

Educación Media Técnico-Profesional  
Sector Maderero

Especialidad:  
Procesamiento de la Madera

---

Módulo

---

SECADO DE LA MADERA

---

Horas sugeridas para desarrollar las actividades orientadas a conseguir los aprendizajes esperados y evaluar su logro:

200 horas



GOBIERNO DE CHILE  
MINISTERIO DE EDUCACION

## Introducción

Este módulo está asociado al área de competencia “Tratamientos de la madera”. Es de carácter obligatorio y para su desarrollo se requiere de 200 horas.

La industrialización de la madera en Chile muestra tendencia hacia el incremento de la elaboración de productos manufacturados que posean, entre otros atributos, una calidad que posibilite su comercialización exitosa en mercados externos de alta exigencia. El secado, técnicamente bien conducido, es un proceso que contribuye a la obtención de productos de alta calidad, ya sea fabricados o integrados con madera. Por tal razón, los conocimientos y destrezas adquiridos en este módulo otorgan a los egresados de la Educación Media Técnico Profesional una herramienta valiosa para integrarse ventajosamente al mercado laboral de la industria maderera de segunda transformación.

En este módulo, los alumnos y alumnas adquieren conocimientos, habilidades y destrezas relacionadas con el comportamiento de la madera durante el proceso de secado, las técnicas de secado al aire, el manejo y control de variables de proceso al aire y en hornos, el manejo de programas de secado en horno, la estimación de defectos y el control de calidad de la madera y la operación, así como la detección de fallas de equipos e instrumentos que se utilizan en el proceso de secado.

Los antecedentes previos al módulo se encuentran básicamente en los contenidos de la Formación General de Biología, Física y Química que se imparten en Primero y Segundo Año Medio, pero el requisito fundamental lo constituye el módulo conceptual Tecnología de la Madera que es parte integrante de la especialidad. Se sugiere desarrollar el presente módulo a continuación del módulo Aserrado, ya que, de esta manera, se conserva una secuencia similar a la que ocurre en los procesos industriales de conversión mecánica.

El desarrollo del módulo propicia, además, continuar el fortalecimiento del crecimiento y autoafirmación personal, en términos de conocimiento de sí mismo, el reconocimiento de las potencialidades y limitaciones, la autoestima y confianza en sí mismo; el desarrollo del pensamiento, a través de la investigación, las habilidades comunicativas y la resolución de problemas, así como el análisis, la interpretación y síntesis de los procesos. En relación al entorno, ofrece oportunidades para reforzar la interacción personal, laboral, social y cívica y las relaciones que se establecen con el medio ambiente, tanto natural como artificial.

## Orientaciones metodológicas

Este módulo combina el aprendizaje en aula con actividades de taller, ejercicios de cálculo y práctica industrial. Los alumnos y alumnas necesitan familiarizarse con las diferentes operaciones de carácter industrial que se desarrollan tanto en secado al aire como en hornos, conocer las variables que intervienen en los procesos, así como su interacción; y también requieren adquirir destrezas en el cálculo de algunos parámetros que es necesario manejar, especialmente con respecto a las relaciones madera - humedad.

Es importante destacar las ventajas que reporta el secado de la madera para el aseguramiento de la calidad de los productos elaborados, los principales métodos que se utilizan y los eventuales defectos que pueden afectar a la madera durante el proceso, así como la forma de prevenirlos y controlarlos. Es conveniente asociar las clases expositivas con ejercicios de cálculo que permitan relacionar cambios en contenido de humedad con variaciones dimensionales de la madera. Con respecto a los procesos de secado, se sugiere abordarlos en forma gradual, enfatizando los sistemas más tradicionales, secado al aire y en hornos. Para reforzar el aprendizaje, se requiere el apoyo de empresas que faciliten sus instalaciones para la realización de prácticas intensivas. Un complemento deseable es la disponibilidad en laboratorios, de equipos de computación y software que permitan la ejercitación en la aplicación de programas de secado.

## Aprendizajes esperados y criterios de evaluación

### Aprendizajes esperados

### Criterios de evaluación

Controla los cambios dimensionales de la madera al variar su contenido de humedad.

- Calcula la estabilidad dimensional de la madera, interpretando los resultados del proceso de secado.
- Calcula el efecto del contenido de humedad sobre la estabilidad dimensional de la madera, interpretando el procedimiento y las variables que se deben medir en la madera:
  - Contenido de humedad.
  - Dimensión en ancho.
  - Dimensión en espesor.
  - Dimensión en longitud.
- Calcula el efecto de las tensiones de secado, efectuando las siguientes determinaciones, sea empleando el método del xilohigrómetro o de peso seco en estufa:
  - Contenido de humedad en los dos tercios exteriores del espesor de la madera.
  - Contenido de humedad en el tercio central.

Encastilla la madera para ser secada tanto al aire como en horno.

- Identifica las diferentes variables que intervienen en el proceso de secado:
  - Temperatura ambiente.
  - Humedad relativa ambiente.
  - Velocidad del aire.
- Analiza las características de la madera que va a ser secada y establece una secuencia de operaciones:
  - Clasificación por especie.
  - Clasificación por espesor.
  - Clasificación por calidad.
  - Clasificación por contenido de humedad.
  - Clasificación según norma de la empresa.

