



Términos de Referencia Consultor Internacional

Consultoría “*Norma de clasificación y creación de tablas de calidades de madera legal para la construcción de tres (3) especies de pino en Guatemala.*”.

1. Antecedentes de la Consultoría

La extensión de bosques en Guatemala es 3 574,244 hectáreas, que equivalen al 33 % de la superficie del país y se reporta una pérdida bruta de 122,985 hectáreas de bosques naturales por año para el período 2010-2016, equivalente a 680,566 hectáreas. Entre las mayores causas de pérdida de cobertura forestal son el cambio de uso de la tierra y la deforestación/degradación forestal producto del aprovechamiento de madera y leña para autoconsumo.

Para el mismo periodo se reporta una ganancia bruta de 579,025 hectáreas de cobertura forestal, adjudicándole esta ganancia al establecimiento de plantaciones forestales, manejo de regeneración natural y manejo de bosques para producción y/o protección, proveniente del Programa de Incentivos Forestales (PINFOR), ya finalizado; el Programa de Incentivos Forestales para poseedores de pequeñas extensiones de tierra de vocación forestal o agroforestal (PINPEP) y PROBOSQUE.

Estimaciones sobre el aprovechamiento legal/registrado/controlado/formal representa sólo un 4.04 % y el aprovechamiento no controlado/no registrado/informal y/o ilegal representa el 95.96 % a nivel nacional. (FAO, 2010).

La oferta maderable en Guatemala para el año 2010 fue de 35.7 millones de metros cúbicos, el 64% de estos se dedicó para el consumo doméstico de leña (22.7 millones de m³). El consumo intermedio por parte de la industria vinculada al sector forestal fue de 10.5 millones de metros cúbicos (equivalente al 29% de la utilización de la economía de madera), divididos en consumo de troncos de madera (3.1 millones m³), leña (3.6 millones m³) y otro tipo de madera sin elaborar (3.8 millones de m³) (INE 2013).

El volumen proveniente de plantaciones exentas de licencias (incluye voluntarias e incentivadas), pasó de 31,900 m³ en 1999, a más de 1.4 millones de metros cúbicos en 2016 (SIFGUA 2017). Esto representa un crecimiento del 22% anual, y la tendencia podría ser a superar ese valor en la medida que más plantaciones

fomentadas con el Programa de Incentivos Forestales (PINFOR) empiecen a ser cosechadas y entren al mercado nacional (INAB, FAO, 2018).

A partir del 2020 estarán disponibles grandes volúmenes de madera provenientes de plantaciones fomentadas por PINFOR (Monterroso y Sales, 2010), con alto potencial de comercialización para mercados nacionales o de exportación. Debe notarse que en la economía circular, lo producido debe consumirse domésticamente o bien, ser exportado.

Una restricción importante en el país es el hecho que, con excepción de la leña, la madera no es un bien de consumo final, requiriendo de un procesamiento previo por parte de la industria manufacturera. Monterroso y Vargas (2010) estimaron que un aumento en la oferta maderable traerá una reducción de los precios de entre un 29% y un 40% en términos reales (a precios de 2006). Esto no sería problemático si al mismo tiempo implicase un aumento en la demanda de bienes forestales, pero dada la estructura de la industria maderable nacional, ésta tiende a ser inelástica, lo que significa que el aumento de la oferta maderable no traerá inmediatamente un aumento de la demanda (Monterroso y Vargas, 2010).

B.1. Justificación de la Consultoría:

Las actividades ilícitas son uno de los problemas más difíciles de abordar por parte de la institucionalidad forestal de Guatemala, país en el que del total de la madera que se utiliza un 77% se consume como leña, un 10% se consume como madera, 4.8% se pierde por plagas, enfermedades e incendios y el resto se queda tirada en el campo. Es difícil obtener datos concretos sobre actividades ilegales y corrupción, ya que estas actividades son siempre encubiertas. Como parte de los esfuerzos llevados a cabo por el INAB para revertir la tala y las prácticas ilegales en el sector forestal, a partir del año 2010 se implementó el “Plan de Acción Interinstitucional para la Prevención y Reducción de la Tala Ilegal en Guatemala (PIPRTIG)”, con el objetivo de promover la participación de todos los actores involucrados para diseñar e implementar una estrategia de largo plazo, basada en políticas de comando y control. Dentro de las líneas estratégicas del PIPRTIG se contempló el Fomento de actividades forestales licitas, buscando la promoción del desarrollo de actividades, el uso legal de los recursos forestales, así como la identificación e involucramiento de los actores del sector para la mitigación de la tala ilegal por medio del manejo forestal sostenible.

Una alternativa para aminorar el posible efecto de una sobreoferta en el mercado nacional y fomentar actividades forestales lícitas, es incentivar el consumo de madera legal por sectores no tradicionales o promisorios. En Guatemala, sin embargo, el 96% del volumen que entra a la economía se dedica para el consumo de leña por parte de hogares (equivalente a 562 millones de toneladas en 2010), y el restante 4% se utiliza en las diversas actividades económicas (25.1 millones de toneladas en 2010) (INE, 2013).

