

Catálogo  
de madera

# ESTRUCTURAL

Ecuador





**UNIVERSIDAD  
DEL AZUAY**  
50 AÑOS

Casa  
Editora

Francisco Salgado Arteaga, PhD.  
RECTOR

Martha Cobos Cali, PhD.  
VICERECTORA ACADÉMICA

Jacinto Guillén García, MSc.  
VICERECTOR DE INVESTIGACIONES

Genoveva Malo Toral, Mgt.  
DECANA-FACULTAD DE DISEÑO, ARQUITECTURA Y ARTE

Rafael Estrella Toral, Mgt.  
SUBDECANO-FACULTAD DE DISEÑO, ARQUITECTURA Y ARTE

Pedro Espinosa Abad, MSc.  
DIRECTOR DEL PROYECTO MADERAS DE USO ESTRUCTURAL  
DEL ECUADOR

Narcisca Ullauri, Mgt.; Juan Lazo, Mgt.  
COMITÉ EDITORIAL

Toa Tripaldi  
DEP. DE COMUNICACIÓN Y PUBLICACIONES

Convenio de cooperación con  
EDEC - INNOVACENTRO de la Madera

**Grupo de Investigación de la Escuela de  
Arquitectura. Laboratorio de Arquitectura,  
Tecnologías y Procesos - LAT**

Pedro Espinosa A., MSc. AUTOR

Diego Proaño E., MSc. AUTOR

Luis Barrera P., MSc. AUTOR

Eva Arpi C., Arq. AYUDANTE DE INVESTIGACIÓN

Oswaldo Encalada, Dr. CORRECCIÓN DE ESTILO

Daniilo Minga, BIgo. REVISIÓN BOTÁNICA

REVISIÓN DE PARES ACADÉMICOS EXTERNOS

Felipe Quesada Molina, PhD.

Sebastián Astudillo Cordero, MSc.

Sebastián Egas DISEÑO

Gráficas Hernández IMPRESIÓN

**AGRADECIMIENTOS:**

Se agradece a la Universidad del Azuay, principalmente al Vicerrectorado de Investigaciones y a su director, Ing. Jacinto Guillén García; y a los pasantes de investigación:

Ana María Ugalde, Ismael Lazo, Juan Francisco Morejón, María José Palacios y Anthony Crespo.

Esta investigación no pudo ser posible sin la colaboración de la Empresa Pública Municipal-EDEC, a su Gerente General, Ing. Carlos Rojas, al *Innovacento de la madera y el mueble*, a su administrador, Moisés Tamariz y a su técnica en producción, Ing. Yadira Santamaría.

ISBN 978-9942-778-28-4

© Universidad del Azuay 2018

Av. 24 de Mayo 7-77 y Hernán Malo

Teléfono: (593-7) 4091000. www.uazuay.edu.ec

Cuenca, Ecuador

## Índice

Las especies de este folleto aparecen ordenadas **por su altura de siembra (m.s.n.m.)** y, dentro de esta categorización, en orden alfabético. Esta intención se refleja en el índice, el que –contrario al formato tradicional de las publicaciones– se debe leer de abajo hacia arriba.

ALTURA DE SIEMBRA m.s.n.m.	ORDEN EN ESTE LIBRO	NOMBRE COMERCIAL
1800-3300	40	Ciprés
1400-3200	39	Romerillo (Guabisay)
	38	Pino
2100-3100	37	Capulí
1000-3000	36	Laurel del oriente
0-2500	35	Canelo
	34	Figueroa
0-2000	33	Eucalipto
	32	Chanul
1500	31	Jicopo
400-1500	30	Cedro negro
	29	Pituca
0-1500	28	Guayacán
	27	Copal
900-1300	26	Nogal
500-1300	25	Nacascal
	24	Abío
0-1200	23	Yumbingue negro
	22	Yumbingue blanco
	21	Yumbingue amarillo
	20	Teca
100-1000	19	Cedro
	18	Alcanfor
0-1000	17	Fernán Sánchez
	16	Seique
	15	Melina
	14	Laurel de la costa
0-900	13	Guachapelí
	12	Cedro macho
0-800	11	Amarillo
	10	Yaso
0-500	9	Mascarey
	8	Pechiche
0-500	7	Roble
	6	Moral
	5	Limoncillo
	4	Jigua
	3	Caoba
2	Bálsamo	
1	Arenillo	

## La madera como estructura: ventajas, beneficios, pertinencia de uso

La madera como estructura:  
ventajas, beneficios, pertinencia  
de uso ..... III

Breve recorrido histórico del uso  
de estructuras de madera en el  
Ecuador ..... VIII

Manejo sustentable de bosques  
en el Ecuador ¿Es posible? ..... XI

Criterios de clasificación de  
maderas idóneas para uso  
estructural ..... XVI

La Empresa Pública Municipal de  
Desarrollo Económico de Cuenca  
EDEC EP ..... XXI

Bibliografía ..... XXII

Al final del documento:

Lugar de acopio de la madera (Anexo 1)

Protocolo simplificado de ensayo (Anexo 2)

Propiedades físicas de la madera: Equiva-  
lencias en sistemas de unidades (Anexo 3)

*La madera es el único recurso natural renovable dotado de propiedades estructurales y el único elemento vivo que se emplea en construcción.*

Dimitris Kottas, 2016  
Materiales para la construcción

Históricamente la madera ha sido uno de los principales materiales de construcción. Su disponibilidad, flexibilidad y adaptabilidad a casi todos los lugares geográficos y su versatilidad para cubrir diferentes necesidades humanas la sitúan en el sitial más alto de materiales óptimos y accesibles en la arquitectura.

Pero el hecho de que sea un material de construcción de naturaleza orgánica, complica su análisis y su selección ya que sus propiedades físico-mecánicas dependen de muchos factores propios o externos al árbol como materia prima. Su lugar de crecimiento, el clima, la edad de corte, el grado de humedad, la dirección de las fibras, entre muchos otros factores; determinan el uso correcto y la durabilidad que la madera pueda tener como material de construcción. La complejidad de estas variables supone un análisis demasiado extenso que va a variar significativamente para cada región o país. En el Ecuador específicamente, en donde tenemos la particularidad de contar con diferentes pisos climáticos concentrados en un territorio relativamente pequeño, este análisis resulta

muy interesante debido a que por la cercanía tan estrecha entre ciudades con climas tan distintos, el uso de la madera como material de construcción no se da exclusivamente en el entorno de donde proviene el árbol, sino se produce un verdadero “intercambio” de especies desde un clima a otro, teniendo una oferta extensa de posibilidades que resultan fáciles de obtener y transportar. Por este motivo, hablar de la aclimatación correcta y sobre todo el poder escoger adecuadamente el tipo de madera para un determinado piso climático y un determinado uso, son temas muy importantes que deben ser considerados en nuestra realidad local.

En casi todos los países del mundo se tienen antiguos registros de que la madera ha sido el material predilecto, total o parcialmente; y como elemento constructivo temporal, auxiliar, o definitivo. Desde las antiguas yurtas en las tundras árticas hasta las tribus nómadas del desierto, el uso de la madera ha sido el factor común en sus construcciones, por sus increíbles prestaciones arquitectónicas y estructurales.

La madera es un material sumamente versátil y muy fácil de trabajar, además posee muy buenas propiedades estructurales para la construcción. De hecho, la madera usada en estructuras se presenta como un material ligero y resistente. “En proporción con su peso la estructura de madera tiene muy elevada resistencia a la flexión, lo cual permite construir estructuras más ligeras. La relación resistencia / peso es 1,3 veces superior a la del acero y 10 veces a la del hormigón” (Olabe Velasco, Val Hernández, Varela de la Cruz, & Cabrero Ballarin, 2012).

Al mismo tiempo resulta interesante mencionar que es un material de naturaleza anisótropa (sus propiedades cambian según el sentido de las fibras presentes en la sección del tronco) con una direccionalidad muy marcada. “Por naturaleza, la madera es un elemento estructural resistente: procede de troncos, es decir, de la estructura que mantiene todo el peso

del árbol. La dirección de la fibra en los troncos es paralela a las tensiones normales que este recibe, procedentes normalmente del viento. Por ello, la madera que se extrae del árbol puede considerarse como un elemento estructural de origen. Pero este material vivo presenta además una serie de particularidades que la diferencian, en cuanto a comportamiento, de las estructuras metálicas y de hormigón” (Kottas, 2016).

En este punto podemos hablar de otra de las ventajas de la madera dentro del mundo de la construcción: su huella ambiental. Si bien es cierto, los materiales más usados actualmente para la construcción de estructuras son el acero y el hormigón armado, pero estos son los responsables de la generación del 3% y el 5% de la totalidad de emisiones de carbono del planeta (Langarica Sarabia, 2014).

El calentamiento global, la emisión de gases y la contaminación ambiental, no son temas exentos a la arquitectura. Hoy en día, la innovación en el mundo de la construcción, los sistemas estructurales y la materialidad deben estar dirigidos hacia la formación de un escenario amigable con el ambiente. Según Bryan Edwards y Paul Hyett en su libro *Guía básica de la sostenibilidad*, “el 45% de la energía generada en el mundo se utiliza para calentar, iluminar y ventilar edificios y el 5% de ella para construirlos, por lo que son responsables de aproximadamente el 50% de la producción de gases de efecto invernadero”.

La madera, en efecto, se caracteriza por poseer el más bajo consumo de energía a lo largo del ciclo de vida. Es un material de CO<sub>2</sub> (carbono) neutro, es decir, en su ciclo de vida (producción, transporte, uso y reciclaje) almacena el carbono que ha tomado de la atmósfera, hasta que finalmente lo devuelve a ella por medio de la degradación o combustión. Este proceso no genera carbono adicional, por lo tanto la madera no aumenta el CO<sub>2</sub> ambiental” (Olabe Velasco, Val Hernández, Varela de la Cruz, & Cabrero Ballarin, 2012).

Pero esto supone, como es lógico, un manejo absolutamente responsable de los bosques, con procesos de reforestación programada y sistemática. Si no se cumple este objetivo, de nada sirve puntualizar la huella ambiental de la madera como un hecho positivo si por otro lado existen procesos de tala indiscriminada y extracción de especies forestales prohibidas o que estén en peligro de extinción.

Por otro lado, la técnica y el desarrollo tecnológico no sólo han permitido ayudar a la madera a mejorar su comportamiento ante ataques externos (climáticos, físicos y biológicos), sino que se ha producido —para bien— una desmitificación de ciertos temas que antes se “asumían” como debilidades o desventajas del material. Es común escuchar que la madera tiene un mal comportamiento con el agua, con la radiación directa, con el fuego, entre otros factores. Pero si se sabe escoger la especie correcta (según el tipo de clima y las condicionantes del entorno), si se usa un material de recubrimiento apropiado y un correcto sistema constructivo, podemos lograr resultados sorprendentes en términos de durabilidad y mantenimiento. Podemos asegurar que “...la madera es durable y resiste climas extremos. Previamente tratada y con adecuado mantenimiento es prácticamente inmune a insectos y humedad”. Por otro lado “... la correcta elección de la especie asegura una mayor durabilidad. Hay una o varias especies de madera adecuadas para cada fin específico” (Olabe Velasco, Val Hernández, Varela de la Cruz, & Cabrero Ballarín, 2012).

Es indispensable resaltar además las extraordinarias propiedades aislantes de la madera como material de construcción. “Con el mismo grosor el aislamiento térmico de la madera es cuatro veces superior al del ladrillo” (Olabe Velasco, Val Hernández, Varela de la Cruz, & Cabrero Ballarín, 2012). Esto la convierte en uno de los mejores materiales de construcción para lograr condiciones óptimas de confort en las edificaciones. Y por supuesto, si tiene buenas propiedades de aislamiento

térmico, tendrá a su vez buenas propiedades de aislamiento acústico y eléctrico.

Lejos de perder vigencia, el proceso evolutivo de la madera continúa en auge. Más aún con las nuevas patentes y tecnologías de prefabricación, con tratamientos físico-químicos de preservación y protección al clima o a agentes externos. Dentro de las propiedades estructurales, también existe un avance vertiginoso en las prestaciones que el material ofrece debido a que se han desarrollado interesantes sistemas de uniones, acoplamientos, ensambles, pegantes especiales, etc., que han permitido —entre otras cosas— desarrollar estructuras de grandes luces con formas increíblemente complejas (tecnología de madera laminada estructural MLE) con una altísima resistencia al fuego e inclusive, ya se está soñando en producir los primeros rascacielos con estructuras de madera.

Esta investigación invita a repensar la madera como un material estructural contemporáneo. Y por esa misma razón, a redescubrir la belleza expresiva de la arquitectura a través del manejo correcto del material.

## Breve recorrido histórico del uso de estructuras de madera en el Ecuador

En el caso del Ecuador se tienen documentos muy extensos que relatan la forma de vida de los primeros asentamientos nativos, en donde se destaca la presencia de la madera como elemento estructural, fundamental para la conformación de sus viviendas en costa, sierra y oriente. Por ejemplo, en la arquitectura prehispánica cañari-inca, pese al predominio estereotómico de sus grandes muros de piedra, sus cubiertas fueron enteramente solucionadas con estructuras de madera y techos de paja. No está por demás mencionar que el izado, el transporte, la ubicación y el montaje final de las enormes piedras hacia la posición correcta del muro, solo resultó posible con la ayuda de puntales y estructuras auxiliares de madera.

Otra de las características comunes de la arquitectura popular de la sierra ecuatoriana es la técnica constructiva del bahareque, que consiste en armar un esqueleto soportante de madera (vigas, postes, diagonales) el cual es recubierto con la misma tierra que se utiliza para hacer adobes, lo que ayuda no solo al aislamiento térmico de la construcción, sino proteger la estructura de madera de los embates climáticos pues esta queda recubierta absolutamente por la tierra. Esta técnica es utilizada hasta la actualidad, principalmente en el austro ecuatoriano.