## Aprendizajes esperados

## Criterios de evaluación

### Continuación

- Instalación de castillos, con altura suficiente de fundaciones, ancho y espesor conveniente de separadores, alineación vertical correcta de separadores, colocación de pesos o sistemas de sujeción mecánicos.
- Arma y verifica el funcionamiento de elementos de control del proceso:
  - Instala y controla tablas testigo o sondas.

### Opera y controla instalaciones de secado ejecutando programas mediante procedimientos definidos.

- Selecciona la operación de acuerdo a especie de madera, variables ambientales y disponibilidad de equipos. Toma decisiones respecto a efectuar:
  - Secado al aire.
  - Secado en horno.
  - Secado combinado.
- En secado en horno o combinado:
  - Relaciona los elementos de control y regulación con las funciones que realiza el equipo.
  - Interpreta las variables de un programa de secado, describiendo los cambios que es necesario efectuar en los elementos de regulación a medida que avanza el proceso.
  - Aplica programas de secado según condiciones de materia prima y equipos disponibles.
- Controla el comportamiento de los parámetros de operación relevantes:
  - Temperatura, humedad y velocidad del aire.
  - Humedad de la madera.
- Evalúa los defectos que se producen durante el secado:
  - Grietas y rajaduras.
  - Deformaciones.
  - Endurecimiento superficial.
  - Colapso.
- Verifica el funcionamiento de caldera, ventiladores, vaporizadores y equipos de medición, operación y control.

## Aprendizajes esperados

## Criterios de evaluación

Ejecuta labores de aseguramiento y control de calidad durante y al término del proceso.

- Efectúa las operaciones de regulación y control, manteniendo las condiciones de seguridad.
- Detecta y corrige eventuales defectos durante el proceso.
- Evalúa gradientes de humedad y tensiones de secado al final del proceso, empleando:
  - Probetas tenedor.
  - Probetas de contenido de humedad (gradiente).
- Corrige anomalías aplicando principios y pautas establecidas.
- Verifica la calidad del secado, determinando:
  - Humedad final promedio de la madera.
  - Valores extremos de humedad.
  - Diferencias de humedad en el espesor de la madera.

# Contenidos

- **Teoría del secado:**
  - Variables operacionales.
  - Movimiento de la humedad durante el secado.
  - Humedad de equilibrio de la madera.
  - Gradiente de humedad.
  - Tensiones de secado.
- **Métodos de secado:**
  - Al aire.
  - Al aire acelerado.
  - En horno convencional.
  - En horno a alta temperatura.
  - Otros métodos.
- **Tipos de hornos:**
  - Clasificación de acuerdo a técnica operacional.
  - Clasificación de acuerdo a temperatura.
  - Clasificación respecto a ubicación de ventiladores.
  - Clasificación respecto a fuente energética.
- **Equipos e instrumentos:**
  - Ventiladores.
  - Sistemas de calefacción.
  - Sistemas de operación y control.
  - Sistemas de ventilación.
  - Sistemas de alimentación.
  - Tipos de fallas más frecuentes.

- **Programas de secado:**
  - Selección del programa.
  - Operación.
  - Modificación.
  - Igualado.
  - Acondicionado.
  
- **Defectos de secado, su prevención y control:**
  - Grietas y rajaduras.
  - Endurecimiento superficial.
  - Deformaciones.
  - Colapso.
  - Tratamientos preventivos y curativos.
  - Control de calidad del secado.
  
- **Inspección y mantenimiento de equipos e instrumentos:**
  - Sistema de calefacción.
  - Sistema de humidificación.
  - Sistema de ventilación.
  - Empleo de instrumentos de medición y control.



## Bibliografía

- INFOR. (1994). Diseño y montaje de un secador de madera de bajo costo. Incluye 7 planos. Serie Informe Técnico N°133. Instituto Forestal. Chile.
- INFOR. (1997). Ensayos de presecado y secado de coigüe en tablas de 30 mm de espesor. Serie Documentos de divulgación N°7. Instituto Forestal. Chile. 1997.
- INFOR. Madera seca en cámara. Guía de procedimientos para el control de calidad. Serie Documentos de Divulgación N°8. Instituto Forestal. Chile.
- INFOR. (1994). Secado de madera de renovales de roble raulí. Serie Informe Técnico N°134. Instituto Forestal. Chile.
- INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. Normas Chilenas Oficiales Area Forestal:
  - A) Nomenclatura y terminología:**
    - NCH173.Of73. Madera - Terminología general.
    - NCH630.Of76. Madera - Preservación - Terminología
    - NCH992.EOF72. Madera - Defectos a considerar en la clasificación, terminología y métodos de medición.
  - B) Métodos de ensayo generales:**
    - NCh176/1.Of84. Madera - Parte 1: Determinación de humedad.
    - NCh176/3.Of84. Madera - Parte 3: Determinación de la contracción radial y tangencial.
- JUNAC. (1998). Manual del grupo andino para secado de madera. Proyecto subregional de promoción industrial de la madera para construcción. Junta del Acuerdo de Cartagena. Lima. Perú.
- NUTSCH, W. (1996). Tecnología de la madera y del mueble. Editorial Reverte S.A. Barcelona. 530 pág.
- TUSET, R.; DURÁN, F. (1979). Manual de maderas comerciales, equipos y procesos de utilización. Editorial agropecuaria, Hemisferio Sur S.R.L. Montevideo, Uruguay.