Documento de Divulgación N° 62

INCENTIVOS PARA IMPULSAR LA CONSTRUCCIÓN EN MADERA EN CHILE

INSTITUTO FORESTAL
2021

Ministerio de Agricultura
Gobierno de Chile

INFOR Instituto Forestal

CORFO

Las fotografías e imágenes incorporadas en tapas o texto de la presente publicación provienen de archivo institucional o fueron obtenidas o elaboradas durante el desarrollo de las actividades del trabajo que origina esta publicación.

Documento de Divulgación N° 62

INCENTIVOS PARA IMPULSAR LA CONSTRUCCIÓN EN MADERA EN CHILE

Alejandra Schueftan; Florencia Aguilera; Claudia Aravena;
Susana Benedetti[1] y Cecilia Gallardo.

Proyecto Fortalecimiento de las Capacidades Tecnológicas del Instituto Forestal para el Desarrollo de la Industria Secundaria de la Madera, a través de Bienes Públicos Orientados al Sector de la Construcción

INSTITUTO FORESTAL
2021

[1] Investigadora, Instituto Forestal, Sede Metropolitana, Santiago sbenedet@infor.cl

Instituto Forestal
Sucre 2397, Ñuñoa, Santiago
Chile
F. 223667115
www.infor.cl

ISBN N° 978 956 318 228 - 6
Registro Propiedad Intelectual N° 2022 A 2632

Se autoriza la reproducción parcial de esta publicación siempre y cuando se efectúe la cita correspondiente:

Schueftan, Alejandra; Aguilera, Florencia; Aravena, Claudia; Benedetti, Susana y Gallardo, Cecilia, 2021. Incentivos para Impulsar la Construcción en Madera en Chile. Instituto Forestal, Chile. Documento de Divulgación N° 62. pp. 79 https://doi.org/10.52904/20.500.12220/31354

PRESENTACIÓN

El presente documento realizado en conjunto por el Instituto Forestal y A2S Arquitectos Asociados se enmarca en el desarrollo del proyecto *"Fortalecimiento de capacidades tecnológicas del Instituto Forestal para el desarrollo de la industria secundaria de la madera, a través de bienes públicos orientados al sector de la construcción."*

El objetivo de este estudio es describir el estado actual de avance de las políticas públicas de promoción de la construcción en madera en Chile y detectar cuáles son las brechas que impiden al país masificar el uso de este material en las edificaciones.

El documento describe y analiza en su primer capítulo el potencial de la madera en el sector de la construcción, desde la perspectiva de las certificaciones utilizadas a nivel nacional, y en qué ítems pueden aportar los sistemas constructivos en madera para cada una de estas certificaciones. En el segundo se realiza una revisión por el sector público y privado nacional para caracterizar el escenario actual de las iniciativas de promoción del uso de la madera en la construcción, donde se observan esfuerzos coordinados de los Ministerios, y el trabajo coordinado entre el sector público y privado, lo que ha potenciado la producción de conocimiento y productos útiles para la innovación en el sector de la construcción. A las experiencias nacionales, este trabajo suma experiencias de política pública y proyectos emblemáticos internacionales, e iniciativas privadas que ayudan a poner en perspectiva el nivel de avance de Chile respecto al resto del mundo.

En su tercer capítulo, este estudio logra recopilar una serie de recomendaciones de política pública atingentes al contexto nacional, que son el resultado de un extenso trabajo entre actores públicos, privados y de la academia que fueron convocados por la Comisión Desafíos del Futuro para la definición de un nuevo set de iniciativas de promoción para la construcción en madera en el país.

Finalmente, y para dar avance integral a las iniciativas ya generadas, este estudio propone:

- Reforzar políticas de incentivos que se nutran de las herramientas ya existentes. Para ello, es fundamental el desarrollo de instrumentos regulatorios y financieros que motiven a toda la cadena de construcción a incorporar la madera entre sus opciones.
- Contar con una figura institucional, ente articulador, que logre articular de forma permanente las iniciativas de los Ministerios, del sector público y de la academia.
- Trabajo coordinado con la Estrategia de Construcción Sustentable, que hoy cuenta con insumos, herramientas y medios de acción, con una hoja de ruta robusta que incorpora a distintos actores, y que ha avanzado notablemente en los últimos años.

El Instituto Forestal espera que la información reunida en el presente documento constituya un aporte hacia la generación de políticas públicas que permitan incrementar el uso de la madera en la construcción en el país.

ÍNDICE

PRESENTACIÓN

CAPÍTULO 1
CONTEXTO NACIONAL PARA IMPULSAR LA CONSTRUCCIÓN EN MADERA 1

1.1 Construcción en Madera y Sustentabilidad 1
1.2 Uso de Madera para la Construcción en Chile: Brechas y Potencial 2
1.3 Sistemas de Certificación de Eficiencia Energética y Sustentabilidad 3
1.4 Barreras para la Masificación del Uso de Madera en la Construcción 16

CAPÍTULO 2
POLÍTICAS PÚBLICAS: HERRAMIENTAS DE INCENTIVO PARA LA PROMOCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN EN MADERA 19

2.1 Contexto Nacional y Hojas de Ruta Ministerio de Agricultura, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ministerio de Medio Ambiente y Ministerio de Energía 20
2.2 Fortalezas y Debilidades de la Política Nacional 58
2.3 Experiencias Internacionales 62

CAPÍTULO 3
DESAFÍOS PARA EL SECTOR FORESTAL Y RECOMENDACIONES DE POLÍTICA PÚBLICA Y CURSOS DE ACCIÓN 69
3.1 Desafíos del Sector Forestal para la Masificación de Construcción en Madera 69
3.2 Recomendaciones de Política Pública y Cursos de Acción 70

DISCUSIÓN 75

REFERENCIAS 77

CAPÍTULO 1

CONTEXTO NACIONAL PARA IMPULSAR LA CONSTRUCCIÓN EN MADERA

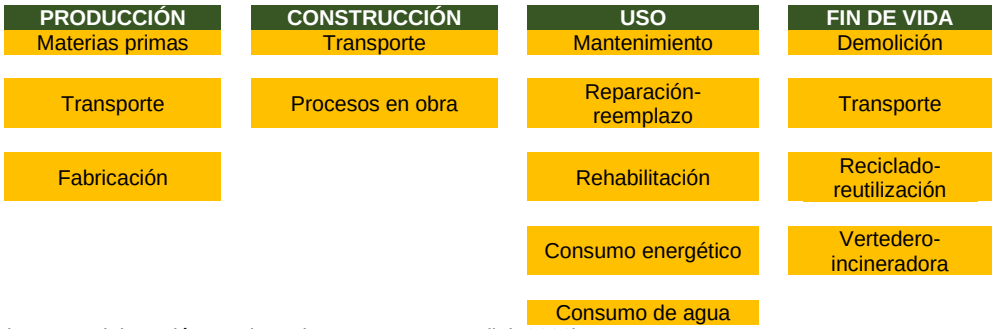
1.1 Construcción en Madera y Sustentabilidad

El desarrollo urbano requiere de la búsqueda constante de nuevas herramientas que logren contribuir al aumento de la calidad de vida de los ciudadanos y, en el caso de Chile, hoy se enfrentan desafíos decisivos para avanzar en la agenda de desarrollo urbano sostenible (Banco Mundial, 2020).

En primer lugar, un desafío es la provisión de viviendas en un escenario de déficit cuantitativo creciente en Chile, reflejado en un aumento de un 73,52% de la cantidad de familias que viven en campamentos (actualmente 81.643 familias) y de un 20,32% en el número de estos asentamientos respecto de las cifras de 2019 (actualmente hay 969 campamentos a lo largo de Chile) (CES, 2021a). En segundo lugar, el desarrollo urbano se enfrenta al desafío del cambio climático, asociado a la alta dependencia de recursos fósiles en el sector de la construcción y a su importante huella de carbono en todo el ciclo de vida de los materiales de construcción. El sector de la construcción es una de las industrias más contaminantes a nivel mundial y se ha estimado que hasta un 40% de las emisiones de gases de efecto invernadero proviene directa o indirectamente de la construcción de obras civiles (hasta 2 toneladas de materias primas por m^2 de edificación) (García-Ochoa *et al*., 2019).