Dentro del período colonial, la madera se presenta en las edificaciones en forma de canecillos, capiteles, elementos decorativos y estructuralmente como pilares, dinteles, entrepisos, columnas, cubiertas, y otros elementos. Durante la época republicana, la madera siguió siendo el material

predilecto (generalmente de la mano de los mampuestos de ladrillo para muros) debido a la existencia de una rica variedad de recursos forestales en el país, y la fácil accesibilidad a bajo costo, que ofrecía especies de excelente calidad y durabilidad en todo tipo de obras: viviendas, pequeños edificios públicos y arquitectura religiosa. “La abundancia de recursos forestales hizo que se utilizase madera de muy buena calidad en las edificaciones; el roble, cedro y aliso eran los más apetecidos en la construcción. Muchos árboles del Nuevo Mundo se bautizaron con nombres europeos, por la semejanza con las especies conocidas por los conquistadores en sus tierras. El cedro americano, es realmente una caoba (cedrela), mientras que el nogal americano (juglans), llamado tocte en Ecuador, está íntimamente emparentado con el nogal europeo”... “En las edificaciones civiles, la madera fue utilizada en algunos casos aplicando un principio básico de madera laminada, el cual permitía construir los domos, cúpulas y salvar las grandes luces que eran respuesta a los nuevos requerimientos espaciales y estéticos de una arquitectura monumental. Un claro ejemplo se lo puede apreciar en las obras realizadas en los edificios del Colegio Benigno Malo, Corte Superior de Justicia e Iglesia de Todos Santos” (Quesada Molina, 2016).

En la costa, en cambio, la cultura Valdivia (4.000 a 1.600 a.C.), se destacó por el manejo de sistemas constructivos con elementos de madera. Las viviendas que conformaban esta sociedad poseían una forma elíptica, con paredes sostenidas por una estructura de postes de madera, recubiertos de bahareque y con techos de paja (Quinatoa Cotacachi, s/f).

La arquitectura de madera en la región de la costa, especialmente en Guayaquil, “fue producto de la experiencia de la construcción naval” (Lee, Compte, & Peralta, s/f). No resulta extraño, entonces, que los mejores carpinteros de barcos hayan sido considerados como la “mano de obra calificada” para la construcción de las

mejores casas en la ciudad. Gente que a más de conocer a fondo y de manera empírica las propiedades básicas de la madera, como dureza, flexibilidad y durabilidad sobre todo (al tratarse de barcos), dominaban técnicas de uniones, empalmes, ensambles y acoplamientos. Hace algún tiempo, esta ciudad fue considerada como el mejor astillero que se conoce en toda la costa del mar Pacífico, debido a la abundancia y calidad incomparable de sus maderas, así como también por la destreza técnica y conocimiento empírico de los artesanos encargados de la construcción de los grandes navíos. Los buques eran construidos con maderas nativas de magnífica calidad como cedro, guachapelí mulato, laurel de montaña, roble, amarillo, bálsamo y guaripiro (Morla de Echanique, 2006). Dentro de esta ciudad se destaca el barrio Las Peñas, “constituido por casas en su mayoría de madera, las cuales se remontan a finales del siglo XIX” (Lee, Compte, & Peralta, s/f). Ejemplos interesantes se destacan también en Manta y Bahía de Caráquez.

Por otro lado, la arquitectura popular en el oriente mantiene hasta nuestros días un predominio casi absoluto de la madera como material de construcción, pues resulta el material disponible, el de total pertinencia, el que convive con el entorno y se funde con el paisaje convirtiéndose en el sistema constructivo más eficiente, amigable y sustentable posible. No es de asombrarse que estas tipologías se hayan mantenido casi sin ningún cambio por varios siglos, desde lo tipológico y lo constructivo. La tectónica de estas construcciones hace homenaje al arte textil, tan antiguo como la humanidad. En palabras de Andrea Desplazes, la construcción ligera se fundamenta en el hecho de tejer, anudar y trenzar elementos. Como una filigrana constructiva de alta calidad (Desplazes, 2010). El acercarse a la construcción primitiva, el refugio elemental, de estructura de madera con paredes transpirables de ramas y techos de palma artísticamente amarrados, sigue teniendo vigencia absoluta en nuestros días, como la mejor solución al problema en esta región geográfica.

## Manejo sustentable de los bosques en el Ecuador ¿es posible?

Manejar una producción sostenible de madera es posible. Mundialmente los esfuerzos recaen en explotar este recurso pero de manera controlada, respetando acuerdos y normas amigables con el ambiente, evitando de esta manera la extinción de especies y preservando árboles nativos. Los gobiernos nacionales y sus instituciones son los principales responsables, encargados de la generación de políticas públicas, las cuales deben velar por el cuidado de los ecosistemas, sin dejar de lado la creación de una producción forestal y los beneficios económicos que esta trae consigo.

En el Ecuador, en el año 2015, el Ministerio del Ambiente creó un acuerdo para lograr un manejo forestal sostenible. Este documento describe la existencia de zonas de protección permanente en las cuales se encuentra totalmente prohibida la explotación y tala de árboles. “En la zona de protección permanente, los bosques nativos no podrán ser convertidos a otros usos y en caso de haber sido severamente intervenidos, estos podrán ser manejados para rehabilitación con especies nativas exclusivamente. Se procurará la restauración o repoblación forestal de áreas sin cobertura arbórea o sin cobertura nativa, que se encuentren dentro de esta zona” (Ministerio del Ambiente).

Para poder realizar un plan de manejo forestal sustentable, esta norma describe que se debe realizar un inventario de todas las especies existentes en el sitio a explotar. A estos árboles se los deberá identificar con su nombre común específico, su nombre científico, y se anotará el diámetro del tronco a la altura del pecho.

Del inventario ejecutado, los árboles protegidos que no pueden ser cortados son los pertenecientes a especies en veda, declarados por la autoridad competente. Actualmente algunas especies vedadas son caoba y cedro, que si bien se consideraron en nuestra catalogación, se aclara la importancia de su veda temporal. Tampoco se podrán cortar árboles que posean una excepcional importancia ecológica, que constituya un elemento especial del hábitat o sea fuente importante de alimento para animales.

El gobierno ecuatoriano, a través de sus distintas instituciones: Ministerio del ambiente (MAE) y Ministerio de agricultura, ganadería y pesca (MAGAP), ha realizado varios programas de reforestación comercial de bosques, conservación de especies arbóreas y control frente a la tala y comercialización ilegal de madera. Uno de los proyectos planteados se denomina *Programa de incentivos para la reforestación con fines comerciales*, el cual tiene como principal objetivo: “aportar en la reducción del aprovechamiento indiscriminado del Bosque Nativo”, además de generar materia prima para el abastecimiento de la industria de la madera, reducir la dependencia de importación de productos forestales e incentivar el desarrollo industrial del sector forestal, a través de la sustitución de importaciones (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, 2016).

“El incentivo forestal constituye una transferencia económica de carácter no reembolsable, que entrega el Estado Ecuatoriano” a la población “para desembolsar y/o reembolsar una parte de los costos del establecimiento y mantenimiento de la plantación forestal” (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, 2016).

Las políticas son claras, por ejemplo, no se puede establecer plantaciones con fines comerciales en lugares de ecosistemas frágiles como bosques nativos y páramos sobre los 3.500 m.s.n.m. al norte del paralelo 3° y 3.000 m.s.n.m. al sur del paralelo 3°.

También se encuentran restringidas las plantaciones comerciales dentro de áreas protegidas, y en zonas relacionadas con la protección de cursos de agua permanentes o intermitentes, (alrededor de lagos, lagunas, reservorios de agua y de los llamados ojos de agua) se establecerán plantaciones forestales a lo largo de estas zonas considerando distintas fajas de protección (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, 2016). Además, “El establecimiento de plantaciones forestales comerciales se limitará a sitios con pendientes de hasta 50°. Las plantaciones a establecerse sobre 50° serán destinadas para protección”.

Anualmente se aprueban distintas especies forestales nativas y exóticas dentro del programa antes mencionado. Dentro de estas se destacan en la región sierra el aliso, ciprés, eucalipto y pino. En la región costa y oriente se aprobó la producción de chuncho, laurel, eucalipto tropical, melina, caucho, jacaranda, pachaco, teca, fernán sánchez. En zonas secas se incentiva la producción de algarrobo y neem (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, 2016).

En el Ecuador para la comercialización de los productos forestales madereros se promueve la certificación voluntaria de bosques bajo los criterios del FSC – *Forest Stewardship Council*– o Consejo de Manejo Forestal. “El FSC es una organización internacional independiente, no gubernamental y sin fines de lucro, la cual trabaja en 50 países estratégicos a lo largo de los cinco continentes”(CEFOVE, s/f).

Además, otro tema de vital importancia dentro de la conservación ecológica y sustentable es hablar de la huella de carbono. “Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), el Ecuador emite 1,9 toneladas métricas de CO<sub>2</sub> por habitante. Lo que representa un 0,1% de emisiones a nivel mundial”. “A pesar de ser un país con emisiones que representan menos del 0,5% de CO<sub>2</sub> en el mundo, el gobierno ha trabajado en políticas públicas para

fortalecer las acciones de mitigación y adaptación del cambio climático, con el fin de mejorar la calidad de vida, en términos de bienestar ambiental y social” (Ministerio del Ambiente). Por esta razón y con el fin de disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub> en el Ecuador el MAE ha puesto en marcha medidas importantes como el programa “Socio Bosque” y el “Socio Páramo”, así como políticas para aminorar el consumo de combustibles fósiles, promoviendo el uso de energía hidroeléctrica, solar y eólica (Ministerio del Ambiente). “Socio Bosque es un programa pionero de incentivos económicos que ha logrado, hasta el momento, conservar más de 1’200.000 hectáreas de bosques y páramos nativos en todo el Ecuador; ha firmado 2.400 convenios con comunidades locales y propietarios privados” (Gaibor, 2014) que básicamente consiste en la entrega de incentivos económicos a propietarios de tierras, campesinos y comunidades indígenas que se comprometan, de forma voluntaria, a conservar y proteger sus bosques nativos, páramos u otra vegetación nativa.

Sin que esto contradiga a la protección del ambiente, el Ecuador se destaca por ser una nación forestal, ya que su situación geográfica y la diversidad de climas son factores que generan la disponibilidad de tierras aptas para el cultivo de especies maderables con alto potencial de producción. “El interés de la producción forestal ha crecido en el país, no sólo por la demanda comercial mundial, sino porque además su producción y manejo genera otros valores como retención de carbono, la conservación de otras especies, entre otros servicios ambientales” (Espinoza Arellano, 2016).

Los reportes indican que las especies con características estructurales que más se producen en el Ecuador son teca, pino (pátula y radiata), eucalipto, y otras especies, que de alguna manera tienen un crecimiento rápido y se pueden conseguir fácilmente. Sin embargo se están realizando importantes esfuerzos e incentivos económicos brindados por el gobierno ecuatoriano,

para promover la producción comercial de nuevas especies maderables, que tengan un manejo ambiental controlado y puedan sembrarse masivamente. Este es el caso de la madera melina. Su aprovechamiento se logra entre 8 y 10 años después de la siembra. “Las provincias con mayor número de hectáreas incentivadas son Esmeraldas (20,68%), Guayas (15,78%), Los Ríos (14,88%) y Manabí (12,54%). Pero también se trabaja en Cotopaxi, Santo Domingo de los Tsáchilas, Pichincha, Imbabura, Bolívar, Chimborazo, entre otras” (Proaño, 2015).

Como dato importante, en el año 2014 el Ecuador se convirtió en líder mundial en exportaciones de madera de teca. Sin embargo, la calidad aún debe mejorar para que sus precios sean más competitivos. Este año fue “récord para el sector exportador de madera de teca en el Ecuador. Con 190.000m<sup>3</sup> de teca exportados durante el año pasado, el país se posicionó como líder mundial en ventas de este tipo de madera, por encima de Birmania, que ocupaba ese puesto anteriormente” (Tapia, 2015). Y en la mayoría de casos, este tipo de madera cuenta con certificación ambiental y la garantía de reposición sistemática, lo que demuestra que puede ser posible lograr un balance entre explotación y reforestación.

## Criterios de clasificación de maderas idóneas para uso estructural

En nuestro medio se puede encontrar una gran cantidad de especies arbóreas maderables. Sin embargo, se han establecido algunos parámetros de selección o “filtros”, por así decirlo, que reducen el extenso universo de muestras a un número más reducido y sobre todo real de especies para fines estructurales.

El primer parámetro de selección (y el más importante de todos) fue el tema ambiental. Para ello el equipo de investigación se reunió con técnicos del Ministerio del Ambiente del Ecuador para tener fuentes confiables y certezas de que los listados de posibles especies maderables no tuvieran ninguna prohibición o restricción, y que además, las especies escogidas contaran efectivamente con políticas de reforestación vigentes y que se pudiera realizar una explotación racional, sistemática y programada de los recursos forestales en el país. Por otro lado se analizaron y descartaron ciertas especies que si bien no constan como “especies prohibidas de explotación” se sabe que no existen áreas extensas de crecimiento, o son árboles muy escasos, que no se encuentran con facilidad. En otros casos, se han determinado ciertas especies que constan en nuestro análisis como especies de uso futuro, como el cedro, caoba y yumbingue negro, que por ahora su explotación está prohibida; pero se planea que dentro de 15 o 18 años se podría cumplir un ciclo importante de reforestación de estas especies, lo que permitiría su explotación paulatina.

Para corroborar esta información se contó con la valiosa ayuda del Biólogo Danilo Minga, quien dirige el herbario

de la Escuela de Biología de la Universidad del Azuay. Además de identificar las posibles especies maderables, se encargó de revisar las características botánicas, nombres científicos, edades de crecimiento, regiones y rango de distribución altitudinal de cada especie, entre otros datos de relevancia, que nos han permitido realizar un cuadro de valoración de muy fácil lectura.

Es importante destacar que esta investigación contó con la revisión de dos pares académicos externos: el Arq. Felipe Quesada Molina PhD. y el Arq. Sebastián Astudillo Cordero, docente Investigador FAUC Universidad de Cuenca; destacados profesionales con amplios conocimientos dentro del área.

El segundo filtro del proyecto tomó en cuenta varios factores físicos, mecánicos y propiedades arquitectónicas necesarios para cumplir con la “condición estructural” de la madera. En este punto, el primer requisito a ser cumplido es su valor de densidad. Según la Norma Ecuatoriana de la Construcción, en su capítulo *Estructuras de madera* (NEC-SE-MD), se considera como madera estructural a toda aquella que cumple con una densidad mínima de 400 kg/m<sup>3</sup>. Las especies que poseen una densidad inferior a la antes mencionada, fueron excluidas de nuestro estudio automáticamente.

