



**BENCHMARKING INTERNACIONAL CON USA Y CANADÁ DE
NORMATIVAS QUE REGULAN Y PROMUEVEN EL USO DEL SISTEMA
CONSTRUCTIVO DE MADERA EN CHILE**

Proyecto de Título para optar al Título de Constructor Civil

Estudiante:
Mauro Fabrizzio Cataldo Lotito Araya

Profesor Guía:
Carlos Alberto Cabaña Chávez

Fecha:
Junio 2021
Santiago, Chile

DEDICATORIA

Quisiera dedicar este trabajo a mi madre Rosa Amelia, a mi padre Mauro y a mi hermana Antonella quienes sentirán un gran orgullo al verme convertido en un profesional, a Javi por nunca dudar que lo lograría, a Molly y Rocko por el amor sincero e incondicional brindados durante el proceso, logrando despejar mi mente en momentos nublados con tan solo una mirada y a todos quienes sientan alegría y compartan mi felicidad al verme alcanzar este objetivo.

SOLO USO ACADÉMICO

AGRADECIMIENTOS

Muy orgulloso de poder hacer mención de todos a quienes agradezco el poder llegar al cumplimiento de esta anhelada meta de obtener mi título profesional de constructor civil a través de este trabajo de investigación. En honor a tal orgullo deseo expresar mis agradecimientos con los siguientes:

En primer lugar a la Universidad Mayor, principalmente a funcionarios y docentes de la comunidad de ingeniería en construcción por los conocimientos entregados y siempre brindar un ambiente acogedor en donde se me hizo sentir querido durante mis años de estudio.

Pablo Guindos por prestarse amable a contribuir en la investigación, plasmando la postura del Centro de Innovación de la Madera respecto al tema normativo.

Gonzalo Hernández por representar al Instituto Forestal y graficar la importancia de acercar la normativa a los productores.

Juan Acevedo quien entrega una mirada basada en el cálculo estructural y además recomienda destacar atributos de la madera que no suelen ser mencionados.

Pedro Armijo por permitirme comprender la relevancia que se le atribuye a la normativa por parte de los productores de madera aserrada.

Carlos Santis por destacar los factores más relevantes desde el rol de los consumidores de vivienda al momento de tomar la decisión de escoger la materialidad de su futuro hogar.

José Pablo Jordán de CMPC por entregar material de estudio e identificar ciertos beneficios que generaría la materialización de la propuesta.

A mis compañeros y compañeras que me apoyaron durante el proceso universitario para llegar hasta esta instancia especialmente a mi amigo incondicional Ignacio Oyarce quien siempre estuvo presente.

Me gustaría agradecer también a mi madre, Rosa Amelia por apoyarme emocionalmente y motivarme en el cumplimiento de este objetivo, y a mi padre por darme la posibilidad de estudiar una carrera universitaria y compartir sus conocimientos técnicos vinculados a la investigación.

Quisiera reconocer con amor a Javi, mi polola, quien estuvo presente durante todo el proceso que conlleva la universidad, desde asistir a ferias universitarias, escoger la carrera, dificultades en ciertos ramos y principalmente por ser quien me contuvo y me motivo a seguir adelante en los momentos mas difíciles cuando creía que no lo podría lograr.

Estoy especialmente agradecido de mi profesor guía Carlos Cabaña que con gran paciencia, profesionalismo y afecto me guio en este camino con conocimientos técnicos, contención emocional y siempre entregando consejos fraternales desde la sabiduría, los que podre aplicar para enfrentar cualquier ámbito de la vida.

RESUMEN

Este proyecto de título busca ofrecer un aporte al fomento del uso de la madera en la construcción de viviendas en Chile mediante la realización de un benchmarking comparativo de normativas, entre las que regulan el sector construcción de Chile y dos países dignos de emular en esta área, como son Estado Unidos y Canadá.

Se fundamenta en las cualidades naturales que poseen las viviendas de madera para poder satisfacer las necesidades de los usuarios y las características del país como la resistencia a sismos, buena aislación térmica, efectos positivos para la salud, el aporte al medioambiente por su un proceso de producción más limpia y eficiente, y capacidad para reducir las emisiones de dióxido de carbono de la atmosfera. Así también, Chile posee una gran cantidad de materia prima que no utiliza plenamente en comparación con otros países productores.

El bajo uso de la madera en la construcción de viviendas se debe a diversos factores, entre los que se encuentra la falta de actualización de algunas normativas. Durante la investigación mediante entrevistas a expertos de diversas áreas se determinaron las brechas normativas mas importantes respecto a los países antes citados, declarando que, ante la ausencia de ciertas normas, las constructoras prefieren no construir en madera debido a la baja calidad de los materiales, consecuencia de una falta de fiscalización de las normativas que regulan los aspectos asociados al control de calidad durante la producción.

Se determina mediante la investigación que en Estados Unidos y Canadá no existe ese problema debido a una organización principal o consorcio que se dedica únicamente a los aspectos relacionados a la madera. Los expertos que se reúnen en una mesa central determinan cuales son los principales objetivos y delegan las actividades dependiendo de las tecnologías que cada organización tenga. Asimismo, se certifican a las empresas que se encargan de auditar el cumplimiento de las normas y control de calidad durante el proceso de producción de los materiales. De esa manera unifican sus recursos, acortan los tiempos de actualización de las normas, comparten información relevante entre los actores del sector construcción ligados a la madera, y gestionan un comité representante al momento de que necesiten presentar una idea en temas de actualizaciones normativas u otros.

Dentro de los ejes centrales en los que se basa la propuesta se ubica centralmente la coordinación institucional que busca fiscalizar el cumplimiento de las normativas asociadas al control de calidad en los aserraderos y que así puedan entregar productos de mejor calidad a las constructoras, y un benchmarking del sistema utilizado por USA y Canadá para lograr actualizar las normas en un menor tiempo.

Palabras Claves: Benchmarking, actualización de normativas, construcción en madera, medioambiente, fiscalización, consorcio.

SUMMARY

This thesis seeks to offer a contribution to the promotion of the use of wood in the construction of residential buildings in Chile, by means of a comparative benchmarking of regulations, among those that regulate the construction sector in Chile and two countries worthy of emulation in this area, as are the United States and Canada.

It is based on the natural qualities that wooden buildings possess to be able to satisfy the needs of users and the characteristics of the country such as resistance to earthquakes, good thermal insulation, positive effects on health, the contribution to the environment through its a process of cleaner and more efficient production, and the ability to reduce carbon dioxide emissions from the atmosphere. Likewise, Chile has a large amount of raw material that it does not fully use compared to other producing countries.

The low use of wood in the construction of residential buildings is due to many factors, among which is the lack of updating of some regulations. During the investigation, through interviews with experts from different areas, the most important regulatory gaps regarding to the aforementioned countries were determined, stating that, in the absence of certain standards, construction companies prefer not to build in wood due to the low quality of the materials. Consequence of a lack of supervision of the regulations that regulate the aspects associated with quality control during production.

It is determined by the investigation that in the United States and Canada this problem does not exist due to a main organization or consortium that is dedicated only to the aspects related to wood. The experts who meet at a central table determine which are the main objectives and delegate the activities depending on the technologies that each organization has. Likewise, companies that are in charge of auditing compliance with standards and quality control during the materials production process are certified. In this way, they unify their resources, shorten the times for updating the standards, share relevant information among the actors in the construction sector related to wood, and manage a representative committee for when they need to present an idea on issues of regulatory updates or others.

Among the central axes on which the proposal is based is centrally located the institutional coordination that seeks to oversee compliance with the regulations associated with quality control in sawmills and thus be able to deliver better quality products to construction companies, and benchmarking of the system used by the USA and Canada to update the standards in a shorter time

Keywords: Benchmarking, regulation update, Wood construction, enviroment, inspection, consortium.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Justificación	2
1.2 Pregunta De Investigación.....	3
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específicos	4
1.4 Marco teórico.....	4
1.4.1: Benchmarking	4
1.4.2 Marco normativo.....	4
1.4.2.1 La función de las normas en la actividad económica de un país	4
1.4.2.2 El marco normativo para la industria de la construcción en Chile, USA y Canadá.	5
1.4.2.3 El marco normativo para el uso de la madera en la construcción en Chile, USA y Canadá.	5
1.4.3 Uso de la Madera en la construcción.....	6
1.4.3.1: Reseña histórica	6
1.4.3.2 Ventajas.....	8
1.4.3.2.1 Recurso renovable.....	8
1.4.3.2.2 Ayuda a frenar el cambio climático.....	8
1.4.3.2.3 Su producción es mas limpia y eficiente.....	8
1.4.3.2.4 Excelente aislación	9
1.4.3.2.5 Buen desempeño sísmico	10
1.4.3.2.6 Efectos positivos para la salud	10
1.4.3.3 Desventajas	10
1.5 Metodología	11
CAPÍTULO 2. DIAGNÓSTICO.....	13
2.1 Método de Investigación	13
2.1.1 ¿Qué es una entrevista a un experto?.....	13
2.1.2 Aspectos a considerar para preparar una entrevista de investigación	13
2.1.3 Tipos de preguntas	13
2.1.4 Durante la entrevista.....	14
2.2 Modificación de normas	15

2.3 Dispositivo de Normas que se aplican en Chile, EEUU y Canadá.....	19
2.4 Diseño de cuestionario, temáticas diferenciadas	21
CAPÍTULO 3. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	25
3.1 Elementos centrales de las respuestas aportadas por los entrevistados.....	25
3.1.1 Pablo Guindos	25
3.1.2 Gonzalo Hernández.....	26
3.1.3 Juan Acevedo.....	28
3.1.4 Pedro Armijo	30
3.1.5 Carlos Santis.....	31
3.2 Tópicos de la Normativa extranjera de posible aplicación en Chile	32
3.3 Análisis de Resultados	33
3.3.1 Contexto	33
3.3.2 Situación de la Normativa	34
3.3.3 Brechas en la normativa	34
3.3.4 Perspectiva	37
CAPÍTULO 4. PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA	39
4.1 Propuesta	39
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	43
5.1 Conclusiones	43
5.2 Recomendaciones	44
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	45
ANEXOS	47
Anexo A: Hexágono Vicioso de las viviendas de madera.	47
Anexo B: Normas chilenas de construcción (Madera 21).	49
Anexo C: Norma Chilena Oficial NCh174.....	54
Anexo D: Resumen Entrevista Pablo Guindos.....	64
Anexo E: Resumen Entrevista Gonzalo Hernández	67
Anexo F: Resumen Entrevista Juan Acevedo.....	71
Anexo G: Resumen Entrevista Pedro Armijo	76
Anexo H: Resumen Entrevista Carlos Santis	81
Anexo I: CMPC Entra a la industria de la construcción con desarrollo de edificios y casas de madera.....	84

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1 Edificio T3 Minneapolis.....	7
Imagen 2 Energía necesaria para producir una tonelada de material	9
Imagen 3 Requisitos rotulado de madera	28
Imagen 4 Edificio en Canadá con núcleo de hormigón y estructura de madera	29
Imagen 5 Fundamentos de políticas públicas.....	31
Imagen 6 Ahorro relacionado a un menor tiempo de ejecución	38

SOLO USO ACADÉMICO

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Porcentaje de viviendas construidas con Madera.....	2
Tabla 2	CO2 producido por diferentes materiales	8
Tabla 3	Espesor necesario para alcanzar el mismo desempeño de aislación térmica	9
Tabla 4	Proceso de normalización	16
Tabla 5	Nominal and minimum dress dry sizes of finish, flooring, ceiling, partition and stepping at 19 percent maximum-moisture content	18
Tabla 6	Normativa asociada a este proyecto de investigación.....	19
Tabla 7	Entrevistados	22
Tabla 8	Cronograma Propuesto.....	40

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

En el presente proyecto de título, se busca fomentar el uso de la madera en la construcción de viviendas en Chile a través de un benchmarking de normativas internacionales, las que promueven y regulan el uso del material.

La motivación para realizar este proyecto comienza con la constatación que países forestales como Estados Unidos y Canadá construyen sobre el 90% de sus viviendas en madera, no así Chile, en particular en las provincias como San Antonio o Cardenal Caro donde existe materia prima suficiente, contando con un total de ocho aserraderos.

Además de poseer la materia prima, el preferir la construcción en madera ayuda a combatir el cambio climático mediante la reducción de dióxido de carbono en la atmósfera. Debido a las características singulares de la zona, tales como su clima y los constantes sismos, es que surge la interrogante ¿porque no se usa mayoritariamente este material en la construcción de viviendas en Chile siendo que la madera posee las condiciones para satisfacer las características del país?

Esta pregunta fue contestada en 1990 por una investigación realizada por Fundación Chile en conjunto con el Instituto Forestal, quienes aseguran que hay seis factores que generan trabas para el desarrollo de la industria maderera, uno de los cuales radica en el ministerio de vivienda, específicamente en el área de las Normas, las que serán objeto de esta investigación. Sabiendo que el escenario de la industria de la madera en 1990 no es el mismo que en la actualidad y que el contexto ha cambiado, es importante ratificar que esas aseveraciones se mantienen a la fecha, como el trabajo se enfoca a la normativa, lo anterior se argumenta gracias al respaldo del seminario “Políticas públicas para el impulso de la construcción en madera” dictado en la semana de la madera 2020, donde Felipe Victorero consultor senior del Banco Mundial menciona que se debe avanzar y reducir brechas normativas que desincentiven la elección de la construcción en madera frente a otros materiales.

En este trabajo se revisarán normas de Estados Unidos, Canadá y Chile, enfatizando la condición de Chile como país forestal. Luego se expondrán los beneficios que posee la madera y como este material tiene la particularidad de cubrir las necesidades de una vivienda de calidad en las provincias de San Antonio y Cardenal Caro.

Existen Normas en EEUU y Canadá que podrían ser replicadas en Chile debido a que están actualizadas a las capacidades del material cuyas principales características pueden resumirse en:

- En Chile no existe una norma que provoque una trazabilidad del material para conocer su procedencia.
- No existe una normativa específica para madera por la cual regirse para construcciones en altura.
- La actual norma chilena establece la resistencia de edificios en base a las características del hormigón, incluso para la construcción en madera lo cual limita la altura de estos proyectos y es un claro error, esto debido a que la madera es un material bastante flexible que puede deformarse sin afectar su estructura.

La hipótesis de este trabajo es la siguiente: La diversidad y especificidad de la normativa opera como un incentivo para incrementar el uso de la madera en la construcción.

Lo que se pretende en este estudio es identificar y caracterizar la normativa específica que se aplica en Estados Unidos y Canadá, y que podría implementarse en Chile para fomentar el uso del sistema constructivo de madera en viviendas.

1.1 Justificación

La mayoría de los países forestales del hemisferio norte prefieren la madera como material principal en la construcción de sus viviendas, siendo USA y Canadá algunos de los más emblemáticos. Estados Unidos utiliza la madera en la construcción del 90% de sus viviendas y Canadá lidera la lista con un 95% (Madera 21 , s.f.).

Lo anterior contrasta con lo que actualmente ocurre en Chile, que siendo un país forestal construye bajo un 20% de sus viviendas en Madera y puntualmente en la V región tan solo un 34% de los muros de las viviendas están contruidos con madera (CASEN, 2013).

Tabla 1 Porcentaje de viviendas construidas con Madera



Fuente: Elaboración propia, (2021).

Chile dispone de gran cantidad de materia prima, la que posee todas las características necesarias para satisfacer los requerimientos demográficos y climatológicos para lograr una vivienda de calidad. A su vez, los constantes movimientos sísmicos serían bien soportados por las estructuras de madera y a su vez entrega la aislación térmica necesaria en todas las épocas donde la oscilación térmica diaria es alta. Particularmente las comunas de Santo Domingo y Algarrobo, que forman parte de la provincia de San Antonio, y las comunas de Pichilemu y Paredones pertenecientes a la provincia de Cardenal Caro, contando con un total de 8 aserraderos (INFOR, 2019).

Uno de los factores causantes del bajo desarrollo en la construcción en madera son las restricciones erróneamente creadas por las normativas debido a una falta de actualización de las mismas. A raíz de ello surge una serie de consecuencias que culminan en entorpecer el desarrollo de las viviendas construidas en madera y una falta de preferencia por este material.

La normativa estructural que se aplica a la madera esta regulada según las características del hormigón, esto encarece los proyectos en madera e incita a los consumidores a escoger otro material.

El Ministerio de Vivienda, instancia encargada de proponerlas y fiscalizarlas, podría propiciar el cambio al actualizar las normas que rigen la construcción en madera, orientadas en pro de este sistema constructivo, basadas en las que se emplean en otros países.

Ello considerando las actuales capacidades de este material, disminuyendo la estigmatización por parte de los consumidores de viviendas, entre otras limitaciones. Se investigará si esto puede llevarse a cabo si ocurre un cambio de la actual normativa, la cual esta obsoleta en ciertos aspectos.

Los recientes desarrollos en la construcción en madera han estimulado la necesidad de actualizar la normativa chilena a las reales capacidades, viéndose esta como una posible forma de incentivar el uso de esta materialidad, lo cual seria un gran aporte al medioambiente, ya que en los últimos años ha habido un interés creciente por reducir la huella de carbono y sin duda esta es una ruta para aportar desde el sector construcción.

1.2 Pregunta De Investigación

La interrogante en la cual se basa el problema de esta investigación es la siguiente:

¿Cuál es la influencia de la normativa chilena específica en el bajo uso de la madera en la construcción de viviendas?

1.3 Objetivos

Sobre la base de la pregunta expuesta anteriormente se plantean los siguientes objetivos:

1.3.1 Objetivo general

Elaborar una propuesta técnica de construcción en madera para Chile basada en el benchmarking realizado con las normas respectivas de EEUU y Canadá.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Identificar las normativas que se aplican en Chile, EE.UU. y Canadá y que rigen la construcción en madera.
2. Realizar un análisis comparativo entre la normativa vigente en EEUU/Canadá y Chile, para identificar las mejores prácticas que permitan fomentar e incrementar el uso de la madera en la construcción de viviendas en Chile.
3. Estimar los beneficios que se puedan generar a través de la adaptación y enriquecimiento de la normativa que rige en Chile para la construcción en madera.

1.4 Marco teórico

1.4.1: Benchmarking

Lean production es un sistema de producción que busca producir bajo la teoría de desperdicio cero y mejora continua. Uno de sus principios básicos es el benchmarking (Hernández H., 2019). El benchmarking consiste en tomar comparadores de servicios, productos o procesos de trabajo que pertenezcan a organizaciones que evidencien las buenas prácticas sobre el área de interés, con el propósito de transferir el conocimiento de las buenas prácticas y su aplicación. En el benchmarking funcional se identifican las mejores prácticas de una organización que sea excelente en el área que se quiera mejorar y no es necesario que esta organización sea una competencia (Espinosa, 2017).

1.4.2 Marco normativo

1.4.2.1 La función de las normas en la actividad económica de un país

“Actividad económica es toda aquella forma mediante la que se produce, se intermedia y/o se vende un bien o servicio destinado a satisfacer una necesidad o deseo” (López, 2019). Por lo tanto, la actividad económica de un país sería cualquier actividad que se realice en este, con el fin de cubrir una necesidad o deseo, ya sea produciendo, vendiendo o entregando un servicio.

Las actividades son reguladas mediante leyes y normas que se deben cumplir, las que juegan un rol fundamental ya que fomentan u obstaculizan acciones de los involucrados en la economía del país. La ley N°20416 fija un marco regulatorio y de acuerdo con esta normativa el Ministerio de Economía está encargado de formular políticas y planes de fomento dirigido a pequeñas empresas (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2010). Por ejemplo, la norma: LEY-19749 “establece normas para facilitar la creación de microempresas familiares” (Ministerio de Hacienda, 2001), entendiéndose así que las normas funcionan como facilitadores o barreras para conseguir que la gente realice o no ciertas acciones.

1.4.2.2 El marco normativo para la industria de la construcción en Chile, USA y Canadá.

La industria de la construcción es un pilar fundamental en la economía de Chile, USA y Canadá.

“La industria de la construcción es uno de los sectores más importantes de la economía de Chile. Actualmente, explica aproximadamente el 6.4% del Producto interno Bruto de la economía chilena” (Solminihac, 2018).

Según trendingeconomics.com en el año 2019 la Industria de la construcción aportó 794 millones de dólares al PIB de Estados Unidos, formando el 3.71%, considerando que el PIB total fue de 21.433 millones de dólares.

En Canadá una de las industrias mas relevantes es la construcción, aportando un 7.17% al PIB (Oficina Económica y Comercial de España en Ottawa, 2015).

En Chile la construcción esta regulada por la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC), una de sus funciones es exigir los estándares técnicos de diseño y construcción, ubicados en los títulos 4 y 5. Dentro de la OGUC existe una serie de Normas Chilenas NCh obligatorias y “son aquellas elaboradas y aprobadas por el Instituto Nacional de Normalización” (Instituto de la Construcción, 2019).

En estados Unidos la construcción esta regulada por el International Building Codes (IBC), el cual normaliza el como se debe diseñar y construir, los materiales de construcción a utilizar y el funcionamiento del proyecto, este último implica que todos los componentes de la edificación logren cumplir la función por la cual están ahí.

En Canadá la construcción esta regulada por el National Building Code of Canadá (NBCC), el cual se divide en 3 capítulos, siendo el primero compuesto por el cumplimiento de objetivos y declaraciones funcionales, luego el capítulo de soluciones aceptables (normativa técnica) y disposiciones administrativas.

1.4.2.3 El marco normativo para el uso de la madera en la construcción en Chile, USA y Canadá.

En Chile, algunas de las normas que regulan la construcción en madera son las siguientes: NCh1198:2014, dirigida al Cálculo de estructuras; NCh819:2012, que clasifica la madera preservada, específicamente Pino radiata según riesgo de deterioro en servicio y muestreo. Para el diseño sísmico de edificios se debe cumplir con la NCh433, la que explica aspectos como la terminología, disposiciones generales sobre diseño y análisis, zonificación sísmica, entre otros aspectos que se deben cumplir, como el deslizamiento máximo entre pisos, pero esta norma no se enfoca únicamente en el desempeño ni características propias de la madera.

Distinto a lo que ocurre en Chile, Estados Unidos y Canadá poseen un ente regulador que unifica todas las normativas aplicables a la madera. En USA existe el American Wood Council (AWC), que reúne las normativas, estándares, regulación medioambiental, sustentabilidad, educación y políticas públicas que fomentan el uso de la madera como material de construcción.

Estados Unidos esta constantemente invirtiendo en la investigación y desarrollo de proyectos. Debido al aprendizaje que implica su ejecución se van generando actualizaciones y creando nuevas normas. Por ejemplo, las modificaciones aplicadas a la nueva edición del International Code Council son debido a eso y van desde la “inclusión de nuevas practicas de protección contra incendios, desempeño estructural de madera ingeniería, comportamiento ante sismos, entre otros” (GRUPO BANCO MUNDIAL, 2020).

Canadá cuenta con el Canadian Wood Council (CWC), que representa a la industria canadiense de productos de madera a través de una federación nacional de asociados, y reúne las normativas aplicables exclusivamente al material, sus estándares de diseño, producción, y pruebas que deben superar para ser ofertados en el mercado como un producto de calidad. También se encarga de transferir el conocimiento a los profesionales del área como, por ejemplo, arquitectos y constructores.

El CWC facilita a los profesionales los softwares de cálculo que cumplen con las normativas y las herramientas para poder diseñar en madera.

