

# Modelo alternativo para Norpatagonia: madera estructural con pino ponderosa

Gonzalo Caballé<sup>1\*</sup>, Juan Pablo Diez<sup>1</sup>, Federico Letourneau<sup>1</sup>,  
Alfredo Guillaumet<sup>2</sup>, Alejandro Martínez Meier<sup>1</sup>

**Palabras-clave:** MOE, métodos no destructivos, Patagonia Argentina

## Introducción

En el preciso momento en que escribimos estas líneas, la población mundial alcanza los 8.000 millones de habitantes, un “hito en el desarrollo de la humanidad”. Naciones Unidas (ONU), estima que la población mundial crecerá un 20% más en las próximas décadas alcanzando 9.700 millones en 2050 (UN 2022). Esto se traduce en un incremento de la demanda de recursos y presión sobre el medio ambiente, en un contexto de cambio climático que agrava aún más la situación. Solo en términos de déficit habitacional, el Banco Mundial estima que para 2030, llegará a 240 millones de unidades a nivel global. La forma en la que los países afronten este déficit será clave para garantizar el desarrollo sostenible del planeta.

A la hora de hacer frente a esta gran demanda de viviendas, es necesario considerar que el sector de la construcción tiene un doble impacto sobre el medioambiente. Por un lado, es responsable de un tercio de los residuos generados a nivel mundial y por otra parte, la construcción de viviendas representa el 36% del consumo global de energía (UN 2018). Construir con materiales de baja huella de carbono es un aporte sustancial al problema y la madera es sin ninguna duda, una de las mejores opciones. Es el único material de construcción renovable. Si el bosque se gestiona de manera sustentable, los árboles pueden considerarse un recurso renovable.

En base al Censo Nacional (INDEC 2010) y la Encuesta Permanente de Hogares (EPH, INDEC 2014), en Argentina, existiría un déficit de 3,5 millones de hogares, de los cuales, 1,3 millones deberían ser viviendas nuevas. Norpatagonia (provincias de Neuquén, Río Negro y Chubut) presentaba un déficit de 62 mil viviendas, de las cuales, 22 mil deberían ser nuevas viviendas. Tanto a nivel nacional como regional, se es-

tima que esta demanda crece a una tasa de 2,5% anual (EPH, INDEC 2014). No existen datos oficiales, pero la proporción de viviendas construidas anualmente con madera a nivel nacional o regional, no alcanza el 5% del total. Las causas del escaso uso de la madera en la construcción en nuestro país son diversas, pero es imprescindible trabajar para revertirlo y enfrentar los desafíos planteados.

## Sector forestal en Norpatagonia

En Norpatagonia, en los últimos 50 años, se han forestado aproximadamente 102.000 ha, de las cuales, 96.500 ha corresponden a coníferas y un 85% de ese total a una única especie, el pino ponderosa (*Pinus ponderosa*). El total forestado representan menos del 10% del potencial biofísico de la región (Bava et al. 2016) ya que se estima que para pino ponderosa existirían 1,8 millones de ha aptas. De este total, poco más de 500 mil ha serían de las calidades de sitio superiores (Calidad I y II). La mayor parte de esta superficie de calidad superior se encuentra en la zona centro-sur de la provincia de Neuquén.

La actividad de forestación, al igual que en el resto del País, comenzó en la década del 70' y tuvo un fuerte impulso a finales de los 90'. No obstante, con el transcurso de los años se fue observando que para la Patagonia parece no ser apropiado el mismo modelo de desarrollo forestoindustrial del resto de las regiones del País. Las condiciones geográficas, ambientales y económicas (grandes distancias entre plantaciones, bajo crecimiento, poca infraestructura) no permitieron la instalación de industrias de síntesis y las plantaciones no fueron manejadas adecuadamente.

Actualmente, del total forestado, unas 67.000 ha se encuentran en condición de raleo comercial (20 a 40 años de edad) y presentan bajos niveles de poda (Loguercio & Deccechis 2006). Esta materia prima de baja calidad es la que tiene disponible la forestoindustria regional. Por lo tanto, buena parte de la demanda

1 Laboratorio de Ecología, Ecofisiología y Madera (LEEMA), INTA EEA Bariloche, Río Negro. \*Contacto: caballe.gonzalo@inta.gob.ar.  
2 GIDEC, Universidad tecnológica Nacional Sede Venado Tuerto, Santa Fe.

de madera en la región Norpatagónica se satisface con madera proveniente de industrias del resto del País, lo que apoya la dependencia económica extra-regional, con mayores costos locales y beneficios que se exportan a otras regiones.

### **Madera estructural en pino ponderosa**

La calidad de madera apta para construcción o de grado estructural se define por sus propiedades mecánicas y físicas en las que la rigidez (módulo de elasticidad, MOE), la resistencia a la flexión (módulo de ruptura, MOR) y la densidad, determinan el uso final apropiado. Dentro de una misma especie, los valores que alcanzan estas propiedades son el resultado de las interacciones entre las condiciones ambientales del sitio de crecimiento, el manejo silvícola, la edad cambial a lo largo del fuste y su acervo genético (Zobel et al. 1995, Smith et al. 1997).