Uno de los factores comunes a estos desafíos es la vivienda como elemento que genera externalidades sociales, económicas y ambientales, y una de las formas de abordar estas externalidades es desde el sector de la construcción. De acuerdo a estudios de la Comisión Europea, el sector de la construcción tiene el potencial de reducir en hasta un 35% las emisiones de gases de efecto invernadero si prioriza el uso de materiales renovables como madera por sobre los elementos comúnmente utilizados en hormigón y acero.

Lo anterior se debe a que existen materiales de construcción con un impacto medioambiental muchísimo menor a lo largo de todo su ciclo de vida que otros materiales generalmente utilizados. Por ejemplo, las infraestructuras en madera tienen la capacidad de retener el carbono que los bosques han capturado y almacenado a lo largo de toda su vida, y una vez que el edificio es demolido, la madera puede potencialmente ser reutilizada en otras edificaciones, productos y procesos, antes de liberar nuevamente el CO^2 capturado de la atmósfera generando en definitiva un ciclo sostenible (Figura 1). Es más, la madera utilizada en una edificación puede potencialmente ser carbono neutral, ya que el CO_2 capturado durante su crecimiento puede contrarrestar el CO_2 emitido durante el proceso de edificación (Banco Mundial, 2020).



(Fuente: Elaboración propia en base a Banco Mundial, 2020).

Figura N° 1. CICLO DE VIDA DE LA MADERA

1.2 Uso de Madera para la Construcción en Chile: Brechas y Potencial

En la última década el sector forestal en Chile ha desarrollado su producción y aporte a la economía nacional en base al consumo de madera proveniente en gran medida de plantaciones de *Pinus radiata, Eucalyptus globulus y Eucalyptus nitens*, explicando el 98,6% del consumo total de madera en troza de la industria a nivel nacional.

Gran parte de la consolidación del sector está asociada a los sistemas de integración vertical entre el bosque y la industria que presenta el segmento de las grandes empresas que lideran la producción a nivel nacional, generando economías de escala, eficiencia y dinamismo en procesos, entre otras (INFOR, 2019).

No obstante, a pesar del desarrollo y del enorme potencial que tiene el bosque nativo, sus productos madereros han perdido cada vez más relevancia dentro de los mercados tradicionales a nivel nacional. Prueba de esto es la participación de las especies nativas en el consumo industrial de madera en troza, que entre 2019 y 2020 disminuyó un 21,2%, alcanzando un mínimo de 0,6% de la cobertura del consumo (Soto *et al*., 2021).

Dentro de los múltiples factores que pueden explicar esta disminución en la producción nacional se han detectado la calidad del recurso nativo, la incertidumbre en el abastecimiento, aspectos legales y de accesibilidad al recurso, la escasa agregación de valor e innovación de los productos, y una infraestructura deficitaria que aumenta los costos de cosecha y transporte de la materia prima (INFOR, 2019).

En este contexto, el ingreso de materiales sustitutos al mercado ha agilizado la pérdida de participación de las maderas nativas, lo que se evidencia notoriamente en el segmento de la construcción, aunque también en los mercados de muebles, puertas, ventanas y decoración. Los grandes intermediarios del sector, donde destacan empresas como SODIMAC, EASY, MCT, entre otras, indican que la preferencia por productos como el metal, plásticos y fibrocemento se debe a la capacidad de respuesta en la disponibilidad de *stock*, la innovación en sistemas constructivos, la estandarización y certificación de los materiales, y que no necesitan mantención.

Considerando las ventajas comparativas de la madera en la construcción, el escenario refleja una evidente ineficiencia de mercado. La madera es un elemento con una resistencia similar a la del hormigón reforzado, de baja densidad y con un excelente desempeño como aislante térmico en comparación con otros materiales estructurales, lo que la hacen una alternativa más liviana e ideal para procesos de construcción industrial. Además, las viviendas de madera ayudan a regular la humedad de los recintos, tienen buena absorción acústica, son rápidas de construir y tienen buen comportamiento frente a los sismos (Gysling *et al*., 2020).

Además, dados los beneficios de este material la construcción de estructuras de madera de varios pisos ha surgido como una alternativa sustentable en distintos países alrededor del mundo (Banco Mundial, 2020). Si bien esta no es una tendencia completamente nueva, el desarrollo de técnicas de construcción innovadoras ha ampliado el uso de madera a través de diversos productos[2] que abren el rubro hacia la sustentabilidad y el desarrollo.

Los atributos de sustentabilidad han sido medidos en distintas técnicas constructivas sustentables e innovadoras, y en las últimas décadas han sido medidos y comparados a través de los sistemas de calificación y certificación de sustentabilidad y eficiencia energética. Estos sistemas son mecanismos voluntarios que miden la sustentabilidad de un proyecto desde dimensiones ambientales, económicas y sociales.

2 Por ejemplo, madera laminada cruzada (CLT), madera laminada con clavos (NLT), madera laminada con espigas (DLT), entre otros (Guindos, 2019)

Considerando dichas áreas, el uso de materiales constructivos de madera aumenta el potencial de las edificaciones de obtener algún tipo de certificación, lo que da valor agregado a los proyectos al ayudar en el cumplimiento de los créditos necesarios para las distintas certificaciones de sustentabilidad. En efecto, se ha proyectado que el mercado de la construcción sustentable mueva unos 2.000 MMU$ para el año 2025 en el mundo (CORFO-CChC, 2014).

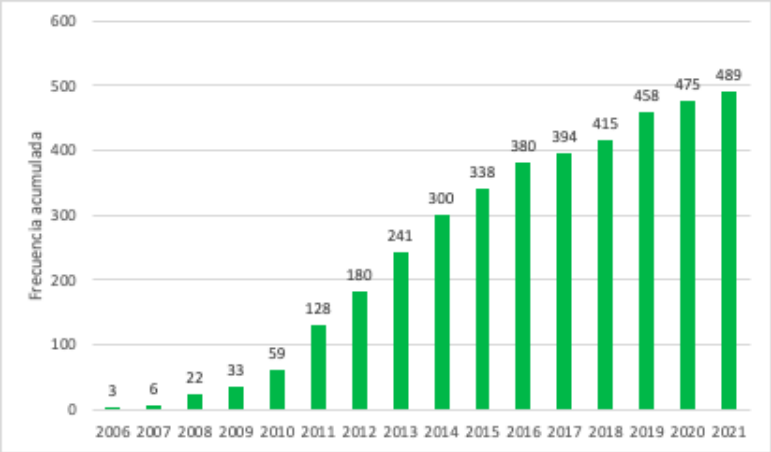
1.3 Sistemas de Certificación de Eficiencia Energética y Sustentabilidad

A continuación, se revisan cinco sistemas de certificación, dos de los más reconocidos mundialmente y tres de origen y uso nacional.

1.3.1 Certificación LEED® (*Leadership in Energy and Environmental Design*)

LEED es un sistema voluntario desarrollado en Estados Unidos por el *US Green Building Council (*USGBC*)* en el año 2000. LEED® mide, entre otras cosas, el uso eficiente de energía y agua, el uso correcto de los materiales, el manejo de los desechos en construcción, y la calidad del ambiente interior de las edificaciones (CDT, 2015). En Chile, esta certificación es la más utilizada y la que ha adquirido mayor importancia en construcciones como oficinas y edificios comerciales. Según los registros del USGBC, al 2021 en Chile hay 489 proyectos registrados y 237 construcciones con algún nivel de certificación[3] . En la Figura 2 se puede observar la tendencia de crecimiento sostenida que ha tenido esta certificación en el país desde 2006 en adelante.