Para fomentar el uso de madera en el sector de la construcción de Guatemala, es necesario realizar acciones con la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) y que las personas interesadas en la construcción de viviendas puedan tener acceso a crédito por parte del Fondo de Hipotecas Aseguradas (FHA), situación que no se realiza actualmente en el país. Lo anterior es mediante la normalización de la construcción del país con madera, que incluye la generación de información técnica sobre la resistencia y tratamiento de la madera destinada para la construcción (estructural y no estructural), así como la socialización y educación de futuros profesionales que se relacionen con el tema. Esto significa competir con otros materiales en la construcción. La madera posee características especiales que una vez reconocidas por las instancias mencionadas puede ser una opción real y duradera para un sector pujante de la economía nacional, como la construcción.

La normalización no es más que el proceso por el que se unifican criterios de fabricantes, proveedores, trabajadores, consumidores, usuarios y los poderes públicos para fijar las características técnicas que deberá reunir la madera (estructural y no estructural). Supone una serie de garantías que deben ser cubiertas de forma obligatoria por los diferentes agentes en el proceso de la edificación o de acabado en la edificación. Esto ha derivado en la necesidad de ampliar la investigación sobre la madera como material estructural, de estudiar la caracterización del material en función de la especie, la procedencia, la escuadría y otros factores, con el fin de asegurar con datos científicos que cumple los requisitos de calidad, seguridad y durabilidad exigidos por las normas correspondientes.

Actualmente INAB en coordinación con actores del sector forestal (gremial forestal, academia, FAO) y otros sectores (construcción) creó el Comité Técnico para el Uso de la Madera en la Construcción, el cual busca generar las bases que permitan el establecimiento de normativas relacionadas con el uso de la madera en la construcción, así como la generación de información científica utilizada para la creación de tablas de clasificación de calidades de madera para construcción. Estas

acciones permitirán incursionar al sector forestal en otros sectores, aumentando la demanda de productos estandarizados e industrializados.

En ese marco, el Programa EU FAO-UE FLEGT promueve la ejecución del Plan de Acción FLEGT, mejorando la gobernanza forestal, proporcionando asistencia técnica y reforzando las capacidades a través del financiamiento de proyectos en países elegibles. Para alcanzar esos objetivos, el Programa FAO-UE FLEGT acordó dar apoyo al proyecto intitulado “Normalización de la madera legal como material competitivo en el sector de la construcción de Guatemala

2. Objetivo General:

Elaborar la norma de norma de clasificación de madera y la norma de madera para uso estructural para Guatemala.

Objetivos Específicos:

- Determinar las características físico-mecánicas de las especies seleccionadas con muestras representativas y estadísticamente significativas de piezas de madera clasificadas en los grados estructurales que se controlan específicamente.
- Presentar una Norma de construcción con madera estructural y no estructural, justificada y armonizada con las normas correspondientes de construcción en Guatemala.
- Elaborar la norma de norma de clasificación de madera para Guatemala.
- Elaborar la norma de madera para uso estructural para Guatemala.

3. Dirección técnica, administrativa y de comunicación

La dirección técnica de la consultoría será brindada por la Asociación para la Protección de los Recursos Naturales de Guatemala y el Comité de fomento del uso de la madera en la construcción, de igual manera dando las aprobaciones para el plan de trabajo, seguimiento a las actividades del Plan de trabajo y facilitando la serie de entrevistas, trabajo de campo y en la realización de los talleres programados.

4. Enunciado del Trabajo

Responsabilidad y actividades del consultor:

- Elaborar junto con el consultor nacional una hoja de ruta para el proceso de adaptación de la norma internacional a las condiciones de Guatemala.
- Elaborar junto con el consultor nacional la propuesta de Plan de Trabajo que describa detallada y claramente los objetivos, las actividades y la metodología de trabajo para alcanzar los objetivos, resultados y productos, así como un cronograma congruente con los tiempos y con el Plan de Trabajo que identifique los objetivos, las actividades en general y la temporalidad en que se desarrollen.
- Establecer comunicación con el consultor nacional para asesorarlo en las actividades relacionadas con la elaboración de la propuesta de la norma.
- Elaborar todos los reportes correspondientes a la consultoría en los formatos indicados.
- Analizar las normas de construcción con madera y tablas de calidades internacionales y elaborar propuesta de norma y tabla para Guatemala, justificando la norma recomendada.
- Análisis de información de los estudios realizados sobre las propiedades físico-mecánicas de la madera de las especies seleccionadas en Guatemala (3 especies de género *Pinus*, seleccionadas por su abundancia, oferta, demanda, comportamiento de comercio interno para construcción y de exportación).
- Establecer el protocolo de medición de cada una de las variables basado en las normas internacionales convenientes y apropiadas, para cada una de las propiedades visuales, físicas y mecánicas de la madera que coadyuven a la elaboración de la norma de clasificación de madera estructural y no estructural para la construcción en Guatemala.
- Plantear las pruebas físicas mecánicas y visuales de tres (3) especies de pino seleccionadas que permite elaborar los aspectos de la terminología de la madera, métodos de ensayo (pruebas de resistencia, densidad, etc.) en los centros de pruebas nacionales e internacionales
- Establecer las propiedades mecánicas admisibles: grados visuales y grados mecánicos.
- Establecer la comunicación y los acuerdos con los Centros de pruebas nacionales e internacionales para realizar pruebas físicas mecánicas y visuales de las especies seleccionadas que permita elaborar los aspectos de la terminología de la madera, métodos de ensayo (pruebas de resistencia,