Algunas de las normativas del CWC son previamente creadas por entes regulatorios provinciales que son específicos a una zona reducida del país, y con las constantes actualizaciones del Código, pasan a formar parte de este. “En el año 2009, a través de una modificación de las regulaciones provinciales en British Columbia y el British Columbia Building Code (BBCB), se autorizó elevar el número máximo de pisos para estructuras en madera de 4 a 6 pisos, lo que llevo al desarrollo de más de 300 edificios residenciales” (GRUPO BANCO MUNDIAL, 2020).

La constante actualización de las normas de construcción en madera de ambos países Norteamericanos, culminan en un fomento a la utilización del material, lo cual se ve reflejado en una preferencia por parte de los consumidores, capacidad de producir elementos de mejor calidad por parte de los productores, un impacto en la industria maderera aportando montos importantes a la economía de cada país, generación de nuevos empleos y reducción de CO₂ en la atmósfera, entre otros (Gallardo, 2019), lo que termina por convertir a estos dos referentes en países cuyas normativas son dignas de imitar.

1.4.3 Uso de la Madera en la construcción

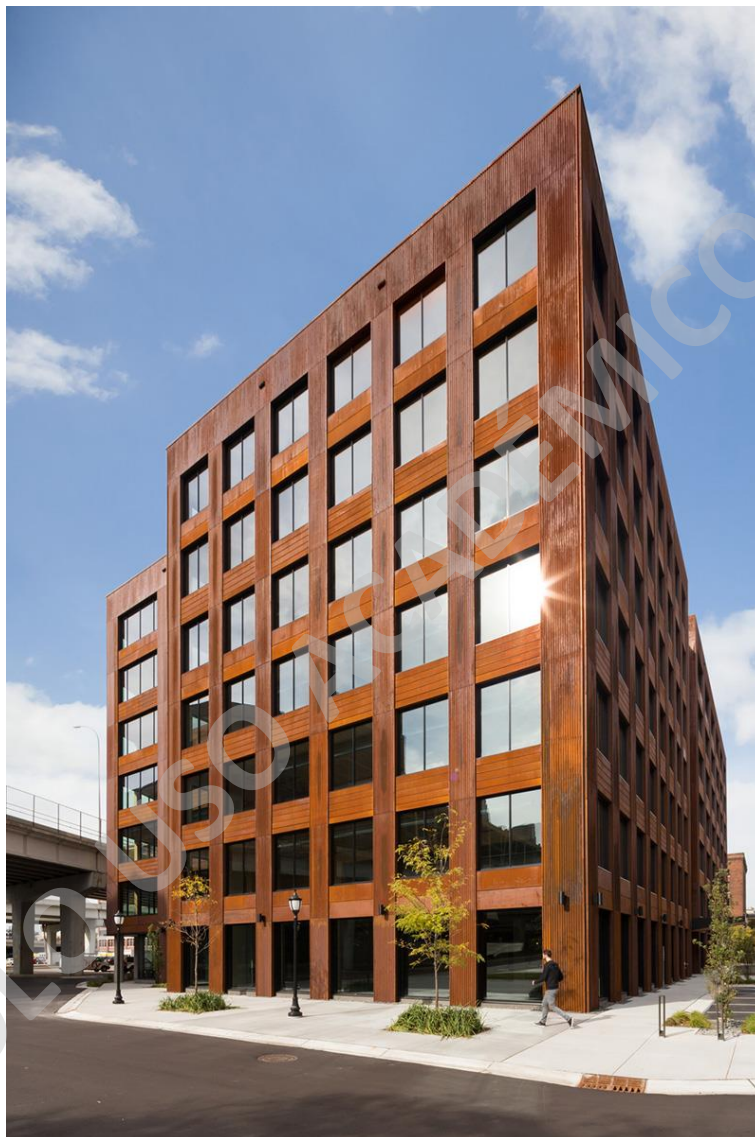
1.4.3.1: Reseña histórica

La madera a formado parte importante para la construcción del entorno que hoy se conoce. Fue utilizada en los primeros refugios como un material de construcción.

Con la creación de herramientas fue cambiando hasta lograr edificaciones de siete a diez pisos como las del barrio Gastown en Vancouver, construidas hace más de 100 años, evidenciando durabilidad y calidad del material. Las nuevas técnicas innovadoras están ampliando el uso de la madera; estas técnicas utilizan productos de madera tales como madera laminada cruzada (CLT) o madera estructural laminada encolada (GLULAM) (Gallardo, 2019). Estos productos son probados y validados, generando confianza hacia el material por parte de las autoridades encargadas de las normativas y los usuarios finales, evidenciando que la construcción en madera ofrece relevantes beneficios estructurales,

acústico, menor tiempo de ejecución, resistencia al fuego, y actualmente se ve en la madera una solución en la mitigación del cambio climático.

Imagen 1 Edificio T3 Minneapolis



Fuente: (MG-Architecture,s.f).

1.4.3.2 Ventajas

1.4.3.2.1 Recurso renovable

La madera es un recurso renovable, ya que cumple lo señalado por la académica página web portaleducativo.net “los recursos naturales renovables son aquellos cuya cantidad puede mantenerse o aumentar en el tiempo” (Portal Educativo).

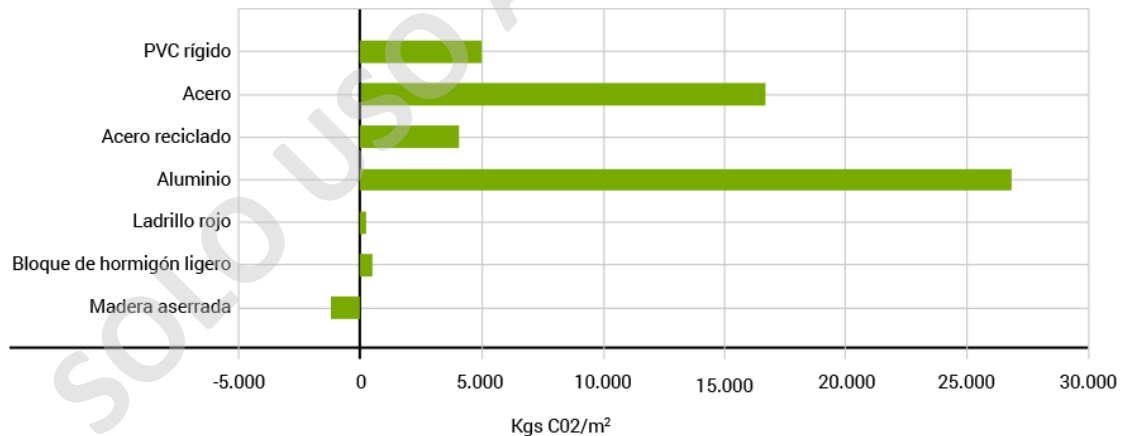
1.4.3.2.2 Ayuda a frenar el cambio climático

“La madera es el único material de construcción cuyo uso ayuda a reducir el CO₂ de la atmósfera, contribuyendo de esta manera a mitigar el cambio climático. Esto le convierte en la alternativa constructiva con la mas baja huella de carbono” (Madera 21).

Por lo tanto, cuando los consumidores de viviendas y los profesionales del área optan utilizar la madera como sistema constructivo, están escogiendo disminuir el CO₂ del medio ambiente y combatir el cambio climático.

Específicamente en la Imagen 1 Edificio T3 Minneapolis se evito emitir 1.411 toneladas métricas de dióxido de carbono a la atmosfera, gracias a que se utilizo madera en su construcción (DUNHAM, 2017).

Tabla 2 CO₂ producido por diferentes materiales



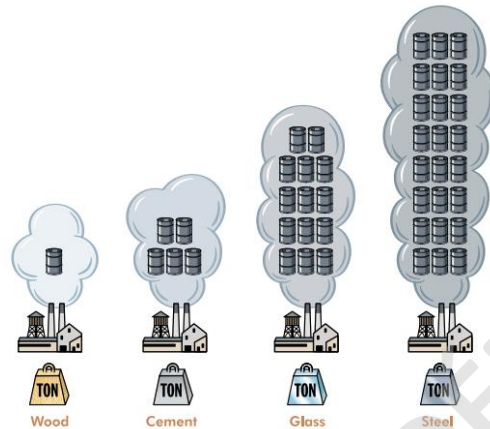
Fuente: (Madera 21,s.f).

1.4.3.2.3 Su producción es mas limpia y eficiente

“Sustituir un metro cúbico de hormigón por un metro cúbico de madera implica reducir una tonelada de emisiones de CO₂ a la atmósfera” (Maderame, s.f.)

Por lo tanto, la madera no solo produce una disminución de dióxido de carbono mientras el árbol está en crecimiento, también su proceso productivo requiere de menos energía que el de otros materiales, lo cual se plasma en la siguiente imagen.

Imagen 2 Energía necesaria para producir una tonelada de material



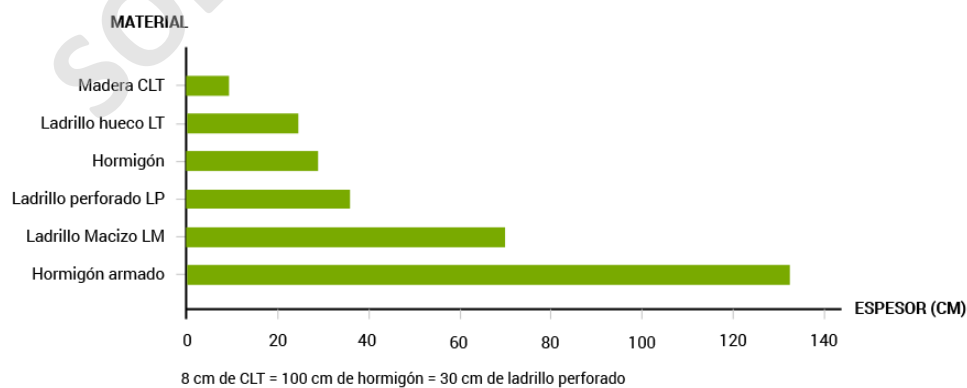
Fuente: (Madera 21,s.f).

1.4.3.2.4 Excelente aislación

La madera es un aislante natural, debido a su estructura celular porosa, la cual es capaz de aminorar las vibraciones sonoras. Según maderea.es, la madera absorbe las ondas y las transforma, haciendo mas difícil que la atraviesen, convirtiéndose por ello en un gran aislante acústico (Maderea, s.f.)

Donde también destaca debido a su composición porosa es en la aislación térmica, siendo esta una de las razones por las que, en los lugares con climas mas extremos como Alaska, prefieren las viviendas de madera.

Tabla 3 Espesor necesario para alcanzar el mismo desempeño de aislación térmica



Fuente: (Madera 21,s.f).

1.4.3.2.5 Buen desempeño sísmico

La madera es un material constructivo de propiedades flexibles, lo cual la hace fácil de trabajar y al mismo tiempo genera beneficios a nivel estructural. Al momento de estar sometida a sismos, las viviendas de madera tienden a moverse bastante sin que se produzcan daños estructurales, eso también se ve favorecido por la cantidad de uniones y conexiones. Por el contrario, otras materialidades mas rígidas tienen mas posibilidades de fracturarse y colapsar, disipando mucho menos los movimientos. Otro atributo favorable es el basado en las fuerzas, ya que en un sismo estas son proporcionales al peso de las estructuras que las reciben, las construcciones en madera al ser entre seis y nueve veces mas livianas que las de albañilería u hormigón no sufren un movimiento tan relevante; por lo tanto, las viviendas de madera están expuestas a impactos menores que otras de materiales mas pesados. (Madera 21).

1.4.3.2.6 Efectos positivos para la salud

La presencia de madera en las construcciones genera sensaciones que culminan en una mejor calidad de vida para los ocupantes del edificio, vivienda o establecimiento, esto se basa en estudios realizados en Noruega, Japón, Canadá y Austria, donde se a llegado a la conclusión de que la madera tiene efectos psicológicos en las personas afectando de manera positiva el estado emocional de estas. (Mdec, 2020).

1.4.3.3 Desventajas

Hay ciertas razones por las que Ingenieros, Arquitectos, Constructores y Consumidores de viviendas no siempre optan diseñar, construir o escoger su propia vivienda de madera, algunas de ellas son:

- La madera puede ser afectada por hongos e insectos, los que pueden alterar las propiedades y disminuir la resistencia de este.
- Si la materia prima no proviene de explotaciones responsables y controladas se pierde la característica de ser un material sostenible y su aceptación social.
- Este material es higroscópico, por lo que tiene la “capacidad de captar y ceder humedad en su medio, proceso que depende de la temperatura y humedad relativa del ambiente” (Fritz, 2017). El anterior comportamiento provoca cambios dimensionales y deformaciones en la madera.
- Por ser un material orgánico, a diferencia del ladrillo, acero y hormigón, debe tener una serie de consideraciones de orden técnico que garanticen su durabilidad en el tiempo.

1.5 Metodología

- a. Realizar una revisión bibliográfica del uso y no uso de este material constructivo y las normativas que rigen la construcción en aquella materialidad.
- b. Formular un cuestionario conciso, en donde el análisis de las respuestas obtenidas sirva para comprobar o refutar la hipótesis, además de ser útiles para identificar posibles mejoras en la normativa.
- c. Aplicar el cuestionario a personajes claves relacionados a la construcción en madera que pueden aportar desde su conocimiento y experiencia, sobre la normativa. Productores, profesionales del área y consumidores de viviendas que estén interesados en construir dentro de la provincia de San Antonio o Cardenal Caro. Algunos de los entrevistados serán:
 - Pedro Armijo, productor de madera en un aserradero ubicado en la provincia de San Antonio, el fin de la entrevista será conocer la postura sobre las normativas vigentes desde el punto de vista de un productor que lleva mas de 30 años en el rubro, esperando obtener información sobre la magnitud de los cambios en la normativa que el a observado.
 - Pablo Guindos, director del Centro de Innovación en Madera UC, la cuestión central que se trata resolver en esta entrevista es identificar aquellas normas chilenas relativas a la construcción en madera que debido a su falta de actualización desincentivan la construcción con aquella materialidad, esto desde la perspectiva del CIM UC. Además de adquirir conocimientos sobre los actuales proyectos relacionados a las normativas en los que se encuentra trabajando esta institución.
 - Gonzalo Hernández, Investigador del Instituto Forestal sede Bio Bío, su área de investigación es la tecnología y productos de madera. El propósito de esta entrevista será identificar las normativas que desincentivan el uso de la madera en la construcción debido a una falta de actualización o especificidad de ellas, esto desde la mirada del INFOR.
 - Juan Acevedo, calculista quien se encarga de revisar la viabilidad física de los proyectos en el concurso de arquitectura de la semana de la madera, aportara con amplios conocimientos del área, exponiendo su postura frente a las normativas.
- d. Determinar cual será el entrevistado que aun no esta definido para luego aplicar el cuestionario.
- e. Una vez realizadas las entrevistas se analizarán las respuestas obtenidas, enfocándose en las normas que hayan obstaculizado el uso de la madera en la construcción de viviendas, lo que se resume en un procesamiento de los datos obtenidos para identificar posibilidades de mejoramiento de las normas.

- f. Identificadas las normas presentes en Chile que entorpecen el uso de la madera en la construcción de viviendas, se analizaran para así verificar que estén realmente actualizadas a las capacidades del material, de no ser así se estudiarán las normas extranjeras, esperando encontrar una norma que rijan el mismo punto pero que esté actualizada, que no entorpezca y si incentive el uso del material.
- g. Generar una propuesta técnica para las normativas chilenas basadas en el benchmarking realizado a las normas que rigen la construcción en madera de USA y Canadá.

SOLO USO ACADÉMICO

CAPÍTULO 2. DIAGNÓSTICO

2.1 Método de Investigación

Las entrevistas a expertos en la materia serán un gran aporte al momento de confirmar o refutar la hipótesis, además de proporcionar información clave para cumplir los objetivos propuestos.

Para llevar a cabo las entrevistas y formular los cuestionarios fue necesario estudiar estrategias y recomendaciones para así lograr el máximo provecho y aprendizaje de estas, apuntando a recopilar información de calidad.

2.1.1 ¿Qué es una entrevista a un experto?

Una entrevista con un experto es un diálogo que se establece entre dos personas, un entrevistador quien propone una serie de preguntas y un entrevistado quien es una persona de prestigio, esto a partir de un guión. Se realiza con el fin de poder conocer la información de una persona, su experiencias o conocimientos del tema en que son expertos, es decir, “alguien que tiene mucha experiencia en algo, un perito o entendido en determinada cuestión, lo que lo hace confiable” (DeConceptos).

Según su finalidad, hay dos tipos de entrevistas, particularmente las realizadas en este trabajo serán entrevistas informativas, ya que el entrevistador pretende obtener información sobre un tema determinado.

2.1.2 Aspectos a considerar para preparar una entrevista de investigación

Es fundamental preparar la entrevista con anticipación, identificando el objetivo de esta, contestando preguntas como: ¿Por qué lo estoy entrevistando?, ¿Qué es lo que quiero aprender realmente de esa persona?

Para poder contestar las preguntas antes planteadas se recomienda investigar al entrevistado, saber que ha hecho, conocer su resumen curricular, indagar en sus áreas de investigación, etc.

Preguntar al entrevistado con cuanto tiempo cuenta para llevar a cabo la entrevista es una parte importante del proceso de preparación, ya que basado en esta información es que se van a determinar las preguntas a realizar. (Perozo, 2019).

2.1.3 Tipos de preguntas

Para realizar las entrevistas y generar cuestionarios es importante conocer los diversos tipos de preguntas existentes, siempre cumpliendo con ciertas características, que sean planificadas, concretas y ordenadas, estas deben también tener un propósito claro, fomentar la comprensión y la transferencia de información, y dar lugar a nuevas preguntas (Caro, 2018).

Tipos de preguntas utilizadas en la entrevista:

- Preguntas cerradas: son aquellas en las que se espera una respuesta concreta.

Por ejemplo: ¿Conoce Ud. las ventajas de construir en madera?

- Preguntas abiertas: son aquellas en las que se dan respuestas largas, donde el entrevistado puede expresarse libremente.

Por ejemplo: ¿Qué propondría usted para solucionar esta problemática?

- Preguntas hipotéticas: son aquellas en las que se plantean situaciones supuestas.

Por ejemplo: ¿Si tuvieras que construir tu propia casa optarías por utilizar madera como material predominante?

- Preguntas de sondeo: son aquellas que permiten al entrevistador profundizar en la información de la respuesta anterior.

Por ejemplo: ¿Cuál sería el siguiente paso?

2.1.4 Durante la entrevista

Se recomienda siempre tratar al entrevistado con respeto y cortesía, evitando interrupciones abruptas a menos que sea estrictamente necesario para reorientar la entrevista, de no ser así, en todo momento debería terminar su respuesta.

No se debe cortar al entrevistado para concluir la entrevista, se le debe avisar con tiempo suficiente que el momento está por culminar y de esa manera se le da tiempo para hacer un cierre o conclusión.

Al finalizar es recomendable despedir al entrevistado con entusiasmo y agradecimientos por su presencia y disposición por estar allí. (Perozo, 2019).

2.1.5 Porque se decidió utilizar entrevistas

La entrevista es muy ventajosa principalmente en los estudios descriptivos y en las fases de exploración, según Heinemann podemos encontrar las siguientes ventajas al momento de aplicar entrevistas como método de recaudación de información y argumentación luego de analizar los datos:

- Amplio espectro de aplicación, ya que es posible averiguar hechos no observables, como pueden ser: significados, motivos, puntos de vista, opiniones, valoraciones, aseveraciones.
- No se somete a limitaciones de espacio temporales: debido a que es posible preguntar por hechos pasados y también por situaciones planteadas para el futuro.
- Posibilidad de centrar el tema, es decir, orientarse hacia un objetivo determinado o centrarlas en un tema específico.
- Da la posibilidad de averiguar tanto informaciones propias (opiniones, motivos, comportamiento, etc.), como observaciones realizadas a un suceso concreto. (K, 2003)

Las ventajas previamente expuestas fueron claves para optar por entrevistas, ya que lo que se quiso lograr fue llevar la investigación a cabo siempre apuntando al cumplimiento de los objetivos y la confirmación o refutación de la hipótesis, y las entrevistas surgieron como la manera ideal para recopilar información y guiar el tema hacia lo investigado.

Por otra parte la razón por la que se escogió a expertos en el área es que su juicio es un método de validación útil para verificar la fiabilidad de una investigación lo cual se define

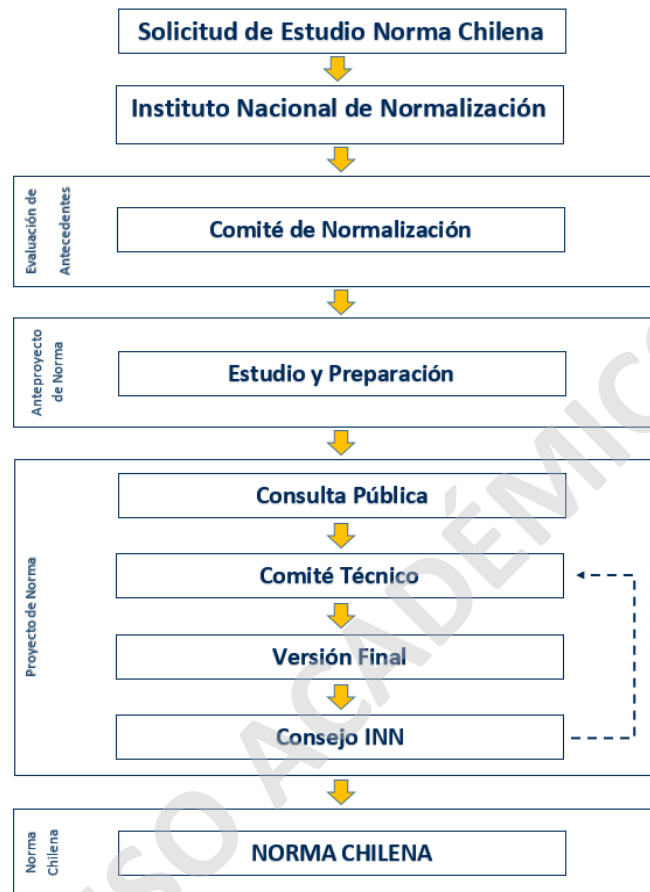
como “una opinión informada de personas con trayectoria en el tema, que son reconocidas por otros como expertos cualificados en éste, y que pueden dar información, evidencia, juicios y valoraciones” (Martínez, 2008). Por lo tanto la información recopilada en las entrevistas tienen sustento y relevancia, es por esto que se utilizan para argumentar la confirmación o refutación de la hipótesis, además de utilizar esa información confiable al momento formular la propuesta del trabajo de investigación.

2.2 Modificación de normas

El objetivo de las entrevistas es reconocer normativas que debido a su falta de actualización perjudiquen la elección de la madera como material constructivo en viviendas y comprobar o refutar la hipótesis (La diversidad y especificidad de la normativa opera como un incentivo para incrementar el uso de la madera en la construcción), es por esto que un aspecto relevante dentro de esta investigación es el proceso necesario para modificar una normativa, el cual está regido por el Instituto Nacional de Normativas (INN) y se presenta en la Tabla 4.

