Memoria Técnica para presentación CIRSOC 601:2016- INTI

CARACTERIZACIÓN DE LA MADERA DE *Nothofagus Pumilio* (LENGA) DE TIERRA DEL FUEGO PARA USO ESTRUCTURAL

Ing. Claudia Zapata[1]; Lic. Marina Rega[2]; Andrés Costa[3]; Mario Tiznado[4]; Tec. Javier Ojeda[5]; Lic. Emiliano Olmedo[6]; Mg. Carolina Hernández[7], Ing. Forestal Julian Salimbeni[8]

Noviembre 2023

[1] Responsable de proyecto, CIEFAP, czapata@ciefap.org.ar
[2] CIEFAP, mrega@ciefap.org.ar
[3] CIEFAP
[4] CIEFAP
[5] Director de Industria Forestal, SDPyPyME, MPyA, javojeda@tierradelfuego.gob.ar
[6] Subsecretario de Producción, SDPyPyME, MPyA, eolmedotdf@gmail.com
[7] Secretaria de Desarrollo Productivo y PyME, MPyA, carolinahernandezcr@gmail.com
[8] CFI, JSALIMBENI@cfi.org.ar

ÍNDICE

RESUMEN 3
1. INTRODUCCION 5
2. TIERRA DEL FUEGO 6
2.1 DISPONIBILIDAD MATERIA PRIMA 6
2.2 APROVECHAMIENTO PRIMARIO 8
2.3 INDUSTRIALIZACIÓN y COMERCIALIZACIÓN 8
3. CARACTERIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA ASERRADA DE LENGA 9
3.1 DELIMITACIÓN ÁREA DE ESTUDIO 10
3.2 AREA DE ESTUDIO 11
3.3 MATERIAL Y METODOS 12
BIBLIOGRAFÍA 14
Anexo 1: Trabajo de carpintería y laboratorio de tecnología de la madera (CIEFAP – Esquel) 15
Anexo N° 2: Planillas de registración - laboratorio de tecnología de la madera CIEFAP 22

RESUMEN

Con una superficie de 21.571 km2 la Isla de Tierra del Fuego representa el 0.01% del territorio nacional (CNA, informe TDF 2017), su población asciende a 185.732 habitantes, representando el 0.4 % de la población total argentina, (CNP,HyV, 2022) y aporta un 0,6% del PBI geográfico por habitante expresado en precios corrientes - año 2015-, donde la foresto industria se encuentra entre los principales complejos productivos de la provincia (CNA, informe TDF 2017).

La actividad forestal se basa exclusivamente en el aprovechamiento del bosque nativo, presente en la zona centro y sur de la isla. No existen bosques implantados. La provincia cuenta con un tercio de su superficie cubierta con bosque nativo —2,3% del total nacional—, donde predominan especies del género Nothofagus, de las que se aprovecha la lenga para la obtención de la madera. Los aprovechamientos forestales en bosque nativo buscan seguir pautas silviculturales y de manejo específicas que procuran la gestión sostenible del bosque. No se extraen todos los individuos, sino aquellos que reúnen requisitos específicos, dejando en el bosque aquellos que aseguren la regeneración natural (EPSA, 2023).

La principal zona productiva se localiza en Tolhuin y sus alrededores. Existen 8 obrajeros y 24 pequeños productores/as forestales que operan en la etapa de aprovechamiento forestal. En la fase de transformación primaria, por su parte, se encuentran operativos 6 aserraderos fijos, 10 semifijos y 4 portátiles. Estos operan al 50-60% de su capacidad y poseen un nivel tecnológico medio-bajo, en la mayoría de los casos con escasos niveles de eficiencia y productividad. Se destacan pocas empresas, de mayor envergadura, que lograron avanzar hacia el proceso de secado y clasificación (Ficha sectorial, SDPyPyME - DGDF, 2023). Esta cadena presenta la particularidad de tener actores que se desarrollan en varios de sus eslabones. Sin embargo, la integración entre las etapas de aprovechamiento y transformación suele ser deficiente, presentándose bajos niveles de manufactura en relación con lo extraído (CEPAL, 2023).

Para el año forestal mayo 2022 – abril 2023 se habilitó una superficie de cosecha promedio de 712 ha/año forestal provenientes de bosques privados y fiscales, con un consumo de materia prima (cosecha) de 77.567m3 madera rolliza (Ficha sectorial, SDPyPyME - DGDF, 2023).

El sector industrial de la madera en la Provincia de Tierra del Fuego comprende dos subsectores bien diferenciados: industrialización primaria que elabora la madera aserrada (representando 55,1% de la producción total) e Industrialización secundaria para la elaboración de productos remanufacturados, de valor agregado bajo - envases de madera (36,6%), y alto - aberturas y muebles (8,3%). Es decir que el 91,7% de la producción provincial se concentra en productos de bajo valor agregado (CNA, informe TDF 2017), pese al alto valor estético y tecnológico de la madera de lenga.

La entrada en vigor del Reglamento Argentino de Estructuras de Madera CIRSOC 601-2016 y su Manual de Aplicación; así como el reconocimiento del Sistema Constructivo de Entramado de Madera para uso en estructuras portantes de edificios como sistema constructivo “tradicional” y la eliminación del C.A.T (Certificado de Aptitud Técnica), representan una gran oportunidad para diversificar el uso de las maderas regionales en la construcción (uso estructural), brindando mayor impulso y consolidación a la cadena foresto industrial provincial, con productos de mayor valor agregado.

Actualmente muchas de las especies forestales producidas en la región no están incluidas en dichos reglamentos, al no contar con estudios científicos normalizados que avalen su caracterización y clasificación estructural, lo cual resulta indispensable para dotar de confiabilidad a los proyectos de diseño estructural.

En este marco, y atento a las potencialidades, desde la Secretaria de Desarrollo Productivo y PyME (SDPyPyME), dependiente del Ministerio de Producción y Ambiente (MPyA) de la provincia de

Tierra del Fuego, se impulsó el desarrollo de un trabajó articulado con el Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP) con el objetivo de caracterizar las propiedades físico mecánicas de la *madera de Nothofagus pumilio (Lenga)* para su uso como material estructural, y con ello proponer un esquema de clasificación visual para la asignación de clases resistentes e incluir los Valores de Diseño para Madera Aserrada en el Reglamento Argentino de Estructuras de Madera, CIRSOC 601:2016, con el fin último de normalizar su empleo para tales usos. El trabajo contó con el financiamiento y acompañamiento técnico del Consejo Federal de Inversiones (CFI).

Para ello se siguieron los métodos, procedimientos y muestreos establecidos por las normas IRAM 9663 y 9664, sobre muestras de madera representativas del mercado en cuanto a calidad, dimensiones y disponibilidad. Para definir los criterios de clasificación visual y asignación de clases resistentes, se tomó como punto de partida la NHLA (National Hardwood Lumber Association) adoptada a nivel provincial mediante el Decreto 2866/17 para la Clasificación de Madera Aserrada, determinando su adecuación y/o proponiendo modificaciones para el fin analizado, según sea el caso. La selección de norma de clasificación de base es del Responsable del Proyecto, Ing. Claudia Zapata (CIEFAP). El área de estudio abarcó el centro de la Isla de Tierra del Fuego, sobre la cuenca del lago Fagnano y hacia el este, donde se concentran la mayor parte de los bosques productivos a nivel maderero y el 80% de la actividad forestal de la provincia.

1. INTRODUCCION

El bosque nativo ocupa en Patagonia Sur una superficie de 1.968.659 ha, distribuidas, 889.988 ha en Chubut, 348.449 ha en Santa Cruz y 730.222 ha en Tierra del Fuego (INBN2, 2022).

Desde el punto de vista productivo, el bosque nativo sustenta dos tipos de actividades productivas: la industria maderera, a partir del aprovechamiento de *Nothofagus pumilio* (lenga) proveniente de Tierra del Fuego principalmente, y la actividad silvopastoril en bosque de *Nothofagus antartica* (ñire), con ganadería bovina y/o mixta ovina bovina. La lenga y el ñire representan más del 90% de bosques nativos de la región (Peri, P. L. et al, 2016).

El bosque nativo de lenga es el recurso de mayor importancia en la Patagonia Sur por su extensión y por la calidad de su madera, representando el 29% de la superficie total boscosa. La lenga es una especie endémica de los bosques Patagónicos, y posee una amplia distribución geográfica a lo largo de 2.200 km desde los 35º35´ LS a los 55º31´ LS. En los mejores sitios puede llegar a superar los 30 m de altura, con más de 1.7m de diámetro y también se presenta en forma achaparrada (como arbusto) en los límites en altura del bosque para esta especie (650 m.s.n.m) (Peri, P.L. et al, 2016).

El principal entramado foresto industrial en torno al bosque nativo de lenga se encuentra en la provincia de Tierra del Fuego, la cual cuenta con la mayor cobertura forestal y de bosque productivo de esta especie, y donde se concentra un mayor número de industria primaria (aserraderos) de variada magnitud y tecnologías que producen madera aserrada para construcción, embalajes, muebles y aberturas, destinadas al mercado interno, al resto del país y, en mínima medida, a la exportación a terceros países.