densidad, etc.) en los centros de pruebas nacionales e internacionales (ver Anexo 1 con las variables a determinar y pruebas a realizar).

- Elaborar el informe final de las pruebas físicas y mecánicas de tres (03) especies forestales del género *Pinus*.
- Validar junto con el consultor nacional la Norma de construcción con madera en la construcción estructural y no estructural para Guatemala, así como una tabla de clasificación basado en grados y calidades, que incluya metodología para la realización de los talleres de validación y socialización de la propuesta de norma de clasificación de la madera legal con actores de los sectores forestal y de la construcción involucrados en el tema.
- Apoyar la facilitación de talleres para validar y socializar la norma de construcción con madera en la construcción estructural y no estructural, así como la tabla de clasificación por grados y calidades, basada en el uso de madera legal en Guatemala con actores de los sectores forestal y de la construcción de Guatemala. Esto creo que le compete al consultor nacional. Al internacional solo le pondría participar en los talleres.
- Adaptar, preparar y presentar la norma de norma de clasificación de madera para Guatemala, así como la tabla de clasificación por grados y calidades para construcción, en base a la norma internacional más apropiada y conveniente desde el punto de vista técnico, forestal, económico, sectorial y comercial.
- Adaptar, preparar y presentar la norma de madera para uso estructural para Guatemala.

5. Productos

El consultor deberá entregar los productos descritos en el siguiente cuadro, tanto en versión preliminar sujeta a revisión, como en versión final. En la primera reunión de trabajo se informará la forma de entrega de la versión preliminar de sus productos, la ruta de revisión y aprobación de estos, y los formatos definidos por el proyecto.

La versión final de cada producto de la siguiente forma:

- Carta formal de entrega de producto, firmada por el consultor. Adicional a la carta de presentación del producto, el consultor deberá entregar el original de la carta de aval del producto firmada y sellada por el funcionario responsable de la contraparte institucional, en este caso la Asociación para la protección de los recursos naturales.
- Versión impresa: 1 original y 3 copias de los informes y documentos generados. Los costos del envío de estas versiones impresas los asume el

consultor.

- Versión digital: cuatro (4) CDs conteniendo el informe en versión Word y PDF. Deben incluirse archivos originales plenamente identificados, y por separado incluir bases de datos, gráficas, fotografías, y otros.
- Memorias de los talleres con los medios de verificación (informe escrito y electrónico, facturas, fotografías, etc.)

Al momento de su entrega, cada producto debe considerar los siguientes requerimientos:

- Tanto ejemplares impresos como digitales deben identificarse de la misma manera que aparecen en los TdRs y el contrato firmado, incluyéndose el nombre exacto de la consultoría y el número de contrato correspondiente,
- Los ejemplares impresos deben presentarse en documentos engargolados,
- Los ejemplares digitales (CDs) deben identificarse con el número de contrato, nombre de consultoría y el número de producto, cuidando de que la etiqueta esté bien pegada sobre el disco,
- Los CDs deben contener la información ordenada por carpetas según los TdRs, y
- Los nombres de los documentos dentro de los CDs no deben ser muy largos para permitir su copia hacia equipos de cómputo.

El consultor deberá hacer cinco (5) entregas que corresponden a las distintas etapas del proceso, conteniendo los productos o informes que se detallan a continuación:

#	Productos	Detalle de Productos	Aprobado por	Tiempo de entrega después de firma de contrato
1	Plan de Trabajo, metodología y cronograma	El Plan de Trabajo deberá describir la metodología de trabajo a implementarse, junto con las actividades a realizar para la consecución de los objetivos y productos esperados de la presente consultoría, con su respectivo cronograma de implementación dentro de los límites temporales indicados en los presentes TdRs.	Aprobado por Asociación para Protección de los Recursos Naturales y Comité de Fomento Uso de la Madera en Construcción	A la firma de contrato