El INN es el encargado de regular el proceso para que las normas sean efectivas, existen organizaciones que en el último tiempo han estado estudiando las normativas en busca de falencias que pueden ser mejoradas, dentro de estas podemos mencionar al Centro de Innovación de la Madera UC, INFOR, en algunos casos con el apoyo del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, universidades y empresas privadas, los cuales cumplen un rol de investigadores, quienes comienzan con una solicitud de estudio de norma.

Tabla 4 Proceso de normalización



Fuente: (INN,s.f).

ATSM (American Society for Testing and Materials) es una de las organizaciones internacionales de desarrollo de normas mas grandes del mundo. En ASTM se reúnen productores, usuarios y consumidores entre otros, de todo el mundo, para crear normas de consenso voluntarias. El proceso de creación de normas es abierto y transparente por lo tanto individuos y gobiernos participan directamente, como iguales en una decisión consensuada (Asociación Española para la Calidad).

Particularmente para la “madera blanda” lo que vendria siendo el Pino Radiata en Chile, hay ciertas normas espeificas a la madera que en caso de no cubrir algun arista, esta te deriva al ASTM.

El American Softwood Lumber Standard (ASLS) es una organización tambien compuesta por fabricantes, usuarios y consumidores tal como dicta el ATSM, pero en este caso es particularmente de madera aserrada, son los creadores de un conjunto de normas especificas llamado PS-20 el cual fue actualizado por ultima vez el año 2020 y se encarga de regular la madera blanda. Al estar solo enfocados en esta materialida es que junto con

la creación de nuevas tecnologías y el descubrimiento de ciertas capacidades del material es que se van regulando las normas, de manera que estén actualizadas a las reales capacidades.

Dentro de los puntos a considerar en la normativa están los tamaños nominales mínimos en seco, madera aserrada utilizada para terminaciones, piso, cielo, tabique y escalones, considerando que estas están con un máximo del 19% de contenido de humedad, lo cual se expresa en la tabla 5.

En Canadá el uso de la madera aserrada está regulado por normas de la industria y los códigos de construcción. La Asociación Canadiense de Normas (CSA) o The Canadian Standards Association produce la serie 080 de normas para la madera tratada. El National Building Code of Canadá (NBCC) es su código modelo de construcción, este contiene incluso los requisitos relacionados con el uso de la madera en edificios.

The Canadian Standards Association es una organización privada sin fines de lucro, la que está certificada por el Consejo de estándares de Canadá. El comité técnico de conservación de la madera de la CSA supervisa las revisiones de la serie de normas 080 y tal como en USA, es una organización que está en constante desarrollo de tecnologías e investigación, por lo tanto se encargan de actualizar sus normas con frecuencia. El comité está compuesto por fabricantes de productos químicos para tratar la madera, productores, reguladores gubernamentales, investigadores, consultores y consumidores de productos de madera aserrada. (Canadian Wood Council).

Tabla 5 Nominal and minimum dress dry sizes of finish, flooring, ceiling, partition and stepping at 19 percent maximum-moisture content

Item	Thicknesses			Widths		
	Nominal Inch	Minimum Dressed		Nominal Inch	Minimum Dressed	
		mm	inch		mm	inch
Finish	3/8	8	5/16	2	38	1-1/2
	1/2	11	7/16	3	64	2-1/2
	5/8	14	9/16	4	89	3-1/2
	3/4	16	5/8	5	114	4-1/2
	1	19	3/4	6	140	5-1/2
	1-1/4	25	1	7	165	6-1/2
	1-1/2	32	1-1/4	8	184	7-1/4
	1-3/4	35	1-3/8	9	210	8-1/4
	2	38	1-1/2	10	235	9-1/4
	2-1/2	51	2	11	260	10-1/4
	3	64	2-1/2	12	286	11-1/4
	3-1/2	76	3	14	337	13-1/4
	4	89	3-1/2	16	387	15-1/4
Flooring ^a	3/8	8	5/16	2	29	1-1/8
	1/2	11	7/16	3	54	2-1/8
	5/8	14	9/16	4	79	3-1/8
	1	19	3/4	5	105	4-1/8
	1-1/4	25	1	6	130	5-1/8
	1-1/2	32	1-1/4			
Ceiling ^a	3/8	8	5/16	3	54	2-1/8
	1/2	11	7/16	4	79	3-1/8
	5/8	14	9/16	5	105	4-1/8
	3/4	17	11/16	6	130	5-1/8
Partition ^a				3	54	2-1/8
	1	18	23/32	4	79	3-1/8
				5	105	4-1/8
				6	130	5-1/8
Stepping	1	19	3/4	8	184	7-1/4
	1-1/4	25	1	10	235	9-1/4
	1-1/2	32	1-1/4	12	286	11-1/4
	2	38	1-1/2			

Fuente: (ASLS,2020).

2.3 Dispositivo de Normas que se aplican en Chile, EEUU y Canadá

En Chile hay múltiples normas que regulan diversos aspectos de la construcción en madera. A continuación, se muestra una recopilación de estas normas en base a archivos disponibles en Madera 21. Las presentadas en la tabla no son todas las normas relacionadas a la construcción en madera, pero sí las que tienen referencia al Pino radiata y a la madera de ingeniería como la madera laminada encolada, las que al mismo tiempo son de mayor relevancia para este proyecto de investigación.

Se exponen normas relacionadas al vocabulario técnico, terminología general, producción y comercialización, unidades, dimensiones y tolerancias, requisitos generales, clasificación visual con su determinado procedimiento, clasificación según riesgo de deterioro, ensayos de resistencias física y mecánica, clasificación según su resistencia, preservación, composición y requisitos de los preservantes para madera, determinación del contenido de humedad, normativa de cálculo, diseño sísmico de edificios y tensiones admisibles para madera estructural.

Tabla 6 Normativa asociada a este proyecto de investigación

Norma	Título
NCh1198:2014	Construcción en madera - Cálculo
NCh790:2012	Preservación - Clasificación, composición y requisitos de los preservantes para madera
NCh819:2012	Madera preservada - Pino radiata - Clasificación según riesgo de deterioro en servicio y muestreo
NCh433 Mod.2009	Diseño sísmico de edificios
NCh3028/1:2006	Madera estructural - Determinación de propiedades físicas y mecánicas de la madera clasificada por su resistencia - Parte 1: Métodos de ensayo en tamaño estructural
NCh2957:/0:2006	Material de preparación para uso forestal - Producción y comercialización.
NCh2957:/1:2006	Material de propagación de uso forestal - Parte 1: Requisitos generales para Pino radiata
NCh1207:2005	Pino Radiata - Clasificación visual para uso estructural - Especificaciones de grados de calidad
NCh2824:2003	Maderas - Pino radiata - Unidades, dimensiones y tolerancias

Fuente: Elaboración Propia, (2021)

En Estados Unidos el Comité Americano de Normas de Madera (ALSC) desarrolló una serie de normas las cuales son aplicadas en el país norteamericano; el resultado se conoce como PS20 o Estándar Americano de Madera Blanda, el cual se enfoca únicamente en este tipo de material para la construcción de viviendas, su versión más reciente luego de las últimas actualizaciones fue lanzada el año 2020.

Dentro de los temas determinados en el Estándar Americano de Madera Blanda se encuentran establecidos los tamaños y requisitos para el desarrollo y coordinación de las clases de madera de las diversas especies pertenecientes a madera blanda, los valores para diseñar en madera, y reglas de clasificación aplicables para cada especie. También se establecen las principales clasificaciones comerciales y tamaños de madera para uso en jardines, estructuras, fábricas y talleres, se encarga de la clasificación, medición y rotulado de los tamaños en bruto y revestidos de artículos de madera. Los términos y procedimientos se definen para proporcionar una base para el uso de métodos uniformes en la clasificación, inspección, medición y descripción de la madera blanda.

El PS20 incluye la organización y funciones del comité de normas de madera estadounidense, la junta de revisión y el comité nacional de reglas de certificación. También se proporcionan los nombres comerciales de las principales especies de madera blanda, las definiciones de los términos utilizados para describir los grados estándar de madera aserrada y las abreviaturas de uso común en la industria.

Otra organización de Estados Unidos es el American Wood Council que representa a más del 75% de los fabricantes de productos de madera de América del Norte, ellos poseen una página web amigable con todas las normativas aplicables a la construcción en madera, la cual está dividida en los siguientes tomos:

- National Design Specification (NDS) for wood construction y en su traducción al español es Especificación de diseño nacional para la construcción de madera, que fue actualizada en 2018 y su versión anterior es del año 2015.
- Wood Frame Construction Manual (WFCM) y que en su traducción al español significa Manual de construcción de marcos de madera, pero en términos constructivos en inglés Wood frame hace referencia a los entramados completos de madera, actualizada el año 2018 y su versión anterior es del 2015.
- Fire Design Specifications o que en español vendría siendo la Especificación de diseño contra fuego, actualizada el año 2021.
- Special Design Provisions for Wind and Seismic que vienen siendo las Disposiciones especiales de diseño para viento y sísmica, la cual fue actualizada en 2021 y su anterior versión es del año 2015.
- Permanent wood Foundation Design Specification que significa Especificación de diseño de cimientos de madera permanente, actualizada por última vez este año y su versión anterior fue lanzada el año 2015.

Es importante destacar la capacidad que poseen para actualizar la normativa con intervalos no mayores a cinco años; por ejemplo, el Code Conforming Wood Construction más actual es del año 2018, su versión anterior del 2015, la previa a esa es del año 2012 y una más antigua es del año 2009, por lo tanto, no pasaron más de 3 años en ser actualizados.

La Industria de la construcción de madera en Canadá esta regulada a través de códigos de construcción que son informados de tres formas:

- Estándares de diseño que brindan información sobre “cómo” construir con madera.
- Estándares de productos que definen las características de los productos de madera que se pueden utilizar en estándares de diseño.
- Normas de ensayo que rigen la metodología para establecer las características de un producto de madera.

El Canadian Wood Council actúa a título técnico en todas las áreas del sistema regulador, lo que incluye los códigos de construcción, estándares de diseño, estándares de los productos y los ensayos que se deben realizar.

El CWC participa activamente en el desarrollo de los códigos de construcción de Canadá. Al estar organizados, los interesados en promover el uso de la madera cuentan con representantes al momento de tomar decisiones y proponer temas a actualizar, lo que ocurre tanto en los comités nacionales como provinciales.

El CWC tiene el estándar de diseño de madera de la secretaría de Canadá; es el CSA 086, denominado “Diseño de ingeniería de madera”. Brinda experiencia técnica y apoyo administrativo para su desarrollo. CWC también es miembro del American Wood Council (antes mencionado) que es responsable de la especificación de diseño de USA, para el diseño de madera.

El CWC participa en el desarrollo de estándares canadienses, estadounidenses e internacionales para regular el trabajo de los productores de madera. También participa en el desarrollo de estándares de ensayos que afectan los productos de madera, como por ejemplo su comportamiento frente al fuego.

Dentro de las normas o estándares que regulan la madera se encuentran:

- la CSA 086 Diseño de ingeniería en madera,
- CSA S-6 Código de diseño de puentes de carreteras canadienses,
- CSA S406 Cimientos de madera permanente,
- CSA 080 Preservación de madera.

Otros códigos que se deben cumplir en Canadá para la construcción de viviendas son los acústicos, el de construcción de madera maciza encapsulada en caso de ser utilizada, código de energía, diseño de madera del código nacional de construcción de Canadá y código de madera en edificios no combustibles.

2.4 Diseño de cuestionario, temáticas diferenciadas

Los aspectos relacionados con la comprobación o refutación de la hipótesis, además de lograr los objetivos, condujeron naturalmente a la opción de entrevistas a personeros representativos del circuito de la madera en Chile.

El primer paso para diseñar el cuestionario que formó parte de la entrevista fue investigar al entrevistado, de tal modo de conocer previamente sus áreas de interés, diferenciando las temáticas según las materias en que posee competencias reconocibles dentro de la

Industria de la construcción. Debido a ello es que no pueden ser todas las preguntas iguales, y varían dependiendo del personero entrevistado.

Logrado lo anterior, se definió qué se esperaba lograr con la entrevista al profesional, usuario o productor, se diseñaron las preguntas de manera que las respuestas se orientaran al logro del objetivo esperado.

Durante la etapa de selección de los entrevistados se realizó una brainstorm, y se optó por basarse en el sistema que los norteamericanos utilizan para el desarrollo y actualización de normativas; en tal sistema participan productores, especialistas en la construcción en madera o profesionales del área, y usuarios. Se replicó esto ya que ofrece buenos resultados, lo que queda en evidencia en la capacidad que poseen para mantener su normativa actualizada.

El siguiente paso fue seleccionar individualmente a los entrevistados que aportaran a la investigación desde sus perspectivas, y que además sean poseedores de conocimientos significativos y amplia experiencia en la materia.

En el segmento de especialistas en la construcción en madera o profesionales del área se contactó a:

Tabla 7 Entrevistados

ENTREVISTADO	EMPRESA / OCUPACIÓN	CARGO / ROL
Pablo Guindos	CIM UC	Director
Gonzalo Hernández	INFOR	Gerente laboratorio Madera Estructural
Juan Acevedo	Enlaces Ingenieros Consultores	Calculista - Académico
Pedro Armijo	Productor	Gerente General
Carlos Santis	Empresario - Actualmente cotizando viviendas	Consumidor de viviendas

Fuente: Elaboración Propia, (2021)

Pablo Guindos, especialista en el Diseño Estructural y Construcción de Estructuras de Madera. Actualmente, es el director del Centro UC de Innovación con Madera, CIM-UC CORMA, además de académico de Ingeniería Civil en el Departamento de Ingeniería Estructural y Geotecnia y el Departamento de Ingeniería y Gestión de la construcción de la pontificia Universidad Católica. Su trabajo consiste en diseñar estructuralmente y materializar constructivamente edificios de madera que sean mas competitivos, tanto por su desempeño estructural como por su costo económico (Universidad Católica de Chile). La decisión de entrevistar a un experto del Centro de Innovación de la Madera se basó en su participación en proyectos e investigaciones, con gran vecindad en nuevas formas de trabajo y las reales capacidades del material al ejercer la dirección de la organización que está en conocimiento de importantes proyectos en desarrollo.

Álvaro Sotomayor, gerente del Instituto Forestal sede Bio-Bio y Ñuble, a quien se le solicitó recomendar al profesional indicado de esa Institución para ser consultado, proporcionando el nombre de Gonzalo Hernández. El Sr. Hernández es Ingeniero Civil en Industrias Forestales, y Diplomado en las siguientes especialidades: Tecnología de tableros y administración de la producción; Sistemas constructivos en madera; Física de la construcción, y en Diseño y cálculo en madera. Actualmente es investigador de la sede Biobío del Instituto Forestal, Coordinador del área tecnología y productos de madera, y Gerente del laboratorio de Madera Estructural (LME-INFOR). Su área de investigación es la Tecnología y productos de madera y sus líneas de investigación son la madera estructural para la construcción y los productos de ingeniería en madera. Además, reside y trabaja en unas de las zonas más activas en materia forestal y fomento de la construcción en madera.

Juan Acevedo, profesional que presta servicios a la empresa encargada de producir y ejecutar los pilares y vigas de madera laminada que fueron instalados en el nuevo Edificio Consistorial de la comuna de Santo Domingo, en donde el autor de este proyecto de título realizó su práctica profesional. Don Juan Acevedo es Ingeniero civil de la Universidad de Santiago, Diplomado en madera, con más de treinta años de experiencia en cálculo de estructuras de madera, Gerente de la oficina de ingeniería Enlaces ingenieros Ltda., Autor del libro “Madera laminada: arquitectura, ingeniería y construcción” (2012). Además, es director del concurso de ingeniería de la Semana de la Madera (2007-2016), asesor externo DECON UC, la antes mencionada Ingelam S.A, y Facultad de Arquitectura UC. (ELIGEMADERA, 2018).

Adicionalmente, el Sr. Acevedo ha cumplido el rol de asesor y participante del comité técnico de normas chilenas sobre cálculo en madera (NCh1198, NCh2165, NCh2150).

Pedro Armijo, productor de madera, gestor de aserradero y ferretería de compra habitual de los habitantes de la comuna de Santo Domingo. El Sr. Armijo ha trabajado por más de 30 años en el rubro. Al aserradero la madera llega en basas, a partir de las cuales se producen todas las medidas cepilladas, en bruto y elaboradas, en prácticamente todas las dimensiones que existen dentro de una barraca, materiales elaborados, tablas de cielo, forro y deck (canto botado), entre otros productos. Cuenta con una planta impregnadora para postes de pino agrícolas y calibrados, además de impregnar todas las medidas producidas. El Sr. Armijo posee vasta experiencia en el rubro.

Carlos Santis, consumidor de viviendas de madera, referencia común aportada por personas que cotizan materiales y constructoras que trabajan en la Provincia de San Antonio. El Sr. Santis es gerente general de una empresa de seguridad. El motivo por el cual se seleccionó al Sr. Santis es porque actualmente se encuentra cotizando la construcción de su futura vivienda con diversas constructoras, las que proponen distintas materialidades y valores, y conoce la realidad actual de la industria de la construcción en cuanto al valor de los materiales.

En las reuniones sostenidas con los entrevistados se les explicó el proyecto de investigación, la problemática abordada, la motivación que dio origen a la idea, los

objetivos, el aporte que se espera del trabajo, además de realizarles una breve presentación sobre el mismo. A continuación, se entrega información relevante obtenida durante las entrevistas y la aplicación del cuestionario, mas detalles de las entrevistas se encuentran entre los anexos D y H.

Los énfasis que cada entrevistado aportó, se entregan a continuación, temáticas que en el capítulo siguiente se entregan desarrollados.

- Pablo Guindos destaca la carencia de fiscalización en el cumplimiento de la normativa, así como normativas de fiscalización y de certificaciones, argumenta que una actualización y fiscalización del proceso de control de calidad contribuiría a potenciar el uso de la madera en la Industria de la construcción.
- Gonzalo Hernández comenta que hay que lograr acercar las normas a los aserraderos, con el fin de mejorar los productos y entregar mejor materiales a las constructoras. Enfatiza la importancia del PS-20 en USA, mencionando que no solo se encarga de las normas en sí, sino que también en quienes están encargados de fiscalizar que estas se cumplan.
- Juan Acevedo se refirió a la obsolescencia de algunas normas, específicamente a la relativa a la deformación entre piso y piso regida por la NCh433 y la falta de normas que regulen la construcción de mediana altura. Indica que la calidad de la madera es deficiente, lo que atribuye a una falta de fiscalización a los productores y recomienda generar una trazabilidad desde el bosque en que creció el árbol en adelante, entregando mas información del producto y seguridad del material que se está utilizando. Destaca, asimismo, que la alternativa mas factible para construir un edificio de madera en el panorama actual sería la construcción de un proyecto híbrido utilizando un núcleo de hormigón que reciba las cargas.
- Pedro Armijo aporta que no hay demanda por madera de calidad certificada por parte de clientes corrientes ni de constructoras de la zona (provincia de San Antonio). Durante el proceso de producción las normas no son importantes para él como productor, agregando incluso que no conocía de su existencia. Afirma, también, que se encuentra desconectado del circuito de la madera de mayor valor y calidad.
- Carlos Santis realza el elevado precio que tiene la madera actualmente, y que al ejecutar el proyecto el deslinda la responsabilidad en el profesional encargado del mismo. Agrega que no es posible acceder a madera certificada en el mercado.

Es necesario destacar la excelente disposición e interés de los entrevistados al momento de mencionarles que el entrevistador es quien postula a ser un futuro profesional del área de la construcción de la Universidad Mayor. Ello se vio reflejado en la entrega de valiosa información y conocimiento, además de recomendaciones sobre temas específicos.

CAPÍTULO 3. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1 Elementos centrales de las respuestas aportadas por los entrevistados

Durante las entrevistas los especialistas enfatizaron en ciertos aspectos que para ellos son los mas importantes al momento de buscar acotar las brechas normativas y fomentar el uso de la madera en la construcción de viviendas en Chile, los que se presentan a continuación:

3.1.1 Pablo Guindos

Contexto

Deja establecido que El Centro de Innovación de la Madera de la PUC se encuentra permanentemente investigando para fomentar el uso de la madera en construcción en el país, cuenta con un acabado conocimiento del panorama actual en la materia, así como de las nuevas tecnologías, normativas y conocimiento de frontera.

Situación de la normativa

Normas relacionadas con el uso de la madera en la construcción no se han actualizado en años, existiendo otras que no son muy específicas. Sí se cuenta con un número considerable de normas las que frecuentemente no son cumplidas por los usuarios o empresas a quienes están dirigidas; los motivos son diversos, lo que permite identificar en ello una falencia importante y convertirla en un área de mejoramiento.

Brechas en la normativa

La brecha más significativa con respecto a las normativas de Estados Unidos y Canadá, Chile la presenta en el proceso de fiscalización y control de calidad, lo que actúa como un desincentivo en el uso de la madera para construir. Y ese, es el aspecto normativo que con mayor urgencia debe ser abordado para su actualización

Donde resulta más visible la citada brecha es cuando se analiza la norma NCh433, regulación que apunta directamente a las características del hormigón y excluye a la madera, desincentivando el uso del material, ya que acepta tan solo “2x1000 de deformación entre pisos, magnitud que se estima minúscula. Esta limitante genera el encarecimiento del proyecto, ya que para lograr el 2x1000 se debe utilizar mayor cantidad de material para rigidizar la estructura de madera que, por naturaleza, es flexible. El CIM se encuentra trabajando en un proyecto para optimizar las construcciones de seis/siete pisos y así disminuir sus costos y plantearla competitiva con el hormigón, por la vía de proponer soluciones híbridas.

Otro aspecto deficitario en la normativa chilena es la protección de las estructuras de madera por diseño sin el uso de químicos. La protección por diseño es la construcción de manera inteligente y preventiva contra posibles inconvenientes. Un ejemplo de lo anterior es facilitar que la madera respire durante el verano y evitar sobrecalentamientos, para lo cual se recomienda utilizar muros ventilados, lo que se traduce en un ahorro de energía en aire acondicionado.

Perspectivas

Una actualización en la fiscalización de las normas y del proceso de control de calidad contribuiría a potenciar el uso de la madera en la industria de la construcción. Lo anterior se fundamenta en el no cumplimiento de las normas durante el proceso de producción, así como la ausencia de un control de calidad lo que refleja en la baja calidad de los materiales producidos; el efecto de ello se observa tanto en las constructoras como en los usuarios finales, y desincentiva el uso de este material. Cuando este material constructivo es deficiente, las constructoras asumen a la madera como una dificultad a superar ya que genera complicaciones debido a las diferencias de tamaños entre piezas de una misma medida, así como en productos para uso estructural que poseen nudos, alabeos o aristas faltantes.

Para fomentar el uso de la madera en la construcción, debe atenderse a la existencia de una gran cadena (el Hexágono Vicioso, tal como se conceptualiza en el Anexo A) en que todos sus componentes deben trabajar conjunta y coordinadamente. Un factor importante para fomentar puede ser que las constructoras o inmobiliarias ofrezcan un efecto demostrativo, demostrando que resulta, que los costos son razonables; en síntesis, proyectos pioneros.

3.1.2 Gonzalo Hernández

Contexto

Existe un déficit en la construcción de mediana altura, pese a que los terrenos son cada vez mas escasos, por lo que debe hacerse un uso eficiente de ellos, lo que se logra construyendo en altura.

Situación de la normativa

Así, entonces, queda en evidencia que la construcción en altura es el aspecto de la normativa actual que con mayor urgencia debe ser actualizado para potenciar el uso de la madera en la industria de la construcción.