En cuanto a su formulación, la certificación está organizada en nueve áreas de intervención (Cuadro N° 1), cada una con pre-requisitos y con créditos voluntarios. A cada área se le otorga un puntaje, totalizando un máximo agregado de 110 puntos. En función del puntaje se pueden obtener cuatro niveles de certificación (Figura 3), y para obtener la certificación es necesario evaluar si el proyecto cumple con los requerimientos mínimos (MRP) y los pre-requisitos. En cualquier caso, para obtener alguna de las certificaciones es necesario lograr al menos 40 puntos en total. Los créditos LEED® se documentan durante las etapas de diseño y construcción.



(Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos de la USGBC).

Figura N° 2. PROYECTOS LEED® REGISTRADOS EN CHILE

En el siguiente Cuadro se describen las categorías evaluadas por la certificación LEED®, y en verde se detallan los créditos a los que el uso de estructuras en madera podría aportar.

[3] Datos obtenidos de https://www.usgbc.org/projects/?Country=%5B%22Chile%22%5D

Cuadro N° 1
Niveles de certificación LEED® según puntaje obtenido por el proyecto

Categoría	Criterio	Puntos Máximos Por Categoría Para Leed® Nuevas Construcciones	
Sitio Sustentable (SS)	Fomenta estrategias que minimicen el impacto sobre los ecosistemas, gestión de aguas pluviales y alternativas de transporte	26	
Eficiencia del agua (WE)	Promueve un uso más eficiente del agua de interiores, de riego u de proceso para así reducir el consumo de agua.	10	
Energía y Atmósfera (EA)	Promueve un mejor desempeño energético del edificio a través de estrategias para reducir la demanda de energía, la eficiencia energética en la envolvente y en los sistemas del edificio, la promoción de energía renovable y el comisionamiento.	35	**Créditos de interés en que el uso de madera en la construcción puede aportar**
Materiales y Recursos (MR)	Fomenta el uso de materiales de construcción sostenible y la gestión de residuos.	14	
Calidad Ambiental Interior (EQ)	Promueve una mejor calidad ambiental interior, mediante el control de sustancias contaminantes, el acceso a la luz natural y vistas acceso del control a los ocupantes y el confort térmico y acústico.	15	
Innovación y Diseño (IN)	Valora aquellos atributos del proyecto que van más allá de los requisitos contenidos en las otras categorías de LEED® o incorporan una estrategia que no aborda ningún prerrequisito o crédito.	6	
Prioridades Regionales (RP)	Aborda las prioridades ambientales regionales para edificios en diferentes regiones geográficas.	4	
Proceso Integral (IP)	Promueve incorporar prácticas colaborativas de diseño en las fases más tempranas del desarrollo de los proyectos.		
Localización y Transporte (LT)	En el LEED® V4 separan los créditos de sitio sustentable del LEED® V2009 en 2 categorías: • Localización y Transporte • Sitio Sustentable		

(Fuente: Elaboración propia en base a CDT, 2015).

(Fuente: GBC, 2021)

Figura N° 3. NIVELES DE CERTIFICACIÓN LEED® SEGÚN PUNTAJE OBTENIDO POR EL PROYECTO

En el Cuadro N° 2 se muestran los puntajes máximos que se pueden obtener para construcciones nuevas por categoría y sub categoría LEED®.

El puntaje varía según el tipo de proyecto, pero el puntaje máximo global siempre es de 110 puntos. El total máximo se presenta en negrita para cada categoría. En verde se muestran los créditos específicos en que el uso de madera en la construcción puede aportar.

Cuadro N° 2
PUNTUACIÓN LEED® PARA CONSTRUCCIONES NUEVAS

Location and Transportation		***16***	
Credit	*LEED for Neighborhoof Development Location*	*16*	
Credit	*Sensitive Land Protection*	*1*	
Credit	*High Priority Site and Equitable Development*	*2*	
Credit	*Surrounding Density and Diverse Uses*	*5*	
Credit	*Access to Quality Transit*	*5*	
Credit	*Bicycle Facilities*	*1*	
Credit	*Reduced Parking Footprint*	*1*	
Credit	*Electric Vehicles*	*1*	
Sustainable Sites		***10***	
Prereq	*Construction Activity Pollution Prevention*	*Required*	
Credit	*Site Assessmenet*	*1*	
Credit	*Protect or Restore Habitat*	*2*	
Credit	*Open Space*	*1*	
Credit	*Rainwater Management*	*3*	
Credit	*Heat Island Reduction*	*2*	
Credit	*Light Pollution Reduction*	*1*	
Energy and Atmosfere		***33***	
Prereq	*Fundamental Commissioning and Verification*	*Required*	
Prereq	*Minimum Energy Performance*	*Required*	
Prereq	*Building-Level Energy Metering*	*Required*	Subcategorías de interés en que el uso de madera en la construcción puede aportar
Prereq	*Fundamental Refrigerant Management*	*Required*	
Credit	*Enhanced Commissioning*	*6*	
Credit	*Optimize Energy Performance*	*18*	
Credit	*Advantage Energy Metering*	*1*	
Credit	*Grid Harmonization*	*2*	
Credit	*Renewable Energy*	*5*	
Credit	*Enhance Refrigerant Management*	*1*	

Material and Resources		***13***	Subcategorías de interés en que el uso de madera en la construcción puede aportar
Prereq	*Storage and Collection of Recyclables*	*Required*	
Credit	*Buiding Life-Cycle Impact Reduction*	*5*	
Credit	*Environmental Product Declarations*	*2*	
Credit	*Sourcing of Raw Materials*	*2*	
Credit	*Material Ingredients*	*2*	
Credit	*Construction and Demolition Waste Management*	*2*	
Indoor Enviromental Quality		***16***	Subcategorías de interés en que el uso de madera en la construcción puede aportar
Prereq	*Minimum Indoor Air Quality Perfomance*	*Required*	
Prereq	*Environmental Tobacco Somoke Control*	*Required*	
Credit	*Enhanced Indoor Air Quality Strategies*	*2*	
Credit	*Low-Emitting Materials*	*3*	
Credit	*Construction Indoor Air Quality Management Plan*	*1*	
Credit	*Indoor Air Quality Assessment*	*2*	
Credit	*Thermal Comfort*	*1*	
Credit	*Interior Lighting*	*2*	
Credit	*Daylight*	*3*	
Credit	*Quality Views*	*1*	
Credit	*Acoustic Perfomance*	*1*	
Innovation		***6***	
Credit	*Innovation*	*5*	
Credit	*LEED Accredited Profesional*	*1*	
Regional Priority		***4***	
Credit	*Regional Priority: Specific Credit*	*1*	
Credit	*Regional Priority: Specific Credit*	*1*	
Credit	*Regional Priority: Specific Credit*	*1*	
Credit	*Regional Priority: Specific Credit*	*1*	
TOTALS	***Possible Points:***	***110***	

Certified	***Silver***	***Gold***	***Platinum***
40 to 49 points	*50 to 59 points*	*60 to 79 points*	*80 to 110*

(Fuente: Elaboración propia en base a US GBC, 2022)

Por su naturaleza, el uso de madera en la construcción tiene el potencial de aportar con casi un 40% del total de puntos posibles. Esto representa un incentivo que puede ser visibilizado para aumentar el interés del sector de la construcción en incorporar madera en sus proyectos. Respecto de las distintas categorías en que este material puede aportar, se puede indicar que:

Energía y atmósfera. La madera es un material que tiene una baja transmitancia térmica y que da flexibilidad para diseñar soluciones constructivas de alto desempeño energético. La utilización de madera, en compañía de aislantes, permite disminuir el consumo energético de las viviendas sobre todo en el ítem calefacción.

Materiales y recursos: El uso de madera tiene el potencial de dar puntaje por la reducción del impacto del ciclo de vida de la edificación, por el uso de materias primas renovables, por el uso de madera con declaración ambiental, entre otras cosas. En ese sentido, la madera no solo es una materia prima, sino que también ayuda a reducir el impacto medioambiental de las construcciones a lo largo de su ciclo de vida y facilita el manejo de las demoliciones.