2	Análisis de las normas internacionales más convenientes y apropiadas para la madera estructural y no estructural para la construcción en Guatemala	Documento informe con indicios de verificación de la revisión de las normas internacionales: ASTM (USA), Chile, Australia, Unión Europea y cualquier otra conveniente o adecuada desde los puntos de vista: construcción, sectorial, gubernamental, comercial y de exportación.	Aprobado por Asociación para Protección de los Recursos Naturales y Comité de Fomento Uso de la Madera en Construcción	A un mes de la firma de contrato
	Análisis de información de los estudios realizados sobre propiedades de la madera de especies seleccionadas en Guatemala (consultor nacional)	Documento informe con indicios de verificación de la revisión y análisis de la información compilada sobre estudios realizados sobre propiedades de la madera en especies del género <i>Pinus</i> y otras especies en Guatemala		
	Identificación y Preparación del protocolo de procedimientos para la realización de las pruebas físicas y mecánicas para 3 especies forestales del género <i>Pinus</i> . Incluye metodología de muestreo en el territorio nacional, en el bosque, en la sección del árbol y en la división de la sección.	Documento que compila los protocolos o procedimientos para con los detalles cuantitativos y cualitativos para la ejecución de las pruebas visuales, físicas y mecánicas de la madera estructural y no estructural, todas necesarias para la elaboración de la norma de clasificación de madera para construcción.		
	Establecimiento de comunicación y acuerdos con los centros de pruebas nacionales e internacionales para realizar pruebas visuales, físicas y mecánicas de las especies seleccionadas	Documento con presupuestos, contratos o cartas de acuerdo para la ejecución de las pruebas visuales, físicas y mecánicas, determinadas con exactitud y precisión en el número de probetas, equipos, maquinaria y eventos de aplicación de la maquinaria para las pruebas (No. de probetas y número de pruebas por máquina).		
3	Ejecución de las pruebas visuales, físicas y mecánicas para las tres especies forestales del género <i>Pinus</i> .	Informe final con los resultados de las pruebas visuales, físicas y mecánicas para cada una de las especies de pino evaluadas y entre las especies.	Aprobado por Asociación para Protección de los Recursos Naturales y Comité de Fomento Uso de la Madera en Construcción	A los 2 meses de ejecución y contra entrega de producto final.
	Preparación de la norma para la clasificación de madera y norma de madera para uso estructural	Documento que contiene la propuesta de la norma de clasificación de madera estructural y no estructural con destino a la construcción en Guatemala. Esta propuesta deberá ser realizada con los resultados obtenidos de la investigación de revisión de literatura (consultor nacional) y de los resultados de los centros y laboratorios para pruebas físico-mecánicas de resistencia de materiales).		

	Metodología y ejecución de talleres para validar y socializar la norma de clasificación de madera estructural y no estructural con destino para la construcción en Guatemala	Documento informe con la metodología y los resultados obtenidos de la consulta y socialización de la norma de clasificación de madera estructural y no estructural con diversos actores del sector forestal de Guatemala. Consultor Local.		
--	--	---	--	--

Propiedad de los productos: Todas las adquisiciones de materiales o insumos que se hicieran con fondos de la Consultoría (si aplica), serán manejadas adecuadamente para preservar su integridad y serán entregadas al INAB.

6. Costos de la consultoría:

Los costos asociados se calculan en US 9,000.00 divididos de la siguiente manera:

Producto 1: 20% del costo total de la consultoría.

Plan de Trabajo, metodología y cronograma, que incluya propuesta de estructura del análisis metodológico para diseñar y validar un sistema de muestreo

Producto 2: 30% del total de la consultoría.

Documento que contenga el estudio de los datos de los programas de incentivos forestales.

Producto 3: 50% del total de la consultoría.

Documento que contenga un informe donde se detalle el modelo de selección a utilizar.

7. Perfil del consultor:

Formación académica:

- Ingeniero Civil o carrera afín, con conocimientos especializados en tecnología, normativa y construcción con madera.
- Mínimo de cuatro (a) años de estudios de postgrado (maestría y/o cursos de posgrado) en Normas para el uso de la madera como material para la construcción (estructural y no estructural), propiedades físicas, químicas y mecánicas de la madera.

Experiencia general:

- Al menos cinco (5) años en construcción estructural y no estructural, de edificios y viviendas de madera; gestión de procesos en instancias que aprueban normas para el uso de la construcción. Por ejemplo, el Consejo Guatemalteco de Normas –COGUANOR-. Experiencia en recursos forestales, planificación de programas, políticas y/o estrategias de conservación y uso sostenible de recursos forestales.

Experiencia específica:

- Experiencia de cinco (5) años en procesos de gestión para la aprobación de normas para el uso de la madera estructural y no estructural.
- Amplio conocimiento de las características de la madera como material de la construcción de proyectos de vivienda multifamiliar, individual y otras estructuras.
- Mínimo de cinco (5) años en procesos de diseño e implementación de proyectos habitacionales con madera.
- Mínimo de tres (3) años de trabajos con equipos multidisciplinarios.
- Conocimiento en la facilitación de procesos participativos e incluyentes por medio de talleres, en fases de consultas, validación y socializaciones con actores locales y otros participantes.