Brechas en la normativa

La norma NCh433 afecta la construcción de viviendas en madera, ya que limita la construcción de viviendas en mediana altura pues los Drift están pensados para el

hormigón, que es un material mucho más rígido en comparación a la madera que es bastante más flexible; en tal situación esta norma no es un aporte. Al exigir un Drift mayor, debe utilizarse mayor cantidad de material para lograr la rigidez, por lo que se encarece el proyecto y desincentiva el uso del material.

Es relevante la importancia del conjunto de normas redactado por la ALSC, denominada PS-20 en USA, instrumento que además explica el proceso de fiscalización del cumplimiento de estas, el proceso de control de calidad dentro de los aserraderos, e informa cuáles son las empresas certificadas para revisar si efectivamente se están cumpliendo las normas. Establece la entrega de un permiso para que las agencias de control de calidad hagan su labor, si es necesaria certificarlas e informar de su competencia en la materia. Se someten a control regular; en Chile, lo anterior no ocurre.

El PS-20 es la carretera constructora relacionada con la madera, que le confiere las características generales y deriva a otras normas en caso de ser necesario; en Chile tampoco se dispone de ella, pues están las normas a las que deriva la PS-20 pero no se ubica dentro de ese hilo conductor.

Perspectivas

Reconoce la importancia de acercar las normas a los aserraderos con el fin de mejorar los productos y entregar mejores materiales a las constructoras. Menciona también a la cadena de actores que componen el Hexágono Vicioso, así como el impacto que puede tener el asumir las normas por parte de los aserraderos; ello redundaría en que los productores adquieran la capacidad de introducir madera de calidad al mercado, logrando esta manera las constructoras trabajen más eficientemente el material y entreguen a los clientes un producto mejor acabado. En tal sentido, explica que una buena madera debe cumplir requisitos en 4 factores: Grado estructural / Dimensión uniforme / Preservación / Sequedad. Un efecto colateral de ello es su contribución al medio ambiente debido al CO₂ que conserva la madera durante su proceso de crecimiento.

Las políticas públicas no son suficientes. La que se formulen deben sustentarse en la eficiencia energética, y contribuir a enfrentar cambio climático.

Imagen 3 Requisitos rotulado de madera

Rotulado de madera, nacional e internacional

DECRETO DE ROTULADO DE MADERA USO CONSTRUCCIÓN
EJE ESTRATÉGICO MINVU



MADERA CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURAL PROVEEDOR: ALPIN S.A. PAÍS DE ORIGEN: CL	ESPECIE: PINO RADIATA DIMENSIÓN: 2X2 45X45 MM 3,2 M. HUMEDAD: CH<20% GRADO ESTRUCTURAL: G2 PRESERVACIÓN: CA-B R2
---	--

USO ESTRUCTURAL	USO NO ESTRUCTURAL
ALPIN	ALPIN
CL	CL
PINO RADIATA	PINO RADIATA
DIMENSIONADO	CEPILLADO
2X2 45X45mm 3,2m	2X2 45X45mm 3,2m
ESTRUCTURAL G2	CA-B R2
CA-B R2	CH<20%
CH<20%	

Fuente: (INFOR,2020).

3.1.3 Juan Acevedo

Contexto

Destaca la obsolescencia de algunas normas, específicamente la relativa a la deformación entre piso y piso regida por la NCh433, indicando que, si se necesita construir un edificio, el Drift en la norma 433 (deformación entre piso y piso es 2x1000) es muy difícil que la madera lo cumpla ya que es muy flexible y se va a deformar más de esa medida, por lo tanto, ya habría que ocupar un núcleo de hormigón; es decir, la madera puede que resista, pero no cumple la norma NCh433.

Brechas en la normativa

El método de cálculo utilizado en Chile se encuentra obsoleto en relación con el que opera en países más desarrollados. En Chile se continúa utilizando el método ASD, cuya última edición fue el año 1989, bastante más antigua que la del método LRFD, actualizada en el año 2005. Agrega que la calidad de la madera es deficiente, atribuible a una falta de fiscalización a los productores y es una brecha que desincentiva la construcción de viviendas en madera. Además, en el pasado reciente en Chile se comercializaba madera de mala calidad desde las barracas y las personas mayores tienen el concepto grabado de que la madera es mala.

En USA y Canadá todas las normas se actualizan: en Chile la 433 se elaboró para hormigón y acero, y estima como muy difícil que el colegio de Ingenieros vaya a aceptar la madera como material en altura. Probablemente sugieran que se compruebe, pero si no existen los recursos para construir estos edificios experimentales y estudiar su comportamiento, será muy complicado. En USA el Drift es 4x1000, pero en ese país ya se recorrió el camino de las construcciones experimentales. En Chile no hay normas específicas que desincentiven directamente el uso de la madera, pero todas las normas (viento, sismo, etc.) están pensadas en estructuras de hormigón y acero, y la madera tiene un rol marginal, mencionado sólo para que se sepa que existe otro material.

Perspectivas

Una forma de modificar la normativa sería generar un efecto demostrativo en puentes de madera, y otras edificaciones, para generar el convencimiento de que el material realmente es resistente. Muy útil sería construir edificios públicos para que los usuarios se puedan familiarizar. La alternativa más factible para levantar un edificio de madera en el panorama actual sería la construcción de un proyecto híbrido, utilizando un núcleo de hormigón que reciba las cargas, de la siguiente forma: una construcción con un núcleo de hormigón, y que toda la madera que sea gravitacional, tracción y compresión, que el momento al igual que todas las cargas mayores recaigan en el núcleo, que se traspase las cargas al núcleo con drag strap (fierros que traspasan las cargas de las piezas de madera) que cuando se quiera mover la losa, la tensión sea transmitida por el fierro al núcleo.

Adicionalmente, el especialista recomienda generar una trazabilidad que se inicie en el bosque en que creció y de donde proviene el árbol en adelante, entregando mas información del producto y seguridad del material que se está utilizando.

Imagen 4 Edificio en Canadá con núcleo de hormigón y estructura de madera



Fuente: (Eligemadera,2020).

3.1.4 Pedro Armijo

Contexto

Puntualiza que no existe demanda por madera de calidad certificada por parte de clientes corrientes ni de constructoras en la provincia de San Antonio. Ello redundo en que el productor carece de incentivos y motivación para producirla; a ello se agrega que, a pesar de lo anterior, se vende toda la producción, aunque no cuente con certificación, ya que nadie la exige.

Aunque el productor se esfuerce por procesar la madera bajo estándares de calidad, la complicación surge cuando se reciben basas con muchos nudos y se van catalogando; las mejores se destinan para producir madera cepillada, pero esta labor se realiza en el aserradero y no antes, como debería ser. Ello obliga a sobreestimar el volumen de compra de basas para cumplir con pedidos específicos. Ahora bien, si el aserradero no dispone del capital suficiente, deberá utilizar basas con nudos y no entregará un buen producto al cliente. No es fácil conectarse con el circuito de la madera de mayor valor y calidad, dado que se desconocen las normas que operan en ese ámbito.

Durante el proceso de producción las normas no son importantes para él como productor; como se indicó, no conoce de su existencia. Con relación a la identificación de grado estructural visual (GS, G1 o G2), por ejemplo, ésta no se verifica ni los clientes tampoco consultan por ella. No se mide el contenido de humedad ni este guarismo se conoce antes de ser vendida. La explicación de ello radica en la alta rotación de la madera en el aserradero, dado que no se cuenta con el capital para mantener stock y esperar que alcance el contenido de humedad adecuado para su uso (10 a 15%). Además, cuando mejor funcionan las máquinas es cuando la madera se encuentra húmeda o seca, pero con un CH intermedio de 30%, la madera no puede ser trabajada con facilidad.

Perspectivas

Para que emerja la conveniencia de certificarse, debe operar un cambio relativo a la existencia de normas o que se encuentren en proceso y, además, que sean fiscalizables; sólo así cumpliría con la certificación o rotulado de los trozos.

Los incentivos son importantes. Si el demandante tuviera el incentivo para construir con madera certificada, comenzaría a exigirla y los productores a elaborar y ofrece esa madera certificada. Debería ser un incentivo relevante para que esto suceda. Es probable que algunos aserraderos pequeños sigan produciendo como hasta hoy, pero probablemente comprarían madera aserrada certificada al por mayor para ofrecer a sus clientes y revenderla.

Los incentivos pueden ser políticas publicas, las que se fomenten en el cuidado del medioambiente, reducir los niveles de CO2 en la atmosfera y que produzcan menos residuos.

Imagen 5 Fundamentos de políticas públicas



Fuente: (INFOR,s.f).

3.1.5 Carlos Santis

Contexto

Como consumidor y usuario, al ejecutar el proyecto deslinda la responsabilidad de verificar la calidad de los materiales en el profesional encargado. Un ejemplo de ello es que al momento de escoger la materialidad en una experiencia anterior (construcción de su oficina), optó por estructura de acero y bepoluta HL, por recomendación de los constructores (especialistas en construcciones con esa materialidad). Agrega que no es posible acceder a madera certificada en el mercado local, no se conoce la procedencia y puede que ese haya sido uno de los motivos por los cuales los constructores recomendaron otra materialidad para su oficina.

Aparte de valorar su contribución a frenar el cambio climático, ofrecer producción limpia y eficiente que la de otros materiales, buen desempeño sísmico y gran capacidad aislante, atributo que aprecia por su economía para mantenerla, mejor que con estructuras de hormigón armado o albañilería. Si la construcción es mas cara en madera, es preferible si se realiza una estimación del ahorro mensual que tendría la vivienda en calefacción, dependiendo de la cantidad de años en que se recupere esa diferencia del valor madera vs otro material.

Perspectivas

Es importante que todos los actores del Hexágono Vicioso se involucren en esta temática. Si los constructores informaran adecuadamente de las capacidades del material y poseyeran los conocimientos para diseñar y construir viviendas de madera de buena calidad, incluso si el precio fuera mas alto, algunos clientes estarían dispuestos a pagar un

poco mas por un ahorro mensual por aislación térmica y otras virtudes que otorga la madera como material constructivo.

3.2 Tópicos de la Normativa extranjera de posible aplicación en Chile

La normativa, Estadunidense y Canadiense, es analizada y actualizada con gran regularidad, lo que tiene efecto en el fomento de la utilización del material, mayor capacidad de producir madera de calidad por parte de los productores, preferencia por parte de los consumidores, generación de nuevos empleos aportando a la economía y una considerable reducción del CO₂ presente en la atmosfera, por lo que ambos países poseen normativas que pueden ser objeto de benchmarking.

En la construcción de mediana altura se encuentran bastante más avanzados que Chile. En Canadá, al momento de cambiar la norma modificando la altura máxima permitida de cuatro a seis pisos en proyectos de madera, se observó un efecto estimulante cuya máxima expresión fue la construcción de mas de trescientos edificios residenciales. Por otra parte, en USA el Drift máximo permitido es de 4x1000 el cual admite bastante más desplazamiento entre pisos que el aplicado en Chile, donde es sólo de 2x1000, considerado objetivamente muy bajo. El resultado de esta diferencia se aprecia en los costos del edificio, ya que se utilizan menos materiales al no ser necesario rigidizar la estructura; ello hace que la construcción sea más económica y ofrece un mayor beneficio económico para el inversionista, que sería, probablemente, la mayor motivación existente en ámbitos de negocios.

Dentro de los aspectos destacables de posible emulación en Chile se identifican los relacionados con organizaciones, tanto en USA como en Canadá. Incluso también algunas que promueven normativas que rigen ciertos aspectos de la construcción en madera de ambos países, organizaciones que están compuestas por expertos locales e internacionales, productores, consumidores y usuarios. El American Wood Council reúne las normativas aplicables a la madera, estándares, regulación medioambiental, sustentabilidad, educación y políticas públicas que fomentan el uso de la madera como material de construcción. Lo destacable de lo antes mencionado es que todo es realizado por expertos en el material y que conocen las capacidades de este estableciendo las normas de acuerdo con lo que realmente se puede lograr, sin crear restricciones erróneas por la falta de conocimiento.

Existe también una organización llamada American Lumber Standard Committe, la que se encarga de administrar un programa de acreditación para la clasificación de madera aserrada producida bajo el sistema ALS. Esta organización, junto a fabricantes, distribuidores, usuarios y consumidores, generó el American Softwood Lumber Standard (PS-20), el que fue actualizado por última vez el año 2020 y que no sólo contiene las normas propiamente tales, sino que también se encarga de las regulaciones de cumplimiento para el programa de acreditación. La constante actualización de su normativa se debe a que esta organización genera un proceso de elecciones para escoger a los integrantes de la junta de revisión que actúa en conformidad con los estatutos establecidos por la ALSC, la que opera como junta de certificación y acreditación.

La fiscalización del cumplimiento de las normas y el correcto control de calidad por parte de los productores va en armonía con estas organizaciones, las cuales crean instancias en

donde actores involucrados en distintos procesos de la construcción de viviendas en madera buscan potenciar este tipo de edificaciones, aportando conocimientos desde su propia área. Una de las vías es a través de programas de acreditación para el mercado de calidad de madera tratada según indica la normativa, tal como lo hace la ALSC, encargada de fiscalizar a los productores; los encargados de esta fiscalización también son acreditados por la organización, capacitándolos para que actúen en la fiscalización de los diversos procesos en que ellos pueden escoger en cual especializarse. Las empresas que obtienen acreditación para poder fiscalizar el correcto cumplimiento de las normas y adecuado control de calidad están indicados en el PS-20, siendo de conocimiento público, exhibiendo una transparencia que ofrece altos niveles de confianza a los productores.

La normativa encargada del diseño de construcciones en madera contra fuego fue actualizada en el año 2021; es conocida como FDS “Fire Design Specification For Wood Construction”, y es destacable por su capacidad de proteger las estructuras en algunos casos específicos, sin la presencia de químicos u otros materiales extras que encarecen el proyecto. Ejemplo de lo anterior es que, en vez de que todas las piezas de madera sean forradas con planchas yeso cartón, existe la posibilidad que estas se ubiquen a una distancia mayor a cinco metros y ese recubrimiento ya no sea necesario; son protecciones por diseño, las que se pueden emplear cumpliendo ciertas solicitudes, y logrables en la etapa de diseño.

3.3 Análisis de Resultados

3.3.1 Contexto

Al analizar las respuestas de los entrevistados se distinguen dos visiones claramente diferenciados, por un lado se encuentra Pablo Guindos de CIM UC, Gonzalo Hernández de INFOR y Juan Acevedo de Enlaces Ingenieros Consultores, quienes manejan en profundidad los temas técnicos, normas y los efectos de estas, cuentan con un importante conocimiento del panorama actual, últimas tecnologías, posibilidades de construcción e innovaciones con madera, además de contar con estudios ligados a la construcción, (diplomados asociados a la construcción en madera). Por otro lado, se encuentra el consumidor de viviendas Carlos Santis y el productor de madera Pedro Armijo quienes tienen experiencia en el área (Armijo lleva más de 30 años en el rubro), poseen diversos conocimientos, pero no dominan los argumentos técnicos al mismo nivel que los tres primeros ya que no tienen una profesión ligada directamente a la construcción.

Guindos y Acevedo están constantemente fomentando el uso de la madera en Chile, desde distintos puntos; el CIM UC lo hace en diversas investigaciones y estando presente en las construcciones experimentales en madera, mientras que el INFOR junto con investigar también trabaja en el acercamiento de las normativas a los productores de madera.

Los tres entrevistados con mayor conocimiento técnico y actualizado coinciden en que la brecha constructiva mas clara se identifica en la construcción de mediana altura, a pesar de que actualmente los terrenos escasean y la solución es la construcción vertical. Acevedo incluso destaca la obsolescencia de algunas normas. Respecto de ello se puede asegurar

que una de las razones por las que en USA y Canadá no presentan este problema de obsolescencia normativa es allí existen organizaciones dedicadas exclusivamente a la madera, donde constantemente desarrollan propuestas para disponer de una normativa actualizada.

Además, Armijo indica que desconocer las normativas que regulan las características de la madera, no existe demanda por materiales certificados y Santis indica que no existe madera certificada en la zona, siendo este uno de los motivos por los cuales los constructores le recomendaron construir en otra materialidad. Si los aserraderos venden toda su producción sin ser certificada ya que los compradores no exigen ni siquiera que cumpla con un grado estructural, no se va a producir madera de mayor calidad, por lo tanto, falta una motivación para el usuario; se debería incentivar con algún beneficio y ello obligaría a que la madera fuera certificada y el productor tendría un motivo por el cual cumplir normativas y entregar un producto de gran calidad.

Santis aporta la relevancia del material desde la perspectiva de consumidor, valorando el aporte en la reducción del CO₂ del medio ambiente y particularmente los beneficios económicos en el tiempo debido al ahorro que implica calefaccionar una casa de madera con excelente aislación térmica en comparación a otro material de mayor conductibilidad. Ello podría fomentar el uso de madera en viviendas por parte de los constructores, pero estos deben ser conscientes de las capacidades del material y fundamentar este argumento con sus conocimientos técnicos y demostrar el ahorro mensual producido al escoger la madera como material predominante en la construcción de una vivienda.

3.3.2 Situación de la Normativa

Luego de examinar los datos se entiende que ciertos puntos de la normativa no han sido actualizados en años. Diversas organizaciones que intentan fomentar el uso de la madera han notado esto, por lo que en los últimos años se han realizado intentos en esa dirección. Existen diversas normativas con las que sí se cuenta en Chile, pero por variados motivos éstas no se cumplen por parte de los usuarios, lo que permite identificar una falencia importante y convertirla en un área a mejorar. En algunos casos las organizaciones aludidas se encuentran trabajando en paralelo y no en una mesa central, duplicando esfuerzos innecesariamente. Se evidencia que actualmente la norma que con más urgencia debe ser actualizada es aquella que regula la construcción en altura.

3.3.3 Brechas en la normativa

Una vez realizadas las entrevistas a expertos fueron analizadas las respuestas obtenidas y se identificaron aquellas normas mencionadas por más de un especialista, y que son las que obstaculizan el uso de la madera en la construcción de viviendas. También explican qué comportamiento producen para lograr desincentivar el uso del material y, a su vez, afirman que un cambio en ciertos aspectos de la norma podría fomentar del uso de la madera en la construcción de viviendas.

Edificación mediana altura - NCh433

La brecha constructiva más notoria de Chile con USA y Canadá se visualiza en la edificación de proyectos de mediana altura. La Norma chilena NCh433 es indicada por los expertos como la limitante más influyente para ese tipo de construcción, particularmente en lo referido al desplazamiento permitido entre pisos permitido (Drift), el que es de 2x1000.

El citado punto de la normativa desincentiva el uso del material, que al ser flexible puede deformarse más de lo permitido por la norma y volver a su forma anterior sin afectar su grado estructural. Para lograr el máximo permitido por la norma se debe utilizar mucho material con el fin de rigidizar la estructura, lo que encarece el proyecto y desincentiva su uso. Lo anterior no ocurre en USA, donde la normativa del país permite un desplazamiento entrepisos del 4x1000. Para lograr el aumento de 2x1000 a 4x1000, en USA fue necesario cumplir las fases de un proceso donde se construyeron edificios experimentales para demostrar que la madera sí resistiría el desplazamiento antes mencionado. Ello contó con el apoyo de una sociedad compuesta por entidades públicas y privadas, que en el año 2021 publicaran la nueva versión, actualizando la altura permitida en edificios de madera en comparación con el anterior código del año 2018.

Carencia de una actualización

El método de cálculo utilizado en Chile se encuentra obsoleto. Fue actualizado por última vez en el año 1989, mientras que en el extranjero ya se utiliza otro método más permisivo e igual de eficaz, que fue actualizado el año 2005. Si existiese en Chile una organización encargada de investigar constantemente, es probable que la actualización de esta metodología ya estaría en curso.

Protección por diseño

También es importante anotar que en Chile existe un déficit en comparación a USA y Canadá en cuanto a normativas técnicas que permitan proteger la construcción en madera a través del diseño del proyecto, de manera que no se utilicen químicos o mayor cantidad de material. Fire Design Specifications, actualizadas en el año 2021, refieren las características que debe cumplir una construcción de madera para poder soportar un incendio de la misma manera que si fuera forrada con yeso cartón, pero sin la aplicación de este material, es decir, resistiría el mismo tiempo frente a un incendio sin incurrir en los gastos del material. Es importante recalcar que una protección por diseño sería crucial para lograr construcciones aún más amistosas con el medio ambiente.

Baja calidad de la madera aserrada

Esta área de mejoramiento destaca como una de las principales brechas, lo que perjudica inevitablemente a las constructoras; es por ello que prefieren construir con materiales que no dificulten el proceso de construcción. Uno de los tópicos que impiden que la madera no sea considerada de calidad son las diferencias entre las medidas (escuadrías) de un

mismo producto, lo que entorpece el avance en el trabajo de las constructoras, dificulta el proceso de ensamblado de piezas y puede provocar que la cubicación falle, dependiendo de la dimensión del área o metro lineal que se intenta cubrir. La presencia de alabeos, falta de aristas y nudos presentes en piezas con fines estructurales como vigas o pilares, afectan la capacidad soportante de la vivienda, por ello, no se deberían ofrecer piezas con fin estructural que tengan algunas de las deficiencias mencionadas.

Así también, con frecuencia se critica el porcentaje de humedad con que llega la madera a las obras ($\leq 19\%$ se considera madera seca), ya que las constructoras deberían recibir madera seca desde los aserraderos, al poseer un porcentaje de humedad alto y no tener tiempo para secarlas es que construyen con la madera en la misma condición que llega. En algunos casos, por el desconocimiento de los profesionales, no se apilan de manera correcta los listones de madera en obra y si es comprada en otra región con climas muy diferentes, desconocen esta práctica y compran con anticipación para que esta logre llegar a las condiciones naturales del lugar en que será ejecutado el proyecto. Lo anterior deriva, en un entorpecimiento del trabajo de las constructoras dado que la madera se va deformando y las medidas varían (en mm), pudiendo provocar el descalce de puertas o ventanas, lo que posteriormente impacta en la experiencia del cliente; los marcos comienzan a “trabajar”, puertas y/o ventanas se atascan o, simplemente no pueden cerrar, entre otras contrariedades.

Respecto a lo anterior es importante destacar que sí existen normas que regulan las dimensiones aceptables, porcentaje de humedad, resistencia estructural y preservación, características que debe presentar la madera para estar en condiciones de construir de manera adecuada con ella, pero estas en muchos casos no se están cumpliendo.

Falta de fiscalización de las normas durante el proceso de control de calidad

El existan normas que regulen aquellas características (NCh2824 y/o NCh174) y que no sean cumplidas evidencias una brecha principalmente significativa de destacar. En Chile existe una significativa carencia de fiscalización del cumplimiento de las normas, donde incluso, y no en pocas ocasiones, los productores las desconocen. Esta falla durante el proceso de control de calidad de los aserraderos actúa como un desincentivo en la utilización del material. La ausencia de una fiscalización real y efectiva es la razón a la cual expertos atribuyen la baja calidad de la madera en el país.

Este tópico es reiterado, especificándose en el proceso de control de calidad al interior de aserraderos o barracas (donde se están produciendo las piezas de madera), y en el proceso de manejo forestal, el que no siempre entrega madera aserrada ya que sus fines son otros; por ello, los pequeños procesadores de madera tienen que trabajar con basas que en muchos casos poseen un exceso de nudos: las preparan como piezas estructurales y, al aserrarlas, presentan más nudos.