La calidad estructural de la madera del pino ponderosa creciendo en Norpatagonia, presenta una asociación positiva con la edad y la esbeltez de los individuos y con la calidad del sitio de crecimiento expresada en términos de índice de sitio (Caballé et al. 2020). El determinante más fuerte del MOE es la edad del rodal debido a que está relacionada con la proporción de madera juvenil que presenta el fuste. Este tipo de madera presenta baja resistencia, baja rigidez y poca estabilidad dimensional (Macdonald y Hubert 2002). El pino ponderosa, comienza a producir madera madura de mayor calidad a partir de los 23-25 años (Letourneau et al. 2014). Es decir, recién después de esta edad comienza a equilibrarse la proporción de madera juvenil y madura.

La esbeltez del fuste, consecuencia de la densidad de manejo del rodal, la calidad del sitio y el acervo genético, se relaciona con el MOE a partir de la disminución del ángulo microfibrilar de las fibras de celulosa. El aumento de la esbeltez provoca un aumento del MOE. Por este motivo, a nivel de rodal, toma relevancia el estatus social como otro factor importante. Los árboles del estrato co-dominante por lo general son más esbeltos y podrían presentar mayores valores de MOE (Caballé et al. 2020). Respecto al índice de sitio, se relaciona con el MOE de manera indirecta a través de la esbeltez (mayor esbeltez en sitios de calidad superior) y de manera directa a partir del aumento en la proporción de leño tardío en los sitios de mejor calidad que influye en la densidad de la madera y en su característica resistente.

### **Inscripción del pino ponderosa en el CIRSOC 601**

En el año 2020, luego de varios años de trabajo conjunto entre instituciones del ámbito público y privado, se logró incorporar la madera del pino ponderosa en el Reglamento Argentino de Estructuras de Madera (INTI-CIRSOC 601). El reglamento INTI-CIRSOC 601 entró en vigencia en 2016 con la intención de presentar una normativa nacional clara para el diseño de estructuras de madera y promover su uso en construcción. Presenta todas las disposiciones y requisitos relativos al comportamiento mecánico de las estructuras de madera. Brinda un marco reglamentario obligatorio para el diseño estructural con madera manteniendo los mismos principios utilizados en otros reglamentos CIRSOC; como el Reglamento Argentino de Estructuras de Acero CIRSOC 301 o el Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón CIRSOC 201. El Reglamento se ajusta a la situación del país en cuanto al tipo de secciones comúnmente empleadas y comercializadas y a las especies forestales más utilizadas. Asimismo, involucra el uso estructural para componentes de madera aserrada, madera laminada encolada y otros productos derivados de la madera.

En el año 2018 la Secretaría de Vivienda y Hábitat del Ministerio del Interior de la Nación emitió la resolución 3-E/2018 que reconoce por primera vez al entramado de madera como sistema de construcción tradicional, colocando a la madera en igualdad de condiciones respecto al hormigón o el acero. A partir de ese momento, los entes ejecutores que financian soluciones habitacionales están habilitados para presentar proyectos de viviendas con entramado de madera, si las especies utilizadas están incorporadas en el CIRSOC 601. Por lo tanto, la inclusión del pino ponderosa en el Reglamento CIRSOC 601 permitiría el empleo de esta especie en planes de viviendas nacionales, provinciales o municipales, e incluso en obras particulares, sin la necesidad de solicitar un certificado de aptitud técnica (CAT).

El proceso de inscripción de una especie en el Reglamento CIRSOC 601 debe cumplir con ciertos requisitos. El primero es definir la población objeto de estudio (especie y procedencia), luego, ensayar su madera en base a normas vigentes y finalmente, proponer un método de clasificación según los valores característicos de las propiedades físicas y mecánicas obtenidos. Consecuentemente, para realizar la inscripción del pino ponderosa se optó por seleccionar forestaciones en edad de raleo comercial (20-30 años), que son las

que actualmente abastecen al mercado local. Se tuvo en cuenta también, que estuviesen ubicadas en sitios de calidad II y III que representan la superficie mayoritaria.

Los resultados obtenidos indican que la madera de pino ponderosa en edad de raleo comercial (20-30 años) es apta para su uso en construcción. Los valores de resistencia mecánica y densidad son algo inferiores a la madera de los pinos resinosos de Misiones (pino elliotti o taeda), siendo el MOE donde se dan las diferencias más notorias (Guillaumet et al. 2019). Estas diferencias serán inferiores o desaparecerán en la medida que se generen cuencas forestales a nivel regional priorizando como destino el uso estructural.