Competencias y valores corporativos del consultor:

- Cualidades de liderazgo y trabajo en equipo,
- Conocimiento de planificación estratégica,
- Conocimientos en estadística aplicada,
- Conocimiento y habilidad en el manejo de programas de cómputo,
- Excelente comunicación y habilidad para redactar documentos e informes,
- Integridad y ética,
- Respeto por la diversidad,
- Excelentes relaciones humanas,
- Actitud de servicio,
- Orientación a resultados,
- Efectividad operacional, y
- Habilidad para trabajar bajo presión.

8. Lugar de trabajo:

La presente consultoría comprende trabajo en la Ciudad de Guatemala y visitas o reuniones en algunas oficinas de actores relacionados al sector forestal. El consultor deberá atender a las reuniones pertinentes con las distintas autoridades y entidades relacionadas así como con actores clave tanto en las regiones del INAB como en la Ciudad de Guatemala y mantener informada al enlace institucional y al cooperante sobre dichas reuniones.

9. Duración del trabajo:

La consultoría se propone para un período máximo de cuatro (4) meses calendario, iniciando al día siguiente hábil de la firma del contrato.

- 10.** Luego de finalizados los cuatro meses el consultor deberá estar disponible para atender a reuniones, talleres y realizar presentaciones donde sea indispensable su participación durante el tiempo que dure la ejecución del proyecto.

11. ANEXOS.

Las propiedades visuales, físicas y mecánicas a ensayar para las 3 especies de *Pinus* autorizadas son:

- A.1. Clasificación taxonómica
- A.2. Descripción de la especie
- A.3. Coloración
- A.4. Extraduras
- A.5. Textura
- A.6. Veteado
- A.7. Variación horizontal
- A.8. Variación vertical
- A.9. Densidad (Kg/m^3)
- A.10. Densidad verde (D.V.)
- A.11. Densidad seca al aire (D.S.A.)
- A.12. Densidad seca al horno (D.S.H.)
- A.13. Densidad seca con autoclave.
- A.14. Peso específico básico (P.E.B.)
- A.15. Peso específico aparente (P.E.A.)
- A.16. PLANOS DE LA MADERA
- A.17. Contenido de humedad (C.H.) (en porcentaje) de albura
- A.18. Contenido de humedad (C.H.) (en porcentaje) de duramen
- A.19. Desviación de la fibra
- A.20. Inclinación de la fibra (%)
- A.21. Histéresis de sorción (adsorción y desorción).
- A.22. Propiedades direccionales.
- A.23. Estabilidad dimensional
- A.24. Propiedades de esfuerzo al corte en madera verde (Kg/cm^2).
- A.25. Propiedades de esfuerzo al corte en madera seca (Kg/cm^2).
- A.26. Propiedades paralelas al grano.
- A.27. Propiedades perpendiculares al grano
- A.28. Compresión paralela a la fibra (Kg/m^2).
- A.29. Compresión perpendicular a la fibra (Kg/m^2).
- A.30. Propiedades térmicas
- A.31. Propiedades eléctricas
- A.32. Propiedades químicas
- A.33. Contracción radial (C.R.)

- A.34. Contracción tangencial (C.T.)
- A.35. Contracción longitudinal (C.L.)
- A.36. Contracción volumétrica (C.V.)
- A.37. Contracción dimensional (C.D.)
- A.38. Encogimiento de la madera transversal
- A.39. Encogimiento volumétrico
- A.40. Flexión estática (Kg/m²)
- A.41. Dureza o penetración.
- A.42. Dureza radial.
- A.43. Dureza tangencial.
- A.44. Dureza longitudinal.
- A.45. Dureza Janka (Kg)
- A.46. Corte paralelo a la fibra (Kg/m²).
- A.47. Clivaje.
- A.48. Tensión paralela a la fibra.
- A.49. Tensión perpendicular a la fibra.
- A.50. Peso específico.
- A.51. Contracción volumétrica.
- A.52. Carga - Grado de deformación
- A.53. Tensiones admisibles
- A.54. Módulo de elasticidad (MOE): longitudinal, tangencial y radial.
- A.55. Módulo de ruptura (MOR): longitudinal, tangencial y radial.
- A.56. Módulo de corte (MOC): longitudinal, tangencial y radial.
- A.57. Última fuerza de tensión
- A.58. Fuerza de flexión aceptable
- A.59. Nudos RAN, RANB, RANI, RANNA
- A.60. Presencia de médula
- A.61. Radios leñosos
- A.62. Probabilidad de rajadura
- A.63. Probabilidad de agrietamiento
- A.64. Porcentaje (%) de bolsas de resina
- A.65. Porcentaje (%) de madera de reacción
- A.66. Reducción del volumen por el secado.
- A.67. Torcimiento
- A.68. Ángulo de inclinación de la fibra.
- A.69. Gravedad específica.
- A.70. Longitud de la fibra.
- A.71. Proporción de albura y duramen de las muestras usadas.
- A.72. Edad de los individuos