Otro factor muy importante a investigar, es el tamaño y la forma de la especie vegetal. Existen especies maderables que poseen una alta densidad, y que en teoría caerían dentro de nuestra selección, pero por su anatomía y composición son consideradas como arbustos o árboles de reducida altura o sección, impidiendo la obtención de piezas de madera con dimensiones necesarias para conformar escuadras comerciales o elementos estructurales como vigas o columnas.

En base a esto, el proyecto se limitó a estudiar aquellas clases de madera provenientes de árboles altos, con troncos anchos y grandes, que puedan ser procesados con facilidad, de preferencia industrialmente. Además, se clasificó la madera según el tiempo

que tarda su crecimiento, la edad de corte final y el diámetro mínimo al que debe ser cortado el tronco para generar una producción maderera responsable con el ambiente y se puedan aprovechar al máximo sus cualidades.

El tercer filtro identifica características arquitectónicas y constructivas de las maderas, como por ejemplo su respuesta frente a factores externos como el clima, la radiación UV, la humedad, el ataque químico y la resistencia a plagas. Además, la catalogación de las especies registra sus características y cualidades arquitectónicas como el color de la madera, su textura, su veteado y brillo, etc.

Si bien nuestras muestras fueron probadas en el laboratorio únicamente desde sus propiedades físico mecánicas, es destacable el trabajo de campo que se realizó a través de entrevistas con proveedores de aserraderos, maestros carpinteros y constructores, quienes desde su experiencia aportaron y recomendaron determinadas especies y usos específicos en función de su experiencia profesional y contacto directo con el material.

Estos datos resultaron determinantes para la clasificación final. Como dato adicional, el conseguir cada una de las muestras nos permitió además contar con una idea muy clara del valor comercial de cada especie, datos que están también presentes en nuestro documento y que ayudarán al usuario a tomar una buena decisión (desde varios aspectos) acerca del tipo de madera estructural adecuado para un determinado proyecto, en una determinada región del país.

Fue imprescindible para este estudio determinar los parámetros físicos y mecánicos de cada tipo de madera, basados en la metodología sugerida en el artículo *Strength Grading of the Structural Timber* (A. Baltrusaitis, V. Pranckeviciene), determinando la densidad de las muestras a una humedad aproximada del 12%, para posteriormente establecer el módulo de elasticidad de la madera en base a un ensayo de flexión no destructivo UNE-

EN 408:2004, derivado de relaciones matemáticas establecidas en función del esfuerzo aplicado y la deformación obtenidos en probetas dimensionalmente proporcionadas en relación al tamaño de la prensa de ensayo del laboratorio de la EDEC; finalmente con el valor del módulo de elasticidad establecido se asumen las características mecánicas de la “clase resistente” determinadas en el Eurocódigo 5.

## La Empresa Pública Municipal de Desarrollo Económico de Cuenca - EDEC EP

La EDEC EP es una empresa pública innovadora, que guía y fortalece la gestión de proyectos dirigidos a los sectores productivos y a los emprendimientos en las ramas de las micro empresas, artesanías, MyPimes y la industria, con visión social, sostenible y sustentable.

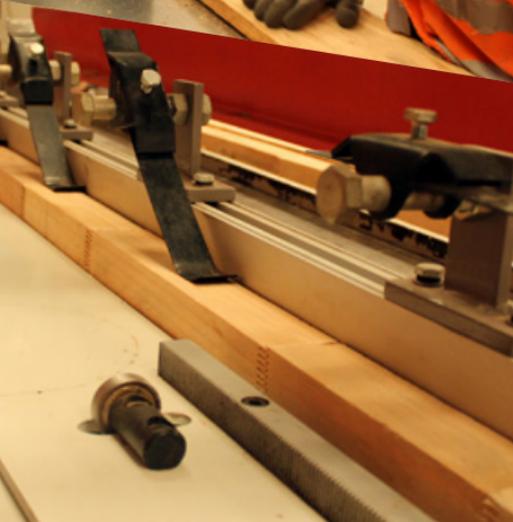
Nuestra concepción del desarrollo económico local se enfoca en potenciar los recursos propios del Cantón, a fin de generar bienestar en las ciudadanas y ciudadanos, contribuyendo al mejoramiento de la calidad de vida.

El INNOVACENTRO de la Madera y el Mueble, se constituye en un socio proactivo y efectivo del sector productivo de la madera, a fin de impulsar mejoras en la competitividad de las pequeñas y medianas industrias del sector.

Buscamos generar servicios tecnológicos para el austro del país, para la democratización en el acceso a los factores de producción a través de la dinamización del sector en el manejo de materia prima y subproductos procesados.

### NUESTROS EJES:

- Desarrollo e investigación para la innovación en el proceso de la cadena de valor de madera y muebles.
- Transferir el conocimiento referente al sector.
- Propiciar el mejoramiento de la calidad de las empresas, a través de la validación y comprobación de la calidad de materia prima y productos terminados.



## BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, Z., Loja, A., Solano, C. (2015). *Especies forestales más aprovechadas en la región sur del Ecuador*. Recuperado de [http://unl.edu.ec/sites/default/files/lb\\_especies\\_forestales\\_sur\\_ecuador\\_2015.pdf](http://unl.edu.ec/sites/default/files/lb_especies_forestales_sur_ecuador_2015.pdf)
- Aguirre, Z., (2012). *Especies forestales de los Bosques Secos del Ecuador*. Recuperado de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/Bosques-Secos4.pdf>
- Baltrušaitis, A., & Pranckeviciene, V. (2003). *Strength Grading of the Structural Timber*. ISSN MATERIALS SCIENCE ( MEDŽIAGOTYRA ), 9(3), 1392–1320.
- CEFOVE (s.f). *Empresas y productos certificados FSC en Ecuador*. Recuperado de <http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2016/08/Catalogo-FSC.pdf>
- Deplazes, A. (2010). *Construir arquitectura*. Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili.
- Edwards, B., & Hyeet, P. (2008). Guía básica de la sostenibilidad. Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili.
- Espinoza, E. (2016, 04 de mayo). *Especies forestales de mayor demanda*. El Agro. Recuperado de [https://issuu.com/uminasa/docs/el\\_agro\\_238-abrilfinal-26abril-ref](https://issuu.com/uminasa/docs/el_agro_238-abrilfinal-26abril-ref)
- Gaibor, M. (2014, agosto). *Compensar las emisiones de CO<sub>2</sub> a través de la conservación de bosques*. Gestión. Recuperado de <http://conservation.org.ec/wp-content/uploads/2014/08/Reportaje-en-Gestión.pdf>
- Houston, K., & Carbon Master. (2012, 01 de octubre). *Mitigación de la huella de carbono*. Ekos. Recuperado de <http://www.ekosnegocios.com/negocios/verArticuloContenido.aspx?idArt=923>
- Iñiguez, G. (2007). *Clasificación mediante técnicas no destructivas y evaluación de las propiedades mecánicas de la madera aserrada de coníferas de gran escuadra para uso estructural* (tesis doctoral). Universidad Politécnica de Madrid, España.
- Kotta, D. (2016). *Materiales para la construcción*. España: Editorial Plutón Ediciones.
- Langarica, V. (2014). *Construcción de madera en altura*. Recuperado de [https://issuu.com/victorlangarica/docs/construccion\\_de\\_madera\\_en\\_altura](https://issuu.com/victorlangarica/docs/construccion_de_madera_en_altura)
- Lee, T. P., Compte, G. F., & Peralta, G. C. (1989). *Patrimonio arquitectónico y urbano de Guayaquil*. Guayaquil, Ecuador: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Facultad de Arquitectura.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca. (2016). *Ecuador forestal*. Recuperado de <http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2016/08/FOLLETO-PIF-2016.pdf>
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2014). *Norma Ecuatoriana de la Construcción, Estructuras de Madera (NEC - SE - MD)*. Ecuador: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (s.f.). *MAE trabaja en programas de mitigación y adaptación para reducir emisiones de CO<sub>2</sub> en Ecuador*. Quito, Ecuador.: Ministerio del Ambiente. Recuperado de <http://www.ambiente.gob.ec/mae-trabaja-en-programas-de-mitigacion-y-adaptacion-para-reducir-emisiones-de-co2-en-ecuador/>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO (2014). *Propiedades anatómicas, físicas y mecánicas de 93 especies forestales*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i4407s.pdf>
- Morla de Echanique, M. (04 de Octubre de 2006). *Los Astilleros de Guayaquil*. El Universo. Recuperado de <https://www.eluniverso.com/2006/10/08/0001/1020/B8E285D-1313C49E7A3AA0E15B1944C05.html>
- Olabe Velasco, F., Val Hernández, Y., Varela de la Cruz, P., & Cabrero Ballarin, J. M. (2012). *Construir con madera*. Recuperado de <https://issuu.com/catedramadera/docs/construir-con-madera>
- Porteous, J., & Kermani, A. (2007). *Structural Timber Design to Eurocode 5*. doi: 10.2749/101686693780612457
- Proaño, J. (30 de noviembre de 2015). *En Ecuador existen 47.989 hectáreas sembradas con árboles con fines comerciales*. El Telégrafo. Recuperado de [http://www.ecuadorinmediato.com/index.php?module=Noticias&func=news\\_user\\_view&id=2818792383](http://www.ecuadorinmediato.com/index.php?module=Noticias&func=news_user_view&id=2818792383)
- Quesada Molina, F. (2016). *La construcción con madera en la ciudad de Cuenca-Ecuador*. Estudios sobre arte actual (4), 2340–6062.
- Quinatoa Cotacachi, E. (s/f). *Culturas ancestrales ecuatorianas*. Recuperado de <http://studylib.es/doc/6757259/materia--%E2%80%9C-culturas-ancestrales-ecuatorianas%E2%80%9D-estelina>
- Tapia, E. (2015, 07 de junio). *La exportación de teca crece y busca más calidad*. Revista Líderes. Recuperado de <https://www.revistalideres.ec/lideres/exportacion-teca-ecuador-crece-busca.html>
- Ugalde, E., & Moscoso, M. (1990). *Análisis histórico - arquitectónico y ampliación del edificio del Colegio Benigno Malo* (tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.

# 1. Arenillo

*Erismia uncinatum* Warm  
Familia: Vochysiaceae



## CARACTERÍSTICAS

Altura del árbol (m)			•	50
Ø máximo del tronco (m)			•	1,80
Crecimiento		•		
Ø mínimo de corta (m)				0,50
Edad de corta final (años)				20
Costo		•		

## PROPIEDADES ARQUITECTÓNICAS

Resistencia al agua	•			Baja
Resistencia a plagas	•			Baja
Resistencia a factores externos	•			Baja
Textura	•			Fina
Brillo		•		Mediano
Veteado longitudinal	•			Radial: bandas finas y paralelas
Veteado tangencial	•			Arcos superpuestos
Color: albura				Rosada con transición a marrón
Color: duramen				Rojizo mate con manchas oscuras
Color: veteado				Marrón claro

## PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	824,61
Módulo de Elasticidad principal $E_{0,principal}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	123457,25
Clase resistente	C30
Módulo de Cortante principal $G_{principal}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	7647,9
Resistencia a flexión $f_{m,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	305,9
Resistencia a tracción 0 $f_{t,0,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	183,5
Resistencia a tracción 90 $f_{t,90,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	6,1
Resistencia a compresión 0 $f_{c,0,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	234,5
Resistencia a compresión 90 $f_{c,90,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	27,5
Resistencia a cortante $f_{v,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	30,6

## USOS

- Estructuras
- Construcción
- Mobiliario

COSTA

SIERRA

ORIENTE

ALTURA DE SIEMBRA

## 2. Bálsamo

*Myroxylon periferum* L. f.  
Familia: Fabaceae



COSTA

### CARACTERÍSTICAS

Altura del árbol (m)	●	10-15
Ø máximo del tronco (m)	●	0,30-0,50
Crecimiento	●	
Ø mínimo de corta (m)		0,30
Edad de corta final (años)		18
Costo	●	Alto

### PROPIEDADES ARQUITECTÓNICAS

Resistencia al agua	●	Baja
Resistencia a plagas	●	Baja
Resistencia a factores externos	●	Susceptible contra heladas
Textura	●	Media-fina
Brillo	●	Alto
Veteado longitudinal	●	Líneas paralelas angostas con arcos superpuestos
Veteado tangencial	●	

SIERRA

ORIENTE

Color: albura	■	Blanco crema
Color: duramen	■	Marrón rojizo
Color: veteado	■	Marrón anaranjado

### PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	834,32
Módulo de Elasticidad principal E <sub>0,principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	171682,07
Clase resistente	C30
Módulo de Cortante principal G <sub>principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	7647,9
Resistencia a flexión f <sub>m,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	305,9
Resistencia a tracción 0 f <sub>t,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	183,5
Resistencia a tracción 90 f <sub>t,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	6,1
Resistencia a compresión 0 f <sub>c,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	234,5
Resistencia a compresión 90 f <sub>c,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	27,5
Resistencia a cortante f <sub>v,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	30,6

ALTURA DE SIEMBRA

### USOS

- Estructuras
- Construcción
- Carpinterías
- Mobiliario

### 3. Caoba

*Swietenia macrophylla* King  
Familia: Meliaceae



#### CARACTERÍSTICAS

Altura del árbol (m)			●	30-40
Ø máximo del tronco (m)			●	1,00
Crecimiento	●			Lento
Ø mínimo de corta (m)				0,50
Edad de corta final (años)				15-20
Costo			●	Alto

#### PROPIEDADES ARQUITECTÓNICAS

Resistencia al agua	●			Baja
Resistencia a plagas			●	Alta
Resistencia a factores externos		●		Mediano
Textura		●		Media-gruesa
Brillo		●		Mediano
Veteado longitudinal		●		Radial: bandas anchas y paralelas
Veteado tangencial			●	Arcos superpuestos
Color: albura				Rosada con transición gradual a marrón
Color: duramen				Rojizo mate con manchas oscuras
Color: veteado				Marrón rojizo

#### PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	851,05
Módulo de Elasticidad principal E <sub>0,principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	139071,24
Clase resistente	C30
Módulo de Cortante principal G <sub>principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	7647,9
Resistencia a flexión f <sub>m,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	305,9
Resistencia a tracción 0 f <sub>t,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	183,5
Resistencia a tracción 90 f <sub>t,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	6,1
Resistencia a compresión 0 f <sub>c,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	234,5
Resistencia a compresión 90 f <sub>c,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	27,5
Resistencia a cortante f <sub>v,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	30,6