Tabla 1: Superficie total de bosque nativo de lenga, por provincia y tipo de bosque

Superficie Bosques de lenga (hectáreas)			
Provincia	Total	B. Productivo	B. protección y resevas
Chubut	426.523	132.174	294.349
Santa Cruz	369.070	42.000	327.070
Tierra del Fuego	530.660	213.715	316.945

Fuente: Peri P . L . *et al*, 2016

El sector industrial de la madera en la Provincia de Tierra del Fuego comprende dos subsectores bien diferenciados: industrialización primaria que elabora la madera aserrada (representando 55,1% de la producción total) e Industrialización secundaria para la elaboración de productos remanufacturados, de valor agregado bajo - envases de madera (36,6%), y alto - aberturas y muebles (8,3%). Es decir que el 91,7% de la producción provincial se concentra en productos de bajo valor agregado (CNA, informe TDF 2017), pese al alto valor estético y tecnológico de la madera de lenga.

En Chubut en cambio, el 75% de la madera extraída de bosque nativo se destina a leña (24.979 m3), y el 25% restante para madera aserrada de ciprés y lenga, y postes y varas de ciprés principalmente (8.050 m3) (P. L. Peri et al 2016). En Santa Cruz actualmente no existen emprendimientos de procesamiento primario e industrial de la madera de lenga, aunque existe un potencial productivo importante para la explotación maderera con alto valor agregado en la localidad de Río Turbio (Peri P.L. et al, 2016).

Tanto en Tierra del Fuego como en Chubut es el Estado, a través de sus direcciones de bosques o servicios forestales, el responsable de administrar y fiscalizar el uso forestal del bosque mediante autorizaciones de aprovechamiento, sobre tierras fiscales y privadas (Peri P.L. et al, 2016).

2. TIERRA DEL FUEGO

2.1 DISPONIBILIDAD MATERIA PRIMA

Los resultados en 2002 del Inventario Forestal de la provincia permitieron desarrollar la estratificación de los bosques, clasificarlos (según composición, tipo forestal, estado de intervención, dominios y topografía), actualizar su relevamiento cartográfico y realizar análisis de posibilidades sobre los bosques fiscales, entre otros trabajos. Esta información, actualizada de forma permanente, es utilizada por la Dirección General de Desarrollo Forestal provincial para la implementación y seguimiento de medidas encaminadas a regular el aprovechamiento forestal en los bosques fiscales.

Tierra del Fuego contaba con 213.715 ha de "Bosques de Producción" (30% de la superficie boscosa provincial), considerando como tal a los bosques de lenga (L. Collado y S. Farina 2006). Relevamientos más recientes reflejan una superficie total de bosques de lenga de 392.609 ha, en un total de 730.222 ha de Bosques Nativos en Tierra del Fuego, sin clasificar por tipología de uso o estado de los mismos (INBN2, 2022), existiendo esfuerzos permanentes para actualizar la información contribuyendo a una gestión sostenible del bosque fueguino.

En la actualidad solo se aprovecha una porción de estos bosques, los maduros, con mejores calidades (sanidad) y en sitios accesibles de alta calidad. El resto son bosques juveniles, en desarrollo, inaccesibles, o de calidad de sitio muy baja, que no hacen rentable su aprovechamiento con fines industriales.

Tabla 2: Clasificación de los bosques según Tipo Forestal

CLASIFICACION	HECTAREAS	%
Bosques de Ñire (S/Clas)	181492.96	25.49
Bosques de Producción	213715.18	30.01
Bosques de Protección	267910.73	37.62
Bosques Degradados	21180.17	2.97
Bosques Especiales	2253.74	0.32
Bosques Experimentales	197.99	0.03
Bosques Permanentes (APN)	25402.44	3.57
TOTAL	712153.21	100.00

Fuente: Collado L. y Farina S., 2006

El grado de aprovechamiento forestal ha cambio su dinámica a lo largo de los años recientes. En el período 2002-2005 presentaba una tendencia de crecimiento y el 80% de la actividad maderera se realizaba en bosques fiscales, dentro de las denominadas Reservas Forestales de Producción – RFP - (Collado, L. y Farina, S., 2006).

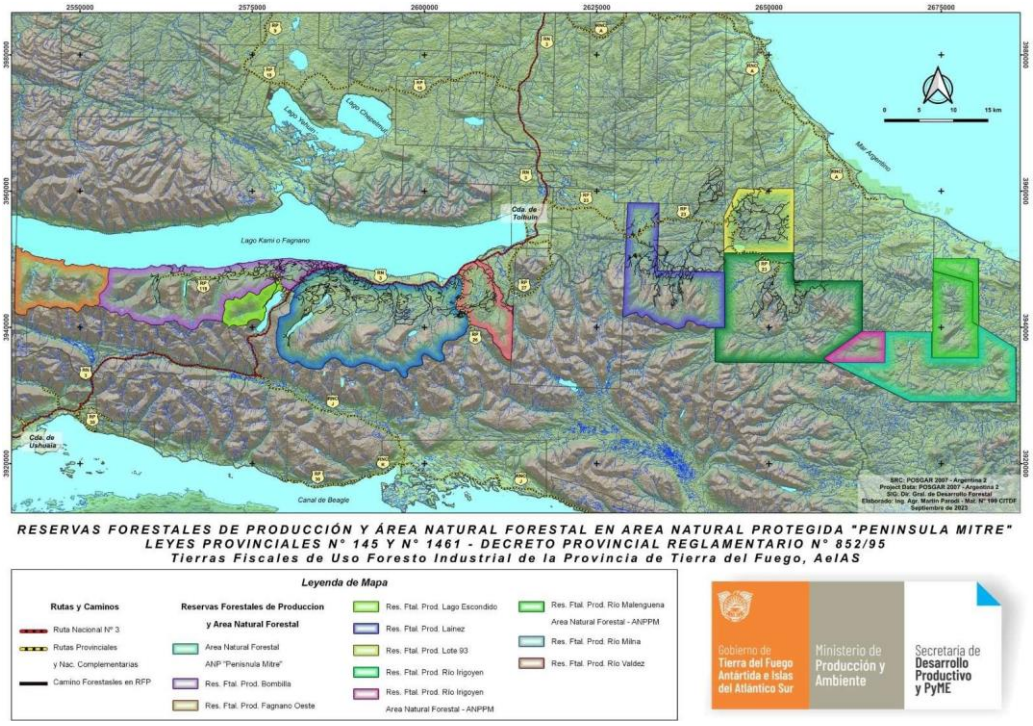
A partir de la información generada en el inventario 2002 y el análisis de la situación de los bosques, agravado por la sobreexplotación del recurso forestal debido a la actividad de aserrío, el largo ciclo de regeneración natural del recurso (200 años para la lenga), la escasa valoración social y cultural del Bosque Nativo y la baja articulación y representatividad de las organizaciones de productores, la provincia declaró la Emergencia Forestal en la Isla (Decreto Provincial Nº 4910/04) y se tomaron diversas medidas, entre ellas la reducción de la tasa de corte en los bosques fiscales como política para lograr la sostenibilidad de la actividad en el tiempo.

Como consecuencia de esto se redujo la superficie total intervenida, pasando de 1.231 ha en 2000/2005 (81% bosque fiscal / 19% bosque privado), a 504 ha en 2011/2012 (56% fiscal / 44% Privado). Este valor llegó a poco más de 600 ha (entre fiscal y privado) en 2015 (CNA, informe TDF 2017).

De acuerdo a información provista por la Dirección General de Desarrollo Forestal de la Provincia, en este

mismo período se observó en paralelo un cambio en la intensidad de la intervención y un incremento en el rendimiento por superficie, que pasó de un promedio de 87 m3/ha entre 2000 - 2006 a 112 m3/ha entre 2006 – 2011. Para el año forestal 2022 – 2023, la tasa de extracción en dominio fiscal para los OF se promedió en 111 m3/ha; siendo este valor de 131 m3/ha para los OF en privado y de 86 m3/ha para los PPF en dominio fiscal (Ficha Sectorial SDPyPyME – DGDF, 2023).

Mapa 1: Reservas Forestales de Producción



Fuente: SDPyPyME - DGDF

En base a proyecciones realizadas (Collado L., 2011), se ha determinado que si bien las medidas adoptadas han incrementado el horizonte productivo de los bosques fiscales a 20 años, hechos como el incremento en la intensidad de la intervención, el aumento de presión de uso de la tierra y la superposición de actividades económicas sobre la misma, hacen suponer que la etapa de aprovechamiento de los bosques de lenga vírgenes maduros se encuentra próxima a su culminación para el caso de los bosques fiscales, no así para los bosques de propiedad privada, donde se encuentra la mayor parte de este tipo de conformación representando el 63,9 % del total disponible, seguido de las zonas de RFP que conservan el 14,4%.