- A.73. Altitud sobre el nivel del mar
- A.74. Diámetro mínimo de corta
- A.75. Permeabilidad – impermeabilidad
- A.76. Ignición
- A.77. Conducción de electricidad
- A.78. Resistencia la vibración
- A.79. Resistencia a plagas
- A.80. Resistencia a enfermedades (resistencia a la pudrición)
- A.81. Distorsión del corte paralelo
- A.82. Encogimiento tangencial
- A.83. Encogimiento radial
- A.84. Tipo de fallas frecuentes (abrupta, fibrosa, con astillamiento, sin astillamiento)
- A.85. Tipo de fallas para compresión: aplastamiento, forma de cuña, rajadura, cizallamiento, compresión y corte paralelo al grano, barrido o enrollado final.
- A.86. Retiro de clavos radial en periferia (Kg).
- A.87. Retiro de clavos radial en zona central (Kg).
- A.88. Retiro de clavos tangencial en periferia (Kg).
- A.89. Retiro de clavos tangencial en zona central (Kg).
- A.90. Retiro de clavos longitudinal en periferia (Kg).
- A.91. Retiro de clavos longitudinal en zona central (Kg).
- A.92. Recomendaciones de uso apropiado de la madera en base al tamaño de la pieza y sus características físicas, mecánicas, químicas, visuales, durabilidad natural, aptitud de la tratabilidad y comportamiento frente a diferentes sistemas de preservación. Tipos de mantenimientos: preventivos, curativos, contra insectos, contra hongos, contra plantas parásitas.

Factores importantes a tomar en cuenta y a determinar para las pruebas sobre las propiedades visuales, físicas y mecánicas a ensayar para las 3 especies de *Pinus* autorizadas:

- B.1. Ubicación de la muestra con respecto al centro del radio del árbol
- B.2. Edad del árbol (Estandarizar rango de edad)
- B.3. Grado de madurez
- B.4. Diámetro del árbol (Estandarizar diámetro rango)
- B.5. Fibra
- B.6. Grano
- B.7. Esfuerzo de tensión
- B.8. Fallas por corte
- B.9. Compresión paralela a la fibra para vigas
- B.10. Compresión paralela a la fibra para columnas
- B.11. Compresión paralela a la fibra para soportes

- B.12. Compresión paralela a la fibra para paralelas
- B.13. Eficiencia estructural
- B.14. Brazo de palanca
- B.15. Rigidez
- B.16. Determinación de la carga transferida
- B.17. Rangos de límites internos y externos
- B.18. Desplazamiento de apoyos rígidos
- B.19. Tabla comparativa de propiedades físicas y mecánicas de las 3 especies, con relación al cemento, acero y bambú.
- B.20. Reducción por esbeltez
- B.21. Factores de seguridad.
- B.22. Capacidad de resistir personas subidas en el techo en el proceso de armado
- B.23. Capacidad de autoapoyo (característica autoapoyante)
- B.24. Capacidad para machimbrado y hembrado.
- B.25. Capacidad para moldurado o esculpido (tamaño mínimo)
- B.26. Características más significativas
- B.27. Manipulación constructiva
- B.28. Porcentaje (%) de madera de rechazo.
- B.29. Compresión paralela (F_{cp})
- B.30. Tracción paralela (T_{tp})
- B.31. Compresión normal (F_{cn})
- B.32. Cizalle (F_{cz})
- B.33. Módulo de elasticidad de flexión (E_f)
- B.34. Calibración y estimación de propiedades mecánicas admisibles asociadas a los grados estructurales de madera aserrada de Sp1, sp2, sp3.
- B.35. Calibración del registro continuo de fuerza al aplicarse una deformación constante: Certificación de Calibración de maquinaria: rodillos prensores y de impulsión; empuje neumático 1 y 2, deformación, rodillo de carga, celda sensora de carga, rodillo de apoyo 1, rodillo de apoyo 2, computador.
- B.36. Provocación de la rotura de aproximadamente el 10% de la muestra.
- B.37. Receta de Borg Madsen: la carga de prueba se determina de manera que al ser aplicada, las piezas ensayadas se tensionan al triple del valor de la tensión admisible asociada al producto.
- B.38. Clasificación por resistencia según una norma específica internacional.
- B.39. Metodología de preparación de las muestras
- B.40. Clasificación mecánica: grado mecánico.
- B.41. Número de piezas y dimensiones usadas para determinar las propiedades de flexión, de tensión y de compresión.
- B.42. Determinación del tamaño mínimo de la muestra según el mejor tipo de muestreo estadístico.
- B.43. Dimensionamiento ensayos por grado estructural controlado.
- B.44. Flexión de canto, tracción paralela, compresión paralela y flexión abatida.
- B.45. Tipo de máquina, marca, modelo y si es posible número de serie.
- B.46. Carga última (P_u) en las piezas que fallan.
- B.47. Ensayo de tracción: grado de esfuerzo de la falla de tracción en la pieza antes que se desgarren los extremos.