Calidad ambiental interior. El confort térmico y acústico son claves en la calidad del ambiente interior de una vivienda y de las edificaciones en general. La madera es un material flexible que permite el desarrollo de soluciones constructivas de alto desempeño térmico. Además, en su fabricación como material de construcción se puede evitar el uso de barnices y/o protectores que emiten compuestos volátiles orgánicos (VOC), lo que en definitiva resguarda de posibles perjuicios para la salud.

Innovación. El uso de madera abre la puerta al diseño de soluciones innovadoras que visibilizan a este material como una opción sustentable. Por ejemplo, existen aislantes desarrollados a base de desechos orgánicos, que de utilizarse darían puntuación por innovación.

Prioridades regionales: En cada país donde se implementa esta certificación se definen prioridades regionales que le dan mayor ponderación a ciertos elementos por sobre otros. En el caso de Chile, una de las prioridades es el uso de materiales de la región, lo que le da una ventaja bastante sólida a la madera por sobre las opciones alternativas.

1.3.2 Estándar Passivhaus

Passivhaus es considerado el estándar de eficiencia energética más riguroso en la industria del diseño y la construcción. Este estándar exige la aplicación de una serie de medidas pasivas de aislación para lograr una vivienda hermética, con una envolvente de alto desempeño y un sistema de ventilación eficiente. De esta manera, las viviendas Passivhaus pueden llegar a reducir su consumo energético hasta en un 90% comparadas con las construcciones convencionales.

Passivhaus considera cinco pilares que deben ser tomados en consideración durante la etapa de diseño y ejecución de la obra (Figura N° 4):

Aislación de alta calidad. La regla primordial es que la vivienda tenga una buena la envolvente. Esto significa contar con un diseño altamente eficiente y bien aislado, para lo cual se debe utilizar un espesor adecuado de aislamiento térmico y una aislación continua (sin cortes). Esto permite que las viviendas Passivhaus tengan pérdidas mínimas de calor.

Ventanas de alto desempeño. Desde un punto de vista térmico las ventanas son uno de los puntos débiles de una vivienda. La ubicación y colocación de las ventanas es uno de los puntos principales para lograr mayor eficiencia de una vivienda. Por ello todos los marcos de las ventanas deben estar debidamente aislados y equipados con doble o incluso triple acristalamiento.

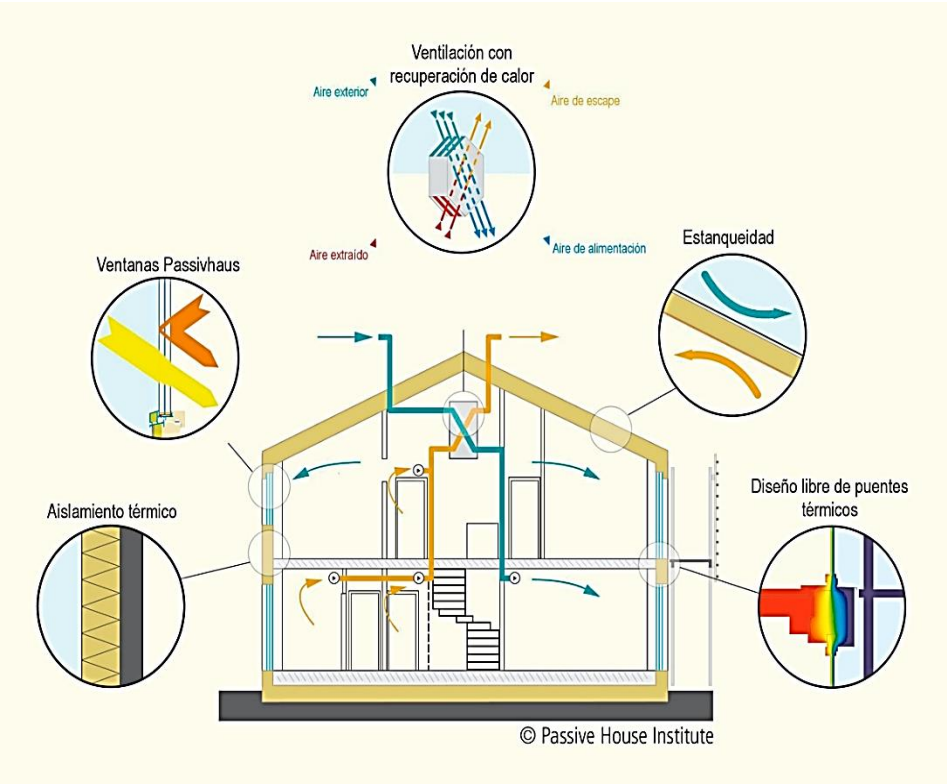
Construcción hermética. Esto significa que no entran corrientes de aire ni salen fugas. Ello debe considerarse cuidadosamente en la etapa de diseño ya que la barrera de aire de la casa debe ser continua y deben considerarse sellos entre los distintos elementos constructivos. Lograr la hermeticidad es uno de los puntos más relevantes y complejos en la etapa de construcción, y como resultado, la vivienda limitará las pérdidas de calor y reducirá los costos de energía, permitiendo un mejor confort térmico interior.

Ventilación. Se debe implementar un sistema para eliminar el aire viciado y reemplazarlo con aire fresco, filtrado y con temperatura controlada. Para ello se utiliza un sistema de ventilación con recuperación de calor (HRV), que evita la contaminación en el hogar e impide la condensación en climas más fríos.

Diseño sin puentes térmicos. Conseguir la ausencia total de los puentes térmicos (cortes o saltos en el aislante) permite disminuir el consumo energético y evitar afecciones a la salud debidas a la condensación. Además, este tipo de diseño consigue eliminar los puntos fríos en el interior de la vivienda, de manera que se garantiza un excelente confort térmico y sensación de bienestar.

Passivhaus solo tiene un nivel de certificación y para obtenerlo se debe cumplir una serie de requisitos técnicos asociados a las temperaturas superficiales interiores de la envolvente térmica, al máximo de demanda energética para calefaccionar y refrigerar, entre otras cosas. El proceso de certificación se realiza con pruebas en terreno de presión y temperatura.

Las construcciones que cumplen con estos estándares tienen el principal beneficio de contar con un alto confort térmico, tanto en invierno como en verano, y un reducido consumo de energía para ello. En ese sentido, el uso de madera aumenta el potencial de cumplir con el estándar Passivhaus, ya que las soluciones constructivas en este material tienen la flexibilidad para desarrollar sistemas constructivos de alto desempeño energético, cuestión que es clave para cumplir con el estándar.



(Fuente: Instituto Passivehaus, 2021)

Figura N°4: CINCO PILARES BÁSICOS PARA EL DISEÑO PASIVO DE ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA

1.3.3 Certificación Edificio Sustentable (CES)

Al igual que los demás, es un sistema de certificación voluntario que comenzó el 2012, impulsado por el Instituto de la Construcción de Chile bajo el mandato de MOP, CChC y el Colegio de Arquitectos. El objetivo de esta certificación es incentivar el diseño y la construcción de edificios que cumplan con criterios de sustentabilidad, e incentivar el mercado local para que valorice este tipo de iniciativas.

CES utiliza y jerarquiza sus requerimientos según la realidad local, lo que le imprime un sello de validez e idoneidad. Además, el proceso de certificación cuenta con verificación y acompañamiento, lo que también supone un beneficio. En particular, la verificación contempla un análisis en terreno de una institución externa y el acompañamiento durante la construcción del edificio.

La evaluación se centra en cinco aspectos, calidad del ambiente interior, energía, agua, residuos y gestión. CES agrupa estas áreas en cuatro categorías, sumando de forma agregada un máximo de 100 puntos que se distribuyen como se indica en el Cuadro N° 3.