Según afirma el mismo autor, en este escenario sería esperable: mayor reducción de las tasas de corta en bosques fiscales primarios maduros, mayor superficie destinada a manejo de bosques juveniles primarios y secundarios, aumento de la superficie de intervención en bosques privados, estabilización del rendimiento por superficie y una factible estabilización del nivel de producción global, dando inicio a una nueva etapa en el manejo de los bosques.

En este contexto optimizar el aprovechamiento de este valioso e importante recurso provincial es fundamental, y para ello es necesario trabajar sobre la matriz productiva del sector, facilitando el desarrollo y la incorporación de productos de madera más tecnificados y de mayor valor agregado, para consumo interno y también para exportación.

2.2 APROVECHAMIENTO PRIMARIO

A partir del año 2005-2006 se comenzó a implementar el sistema de Cortas de Protección con regeneración bajo dosel para bosques adultos como método para asegurar su regeneración natural. Este sistema quedó limitado a los bosques de mejor calidad principalmente y no se realizó siempre de forma adecuada, disminuyendo la capacidad productiva del bosque, dejando problemas de degradación y equilibrio regresivo.

También se ha aplicado la Corta en Agregado, con clausura inmediata del ganado doméstico luego del aprovechamiento que, si bien proporciona rendimientos madereros importantes, aún está en estudio su efectividad en la recuperación de la masa boscosa (Collado L. y Farina S., 2006).

El aprovechamiento de los bosques es realizado por:

- **Obrajeros Forestales (OF)**: con aserraderos fijos. Estos deben realizar Plan de Manejo para su aprobación por la autoridad de aplicación y poseen un nivel de cosecha de 15 a 150 ha/año de bosques maduros. La mayoría opera en bosques fiscales dentro de las RFP. En 2006 existían 23 Obrajeros Forestales inscriptos (L. Collado y S. Farina 2006). Sin embargo, en 2015 se relevaron solo 15 aserraderos (12 fijos y 3 portátiles), realizando tareas de apeo y transporte de las superficies con aforo para la extracción controlada de rollizos, todos ubicados en la ciudad de Tolhuin (CNA, informe TDF 2017). Para el año forestal 2022 -2023 se registraban 6 OF en bosque de dominio fiscal (4 micro, 2 pequeños) 2 OF en bosque de dominio privado (1 micro, 1 mediano). (Ficha Sectorial SDPyPyME – DGDF, 2023).

- **Pequeños Productores Forestales (PPF)**: de producción variable, completan tratamientos silvícolas incompletos, realizan tratamientos intermedios (realeos) y aprovechan madera caída. Trabajan con motosierras y algunos con aserraderos portátiles. No están obligados a realizar Planes de Manejo y su nivel de corta no supera los 1.000 m3 de madera rolliza. En 2006 existían unos 35 inscriptos en esta categoría (Collado L. y Farina S., 2006). Para el año forestal 2022 -2023 se registraron 21 PPF activos en bosque de dominio fiscal (mayoritariamente micro). (Ficha Sectorial SDPyPyME – DGDF, 2023).

- **Establecimientos agropecuarios (EA)**: cuentan con título de propiedad, producen productos madereros de su bosque para consumo propio. Estos grupos deben estar registrados para poder realizar estas tareas y contar con los aforos correspondientes.

Para la producción primaria se habilitó en el período forestal mayo 2022 – abril 23 una superficie de cosecha promedio de 712 ha/año forestal con un promedio de 263 ha/año forestal para OF en bosque fiscal; 217 ha/año forestal para OF en bosque privado y 232 ha/año forestal para PPF en bosque fiscal (Ficha Sectorial SDPyPyME – DGDF, 2023).

De acuerdo a datos sectoriales de la SDPyPyME – DGDF, para el año forestal 2022 – 2023, la producción primaria (aprovechamiento forestal) generó un total de 69 puestos laborales.

2.3 INDUSTRIALIZACIÓN y COMERCIALIZACIÓN

El sector está conformado por 6 aserraderos fijos, 10 semifijos y 4 portátil, cuya utilización de la capacidad instalada media oscila en el orden del 50-60% y un nivel tecnológico medio- bajo (Ficha Sectorial SDPyPyME – DGDF, 2023). Son los aserraderos fijos los que presentan una mayor gama de productos, mientras que los móviles solo realizan productos de primera transformación.

Los aserraderos provinciales procesan lenga exclusivamente. Para la madera aserrada, dependiendo del tipo de producto y estructura tecnológica del aserradero, la eficiencia promedio es del 46% (35.681 m3) (Ficha Sectorial SDPyPyME – DGDF, 2023). Posen logística propia para extraer la materia prima, y no existe la figura de “proveedor de rollizos” dentro de la cadena. Sin embargo, no cuentan aún con las condiciones

de infraestructura y de mercados necesarias para hacer un uso integral de la madera del bosque nativo, sobre todo la madera de baja calidad que se acumula en los aserraderos, o los subproductos del aserrío que se elimina mediante quemas controladas sin otro fin o destino comercial (Peri P.L. et al, 2016).

Respecto al secado técnico, la capacidad instalada por ciclo de secado (promedio 20 días) es de 738 m3, con un total por año forestal de 8.363 m3. El uso de la capacidad por ciclo de secado es de 502 m3, con una utilización variable según pedido, pero puede decirse que en términos agregados es bajo, con un nivel tecnológico medio (Ficha Sectorial SDPyPyME – DGDF, 2023).

De acuerdo a datos sectoriales de la SDPyPyME – DGDF, para el año forestal 2022 – 2023, la producción de primera transformación (aserrado y secado de madera) generó 115 puestos laborales, a los que se le suman 61 provenientes de la segunda transformación (pallet y construcción) y 21 referidos a administración y Venta de los mencionados emprendimientos productivos.

De la madera aserrada, el 36% se exporta a Territorio Nacional Continental (TNC), mayoritariamente sin secado-clasificado (56%), y terceros países (44%), mayoritariamente con secado-clasificado. Del 64 % restante, se estima para elaboración de pallets (40%, fuertemente fraccionado por la Industria electrónica y plástica), madera para Construcción (40%), madera para Carpintería (20%) (Ficha Sectorial SDPyPyME – DGDF, 2023)

3. CARACTERIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA ASERRADA DE LENGA

La madera de lenga tiene una densidad básica 0,57 gr/cm3, considerada como de densidad media. Se identifica por su albura blanco-rosada, duramen amarillo- rosado y la excelente calidad de su madera, que combina resistencia con estructura anatómica homogénea. Es fácilmente trabajable. Puede ser cepillada, perforada y tallada en todas las direcciones con poco esfuerzo. Permite excepcionales pulidos, superficies parejas y bordes perfectos. Presenta buen comportamiento ante el secado técnico, buena aptitud ante el clavado, el atornillado, maquinado y encolado. Acepta todo tipo de acabados superficiales: pinturas, barnices, tinturas y lustres, permitiendo pulidos de alta calidad. Es una madera altamente atractiva para el diseño y elaboración de muebles, pisos, parquets y carpintería en general. Sus posibilidades de empleo son amplias, tanto en el segmento de la carpintería y muebles de diseño, como en aberturas y productos para la construcción.

Una matriz productiva más diversificada permitiría un mayor aprovechamiento de la materia prima, y una transformación y reducción considerable de lo que hoy se consideran residuos. Una reconversión progresiva, que permita diversificar la producción hacia productos tecnificados y de mayor valor agregado, impulsará la cadena foresto industrial, permitiendo proyectarla hacia nuevos mercados, impulsando su incidencia en el desarrollo de la economía regional.

En particular, los productos de madera, especialmente los productos técnicos estructurales de madera, ofrecen en la actualidad una enorme oportunidad para el desarrollo de una industria al servicio de la construcción, orientada a la eficiencia energética, o el consumo energético casi nulo, el uso de productos de proximidad, el máximo secuestro de carbono y cero residuos industriales.

En este marco, la caracterización y clasificación estructural de la madera aserrada de lenga, permitiría la reutilización de calidades y escuadrías que en la actualidad tienen bajo valor comercial, aptas para el desarrollo de productos para la construcción.

Los productos técnicos permiten un mayor aprovechamiento forestal, mediante uniones de madera corta libre de defectos, consiguiendo productos con mejores prestaciones mecánicas. En este tipo de transformación reside el mayor potencial de la industria, ya que propicia un mayor aprovechamiento del

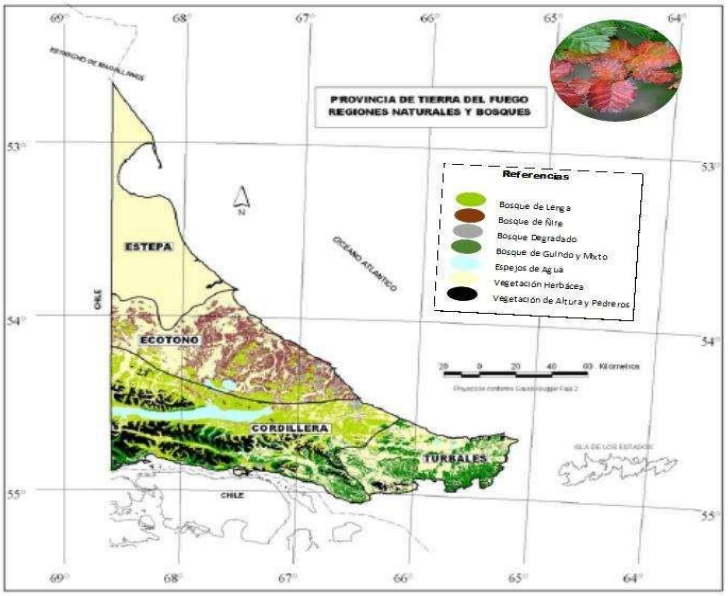
tronco, de las medidas no comerciales y de madera de menor diámetro, minimizando la generación de residuos.

