



DIPLOMADO

SECADO DE MADERA ASERRADA

INSTRUCTORES: MIEMBROS DEL CUERPO ACADÉMICO 249
“INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE LA INDUSTRIA FORESTAL”.

El presente diplomado tiene como objetivo introducir a los pasantes de la carrera de Ingeniería en Tecnología de la Madera en el campo tecnológico del secado de la madera aserrada proporcionando conocimientos y habilidades en procesos de secado y tratamiento térmico de madera, así como una opción de obtención del grado mediante la actualización de sus conocimientos en el área de secado, y la integración del trabajo técnico correspondiente. Al concluir el presente curso el/la alumno/a reunirá una serie de competencias teórico-prácticas que le permitirán ser capaz de clasificar y apilar la madera aserrada, secarla al contenido de humedad requerido, evaluar la calidad del secado natural y artificial, conociendo diferentes métodos de secado.

Temas

		Tiempo aproximado de duración en horas
	1. Conceptos básicos de anatomía de la madera y su relación con el secado.	9
	Objetivos particulares: <ul style="list-style-type: none"> • Conocer la composición y constitución de la madera. • Analizar la estructura macroscópica y microscópica de coníferas y latifoliadas, que permiten entender las características físicas, mecánicas, químicas y tecnológicas en el proceso de secado. 	
	1.1. Estructura y composición de la madera. 1.2. Estructura macroscópica 1.3. Estructura microscópica 1.4. Pared celular 1.5. Características anatómicas de coníferas 1.6. Características anatómicas de latifoliadas 1.7. Puntuaciones en coníferas y latifoliadas	
	2. Fundamentos físicos del secado de la madera	9
	Objetivos particulares: <ul style="list-style-type: none"> • Conocer las propiedades físicas de la madera y su relación con el secado. • Aprender a determinar el Contenido de Humedad de la Madera a través de métodos destructivos y no destructivos. 	
	2.1. Densidad Básica / verde / Densidad en referencia al 12%, Efecto de la densidad en el tiempo de secado. 2.2. Agua de saturación-Higroscópica, libre, de constitución. 2.3. Punto Saturación de la Fibra (PSF). 2.4. Contracción e hinchamiento de la madera. 2.4.1. Radial 2.4.2. Tangencial 2.5. Contenido de humedad en Equilibrio. 2.6. Cantidad de agua evaporada durante el secado. 2.7. Movimiento Interno de la humedad.	

3. El secado natural o al aire libre de la madera	9
Objetivo particular: <ul style="list-style-type: none"> • Conocer los diferentes sistemas de secado de la madera. 	
3.1. Secado natural o al aire libre 3.1.1. Velocidad de secado y factores que lo afectan 3.2. Los patios de secado 3.3. Clasificación de la madera para el secado natural 3.4. El apilado para el secado al aire libre 3.4.1. Apilado horizontal o en tonga 3.4.2. Apilado en triangulo 3.4.3. Apilado en caballete 3.4.4. Apilado vertical 3.5. Ventajas y desventajas del secado al aire libre.	
4. Equipamiento de las estufas de secado.	9
Objetivo particular: Conocer las características y equipos con que cuenta una estufa de secado convencional.	
4.1. La cámara de secado 4.2. Sistema de calentamiento 4.3. Sistema de ventilación 4.4. Sistema de humidificación 4.5. Sistema de control y registro	
5. El proceso de secado convencional de la madera aserrada	18
Objetivos particulares: <ul style="list-style-type: none"> • Analizar la importancia de la clasificación de la madera por especie, espesor, contenido de humedad, etc., para su apilado previo al secado. • Conocer el uso de sistemas que permitan dar seguimiento al proceso de secado, así como, desarrollar los conocimientos básicos para la elaboración de programas de secado. 	
5.1. Equipo auxiliar para el secado de la madera en estufa 5.1.1. Equipo para la determinación del contenido de humedad. 5.1.2. Balanzas. 5.1.3. Sierras. 5.1.4. Hornos para desecación. 5.1.5. Medidores eléctricos (higrómetros) 5.2. Equipos para la determinación de la temperatura 5.2.1. Termómetros eléctricos. 5.2.2. Higrómetros. 5.2.3. Medidor de temperatura láser. 5.3. Equipo para la determinación del movimiento del aire en el secado. 5.4. Apilado y carga de la madera para el secado en estufa 5.5. Clasificación por: especie, espesor, contenido de humedad, albura-duramen, clase, longitud. 5.6. Habilidad de separadores para el apilado: material de los separadores, dimensiones, contenido de humedad, distribución, alineación y espaciamiento; soportes de carga.	