#### USOS

- Estructuras
- Carpinterías
- Mobiliario
- Instrumentos musicales

# 4. Jigua

*Nectandra reticulata* (Ruiz & Pay.) Mez  
Familia: Lauraceae



COSTA

## CARACTERÍSTICAS

Altura del árbol (m)	●		5-15
Ø máximo del tronco (m)		●	1,00
Crecimiento		●	Medio
Ø mínimo de corta (m)			0,40
Edad de corta final (años)			25
Costo	●		Medio

## PROPIEDADES ARQUITECTÓNICAS

Resistencia al agua		●	Mediano
Resistencia a plagas			● Alta
Resistencia a factores externos		●	Mediano
Textura	●		Fina
Brillo		●	Mediano
Veteado longitudinal		●	Definido por líneas vasculares, satinado y jaspeado
Veteado tangencial		●	
Color: albura			Amarillo pálido
Color: duramen			Amarillento a café verdoso
Color: veteado			Verde claro amarillento

SIERRA

ORIENTE

## PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	390,64
Módulo de Elasticidad principal E <sub>0,principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	108920,45
Clase resistente	C24
Módulo de Cortante principal G <sub>principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	7036,0
Resistencia a flexión f <sub>m,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	244,7
Resistencia a tracción 0 f <sub>t,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	124,8
Resistencia a tracción 90 f <sub>t,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	5,1
Resistencia a compresión 0 f <sub>c,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	214,1
Resistencia a compresión 90 f <sub>c,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	25,5
Resistencia a cortante f <sub>v,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	25,5

## USOS

- Estructuras
- Construcción

ALTURA DE SIEMBRA

# 5. Limoncillo

*Zanthoxylum riedelianum* Engl.  
Familia: Rutaceae



## CARACTERÍSTICAS

Altura del árbol (m)			•	30
Ø máximo del tronco (m)			•	0,80
Crecimiento			•	Rápido: hasta 2,8m anuales
Ø mínimo de corta (m)				0,40
Edad de corta final (años)				10-30
Costo		•		Medio

## PROPIEDADES ARQUITECTÓNICAS

Resistencia al agua	•			Baja
Resistencia a plagas		•		Media
Resistencia a factores externos	•			Susceptible a plagas de cítricos
Textura			•	Gruesa
Brillo		•		Medio-alto
Veteado longitudinal		•		
Veteado tangencial	•			
Color: duramen				Amarillo cremoso
Color: albura				Café pálido amarillento
Color: veteado				Amarillo con toques sutiles verdes

## PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	678,54
Módulo de Elasticidad principal E <sub>0,principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	158331,03
Clase resistente	C30
Módulo de Cortante principal G <sub>principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	7647,9
Resistencia a flexión f <sub>m,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	305,9
Resistencia a tracción 0 f <sub>t,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	183,5
Resistencia a tracción 90 f <sub>t,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	6,1
Resistencia a compresión 0 f <sub>c,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	234,5
Resistencia a compresión 90 f <sub>c,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	27,5
Resistencia a cortante f <sub>v,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	30,6

## USOS

- Estructuras
- Construcción: tablas y tablones, parquet, postes de cercas
- Carrozas: construcción de estructuras

# 6. Moral

*Sorocea trophoides* W.C.Burguer  
Familia: Moraceae



## CARACTERÍSTICAS

Altura del árbol (m)			●	20-30
Ø máximo del tronco (m)			●	1,30
Crecimiento	●			Lento
Ø mínimo de corta (m)				0,50
Edad de corta final (años)				20
Costo			●	Alto

## PROPIEDADES ARQUITECTÓNICAS

Resistencia al agua			●	Alta
Resistencia a plagas			●	Alta
Resistencia a factores externos			●	Alta
Textura		●		Media-gruesa
Brillo		●		Mediano
Veteado longitudinal			●	Radial: bandas finas y paralelas
Veteado tangencial		●		Arcos superpuestos
Color: duramen				Crema amarillenta
Color: albura				Amarillo con pintas cafés
Color: veteado				Marrón verdoso claro

## PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	761,17
Módulo de Elasticidad principal E <sub>0,principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	159876,41
Clase resistente	C30
Módulo de Cortante principal G <sub>principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	7647,9
Resistencia a flexión f <sub>m,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	305,9
Resistencia a tracción 0 f <sub>t,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	183,5
Resistencia a tracción 90 f <sub>t,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	6,1
Resistencia a compresión 0 f <sub>c,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	234,5
Resistencia a compresión 90 f <sub>c,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	27,5
Resistencia a cortante f <sub>v,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	30,6

## USOS

- Estructuras
- Construcción
- Mobiliario

COSTA

SIERRA

ORIENTE

ALTURA DE SIEMBRA

# 7. Roble

*Dendrobangia boliviana* Rusby  
Familia: Metteniusaceae



## CARACTERÍSTICAS

Altura del árbol (m)			●	20-30
Ø máximo del tronco (m)		●		0,50-0,60
Crecimiento	●			Lento
Ø mínimo de corta (m)				0,30-0,40
Edad de corta final (años)				30
Costo			●	Alto

## PROPIEDADES ARQUITECTÓNICAS

Resistencia al agua			●	Alta
Resistencia a plagas		●		Media
Resistencia a factores externos		●		Media
Textura			●	Gruesa
Brillo	●			Bajo
Veteado longitudinal			●	
Veteado tangencial		●		
Color: alburno				Café amarillento pálido
Color: duramen				Amarillo suave
Color: veteado				Fino

## PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	574.61
Módulo de Elasticidad principal $E_{0,principal}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	101127.91
Clase resistente	C22
Módulo de Cortante principal $G_{principal}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	6424,2
Resistencia a flexión $f_{m,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	224,3
Resistencia a tracción 0 $f_{t,0,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	132,6
Resistencia a tracción 90 $f_{t,90,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	5,1
Resistencia a compresión 0 $f_{c,0,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	203,9
Resistencia a compresión 90 $f_{c,90,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	24,5
Resistencia a cortante $f_{v,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	24,5

## USOS

- Estructuras
- Construcción

COSTA

SIERRA

ORIENTE

ALTURA DE SIEMBRA

# 8. Pechiche

*Vitex gigantea* Kunth  
Familia: Lamiaceae



## CARACTERÍSTICAS

Altura del árbol (m)			●	20-30
Ø máximo del tronco (m)			●	0,80
Crecimiento		●		Medio
Ø mínimo de corta (m)				0,50
Edad de corta final (años)				20
Costo		●		Medio

## PROPIEDADES ARQUITECTÓNICAS

Resistencia al agua			●	Alta
Resistencia a plagas	●			Baja
Resistencia a factores externos		●		Media
Textura	●			
Brillo		●		Medio
Veteado longitudinal	●			
Veteado tangencial	●			
Color: albura				Marrón cremoso
Color: duramen				Marrón oscuro
Color: veteado				Café grisáceo

## PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	753,33
Módulo de Elasticidad principal $E_{0,principal}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	129565,65
Clase resistente	C30
Módulo de Cortante principal $G_{principal}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	7647,9
Resistencia a flexión $f_{m,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	305,9
Resistencia a tracción 0 $f_{t,0,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	183,5
Resistencia a tracción 90 $f_{t,90,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	6,1
Resistencia a compresión 0 $f_{c,0,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	234,5
Resistencia a compresión 90 $f_{c,90,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	27,5
Resistencia a cortante $f_{v,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	30,6

## USOS

- Estructuras
- Construcción: barcos
- Construcción: casas
- Mobiliario
- Barriles
- Frutos comestibles

COSTA

SIERRA

ORIENTE

ALTURA DE SIEMBRA

# 9. Mascarey

*Hieronyma alchorneoides* Allemão  
Familia: Phyllanthaceae



## CARACTERÍSTICAS

Altura del árbol (m)			●	20-35
Ø máximo del tronco (m)			●	0,50-1,00
Crecimiento		●		Medio
Ø mínimo de corta (m)				0,50
Edad de corta final (años)				20
Costo		●		Medio

## PROPIEDADES ARQUITECTÓNICAS

Resistencia al agua			●	Alta
Resistencia a plagas		●		Media
Resistencia a factores externos		●		Media
Textura		●		Media-fina
Brillo		●		Medio-bajo
Veteado longitudinal		●		
Veteado tangencial			●	
Color: albura				Marrón rojizo
Color: duramen				Rosado rojizo
Color: veteado				Marrón oscuro

## PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	751,08
Módulo de Elasticidad principal E <sub>0,principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	151004,57
Clase resistente	C30
Módulo de Cortante principal G <sub>principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	7647,9
Resistencia a flexión f <sub>m,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	305,9
Resistencia a tracción 0 f <sub>t,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	183,5
Resistencia a tracción 90 f <sub>t,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	6,1
Resistencia a compresión 0 f <sub>c,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	234,5
Resistencia a compresión 90 f <sub>c,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	27,5
Resistencia a cortante f <sub>v,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	30,6

## USOS

- Estructuras
- Construcción
- Mobiliario
- Botes
- Estructura para camiones
- Puentes
- Carpinterías

COSTA

SIERRA

ORIENTE

ALTURA DE SIEMBRA

# 10. Yaso

*Chrysophyllum cainito* L.  
Familia: Phyllanthaceae



## CARACTERÍSTICAS

Altura del árbol (m)			●	20-40
Ø máximo del tronco (m)			●	0,70-1,00
Crecimiento		●		Medio
Ø mínimo de corta (m)				0,50
Edad de corta final (años)				20
Costo		●		Medio

## PROPIEDADES ARQUITECTÓNICAS

Resistencia al agua	●			Baja
Resistencia a plagas		●		Media
Resistencia a factores externos		●		Media
Textura		●		Media-fina
Brillo		●		Medio-bajo
Veteado longitudinal	●			
Veteado tangencial	●			
Color: albura				Marrón claro
Color: duramen				Marrón
Color: veteado				Marrón grisáceo

## PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	867,41
Módulo de Elasticidad principal E <sub>0,principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	182379,20
Clase resistente	C30
Módulo de Cortante principal G <sub>principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	7647,9
Resistencia a flexión f <sub>m,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	305,9
Resistencia a tracción 0 f <sub>t,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	183,5
Resistencia a tracción 90 f <sub>t,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	6,1
Resistencia a compresión 0 f <sub>c,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	234,5
Resistencia a compresión 90 f <sub>c,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	27,5
Resistencia a cortante f <sub>v,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	30,6

## USOS

- Estructuras
- Construcción
- Mobiliario
- Botes
- Tableros
- Instrumentos musicales
- Carpinterías

COSTA

SIERRA

ORIENTE

ALTURA DE SIEMBRA

# 11. Amarillo

*Centrolabium ochroxylum* Rose ex Rudd.  
Familia: Fabaceae



## CARACTERÍSTICAS

Altura del árbol (m)			●	20-30
Ø máximo del tronco (m)		●		0,50-0,60
Crecimiento	●			Lento
Ø mínimo de corta (m)				0,60
Edad de corta final (años)				20
Costo			●	Alto

## PROPIEDADES ARQUITECTÓNICAS

Resistencia al agua		●		Media
Resistencia a plagas		●		Media
Resistencia a factores externos		●		Media
Textura		●		Media-fina
Brillo		●		Medio-alto
Veteado longitudinal			●	Líneas vasculares finas
Veteado tangencial			●	
Color: alburno				Blanca o crema
Color: duramen				Amarillo o café
Veteado				Marrón suave anaranjado

## PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	515,72
Módulo de Elasticidad principal E <sub>0,principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	190703,04
Clase resistente	C30
Módulo de Cortante principal G <sub>principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	7647,9
Resistencia a flexión f <sub>m,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	305,9
Resistencia a tracción 0 f <sub>t,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	183,5
Resistencia a tracción 90 f <sub>t,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	6,1
Resistencia a compresión 0 f <sub>c,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	234,5
Resistencia a compresión 90 f <sub>c,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	27,5
Resistencia a cortante f <sub>v,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	30,6

## USOS

- Estructuras
- Carpinterías
- Construcción de lanchas
- Construcción de vivienda

# 12. Cedro macho

*Guarea pterorhachis* Harms

Familia: Meliaceae



## CARACTERÍSTICAS

Altura del árbol (m)		•	Hasta 20
Ø máximo del tronco (m)			• 0,80
Crecimiento		•	Medio
Ø mínimo de corta (m)			0,60
Edad de corta final (años)			30
Costo		•	Medio

## PROPIEDADES ARQUITECTÓNICAS

Resistencia al agua			• Alta
Resistencia a plagas		•	
Resistencia a factores externos	•		Bajo-mediano
Textura		•	Media y suave al tacto
Brillo		•	Medio-alto
Veteado longitudinal		•	
Veteado tangencial		•	
Color: albura			Grisácea
Color: duramen			Rojizo a pardo rojizo
Color: veteado			Franjas de color rojizo

## PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	621,73
Módulo de Elasticidad principal $E_{0,principal}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	135585,24
Clase resistente	C30
Módulo de Cortante principal $G_{principal}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	7647,9
Resistencia a flexión $f_{m,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	305,9
Resistencia a tracción 0 $f_{t,0,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	183,5
Resistencia a tracción 90 $f_{t,90,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	6,1
Resistencia a compresión 0 $f_{c,0,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	234,5
Resistencia a compresión 90 $f_{c,90,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	27,5
Resistencia a cortante $f_{v,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	30,6

## USOS

- Estructuras
- Construcción
- Construcción de canoas
- Carpinterías
- Mobiliario
- Instrumentos musicales
- Artesanías

# 13. Guachapelí

*Albizia guachapele* (Kunth.) Dugand  
Familia: Fabaceae



## CARACTERÍSTICAS

Altura del árbol (m)			●	20-25
Ø máximo del tronco (m)		●		0,50-0,70
Crecimiento		●		Medio
Ø mínimo de corta (m)				0,40
Edad de corta final (años)				20-25
Costo			●	Alto

## PROPIEDADES ARQUITECTÓNICAS

Resistencia al agua			●	Alta
Resistencia a plagas		●		Media
Resistencia a factores externos		●		Media
Textura		●		Media
Brillo		●		Moderado
Veteado longitudinal			●	
Veteado tangencial			●	
Color: albura		Castaño anaranjado		
Color: duramen		Amarillo cremoso		
Color: veteado		Jaspeado café verdoso		

## PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	675,35
Módulo de Elasticidad principal $E_{0,principal}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	61472,06
Clase resistente	C14
Módulo de Cortante principal $G_{principal}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	4486,8
Resistencia a flexión $f_{m,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	142,8
Resistencia a tracción 0 $f_{t,0,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	81,6
Resistencia a tracción 90 $f_{t,90,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	4,1
Resistencia a compresión 0 $f_{c,0,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	163,2
Resistencia a compresión 90 $f_{c,90,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	20,4
Resistencia a cortante $f_{v,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	17,3

## USOS

- Estructuras
- Construcción
- Carpinterías
- Durmientes de ferrocarril
- Mobiliario-ebanistería

# 14. Laurel de la costa

*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken

Familia: Boraginaceae



## CARACTERÍSTICAS

Altura del árbol (m)			●	20-45
Ø máximo del tronco (m)		●		0,50-0,80
Crecimiento		●		Medio
Ø mínimo de corta (m)				0,40
Edad de corta final (años)				12-15
Costo	●			Bajo

## PROPIEDADES ARQUITECTÓNICAS

Resistencia al agua			●	Alta
Resistencia a plagas	●			
Resistencia a factores externos		●		Media
Textura	●			Fina
Brillo		●		Mediano
Veteado longitudinal		●		Radial: bandas anchas y oscuras
Veteado tangencial		●		Arcos superpuestos definidos por el crecimiento
Color: albura				Café claro
Color: duramen				Café blanquecino
Color: veteado				Café oscuro

## PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	394,08*
Módulo de Elasticidad principal E <sub>0,principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	90141,08
Clase resistente	C18
Módulo de Cortante principal G <sub>principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	5710,4
Resistencia a flexión f <sub>m,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	183,5
Resistencia a tracción 0 f <sub>t,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	112,2
Resistencia a tracción 90 f <sub>t,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	5,1
Resistencia a compresión 0 f <sub>c,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	183,5
Resistencia a compresión 90 f <sub>c,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	22,4
Resistencia a cortante f <sub>v,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	20,4

## USOS

- Estructuras
- Construcción
- Mobiliario

\* Debido a su alto uso en la construcción, esta madera fue considerada a pesar de no alcanzar la densidad mínima establecida en la norma NEC-SE-MD (400kg/m<sup>3</sup>).

◀ Muestra tratada con lija 100, impresa a tamaño real  
Arriba: madera sin tratar / Abajo: madera tratada

COSTA

SIERRA

ORIENTE

ALTURA DE SIEMBRA

# 15. Melina

*Gmelina arborea* Roxb  
Familia: Lamiaceae



## CARACTERÍSTICAS

Altura del árbol (m)			●	30
Ø máximo del tronco (m)		●		0,50-0,80
Crecimiento			●	Rápido
Ø mínimo de corta (m)				45
Edad de corta final (años)				12
Costo			●	Alto

## PROPIEDADES ARQUITECTÓNICAS

Resistencia al agua			●	Alta
Resistencia a plagas		●		Moderada
Resistencia a factores externos		●		Moderada
Textura	●			Fina y uniforme
Brillo		●		Moderado
Veteado longitudinal	●			
Veteado tangencial	●			
Color: albura				Marrón rojizo
Color: duramen				Rosado-amarillo brillante
Color: veteado				Café verdoso claro

## PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	443,85
Módulo de Elasticidad principal E <sub>0,principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	66312,15
Clase resistente	C14
Módulo de Cortante principal G <sub>principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	4486,8
Resistencia a flexión f <sub>m,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	142,8
Resistencia a tracción 0 f <sub>t,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	81,6
Resistencia a tracción 90 f <sub>t,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	4,1
Resistencia a compresión 0 f <sub>c,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	163,2
Resistencia a compresión 90 f <sub>c,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	20,4
Resistencia a cortante f <sub>v,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	17,3

## USOS

- Estructuras
- Construcción
- Carpinterías
- Instrumentos musicales
- Artesanías
- Ebanistería (mobiliario)
- Molduras finas

# 16. Seique

*Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke  
Familia: Fabaceae



COSTA

SIERRA

ORIENTE

ALTURA DE SIEMBRA

## CARACTERÍSTICAS

Altura del árbol (m)			●	40-50
Ø máximo del tronco (m)			●	1,50
Crecimiento			●	Rápido
Ø mínimo de corta (m)				0,50
Edad de corta final (años)				16-20
Costo		●		Medio

## PROPIEDADES ARQUITECTÓNICAS

Resistencia al agua			●	Alta
Resistencia a plagas	●			Baja
Resistencia a factores externos		●		
Textura			●	Gruesa
Brillo		●		Mediano-alto
Veteado longitudinal			●	
Veteado tangencial			●	

Color: alburno		Rosada-amarillenta
Color: duramen		Rojizo claro
Color: veteado		Líneas jaspeadas y discontinuas marrón rojizo

## PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	635,46
Módulo de Elasticidad principal E <sub>0,principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	130267,42
Clase resistente	C30
Módulo de Cortante principal G <sub>principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	7647,9
Resistencia a flexión f <sub>m,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	305,9
Resistencia a tracción 0 f <sub>t,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	183,5
Resistencia a tracción 90 f <sub>t,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	6,1
Resistencia a compresión 0 f <sub>c,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	234,5
Resistencia a compresión 90 f <sub>c,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	27,5
Resistencia a cortante f <sub>v,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	30,6

## USOS

- Estructuras
- Carpintería y pisos
- Ebanistería
- Embarcaciones

# 17. Fernán Sánchez

*Triplaris americana* L.

Familia: Polygonaceae



## CARACTERÍSTICAS

Altura del árbol (m)		●	20
Ø máximo del tronco (m)		●	0,60-0,80
Crecimiento		●	Rápido: 1,98m anuales
Ø mínimo de corta (m)			0,40
Edad de corta final (años)			18-20
Costo	●		Bajo

## PROPIEDADES ARQUITECTÓNICAS

Resistencia al agua	●		Baja
Resistencia a plagas	●		Baja
Resistencia a factores externos	●		Muy susceptible a hongos e insectos
Textura		●	Media-gruesa
Brillo		●	Medio
Veteado longitudinal		●	Radial: líneas finas
Veteado tangencial		●	Arcos superpuestos
Color: albura			Blanco tendiendo a rosado
Color: duramen			Marrón pálido
Color: veteado			Marrón

## PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	601,07
Módulo de Elasticidad principal $E_{0,principal}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	96677,15
Clase resistente	C22
Módulo de Cortante principal $G_{principal}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	6424,2
Resistencia a flexión $f_{m,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	224,3
Resistencia a tracción 0 $f_{t,0,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	132,6
Resistencia a tracción 90 $f_{t,90,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	5,1
Resistencia a compresión 0 $f_{c,0,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	203,9
Resistencia a compresión 90 $f_{c,90,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	24,5
Resistencia a cortante $f_{v,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	24,5

## USOS

- Estructuras
- Construcción: chapas decorativas, carpinterías interiores, parquet y revestimientos
- Ebanistería

# 18. Alcanfor

*Cinnamomum camphora* (L.) J. Presl  
Familia: Lauraceae



## CARACTERÍSTICAS

Altura del árbol (m)			●	Hasta 40
Ø máximo del tronco (m)		●		0,60
Crecimiento			●	Rápido
Ø mínimo de corta (m)				0,40
Edad de corta final (años)				30
Costo		●		Medio

## PROPIEDADES ARQUITECTÓNICAS

Resistencia al agua	●			Bajo-mediano
Resistencia a plagas			●	Mediano
Resistencia a factores externos	●			Bajo-mediano
Textura			●	Media a fina
Brillo			●	Mediano-alto
Veteado longitudinal			●	Suave y poco marcado
Veteado tangencial	●			
Color: albura				Gris claro
Color: duramen				Dorado a marrón oscuro
Color: veteado				Amarillo oscuro

## PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	644,87
Módulo de Elasticidad principal $E_{0,principal}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	142996,74
Clase resistente	C30
Módulo de Cortante principal $G_{principal}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	7647,9
Resistencia a flexión $f_{m,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	305,9
Resistencia a tracción 0 $f_{t,0,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	183,5
Resistencia a tracción 90 $f_{t,90,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	6,1
Resistencia a compresión 0 $f_{c,0,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	234,5
Resistencia a compresión 90 $f_{c,90,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	27,5
Resistencia a cortante $f_{v,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	30,6

## USOS

- Estructuras
- Acabados interiores
- Mobiliario

COSTA

SIERRA

ORIENTE

ALTURA DE SIEMBRA

# 19. Cedro

*Cedrela odorata* L.  
Familia: Meliaceae



## CARACTERÍSTICAS

Altura del árbol (m)		●	Hasta 60
Ø máximo del tronco (m)		●	0,80
Crecimiento		●	Medio
Ø mínimo de corta (m)			0,60
Edad de corta final (años)			30
Costo		●	Alto

## PROPIEDADES ARQUITECTÓNICAS

Resistencia al agua		●	
Resistencia a plagas		●	Bajo-mediano
Resistencia a factores externos		●	Bajo-mediano
Textura		●	
Brillo			●
Veteado longitudinal		●	
Veteado tangencial		●	
Color: albura			Grisácea
Color: duramen			Rojizo a pardo rojizo
Color: veteado			Marrón oscuro

## PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	407,06
Módulo de Elasticidad principal $E_{0,principal}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	112702,91
Clase resistente	C27
Módulo de Cortante principal $G_{principal}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	7342,0
Resistencia a flexión $f_{m,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	275,3
Resistencia a tracción 0 $f_{t,0,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	163,2
Resistencia a tracción 90 $f_{t,90,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	6,1
Resistencia a compresión 0 $f_{c,0,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	224,3
Resistencia a compresión 90 $f_{c,90,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	26,5
Resistencia a cortante $f_{v,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	28,6

## USOS

- Estructuras
- Construcción
- Construcción de canoas
- Carpinterías
- Mobiliario
- Instrumentos musicales
- Artesanías

# 20. Teca

*Tectona grandis* L.f  
Familia: Lamiaceae



## CARACTERÍSTICAS

Altura del árbol (m)			●	20-30
Ø máximo del tronco (m)		●		0,60
Crecimiento		●		Medio
Ø mínimo de corta (m)				0,30
Edad de corta final (años)				20
Costo			●	Alto

## PROPIEDADES ARQUITECTÓNICAS

Resistencia al agua			●	Alta
Resistencia a plagas			●	Alta
Resistencia a factores externos			●	Alta
Textura	●			Fina
Brillo		●		Mediano-alto
Veteado longitudinal	●			Arcos superpuestos con franjas oscuras
Veteado tangencial	●			
Color: albura				Beige grisáceo
Color: duramen				Café claro amarillento
Color: veteado				Marrón anaranjado

## PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	683,34
Módulo de Elasticidad principal E <sub>0,principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	159462,1
Clase resistente	C30
Módulo de Cortante principal G <sub>principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	7647,9
Resistencia a flexión f <sub>m,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	305,9
Resistencia a tracción 0 f <sub>t,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	183,5
Resistencia a tracción 90 f <sub>t,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	6,1
Resistencia a compresión 0 f <sub>c,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	234,5
Resistencia a compresión 90 f <sub>c,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	27,5
Resistencia a cortante f <sub>v,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	30,6

## USOS

- Estructuras
- Construcción
- Carpinterías
- Mobiliario

COSTA

SIERRA

ORIENTE

ALTURA DE SIEMBRA

# 21. Yumbingue amarillo

*Terminalia amazonia* (J.F. Gmel.) Exell  
Familia: Combretaceae



## CARACTERÍSTICAS

Altura del árbol (m)			●	Hasta 30
Ø máximo del tronco (m)			●	0,80
Crecimiento		●		Medio
Ø mínimo de corta (m)				0,50
Edad de corta final (años)				20-25
Costo		●		Medio

## PROPIEDADES ARQUITECTÓNICAS

Resistencia al agua			●	Muy alta
Resistencia a plagas	●			Bajo-mediano
Resistencia a factores externos	●			Bajo-mediano
Textura		●		Media
Brillo		●		Mediano-alto
Veteado longitudinal		●		Franjas superpuestas
Veteado tangencial		●		
Color: albura				Grisácea oscura
Color: duramen				Marrón pálido
Color: veteado				Marrón anaranjado

## PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	932,85
Módulo de Elasticidad principal E <sub>0,principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	222559,9
Clase resistente	C30
Módulo de Cortante principal G <sub>principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	7647,9
Resistencia a flexión f <sub>m,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	305,9
Resistencia a tracción 0 f <sub>t,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	183,5
Resistencia a tracción 90 f <sub>t,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	6,1
Resistencia a compresión 0 f <sub>c,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	234,5
Resistencia a compresión 90 f <sub>c,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	27,5
Resistencia a cortante f <sub>v,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	30,6

## USOS

- Estructuras
- Construcciones marinas
- Mangos de herramientas
- Traviesas para ferrocarril
- Pisos
- Elementos estructurales en puentes
- Barcos
- Mobiliario
- Construcción
- Carrocerías

## 22. Yumbingue blanco

*Terminalia amazonia* (J.F. Gmel.) Exell  
Familia: Combretaceae



### CARACTERÍSTICAS

Altura del árbol (m)			●	Hasta 30
Ø máximo del tronco (m)			●	0,80
Crecimiento		●		Medio
Ø mínimo de corta (m)				0,50
Edad de corta final (años)				20-25
Costo		●		Medio

### PROPIEDADES ARQUITECTÓNICAS

Resistencia al agua			●	Muy alta
Resistencia a plagas	●			Bajo-mediano
Resistencia a factores externos	●			Bajo-mediano
Textura		●		Media
Brillo		●		Mediano-alto
Veteado longitudinal		●		Franjas superpuestas
Veteado tangencial		●		
Color: albura				Grisácea oscura
Color: duramen				Marrón pálido
Color: veteado				Café

### PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	862,34
Módulo de Elasticidad principal $E_{0,principal}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	122407,75
Clase resistente	C30
Módulo de Cortante principal $G_{principal}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	7647,9
Resistencia a flexión $f_{m,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	305,9
Resistencia a tracción 0 $f_{t,0,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	183,5
Resistencia a tracción 90 $f_{t,90,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	6,1
Resistencia a compresión 0 $f_{c,0,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	234,5
Resistencia a compresión 90 $f_{c,90,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	27,5
Resistencia a cortante $f_{v,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	30,6