La entrada en vigor del Reglamento Argentino de Estructuras de Madera CIRSOC 601 y su Manual de Aplicación (RESOL-2016-22-E-APN- SECOP#MI2017); así como el reconocimiento del Sistema Constructivo de Entramado de Madera para uso en estructuras portantes de edificios como sistema constructivo “tradicional” y eliminación del C.A.T. (RES 3-E/2018 Secretaría de Vivienda y Hábitat - Ministerio del Interior), representa una gran oportunidad para diversificar el uso de las maderas regionales en la construcción, especialmente para su empleo normalizado en la construcción de viviendas, donde se evidencia un déficit habitacional de larga data, al igual que en resto del país. Esto implica necesariamente avanzar en el conocimiento y normalización de los valores físico mecánicos característicos de la madera de lenga, así como contar con un esquema normalizado de clasificación visual para la asignación de clases resistentes. Los resultados se esperan permitan aportar confiabilidad a los proyectistas a la hora de abordar el diseño estructural, e implementar estos criterios en la industria forestal para difundir el uso estructural de esta madera en la construcción.

3.1 DELIMITACIÓN ÁREA DE ESTUDIO

La masa boscosa de Tierra del Fuego pertenece a los denominados bosques subantárticos o bosques andino-patagónicos, formación que se extiende sobre la parte austral de la Cordillera de los Andes, constituyendo una angosta e irregular franja que se inicia en el noroeste de la provincia de Neuquén, llegando hasta la costa del Canal Beagle, hasta extinguirse en su extremo sudeste y en la Isla de los Estados. Los bosques fueguinos constituyen la última porción de la citada formación, estando ubicados al sur del paralelo 54º latitud sur (Collado L . y Farina S., 2006).

Mapa 2: Regiones Naturales y Composición de los Bosques



Fuente: Collado L. y Farina S., 2006

La Isla de Tierra del Fuego puede dividirse en cuatro regiones ecológicas con características muy marcadas y definidas (Collado L. y Farina S., 2006):

- **Estepa magallánica**: ocupa el 20% de la superficie Argentina de la Isla Grande, tiene gran

riqueza de pastizales y vegas, predomina la actividad ganadera desarrollada en grandes estancias.

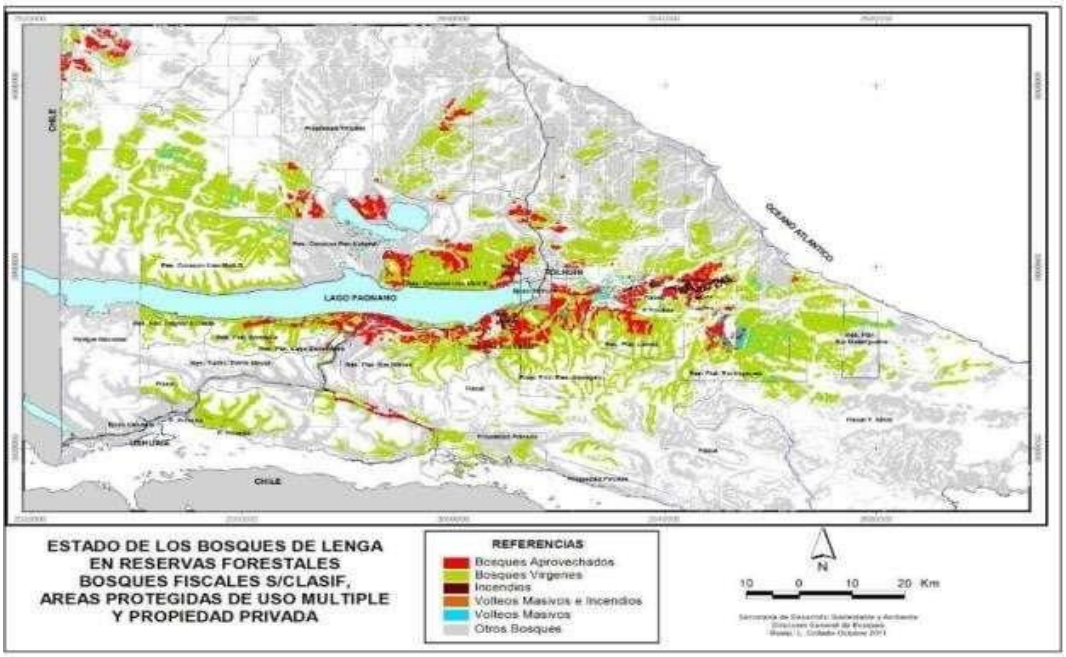
- **Ecotono:** ocupa el 25% de la superficie Argentina de la Isla Grande, aparecen los primeros bosques en lomas y sitios elevados, combinados con praderas herbáceas en zonas bajas y valles amplios. Predomina el *Nothofagus antártica* (ñire), ocupando un tercio de la superficie regional, y *Nothofagus pumilio* (lenga), con una cobertura del 11% de la misma. Prima la actividad ganadera combinada con la forestal desarrollada por estancias de menor tamaño. El 8% de la zona boscosa evidencia degradación de pastizales.

- **Cordillerana**: ocupa el 37% de la superficie Argentina de la Isla Grande y el 60% de esta superficie está dominada por bosques. Estos están conformados predominantemente por lenga y por *Nothofagus betuloides* (guindo o coihue), ocupando un 75% y 25% de la superficie boscosa respectivamente. En el centro de esta región, sobre la cuenca del lago Fagnano y hacia el este, se concentran la mayor parte de los bosques productivos a nivel maderero y el 80% de la actividad forestal de la provincia. Se aprovechan tradicionalmente los bosques puros de lenga, de mejor calidad y más accesibles, los cuales pueden regenerarse naturalmente dejando una cobertura adecuada de árboles remanentes, en ausencia de ganado doméstico y/ silvestre (guanacos). La mayor parte de las tierras en esta región son fiscales (Collado L. y Farina S., 2006).

- **Turbales** o "tundra magallánica": ocupa el 14% de la superficie Argentina de la Isla Grande. Es la zona más deshabitada e inhóspita de la provincia, con mayor riqueza florística y predominancia de turbales, que cubren el 60% de la región, seguido de los bosques que ocupa un 35% de la misma. Estos últimos están conformados principalmente por guindo, representando el 50% de bosques puros y mixtos de esta especie en Isla Grande. El tránsito es muy dificultoso o impracticable por los suelos predominantemente pantanosos, posee alta densidad de sotobosque y escasa altura de los árboles (inclinados y retorcidos).

La siguiente imagen, permite apreciar las zonas en aprovechamiento y bosques vírgenes de lenga en la zona cordillerana, teniendo en cuenta diferentes conjuntos de bosques.

Mapa 3: Estado de los bosques de lenga en las RFP



Fuente: Collado L., 2011

3.2 AREA DE ESTUDIO

El área de estudio de esta caracterización abarcó el centro de la Isla de Tierra del Fuego en toda su extensión, sobre la cuenca del lago Fagnano, con una longitud aproximada de 90 km oeste- este en el lado argentino, donde se concentran la mayor parte de los bosques productivos a nivel maderero y el 80% de la actividad forestal de la provincia. El proyecto muestreo 3 puntos, distribuidos de la siguiente forma: NORTE (OF-LP); ESTE (OF- Litoral-LP) y SUR (PPF – CHACON).

El estudio fue realizado considerando las medidas estándar comerciales existentes y habituales en el mercado, para que la información resultante sea representativa. Por lo cual denominamos "punto de muestreo" a los distintos aserraderos que proporcionaron las muestras a ensayar, las que fueron seleccionadas al azar para las medidas comerciales más habituales en la industria, conforme a lo descripto en la metodología. Los aserraderos fueron seleccionados en función de las zonas de aprovechamiento forestal consignadas por la Dirección General de Desarrollo Forestal para asegurar los puntos de muestreo permitiendo de esta forma conocer el origen o procedencia de la materia prima empleada en los ensayos.

3.3 MATERIAL Y METODOS

El material de ensayo se obtuvo de tres (3) áreas distribuidas en la zona centro de Tierra del Fuego, en dirección oeste-este, sobre la cuenca del Lago Fagnano, hasta las inmediaciones de la ciudad de Tolhuin, abarcando de esta forma la superficie forestal productiva de los bosques de lenga. En cada aserradero la selección se hizo al azar, en el estado en el que se comercializa el material, en este caso con pre-secado natural. Cada muestra contuvo un número de 50 y 150 cuerpos de prueba, según la escuadría, dando un total de 1150 piezas para madera aserrada según se indica en la siguiente tabla.