Cuadro N° 3
ASPECTOS DE EVALUACIÓN CES

Temáticas	Categorías que Considera	Puntaje (Oficina y Servicios)	
Arquitectura	Calidad del ambiente interior Energía Agua Residuos	65,5	Categorías en la que el uso de la madera puede aportar
Instalaciones	Calidad del ambiente interior Energía Agua	34,5	
Construcción	Residuos	1	
Gestión	Gestión de Operación y mantenimiento	4	

(Fuente: Elaboración propia en base a CDT, 2015)

Para obtener la certificación existen requerimientos obligatorios, y se debe cumplir con un mínimo de 30 puntos en los requerimientos voluntarios. Los niveles de certificación se muestran en la Figura N° 5.

No Certificado	Edificio Certificado	Certificación Destacada		Certificación Sobresaliente
0	**30**	**54,5**	**69,5**	**100**

(Fuente Elaboración propia en base a CES, 2021)

Figura N° 5. NIVELES DE CERTIFICACIÓN

En particular, respecto de la categoría Arquitectura, el uso de madera puede aportar en las variables que se registran en la Figura N° 6. Se destacan en rojo aquellas en las que el uso de madera puede aportar.

Como es posible apreciar en la Figura N° 6, el uso de madera aumentaría con creces la posibilidad de obtener una certificación CES, principalmente en la categoría de Arquitectura.

Esta categoría sería la más beneficiada, mejorando la calidad del ambiente interior, reduciendo la demanda energética y propiciando aislación térmica y acústica.

Además, el proceso productivo de los materiales en madera implica una reducción en el uso de agua y de energía, cuestión que también es evaluada en esta categoría.

	Variable	Requisitos Obligatorios (O)		Requerimientos Voluntarios con puntaje (V)		Puntaje (máx. 100) NL-NVT-ND-CI-CL		Puntaje (máx. 100) SL-SI-SE-An	
						Oficinas y servicios	Educación y salud	Oficinas y servicios	Educación y salud
	ARQ.CAI 1 Confort térmico - pasivo	-	Ver 5R	1.1	% de tiempo que la T° se encuentra dentro del rango de confort de manera pasiva.	16	10	16	10
ARQ. Calidad del Ambiente Interior	ARQ.CAI 2 Confort visual - pasivo	2R	Factor Luz Día o Iluminancia útil mínimos.	2.1	Aporte luz natural, en Factor Luz Día (FLD), Iluminancia Útil o Autonomía de Iluminación (SDA).	5,0	6,5	5,0	6,5
					Control de Deslumbramiento (DGP)	1,0	1,0	1,0	1,0
				2.2	Acceso visual al exterior	1,0	1,5	1,0	1,5
	ARQ.CAI 3 Calidad del aire - pasivo	3R	Superficie mínima de ventana o caudal mínimo de aire.	3.1	Cobertura de las tasas de renovación por ventilación natural	6,0	7,5	6,0	7,5
				3.2	Concentración máxima de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)	2,5	3,0	2,5	3,0
	ARQ.CAI 4 Confort acústico	4R	Aislación acústica mínima de fachadas exteriores	4.1	Aislamiento acústico de fachada	2,0	3,0	2,0	3,0
					Aislamiento acústico al ruido aéreo entre dos recintos	1,0	2,0	1,0	2,0
				4.2	Acondicionamiento acústico - tiempo de reverberación	1,5	1,5	1,5	1,5
					Acondicionamiento acústico - inteligibilidad de la palabra (STI)	0,5	0,5	0,5	0,5
ARQ. Energía	ARQ. Energía 5 Demanda de energía	5R	Transmitancia térmica de la envolvente y Factor Solar Modificado	5.	***Opción 1.*** Evaluación prestacional: disminución de la demanda de energía para calefacción, enfriamiento e iluminación.	18	18	18	18
					Opción 2. Evaluación prescriptiva – Transmitancia térmica y factor solar modificado (FSM)*	10	10	10	10
	ARQ. Energía 6 Hermeticidad de la envolvente	6R	Sellos exteriores para carpintería y paso de instalaciones	6.	Infiltraciones por la envolvente y permeabilidad al aire de carpinterías de ventana.	3,0	3,0	3,0	3,0
	ARQ. Energía 7 Energía incorporada	-	N/A	7.	Porcentaje de los materiales estructurales del edificio en que se declara la información de energía incorporada.	4,0	4,0	4,0	4,0
ARQ. Agua	ARQ. Agua 8 Paisajismo	8R	Reducir en un 20% la evapotranspiración	8.	Disminución de la evapotranspiración del proyecto de paisajismo	2,0	2,0	1,0	1,0
	ARQ. Agua 9 Agua incorporada	-	N/A	9.	Porcentaje de los materiales estructurales del edificio en que se declara la información de agua incorporada.	1,0	1,0	1,0	1,0
ARQ. Residuos	ARQ. Residuos 10 Manejo de residuos	-	N/A	10.	Incorporar equipamiento y elementos que permitan la separación de los residuos durante la operación del edificio	1,0	1,5	1,0	1,5

(Fuente Elaboración propia en base a CES, 2021)

Figura N° 6. VARIABLES Y REQUERIMIENTOS CES PARA LA CATEGORÍA ARQUITECTURA

1.3.4 Certificación Vivienda Sustentable (CVS)

La Certificación de Vivienda Sustentable es un nuevo sistema voluntario que se lanzó al mercado en marzo de 2020. Esta certificación evalúa aspectos de interés ambiental, económico y social, a lo largo de todo el ciclo de vida de los proyectos residenciales de nueva construcción (MINVU, 2021).

Su objetivo es acelerar la transición hacia la construcción sustentable a través de la entrega de un certificado que por un lado permite a los desarrolladores inmobiliarios transmitir objetivamente los atributos de sustentabilidad de la vivienda y por otro permite a los potenciales compradores comparar y valorar el desempeño de la vivienda respecto de distintos criterios.

La Certificación de Vivienda Sustentable fundamenta su evaluación energética en el sistema CEV. El CEV permite obtener los valores objetivos sobre el desempeño energético global de la vivienda,y es la única herramienta de cálculo utilizada para el ítem energético.

CVS considera seis categorías y 22 subcategorías (Cuadro N° 4).

Cuadro N° 4. CATEGORÍAS Y SUBCATEGORÍAS QUE COMPONEN LA CVS

Categoría	Subcategoría	
1. Salud y Bienestar	1.1. Calidad del ambiente interior	Subcategorías en las que el uso de madera puede aportar
	1.2. Bienestar espacial	
	1.3. Bienestar en operación	
	1.4. Innovación	
2. Energía	2.1. Desempeño energético	
	2.2. Método prescriptivo	
	2.3. Equipos energéticamente eficientes	
	2.4. Medición y monitoreo	
3. Agua	3.1. Estrategias de abastecimiento y calidad del agua	
	3.2. Minimización del consumo desde el diseño	
	3.3. Estrategias de reutilización	
	3.4. Gestión del agua durante la construcción	
4. Materiales y residuos	4.1. Materiales con atributos sustentables	
	4.2. Minimización de residuos desde el diseño	
	4.3. Diseño de Infraestructura para gestión de residuos domiciliarios	
	4.4.Gestión de residuos de construcción	
5. Impacto ambiental	5.1. Minimización de emisiones a la atmósfera	
	5.2. Reducción de impactos en el ecosistema	
	5.3. Sustentabilidad social	
	5.4. Proceso de diseño integrado	
6. Entorno inmediato	6.1. Movilidad sustentable	
	6.2. Relación con el entorno inmediato	

(Fuente: Elaboración propia en base a MINVU, 2021)

Dentro de cada categoría y sub categoría las variables evaluadas son múltiples y el puntaje máximo global es de 150 puntos. Si bien existen muchas sub categorías y variables en las que el uso de madera puede servir para cumplir con los créditos exigidos, algunos requerimientos revisten especial interés en el marco de este análisis.

Los requerimientos corresponden a exigencias planteadas al proyecto, que determinan acciones a seguir y estrategias a implementar para cumplir con los objetivos de cada variable. Estos se encuentran condicionados a las características propias de los proyectos según la macrozona térmica en que se insertan, la tipología de vivienda, los espacios comunes y las tecnologías incorporadas (MINVU, 2021).