### **Modelo alternativo para Norpatagonia**

El modelo actual de manejo propuesto para plantaciones de pino ponderosa en las calidades de sitio superiores (Calidad I y II), indica turnos de corta de 36-38 años, realizando 3 raleos a lo largo del turno (8, 19 y 24 años), en todos los casos por lo bajo, es decir, removiendo los árboles defectuosos, oprimidos o de las clases diamétricas inferiores. La densidad final debería ser inferior a 250 ind.ha<sup>-1</sup> (índice de densidad de rodal, IDR: 800-900) alcanzando un diámetro cuadrático medio de 50 cm (Davel et al. 2016).

En base a los antecedentes planteados, para las clases de sitio superiores, especialmente para la Calidad I, es que proponemos un modelo de producción alternativo orientado a la producción de madera estructural. En este sentido, deberían promoverse turnos de corta mayores a 45-50 años para equilibrar la proporción de madera juvenil y madera madura dentro de los fustes y manejar los rodales a densidades medias a altas alcanzando 350-400 ind.ha<sup>-1</sup> al turno (IDR>900). Dentro de cada rodal, los árboles objetivo deberían ser los más esbeltos, en general, asociados a una posición sociológica co-dominante. Por lo tanto, se deberán replantar los raleos aplicando raleos mixtos por lo bajo y por lo alto, promoviendo al turno a los individuos del estrato co-dominante.

En términos de gestión, a escala regional, se deberían promocionar cuencas forestales para producción de madera estructural en los sitios de mayor calidad, subsidiando simultáneamente el manejo forestal, especialmente las podas. Asimismo, sería deseable acompañar esta iniciativa con la difusión y aplicación a nivel industrial y comercial de las normas de clasificación visual de madera estructural para pino ponderosa incorporadas en el CIRSOC 601. La incorporación en el mercado regional de madera con

propiedades estructurales sin dudas será un aporte sustancial para paliar el déficit habitacional y agregar valor a la producción local, con gran impacto en el desarrollo local, multiplicando la creación de empleos de una manera genuina.

### **Referencias bibliográficas**

- Bava, J.O.; Loguercio, G.A.; Orellana, I.; Ríos Campano, R.F.; Davel, M.M.; Gonda, H.E.; Heitzmann, L.; Gómez, M.; González, M.A.; Salvador, G.; Zacconi, G. 2016. Evaluación Ambiental Estratégica. Una visión sobre dónde y cómo forestar en Patagonia. CIEFAP – FUNDEFAEP. 119 pp.
- Caballé, G.; Santaclara, O.; Diez, J.P.; Letourneau, F.; Merlo, E.; Martínez Meier, A. 2020. Where to find structural grade timber: A case study in ponderosa pine based on stand and tree level factors. *Forest Ecology and Management*, 459.
- Davel, M.; Caballé, G.; Gonda, H.; Chauchard, L.; Sbrancia, R.; Bulgarelli, L. 2015. Los tratamientos silvícolas. Manual de Buenas Prácticas para el manejo de plantaciones forestales en el noroeste de la Patagonia. Editores: L. Chauchard, M.C. Frugoni, C. Nowak. Editorial Buenos Aires Cap. 9. p: 191-243.
- Guillaumet, A.A.; Filippetti, M.C.; Manavella, R.; Meyer, L.; Caballé, G.; Martínez Meier, A. 2019. Resistencia en flexión del pino ponderosa de la Patagonia Norte, Argentina. 4to Congreso Latinoamericano de Estructuras de Madera, Montevideo, Uruguay.
- INDEC 2010. Censo nacional de población, hogares y viviendas. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC). INDEC <https://www.indec.gov.ar>.
- Letourneau, F.J., Medina, A.A., Andia, I.R., Andenmatten, E., De Agostini, N., Mantilaro, N. 2014. Caracterización xilo-tecnológica de la madera de una plantación adulta de *Pinus ponderosa* de la patagonia argentina. RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias, vol. 40, núm. 2, pp. 196-201. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires, Argentina.
- Loguercio, G. A. and Dececchis, F., 2006. Forestaciones en la Patagonia Andina: potencial y desarrollo alcanzado. *Patagonia Forestal*. Año XII N° 1. pp. 4-6 y N° 2. pag. 4-8. ISSN 1514-2280.
- Macdonald, E. and Hubert, J. 2002. A review of the effects of silviculture on timber quality of Sitka spruce. *Forestry*, 75(2): 107-138.
- Smith, D.M., Larson, B.C., Kelty, M.J., Ashton, P. 1997. The practice of silviculture: Applied Forest Ecology. 9th ed. Wiley, New York, NY. 537 p.

UN 2018. International Energy Agency and the United Nations Environment Programme (2018): 2018 Global Status. [www.globalabc.com](http://www.globalabc.com)

UN 2022. Revision of World Population Prospects 2022, Department of Economic and Social Affairs. Population Division. United Nation. [www.population.in.org](http://www.population.in.org)

Zobel, B., Jett, BJ. 1995. Genetics of wood production. Berlin-Heidelberg, Germany. Springer-Verlag. 337 p.