Tabla 3: Cantidad de madera y escuadrías para el ensayo

RENGLÓN	DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE ORIGEN	CANTIDAD	DESCRIPCION DEL PRODUCTO A ENSAYAR
1	**SITIO NORTE** Bosques de producción privados Categoría I – Amarillo (Ley Provincial N° 869 OTBN)	50	2" x 2" x 2.00 mts Lenga en bruto
		50	2" x 3" x 3.00 mts Lenga en bruto
		50	2" X 4" X 3.00 mts Lenga en bruto
		50	2" x 6" x 4.00 mts Lenga en bruto
		150	1" x 4" x 3.00 mts Lenga en bruto
2	**SITIO SUR** Bosques de producción en Categoría I — Amarillo presentes en las RFP: Río Milnak/ Río Valdez/ Fagnano Oeste/ Bombilla/ Lago Escondido	50	2" x 2" x 2.00 mts Lenga en bruto
		50	2" x 3" x 3.00 mts Lenga en bruto
		50	2" X 4" X 3.00 mts Lenga en bruto
		50	2" x 6" x 4.00 mts Lenga en bruto
		150	1" x 4" x 3.00 mts Lenga en bruto
3	**SITIO ESTE** Bosques de producción en Categoría I — Amarillo presentes en las RFP: Río Lainez /Lote N° 93/Río Irigoyen/ Río Malenguena	50	2" x 2" x 2.00 mts Lenga en bruto
		50	2" x 3" x 3.00 mts Lenga en bruto
		50	2" X 4" X 3.00 mts Lenga en bruto
		50	2" x 6" x 4.00 mts Lenga en bruto
		150	1" x 4" x 3.00 mts Lenga en bruto

Fuente: Elaboración propia

Previo al muestreo se realizó una revisión de los parámetros (defectos) contemplados en las normas IRAM 9662-1/2/3/4 para verificar la inclusión de todos ellos en la muestra, en caso que la especie los posea realmente, y/o analizar casos especiales como los daños originados por insectos por ejemplo. Ambas consideraciones respondieron a la necesidad de contar con un material de ensayo representativo de la población objeto del estudio, aportando mayor seguridad y confiabilidad en los resultados generados,

considerando todas las variables que pudieran influir sobre las propiedades físico-mecánicas de la madera aserrada.

Vale decir que las muestras para madera aserrada excedieron el número de muestras-probetas requerido en IRAM 9664 para ks=1. Para la madera laminada se prevé un numero de muestras menor por ser este material producido en menor volumen y áreas, aceptándose en la obtención de resultados Ks=0,95. Las dimensiones del material a evaluar corresponden a las de la madera de lenga que se produce en Tierra del Fuego con destino a madera aserrada y madera laminada encolada respectivamente. Las dimensiones finales de los cuerpos de prueba corresponden a las especificaciones indicadas en IRAM 9663 (2013) para ensayos a flexión.

El material obtenido en cada muestra fue secado a 12% de humedad y trasladado al Laboratorio de Tecnología de la Madera del CIEFAP, en la ciudad de Esquel, provincia de Chubut, para la realización de los ensayos respectivos. Vale mencionar que el laboratorio cuenta con los equipos, personal idóneo y pasantes para la realización de los mismos (Anexo 1).

Después de climatizar las muestras en una cámara a temperatura y humedad relativa ambiente de 20 +/- 2 ºC y 65 +/- 5 % respectivamente, se numeraron y determinaron las dimensiones reales de cada probeta, procediendo a su registro. Luego se procedió a su medición y registro de los defectos y singularidades de cada pieza según IRAM 9560-81: nudosidad, presencia de médula, dirección de las fibras, fisuras, combado y encorvado, revirado, arista faltante, ataques biológicos y madera de reacción.

Para el agrupamiento en grados de calidad según defectos no se dispone de una norma nacional para madera aserrada correspondiente a las especies de lenga (Nothofagus pumilio) de Tierra del Fuego. En la actualidad solo se dispone de la norma de clasificación visual NHLA o “National Hardwood Lumber Association” adoptada para madera aserrada a nivel provincial (Decreto provincial Nº 2866/17). Por tal motivo se decidió, en primera instancia, aplicar los criterios y límites establecidos en esta norma para la clasificación, tanto de madera aserrada, como laminada-encolada.

Se identificó cada cuerpo de prueba indicando sus dimensiones, la muestra que lo integró y la clase resistente a la cual fue asignado, conforme al método evaluado y/o diseñado a tal efecto.

Una vez evaluados los defectos se procedió a la prueba mecánica de flexión estática según IRAM 9663: 2013, y a continuación se tomaron muestras del material ya ensayado para obtener humedad (IRAM 9532) y densidad (IRAM 9544). Con el fin de analizar resultados comparables, todos los valores fueron ajustados a las condiciones de referencia conforme lo establecido en la norma IRAM 9664:2013. Los valores de la resistencia fueron ajustados a una altura de referencia de 150 mm y los valores del módulo de elasticidad y de densidad a un contenido de humedad del 12%.

Los resultados fueron agrupados en clases según IRAM 9662, determinándose los valores característicos y el porcentaje de piezas que corresponde a cada grado de calidad. Los resultados aceptables se proponen para su incorporación en los suplementos de CIRSOC 601. Los casos negativos se agrupan por defectos hasta lograr grados de calidad que satisfagan los requisitos mínimos de resistencia/rigidez y porcentaje de piezas por clase. En este caso, los criterio y límites de clasificación aceptables se presentan junto con la propuesta para su incorporación en los suplementos.

Todos los resultados fueron procesados y almacenados en un archivo Excel conteniendo los datos determinados en cada cuerpo de prueba para los parámetros de clasificación, las propiedades mecánicas, la densidad y el contenido de humedad.

BIBLIOGRAFÍA

COLLADO, L. Y FARINA, S. (2006). El bosque de Tierra del Fuego: Caracterización, regiones ecológicas, actividad forestal, problemáticas y desafíos actuales. Subsecretaria de Recursos Naturales, Dirección de Bosques, provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur https://www.legistdf.gob.ar/lp/novedadesip/Asuntos%20Entrados%202012/As.%20N%20018-12/02-Documentos%20Adicionales/Informes%20Publicaciones/Otros%20Informes%20y%20Publicaciones/El%20Bosque%20de%20Tierra%20del%20Fuego_2006.pdf

COLLADO, L. (2011). Informe Situación de Estado, Disponibilidad y Posibilidad de Aprovechamiento de los Bosques de Lenga de Tierra del Fuego, actualizado a 2011, Dirección General de Bosque, provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur https://www.legistdf.gob.ar/lp/novedadesip/Asuntos%20Entrados%202012/As.%20N%20018-12/02-Documentos%20Adicionales/Informes%20Publicaciones/Otros%20Informes%20y%20Publicaciones/Situacion%20de%20Estado%20y%20Disponibilidad%20del%20Bosques%20a%202011_06%20Oct%202011.pdf

COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (CEPAL)/SECRETARÍA DE INDUSTRIA Y DESARROLLO PRODUCTIVO DE LA ARGENTINA/MINISTERIO DE PRODUCCIÓN Y AMBIENTE DE LA PROVINCIA DE TIERRA DEL FUEGO, ANTÁRTIDA E ISLAS DEL ATLÁNTICO SUR (2022). Oportunidades y desafíos para la transformación productiva fueguina, Documentos de Proyectos (LC/TS.2022/195-LC/BUE/TS.2022/20), Santiago, CEPAL https://www.cepal.org/es/publicaciones/48635-oportunidades-desafios-la-transformacion-productiva-fueguina

Instituto Nacional de Estadística y Censos - INDEC. CENSO NACIONAL DE ASERRADEROS 2015. Informe del relevamiento censal en la provincia de Tierra del Fuego, A. e IAS, Agosto 2017 https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/desarrollo-foresto-industrial/foresto-industria/_archivos//000002_Censo%20Nacional%20de%20Aserraderos%202015/000018_Informe%20de%20la%20Provincia%20de%20Tierra%20del%20Fuego.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Censos - INDEC. CENSO NACIONAL DE POBLACIÓN, HOGARES Y VIVIENDAS 2022. Resultados definitivos: indicadores demográficos por sexo y edad / 1a ed. - CABA, Nov 2023 https://censo.gob.ar/wp-content/uploads/2023/11/censo2022_indicadores_demograficos-1.pdf

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA NACIÓN (2022). Segundo Inventario Nacional de Bosques Nativos (INBN2): Informe Nacional https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2019/07/inbn2_informe_nacional_de_resultados-comprimido.pdf