- B.48. Calibración de las mordazas de fijación, apoyo pivote y celda de carga.
- B.49. Sistema de clasificación mecánico Cook-Bolinder, para escanear el módulo de elasticidad abatido a lo largo de la pieza.
- B.50. Máquina de carga para columnas de madera: determinar la fuerza de compresión paralela última de las piezas, P_u , cuando fallan.
- B.51. Ensayo de compresión: inducción del pandeo según la orientación deseada.

$$R_{c\lambda,exp} = \frac{P_u}{b \cdot h}$$
- B.52. Cálculo después de los ensayos: Cálculo de las resistencias de las piezas que fallan: en flexión (MR_f , R_{tp} , R_{cp} en tracción y en compresión: P_u : carga última; b , h : ancho y espesor de la pieza; L : distancia entre apoyos; k : factor de modificación por pandeo.
- B.53. Determinación del percentil del 5% como la resistencia asociada al estadístico de orden correspondiente al 5% del tamaño muestra.
- B.54. Escuadría = dimensionamiento
- B.55. Propiedad (columna); tipo de pieza; grado de calidad seleccionado.
- B.56. Densidad con 4 grados de humedad (kg/m^3)
- B.57. Propiedades (FTC) según el Porcentaje (%) de presencia de médula
- B.58. Grado estructural se divide en visual y mecánico.
- B.59. Cálculo de los incrementos porcentuales en las propiedades mecánicas admisibles.
- B.60. Índice de aplastamiento en compresión normal ($E_{cn, h}$) en MPa/mm (con 4 diferentes grados de humedad)
- B.61. Factores de modificación: por contenido de humedad, de aplicación particular, por duración de la carga.
- B.62. F : tensión admisible tabulada.
- B.63. Factor de modificación por trabajo conjunto (K_c)
- B.64. 3 piezas resistiendo una sollicitación común; disposición paralela, no más de 610 mm entre ejes; existencia de elementos constructivos que los fuerza a trabajar en conjunto.
- B.65. Factor de modificación por volcamiento de vigas (K_{λ_v})
- B.66. Inestabilidad lateral (volcamiento)
- B.67. Extremos con apoyo lateral antivolcante.
- B.68. Desplazamiento vertical y horizontal
- B.69. Giro para desplazamientos en la inestabilidad lateral volcamiento
- B.70. Reductor de la capacidad resistente en flexión cuando existe la posibilidad de inestabilidad lateral en vigas.
- B.71. Función de la esbeltez de volcamiento (λ_v)
- B.72. L_v : longitud efectiva de volcamiento. Distancia entre puntos de apoyo lateral del canto flexo comprimido.
- B.73. Longitud efectiva de volcamiento para vigas. Con diferentes h ($h = 1$; $h = 2$; $h = 3$ y $h = 4$). Diferentes distanciamientos L ; diferentes intensidades de carga P ; diferentes cantidades P (combinación de cargas).
- B.74. Longitud efectiva de pandeo en columnas.
- B.75. Impedimento al giro de la pieza.
- B.76. Impedimento al giro solo en apoyos basales
- B.77. Cargas dispuestas uniformemente

- B.78. Cargas dispuestas arbitrariamente.
- B.79. Puntos de aplicación de cargas concentradas.
- B.80. Factor de modificación por volcamiento de vigas ($K_{\lambda v}$)
- B.81. Gráfica para el factor de modificación por volcamiento de vigas indicando los valores de la zona compacta, zona anelástica y zona elástica.
- B.82. GRÁFICAS: zona compacta, zona anelástica y zona elástica.
- B.83. Gráfica comparativa de los valores de las propiedades mecánicas según las fuerzas de carga, dimensiones y grados seleccionados.
- B.84. Gráfica de comparación a nivel de tensiones admisibles.
- B.85. Control de las deformaciones de creep en vigas.
- B.86. Establecimiento de las condiciones que exigen considerar las deformaciones (flechas) diferidas de flexión y de corte, en el mediano y largo plazo, en vigas horizontales.
- B.87. Establecimiento de las condiciones que exigen considerar las deformaciones (flechas) diferidas de flexión y de corte, en el mediano y largo plazo, en vigas verticales.
- B.88. Establecimiento de las condiciones que exigen considerar las deformaciones (flechas) diferidas de flexión y de corte, en el mediano y largo plazo, en columnas horizontales.
- B.89. Establecimiento de las condiciones que exigen considerar las deformaciones (flechas) diferidas de flexión y de corte, en el mediano y largo plazo, en columnas verticales.
- B.90. Factor de modificación por pandeo de columnas (K_{λ}) y su correspondiente gráfica.
- B.91. Factor de reducción de la capacidad de resistencia en compresión cuando exista la posibilidad de inestabilidad lateral en columnas.
- B.92. Establecimiento del factor K_{λ} en función de la mayor esbeltez, basado en la teoría del pandeo elástico de columnas: Euler.
- B.93. Establecimiento del criterio de condición límite para la capacidad resistente de columnas afectas a la inestabilidad general.
- B.94. Comparación del factor de modificación por pandeo en columnas entre la columna euleriana (ideal) y la columna real, determinando los subfactores f_c , M , f_f . Realizar el análisis también con una deformación inicial (sinoidal), solicitada excéntricamente.
- B.95. Determinación de la capacidad de carga de la columna agotada por interacción de los efectos de compresión axial y flexión en el borde flexocomprimido, con su correspondiente gráfica.
- B.96. Determinar la máxima capacidad de carga de la columna cuando el borde flexocomprimido y la superposición de las tensiones de compresión axial y flexo compresión agotadas en la resistencia de compresión paralela a la fibra.
- B.97. Determinar el control de la interacción de flexión y compresión axial en vigas.
- B.98. Realizar todas las anteriores pruebas con madera laminada encolada de la especie.
- B.99. Determinar el factor de modificación por altura para las tensiones de flexión en el borde flexotraccionado para piezas traccionadas en vigas de 300 mm.
- B.100. Determinar el factor de modificación por volumen en sectores traccionados.