CÓDIGO	NOMBRE DEL REQUERIMIENTO	1.1.1. NORTE	1.1.2. CENTRO	1.1.3. SUR
1.1.1.a	Ventilación mínima	✓	✓	✓
1.1.1.d	Contaminación aérea intradomiciliaria por calefactores			✓
1.1.2.a	Confort térmico pasivo	✓	✓	✓
1.1.2.b	Riesgo de condensación		✓	✓
1.1.4.b	Vista al exterior	✓	✓	✓
1.2.1.a	Solución para el secado de ropa		✓	✓
1.3.1.a	Manual de usuario de la vivienda	✓	✓	✓
2.1.1.a	Reducción de demanda térmica de viviendas	✓	✓	✓
2.2.2.a	Sellos en uniones y encuentros	✓	✓	✓
2.3.1.b	Calefacción de viviendas			✓
3.2.1.a	Artefactos sanitarios eficientes	✓	✓	✓
3.2.2.a	Paisajismo de bajo requerimiento hídrico	✓	✓	
3.2.2.c	Riego eficiente	✓	✓	
4.3.1.a	Infraestructura para gestión de residuos domiciliarios	✓	✓	✓
4.4.1.a	Gestión y monitoreo de residuos de construcción y demolición	✓	✓	✓
5.4.1.a	Condiciones para un proceso de diseño integrado	✓	✓	✓
6.1.1.a	Acceso al transporte público	✓	✓	✓
6.1.3.a	Cercanía a equipamiento y servicios básicos	✓	✓	✓
Recuento		14	16	16

(Fuente: MINVU, 2021)

Figura N° 7. LISTA DE REQUERIMIENTOS OBLIGATORIOS QUE CAMBIAN SEGÚN MACROZONA

Existen requerimientos de orden obligatorio y créditos voluntarios. Los créditos voluntarios en los que el uso de madera podría aportar se muestran a continuación.

1. Salud y Bienestar.

   1.1. Calidad del ambiente interior

   Variable: Confort higrotérmico. El objetivo de esta variable es contribuir al confort higrotérmico, a través del diseño pasivo, favorecido por estrategias de aislación térmica, orientación, asoleamiento y masa térmica. Como ya se indicó, la madera tiene un buen comportamiento térmico que aportaría para cumplir con el objetivo de esta variable.

   Variable: Confort acústico. El objetivo de esta variable es contribuir al confort acústico al interior de las viviendas, a través de medidas de mitigación al ruido aéreo y de impacto. La madera tiene atributos que aumentan el confort acústico de las edificaciones.

2. Energía

   2.1. Desempeño energético-térmico

   Variable: Reducción de la demanda térmica en viviendas. Su objetivo es establecer metas de reducción en la demanda de calefacción y enfriamiento, que fomenten mejores estándares que los obligatorios en el sector residencial. La madera ha demostrado tener buenas propiedades aislantes, y por ende podría ayudar a reducir la demanda térmica de las viviendas.

   2.2. Método prescriptivo

   Variable: Aislación térmica en recintos comunitarios. Tiene como objetivo establecer un alto estándar de aislación para recintos comunitarios, reduciendo costos de climatización e impacto ambiental del proyecto. Por sus propiedades físicas, la madera podría ayudar a conseguir estos estándares.

3. Materiales y residuos

   3.1. Materiales con atributos sustentables

   Variable: Declaración ambiental de productos de construcción. El objetivo de esta variable es fomentar la selección, especificación y adquisición de materiales y productos de construcción que proporcionen información acerca de su ciclo de vida (ACV) y sus potenciales impactos ambientales.

   Variable: Maderas con certificación de gestión sustentable. Busca promover el uso de materias primas provenientes de bosques gestionados en forma sustentable, previniendo de esta forma el agotamiento de recursos forestales finitos y colaborando con la protección y conservación de ecosistemas.

   Variable: Materiales nacionales o regionales. Su objetivo es fomentar el uso de productos que sean elaborados con recursos naturales de la zona. Para dar cumplimiento a este requisito, al menos un 20% del presupuesto total de la obra

   Debe corresponder a materiales extraídos, cosechados, recuperados y manufacturados en Chile, o en un radio de mil kilómetros respecto al emplazamiento del proyecto. Dado que el centro-sur de Chile es abundante en bosques, la utilización de madera aportaría en este ítem a todos los proyectos situados en la macrozona y hasta a mil kilómetros de distancia de ella.

   Variable: Materiales con contenido reciclado. Dado que se enfoca en la selección, especificación e instalación de materiales y productos que incorporen materias primas provenientes de la reutilización y reciclaje, el uso de materiales con madera puede

potenciar la obtención de puntaje en esta variable. Existen aislantes y otros productos que pueden desarrollarse a base de residuos de madera.

Variable: Contenido de compuestos volátiles orgánicos (VOC). El objetivo es reducir el uso de materiales con concentraciones de contaminantes químicos que puedan dañar la salud. Los contenidos máximos de compuestos volátiles orgánicos no deben exceder los límites establecidos por esta certificación, para un mínimo del 20% del presupuesto de los elementos permanentemente instalados. El uso de madera con barnices libres de VOC ayudaría a cumplir con los límites establecidos por esta certificación.

Variable: Materiales de rápida renovación. El objetivo es conservar recursos y reducir el agotamiento de materias primas finitas, así como de las que tienen largos ciclos de renovación (mayores a diez años), a través de su reemplazo por materiales de rápida renovación. Existen tipos de madera de rápida renovación, por lo que su uso en la construcción de las viviendas representa un potencial para esta variable.

3.2. Minimización de residuos desde el diseño

Variable: Optimización de materiales desde el diseño. Se busca fomentar la reducción de residuos, a partir de la optimización del uso de materiales y recursos, incorporando sistemas prefabricados, aprovechando el pre dimensionado y entregando soluciones eficientes, sin perjudicar la calidad del producto. Para cumplir con esta variable se podrían utilizar elementos constructivos en madera prefabricados, siguiendo las experiencias internacionales.

CVS tiene un enfoque multidimensional que da importancia al material con que se edifica, su naturaleza renovable y el aprovechamiento de los residuos orgánicos. La madera se posiciona por sobre otras alternativas y su uso ayudaría a cumplir con los siguientes ámbitos de las categorías y subcategorías recién analizadas:

Salud y Bienestar. La madera puede permitir la obtención de los créditos por ayudar a cumplir requerimientos acústicos por sobre la norma.

Energía. Por sus cualidades, el uso de madera tiene el potencial de aumentar la eficiencia energética de la construcción.

Materiales y Residuos. Una ventaja fundamental es que la madera es una materia prima local, biodegradable y de bajo impacto ambiental. Es precisamente en este ámbito donde se posiciona con mayores ventajas respecto de los materiales alternativos.