MINISTERIO DE PRODUCCIÓN Y AMBIENTE DE TIERRA DEL FUEGO, ANTÁRTIDA E ISLAS DEL ATLÁNTICO SUR (2023). Estrategia Provincial para el Sector Agroalimentario (EPSA) https://prodyambiente.tierradelfuego.gob.ar/wp-content/uploads/2023/06/Estrategica-Provincial-para-el-Sector-Agroalimentario.pdf

MINISTERIO DE PRODUCCIÓN Y AMBIENTE DE TIERRA DEL FUEGO, ANTÁRTIDA E ISLAS DEL ATLÁNTICO SUR (2023). Ficha Sectorial Secretaría de Desarrollo Productivo y PyME (SDPyPyME) – Dirección General de Desarrollo Forestal (DGDF) https://prodyambiente.tierradelfuego.gob.ar/wp-content/uploads/2023/11/Ficha-Sectorial-Foresto-Industria-Ano-Forestal-Mayo-2022-Abril-2023-1.pdf

PERI, P.L.; BAHAMONDE, H.A.; LENCINAS, M.V. ; *ET AL.* (2016). A review of silvopastoral systems in native forests of *Nothofagus antarctica* in southern Patagonia, Argentina. *Agroforest Syst* **90**, 933–960. https://doi.org/10.1007/s10457-016-9890-6

Anexo 1: Trabajo de carpintería y laboratorio de tecnología de la madera (CIEFAP – Esquel)

Se comenzó con al acondicionamiento de la madera, la que venía con diferencia de espesores por el aserrío de los rollizos, además de piezas con mucha pudrición lo que no permitía su ensayo, debiendo reestructurar todo el protocolo de ensayos respectivos. Vale decir que el ajuste de espesor de las piezas busca mantener una cantidad significativa de muestras necesarios para los ensayos. Además del cepillado se sumó una etapa para enderezar las piezas con la garlopa y así obtener todas las muestras bajo las mismas condiciones.

Trabajo en carpintería:

Clasificación: La madera es previamente clasificada ya que cuenta con numerosas imperfecciones de corte, variando en los espesores de corte, esto agrega un paso más al proceso, se debe medir cada piezas y separar las viables para el ensayo.

Cepillado: Se selecciona la madera de espesor hasta 25 mm, para poder llegar a un espesor después del cepillado de 23 mm.

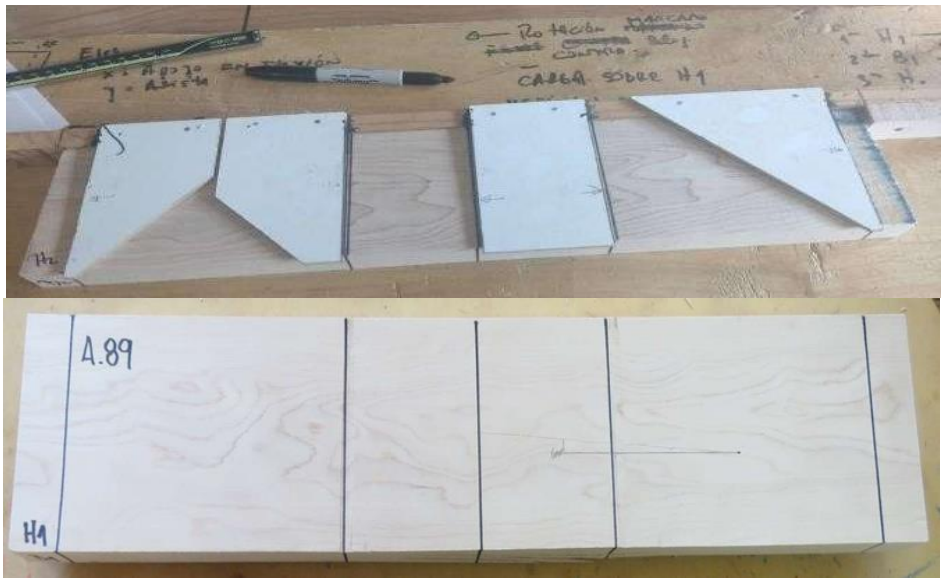
Garlopa: Cada probeta se pasa por la garlopa para poder escuadrar uno de sus lados, con el fin de poder dar con el ancho de la tabla correspondiente a cada pieza.

Corte de longitud de la probeta: Las tablas de 1 x 4 x 10, una vez cepilladas de ambas caras, se marcan y se cortan en la sierra ingletadora, para que todas queden al largo correspondiente, en este caso se realizan a 50 cm de largo. Lo mismo se hace con las piezas de escuadrías 2x2, 2x3, 2x4 y 2x6, dejándolas del largo correspondiente según norma para el ensayo.

Trabajo en el laboratorio del Área de tecnología de la madera (CIEFAP):

Marcado de probeta: Cada probeta es marcada y numerada lo que permite tener una referencia para acomodar la probeta en el banco de ensayo de resistencia.

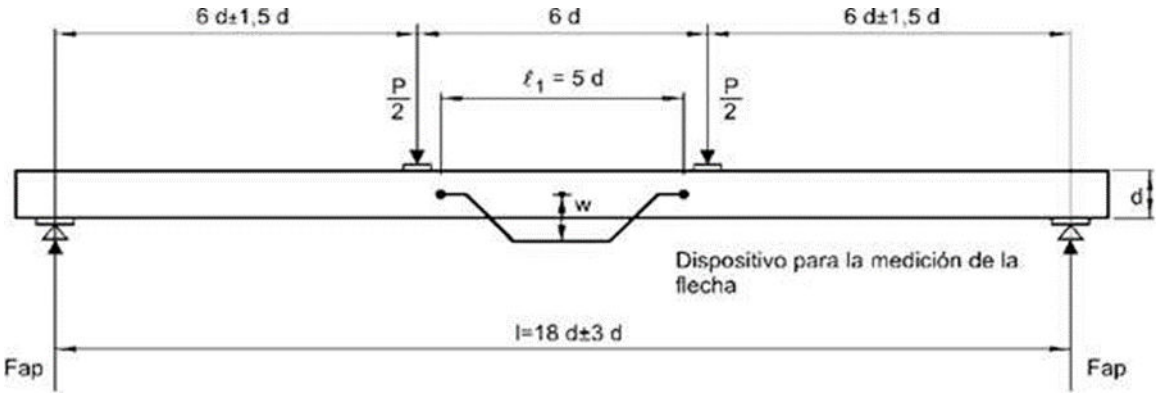
Imagen Nº 1: Marcado de probetas



Planillado de Probetas: Se identifican las cuatro caras de la tabla, se marcan y enumeran distintos aspectos a tener en cuenta a la hora de evaluar la resistencia de la madera. A saber: Tipo de corte de

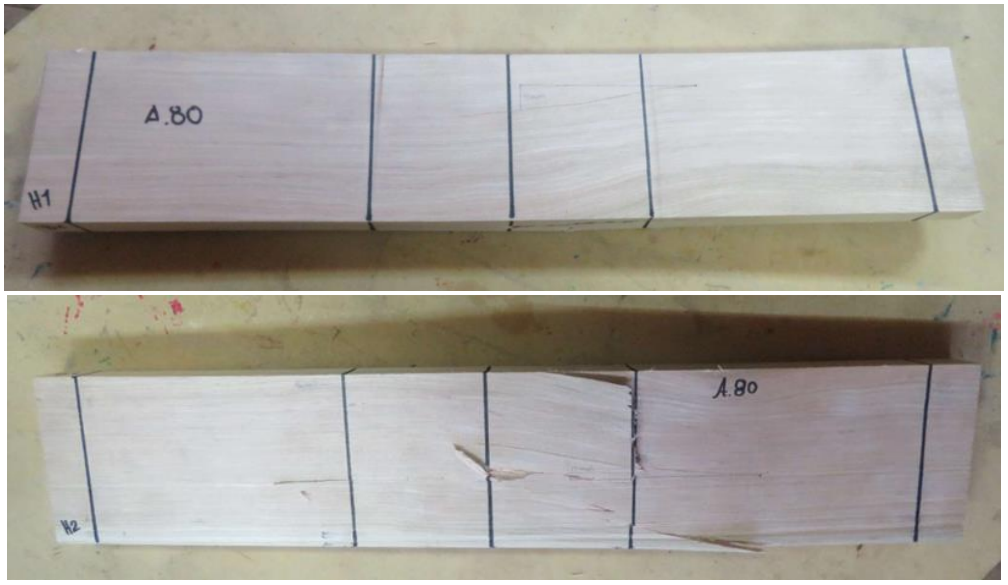
ambas caras (Tangencial o radial); Angulo de fibra; Nudos; Espesor, ancho y largo; Deformaciones; Corteza y Pudrición. Todas las variables son medidas y sus resultados se transfieren a las planillas (Anexo N° 2)

Ensayos de físicos y mecánicos: Luego de preparar todas las probetas, se inician los ensayos de flexión de acuerdo con Norma IRAM 9663 para obtención de MOE Global, MOE Local y MOR. Ensayos de humedad y densidad sobre probetas ensayadas. Los ensayos se realizaron según el siguiente esquema:



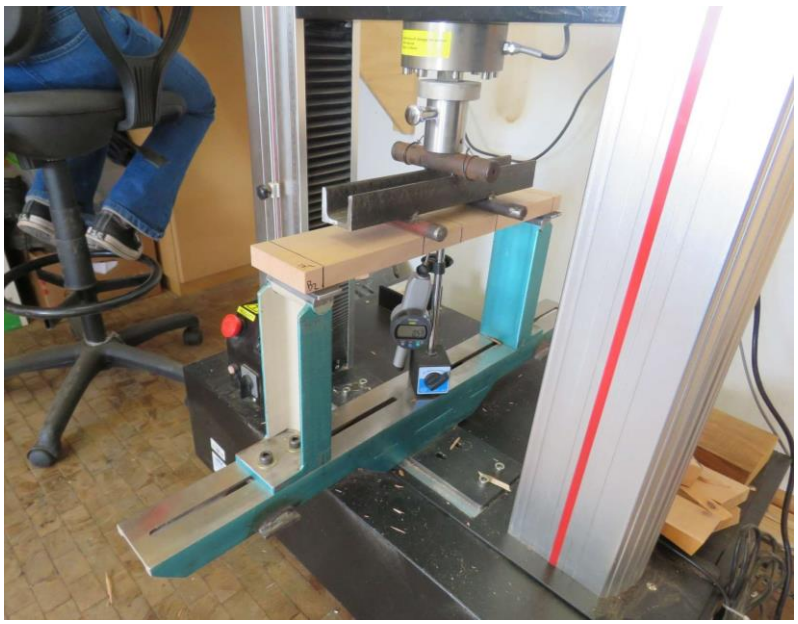
Se inició con las probetas de 1” en la maquina universal a escala de probetas. Lo primero es registrar en fotografía fue el estado de la probeta y una vez finalizado el ensayo se deja registro del estado de ruptura de la misma. Para esto se requirió de dos personas ya que hay datos de desplazamiento que deben observarse en el mitutoyo.

Imagen Nº 2: Ejemplo de registro fotográfico estadio inicial y ruptura para probetas de 1”



Luego de realizar el ensayos de flexión se obtiene una probeta cercana a la zona de ruptura para llevarla a una estufa con temperatura 103+/-2 °C hasta obtener el peso seco y así calcular el contenido de humedad de la madera en el momento del ensayo.

Imagen Nº 3: Ensayo de flexión



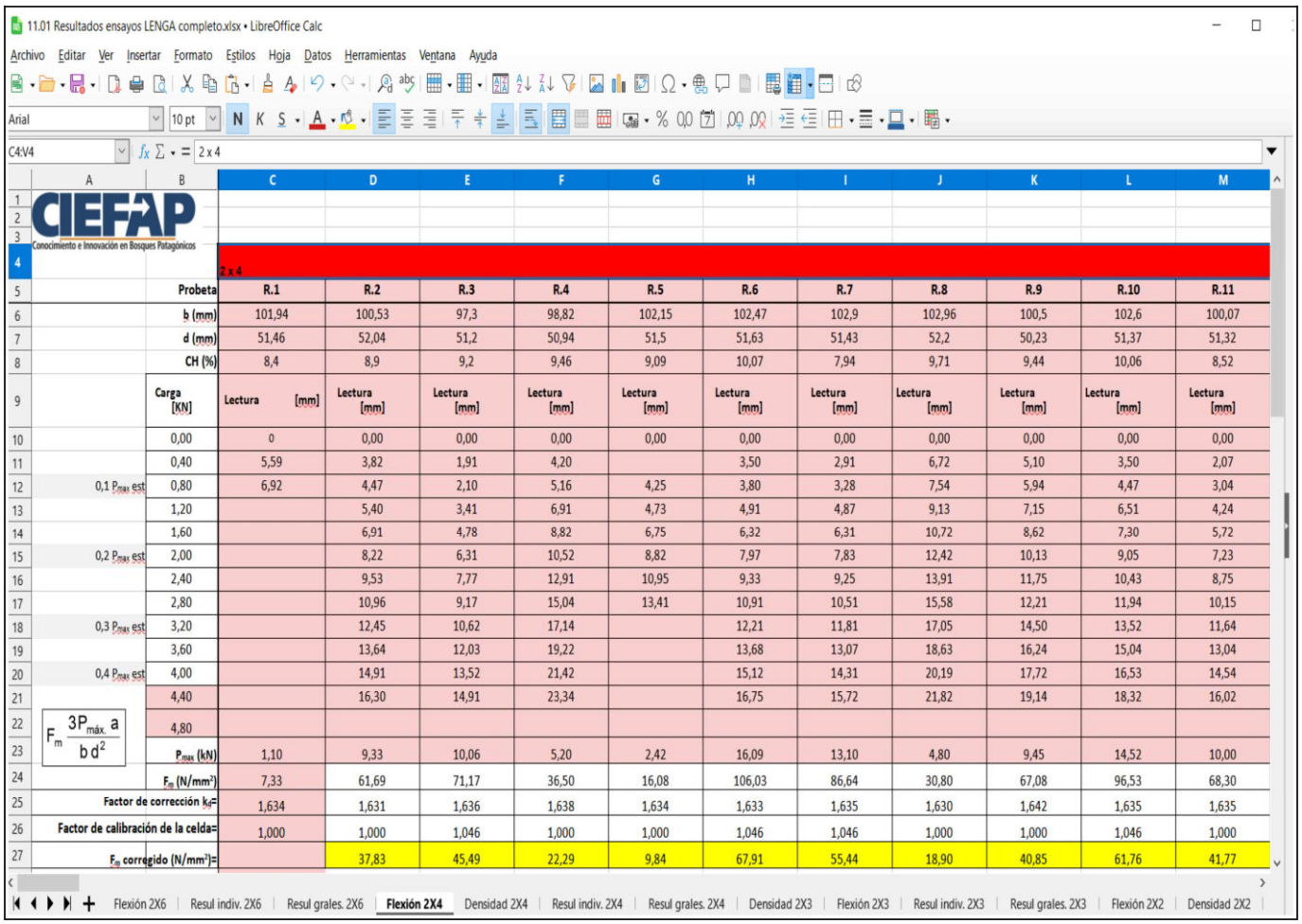
Para las muestras de 2” el ensayo se realizó en la maquina universal de ensayos a escala real, siguiendo el mismo proceso de trabajo que el realizado con las probetas de 1”.

Imagen Nº 4: proceso de trabajo ensayos probetas de 2”

Digitalización y procesamiento de la información generada

Cada uno de los datos, tanto de las planillas manuales como de los entregados por ambas máquina de ensayo, son cargados en una base de datos para calcular los valores del módulo de elasticidad (Em,g) y de la densidad (ρ), ajustados a un contenido de humedad del 12% conforme a IRAM 9664:2013. Con el contenido de humedad que se obtiene luego del ensayo se ajustan los valores.

Imagen Nº 5: Base de datos para análisis



	Probeta	R.1	R.2	R.3	R.4	R.5	R.6	R.7	R.8	R.9	R.10	R.11
	b (mm)	101,94	100,53	97,3	98,82	102,15	102,47	102,9	102,96	100,5	102,6	100,07
	d (mm)	51,46	52,04	51,2	50,94	51,5	51,63	51,43	52,2	50,23	51,37	51,32
	CH (%)	8,4	8,9	9,2	9,46	9,09	10,07	7,94	9,71	9,44	10,06	8,52
	Carga [KN]	Lectura [mm]	Lectura [mm]	Lectura [mm]	Lectura [mm]	Lectura [mm]	Lectura [mm]	Lectura [mm]	Lectura [mm]	Lectura [mm]	Lectura [mm]	Lectura [mm]
	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,40	5,59	3,82	1,91	4,20		3,50	2,91	6,72	5,10	3,50	2,07
0,1 $P_{max\ est}$	0,80	6,92	4,47	2,10	5,16	4,25	3,80	3,28	7,54	5,94	4,47	3,04
	1,20		5,40	3,41	6,91	4,73	4,91	4,87	9,13	7,15	6,51	4,24
	1,60		6,91	4,78	8,82	6,75	6,32	6,31	10,72	8,62	7,30	5,72
0,2 $P_{max\ est}$	2,00		8,22	6,31	10,52	8,82	7,97	7,83	12,42	10,13	9,05	7,23
	2,40		9,53	7,77	12,91	10,95	9,33	9,25	13,91	11,75	10,43	8,75
	2,80		10,96	9,17	15,04	13,41	10,91	10,51	15,58	12,21	11,94	10,15
0,3 $P_{max\ est}$	3,20		12,45	10,62	17,14		12,21	11,81	17,05	14,50	13,52	11,64
	3,60		13,64	12,03	19,22		13,68	13,07	18,63	16,24	15,04	13,04
0,4 $P_{max\ est}$	4,00		14,91	13,52	21,42		15,12	14,31	20,19	17,72	16,53	14,54
	4,40		16,30	14,91	23,34		16,75	15,72	21,82	19,14	18,32	16,02
$F_m = \frac{3P_{máx.}\,a}{b\,d^2}$	4,80											
	P_{max} (kN)	1,10	9,33	10,06	5,20	2,42	16,09	13,10	4,80	9,45	14,52	10,00
	F_m (N/mm²)	7,33	61,69	71,17	36,50	16,08	106,03	86,64	30,80	67,08	96,53	68,30
Factor de corrección k_H=		1,634	1,631	1,636	1,638	1,634	1,633	1,635	1,630	1,642	1,635	1,635
Factor de calibración de la celda=		1,000	1,000	1,046	1,000	1,000	1,046	1,046	1,000	1,000	1,046	1,000
F_m corregido (N/mm²)=			37,83	45,49	22,29	9,84	67,91	55,44	18,90	40,85	61,76	41,77

A continuación, se presentan los resultados del análisis estadístico de determinación de valores medios, mínimos, máximos, característicos, desvío estándar y coeficiente de variación, para cada escuadría ensayada.