- B.101. Determinar el factor de compresión axial y flexión.
- B.102. Determinar el factor de modificación por temperatura para las propiedades físicas – mecánicas, en especial a la capacidad admisible de carga de los medios de unión mecánicos.
- B.103. Integración de factores de uniones y medios de unión (P_{dis}). Integrando el factor de modificación por duración de la carga, el factor de modificación por contenido de humedad, el factor de modificación por trabajo temperatura y el factor de modificación por longitud de hilera.
- B.104. Determinación de los factores de modificación por contenido de humedad para las uniones como: a) pernos, tirafondos, pasadores y clavos; b) placas metálicas dentadas; c) conectores; d) tirafondos y tornillos; e) clavos simples; f) clavos de vástago liso; g)
- B.105. Determinación de los factores de modificación por temperatura para las uniones como: a) pernos, tirafondos, pasadores y clavos; b) placas metálicas dentadas; c) conectores; d) tirafondos y tornillos; e) clavos.
- B.106. Determinación de la capacidad admisible de carga de medios de unión mecánicos de forma cilíndrica. Se deberán realizar expresiones analíticas diferenciadas para los distintos medios de unión, en función de al menos: i) del diámetro nominal del medio de unión; ii) el espesor l de la pieza y iii) de la tensión admisible de aplastamiento (F_{ap}). Debe ser calculada para unión de cizalle simple y para unión de cizalle doble.
- B.107. Determinación de los criterios de modos de fluencia, mediante la distancia del corrimiento (en mm). Con su correspondiente gráfica.
- B.108. Determinar el valor de la curva plástica y de la curva real para el criterio de los modos de fluencia por a. fluencia del clavo y b. por aplastamiento de la madera, considerando los factores de rotación angular y deformación.
- B.109. Determinación de la capacidad admisible de carga de medios de unión mecánicos de forma cilíndrica en cuanto a los modos de falla, en cizalle simple y en cizalle doble, así como en los modos de fluencia: modo I_c ; modo I_f ; modo II, modo III_c ; modo III_f ; modo IV..
- B.110. Determinación de la resistencia de aplastamiento nominal $R_{ap,p}$, para pernos, pasadores y tirafondos con diámetros mayores o iguales a 6.4 mm.
- B.111. Determinación de capacidad de ruptura par espaciamentos mínimos para pernos, pasadores y tirafondos.
- B.112. Determinación de la desangulación perno o pasador-fibra de madera, a 0° y 90° , según la naturaleza del borde cargado o descargado.
- B.113. Determinación de los espaciamentos mínimos entre pernos y pasadores según la dirección de la fibra.
- B.114. Determinación de la resistencia para uniones clavadas en empalmes traccionados con clavos de 4": a) con madero central; y b) con maderos laterales.
- B.115. Determinación de los Parámetros Geométricos para la resistencia de fluencia (por aplastamiento) de la madera.
- B.116. Determinación de la capacidad resistente de la sección transversal neta, para determinar el punto de falla de tracción de la madera.
- B.117. Determinación de la gráfica modelo del mecanismo de desgarró de: a) hileras individuales; b) hileras combinadas; c) desgarró en bloque.

- B.118. Determinación del efecto distancia al borde cargado según el número de hileras que constituyen la unión y el número de piezas unidas.
- B.119. Altura variable
- B.120. Curvatura variable
- B.121. Determinación de tensiones de tracción normal a la fibra.
- B.122. Determinación de tensiones de tracción normal al grano.
- B.123. Tipos de refuerzos más adecuados según la tensión de tracción normal a la fibra y el grado de humedad (ejemplo: barras de acero encoladas, tornillos de madera).
- B.124. Determinación del criterio de disposición de refuerzos según las tensiones de tracción normal a la fibra.
- B.125. Determinación de la excentricidad.
- B.126. Determinación del punto de combustión y fusión ante una sollicitación de fuego.