1.3.5 Calificación Energética de Vivienda (CEV)

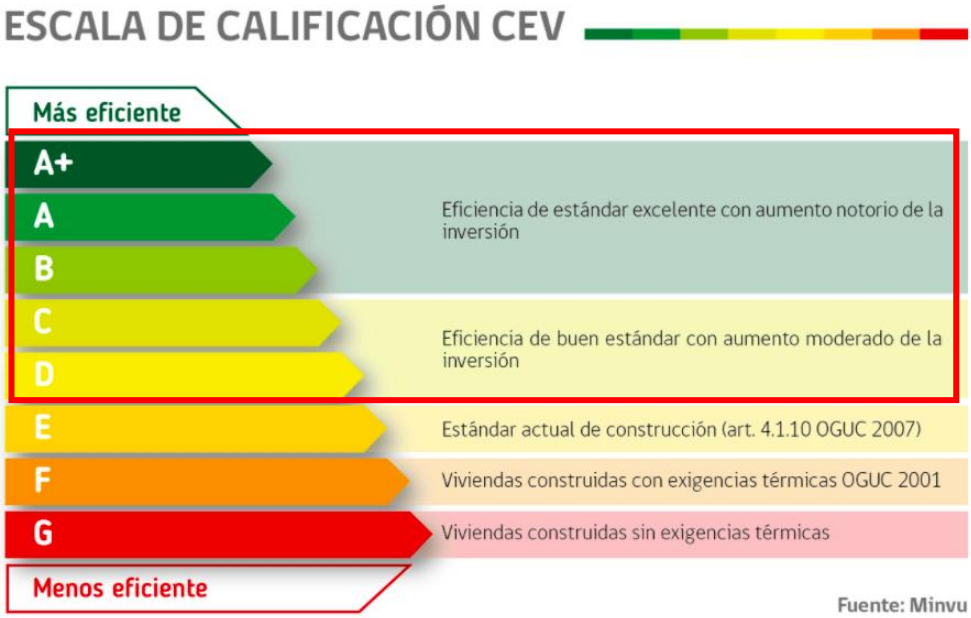
El Ministerio de Vivienda y Urbanismo junto con el Ministerio de Energía implementaron este sistema como un instrumento voluntario que califica la eficiencia de una vivienda nueva en su etapa de uso. Este sistema considera requerimientos de calefacción, iluminación y agua caliente sanitaria, y entrega una etiqueta con colores y una letra de la A+ a la G, similar al sistema utilizado en los electrodomésticos. La letra E corresponde al estándar actual de construcción, establecido en el artículo 4.1.10 de la OGUC (Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones) (MINVU, 2019a) para aislación en muros, pisos ventilados y techos (Figura N° 8).

Entre sus beneficios se reconoce su contribución al mejoramiento de la calidad de vida, fomentando la construcción de viviendas que generan mayor confort térmico y que disminuyen los gastos en calefacción, agua caliente sanitaria e iluminación. Tal como indica su nombre, evalúa únicamente el desempeño energético de la vivienda, sin incluir otras variables de sustentabilidad.

CEV verifica lo anterior considerando el diseño (sistemas constructivos, orientación, geometría de la construcción, entre otros criterios), la eficiencia de los equipos y los tipos de energía

que usa la vivienda. De esta forma se puede tener información comparable del comportamiento energético de diferentes viviendas.

En la Figura N° 8 se destacan en rojo calificaciones a las que se puede llegar con el desarrollo de soluciones constructivas en madera de alto desempeño energético.



(Fuente: MINVU, 2019b)

Figura N° 8. ESCALA DE CLASIFICIACIÓN CEV

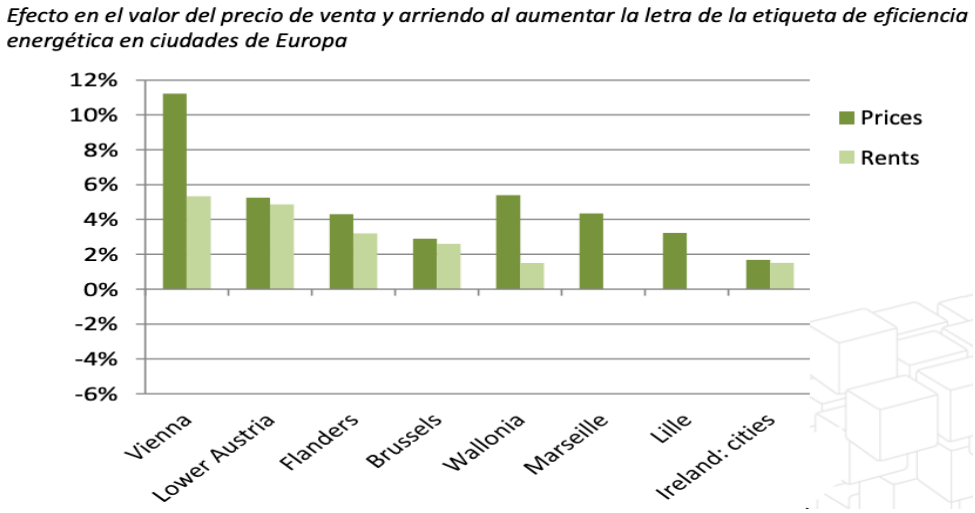
La letra se calcula comparando la vivienda con una vivienda de referencia, que es idéntica a la evaluada en términos de forma, dimensiones, ubicación geográfica, ganancias internas y superficie vidriada, pero que cumple con una serie de estándares definidos por la normativa (OGUC).

Una vivienda que cumple con la exigencia térmica establecida por la norma tiene actualmente una calificación CEV tipo E (alcanzando ahorros de un 20% y hasta un sobreconsumo de un 9% respecto de la vivienda base).

Por las cualidades revisadas anteriormente, el uso de madera tiene el potencial de mejorar la eficiencia energética y lograr estándares por sobre la normativa, consiguiendo, en los mejores escenarios, viviendas con desempeño tipo A+.

Como se estudió recién, el uso de madera en las edificaciones es pertinente de forma transversal a todas las certificaciones analizadas. Construir con madera no solo genera beneficios ambientales, sino que además en Chile tiene ventajas (menor costo y huella de carbono asociada al transporte) y beneficios sociales asociados al aumento de la calidad de vida. Estas cualidades hacen que, como material de construcción, la madera tenga un potencial enorme que puede ser explotado a través del uso de las certificaciones aquí revisadas.

Este potencial no solo se asocia a los beneficios sociales, ambientales y económicos, sino que también se ha convertido en una oportunidad de negocios a nivel internacional. Se han comprobado relaciones directas entre el nivel de calificación de eficiencia energética de las viviendas y su valor comercial en Austria, Bélgica Francia y Reino Unido. Esta relación positiva también se observa para el valor de arriendo (Figura N° 9).



(Fuente: CChC, 2015)

Figura N° 9. EFECTOS DE LA CERTIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS PRECIOS – EUROPA

Como oportunidad de negocios, la construcción sustentable certificada también se está abriendo paso en el ámbito nacional y los atributos de sustentabilidad han sido incorporados en los proyectos inmobiliarios con mayor fuerza. Esto se refleja, por ejemplo, en el aumento sostenido de la cantidad de publicaciones en Portalinmobiliario.com que declaran contar con características sustentables como parte de su oferta (Figura N° 10).

(Fuente: EEChile, 2017)

Figura N° 10. PORCENTAJE DE PROYECTOS QUE INCORPORAN CONCEPTOS DE SUSTENTABILIDAD EN PUBLICACIONES DE PORTALINMOBILIARIO.COM

1.4 Barreras para la Masificación del Uso de Madera en la Construcción

El actual escenario de innovación en la construcción y de promoción de atributos sustentables es especialmente favorable para Chile, ya que la alta disponibilidad de materia prima otorga ventajas comparativas que de hecho sitúan al país entre los 10 mayores productores de madera en el mundo, con cosechas cinco veces mayores al consumo). Esta realidad permite a Chile

tener un potencial de liderazgo en el mercado nacional e internacional de la construcción en madera y en el inexplorado segmento de edificios de media altura (CIMUC, 2018), que ha probado ser viable en el país[4].

Sin embargo, la disponibilidad del recurso no se relaciona con el número de viviendas con estructura en madera que se construyen en Chile. De acuerdo a Gysling *et al.* (2020), de las 133.194 viviendas construidas en el país en el año 2017, solo el 18% tenía madera como material predominante en su estructura. Esta realidad está muy distante de la de países como Canadá y Estados Unidos, donde los porcentajes sobrepasan el 90% de aplicación estructural.

En la literatura, las barreras han sido extensamente mapeadas, y se presentan en el ámbito social, económico, político y técnico (Banco Mundial, 2020). Para el caso de Chile, el sector privado, público y académico vinculado a la industria de la construcción percibe que las brechas de mayor peso son culturales, de desinformación y de desconocimiento. De igual forma, estos actores clave consideran que existen brechas normativas y falta de incentivos provenientes del sector público. En último nivel reconocen las brechas tecnológicas, principalmente porque la calidad de la materia prima parece no ser un problema (Banco Mundial, 2020).