TABLAS DE LENGA 1x4 CIRSOC 601

según IRAM 9663:2013

	$E_{m,g}$ (1) (N/mm2)			F_m (2) (N/mm²)			Densidad aparente (1) (CH 12%) (g/cm3)		
	AZUL	ROJO	AMARILLO	AZUL	ROJO	AMARILLO	AZUL	ROJO	AMARILLO
Mínimo	2155,0	3355,3	3477,7	5,5	22,3	0,0	0,356	0,432	0,433
Medio	13133,2	10120,2	10491,1	22,1	59,6	55,8	0,566	0,556	0,562
Máximo	24436,4	16992,0	16934,5	48,8	84,7	78,2	0,707	0,666	0,649
Desvío estándar	4879,2	2415,9	2378,5	8,5	13,7	15,3	0,048	0,045	0,048
Coeficiente de variación (%)	37,2	23,9	22,7	38,7	23,0	27,4	8,6	8,1	8,6

(1) Valores del módulo de elasticidad (Em,g) y de la densidad (ρ) ajustados a un contenido de humedad del 12% conforme a IRAM 9664:2013

(2) Valores de Resistencia a flexión (Fm) ajustado a una altura de referencia de 150mm conforme a IRAM 9664:2013

LENGA 2X2 CIRSOC 601

según IRAM 9663:2013

	$E_{m,g}$ (1) (N/mm2)			F_m (2) (N/mm²)			Densidad aparente (1) (CH 12%) (g/cm3)		
	ROJO	AMARILLO	AZUL	ROJO	AMARILLO	AZUL	ROJO	AMARILLO	AZUL
Mínimo	5162,9	2155,0	7582,4	12,3	11,4	5,5	0,447	0,356	0,518
Medio	12943,9	11341,3	15114,5	26,5	20,3	19,4	0,581	0,556	0,562
Máximo	24436,4	24436,4	18459,6	48,8	32,5	39,5	0,707	0,640	0,627
Desvío estándar	4821,6	4821,6	3304,8	9,4	6,8	7,7	0,055	0,054	0,032
Coeficiente de variación (%)	37,2	42,5	21,9	35,5	33,6	39,7	9,4	9,6	5,6

(1) Valores del módulo de elasticidad (Em,g) y de la densidad (ρ) ajustados a un contenido de humedad del 12% conforme a IRAM 9664:2013

(2) Valores de Resistencia a flexión (Fm) ajustado a una altura de referencia conforme a IRAM 9664:2013

LENGA 2X3 CIRSOC 601

según IRAM 9663:2013

	$E_{m,g}$ (1) (N/mm2)			F_m (2) (N/mm²)			Densidad aparente (1) (CH 12%) (g/cm3)		
	ROJO	**AMARILLO**	**AZUL**	**ROJO**	**AMARILLO**	**AZUL**	**ROJO**	**AMARILLO**	**AZUL**
Mínimo	5541,4	4575,8	24607,0	10,4	0,0	1,6	0,448	0,289	0,413
Medio	15321,4	17022,4	37010,8	58,7	40,0	43,4	0,545	0,549	0,574
Máximo	29053,1	24436,4	43377,3	188,1	118,7	87,0	0,625	0,740	0,790
Desvío estándar	6242,0	8569,8	5734,5	44,7	25,5	24,3	0,047	0,082	0,068
Coeficiente de variación (%)	40,7	50,3	15,5	76,1	63,8	55,9	8,6	15,0	11,8

(1) Valores del módulo de elasticidad (Em,g) y de la densidad (ρ) ajustados a un contenido de humedad del 12% conforme a IRAM 9664:2013

(2) Valores de Resistencia a flexión (Fm) ajustado a una altura de referencia conforme a IRAM 9664:2013

LENGA 2X4 CIRSOC 601

según IRAM 9663:2013

	$E_{m,g}$ (1) (N/mm2)			F_m (2) (N/mm²)			Densidad aparente (1) (CH 12%) (g/cm3)		
	ROJO	**AMARILLO**	**AZUL**	**ROJO**	**AMARILLO**	**AZUL**	**ROJO**	**AMARILLO**	**AZUL**
Mínimo	6332,5	8736,0	24607,0	4,5	4,0	1,6	0,477	0,396	0,413
Medio	33298,8	31843,7	37010,8	38,8	46,1	43,4	0,549	0,548	0,574
Máximo	81247,3	73825,7	43377,3	67,9	87,0	87,0	0,651	0,613	0,790
Desvío estándar	18308,6	18598,7	5734,5	21,5	20,2	24,3	0,038	0,049	0,068
Coeficiente de variación (%)	55,0	58,4	15,5	55,4	43,8	55,9	7,0	8,9	11,8

(1) Valores del módulo de elasticidad (Em,g) y de la densidad (ρ) ajustados a un contenido de humedad del 12% conforme a IRAM 9664:2013

(2) Valores de Resistencia a flexión (Fm) ajustado a una altura de referencia conforme a IRAM 9664:2013

LENGA 2X6 CIRSOC 601

según IRAM 9663:2013

	$E_{m,g}$ (1) (N/mm2)			F_m (2) (N/mm²)			Densidad aparente (1) (CH 12%) (g/cm3)		
	ROJO	**AMARILLO**	**AZUL**	**ROJO**	**AMARILLO**	**AZUL**	**ROJO**	**AMARILLO**	**AZUL**
Mínimo	5463,9	5273,2	28855,4	5,6	5,5	5,5	0,499	0,475	0,434
Medio	28578,7	21794,3	44294,8	48,5	47,2	54,1	0,568	0,548	0,578
Máximo	84573,7	48785,4	50491,1	91,7	91,8	86,0	0,640	0,639	0,704
Desvío estándar	19777,2	12711,7	6096,5	21,1	26,7	23,9	0,037	0,042	0,063
Coeficiente de variación (%)	69,2	58,3	13,8	43,6	56,6	44,3	6,5	7,6	10,9

(1) Valores del módulo de elasticidad (Em,g) y de la densidad (ρ) ajustados a un contenido de humedad del 12% conforme a IRAM 9664:2013

(2) Valores de Resistencia a flexión (Fm) ajustado a una altura de referencia conforme a IRAM 9664:201

Anexo N° 2: Planillas de registración - laboratorio de tecnología de la madera CIEFAP

PLANILLA DE DESCRIPCIÓN DE TABLAS/VIGAS

1. ESPECIE **PROBETA N°:**

2. PARÁMETROS VISUALES

2.1 Nudos

Lado	N°	Xi	Yi	dx	dy	Observaciones

2.2 Medidas reales (mm)

				Promedio
Canto (h)				
Cara (b)				
Long. (L):				
Long. apoyo:				

2.3 Tipo de corte

Extr. Izq M T R I
Extr. Der M T R I

M=Central con médula T=Tangencial R=Radial I=Intermedio

2.4 Inclinación de fibras (mm)

Lado	L	d	Observaciones

2.5 Anillos de crecimiento (mm)

	Long. medida	Cant. Anillos	Mayor	Menor
Extr. Izq				
Extr. Der				

2.6 Deformaciones

Tipo	Medida (mm)
De cara	
De canto	
Revirado	
Abarquillado	

2.7 Médula

SI/No	Long (mm)

2.8 Fisuras

Tipo (Pasante/No pasante)	Lado	Longitud (mm)

2.9 Madera de reacción

Lado	Dimensión (mm)	Observaciones

2.10 Arista Faltante (mm)

Lado	Profundidad	Longitud

2.11 Ataques biológicos

Parámetro	Descripción
Hongos cromógenos	
Hongos de pudrición	
Ataque de insectos	

3. ENSAYO DE FLEXIÓN ESTÁTICA Fecha:

3.1 Determinación de Módulo de elasticidad global E CARGA ROTURA (kN):

Carga (kN)											
Deformación(mm)											

4. DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD Y DENSIDAD APARENTE

Peso húmedo (g)=		
	e1 (mm)=	
	h1 (mm)=	
	b1 (mm)=	

				OBSERVACIONES
Peso seco (g)=				
e2 (mm)=				
h2 (mm)=				
b2 (mm)=				