La existencia de fiscalización aumentaría el cumplimiento, lo que contribuiría a entregar un producto de mejor calidad a las constructoras y usuarios, lo que se vería reflejado en un aumento en la preferencia por parte de las constructoras y un mejor resultado final para el usuario de la vivienda. Adicionalmente, el cumplimiento de la norma gracias a un mejoramiento activo y permanente en la fiscalización provocaría que uno de los

componentes/actores del hexágono vicioso realice un cambio, y así comience a incentivar al resto, lo que contribuiría a promover el uso del material en la construcción de viviendas.

Inexistencia de una institucionalidad encargada únicamente de la madera

Estados Unidos y Canadá cuentan con un robusto sistema encargado de fiscalizar la calidad de la madera producida en sus aserraderos, lo que es posible gracias a la existencia de organizaciones conformadas por expertos, constructoras, usuarios, productores de madera, y entidades asociadas a la Industria de la construcción, tanto públicas como privadas. La importancia de esta organización radica en que se encarga de investigar temas relacionados a la construcción en madera, proponer nuevas o actualizar normas obsoletas, gestionar un sistema de fiscalización del control de calidad a los productores y cumplimiento de normas; incluso, certifican a las empresas encargadas de realizar las fiscalizaciones, entregando luego un documento público, informando cuáles son estas empresas y para qué están calificadas.

Uno de los motivos por los cuales las normas no se actualizan con frecuencia en Chile, y que además no haya encargados de fiscalizar constantemente el cumplimiento de estas, es que el país no cuenta con una organización como la de USA y Canadá, descrita en el párrafo anterior, que se dedique únicamente a la construcción de madera en Chile, que promueva constantemente la madera, que participe en los procesos de actualización, modificación y creación de normas, donde pueda proponerlas y estar analizándolas constantemente, indicar quienes son los encargados de su fiscalización y que estos sean certificados y, a su vez, sean los encargados de certificar y auditar a los productores.

Actualmente las organizaciones chilenas que buscan fomentar el uso de la madera en la construcción trabajan en paralelo. En algunos casos realizan las mismas investigaciones, se invierte en tecnología para un proyecto en específico, luego quedan sin uso y más tarde otros investigadores invierten en la misma tecnología sin saber que ya existe en el país. De este modo se duplican esfuerzos y malgastan recursos escasos que podrían haberse canalizado en otra tecnologías e investigaciones que busquen reducir las brechas, ya que los involucrados perseguían los mismos fines.

3.3.4 Perspectiva

La visión de futuro aportada por los entrevistados es la actualización en la fiscalización de las normas y el proceso de control de calidad de los aserraderos. Punto de vista compartido por Guindos y Hernández; este último reconoce y destaca la importancia de acercar las normas a los aserraderos. Por su parte, Acevedo recomienda generar una trazabilidad desde los bosques de los cuales proceden los trozos, temática que tampoco es fiscalizada, para así entregar mayores antecedentes técnicos relevantes sobre el producto, y elevar la confianza en la materia prima.

Esas visiones apuntan a que el material, entregado por los productores a las constructoras, sean de calidad, cumpliendo con dimensiones uniformes, preservación, sequedad y grado estructural.

Guindos y Hernández enfatizan en la importancia de que todos los componentes del hexágono vicioso trabajen conjunta y coordinadamente. Si las normas son fiscalizadas estas serían cumplidas durante el proceso de producción, entregando así madera de calidad desde los aserraderos a las constructoras.

Armijo y Santis ratifican la importancia de cada componente del hexágono: por un lado el productor, ya que si a él le exigen madera certificada tendría una motivación para producir y ofrecer el producto; por su parte el consumidor de viviendas asegura que si los profesionales fueran mas preparados en la construcción con madera, le explicarían las propiedades de la madera como la aislación térmica y eso lo incentivaría a pagar más por su vivienda mientras se le explique el ahorro que obtendría debido a las características positivas del material.

Guindos y Acevedo aseguran que para fomentar el uso de la construcción de viviendas de madera es necesario comenzar a construirlas. El director del Centro de Innovación de la Madera puntualiza que las constructoras o inmobiliarias deben demostrar que el edificio resulta, que es resistente, y así refute prejuicios existentes, como el fuego o sismos, ejecutando proyectos experimentales. Por su parte, el Ingeniero Civil de Enlaces Ingenieros Consultores menciona que un eficaz efecto demostrativo sería la construcción de proyectos públicos en donde la gente se familiarice con la madera en construcciones de envergadura, y pueda así constatar su resistencia y otras bondades.

Imagen 6 Ahorro relacionado a un menor tiempo de ejecución



Fuente: (Eligemadera,2020).

CAPÍTULO 4. PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1 Propuesta

- 1.- En función de los antecedentes técnicos recopilados en la revisión bibliográfica (fuentes secundarias) y en las entrevistas con expertos, resulta esencial que Chile cuente con una organización (consorcio público-privado) similar al existente en Estados Unidos y Canadá, que permita crear un ecosistema enriquecedor para todos los actores agrupados que se encargue, al menos, de reducir las brechas existentes en los siguientes:
 - Norma NCh433, que no incentiva las construcciones en mediana altura;
 - Actualización de las normas, entre ellas la que establece el modelo de cálculo contenido en norma NCh1198;
 - Incorporación de normativas que rijan la protección por diseño;
 - Insuficiente capacidad para fiscalizar el cumplimiento de las normas que regulan el proceso de producción de madera aserrada.
- 2.- Es importante que el consorcio sea dirigido por un comité de expertos, cuya máxima autoridad tenga carácter público, a objeto que eleve lo resuelto a las instancias políticas pertinentes, y de este modo ellas tengan carácter vinculante.
- 3.- Su composición debe contar con la activa participación de las organizaciones que actualmente trabajan en paralelo buscando fomentar el uso de la madera en la construcción.
 - Centro de Innovación de la Madera UC
 - Instituto Forestal,
 - Instituto Nacional de Normalización
 - Ministerio de la Vivienda
 - Corporación Chilena de la Madera, CORMA
 - Corporación Nacional Forestal, CONAF
 - Cámara Chilena de la Construcción
 - Pymemad
 - CMPC
 - Universidad de Concepción
 - Universidad del Biobío
 - Universidad de Santiago de Chile
 - Universidad Mayor

Lo anterior no implica que otros actores vinculados al sector no participen como, por ejemplo: Otros productores, Profesionales expertos en construcción de madera, Laboratorios, Asociaciones de consumidores de productos como madera aserrada, CLT y otras tecnologías.

4.- Con el consorcio ya formado, se debe elaborar un Plan estratégico con un horizonte de al menos diez años.

5.- Cronograma propuesto

Tabla 8 Cronograma Propuesto

Nº	BRECHAS	TAREAS A REALIZAR	RESPONSABLE	RECURSOS NECESARIOS	TIEMPO (años)
Nº1	Fiscalización de la normativa	Programa de fiscalización de normativas para lograr el cumplimiento de las regulaciones durante la producción de madera aserrada	Comité de expertos encargado de dirigir el consorcio	- Horas de profesionales.	2 1/2
Nº2	Construcción en altura - Norma NCh 433	Realizar un plan de acción el que busque demostrar la resistencia de la madera al superar la barrera del 2x1000 entre pisos, como se realizó en USA.	Comité de expertos encargado de dirigir el consorcio	- Horas de profesionales. - Inversionistas interesados (público/privado) en demostrar la resistencia de construcciones de vivienda en altura.	8
Nº3	Obsolescencia normativa de cálculo	Proponer un cambio del método de cálculo usado actualmente (ASD) por el que se está Usando en USA y Canadá (LRFD)	Comité de expertos encargado de dirigir el consorcio	- Horas de profesionales - Laboratorios que cuenten con las máquinas necesarias para poner a prueba las estructuras.	4
Nº4	Protección por diseño	Incorporación de normativas que rijan la protección por diseño	Comité de expertos encargado de dirigir el consorcio	- Horas de profesionales. - Laboratorios que cuenten con la infraestructura para realizar las mismas pruebas que se llevaron a cabo en USA, pero con madera nacional.	3

Fuente: Elaboración Propia, (2021)

- 6.- Para mejorar la fiscalización del cumplimiento de las normativas el comité de expertos será responsable de llevar a cabo un programa en el que el principal recurso a utilizar serán horas profesionales de especialistas en el área, los que forman parte del consorcio. Se propone imitar el actual funcionamiento utilizado en Chile para fiscalizar los tratamientos fitosanitarios de las plantas exportadoras de madera, el cual sí se lleva a cabo de buena manera. Funciona de la siguiente manera: en la actualidad cada planta tiene un encargado contraparte del SAG, certificado por el SAG, que realiza un control interno del cumplimiento de las normativas. Seguidamente, el SAG ingresa a la planta a realizar auditorías sobre el cumplimiento exigido. Este mismo proceder se podría adaptar a las plantas en que se produce madera aserrada estructural, donde este consorcio cumpla el rol análogo al del SAG y desarrolle un curso de certificación. El tiempo estimado de este proceso es de dos años y medio.
- 7.- Para actualizar la norma NCh433, el comité de expertos será el encargado de proponer un plan de acción que busque demostrar que las edificaciones de madera resisten un desplazamiento entre pisos mayor a 2x1000. Imitando el proceso que se llevó a cabo en USA para cumplir esta meta, el comité deberá buscar interesados en investigar la correcta ejecución de proyectos experimentales y a los inversionistas interesados en fomentar el uso de la madera, donde los mismos productores que conforman la organización pueden aportar con materiales. Como este proceso conlleva construcciones, demostraciones y pruebas, tendrá una duración aproximada de ocho años.
- 8.- El proceso para actualizar el modelo de cálculo empleado actualmente debe ser dirigido por el comité de expertos, quien delegará las tareas a los más idóneos; ello, debido a que separadamente ya hay investigadores que han abordado el tema y calculado los beneficios, los que no han contado con un apoyo capaz de generar el cambio, además serán necesarios laboratorios de ensayos para las piezas que conforman la vivienda, tales como muros, vigas pilares, etc. Así, podría demostrarse que el nuevo modelo es más exacto, permisivo e igual de seguro. El proceso tiene una duración estimada de cuatro años.
- 9.- Para incorporar la protección por diseño contra incendios el comité debe escoger a sus investigadores mas avanzados en el área para trabajar en conjunto, principalmente en investigar los ensayos realizados en USA y replicar los mismos pero a piezas construidas con madera nacional bajo el cumplimiento de las normas chilenas: De este modo, se podrá verificar si el comportamiento es igual de positivo que el que logra en USA con sus materiales. Se estima que esto puede ser llevado a cabo en tres años.

- 10.- Para cumplir con los importantes pasos antes mencionados, el comité de expertos debe generar un sistema de colaboración mutua y transferencia de energía de manera de cumplir aquellos pasos en el menor tiempo posible, habida cuenta que Chile dispone de laboratorios y ciertas tecnologías, pero no todas las organizaciones cuentan con ello, y las que existen deben utilizarse y aprovecharse plenamente. El trabajo en conjunto será más expedito si se generan sinergias entre los actores.
- 11.- Al identificar la construcción de madera en mediana altura como la principal brecha constructiva, se deberían comenzar a construir edificios de madera antes del cambio de la normativa, tal como lo tiene planificado el joint venture entre la Empresa CMPC y Cortelima en la ciudad de Los Ángeles así aportar un efecto demostrativo que genere confianza por parte de constructoras y consumidores de viviendas hacia el material. Ello es logable, por el momento, con la construcción de un proyecto híbrido, edificando una vivienda de mediana altura con un núcleo de hormigón con el propósito de crear cierta rigidez (ese núcleo puede ser perfectamente una caja de ascensor) el que debe ser calculado y diseñado para recibir el 50% de las cargas. El proyecto puede ser abierto al público, fomentando las visitas a este y se inicie la necesaria concientización al público respecto de la resistencia del material. La consecuencia directa de lo anterior será que el esfuerzo de convencimiento ya se habrá realizado para el momento en que se actualice la norma NCh433.

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

1. Se identificaron los aspectos centrales y relevantes contenidos en las normativas que regulan la construcción en madera de Chile, USA y Canadá.
2. Las mejores prácticas de los países anteriormente citados son posibles de emular para impulsar el fomento e incremento del uso de la madera en Chile, dentro de las cuales se encuentran la actualización frecuente de normas, modelo de cálculo más permisivo e igual de eficaz, protección de la madera a través del diseño, fiscalización del cumplimiento de las normas mediante empresas certificadas, y la presencia de una organización encargada de llevar en regla las prácticas antes mencionadas.
3. La brecha identificada más marcada se relaciona con la construcción en madera de construcciones de mediana altura, dejada en evidencia por la actualización canadiense del NBC año 2020, en que se aumentaron de 6 pisos (norma 2015) a 12 pisos; en la misma línea se ubica USA, en que el IBC actualizado el año 2021 permitirá la edificación de proyectos de límite 9 a 18 pisos, dependiendo de la resistencia al fuego.
4. La falta de comunicación más directa, fluida y permanente entre las organizaciones del sector de la construcción de madera en Chile genera un desaprovechamiento de recursos, duplicación de esfuerzos y ralentización de los avances, debido a que se invierte más de una vez en un mismo proyecto, obteniendo los mismos resultados, pero en momentos y ámbitos diferentes.
5. Las brechas detectadas son producto de la inexistencia de una organización como la que opera en los países referentes, donde las materias en que Chile es deficitario son responsabilidad de esa organización. La eventual creación del consorcio evitaría la duplicación de esfuerzos en pro de buscar un mismo resultado, generaría sinergias, y potenciaría las investigaciones. Además, elevaría significativamente la eficiencia en el uso de recursos escasos (políticos, institucionales, financieros, tecnológicos y legales).

5.2 Recomendaciones

1. Las carreras universitarias ligadas a la construcción deben robustecer su malla curricular en materias relacionadas con el uso de la madera. Así, una vez mejorada la calidad de los productos, también existirán profesionales capacitados para trabajar la madera con altos estándares, y dominar las consideraciones técnicas al momento de comprar y construir.
2. El Estado debe impulsar políticas públicas en que cuyo centro sea la discriminación positiva para madera en la construcción de proyectos públicos, fundamentado en el cuidado por el medioambiente y el cumplimiento del acuerdo de París. Además, podrían contemplarse beneficios y explícitos para las constructoras que producen menos emisiones de dióxido de carbono y a los usuarios que decidan construir sus viviendas con este material.
3. La organización propuesta debería considerar la capacitación como una actividad basal al momento de reclutar personal para construir viviendas de madera, con el objeto de certificarlos por nivel, factor que opera como incentivo para recibir mejores remuneraciones, mayores niveles de seguridad y menores posibilidades de accidentabilidad.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

- Acevedo, J. (4 de Junio de 2021). Entrevista Investigativa de Normas . (M. Lotito, Entrevistador)
- Armijo, P. (13 de Junio de 2021). Entrevista Investigativa de Normas. (M. Lotito, Entrevistador)
- Asociación Española para la Calidad. (s.f.). *aec.cl*. Obtenido de <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/normas-astm>
- Barrientos, S. (2010). *Terremoto Cauquenes 27 Febrero 2010*. Santiago.
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (13 de 01 de 2010). Obtenido de <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1010668&idVersion=2020-09-08&idParte=8861344>
- Canadian Wood Council. (s.f.). *cwc.ca*. Obtenido de <https://cwc.ca/codes-and-standards/>
- Caro, M. (22 de marzo de 2018). *ideasqueinspiran.com*. Obtenido de <https://ideasqueinspiran.com/2018/03/22/caracteristicas-de-una-buena-pregunta/>
- CASEN. (2013). *Materiales de los muros viviendas en el país*. (s.f.). *deconceptos.com*. Obtenido de <https://deconceptos.com/general/experto>
- DUNHAM. (2017). *dunhameng.com*. Obtenido de <https://www.dunhameng.com/>
- ELIGEMADERA. (2018). Cálculo Estructural en Madera . Chile.
- Espinosa, R. (2017). *robertoespinosa.es*. Obtenido de <https://robertoespinosa.es/2017/05/13/benchmarking-que-es-tipos-ejemplos>
- Fritz, A. (2017). La Madera. Santiago.
- Gallardo, C. (2019). *Construcción en Madera, Políticas Públicas, Fomento y Legislación*. Santiago.
- Growing Buildings. (s.f.). *Growing Buildings*. Obtenido de <https://growingbuildings.com/construccion-y-emisiones-co2-a-la-atmosfera/#:~:text=El%20sector%20de%20la%20construcci%C3%B3n,la%20contaminaci%C3%B3n%20de%20las%20aguas>
- GRUPO BANCO MUNDIAL. (2020). *La Construcción de viviendas en madera en Chile*. Washington.
- Guindos, P. (27 de Mayo de 2021). Entrevista Investigativa de Normativas. (M. Lotito, Entrevistador)
- Heinemann, K. (2003). *Introducción a la metodología de la investigación*. Barcelona.
- Hernandez, E. (30 de Agosto de 2019). Construcción en madera: un camino hacia la edificación sostenible. (L. T. bio), Entrevistador)
- Hernández, G. (25 de Mayo de 2021). Entrevista Investigativa de normas. (M. Lotito, Entrevistador)
- Hernandez, H. (2019). Control de la Productividad. Santiago.
- INFOR. (2019). *LA INDUSTRIA DEL ASERRÍO*.
- Instituto de la Construcción. (2019). *normativaconstrucción.cl*. Obtenido de https://www.normativaconstruccion.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=4&Itemid=262
- Intergovernmental Panel on Climate Change . (2019). *Calentamiento global de 1.5°C*.

Kohtz, A. (9 de 11 de 2016). *nippon.com*. Obtenido de <https://www.nippon.com/es/views/b02314/>

López, J. F. (2019). *Actividad económica*. Murcia.

Madera 21 . (s.f.). *Madera21*. Obtenido de <https://www.madera21.cl/2757-2/#1480606592685-487c848c-e250>

Madera 21. (30 de 11 de 2016). *madera21.cl*. Obtenido de <https://www.madera21.cl/la-leccion-que-dejan-las-construcciones-en-madera-mas-antiguas-del-mundo/>

Madera 21. (s.f.). *Madera21*. Obtenido de <https://www.madera21.cl/2757-2/#1480605418063-212f1493-810c>

Madera 21. (s.f.). *Madera21*. Obtenido de <https://www.madera21.cl/2757-2/#1480605520432-59eda607-6cf0>

Madera 21. (s.f.). *Madera21*. Obtenido de <https://www.madera21.cl/2757-2/>

Maderame. (s.f.). *Maderame.com*. Obtenido de <https://maderame.com/ventajas-beneficios-madera/>

Maderea. (s.f.). *Maderea* . Obtenido de <https://www.maderea.es/por-que-la-madera-es-un-buen-aislante-acustico/#:~:text=Acorde%20a%20este%20principio%2C%20una,la%20atravies en%20y%20convirti%C3%A9ndose%20por>

Martínez, J. E.-C. (2008). *Validez de contenido y juicio de expertos*.

Mdec. (27 de 11 de 2020). *emedec.com*. Obtenido de <https://www.emedec.com/la-madera-en-interiores-reduce-los-niveles-de-estres/>

Meteochile . (2019). *Meteochile Gov*. Obtenido de <http://blog.meteochile.gob.cl/2019/02/08/un-activo-verano-en-el-cono-sur/>

Ministerio de Hacienda. (25 de 08 de 2001). Norma : Ley-19749. Chile.

Normativa Construcción . (s.f.). *normativaconstrucción.cl*. Obtenido de https://www.normativaconstruccion.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=4&Itemid=262

Oficina Económica y Comercial de España en Ottawa. (2015). *Informe Económico y Comercial*. Ottawa.

Olavarria, M. A. (1990). *Visión del uso de la madera en Chile y sus perspectivas*. Santiago.

Perozo, I. (5 de Octubre de 2019). Como entrevistar.

Portal Educativo. (s.f.). *Portal Educativo*. Obtenido de <https://www.portaleducativo.net/cuarto-basico/642/recursos-naturales-renovables-y-no-renovables>

Question Pro. (s.f.). *QuestionPro*. Obtenido de <https://www.questionpro.com/es/una-encuesta.html>

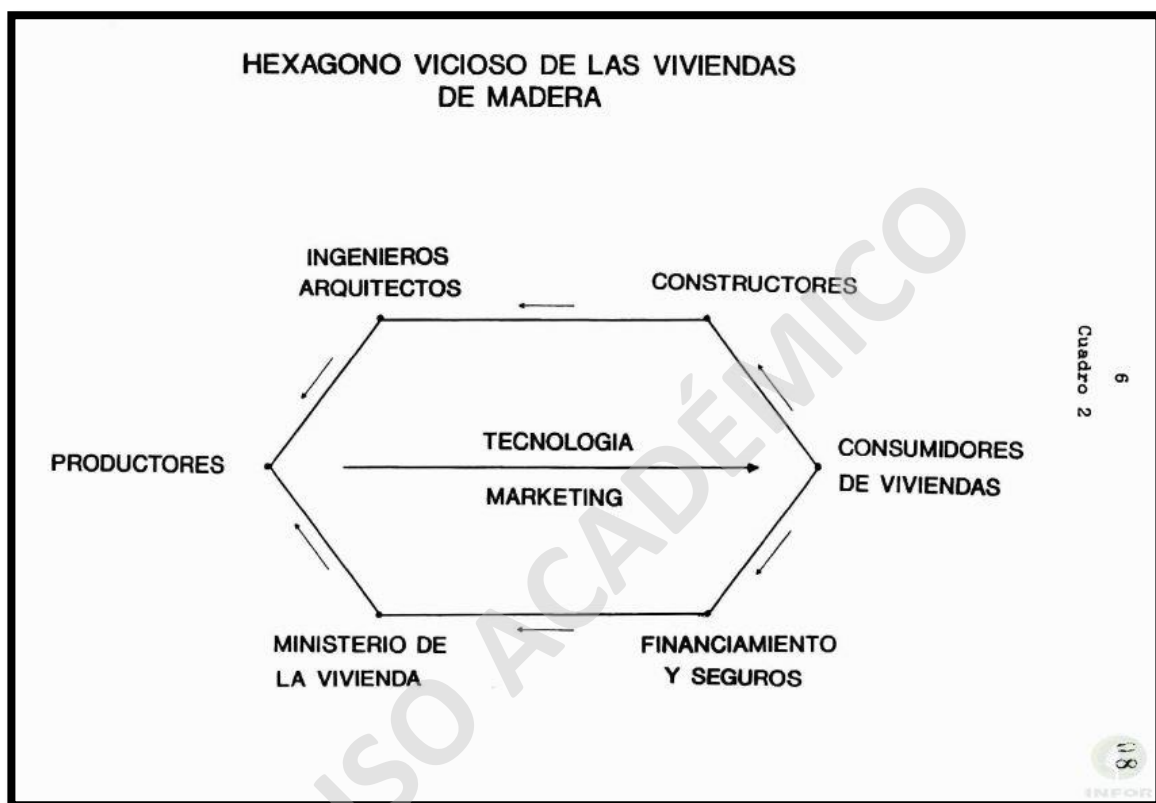
Solminihaq, H. d. (21 de 11 de 2018). *claseejecutiva.uc.cl*. Obtenido de <https://www.claseejecutiva.uc.cl/blog/articulos/industria-de-la-construccion-en-chile-por-que-es-el-termometro-de-la-economia/>

TINSA. (26 de MAYO de 2015). *TINSA.ES*. Obtenido de <https://www.tinsa.es/blog/curiosidades/7-motivos-por-los-que-los-estadounidenses-prefieren-casas-de-madera/>

Universidad Católica de Chile. (s.f.). *profesores-icc.ing.puc.cl*. Obtenido de <https://profesores-icc.ing.puc.cl/pguindos/>

ANEXOS

Anexo A: Hexágono Vicioso de las viviendas de madera.