### USOS

- Estructuras
- Construcciones marinas
- Mangos de herramientas
- Traviesas para ferrocarril
- Pisos
- Elementos estructurales en puentes
- Barcos
- Mobiliario
- Construcción
- Carrocerías

◀ Muestra tratada con lija 100, impresa a tamaño real  
Arriba: madera sin tratar / Abajo: madera tratada

COSTA

SIERRA

ORIENTE

ALTURA DE SIEMBRA

# 23. Yumbingue negro

*Terminalia amazonia* (J.F. Gmel.) Exell  
Familia: Combretaceae



## CARACTERÍSTICAS

Altura del árbol (m)		●	Hasta 70
Ø máximo del tronco (m)		●	0,80
Crecimiento		●	Medio
Ø mínimo de corta (m)			0,50
Edad de corta final (años)			20-25
Costo		●	Medio

## PROPIEDADES ARQUITECTÓNICAS

Resistencia al agua		●	Muy alta
Resistencia a plagas	●		Bajo-mediano
Resistencia a factores externos	●		Bajo-mediano
Textura		●	Media
Brillo		●	Mediano-alto
Veteado longitudinal		●	
Veteado tangencial		●	
Color: albura			Grisácea oscura
Color: duramen			Marrón pálido
Color: veteado			Mostaza oscuro

## PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	932,55
Módulo de Elasticidad principal E <sub>0,principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	200559,31
Clase resistente	C30
Módulo de Cortante principal G <sub>principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	7647,9
Resistencia a flexión f <sub>m,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	305,9
Resistencia a tracción 0 f <sub>t,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	183,5
Resistencia a tracción 90 f <sub>t,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	6,1
Resistencia a compresión 0 f <sub>c,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	234,5
Resistencia a compresión 90 f <sub>c,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	27,5
Resistencia a cortante f <sub>v,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	30,6

## USOS

- Estructuras
- Construcciones marinas
- Mangos de herramientas
- Traviesas para ferrocarril
- Pisos
- Elementos estructurales en puentes
- Barcos
- Mobiliario
- Construcción
- Carrocerías

# 24. Abío

*Micropholis guyanensis* (A. DC.) Pierre  
Familia: Sapotaceae



COSTA

## CARACTERÍSTICAS

Altura del árbol (m)			●	35
Ø máximo del tronco (m)			●	1,00
Crecimiento		●		Medio
Ø mínimo de corta (m)				0,50
Edad de corta final (años)				20
Costo			●	Alto

## PROPIEDADES ARQUITECTÓNICAS

Resistencia al agua		●		
Resistencia a plagas	●			Baja
Resistencia a factores externos		●		Media
Textura		●		Media-fina
Brillo		●		Medio
Veteado longitudinal			●	
Veteado tangencial			●	
Color: albura				Beige claro amarillento
Color: duramen				Café
Color: veteado				Marrón oscuro

SIERRA

ORIENTE

## PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	831,27
Módulo de Elasticidad principal $E_{0,principal}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	214865,63
Clase resistente	C30
Módulo de Cortante principal $G_{principal}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	7647,9
Resistencia a flexión $f_{m,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	305,9
Resistencia a tracción 0 $f_{t,0,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	183,5
Resistencia a tracción 90 $f_{t,90,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	6,1
Resistencia a compresión 0 $f_{c,0,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	234,5
Resistencia a compresión 90 $f_{c,90,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	27,5
Resistencia a cortante $f_{v,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	30,6

## USOS

- Estructuras
- Construcción
- Carpinterías
- Mobiliario

ALTURA DE SIEMBRA

# 25. Nacascal

*Trichilia* sp.

Familia: Meliaceae



## CARACTERÍSTICAS

Altura del árbol (m)		●	Hasta 15
Ø máximo del tronco (m)			● 1,00
Crecimiento			● Rápido
Ø mínimo de corta (m)			0,20
Edad de corta final (años)			20
Costo		●	Medio

## PROPIEDADES ARQUITECTÓNICAS

Resistencia al agua			● Alta
Resistencia a plagas			● Alta
Resistencia a factores externos			● Alta
Textura		●	Media
Brillo		●	Mediano-alto
Veteado longitudinal			●
Veteado tangencial			●

Color: albura		Café cremoso claro
Color: duramen		Café oscuro
Color: veteado		Líneas discontinuas claras, jaspeado amarillo claro

## PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	781,90
Módulo de Elasticidad principal E <sub>0,principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	158294,42
Clase resistente	C30
Módulo de Cortante principal G <sub>principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	7647,9
Resistencia a flexión f <sub>m,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	305,9
Resistencia a tracción 0 f <sub>t,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	183,5
Resistencia a tracción 90 f <sub>t,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	6,1
Resistencia a compresión 0 f <sub>c,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	234,5
Resistencia a compresión 90 f <sub>c,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	27,5
Resistencia a cortante f <sub>v,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	30,6

## USOS

- Estructuras
- Construcción
- Acabados interiores
- Herramientas
- Hormas para zapatos

COSTA

SIERRA

ORIENTE

ALTURA DE SIEMBRA

# 26. Nopal

*Juglans neotropica* Diels  
Familia: Juglandaceae



## CARACTERÍSTICAS

Altura del árbol (m)			●	35
Ø máximo del tronco (m)			●	0,30-1,20
Crecimiento		●		Medio
Ø mínimo de corta (m)				0,30
Edad de corta final (años)				30
Costo			●	Alto

## PROPIEDADES ARQUITECTÓNICAS

Resistencia al agua	●			Baja
Resistencia a plagas			●	Duramen: alto Albura: baja
Resistencia a factores externos			●	
Textura			●	Media
Brillo				●
Veteado longitudinal				●
Veteado tangencial				●
Color: albura				Marrón oscuro a negruzco
Color: duramen				Crema claro
Color: veteado				Café

## PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	550,68
Módulo de Elasticidad principal E <sub>0,principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	116891,7
Clase resistente	C27
Módulo de Cortante principal G <sub>principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	7342,0
Resistencia a flexión f <sub>m,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	275,3
Resistencia a tracción 0 f <sub>t,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	163,2
Resistencia a tracción 90 f <sub>t,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	6,1
Resistencia a compresión 0 f <sub>c,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	224,3
Resistencia a compresión 90 f <sub>c,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	26,5
Resistencia a cortante f <sub>v,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	28,6

## USOS

- Estructuras
- Construcción
- Carpinterías-ebanistería
- Mobiliario
- Instrumentos musicales
- Artesanías
- Mólduras finas

# 27. Copal

*Dacryodes peruviana* (Loes.) H.J. Lam  
Familia: Burseraceae



COSTA

## CARACTERÍSTICAS

Altura del árbol (m)			●	20-30
Ø máximo del tronco (m)			●	1,00
Crecimiento		●		Medio
Ø mínimo de corta (m)				0,50
Edad de corta final (años)				20
Costo	●			Bajo

## PROPIEDADES ARQUITECTÓNICAS

Resistencia al agua			●	Alta
Resistencia a plagas	●			Baja
Resistencia a factores externos	●			Baja
Textura		●		Media-fina
Brillo			●	Moderado-alto
Veteado longitudinal		●		
Veteado tangencial		●		
Color: alburno				Rosado blanquecino
Color: duramen				Marrón rojizo
Color: veteado				Jaspeado café grisáceo

SIERRA

ORIENTE

## PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	521,94
Módulo de Elasticidad principal $E_{0,principal}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	83967,31
Clase resistente	C18
Módulo de Cortante principal $G_{principal}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	5710,4
Resistencia a flexión $f_{m,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	183,5
Resistencia a tracción 0 $f_{t,0,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	112,2
Resistencia a tracción 90 $f_{t,90,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	5,1
Resistencia a compresión 0 $f_{c,0,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	183,5
Resistencia a compresión 90 $f_{c,90,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	22,4
Resistencia a cortante $f_{v,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	20,4

## USOS

- Estructuras
- Construcción
- Mobiliario
- Botes
- Carpinterías

ALTURA DE SIEMBRA

# 28. Guayacán

*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose  
Familia: Bignoniaceae



COSTA

## CARACTERÍSTICAS

Altura del árbol (m)		●	Hasta 25
Ø máximo del tronco (m)		●	0,50-0,60
Crecimiento	●		Lento
Ø mínimo de corta (m)			0,40
Edad de corta final (años)			20-30
Costo		●	Alto

## PROPIEDADES ARQUITECTÓNICAS

Resistencia al agua			●	Alta
Resistencia a plagas			●	Media-alta
Resistencia a factores externos			●	Media-alta
Textura			●	Media
Brillo	●			Irregular
Veteado longitudinal			●	
Veteado tangencial			●	
Color: albura				Rosado amarillento
Color: duramen				Café oliva
Color: veteado				Marrón verdoso

SIERRA

ORIENTE

## PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	867,47
Módulo de Elasticidad principal $E_{0,principal}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	200404,22
Clase resistente	C30
Módulo de Cortante principal $G_{principal}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	7647,9
Resistencia a flexión $f_{m,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	305,9
Resistencia a tracción 0 $f_{t,0,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	183,5
Resistencia a tracción 90 $f_{t,90,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	6,1
Resistencia a compresión 0 $f_{c,0,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	234,5
Resistencia a compresión 90 $f_{c,90,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	27,5
Resistencia a cortante $f_{v,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	30,6

## USOS

- Estructuras
- Construcción
- Carpinterías
- Carrocercías
- Mobiliario-ebanistería

ALTURA DE SIEMBRA

# 29. Pituca

*Clarisia racemosa* Ruiz & Pav.  
Familia: Moraceae



## CARACTERÍSTICAS

Altura del árbol (m)			●	22-40
Ø máximo del tronco (m)			●	0,50-0,80
Crecimiento			●	Rápido
Ø mínimo de corta (m)				0,50
Edad de corta final (años)				20
Costo		●		Medio

## PROPIEDADES ARQUITECTÓNICAS

Resistencia al agua	●			Baja
Resistencia a plagas			●	Alta
Resistencia a factores externos	●			Baja
Textura		●		Media-fina
Brillo			●	Alto
Veteado longitudinal		●		
Veteado tangencial		●		
Color: alburno				Rojo amarillento
Color: duramen				Dorado amarillo
Color: veteado				Café claro

## PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	606,78
Módulo de Elasticidad principal E <sub>0,principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	168700,53
Clase resistente	C30
Módulo de Cortante principal G <sub>principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	7647,9
Resistencia a flexión f <sub>m,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	305,9
Resistencia a tracción 0 f <sub>t,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	183,5
Resistencia a tracción 90 f <sub>t,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	6,1
Resistencia a compresión 0 f <sub>c,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	234,5
Resistencia a compresión 90 f <sub>c,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	27,5
Resistencia a cortante f <sub>v,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	30,6

## USOS

- Estructuras
- Construcción
- Paneles exteriores e interiores
- Puentes: partes que no tengan contacto con suelo o agua
- Mobiliario
- Pisos
- Escaleras
- Botes
- Carpinterías

# 30. Cedro negro

*Juglans olanchana* Standl & L. O. Williams  
Familia: Juglandaceae



## CARACTERÍSTICAS

Altura del árbol (m)			●	Hasta 40m
Ø máximo del tronco (m)			●	1,50
Crecimiento		●		Medio
Ø mínimo de corta (m)				0,60
Edad de corta final (años)				30
Costo			●	Alto

## PROPIEDADES ARQUITECTÓNICAS

Resistencia al agua			●	Alta
Resistencia a plagas	●			Baja-mediana
Resistencia a factores externos	●			Baja-mediana
Textura		●		Media y suave al tacto
Brillo	●			Bajo
Veteado longitudinal			●	
Veteado tangencial			●	

Color: albura		Café grisáceo
Color: duramen		Café oscuro
Color: veteado		Café oscuro

## PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	418,03
Módulo de Elasticidad principal $E_{0,principal}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	130841,12
Clase resistente	C30
Módulo de Cortante principal $G_{principal}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	7647,9
Resistencia a flexión $f_{m,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	305,9
Resistencia a tracción 0 $f_{t,0,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	183,5
Resistencia a tracción 90 $f_{t,90,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	6,1
Resistencia a compresión 0 $f_{c,0,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	234,5
Resistencia a compresión 90 $f_{c,90,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	27,5
Resistencia a cortante $f_{v,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	30,6

## USOS

- Estructuras
- Construcción
- Construcción de canoas
- Artesanías
- Instrumentos musicales
- Carpinterías
- Mobiliario

# 31. Jicopo

*Chimarrhis glabriflora* Ducke  
Familia: Rubiaceae



## CARACTERÍSTICAS

Altura del árbol (m)			●	30
Ø máximo del tronco (m)		●		0,50-0,60
Crecimiento		●		Medio
Ø mínimo de corta (m)				0,50
Edad de corta final (años)				20
Costo		●		Medio

## PROPIEDADES ARQUITECTÓNICAS

Resistencia al agua			●	Alta
Resistencia a plagas		●		Media
Resistencia a factores externos			●	Alta
Textura	●			Fina
Brillo	●			Bajo
Veteado longitudinal		●		
Veteado tangencial		●		
Color: albura				Amarillo pálido
Color: duramen				Amarillo rojizo
Color: veteado				Líneas café grisáceo

## PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	630,44
Módulo de Elasticidad principal $E_{0,principal}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	221248,64
Clase resistente	C30
Módulo de Cortante principal $G_{principal}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	7647,9
Resistencia a flexión $f_{m,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	305,9
Resistencia a tracción 0 $f_{t,0,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	183,5
Resistencia a tracción 90 $f_{t,90,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	6,1
Resistencia a compresión 0 $f_{c,0,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	234,5
Resistencia a compresión 90 $f_{c,90,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	27,5
Resistencia a cortante $f_{v,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	30,6

## USOS

- Estructuras
- Construcción
- Carpinterías
- Pisos
- Mobiliario

# 32. Chanul

*Humiriastrum procerum* (Little) Cuatrec  
Familia: Humiracaceae



## CARACTERÍSTICAS

Altura del árbol (m)			●	40
Ø máximo del tronco (m)			●	1,20
Crecimiento	●			Lento
Ø mínimo de corta (m)				0,60
Edad de corta final (años)				15
Costo			●	Alto

## PROPIEDADES ARQUITECTÓNICAS

Resistencia al agua		●		Media
Resistencia a plagas			●	Alta
Resistencia a factores externos			●	Alta resistencia a la intemperie
Textura		●		Mediano-alto
Brillo		●		Bajo-medio
Veteado longitudinal	●			
Veteado tangencial	●			

