

Educación Media Técnico-Profesional  
Sector Maderero

Especialidad:  
Procesamiento de la Madera

---

Módulo

---

▼

## TECNOLOGÍA 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 tiene carácter obligatorio y para su desarrollo se requiere de 200 horas.

Para una adecuada comprensión del comportamiento de la madera frente a procesos de conversión, tratamientos y puesta en uso como producto, es necesario que los alumnos y alumnas adquieran los conocimientos básicos de la madera y sus propiedades.

A través del presente módulo, los estudiantes se familiarizan con el origen orgánico, la estructura anatómica, las características físicas, químicas y mecánicas del material madera, así como las características distintivas, de carácter organolépticas, que permiten diferenciar especies comerciales, los principales defectos propios del crecimiento de la madera, las relaciones madera – humedad y su efecto en la estabilidad dimensional del material y el comportamiento de la madera frente a distintas sollicitaciones o esfuerzos.

El módulo no posee requisitos previos y provee al estudiante una excelente oportunidad de recordar y aplicar conocimientos obtenidos en: Biología, Física, Química de la Formación General.

Si bien puede parecer un módulo esencialmente teórico, requiere de sesiones intensivas de ejercicio de cálculo en que se combina teoría y práctica para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas de la madera.

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.

Finalmente, el estudiante puede aplicar Objetivos Transversales tales como: trabajo en equipo, control de calidad y computación.

## Orientaciones metodológicas

A través de una revisión de conceptos básicos sobre la estructura y anatomía de la madera y sus propiedades, los estudiantes pueden tener una mayor comprensión de los módulos que en lo sucesivo deben desarrollar en las diferentes especialidades del sector. Junto con conocer los conceptos a través de clases expositivas, el estudiante debe desarrollar actividades prácticas como reconocer en el laboratorio las diferencias entre especies (basado en las propiedades organolépticas) y observar, ayudado de un microscopio, los elementos anatómicos constituyentes de la madera.

En el ámbito de las propiedades es necesario realizar laboratorios de medición, para determinar propiedades físicas como: contenido de humedad, densidad y contracción junto a otras propiedades mecánicas básicas de la madera. Se recomienda para ello un equipamiento mínimo de laboratorio con: muestrario de maderas, microscopio, estufas, balanzas, xilohigrómetro, pie de metro e implementos necesarios para ensayar mecánicamente la resistencia de la madera (ejemplo: pesos y deflectómetro).

## Aprendizajes esperados y criterios de evaluación

| Aprendizajes esperados                           | Criterios de evaluación   |
|--|---|
| Caracteriza macroscópicamente la madera.         | <ul style="list-style-type: none"><li>• Agrupa especies basado en las propiedades organolépticas de la madera (color, olor, brillo, textura y grano entre otras).</li><li>• Diferencia componentes de fácil reconocimiento: médula, anillos de crecimiento, corteza, albura y duramen.</li><li>• Diferencia planos de corte de la madera: transversal y longitudinal.</li><li>• Advierte los defectos derivados del crecimiento del árbol: nudos, pecas, bolsas de resina y fibra inclinada, entre otras.</li></ul>                             |
| Reconoce los elementos anatómicos.               | <ul style="list-style-type: none"><li>• A través de la ayuda de un microscopio, distingue los diferentes elementos conformantes de la madera y reconoce su función (tejido meristemático, parenquimático y prosenquimático).</li></ul>  |
| Reconoce los componentes químicos de la madera.  | <ul style="list-style-type: none"><li>• A través de una experiencia de laboratorio, determina los diferentes constituyentes, aplicando métodos de extracción química.</li></ul>   |
| Identifica las propiedades físicas de la madera. | <ul style="list-style-type: none"><li>• A partir de documentación técnica (normas chilenas):<ul style="list-style-type: none"><li>- Prepara las probetas para la determinación del contenido de humedad, densidad, contracción e hinchamiento de la madera.</li><li>- Programa las actividades para lograr la determinación de las propiedades (equipos, condiciones climáticas, formularios de toma de datos y otros).</li><li>- Ejecuta la toma de datos siguiendo procedimientos establecidos al inicio de la actividad.</li></ul></li></ul> |

## Aprendizajes esperados

## Criterios de evaluación

### Continuación

- Calcula las propiedades y emite informes, asistido de herramientas computacionales para su mejor análisis e interpretación.
- Maneja equipo de terreno para la determinación del contenido de humedad de la madera (xilohigrómetro).

### Identifica las propiedades mecánicas más relevantes de la madera.

- Simula en forma práctica los ensayos mecánicos de flexión, compresión y cizalle en madera aserrada y productos reconstituidos (tableros y vigas laminadas).
- Bajo el supuesto de contar con una máquina de ensayo universal, el alumno:
  - Prepara las probetas, basado en especificaciones de normas, para la determinación de propiedades mecánicas básicas como flexión, compresión y cizalle.
  - Programa las actividades para lograr la adecuada determinación de las propiedades de la madera (humedad de la madera, velocidad del ensayo, sentido de aplicación de la carga).
  - Ejecuta actividades de laboratorio y emite informes, asistido de herramientas computacionales.