1.0 ANTECEDENTES GENERALES

La situación de partida del estudio fue una investigación realizada por Fundación Chile, en la cual se definió el problema del bajo consumo de maderas en la vivienda a través de un diagrama que señala las necesidades y problemas que afectan a los distintos agentes vinculados a este subsector.

Este diagrama, que se presenta a continuación, fue definido como un "Hexágono Vicioso" por estos investigadores, debido a que cada agente involucrado delega responsabilidad en el que le antecede en la cadena que lleva finalmente a la vivienda terminada. (Cuadro 2)

Así por ejemplo, el productor explica el bajo consumo de madera en la vivienda, por la falta de tecnologías adecuadas, una ineficiente promoción, y la escasez de asistencia técnica. El usuario, no adquiere la vivienda de madera debido a que el mercado no satisface sus exigencias de: seguridad, precio, calidad y, además, por falta de divulgación, de financiamiento para este tipo de viviendas, y por último, a que el mercado no ofrece seguros para las mismas.

Por su parte, los profesionales ligados a la construcción asignan a la falta de capacitación en el empleo de estos materiales, una alta cuota de responsabilidad, y así también señalan, que los productores no son capaces de satisfacer sus demandas de madera de buena calidad.

A su vez, el financiamiento de este tipo de viviendas se vería limitado por las normas y reglamentos impuestos por el Ministerio de la Vivienda, lo que también afectaría al mercado de los seguros. Por último, el citado Ministerio responsabiliza de esta situación, a la falta de elementos necesarios y a la calidad de este material, por lo cual los usuarios no estarían dispuestos a adquirirlas. De esta forma, se cierra el ciclo, dando lugar a que los seis puntos señalados se transformen en este llamado "Hexágono Vicioso".

Anexo B: Normas chilenas de construcción (Madera 21).



Normas chilenas de construcción en madera

	Año	Norma	Título
1	2015	NCh3390:2015	Madera - Metodología de medición de emisión de formaldehído por micro cámara
2	2015	NCh3391:2015	Madera - Tableros de fibra y tableros de partículas - Límite máximo de emisión de formaldehído
3	2014	NCh762:1976	Planchas y tableros a base de madera - Determinación del contenido de humedad
4	2014	NCh1198:2014	Madera - Construcciones en madera - Cálculo
5	2013	NCh2148:2013	Madera laminada encolada estructural - Requisitos, métodos de muestreo e inspección
6	2012	NCh790:2012	Madera - Preservación - Clasificación, composición y requisitos de los preservantes para madera
7	2012	NCh819:2012	Madera preservada - Pino radiata - Clasificación según riesgo de deterioro en servicio y muestreo
8	2010	NCh1969/1:2010	Maderas - Especies latifoliadas - Clasificación visual por despiece o aprovechamiento - Parte 1: Madera aserrada o cepillada proveniente de bosques secundarios nativos de las especies coigüe, raulí y roble
9	2010	NCh3223:2010	Maderas - Especies latifoliadas - Clasificación visual de trozas provenientes de bosques secundarios nativos de las especies coigüe, raulí y roble
10	2010	NCh3226:2010	Madera - Bosques secundarios nativos de las especies coigüe, raulí y roble - Clasificación visual para uso estructural - Especificaciones de los grados de calidad
11	2010	NCh3222:2010	Madera - Especies latifoliadas - Clasificación visual de árboles en pie de bosques secundarios nativos de las especies coigüe, raulí y roble
12	2009	NCh2151:2009	Madera laminada encolada estructural - Vocabulario (Visualización gratuita disponible en http://normastecnicas.minvu.cl/)
13	2008	NCh3177:2008	Madera-Plástico - Determinación de propiedades físicas y mecánicas - Métodos de ensayo
14	2008	NCh173:2008	Madera - Terminología general
15	2008	NCh1969:2008	Madera - Especies latifoliadas - Clasificación visual por despiece o aprovechamiento
16	2008	NCh3028/2:2008	Madera estructural - Determinación de propiedades físicas y mecánicas de la madera clasificada por su resistencia - Parte 2: Muestreo y evaluación de los valores característicos de piezas en tamaño estructural

17	2008	NCh3112:2008	Adhesivos - Clasificación de adhesivos termoplásticos para madera de uso no estructural
18	2007	NCh3079:2007 ISO 6891:1983	Madera - Uniones realizadas con elementos de unión mecánicos - Determinación de las características de resistencia y deformación - Principios generales
19	2007	NCh3060:2007	Preservantes de la madera - Determinación de la eficacia contra termitas subterráneas - Método de laboratorio
20	2007	NCh980:2007	Madera - Determinación de la contracción e hinchamiento volumétrico
21	2007	NCh3053:2007	Madera - Determinación del hinchamiento radial y tangencial
22	2007	NCh174:2007	Maderas - Unidades, dimensiones nominales, tolerancias y especificaciones
23	2007	NCh177:1973	Madera - Planchas de fibra de madera - Especificaciones
24	2007	NCh3065:2007	Madera - Especies latifoliadas - Madera para muebles - Requisitos y clasificación
25	2005	NCh3028/1:2006	Madera estructural - Determinación de propiedades físicas y mecánicas de la madera clasificada por su resistencia - Parte 1: Métodos de ensayo en tamaño estructural
26	2005	NCh775:1980	Paneles a base de madera - Tableros - Extracción de muestras y probetas y determinación de las dimensiones de las probetas
27	2005	NCh1207:2005	Pino radiata - Clasificación visual para uso estructural - Especificaciones de los grados de calidad (Visualización gratuita disponible en http://normastecnicas.minvu.cl/)
28	2004	NCh3004:2006	Madera - Métodos de ensayo para determinar las propiedades mecánicas de madera de chapas laminadas para uso estructural
29	2004	NCh3005:2006	Madera - Evaluación estructural de madera de chapas laminadas
30	2003	NCh3003:2006	Adhesivos - Adhesivos para madera de chapas laminadas de uso exterior (uso húmedo) - Requisitos y métodos de ensayo
31	2003	NCh2957/0:2006	Madera - Material de propagación de uso forestal - Parte 0: Producción y comercialización
32	2003	NCh2957/1:2006	Madera - Material de propagación de uso forestal - Parte 1: Requisitos generales para Pino radiata
33	2003	NCh2957/2:2006	Madera - Material de propagación de uso forestal - Parte 2: Requisitos generales para Eucaliptus globulus y Eucalyptus nitens

34	2002	NCh2957/4:2006	Madera - Material de propagación de uso forestal - Parte 4: Requisitos generales para pino Oregón
35	2002	NCh760:1973	Madera - Tableros de partículas - Especificaciones
36	2002	NCh351/3:2002	Construcción - Escalas - Parte 3: Requisitos para las escalas de madera
37	2000	NCh2999:2006	Maderas - Madera aserrada de álamo - Requisitos
38	1999	NCh793:1973	Madera - Planchas y tableros lignocelulósicos - Determinación de la absorción de agua y del hinchamiento después de la inmersión en agua
39	1999	NCh794:1973	Madera - Planchas y tableros lignocelulósicos - Determinación de la resistencia a la flexión
40	1999	NCh2059:1999	Madera - Tableros de fibra de densidad media y tableros de partículas - Determinación del contenido de formaldehído - Método de extracción denominado del perforador
41	1999	NCh999:1999	Andamios de madera de doble pie derecho - Requisitos
42	1998	NCh2957/5:2006	Madera - Material de propagación de uso forestal - Parte 5: Requisitos generales para Raulí
43	1996	NCh178:2005	Madera aserrada de pino radiata - Clasificación por aspecto
44	1996	NCh2122:2000 Mod. 2004	Maderas - Postes de pino radiata - Especificaciones y dimensiones
45	1996	NCh354:2004	Hojas de puertas lisas de madera - Requisitos generales
46	1996	NCh723:2004	Hojas de puertas lisas de madera - Métodos de ensayo (Visualización gratuita disponible en http://normastecnicas.minvu.cl/)
47	1995	NCh2824:2003	Maderas - Pino radiata - Unidades, dimensiones y tolerancias
48	1995	NCh631:2003	Madera preservada - Extracción de muestras (Visualización gratuita disponible en http://normastecnicas.minvu.cl/)
49	1991	NCh176/1:2003	Madera - Parte 1: Determinación del contenido de humedad (Visualización gratuita disponible en http://normastecnicas.minvu.cl/)
50	1989	NCh2100:2003	Madera - Molduras - Designación, perfiles y dimensiones
51	1989	NCh2093:2002	Madera - Tableros de fibra de densidad media y tableros de partículas - Límites del contenido de formaldehído total extraíble
52	1988	NCh630:1998	Madera - Preservación - Terminología
53	1988	NCh1438:1996	Madera preservada - Preparación de la muestra, por incineración húmeda, para análisis químico

34	1987	NCh753:1996	Madera - Preservación - Medición de la penetración de preservantes en la madera (Visualización gratuita disponible en http://normastecnicas.minvu.cl/)
35	1986	NCh763/2:1996	Madera - Preservación - Parte 2: Método estándar de madera tratada y soluciones de tratamiento mediante espectrofotometría de absorción atómica (Visualización gratuita disponible en http://normastecnicas.minvu.cl/)
36	1986	NCh763/1:1996	Maderas - Preservación - Parte 1: Análisis de madera preservada y soluciones preservantes mediante espectroscopia de fluorescencia de rayos X (Visualización gratuita disponible en http://normastecnicas.minvu.cl/)
37	1986	NCh1439:1995	Madera - Preservación - Preservantes hidrosolubles - Análisis químico clásico
38	1986	NCh2284:1995	Maderas - Preservantes - Métodos de muestreo
39	1986	NCh2165:1991	Tensiones admisibles para la madera laminada encolada estructural de pino radiata (Visualización gratuita disponible en http://normastecnicas.minvu.cl/)
60	1986	NCh2130:1989 Mod.1991	Madera laminada encolada - Clasificación mecánica y visual de madera aserrada de pino radiata (Visualización gratuita disponible en http://normastecnicas.minvu.cl/)
61	1986	NCh2149:1989	Madera - Madera aserrada - Determinación del módulo de elasticidad en flexión - Método de ensayo no destructivo
62	1986	NCh1970/1:1988	Maderas - Parte 1: Especies latifoliadas - Clasificación visual para uso estructural - Especificaciones de los grados de calidad (Visualización gratuita disponible en http://normastecnicas.minvu.cl/)
63	1986	NCh1970/2:1988	Maderas - Parte 2: Especies coníferas - Clasificación visual para uso estructural - Especificaciones de los grados de calidad (Visualización gratuita disponible en http://normastecnicas.minvu.cl/)
64	1986	NCh176/2:1986 Mod.1988	Madera - Parte 2: Determinación de la densidad
65	1986	NCh1989:1986 Mod.1988	Maderas - Agrupamiento de especies madereras según su resistencia - Procedimiento (Visualización gratuita disponible en http://normastecnicas.minvu.cl/)
66	1986	NCh789/1:1987	Maderas - Parte 1: Clasificación de maderas comerciales por su durabilidad natural (Visualización gratuita disponible en http://normastecnicas.minvu.cl/)
67	1986	NCh1990:1986	Madera - Tensiones admisibles para madera estructural (Visualización gratuita disponible en http://normastecnicas.minvu.cl/)
68	1986	NCh968:1986	Madera - Selección, obtención y acondicionamiento de muestras y probetas para la determinación de propiedades

			físicas y mecánicas
69	1984	NCh969:1986	Madera - Determinación de las propiedades mecánicas - Condiciones generales para los ensayos
70	1981	NCh973:1986	Madera - Determinación de las propiedades mecánicas - Ensayo de compresión paralela
71	1980	NCh974:1986	Madera - Determinación de las propiedades mecánicas - Ensayo de compresión perpendicular a las fibras
72	1980	NCh975:1986	Madera - Determinación de las propiedades mecánicas - Ensayo de tracción perpendicular a las fibras
73	1979	NCh976:1986	Madera - Determinación de las propiedades mecánicas - Ensayo de cizalle paralelo a las fibras
74	1979	NCh724:1979	Paneles a base de madera - Tableros - Vocabulario
75	1979	NCh795:1979	Tableros de partículas - Determinación de la tracción perpendicular al plano
76	1977	NCh977:1986	Madera - Determinación de las propiedades mecánicas - Ensayo de clavaje
77	1976	NCh978:1986	Madera - Determinación de las propiedades mecánicas - Ensayo de dureza
78	1973	NCh979:1986	Madera - Determinación de las propiedades mecánicas - Ensayo de extracción de clavo
79	1973	NCh986:1986	Madera - Determinación de las propiedades mecánicas - Ensayo de tenacidad
80	1973	NCh987:1986	Madera - Determinación de las propiedades mecánicas - Ensayo de flexión estática
81	1973	NCh176/3:1984	Madera - Parte 3: Determinación de la contracción radial y tangencial
82	1972	NCh792:1981	Paneles a base de madera - Tableros - Determinación de la densidad
83	1972	NCh761:1980	Paneles a base de madera - Tableros - Determinación de las dimensiones y de la forma
84	1972	NCh993:1972	Madera - Procedimiento y criterios de evaluación para clasificación
85	1962	NCh1320:1977	Madera destinada a preservación - Requisitos
86	1962	NCh356:1962	Parquet
87	1957	NCh992:1972	Madera - Defectos a considerar en la clasificación, terminología y métodos de medición
88	1957	NCh355:1957	Ventanas de madera

Anexo C: Norma Chilena Oficial NCh174

NCh174	
NORMA CHILENA OFICIAL	NCh 174
MADERAS - UNIDADES EMPLEADAS, DIMENSIONES NOMINALES, TOLERANCIAS Y ESPECIFICACIONES	
1 ALCANCE	
1.1 Esta norma establece unidades de medida, dimensiones nominales, tolerancias y forma de especificar las piezas de madera aserradas y cepilladas.	
1.2 Las dimensiones nominales que esta norma establece se entienden aplicables a piezas, de madera con un contenido de humedad de referencia igual al 20%.	
1.3 Las prescripciones de esta norma se aplican tanto a maderas de coníferas como de latifoliadas.	
1.4 Especificaciones diferentes a las de esta norma, podrán ser convenidas mediante acuerdo escrito entre comprador y vendedor.	
1.5 Esta norma no se aplica a piezas de maderas especiales y perfiles.	
2 REFERENCIAS	
NCh173	Madera -.Terminología general.
3 UNIDADES	
3.1 Las dimensiones nominales del espesor y del ancho de una pieza de madera se expresan en milímetros enteros.	
3.2 La longitud nominal de una pieza, de madera se expresa en metros con dos decimales.	
3.3 El volumen de una pieza de madera se expresa en metros cúbicos con cinco decimales, siendo el quinto una aproximación a la cien milésima más cercana. (Ver ejemplo en anexo A).	

4 DIMENSIONES NOMINALES

4.1 Madera aserrada.

4.1.1 Los espesores y anchos nominales para la madera aserrada son los señalados en la tabla 1.

TABLA 1 - Espesores y anchos nominales para madera aserrada.

Ancho mm Espesor mm	50	63	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300
12	x	x	x									
19	x	x	x	x								
25	x	x	x	x	x	x	x	x				
32	x	x	x	x	x	x	x	x				
38	x	x	x	x	x	x	x	x				
45	x	x	x	x	x	x	x	x				
50	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
63		x	x	x	x	x	x	x	x	x		
76			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
100				x	x	x	x	x	x	x	x	x

x : escuadras nominales normalizadas.

4.2 Madera cepillada.

4.2.1 Los espesores y anchos nominales para la madera cepillada son los señalados en la tabla 2.

TABLA 2 - Espesores y anchos nominales para madera cepillada

Ancho mm Espesor mm	50	63	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300
9	x	x	x									
16	x	x	x	x								
22	x	x	x	x	x	x	x	x				
28	x	x	x	x	x	x	x	x				
34	x	x	x	x	x	x	x	x				
41	x	x	x	x	x	x	x	x				
45	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
58		x	x	x	x	x	x	x	x	x		
70			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
95				x	x	x	x	x	x	x	x	x

x : escuadrías nominales normalizadas.

4.3 Longitud.

4.3.1 Las longitudes nominales son desde 1,20 m hasta 6,00 m con incrementos de 0,30 m es decir: 1,20; 1,50; 1,80; 2,10; 2,40; 2,70; 3,00; 3,30; 3,60; 3,90; 4,20; 4,50; 4,80; 5,10; 5,40; 5,70; 6,0 m.

4.3.2 Para la longitud nominal se recomienda una sobredimensión igual a 0,05 m.

4.4 Anchos y longitudes promedios.

4.4.1 Ancho promedio.

Se calcula dividiendo la suma de los anchos nominales de todas las piezas involucradas, por el número total de piezas. (Ver ejemplo en anexo B).

4.4.2 Longitud promedio.

Se obtiene dividiendo la suma de las longitudes nominales de todas las piezas involucradas, por el número total de piezas. (Ver ejemplo en anexo B).

5 TOLERANCIAS

5.1 Espesor.

5.1.1 Las piezas de madera con un contenido de humedad igual al 20% no deben tener un espesor menor que el espesor nominal especificado en la tabla 1 de esta norma.

5.1.2 Se acepta una tolerancia de 5% con un máximo de 3 mm por sobre dicho espesor nominal.

5.1.3 Para obtener el espesor nominal al 20% de contenido de humedad, se debe sobredimensionar la pieza en el momento de su aserrado a fin de compensar las contracciones que en ella se desarrollan. (Ver anexo C).

5.2 Ancho.

5.2.1 Las piezas de madera con un contenido de humedad igual al 20 % no deben tener un ancho menor que el ancho nominal especificado en la tabla 1 de esta norma.

5.2.2 Se acepta una tolerancia de 5% con un máximo de 5 mm por sobre dicho ancho nominal.

5.2.3 Para obtener el ancho nominal al 20 % de contenido de humedad, se debe sobredimensionar la pieza en el momento de su aserrado a fin de compensar las contracciones que en ella se desarrollan. (Ver anexo C).

6 ESPECIFICACIONES

6.1 Para cada pieza de madera se deben especificar las siguientes características:

- a) especie,
- b) grado;
- c) dimensiones nominales;
- d) tipo de elaboración;
- e) contenido de humedad; y
- f) preservación (penetración y retención).

6.2 La especie se debe identificar por su nombre científico y su nombre común.

6.3 El grado se debe identificarse por el tipo de clasificación (por aspecto, por resistencia, por despiece, etc.) al cual él pertenece y por su nombre.

ANEXO A

Este anexo no forma parte del cuerpo de la norma, se inserta sólo a título informativo.

Ejemplo:

ESPESOR e mm	ANCHO a mm	LONGITUD L m	$e \cdot a \cdot L$ m^3	VOLUMEN m^3
25	100	3,30	0,0061875	0,00619
50	125	3,90	0,024375	0,02438
63	175	4,50	0,0496125	0,04961

ANEXO B

Este anexo no forma parte del cuerpo de la norma, se inserta sólo a título informativo.

Ejemplo:

Para un mismo espesor el ancho y longitud promedio de 77 piezas se calcula de la siguiente forma:

NUMERO DE PIEZAS	ANCHO DE CADA PIEZA mm	ANCHOS TOTALES mm	LONGITUDES TOTALES m
18	150	2 700	63,00
15	175	2 625	60,00
25	200	5 000	112,50
13	250	3 250	61,50
6	300	1 800	32,00
TOTAL			
77	-	15 375	329,00

$$\text{Ancho promedio} = \frac{15375}{77} = 200 \text{ mm}$$

$$\text{Longitud promedio} = \frac{329}{77} = 4,27 \text{ m}$$

ANEXO C

Este anexo no forma parte del cuerpo de la norma, se inserta solo a título informativo.

Sobredimensiones que se recomiendan en madera aserrada (dimensión nominal a 20% C.H.) para compensar el efecto combinado de la contracción y el colapso según grupos de especies.

SUBDIMENSION A 12% C.H. mm	DIMENSIÓN NOMINAL A 20% C.H. mm	SOBREDIMENSION EN ESTADO VERDE SEGÚN GRUPO DE ESPECIES*) mm		
		1	2	3
- 1	12	+ 1	+ 1	+ 1
- 1	19	+ 2	+ 2	+ 1
- 1	25	+ 3	+ 2	+ 1
- 1	32	+ 3	+ 2	+ 1
- 2	38	+ 4	+ 3	+ 2
- 2	45	+ 4	+ 3	+ 2
- 2	50	+ 5	+ 3	+ 2
- 2	63	+ 6	+ 4	+ 2
- 3	75	+ 7	+ 5	+ 3
- 3	100	+ 9	+ 6	+ 3
- 4	125	+ 11	+ 8	+ 4
- 5	150	+ 13	+ 9	+ 5
- 6	175	+ 15	+ 11	+ 5
- 6	200	+ 18	+ 12	+ 7
- 7	225	+ 20	+ 14	+ 7
- 8	250	+ 22	+ 16	+ 8
- 9	275	+ 24	+ 17	+ 9
- 9	300	+ 27	+ 19	+ 10

*) Grupo 1:

Coigüe : (*Nothofagus dombeyi* (MIRB.) OERST.)

Eucalipto : (*Eucalyptus globulus* LABILL.)

Roble : (*Nothofagus obliqua* (MIRB.) OERST.)

Tineo : (*Weinmannia trichosperma* CAV.)

Grupo 2:

- Lingue : (*Persea lingue* NEES)
 Olivillo : (*Aextoxicon punctatum* R. ET PAVON)
 Raulí : (*Nothofagus alpina* (POEPP ET ENDL) KRASSER)
 Ulmo : (*Eucryphia cordifolia* CAV.).

Grupo 3

- Alerce : (*Fitzroya cupressoides* (MOL.) JOHNSTON)
 Araucaria : (*Araucaria araucana* (MOL.) C. KOCH)
 Laurel : (*Laurelia sempervirens* (R. ET PAV.) TUL)
 Mañío : (*Podocarpus nubigena* LINDL.)
 Pino insigné : (*Pinus radiata* D. DON)
 Tapa : (*Laurelia philippiana* LOOSER).

NOTA – Estas sobredimensiones están referidas al plano tangencial de la madera ; en caso de tratarse del plano radial se debe dividir por dos y en cortes intermedios buscar una aproximación equivalente al promedio entre planos tangencial y radial.

ANEXO C

Este anexo no forma parte del cuerpo de la norma, se inserta solo a título informativo.

Sobredimensiones que se recomiendan en madera aserrada (dimensión nominal a 20% C.H.) para compensar el efecto combinado de la contracción y el colapso según grupos de especies.