Color: albura		Rosada con transición gradual a color marrón
Color: duramen		Rojizo mate con manchas oscuras
Color: veteado		Fino

## PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	843,33
Módulo de Elasticidad principal E <sub>0,principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	271089,41
Clase resistente	C30
Módulo de Cortante principal G <sub>principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	7647,9
Resistencia a flexión f <sub>m,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	305,9
Resistencia a tracción 0 f <sub>t,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	183,5
Resistencia a tracción 90 f <sub>t,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	6,1
Resistencia a compresión 0 f <sub>c,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	234,5
Resistencia a compresión 90 f <sub>c,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	27,5
Resistencia a cortante f <sub>v,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	30,6

## USOS

- Estructuras
- Construcción
- Naval
- Mobiliario

# 33. Eucalipto

*Eucalyptus globulus* Labill  
Familia: Myrtaceae



## CARACTERÍSTICAS

Altura del árbol (m)			●	30-40
Ø máximo del tronco (m)			●	1,00
Crecimiento			●	5-25m <sup>3</sup> /ha/año
Ø mínimo de corta (m)				0,30
Edad de corta final (años)				12-15
Costo	●			Bajo

## PROPIEDADES ARQUITECTÓNICAS

Resistencia al agua		●		
Resistencia a plagas				●
Resistencia a factores externos		●		
Textura		●		Media
Brillo		●		Medio
Veteado longitudinal		●		
Veteado tangencial			●	

Color: albura		Crema
Color: duramen		Crema oscuro con tintes grisáceos
Color: veteado		Café verdoso claro

## PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	827,04
Módulo de Elasticidad principal $E_{0,principal}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	209666,91
Clase resistente	C30
Módulo de Cortante principal $G_{principal}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	7647,9
Resistencia a flexión $f_{m,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	305,9
Resistencia a tracción 0 $f_{t,0,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	183,5
Resistencia a tracción 90 $f_{t,90,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	6,1
Resistencia a compresión 0 $f_{c,0,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	234,5
Resistencia a compresión 90 $f_{c,90,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	27,5
Resistencia a cortante $f_{v,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	30,6

## USOS

- Estructuras
- Construcción: postes, puntales, suelos de parquet, tableros
- Ebanistería

COSTA

SIERRA

ORIENTE

ALTURA DE SIEMBRA

# 34. Figueroa

*Trichilia martiana* C.DC.  
Familia: Meliaceae



## CARACTERÍSTICAS

Altura del árbol (m)		●		12-15
Ø máximo del tronco (m)			●	0,50
Crecimiento	●			Lento
Ø mínimo de corta (m)				0,30
Edad de corta final (años)				20
Costo			●	Alto

## PROPIEDADES ARQUITECTÓNICAS

Resistencia al agua		●		Media
Resistencia a plagas			●	Alta
Resistencia a factores externos			●	Susceptible en exteriores
Textura	●			Fina
Brillo		●		Mediano
Veteado longitudinal			●	
Veteado tangencial			●	

Color: albura		Café claro
Color: duramen		Café blanquecino
Color: veteado		Fibras paralelas finas pero visibles

## PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	517,56
Módulo de Elasticidad principal E <sub>0,principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	115750,64
Clase resistente	C27
Módulo de Cortante principal G <sub>principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	7342,0
Resistencia a flexión f <sub>m,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	275,3
Resistencia a tracción 0 f <sub>t,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	163,2
Resistencia a tracción 90 f <sub>t,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	6,1
Resistencia a compresión 0 f <sub>c,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	224,3
Resistencia a compresión 90 f <sub>c,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	26,5
Resistencia a cortante f <sub>v,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	28,6

## USOS

- Estructuras
- Construcción
- Mobiliario

COSTA

SIERRA

ORIENTE

ALTURA DE SIEMBRA

# 35. Canelo

*Endlicheria sericea* Ness  
Familia: Lauraceae



## CARACTERÍSTICAS

Altura del árbol (m)	●	16
Ø máximo del tronco (m)	●	0,45
Crecimiento	●	Medio
Ø mínimo de corta (m)		0,40
Edad de corta final (años)		18
Costo	●	Medio

## PROPIEDADES ARQUITECTÓNICAS

Resistencia al agua	●	
Resistencia a plagas		●
Resistencia a factores externos	●	
Textura	●	
Brillo		●
Veteado longitudinal		●
Veteado tangencial	●	

Color: albura		Café amarillento claro
Color: duramen		Amarillo verdoso
Color: veteado		Marrón oscuro

## PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	562,94
Módulo de Elasticidad principal E <sub>0,principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	141653,06
Clase resistente	C27
Módulo de Cortante principal G <sub>principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	7342,0
Resistencia a flexión f <sub>m,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	275,3
Resistencia a tracción 0 f <sub>t,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	163,2
Resistencia a tracción 90 f <sub>t,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	6,1
Resistencia a compresión 0 f <sub>c,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	224,3
Resistencia a compresión 90 f <sub>c,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	26,5
Resistencia a cortante f <sub>v,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	28,6

## USOS

- Estructuras
- Construcción: elementos estructurales
- Ebanistería
- Fabricar canoas

# 36. Laurel del oriente

*Nectandra* sp.

Familia: Lauraceae



## CARACTERÍSTICAS

Altura del árbol (m)			●	Hasta 40
Ø máximo del tronco (m)			●	0,70-0,80
Crecimiento		●		Medio
Ø mínimo de corta (m)				0,40
Edad de corta final (años)				20
Costo		●		

## PROPIEDADES ARQUITECTÓNICAS

Resistencia al agua			●	Alta
Resistencia a plagas			●	Alta
Resistencia a factores externos	●			Bajo-mediano
Textura		●		
Brillo		●		Medio
Veteado longitudinal			●	
Veteado tangencial			●	

Color: albura  Beige amarillento

Color: duramen  Café claro

Color: veteado  Jaspeado café claro

## PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	392,52*
Módulo de Elasticidad principal $E_{0,principal}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	78412,92
Clase resistente	C16
Módulo de Cortante principal $G_{principal}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	5098,6
Resistencia a flexión $f_{m,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	163,2
Resistencia a tracción 0 $f_{t,0,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	102,0
Resistencia a tracción 90 $f_{t,90,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	5,1
Resistencia a compresión 0 $f_{c,0,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	173,4
Resistencia a compresión 90 $f_{c,90,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	22,4
Resistencia a cortante $f_{v,k}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	18,4

## USOS

- Estructuras
- Construcción
- Contrachapados

\* Debido a su alto uso en la construcción, esta madera fue considerada a pesar de no alcanzar la densidad mínima establecida en la norma NEC-SE-MD (400kg/m<sup>3</sup>).

# 37. Capulí

*Prunus Serotina* Ehrh.  
Familia: Rosaceae

↓ MENOR  
↓ MEDIO  
↓ MAYOR

## CARACTERÍSTICAS

Altura del árbol (m)	●			12-13
Ø máximo del tronco (m)	●			0,50
Crecimiento		●		Medio
Ø mínimo de corta (m)				0,50
Edad de corta final (años)				20
Costo			●	Alto

## PROPIEDADES ARQUITECTÓNICAS

Resistencia al agua			●	
Resistencia a plagas	●			
Resistencia a factores externos		●		
Textura			●	Corteza áspera y resquebrajada
Brillo			●	Alto
Veteado longitudinal	●			
Veteado tangencial	●			
Color: albura				Amarillenta
Color: duramen				Rojizo
Color: veteado				Café rojizo

## PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	724,81
Módulo de Elasticidad principal E <sub>0,principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	127907,7
Clase resistente	C30
Módulo de Cortante principal G <sub>principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	7647,9
Resistencia a flexión f <sub>m,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	305,9
Resistencia a tracción 0 f <sub>t,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	183,5
Resistencia a tracción 90 f <sub>t,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	6,1
Resistencia a compresión 0 f <sub>c,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	234,5
Resistencia a compresión 90 f <sub>c,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	27,5
Resistencia a cortante f <sub>v,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	30,6

## USOS

- Estructuras
- Construcción: postes, viviendas
- Ebanistería

COSTA

SIERRA

ORIENTE

ALTURA DE SIEMBRA

# 38. Pino

*Pinus patula* Schtdl. & Cham  
Familia: Pinaceae



## CARACTERÍSTICAS

Altura del árbol (m)			●	20-40
Ø máximo del tronco (m)			●	0,80-1,00
Crecimiento		●		Medio: 2m anual
Ø mínimo de corta (m)				0,30
Edad de corta final (años)				15-25
Costo	●			Bajo

## PROPIEDADES ARQUITECTÓNICAS

Resistencia al agua	●			Baja durabilidad
Resistencia a plagas	●			Muy susceptible
Resistencia a factores externos		●		
Textura			●	Gruesa e irregular
Brillo	●			Bajo
Veteado longitudinal			●	
Veteado tangencial			●	

Color: albura		Blanca tendiendo a amarillo claro
Color: duramen		Rojizo claro, ligeramente rosado
Color: veteado		Café

## PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	614,29
Módulo de Elasticidad principal E <sub>0,principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	154965,46
Clase resistente	C30
Módulo de Cortante principal G <sub>principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	7647,9
Resistencia a flexión f <sub>m,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	305,9
Resistencia a tracción 0 f <sub>t,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	183,5
Resistencia a tracción 90 f <sub>t,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	6,1
Resistencia a compresión 0 f <sub>c,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	234,5
Resistencia a compresión 90 f <sub>c,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	27,5
Resistencia a cortante f <sub>v,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	30,6

## USOS

- Estructuras
- Construcción: Elementos estructurales, tableros aglomerados, contrachapados, madera laminada, vigas y chapas
- Ebanistería

# 39. Romerillo (Guabisay)

*Podocarpus oleifolius* D. Don ex Lamb.

Familia: Podocarpaceae



## CARACTERÍSTICAS

Altura del árbol (m)			●	30
Ø máximo del tronco (m)			●	0,80-1,00
Crecimiento	●			Lento
Ø mínimo de corta (m)				0,67
Edad de corta final (años)				20-25
Costo			●	Alto

## PROPIEDADES ARQUITECTÓNICAS

Resistencia al agua	●			
Resistencia a plagas	●			
Resistencia a factores externos	●			
Textura	●			Fina/delgada
Brillo			●	Alto
Veteado longitudinal		●		
Veteado tangencial		●		
Color: albura				Pardo tendiendo a amarillo
Color: duramen				Pardo oscuro tendiendo a café
Color: veteado				Manchas irregulares café amarillento

## PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	536,20
Módulo de Elasticidad principal E <sub>0,principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	106866,77
Clase resistente	C24
Módulo de Cortante principal G <sub>principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	7036,0
Resistencia a flexión f <sub>m,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	244,7
Resistencia a tracción 0 f <sub>t,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	124,8
Resistencia a tracción 90 f <sub>t,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	5,1
Resistencia a compresión 0 f <sub>c,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	214,1
Resistencia a compresión 90 f <sub>c,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	25,5
Resistencia a cortante f <sub>v,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	25,5

## USOS

- Estructuras
- Construcción: elementos estructurales
- Ebanistería

COSTA

SIERRA

ORIENTE

ALTURA DE SIEMBRA

# 40. Ciprés

*Cupressus macrocarpa* Hartw. ex Gordon  
Familia: Cupressaceae



## CARACTERÍSTICAS

Altura del árbol (m)			●	25-30
Ø máximo del tronco (m)			●	1,20
Crecimiento			●	Rápido
Ø mínimo de corta (m)				0,30
Edad de corta final (años)				15-17
Costo		●		Medio

## PROPIEDADES ARQUITECTÓNICAS

Resistencia al agua			●	Alta
Resistencia a plagas	●			Baja
Resistencia a factores externos		●		
Textura		●		Presencia de nudos
Brillo			●	
Veteado longitudinal		●		
Veteado tangencial		●		
Color: albura				Crema
Color: duramen				Café
Color: veteado				Café

## PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	625,12
Módulo de Elasticidad principal E <sub>0,principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	64104,15
Clase resistente	C14
Módulo de Cortante principal G <sub>principal</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	4486,8
Resistencia a flexión f <sub>m,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	142,8
Resistencia a tracción 0 f <sub>t,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	81,6
Resistencia a tracción 90 f <sub>t,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	4,1
Resistencia a compresión 0 f <sub>c,0,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	163,2
Resistencia a compresión 90 f <sub>c,90,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	20,4
Resistencia a cortante f <sub>v,k</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	17,3

## USOS

- Estructuras
- Construcción
- Carpinterías
- Instrumentos musicales
- Mobiliario

COSTA

SIERRA

ORIENTE

ALTURA DE SIEMBRA

## Lugar de acopio de la madera (Anexo 1)

La madera analizada en este proyecto proviene de distintos lugares del Ecuador. Por esta razón, es importante indicar con precisión su lugar de acopio ya que este factor determina las condiciones climáticas, humedad, presión atmosférica y otras variables a las que la madera se encuentra expuesta.

Los elementos antes descritos influyen en las propiedades físicas de la madera y por consiguiente en los resultados de las pruebas mecánicas no destructivas realizadas en este proyecto.

#	MADERA	LUGAR DE ACOPIO
1	Arenillo	Guayaquil
2	Bálsamo	Cuenca
3	Caoba	Cuenca
4	Jigua	Guayaquil
5	Limoncillo	Morona
6	Moral	Guayaquil
7	Roble	Guayaquil
8	Pechiche	Morona
9	Mascarey	Morona
10	Yaso	Morona
11	Amarillo	Guayaquil
12	Cedro	Cuenca
13	Guachapelí	Guayaquil
14	Laurel de la costa	Cuenca
15	Melina	Quevedo
16	Seique	Cuenca
17	Fernán Sánchez	Cuenca
18	Alcanfor	Morona
19	Cedro macho	Morona
20	Teca	Cuenca
21	Yumbingue Amarillo	Morona
22	Yumbingue Blanco	Morona
23	Yumbingue Negro	Morona
24	Abío	Cuenca
25	Nogal	Cuenca
26	Copal	Tarqui
27	Guayacán	Morona
28	Nacascol	Morona
29	Pituca	Morona
30	Cedro negro	Morona
31	Jicopo	Morona
32	Chanul	Guayaquil
33	Eucalipto	Cuenca
34	Figueroa	Guayaquil
35	Canelo	Cuenca
36	Laurel del oriente	Tarqui
37	Capulí	Morona
38	Pino	Cuenca
39	Romerillo	Tarqui
40	Ciprés	Cuenca

# Protocolo simplificado de ensayo (Anexo 2)

## OBJETIVO:

Este ensayo pretende clasificar la madera dentro de un "tipo resistente", para el cual se puede asumir sus características físicas y mecánicas, a través de la determinación de su módulo de elasticidad (12% de humedad), a través de un ensayo a flexión.