	<p>5.7. Apilado en caja para madera de varias longitudes.</p> <p>5.8. Colocación de muestras para el control manual del secado, su selección, distribución y cantidad de acuerdo a las condiciones y requerimientos.</p> <p>5.9. Determinación del contenido de humedad inicial mediante las secciones de humedad.</p> <p>5.10. Determinación del programa de secado (Elaboración de programas de secado)</p> <p>5.11. Preparación de la cámara de secado e inicio de su operación, condiciones fundamentales.</p> <p>5.12. Etapas del proceso de secado en estufa. Calentamiento, secado arriba del PSF, secado abajo del PSF, igualamiento, acondicionamiento y enfriamiento de la cámara.</p> <p>5.13. Evaluación del proceso de secado: pruebas de tensiones en la madera, gradiente de humedad.</p>	
6. Defectos de secado, sus causas y control		9
	<p>Objetivos particulares:</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar los defectos ocasionados por el secado de la madera y evaluar los aspectos básicos del control de calidad en el secado de la madera aserrada. 	
	<p>6.1. Generalidades</p> <p>6.2. Causas de los defectos de secado</p> <p>6.3. Las tensiones de secado</p> <p>6.3.1. Contracción</p> <p>6.3.2. Endurecimiento</p> <p>6.3.3. Colapso celular</p> <p>6.3.4. Grietas y rajaduras</p> <p>6.4. Alabeos</p> <p>6.4.1. Acanalamiento</p> <p>6.4.2. Arqueamiento</p> <p>6.4.3. Encorvado</p> <p>6.4.4. Torcedura</p> <p>6.5. Defectos químicos</p> <p>6.6. Defectos biológicos (manchas, mohos, pudrición)</p>	
7. Otros sistemas de secado de madera aserrada		9
	<p>Objetivos particulares:</p> <ul style="list-style-type: none"> Analizar las características generales de los principales sistemas de secado. 	
	<p>7.1. Secado solar</p> <p>7.2. Secado por deshumidificación</p> <p>7.3. Secado al vacío</p> <p>7.4. Secado por radiofrecuencia</p> <p>7.5. Secado por microondas.</p>	
8. El tratamiento térmico de embalaje industrial de la madera		9
	<p>Objetivo particular:</p> <ul style="list-style-type: none"> Proporcionar elementos técnicos básicos referentes a la aplicación de los tratamientos fitosanitarios de acuerdo a la normatividad vigente, para los embalajes de madera que se utilizan en la exportación de bienes y mercancías. 	

8.1.	Generalidades del tratamiento térmico	
8.2.	Especificaciones del horno de tratamiento térmico	
8.3.	Componentes del horno de tratamiento térmico	
8.3.1.	Estructura	
8.3.2.	Aislante térmico	
8.3.3.	Sistema de calefacción	
8.3.4.	Sistema de circulación de aire	
8.3.5.	Sistema de Control y registro	
8.3.6.	Sistema de carga y descarga	
8.4.	Operación del horno de tratamiento térmico	
8.4.1.	Preparación de la cámara	
8.4.2.	Preparación del equipo	
8.4.3.	Instalación de los sensores	
8.4.4.	Programa de operación del tratamiento térmico	
8.4.5.	Arranque del proceso de tratamiento	
8.4.6.	Revisión y pruebas	
8.5.	Normatividad del tratamiento	
8.6.	Certificado del tratamiento térmico	
8.7.	Marca para el embalaje	
8.8.	Estimación de costos	

BIBLIOGRAFÍA.