SUBDIMENSION A 12% C.H. mm	DIMENSIÓN NOMINAL A 20% C.H. mm	SOBREDIMENSION EN ESTADO VERDE SEGÚN GRUPO DE ESPECIES*) mm		
		1	2	3
- 1	12	+ 1	+ 1	+ 1
- 1	19	+ 2	+ 2	+ 1
- 1	25	+ 3	+ 2	+ 1
- 1	32	+ 3	+ 2	+ 1
- 2	38	+ 4	+ 3	+ 2
- 2	45	+ 4	+ 3	+ 2
- 2	50	+ 5	+ 3	+ 2
- 2	63	+ 6	+ 4	+ 2
- 3	75	+ 7	+ 5	+ 3
- 3	100	+ 9	+ 6	+ 3
- 4	125	+ 11	+ 8	+ 4
- 5	150	+ 13	+ 9	+ 5
- 6	175	+ 15	+ 11	+ 5
- 6	200	+ 18	+ 12	+ 7
- 7	225	+ 20	+ 14	+ 7
- 8	250	+ 22	+ 16	+ 8
- 9	275	+ 24	+ 17	+ 9
- 9	300	+ 27	+ 19	+ 10

*) Grupo 1:

Coigüe : (*Nothofagus dombeyi* (MIRB.) OERST.)

Eucalipto : (*Eucalyptus globulus* LABILL.)

Roble : (*Nothofagus obliqua* (MIRB.) OERST.)

Tineo : (*Weinmannia trichosperma* CAV.)

ANEXO B

Este anexo no forma parte del cuerpo de la norma, se inserta sólo a título informativo.

Ejemplo:

Para un mismo espesor el ancho y longitud promedio de 77 piezas se calcula de la siguiente forma:

NUMERO DE PIEZAS	ANCHO DE CADA PIEZA mm	ANCHOS TOTALES mm	LONGITUDES TOTALES m
18	150	2 700	63,00
15	175	2 625	60,00
25	200	5 000	112,50
13	250	3 250	61,50
6	300	1 800	32,00
TOTAL			
77	-	15 375	329,00

$$\text{Ancho promedio} = \frac{15375}{77} = 200 \text{ mm}$$

Anexo D: Resumen Entrevista Pablo Guindos

Pablo Guindos – Director CIM-UC

Transcripción de la entrevista 27-05-2021

Yo creo que la normativa no lo es, si nos esta faltando normativa de fiscalización, de certificaciones, protección por diseño, sin usar tantos químicos, y algunas otras cosas pero eso no lo veo tan critico, tenemos una normativa muy avanzada, cercana a las de USA y Europa sin lugar a dudas. Por eso creo que por ahí no va el principal problema. La tecnología esta, se han hecho edificios, hay una buena cantidad de ensayos experimentales hechos en el país, investigaciones, el INFOR a hecho su parte, las universidades, etc. Estamos cercanos, yo creo que no falta mucho para un cambio.

Cuestionario

- 1. ¿Actualmente en el Centro de Innovación de la madera se esta trabajando en la actualización de normativas o esta dentro de sus planes hacerlo?**

Hemos hecho principalmente 2 cosas grandes en cuanto a normativa, una a sido modificar la 1198, incluyendo un anexo que permite calcular muros y diafragmas, antes no se podían calcular en la norma chilena y con eso uno ya puede construir edificios.

El otro bloque a sido hacer una propuesta para la 433 y ahí estamos proponiendo un coeficiente de reducción DRIFT, especial para la madera (marco plataforma) y eso básicamente.

- 2. ¿Dónde podemos encontrar la brecha mas gran en relación a normativas entre Chile y Usa/Canadá ? Comente para cada Norma especificada.**

Proceso de fiscalización y control de calidad, NORMA QUE RIJA ESO ES UNA POSIBLE SOLUCIÓN.

- 2.1. ¿cree Ud. que esa brecha que existe en el proceso de fiscalización desincentiva el uso de la madera?**

SI, lo desincentiva.

Por un lado los productores ven esto con desconfianza, ya que certificar siempre es plata, trae costos implicados. Debe venir alguien externo, una empresa, mirar las cosas y a la gente no le gusta eso. Pero por otro lado el usuario a no ser que sea un entendido o tenga sus contactos, vas a un ~~retail~~ compras madera y no tienes idea que madera es, que calidad tiene, si sirve para construcción o no, pues claro que afecta mucho a los usuarios eso.

3. ¿Conoce Ud. alguna normativa que incentive la elección de madera por sobre otro material o de otro material por sobre la madera?

No que la incentive directamente, pero se podría decir que la 433, (el hormigón) ya que acepta 2 x 1000 de deformación que es minúscula, pero es un tema de que los Ingenieros son muy conservadores y no esta hecho de mala fe.

Pero cuando hayan mas normativas en relación a cambio climático, que haya que pagar por contaminar y ese tipo de cosas, la madera va a tener mas chace. Cada vez los requerimientos técnicos son mas complejos, es cuestión de que esto avance mas y sobre todo en lugares frios costara lograr los mismos precios que con la madera ya que es mucho mas aislante.

4. ¿Cuál estima Ud. Que es el aspecto de la Normativa actual que con más urgencia debe ser actualizado para potenciar el uso de la madera en la industria de la construcción?

Construcción en mediana altura pero ya esta en proceso de ser actualizado, por eso no diría que ahora mismo es lo mas urgente, LO PRINCIPAL seria la fiscalización y control de calidad.

5. Tengo entendido que se a estado trabajando en temas que guardan relación con la construcción de mediana altura, CLT y Marco plataforma si no me equivoco;

5.1 ¿Qué fue lo que se hizo?.

1198 y 433 en relaciona normativa. Hacemos de todo, investigaciones para habilitar esas construcciones, construimos casas y edificios para poder llegar a eso, un poco de todo, no solo temas normativos.

Para poder convencer a una constructora o inmobiliaria primero hay que hacer el edificio y mostrar que resulta, mostrar los costos, que entren al edificio construido, lo miren, lo toquen, que interactúen con el, por eso intentamos participar en los proyectos pioneros, para que sirvan, para que luego sean replicado por los privados.

5.2 ¿En que parte del proyecto se encuentran?

Ahora mismo tenemos dos objetivos en mente: 1. Que la tecnología en mediana altura hasta unos 6 – 7 pisos esta lista, ahora lo que queremos hacer es optimizarla para que sea mas barata y mas competitiva con el hormigón, para eso estamos comenzando a proponer soluciones hibridas, madera hormigón. 2. El otro objetivo que tenemos es hacer un edificio de 15 pisos, para ello se debe hacer un consorcio con empresas que tengan interés, un icónico, algo mas ato, esa es la idea.

5.3 ¿Se verán de alguna manera reflejados en las normativas?

Es probable que algo cambie, las soluciones constructivas, algunos desempeños, algunas cosas para hacer edificios mas altos, eso aun hay que verlo. Lo principal no va a cambiar ya que es bastante parecida a la americana y europea donde hay edificios de este tipo, pero es probable que sobre todo en oferta tecnológica de soluciones constructivas e ofrezcan cosas nuevas.

6. La norma estructural NCh 433 que rige el diseño sísmico de edificios, regula las construcciones en madera bajo las características del hormigón, el cual es un material mucho más rígido y que no posee una capacidad tan amplia para deformarse y volver a su forma original sin alterar la resistencia como si lo hace la madera,

6.1 ¿Está de acuerdo con que la afirmación anterior?

Si, pasan 2 cosas, por un lado la madera resiste mucho mas que el 2 x 1000, el tema es que los palos chicos deben estar encapsulados en yeso cartón por el tema del fuego y el yeso cartón es un material mineral como lo es el hormigón. El problema es que el yeso cartón y estos componentes no estructurales, no tiene la tolerancia a deformación que tiene la madera. Entonces hay relativas dudas de que con 3 4 x 1000 el yeso tenga algún problema, hay incertidumbre, la madera por su parte lo resiste a la perfección, hemos hecho su análisis científico, Internacional, con métodos estandarizados. El tema es el yeso cartón y los elementos no estructurales. Eso falta aclarar.

7. ¿Cree Ud. Que con normas que abarquen mas temas y sean mas especificas se podría incrementar el uso de la madera en la construcción de viviendas?

Va por el lado de mayor fiscalización y control de calidad.

Anexo E: Resumen Entrevista Gonzalo Hernández

Gonzalo Hernández – INFOR

Transcripción de la entrevista 25-05-2021

Disponibilidad por parte de los aserraderos para introducir al mercado madera en condiciones para ser utilizada en la construcción. Una buena madera debe cumplir 4 requisitos:

- **Grado estructural**
- **dimensión Uniforme**
- **Preservada**
- **Seca**

Encontrar esos 4 requisitos cuando se va a utilizar madera para la construcción con fines estructurales, es decir, que participen en la fabricación de un muro o una cercha.

Hay normas pero hay que saber acercarlas a los aserraderos y es un trabajo que se está haciendo intensamente en el Instituto Forestal. Se están acercando las normas a los aserraderos, ESTO ES UNA CADENA y lo que se busca es que los aserraderos entreguen buena madera a la constructoras.

PS-20 es la guía conductora y te deriva a todo si es que no lo trae escrito. Te dice cuales son los grados estructurales (visual y mecánico), contenido de humedad a utilizar, la dimensiones. Es el hilo conductor, si en USA quiero desarrollar una norma para una especie X, tomo el PS- 20 como referencia y debe tener todos los elementos que están señalados en esa norma, es la guía conductora, es el marco regulatorio general.

La PS-20 es un estándar voluntario de productos y es fácil de seguir.

El déficit está en la construcción de mediana altura.

Yo diría que esa son las normas que faltarían.

La brecha que está en Chile es la construcción en mediana altura, los terrenos son cada vez más escasos por lo tanto hay que hacer un uso eficiente de ellos y eso se hace construyendo en altura.

PS 20 Es la carretera constructora que tiene que ver con la madera, que le da las características generales y que te deriva a otras normas en caso de ser necesario, en Chile no tenemos eso. Tenemos las normas a las cuales que te deriva la PS-20 pero no está dentro de un hilo conductor.

Revisar ALSC encargada de emitir la PS 20 si mal no recuerdo tiene dos áreas, **encargada de las normas propiamente tal y otra relacionada a las instituciones que hacen control de calidad**, ellos te entregan un permiso para que las agencias de control de calidad hagan su labor, si hay que certificarlos y decir que son competentes. Los están controlando regularmente y aquí en Chile no tenemos eso. Es una forma de trabajo distinta.

Revisar la cadena de productores, escuelas de ingenierías, ¿formamos carpinteros? Ahí hay una brecha importante. Cada punto de la cadena es un mundo.

cuestionario

1. **Tengo entendido que entre las acciones que realiza el INFOR se encuentra la Investigación de nuevos productos de madera, nuevas tecnologías para su utilización y mantenerse en la frontera del conocimiento de los cambios en la manera de ejecutar un proyecto de construcción con este material.**

Ahora bien, de la Información obtenida en sus investigaciones;

1.1 ¿Se realiza una transferencia tecnológica a las normas que rigen la construcción de madera en Chile?

Si, lo hacemos permanentemente, con lo mencionado anteriormente, este puente cortado entre lo que es la industria del aserrío y las constructoras tratamos de unirlos, es decir, que tiene que generar los aserraderos para que les sea útil a las constructoras y no un problema, facilitar su trabajo.

Se realiza la transferencia principalmente a los aserraderos, en particular con la gente de producción, encargados de calidad, administradores de los aserraderos, también trabajamos con los profesionales del área de la construcción ~~Arg.~~ Ingenieros, haciendo capacitaciones respecto a los requisitos que debe cumplir la madera para la construcción, revisando proyectos de viviendas, buscando inconsistencias entre lo que señala el proyecto y lo que se esta construyendo propiamente tal.

- El entrevistado se enfoca mas en como ellos acercan las normas ya existentes a los demás, no se enfoca tanto en como sus investigaciones afectan la normativa.

2. ¿Estima Ud. que las normas están actualizadas a las reales capacidades tecnológicas que ofrece la madera hoy? Comente

Es justamente en lo que se esta trabajando, se observo que habían normas sin actualizar y en un trabajo conjunto entre el INN, ministerio de vivienda y urbanismo y privados (varias empresas) y públicos (INFOR, universidades).

- 3. Al transferir los conocimientos obtenidos en sus investigaciones a la normativa existente,
¿Esta podría regir la construcción según las actuales capacidades del material?**

Es en lo que se esta trabajando actualmente

- 3.1 ¿Cree Ud. que esto fomentaría la construcción de viviendas en madera o cual cree Ud. que seria su efecto?**

Para fomentar la construcción deben ir en paralelo todos los puntos de la cadena mencionados. Gente que trabaja en la construcción, profesionales, carpintero, normativa, aserraderos y así se va fomentando el uso de la madera.

- 4. ¿Conoce Ud. alguna Norma que incentive la elección de madera por sobre otro material o de otro material por sobre la madera? Ruego explicar.**

No, Las normativas son elementos entregados a productores y constructores para que hagan su trabajo de buena manera, por lo tanto afectan positivamente cuando están bien desarrolladas

- 5. ¿Cuál estima Ud. Que es el aspecto de la Normativa actual que con más urgencia debe ser actualizado para potenciar el uso de la madera en la industria de la construcción?**

La construcción en mediana altura.

- 6. La norma estructural NCh 433 que rige el diseño sísmico de edificios, regula las construcciones en madera bajo las características del hormigón, el cual es un material mucho más rígido y que no posee una capacidad tan amplia para deformarse y volver a su forma original sin alterar la resistencia como si lo hace la madera,**

- 6.1 ¿Está de acuerdo con que la afirmación anterior?**

SI

**6.2 ¿Cree Ud. que esa norma afecta a la construcción de viviendas de madera?
Si su respuesta fuera Sí, ¿Cómo la afecta?**

Si afecta la construcción de viviendas en madera, limita la construcción de viviendas en mediana altura ya que los Drift están pensados en el hormigón y es un material mucho mas rígido en comparación a la madera que es mucho mas flexible, por lo tanto en ese sentido la norma no ayuda mucho. Al exigir un drift mayor, hay que usar mas material para lograr la rigidez, esto encárese el proyecto y desincentiva el uso del material.

12. ¿Cree Ud. que contar con normas que abarquen mas temas y sean más específicas se podría incrementar el uso de la madera en la construcción de viviendas?

La 433 seria la limitante hoy en día.

13. ¿Son suficientes las políticas publicas en Chile para fomentar el uso de la madera en la construcción de viviendas?

No son suficientes, ahí hay algo que hacer, estas políticas publicas se deben sustentar en algo y ese algo es la eficiencia energética, las respuestas están dadas por el cambio climático, esos elementos tienen que apoyar.

En Francia ya esta decretado que todas las edificaciones publicas van a tener a los menos un 50% de materialidad fibra, basado en el tema del cambio climático.

Una política publica es un tema relevante, hay que pensar como y avanzar en ese sentido, hay varias iniciativas en ese ámbito. Hay una política forestal que comenzó en 2015, actores públicos y privados que formaron una gran mesa y dentro de su objetivos esta fomentar el uso de la madera en la construcción duplicando los niveles existen en 2014 para llegar al 2035 y el ¿Cómo? Podría ser una política publica. Mas reciente en el senado se hace una seria de temáticas llamadas comisiones del futuro donde diversos especialista de muchos ámbitos revisan distintos aspectos relacionados a la madera (distintas brechas) para fomentar el uso de esta.

El cobrar menos contribuciones en las casas construidas en madera seria un buen mecanismo, basado en la ayuda al medioambiente.

Anexo F: Resumen Entrevista Juan Acevedo

Juan Acevedo – Enlaces Ingenieros Consultores

Transcripción entrevista: 4-06-2021

En todas las normas hay trabas, y acá en Chile estamos un poco atrasados.

Por ejemplo si quieres hacer un edificio el DRIFT en la norma 433, la deformación entre piso y piso es 2×1000 y es muy difícil que la madera lo cumpla ya que es muy flexible y se va a deformar mas de eso, por lo tanto ya hay que ocupar un núcleo. Es decir, la madera puede que resista pero no pasa la norma NCh433, recién hoy se esta haciendo un edificio en altura pero con un núcleo de hormigón, de esa manera se utiliza mas el DRIFT del hormigón mas que de la madera.

El factor R de repuesta es otra traba en CLT por ejemplo es 2 en todo el mundo. Es el factor respuesta que tiene la estructura y ese R en madera aserrada es 5.5 al ser con tableros y varias uniones (clavos) disipa bastante energía, no como el CLT que es mas rígido que no disipa energía y necesita errajes mas grandes y eso significa que el R es castigado y queda en 2. seria ideal que postule 3 o 4 pero al ser rígido lo dejan en 2.

Estas normas son del IBC DE USA Y CANADÁ: La madera como pino radiata debe estar tratada (impregnada), Todos los edificios en madera deben ser encapsulados (recubiertos con vulcanita), a menos que uno tuviera una pared a 5 metros de la siguiente, de esta manera si llegase a haber un incendio el fuego se autoextingue y la energía calórica no se traspasa a la siguiente pared. Y tiene que haber sprinkle.

Por lo tanto hay que aprender de ellos, ellos tienen la plata para hacer los ensayos por lo tanto hay que ir de la mano de ellos, porque en Chile no se destinan muchos recursos para Investigación.

1. ¿Cree Ud. que alguna norma chilena afecta la construcción de viviendas en madera?

Todas las normas afectan para bien o para mal, por ejemplo la 1198 de calculo esta bastante obsoleta, estamos en asd, esto es por tensión admisible y en Europa están en irsd, con diseño que va mucho mas avanzado por predicción digámoslo así entonces finalmente los elementos salen mas gruesos, hay que aplicar una serie de arrostramientos, es mas restrictiva la norma de calculo de aquí que de otros lados y so no tiene nada que ver con los sismos, la norma sísmica es una cosa y la de calculo es otra.

Aquí se explotan muy rápido los bosques, solo 20 años, en USA la explotación es un poco mas larga., si se explotara en un periodo mas largo seria mas resistente, pero es un tema comercial.

2. ¿Dónde podemos encontrar la brecha mas grande en relación a normativas entre Chile y Usa/Canadá ?

En las normas y la ordenanza general de urbanismo y construcción es muy antigua, los materiales ya han cambiado, sobre todo ahora.

Haya todas las actualizan, aquí la 433 esta hecha para el hormigón y el acero, es muy difícil que la gente que maneja el colegio de Ingenieros vaya a aceptar la madera como material en altura, ellos dirán que se compruebe y si no hay dinero para construir estos edificios experimentales y estudiar su comportamiento. Por ejemplo para cambiar el R2 habría que demostrarlo con un edificio experimental mas que teóricamente con un calculo. Lo mismo sucede con el DRIFT en que exigen 2 x 1000, es imposible que la madera no se mueva nada. En USA el DRIFT es 4 x 1000, pero ellos ya hicieron el camino de las construcciones experimentales.

1.1 ¿Esas brechas desincentivan o en algunos casos podrían llegar a funcionar como barreras para la construcción de viviendas de madera?

Una brecha que desincentiva es que en Chile hace mucho tiempo se vendía madera de mala calidad desde la barracas y la gente mayor tiene el concepto grabado de que la madera es mala, incluso hay un poco de ignorancia.

Hay que investigar, hay que poner recursos.

3. ¿Estima Ud. que las normas están actualizadas a las reales capacidades tecnológicas que ofrece la madera hoy. Comente.

Las normas han ido avanzando pero no lo suficiente, aun hay restricciones y hay que seguir avanzando, poner mas recursos a las empresas y a los madereros.

En la caracterización de madera tenemos:

Madera aserrada G1 G2 GS

C16 C24 MECÁNICO

MGP10 MGP12

Pero por ejemplo en laminada solo A y B y deberíamos tener mas.

En CLT se esta haciendo recién la norma.

4. ¿Conoce Ud. alguna normativa que incentive la elección de madera por sobre otro material o de otro material por sobre la madera?

Las normas están apuntadas de siempre en Chile par hormigón y acero, no hay normas específicas que desincentiven la madera, pero todas las normas por ejemplo de viento, de sismo, etc. están pensadas en estructuras de hormigón y acero, la madera es como el anexo chico, lo ponen a veces para que se sepa que existe otro material.

Como se calcula mas en hormigón hasta el calculista prefiere especializarse en eso, no genera motivación el estudio de esta área con los pocos proyectos que existen.

5. ¿Cuál estima Ud. Que es el aspecto de la Normativa actual que con más urgencia debe ser actualizado para potenciar el uso de la madera en la industria de la construcción?

La 433 es la que mas limita la construcción en altura, porque hasta 3 – 4 pisos no interviene el sismo, se debería intentar modificarla.

6. La norma estructural NCh 433 que rige el diseño sísmico de edificios, regula las construcciones en madera bajo las características del hormigón, el cual es un material mucho más rígido y que no posee una capacidad tan amplia para deformarse y volver a su forma original sin alterar la resistencia como si lo hace la madera,

6.1 ¿Está de acuerdo con que la afirmación anterior?

SI

6.2 ¿Qué propondría Ud?

Una construcción con un núcleo de hormigón, y toda la madera que sea gravitacional, tracción y compresión, que no tome mucho momento. Que todas las cargas fuertes se las lleve el núcleo, que se traspase las cargas al núcleo con drag strap (fierros que traspasan las cargas de las piezas de madera) que cuando se quiera mover la losa, la tensión sea transmitida por el fierro al núcleo.

7. Ud se ha visto enfrentado a dificultades durante el desarrollo de un proyecto en madera debido a alguna de las siguientes situaciones:

- a) Temas no abordados en la normativa
- b) Falta de especificidad de una norma
- c) Normas obsoletas que no regulan las actuales capacidades del material
- d) Otra dificultad provocada por una norma

Siempre uno intenta luchar contra la norma e intenta demostrar en terreno que el proyecto si es viable.

La norma esta hecha para que no se construya en madera, entonces hay que buscar los pequeños puntos que nos permiten construir.

7.1 ¿Por qué esta hecha la norma para que no se construya en madera?

Porque esta hecha por gente que construye en acero y hormigón y al desconocer otro material o le dejan la entrada al rubro, que tiene otros comportamientos pero que igual sirve estructuralmente y esta demostrado en otros lados y hay que convencerlos de que si hay otro material que sirve.

8. Si tuvieras que construir o ya construyó su propia casa, optarías u optaste por escoger la madera como material principal en la construcción de esta? ¿Por qué?

Viviría en un departamento de madera, 4 – 6 piso me compraría un departamento, se que funciona bien, que tiene características que no tiene otro material, da una sensación de bienestar, no emite radiación la madera por ejemplo. En Europa recomiendan a los niños que vayan a jardines con madera en caso de estar enfermos y después de eso se mandan al medico. Es un material mas amigable.

9. ¿Para Ud. cuales serian las principales ventajas de construir un mayor % de viviendas de madera en Chile?

Es un material mas liviano, mas rápido. Debe ser todo pensado y que sea sin residuos, ni contaminación, que los residuos sean controlados, que se sepa que sucederá con ellos.

10. Avances en USA y Canadá se han dado debido a la facilidad en torno a las normativas prestacionales de edificaciones innovadoras en madera y avanzar en actualizar normativas en torno a la construcción, esto culmina en el desarrollo de las nuevas normativas y requerimientos prescriptivos en torno a la construcción en madera, el cual fomenta la construcción de nuevas viviendas en altura. ¿Cuál cree Ud. que es la posibilidad que esto se replique en Chile si se facilitaran las normativas prestacionales? Comente su respuesta.

Si seria la manera para poder ir cambiando la normativa como lo mencione anteriormente, pero faltan personas que estén dispuestas a invertir en estos edificios.

11. ¿Cree Ud. Que con normas que abarquen mas temas y sean mas especificas se podría incrementar el uso de la madera en la construcción de viviendas?