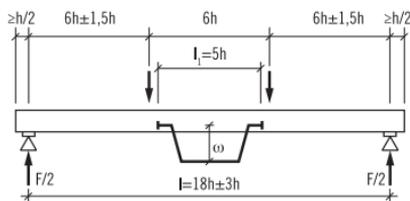
El módulo de elasticidad es un valor matemático que hace referencia a la capacidad que tiene el material de oponerse a la deformación por flexión.

## EQUIPO:

- Horno de secado
- Micrómetro de precisión
- Prensa de ensayo a flexión

## PROCEDIMIENTO:

1. Como primer paso se seca la madera hasta obtener una humedad del 12%.
2. Se prepara una probeta en forma de paralelepípedo con dimensiones de 330mm de largo, 10 mm de ancho y 16mm de peralte.
3. Se verifican las dimensiones con el micrómetro de precisión.
4. Se coloca la probeta en la prensa preparada para el ensayo a flexión, dejando una luz libre de 286mm (pudiendo admitir un error o variación de  $\pm 45$ mm).
5. La prensa se armará de tal forma que los puntos de carga estén a los tercios de la pieza.



6. Se determina el valor de la carga (FP) a aplicarse en la muestra según la siguiente fórmula:

$$F_p = (t \cdot h \cdot f_p) / 18$$

Donde:

- FP Valor de la carga a aplicarse en Newtons.
- t Ancho de la probeta en mm.
- h Peralte de la probeta en mm.
- fp Esfuerzo de ensayo en N/mm<sup>2</sup>.
- $$f_p = 0.96 \cdot k_h \cdot f_{m,k}$$
- kh Factor de ajuste de tamaño en función del peralte
- fm,k Esfuerzo característico a flexión en N/mm<sup>2</sup>
7. Se fija una velocidad de aplicación de carga en función de la deformación obtenida de 0.45 mm/min
  8. Se anotan los pares de valores de carga aplicada y deflexión.
  9. Se obtiene el valor del módulo de elasticidad con la siguiente expresión:

$$E_{\alpha} = (1242 \cdot F) / (t \cdot \omega)$$

Donde:

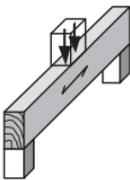
- E<sub>α</sub> Módulo de elasticidad del material en N/mm<sup>2</sup>
- F Carga aplicada
- t Ancho de la probeta en mm.
- ω Deflexión medida en el centro del claro.
10. Se realizan 3 ensayos por cada especie de madera analizada, y se obtiene un valor promedio de E<sub>α</sub> (Módulo de elasticidad en N/mm<sup>2</sup>).
  11. Con el valor promedio de E<sub>α</sub> se compara el valor obtenido dentro de la siguiente tabla, y se le asigna una clase resistente:

Clase resistente						
C14	C16	C18	C22	C24	C27	C30
(Ea) Módulo de Elasticidad en N/mm <sup>2</sup>						
Ea	7000 N/mm <sup>2</sup>	8000 N/mm <sup>2</sup>	9000 N/mm <sup>2</sup>	10000 N/mm <sup>2</sup>	11000 N/mm <sup>2</sup>	Ea
<	<	<	<	<	<	>
7000 N/mm <sup>2</sup>	Ea	Ea	Ea	Ea	Ea	12000 N/mm <sup>2</sup>
	<	<	<	<	<	
	8000 N/mm <sup>2</sup>	9000 N/mm <sup>2</sup>	10000 N/mm <sup>2</sup>	11000 N/mm <sup>2</sup>	12000 N/mm <sup>2</sup>	
Grado Estructural						
GS (Estructura General)			SS (Estructura Especial)			

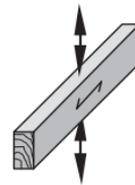
12. Se adoptan las características mecánicas de la clase resistente según lo determina el Eurocódigo 5.

Tabla 1. Propiedades de Fuerza y Rigidez y valores de densidad para madera estructural de clases duras (según tabla 1- BS EN 338:2003).

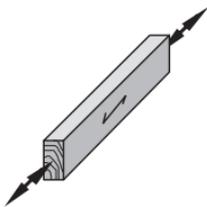
Clase de fuerza		Propiedades de fuerza características (N/mm <sup>2</sup> )						Propiedades de dureza características (kN/mm <sup>2</sup> )				Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	
		Flexión ( $f_{m,k}$ )	Tensión 0 ( $f_{t,0,k}$ )	Tensión 90 ( $f_{t,90,k}$ )	Compresión 0 ( $f_{c,0,k}$ )	Compresión 90 ( $f_{c,90,k}$ )	Cortante ( $f_{v,k}$ )	Módulo de elasticidad principal ( $E_{0,principal}$ )	5% Módulo de elasticidad ( $E_{0,05}$ )	Módulo de Elasticidad Principal 90 ( $E_{90,principal}$ )	Módulo de cortante principal ( $G_{principal}$ )	Densidad ( $\rho_k$ )	Densidad principal ( $\rho_{principal}$ )
Especies de madera suave	C14	14	8	0.4	16	2.0	1.7	7.0	4.7	0.23	0.44	290	350
	C16	16	10	0.5	17	2.2	1.8	8.0	5.4	0.27	0.50	310	370
	C18	18	11	0.5	18	2.2	2.0	9.0	6.0	0.30	0.56	320	380
	C20	20	12	0.5	19	2.3	2.2	9.5	6.4	0.32	0.59	330	390
	C22	22	13	0.5	20	2.4	2.4	10.0	6.7	0.33	0.63	340	410
	C24	24	14	0.5	21	2.5	2.5	11.0	7.4	0.37	0.69	350	420
	C27	27	16	0.6	22	2.6	2.8	11.5	7.7	0.38	0.72	370	450
	C30	30	18	0.6	23	2.7	3.0	12.0	8.0	0.40	0.75	380	460
	C35	35	21	0.6	25	2.8	3.4	13.0	8.7	0.43	0.81	400	480
	C40	40	24	0.6	26	2.9	3.8	14.0	9.4	0.47	0.88	420	500
Especies de Madera dura	C45	45	27	0.6	27	3.1	3.8	15.0	10.0	0.50	0.94	440	520
	C50	50	30	0.6	29	3.2	3.8	16.0	10.7	0.53	1.00	460	550
	D30	30	18	0.6	23	8.0	3.0	10.0	8.0	0.64	0.60	530	640
	D35	35	21	0.6	25	8.4	3.4	10.0	8.7	0.69	0.65	560	670
	D40	40	24	0.6	26	8.8	3.8	11.0	9.4	0.75	0.70	590	700
	D50	50	30	0.6	29	9.7	4.6	14.0	11.8	0.93	0.88	650	780
	D60	60	36	0.6	32	10.5	5.3	17.0	14.3	1.13	1.06	700	840
	D70	70	42	0.6	34	13.5	6.0	20.0	16.8	1.33	1.25	900	1080



Flexión paralela a la fibra:  $f_m$  y  $E_0$   
Comparten:  $f_v$  y  $G$



Tensión o compresión perpendicular a la fibra:  
 $f_{t,0}$ ,  $f_{c,0}$  y  $E_0$



Tensión o compresión paralela a la fibra:  
 $f_{t,0}$ ,  $f_{c,0}$  y  $E_0$

Referencia: Porteous, J., & Kermani, A. (2007). Structural Timber Design to Eurocode 5. Structural Engineering International, 3(2), 1–555. <https://doi.org/10.2749/101686693780612457>

# Propiedades físicas: equivalencias en sistemas de unidades (Anexo 3)

## VALORES EN SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

Clase de fuerza	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )		Propiedades de dureza características (GPa)		Propiedades de fuerza características (MPa)					
	Densidad principal (p <sub>principal</sub> )	Modulo de elasticidad principal (E <sub>principal</sub> )	Modulo de elasticidad principal (E <sub>principal</sub> )	Modulo de corte principal (G <sub>principal</sub> )	Resistencia a flexión (f <sub>m,k</sub> )	Resistencia a tracción 0 (f <sub>t,0,k</sub> )	Resistencia a tracción 90 (f <sub>t,90,k</sub> )	Resistencia a compresión 0 (f <sub>c,0,k</sub> )	Resistencia a compresión 90 (f <sub>c,90,k</sub> )	Resistencia a corte (f <sub>v,k</sub> )
C14	350	7,0	7,0	0,44	14	8	0,4	16	2,0	1,7
C16	370	8,0	8,0	0,50	16	10	0,5	17	2,2	1,8
C18	380	9,0	9,0	0,56	18	11	0,5	18	2,2	2,0
C22	410	10,0	10,0	0,63	22	13	0,5	20	2,4	2,4
C24	420	11,0	11,0	0,69	24	14	0,5	21	2,5	2,5
C27	450	11,5	11,5	0,72	27	16	0,6	22	2,6	2,8
C30	460	12,0	12,0	0,75	30	18	0,6	23	2,7	3,0

## VALORES EN SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (MODIFICADO)

Clase de fuerza	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )		Propiedades de dureza características (kN/mm <sup>2</sup> )		Propiedades de fuerza características (N/mm <sup>2</sup> )					
	Densidad principal (p <sub>principal</sub> )	Modulo de elasticidad principal (E <sub>principal</sub> )	Modulo de elasticidad principal (E <sub>principal</sub> )	Modulo de corte principal (G <sub>principal</sub> )	Resistencia a flexión (f <sub>m,k</sub> )	Resistencia a tracción 0 (f <sub>t,0,k</sub> )	Resistencia a tracción 90 (f <sub>t,90,k</sub> )	Resistencia a compresión 0 (f <sub>c,0,k</sub> )	Resistencia a compresión 90 (f <sub>c,90,k</sub> )	Resistencia a corte (f <sub>v,k</sub> )
C14	350	7,0	7,0	0,44	14	8	0,4	16	2,0	1,7
C16	370	8,0	8,0	0,50	16	10	0,5	17	2,2	1,8
C18	380	9,0	9,0	0,56	18	11	0,5	18	2,2	2,0
C22	410	10,0	10,0	0,63	22	13	0,5	20	2,4	2,4
C24	420	11,0	11,0	0,69	24	14	0,5	21	2,5	2,5
C27	450	11,5	11,5	0,72	27	16	0,6	22	2,6	2,8
C30	460	12,0	12,0	0,75	30	18	0,6	23	2,7	3,0

## VALORES EN SISTEMA INGLÉS DE UNIDADES

Clase de fuerza	Densidad (lb/ft <sup>3</sup> )		Propiedades de dureza características (Ksi)		Propiedades de fuerza características (psi)					
	Densidad principal (p <sub>principal</sub> )	Modulo de elasticidad principal (E <sub>principal</sub> )	Modulo de elasticidad principal (E <sub>principal</sub> )	Modulo de corte principal (G <sub>principal</sub> )	Resistencia a flexión (f <sub>m,k</sub> )	Resistencia a tracción 0 (f <sub>t,0,k</sub> )	Resistencia a tracción 90 (f <sub>t,90,k</sub> )	Resistencia a compresión 0 (f <sub>c,0,k</sub> )	Resistencia a compresión 90 (f <sub>c,90,k</sub> )	Resistencia a corte (f <sub>v,k</sub> )
C14	21,85	1015264,2	63816,6	2030,5	1160,3	58,0	2320,6	290,1	246,6	246,6
C16	23,10	1160301,9	72518,9	2320,6	1450,4	72,5	2465,6	319,1	261,1	261,1
C18	23,72	1305339,6	81221,1	2610,7	1595,4	72,5	2610,7	319,1	290,1	290,1
C22	25,60	1450377,4	91373,8	3190,8	1885,5	72,5	2900,8	348,1	348,1	348,1
C24	26,22	1595415,1	100076,0	3480,9	2030,5	72,5	3045,8	362,6	362,6	362,6
C27	28,09	1667934,0	104427,2	3916,0	2320,6	87,0	3190,8	377,1	406,1	406,1
C30	28,72	1740452,9	108778,3	4351,1	2610,7	87,0	3335,9	391,6	435,1	435,1

## VALORES EN SISTEMA TÉCNICO DE UNIDADES

Clase de fuerza	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )		Propiedades de dureza características (kgf/cm <sup>2</sup> )		Propiedades de fuerza características (kgf/cm <sup>2</sup> )					
	Densidad principal (p <sub>principal</sub> )	Modulo de elasticidad principal (E <sub>principal</sub> )	Modulo de elasticidad principal (E <sub>principal</sub> )	Modulo de corte principal (G <sub>principal</sub> )	Resistencia a flexión (f <sub>m,k</sub> )	Resistencia a tracción 0 (f <sub>t,0,k</sub> )	Resistencia a tracción 90 (f <sub>t,90,k</sub> )	Resistencia a compresión 0 (f <sub>c,0,k</sub> )	Resistencia a compresión 90 (f <sub>c,90,k</sub> )	Resistencia a corte (f <sub>v,k</sub> )
C14	350	71380,1	4486,8	142,8	81,6	4,1	163,2	20,4	17,3	17,3
C16	370	81577,3	5098,6	163,2	102,0	5,1	173,4	22,4	18,4	18,4
C18	380	91774,5	5710,4	183,5	112,2	5,1	183,5	22,4	20,4	20,4
C22	410	101971,6	6424,2	224,3	132,6	5,1	203,9	24,5	24,5	24,5
C24	420	112168,8	7036,0	244,7	142,8	5,1	214,1	25,5	25,5	25,5
C27	450	117267,4	7342,0	275,3	163,2	6,1	224,3	26,5	28,6	28,6
C30	460	122365,9	7647,9	305,9	183,5	6,1	234,5	27,5	30,6	30,6





**UNIVERSIDAD  
DEL AZUAY**  
50 AÑOS

**LAT** LABORATORIO DE ARQUITECTURA  
TECNOLOGÍA Y PROCESOS



GRUPO DE  
INVESTIGACIÓN DE  
ARQUITECTURA



ISBN: 978-9942-778-28-4