1. Bachrich, J.L. 1980. Dry kiln handbook. H.A. Simons Ltd. Vancouver, B.C. Canada. 371 p.
2. Boone, R.S.; Kozlik, C.J.; Bois, P.J.; Wengert, E.M. 1988. Dry kiln schedules for commercial woods: temperate and tropical. Gen. Tech. Rep. FPL–GTR–57. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 158 p
3. Denig, J.; Wengert E.M.; Simpson, W.T. 2000. Drying hard-wood lumber. Gen. Tech. Rep. FPL–GTR–118. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 138 p.
4. Fernández-Golfín Seco, J.I.; Álvarez Noves, A.; 1998. Manual de secado de madera. Editorial AITIM. ISBN 84-87381-15-4, 169pp.
5. FPL-Forest Products Laboratory. 1999. Wood handbook—Wood as an engineering material. Gen. Tech. Rep. FPL–GTR– 113. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. Madison, WI: U.S
6. Hamel, P.M. and Robertson, D. 1990. Drying softwood and hardwood lumber for quality and profit. Proceedings 47356. Forest Products Research Society. Charlotte, North Carolina. USA. 131 p.
7. Juacida, R., Inzunza, L. 1990. Pautas de Control de Calidad para Madera Secada Artificialmente. Universidad Austral de Chile. (Publicación Docente, 21). 27p.
8. JUNAC. 1989. Manual del grupo andino para el secado de maderas. Proyecto subregional de promoción industrial de la madera para construcción. Junta del Acuerdo de Cartagena. Lima. 418 p.
9. Martínez E.; Pinillos y Gueto. 1984. Secadora solar para maderas. Nota Técnica No. 10. 14 p. INIREB-LACITEMA. Xalapa, Ver.
10. McMillen, M.J. and Wengert, M.E. 1978. Drying eastern hardwood lumber. Forest Products Laboratory, USDA. Forest Service. Agriculture Handbook No. 528. Washington, D.C. USA. 104 p.
11. Moya, R; Muñoz, F. 2008. Wet Pockets in kiln-dried Gmelina arborea lumber. Journal of Tropical Forest Science, 20(1), 48-56.

12. Pratt, H.G. 1974. Timber drying manual. Princes Risborough Laboratory. Department of the Environment. Buckinghamshire, London. 152 p.
13. Rodríguez A. R.; Fuentes, F. J.; Montes R., E. 1989. El uso de secadores solares en la industria de la madera. AMATL. Bol. Difusión No. 9 pp. 22-33. Guadalajara, Jal.
14. Simpson, W.T. 1991. Dry kiln operator's manual. USDA. FS. FPL. 274. P. Madison.
15. Welling I. 1994. Drying quality: assessment and specification- A challenge for the future. 41WDC.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Fecha	Horario	Actividad	Responsable
PRIMERA SESIÓN	16:00-16:30	Bienvenida	Dirección FITECMA
	16:30-16:45	Planeación del diplomado	Cuerpo Académico 249
	17:00-20:00	Conceptos Básicos de anatomía de la madera y su relación con el secado	Dr. José Cruz de León
SEGUNDA SESIÓN	08:00-10:00	Fundamentos Físicos del secado de la madera	Roberto Calderón
	10:00-10:30	RECESO	
	10:30-12:00	Fundamentos Físicos del secado de la madera	Roberto Calderón
		Lecturas y trabajos asincrónicos	Cuerpo Académico 249
TERCERA SESIÓN	16:00-18:00	El secado natural o al aire libre	Roberto Calderón
	18:00-18:15	RECESO	
	18:15-20:00	El secado natural o al aire libre	Roberto Calderón
		Lecturas y trabajos asincrónicos	Cuerpo Académico 249
CUARTA SESIÓN	08:00-12:00	PRÁCTICAS DE SECADO AL AIRE LIBRE DE MADERA ASERRADA	Cuerpo Académico 249
		Lecturas y trabajos asincrónicos	Cuerpo Académico 249
QUINTA SESIÓN	16:00-18:00	El secado convencional de la madera aserrada	Héctor M. Sosa V.
	18:00-18:15	RECESO	
	18:15-20:00	El secado convencional de la madera aserrada	Héctor M. Sosa V.
		Lecturas y trabajos asincrónicos	Cuerpo Académico 249
SEXTA SESIÓN	08:00-10:00	Otros sistemas de secado	M. C. Calderón
	10:00-10:30	RECESO	
	10:30-12:00	Defectos de secado, sus causas y control	M. C. Calderón
		Lecturas y trabajos asincrónicos	Cuerpo Académico 249
SÉPTIMA SESIÓN	16:00-18:00	PRÁCTICAS DE SECADO ARTIFICIAL DE MADERA ASERRADA	Cuerpo Académico 249
OCTAVA SESIÓN	18:00-18:15	Tratamiento térmico de embalajes de madera	Héctor M. Sosa V.
	18:15-20:00	RECESO	

	16:00-18:00	Estimación de costos	Héctor M. Sosa V.
		Lecturas y trabajos asincrónicos	Cuerpo Académico 249
NOVENA SESIÓN		VISITA HORNOS DE TRATAMIENTO TÉRMICO	Cuerpo Académico 249
DÉCIMA SESIÓN		Conclusiones y Revisión de trabajos del Diplomado	Cuerpo Académico 249

Evaluación: Se aplicarán por lo menos tres evaluaciones consistentes en exámenes parciales, y el cumplimiento de tareas y trabajos.