Puede ser, esa es una vía, por otro lado tenemos a que sean ramos obligatorios en las universidades. Efectivamente la norma es una cosa pero están las empresas, unión empresa universidad, la gente común y corriente que desconoce, entonces hay que ir convenciendo y trabajando en todos esos sectores. Por ejemplo si la gente viera un puente de madera se comenzara a convencer de que el material realmente es resistente.

Si se construye algo publico con que la gente se pueda familiarizar y tocar serviría para fomentar esta construcción. |

12. ¿Son suficientes las politicas publicas en Chile para fomentar el uso de la madera en la construcción de viviendas?

Yo creo que no, se que se a impulsado pero al final del día hay que ver los resultados, ¿se ha aumentado realmente el consumo de madera per cápita? Eso se tendría que responder para poder dar una respuesta concreta y con argumentos.

Falta una fiscalización a los productores, finalmente es un producto que no tiene un seguimiento de trazabilidad, se debería saber hasta quien fue el productor, de que zona es el árbol, la cadena completa. Así se tendría mas información y seguridad del material que se esta utilizando.

Anexo G: Resumen Entrevista Pedro Armijo

Pedro Armijo – Gerente General Aserradero V región – Mas de 30 años en el Rubro

Transcripción entrevista: 13-06-2021

- 1. Según la norma NCh1207 Pino radiata “Clasificación visual para uso estructural – especificación grados de calidad” hay ciertos requisitos para identificar la calidad de la madera y que esta debe cumplir para ser caracterizada.**

1.1 ¿Se identifica si la madera producida es GS, G1 O G2?

En unos 30 años que he trabajado en madera nunca había escuchado de esta norma.

- 1.2 En la norma se señala que el requisito de humedad debe ser igual o menor 19% para que esta sea considerada seca, ¿Se mide el porcentaje de humedad de las piezas antes de ser vendidas?**

No se mide el % de humedad ni tampoco se indica antes de ser vendida, esto se debe a que es tanta la rotación de madera que uno como productor no tiene el capital para mantener madera en stock y esperar a que se seque lo suficiente. Cuando mejor funcionan las maquinas es cuando la madera esta humedada o seca pero con un intermedio de un 30% de humedad la madera no puede ser trabajada con facilidad, la mayor parte del tiempo se trabaja verde y una vez elaborado el producto se va secando ya que es encastillada, al ser de sección menor se seca mas rápido pero no se mide el porcentaje de humedad, la madera que se intenta trabajar lo mas seca posible es la que se va a impregnar pero nunca llega a menos de un 25%.

- 2. Algunos compradores de madera mencionan que en ocasiones diferentes piezas de una misma medida, por ejemplo en 1x4” existen variaciones considerables entre un trozo y otro siendo que la norma establece las dimensiones aceptables tanto para madera en bruto como cepillada, ¿Existe un control de calidad en que un encargo verifique el cumplimiento de la norma durante el proceso de producción?**

Nosotros configuramos la maquina dependiendo de la medida, por lo tanto en nuestro aserradero las piezas de una medida son siempre iguales, si un cliente compra cien tablas y luego necesita mas y compra otras cien, esas serán iguales a las primeras que compró. Lo que sucede es que no en todos los aserraderos se trabaja con los mismos milímetros, no existe una coordinación entre barracas y eso se ve representado en un problema para los constructores al momento de que no hay suficiente stock en un lugar y deben comprar a mas de uno. Por ejemplo las medidas de los 2x2” cepillados en Sodimac es mucho mas angosta.

- 3. En el caso particular de ustedes, reciben visitas de alguna institución intentando traspasar información sobre las nuevas tecnologías para su proceso de producción de madera o la normativa que se debe cumplir?**

No que recuerde, nunca recibimos visitas del estado con ese fin, si venían del INE a preguntar los precios, los productos que se ofrecen y que es lo que mas se vende.

- 4. ¿Qué tan relevante son las normas relacionadas a la producción de madera para ustedes durante el proceso de producción, se consideran? ¿a que cree Ud. que esto se deba?**

No son relevantes, de todas formas siempre intentamos hacer un buen producto.

Creo que se debe a que nunca nadie me comento sobre las normas que debía cumplir, ni fuimos fiscalizados. Haces muchos años que se trabaja igual, lo que se ha ido cambiando es la maquinaria pero no por normativa, por la posibilidad de producir mas en menos tiempo y de mejor calidad.

- 5. ¿Considera usted que las basas que llegan a su aserradero para ser procesadas son de buena calidad?**

No, al ser aserraderos pequeños, llegan basas con muchos nudos y uno la va catalogando, dejando las mejores basas para producir madera cepillada, pero no llega la basa ya caracterizada. El problema que uno tiene es que a veces te solicitan 2.000 tablas cepilladas y uno compra un viaje de madera en el que solo nos llegaban basas de mala calidad y estábamos obligados a comprar otro viaje esperando recibir mejores basas para producir madera cepillada de calidad, si un aserradero no cuenta con el capital usara las basas con nudos y no entregara un buen producto al cliente, a todos nos a pasado y es por falta de capital.

- 6. ¿Si el estado aporta un capital a los aserraderos para fomentar la producción de madera de calidad crees que se elaborarían mejores productos?**

Pienso que si pero quizás una solución es que la madera venga ya calificada, ellos saben de que bosques provienen las basas, si es que son manejados y trabajados desde su crecimiento se obtendrá madera buena, pero no se nos informa (un boque sin trabajar esta lleno de ramas y cada rama es un nudo).

7. ¿Durante el proceso de impregnación utiliza químicos certificados?, ¿Es usted fiscalizado por algún ente sobre el cumplimiento de proceso?

Uno debe contratar a una persona que tenga un curso para trabajar con la maquina impregnadora, pero nunca nadie a venido a fiscalizar que esa persona certificada sea la que efectivamente trabaja en esa maquina, al menos eso es basado en mi experiencia, me imagino que empresas mas grandes si son controladas.

8. ¿Cual cree Ud. que son las principales barreras para un aumento de la calidad del producto maderero?

Primero que se los bosques sean bien trabajados durante el proceso de crecimiento del árbol, hay que tener en cuenta que la mayoría de la madera proveniente de este tipo de bosques son comprados por las empresas mas grandes y todos los demás aserraderos prácticamente trabajan con lo que a ellos no les sirve.

9. Recibe usted apoyo del estado o de algún ente público/privado en relación a la actualización del proceso producción, del control de calidad o información relevante que apunte al fomento de producir materiales de mejor calidad?

No, nunca nadie vino a comentarme sobre las nuevas tecnologías o maneras de producir, uno siempre tiene que investigar por cuenta propia, lo mismo con los sistemas de control de calidad, no hay apoyo en ese sentido.

10. Durante los XX años que lleva en el rubro, algún cambio de la normativa a afectado tu manera de trabajar o te has siquiera enterado de cuales han sido estos cambios?

En estos momentos no recuerdo ninguna norma que me haya perjudicado, hecho cambiar la forma de trabajar o ayudado, solo me fui perfeccionan y entregando mejor calidad en el producto debido a las nuevas maquinas, las cuales tiene una producción mucha mas rápida y mas variedades uniones y empalmes.

¿A que crees que se debe esto?

A que nunca nadie nos fiscalizó ni se nos informo.

11. Desde su punto de vista, ¿Cómo es la relación entre los madereros?, ¿existe colaboración entre ustedes, se comparten información en cuanto a nuevas tecnologías?

No hay relación, existe competencia desleal, no nos apoyamos en cuanto al traspaso de información y cada uno se las arregla solo.

No hay una cooperativa en que se reúna a toda la gente y se comparta información, puede ser una desventaja frente a otros materiales.

No esta bien mirada la madera, la piensas para construir la "casita".

12. En Países como Canadá o Estados Unidos la madera viene certificada y rotulada indicando procedencia, porcentaje de humedad y calidad estructural, de esta manera es que mas consumidores confían en la madera como material de construcción estructural, ¿Por qué crees que en Chile no se certifica la madera?

Porque todo ese tipo de cosas encarece los productos y los clientes tampoco solicitan que la madera sea certificada. Sería ideal que todo sea certificado pero que toda la gente sea capaz de comprar madera de calidad, siento que la venta de madera es muy básica, nadie fiscaliza nada, si uno fuera informado de las normas que debe cumplir para poder vender, uno como productor de alguna manera tendría que llegar a eso.

13. ¿Les conviene a los aserraderos certificar su madera?

Yo creo que no porque venden toda su producción aunque no este certificada, las constructoras van directo a los grandes productores o ~~retails~~ cuando quieren madera cotizada, si ni siquiera te cotizan cuando se les exige madera certificada no hay ninguna motivación.

Para que sea conveniente certificarse debería existir un cambio y si la norma existe o esta en proceso una vez lista se debería fiscalizar y recién ahí se va a comenzar a cumplir con la certificación.

Yo e construido bastante y siempre uso madera impregnada y reviso que la madera que utilice sea uniforme, así le e enseñado a mis maestros y no trabajan con palos de distinta medida, seria muy bueno que eso se regule y que una misma medida sea igual sin importar su procedencia y si no cumple la medida que sea usado de segunda calidad y se utilice para moldaje y ese tipo de cosas.

Se debería exigir también que todos construyan con madera impregnada, e visto mucha gente que prefiere construir con madera sin impregnar y finalmente es un daño para ellos mismo y pierde prestigio la construcción en madera, quizás las DOM deberían fiscalizar que se utilice madera impregnada pero llega el ITO a revistar la casa cuando ya esta totalmente forrada.

Los incentivos son importantes, si la gente tuviera un incentivo para construir con madera certificada la comenzaría a exigir y los productores sin duda preferirían elaborar y ofrecerían madera certificada. Debería ser un incentivo relevante para que esto suceda, Quizás algunos aserraderos pequeños seguirían produciendo madera como lo hacen, pero también comprarían madera aserrada certificada al por mayor para ofrecer a sus clientes y revender los productos.

Anexo H: Resumen Entrevista Carlos Santis

Caros Santis – Gerente General empresa de seguridad y domótica – Actualmente cotizando para construir su casa

Fecha entrevista: 04-06-2021

CUESTIONARIO

El objetivo de este Cuestionario es identificar aquellas normas chilenas relativas a la construcción en madera que, debido a su falta de actualización, desincentiven la elección de la madera como material constructivo en viviendas y, de ese modo, comprobar o refutar la hipótesis *La diversidad y especificidad de la normativa opera como un incentivo para incrementar el uso de la madera en la construcción.*

Nombre y Apellido de quién responde: Carlos Santis

Empresa y/o predio que posee/administra: Posee un terreno y actualmente esta cotizando

1. Idealmente, ¿de que material preferiría Ud. construir su nueva vivienda? ¿Por qué?

- a) Hormigón Armado
- b) Albañilería
- c) Madera
- d) Otro, especifique.

El día de hoy en un primer piso preferiría hormigón armado y el segundo piso de madera, albañilería o vulcometal. Ya que los precios en la actualidad están muy elevados, por ejemplo de las planchas OSB o terciado incluso puede ser mas conveniente el hormigón armado, no solo por eso, también por la posibilidad de quedar con la otra parada debido a falta de materiales (algunas medidas de vulcometal o madera están quedando sin stock).

2. Actualmente planeas construir tu casa propia, ¿Esta la madera dentro de las opciones que mas te atraen como material predominante?

La madera me atrae pero el costo actual elevado lo hace casi inconstruible, la plancha de OSB solía estar a 8.xxx y ahora esta sobre los 20.000. Los palos 2x2 han duplicado su valor, si haría una combinación de hormigón armado con madera, siendo el hormigón un porcentaje mayor, mas que nada por el susto de no tener madera en stock y que eso se vea reflejado en un atraso de la entrega.

3. **¿Ha tenido Ud. alguna experiencia anteriormente como consumidor de madera o algún otro material de construcción? Comente,**

Si, e construido con madera impregnada anteriormente, me gusta este material, es una construcción ideal en tiempos anteriores y futuros cuando se regulen los precios. En lo personal tengo buena experiencia con madera pero esto debido a que se cual es la manera de apilar la madera y que se conserve en buenas condiciones, por lo general no todos tiene estos conocimientos, lo que e guardado por años se mantiene en la misma condición que al momento de ser apilada.

4. **¿En algún momento a actuado la normativa como un incentivo o una barrera para escoger el material de tu futura vivienda?**

- a) SI
- b) NO

4.1 Si su respuesta es SI, ¿Qué norma seria esta?

4.2 Si su respuesta es NO, ¿Conoce las normativas que rigen la construcción?

En lo personal cuando construí mi oficina opte por estructura metálica y bepolita HL ya que se realizo estudio de suelo y las fundaciones deben ser bastante profundas y los constructores me recomendaron la estructura metálica, quizás ellos también son mas especialistas en construcciones con esa materialidad y por eso es mas cómodo para ellos. La construcción fue bajo lo que la normativa indica, vigas y pilares con pintura intumescente entre otras cosas que la norma indica.

5. **¿Conoces las ventajas de construir en madera?**

- a) SI
- b) NO

Si, he construido en madera, los maestros con mas experiencia son bastante rápidos y trabajan muy bien. Debería ser de las construcción que mas se utilizan en la actualidad debido a la contaminación que existe, pero la situación actual económica al día de hoy lo hace difícil en relación a los costos asociados.

- 6. La madera es un material renovable, ayuda a frenar el cambio climático, su producción es mas limpia y eficiente que la de otros materiales, esta posee un buen desempeño sísmico y posee una gran capacidad aislante ¿Es mas atractiva la madera para construir tu vivienda que antes de saber estos hechos?**

- a) SI
b) NO

Si, particularmente en mi caso me llama la atención que tenga una gran capacidad aislante, esto debido a que siempre tengo mi casa calefaccionada y es mas económico mantenerla así con estructuras de madera que si fuera de hormigón armado o albañilería. Incluso si la construcción es mas cara en madera la preferiría si se realiza un calculo estimando el ahorro mensual que tendría la vivienda en calefacción, dependiendo de la cantidad de años en que se recupere esa diferencia del valor madera vs otro material.

Preferiría gastar mas en la construcción si es de madera pero me tendrían que decir que la plata de mas que pagare por escoger madera vs otra materialidad se me vería reflejada en tantos meses en mi cta de luz.

- 7. Si contratas maestros o una constructora para llevar a cabo el proyecto, ¿Te preocupas de exigir materiales que sean certificados?**

Como ya e construido anteriormente me preocupa bastante estar presenta durante la construcción, actualmente estoy cotizando para construir mi casa dentro de un tiempo acotado y estoy viendo la posibilidad de contratar a un arquitecto externo para que haga de ITO y fiscalice ciertos aspectos de la construcción, esto es única y exclusivamente por los conocimientos y experiencia que e adquirido en otras construcciones. De todas maneras específicamente en la madera, nunca e visto que en un aserradero te mencionen que la madera sea certificada. Muchas veces ocurren cosas en obra y quedan tapadas hasta que algo presenta un problema.

- 8. ¿En caso de usar madera, verificarías que cumpla con el grado estructural exigido y el porcentaje de humedad ideal para la zona en la que vives? Comenta**

La persona contratada se encargaría de eso, pero como te menciono yo desconocía el tema de la certificación de la madera pero si se que debe tener cierta humedad, sobre todo en la costa que es donde vivo.

Una política publica en donde el valor de las contribuciones fuera menor por utilizar madera en la construcción debido a que contamina menos que otros materiales me llamaría mucho la atención, será un factor decisivo al momento de optar por el material que usaría.

Anexo I: CMPC Entra a la industria de la construcción con desarrollo de edificios y casas de madera.

EL MERCURIO ECONOMÍA Y NEGOCIOS

SANTIAGO DE CHILE, SÁBADO 19 DE JUNIO DE 2021

CONCRETÓ UN JOINT VENTURE CON CORTELIMA, FIRMA CON SEDE EN EL BIOBÍO Y ESPECIALIZADA EN ESTE TIPO DE OBRAS:

CMPC entra a la industria de la construcción con desarrollo de edificios y casas en madera

Niuform es el nombre de la nueva compañía que controlará la Papelera y que apunta a edificar proyectos en altura principalmente. Las primeras inversiones serán en la ampliación de una fábrica cerca de Los Ángeles. Ya tienen en carpeta 10 iniciativas en Santiago y otras ciudades.

MARCO GUTIERREZ V.

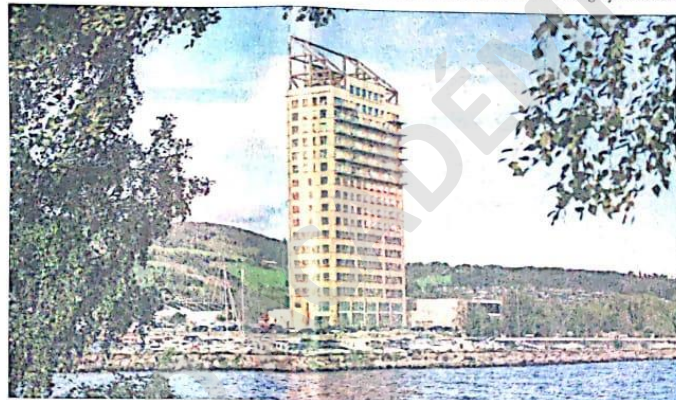
Un paso inédito dio Empresas CMPC. La compañía, ligada al grupo Matte, decidió ingresar al sector de la construcción a través de una empresa de desarrollo de edificaciones en madera, la que apunta principalmente a levantar edificios residenciales y comerciales con este material, aunque también casas.

Mejorar la productividad en la construcción, reducir los costos de las obras y fomentar la sustentabilidad a través de este tipo de edificación son algunos de los objetivos de la Papelera en este nuevo negocio que está iniciando. Así lo comenta Juan Pablo Pereira, gerente comercial y desarrollo de CMPC Maderas, quien afirma que desde hace unos cinco a siete años comenzaron a sondear la posibilidad de ingresar a este mercado.

En Chile, el 20% de las casas se construyen en madera, en Estados Unidos es el 90%, en Japón el 40%. Esto no es nuevo, pero lo que sí es nuevo es que estamos acostumbrados a construir de forma horizontal y nosotros queremos edificar en altura, lo que permite las soluciones que tenemos", señala. "Empezamos a ver productos de tecnología como CLT (madera contralaminada) y vigas laminadas, que son tendencias fuertes fuera. Entonces, en CMPC dijimos que no queríamos estar ajenos a la construcción en madera en el país, somos una de las principales empresas forestales de Chile, no nos podíamos quedar de brazos cruzados y queremos apoyar esto para que agarre fuerza", explica el ejecutivo.

Niuform es el nombre de la compañía a través de la cual la Papelera participará en el rubro de la construcción. Esta empresa surge de un joint venture que realiza con Cortelima, firma especializada en obras en madera, ligada al empresario español Alijo Rodríguez.

CMPC tendrá el control de Niuform, cuyo nombre contiene el concepto de "construcción del futuro o nueva forma de construir", explica Pereira. El ejecutivo afirma que en este proyecto invertirán "varios millones de dólares", aunque declina revelar la cifra. Pereira será director de la nueva compañía, la que será gerenci-



La torre Mjostarnet, ubicada en Brønnøysund, Noruega, tiene 85 metros de altura y es el edificio de madera más alto del mundo. La obra de 18 pisos se construyó con madera laminada cruzada, desde las armaduras interiores a gran escala hasta sus ascensores.

Resistente al fuego, mejor aislante y captura CO2: algunas de las virtudes de este material

Niuform se abastecerá de madera certificada y que debe cumplir con ciertas propiedades técnicas para construir en altura, la cual sería suministrada por CMPC.

Entre las virtudes de la madera, Juan Pablo Pereira, gerente comercial y Desarrollo de CMPC Maderas, afirma que tiene un buen comportamiento ante fuego, por ejemplo. "Estos productos con ingeniería son muy difíciles de que se quemen", afirma, añadiendo que también poseen un protector natural. El ejecutivo agrega que obra de las ventajas de la madera es que "es un excelente aislante, con propiedades térmicas y acústicas. La temperatura interior de una casa o edificio de madera se puede mantener con el 30% de la energía que se ocuparía con otros materiales".

Advierte que "es 15 veces mejor que la albañilería,

pues un muro de 7 centímetros de madera es igual de aislante que un muro de un metro de hormigón". Pereira continúa: "La madera no genera residuos y los que produce son biodegradables. Se adapta a cualquier clima. Es muy durable, por ejemplo, hay una pagoda en Japón que tiene 33 metros de altura, que se construyó en el año 607, entonces lleva más de 1.400 años".

Igualmente, sostiene que "es una construcción flexible y cinco veces más liviana que el cemento". Esto último genera un factor a su favor en cuanto a sismos. Junto con resaltar que este tipo de desarrollos acorta los tiempos de construcción, con menores costos, resalta que "la madera es el único material constructivo que captura CO2. Por cada metro cúbico de cemento que se reemplaza por un metro cúbico de madera, se evita cerca de una tonelada de CO2", afirma.

Los planes de CMPC junto a su socio apuntan a expandir la capacidad de producción de dicho recinto. Actualmente, es una operación de 3.000 m², donde trabajan 30 personas. Se amplía a 9 mil metros cuadrados construidos, donde se hará un galpón en CLT. Esto, complementando también la maquinaria que existe, que es para hacer 15.000 m² de



66 El 39% de las emisiones de CO2 vienen del sector de la construcción. Parte del problema es la forma en que se construye, con materiales extractivos, pero la madera es algo renovable, que se siembra.

JUAN PABLO PEREIRA
GERENTE COMERCIAL Y DESARROLLO DE
CMPC MADERAS

vigas laminadas y 5.000 m³ de CLT, pero eso se llevará a 30.000 m³", explica Pereira.

Sobre el mercado al cual apuntan, el ejecutivo señala que la superficie de edificación autorizada en el país bordea los 17 millones de m², cifra que subiría a 17,5 millones de m² en 2025. De ese total, el 20% correspondería a obras en madera y Niuform prevé capturar el 7% de esa cifra.

Pereira afirma que es posible construir edificios de altura relevante con tecnología en madera, y como ejemplo menciona la torre Mjostarnet, de 18 pisos, que existe en Noruega. Indica que pese a que aún no salen con fuerza al mercado, ya tienen en carpeta 10 proyectos, de los cuales ocho son de gran envergadura y cuatro de ellos de más de 8 mil metros cuadrados. Estos son residenciales, de oficinas e infraestructura, tanto en Santiago (3) y fuera de esta ciudad. También están viendo iniciativas en Concepción. Por ahora solo estarán concentrados en Chile.

La proyección para este negocio es facturar unos US\$ 16 millones en un par de años, afirma el ejecutivo.

Pereira enfatiza que lo que ofrecerán "no es un producto, es una solución constructiva". Esto considera cuatro etapas. La primera es la "conceptualización", donde junto a arquitectos se analiza el proyecto desde sus bases. Luego, se pasa a la fase de modelación, donde se ve el comportamiento de la estructura y se siguen las instancias de fabricación en madera e instalación.

Con relación a los costos de construir en altura en madera respecto del hormigón y fierro, Pereira comenta que de acuerdo a experiencias fuera de Chile, "es más caro, pero la ventaja es que acorta el tiempo de la obra. Ese ahorro compensa el material". Sin embargo, destaca que la ventaja en nuestro país es el acceso a la madera a un menor valor, lo que generaría un mejor escenario de precios para edificios de cinco a seis pisos.

"Nosotros podemos ser parte de la solución al tema de la productividad, y la prefabricación es una de las opciones. Esto es llevar la construcción, la obra, a una fábrica en un ambiente controlado, donde puede haber más precisión y control de costos", sostiene Pereira.