación de maderas de coníferas a nivel de especie. Fundación Conde del Valle de Salazar, Mundi-Prensa, Madrid.
García Esteban L., Guindeo Casasús A. de Palacios P. (1996)	Bibliografía	Maderas de coníferas. Anatomía de Géneros. Fundación Conde del Valle de Salazar. Madrid.
García Esteban L. Guindeo Casasús A. (1989)	Bibliografía	Anatomía de frondosas españolas. AITIM. Madrid.

García Esteban L., Guindeo Casasús A. (1988)	Bibliografía	Anatomía e identificación de las maderas de coníferas españolas. AITIM. Madrid
Greguss P. (1972)	Bibliografía	Identification of living gymnosperms on the basis of xylotomy. Akademiai Kiadó.
Guindeo A., García Esteban L., Peraza F., Arriaga F., Kasner C. Medina G., de Palacios P., Touza, M. (1997)	Bibliografía	Especies de maderas para carpintería, construcción y mobiliario. AiTiM, Madrid.
Gutiérrez A. Plaza F. (1967)	Bibliografía	Características físico-mecánicas de las maderas españolas. Ministerio de Agricultura.
Haygreen J.G., Bowyer J.L. (1989)	Bibliografía	Forest products and wood science. Iowa State Univ. Press.
IAWA Committee. (2004)	Bibliografía	IAWA List of microscopic features for softwood identification. IAWA J 25:1-70.
IAWA Committee. (1989)	Bibliografía	IAWA list of microscopic features for hardwood identification. International Association of Wood Anatomists.
Jane FW (1970)	Bibliografía	The Structure of Wood, 2nd ed. A & C Black, London.
Kollmann F.P., Kuenzi E.W., Stamm, A. J. (1975)	Bibliografía	Principles of wood science and technology. Tomo I. Springer-Verlag, Berlín. http://libros.inia.es/libros/product_info.php?products_id=658&PHPSESSID=tb2651vni41t5441sn5oovruf4
Panshin A.J., de Zeeuw, C. (1980)	Bibliografía	Textbook of wood technology, 4th ed. McGraw-Hill, New York.
Schweingruber, F. H. (1990)	Bibliografía	Anatomy of European woods. Verlag Paul Haupt, Berna.
Stokke, D.D., Wu, Q., Han, G. (2014)	Bibliografía	Introduction to wood and natural fiber composites
Tsoumis G. (1991)	Bibliografía	Science and technology of wood: structure, properties, utilization. Van Nostrand Reinhold, New York.

Walker, J.C.F. (2006)	Bibliografía	Primary Wood Processing. Principles and Practice. Springer Verlag
Zobel, B.J. and van Buijtenen, J.P. (1989)	Bibliografía	Wood variation. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York.
Página web de la Unidad Docente de Tecnología de la Madera	Recursos web	http://tecnologiadelamadera.es
InsideWood database	Recursos web	http://insidewood.lib.ncsu.edu/
Anatomy of European and North American woods ? an interactive identification key	Recursos web	http://www.holzanatomie.at/index.php?option=com_content&task=view&id=13&Itemid=27
IAWA: International Association of Wood Anatomists	Recursos web	Anatomists http://www.iawa-website.org/
Index Xylariorum	Recursos web	http://www.kew.org/collections/ecbot/wood-index
World checklist. Kew Royal Botanic Gardens	Recursos web	http://apps.kew.org/wcsp/prepareChecklist.do;jsessionid=940D6AAE43BE14B1D98541DA534D2975?checklist=selected_families%40%40147270520151930453
Douglas Stokke, Leslie H. Groom (2003)	Bibliografía	Characterization of Cellulosic Cell Wall
Callum Hill (2006)	Bibliografía	Wood Modification. Chemical, Thermal and Other Processes

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

La comunicación con el profesorado se realizará a través del correo electrónico.

En caso de ser necesario, las actividades de tele-enseñanza se realizarán a través de Moodle y Zoom.

La asignatura se relaciona con el ODS15.

Las clases se configurarán todas las semanas en teóricas de 08:30-10:30 y prácticas de 10:45-12:15 siguiendo el temario previsto en esta guía.