### Relaciona la estructura y las propiedades de la madera y le asigna posibles usos.

- A través de actividades prácticas, correlaciona el efecto de las propiedades físicas (contenido de humedad, densidad) con las propiedades de resistencia de la madera.
- Contrasta el efecto de las cargas aplicadas en diferentes planos (entiende el concepto de anisotropía).
- Relaciona la magnitud de los defectos con la pérdida en las propiedades de resistencia de la madera.
- A través de actividades prácticas, determina el efecto de las propiedades térmicas, acústicas y eléctricas en el uso de la madera (ejemplo: uso en la construcción).

## Contenidos

- **Características macroscópicas de la madera:**
  - Anillos de crecimiento.
  - Corteza, médula.
  - Albura, duramen.
  - Rayos leñosos.
- **Características microscópicas de la madera:**
  - Descripción de coníferas.
  - Descripción de latifoliadas.
  - Tipos de tejidos y función: meristemáticos, parenquimático y prosenquimático.
- **Efecto de la estructura, edad y condiciones de crecimiento en las propiedades de la madera:**
  - Relación madera verano – ancho de anillos anuales.
  - Madera juvenil.
  - Madera de reacción.
  - Defectos del crecimiento: nudos, pecas, bolsas de resina y fibra espiralada entre otras.
  - Composición química de la madera (celulosa, hemicelulosa, lignina)
  - Extraíbles.
- **Propiedades físicas de la madera:**
  - Contenido de humedad, tipos y determinación. Concepto de higroscopicidad.
  - Densidad, tipos y determinación.
  - Contracción, hinchamiento. Concepto de estabilidad dimensional y anisotropía.
  - Colapso.

- **Propiedades mecánicas de la madera:**
  - Gráfico carga- deformación.
  - Definición de módulos: elasticidad y ruptura
  - Esfuerzos: flexión, compresión y cizalle.
  
- **Otras propiedades de la madera:**
  - Térmicas.
  - Eléctricas.
  - Acústicas.

## Bibliografía

### Bibliografía no incluida en Catálogo MECE-Media

- INFOR. (1981). Determinación de la resistencia a la tenacidad de algunas especies madereras que crecen en Chile. Serie Informe Técnico N°83. Instituto Forestal. Chile.
- INFOR. (1982). Propiedades mecánicas y asociadas del pino oregón (*Pseudotsuga menziesii*) crecido en Chile. Serie Informe Técnico N°85. Instituto Forestal. Chile.
- INFOR. (1990). Propiedades y uso de especies madereras de corta rotación. Serie Informe Técnico N°122. Instituto Forestal. Chile.
- INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. Normas Chilenas Oficiales Area Forestal:

#### **A) Nomenclatura y terminología:**

- NCH173.Of73. Madera - Terminología general.

#### **B) Métodos de ensayo generales:**

- NCH176/1.Of84. Madera – Parte 1: Determinación de humedad.
- NCH176/2.Of86 Mod.1988. Madera – Parte 2: Determinación de la densidad.
- NCH176/3.Of84. Madera – Parte 3: Determinación de la contracción radial y tangencial.
- NCH968.Of86. Madera – Selección, obtención y acondicionamiento de muestras y probetas para la determinación de propiedades físicas y mecánicas.
- NCH969.Of86. Madera - Determinación de las propiedades mecánicas – Condiciones generales para los ensayos.
- NCH973.Of86. Madera - Determinación de las propiedades mecánicas – Ensayo de compresión paralela.
- NCH974.Of86. Madera - Determinación de las propiedades mecánicas – Ensayo de compresión perpendicular a las fibras.
- NCH975.Of86. Madera - Determinación de las propiedades mecánicas – Ensayo de tracción perpendicular a las fibras.

- NCH976.Of86. Madera - Determinación de las propiedades mecánicas – Ensayo de cizalle paralelo a las fibras.
- NCH977.Of86. Madera - Determinación de las propiedades mecánicas – Ensayo de clivaje.
- NCH978.Of86. Madera - Determinación de las propiedades mecánicas – Ensayo de dureza.
- NCH979.Of86. Madera - Determinación de las propiedades mecánicas – Ensayo de extracción de clavo.
- NCH986.Of86. Madera - Determinación de las propiedades mecánicas – Ensayo de tenacidad.
- NCH987.Of86. Madera - Determinación de las propiedades mecánicas – Ensayo de flexión estática.
- NCH2149.Of89. Madera – Madera aserrada - Determinación del módulo de elasticidad en flexión – Método de ensayo no destructivo.

**C) Clasificación de madera aserrada y elaborada:**

- NCH1970/1.Of88. Maderas parte 1: Especies latifoliadas – Clasificación visual para uso estructural – Especificaciones de los grados de calidad.
  - NCH1970/2.Of88. Maderas parte 2: Especies coníferas – Clasificación visual para uso estructural – Especificaciones de los grados de calidad.
  - NCH1989.Of88 Mod. 1988. Maderas – Agrupamiento de especies madereras según su resistencia – Procedimientos.
  - NCH1990.Of86. Madera – Tensiones admisibles para madera estructural.
  - NCH2149.Of89. Madera – Madera aserrada – Determinación del módulo de elasticidad en flexión – Método de ensayo no destructivo.
  - NCH2150.Of89 Mod. 1991. Madera laminada encolada – Clasificación mecánica y visual de madera aserrada de pino radiata.
- NUTSCH, W. (1996). *Tecnología de la madera y del mueble*. Editorial Reverte S.A. Barcelona. 530 p.
  - VIGNOTE, S., JIMÉNEZ, F. (1997). *Tecnología de la madera*. De. MP Madrid. 604 pág.