Respecto de la gran importancia que se le da a la brecha cultural, los actores reconocen que esto se debe principalmente a que existe una barrera asociada al riesgo de incendios. En cuanto a las brechas tecnológicas, en opinión de los actores clave las barreras no tienen tanto que ver con la percepción sobre la calidad de la madera ni su costo de mantenimiento, sino que principalmente con la falta de constructoras con experiencia en construcción en madera (Banco Mundial, 2020).

Esta última percepción es particularmente llamativa. De acuerdo a Gysling *et al.* (2020), se estima que solo un 0,25% de la madera aserrada estructural vendida en el mercado está certificada por algún laboratorio acreditado para clasificar madera. Es decir, en la práctica esta brecha es importante y bastante mayor a lo que se percibe en la industria.

El sector público también juega un papel importante en las brechas reconocidas para la construcción en madera. La mayor brecha identificada es la difusión de los beneficios de la construcción en madera y los incentivos que el Estado otorga para su promoción. Otros obstáculos son menos considerados, como las normativas municipales y gubernamentales.

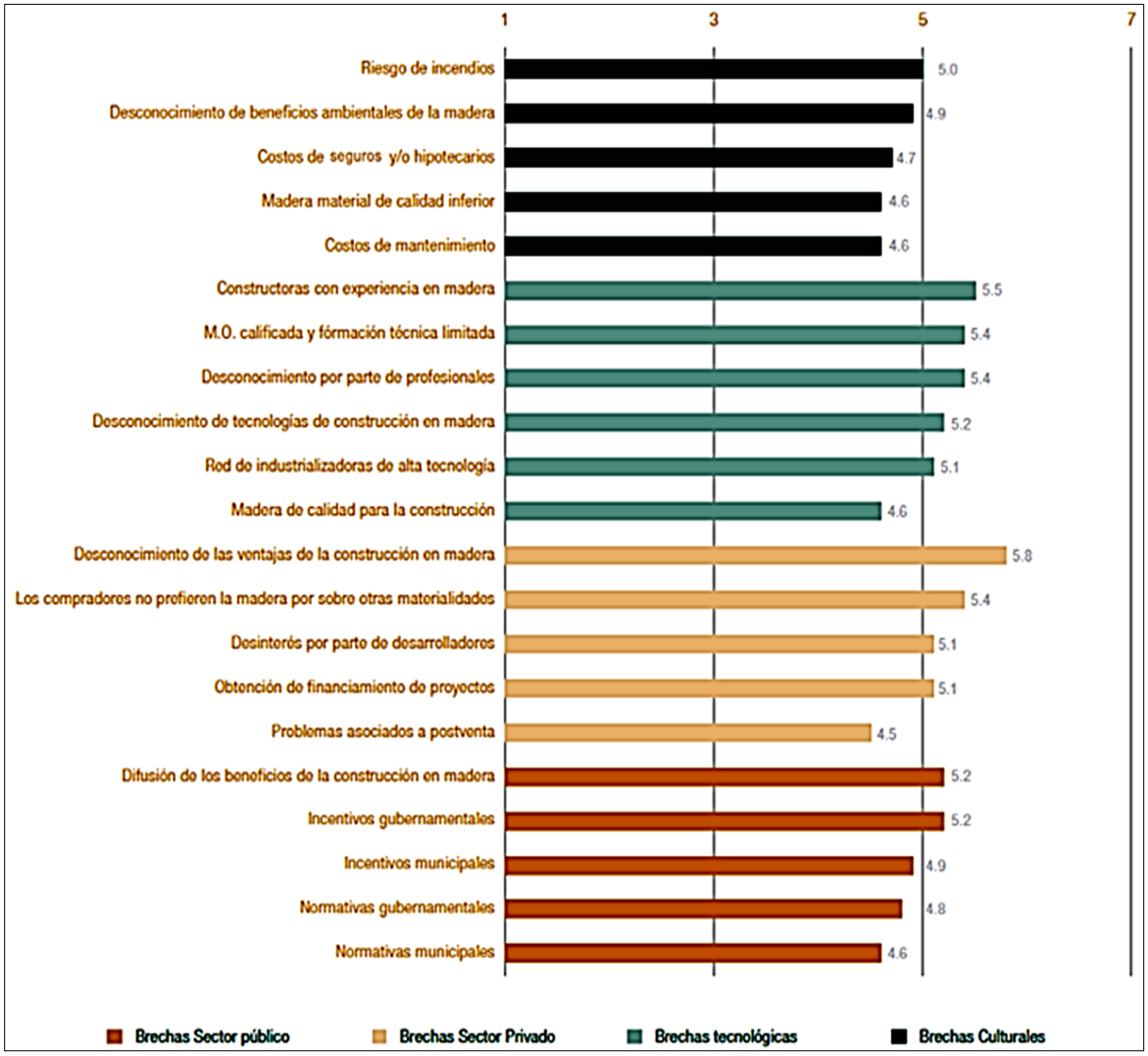
En torno al sector privado existe un gran desconocimiento de las ventajas del uso de madera en la construcción. Este desconocimiento hace que quienes construyen y quienes utilizan las infraestructuras opten por instalaciones de otros materiales.

En la Figura N° 11 se muestra un resumen del estudio realizado por el Banco Mundial (2020) de acuerdo a la percepción auto reportada de los tres actores vinculados al sector de la construcción. El gráfico está ordenado de forma decreciente, siendo el promedio más alto un obstáculo mayor.

Más allá de la percepción de brechas, llama la atención que, aun cuando diversos organismos públicos y privados han llevado a cabo iniciativas para promover el uso de madera en la construcción chilena, su uso en la industria está lejos de ser masivo. En este contexto cabe analizar cuál es la situación actual de las iniciativas vigentes de promoción al uso de la madera, para detectar cuáles son las brechas y cómo abordarlas.

El potencial de la madera solo puede ser explotado a través del fortalecimiento de instrumentos de incentivo desde el sector público (políticas públicas) y/o privado (financiamiento, certificaciones, entre otras). La utilidad de estas herramientas depende en gran medida de identificar qué aspectos se deben fortalecer, qué paquetes de medidas lograrían un resultado óptimo y qué iniciativas se deben priorizar en el corto, mediano y largo plazo.

[4] Validado con el proyecto experimental “Torre Peñuelas”



(Fuente: Banco Mundial, 2020)

Figura N° 11. DESGLOSE DE BRECHAS GENERALES ORDENADAS POR MACRO BRECHA Y PROMEDIO

CAPÍTULO 2

POLÍTICAS PÚBLICAS: HERRAMIENTAS DE INCENTIVO PARA LA PROMOCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN EN MADERA

En este capítulo se examina el impacto de las políticas de promoción de la construcción en madera a nivel nacional. Para ello se revisan las hojas de ruta de distintos Ministerios respecto de este tema, así como también las iniciativas y avances generados desde el sector privado y la academia.

Para analizar la efectividad de las políticas estudiadas se utiliza la clasificación propuesta por Kibert (2001), que clasifica las iniciativas de promoción de la industria de la construcción sustentable en cinco áreas:

Instrumentos Regulatorios: Agrupa a aquellos que son obligatorios, en el sentido de establecer una obligación de uso de alguna tecnología o de cumplimiento de algún estándar de desempeño.

Instrumentos Económicos: Incluye los incentivos financieros a iniciativas asociadas al impacto medioambiental o a una actividad en particular.

Herramientas de Información: Todas aquellas que buscan dar a conocer información sobre temas de sustentabilidad. A su vez se subdivide en tres categorías, (1) campañas enfocadas en generar conciencia sobre temas de medioambiente, (2) programas de difusión de información técnica, dirigidos a oferentes del sector de la construcción, y (3) esquemas de etiquetado ambiental, que entregan información sobre el desempeño ambiental de un producto y su certificación.

Iniciativas voluntarias: Estas pueden ser unilaterales, si son medidas tomadas por un negocio sin la intervención de un organismo público, y negociadas, si son el resultado de un acuerdo público-privado.

Herramientas de Investigación y Desarrollo: Están basadas en una asociación público-privada que compromete fondos públicos para actividades de I&D. Para efectos de este estudio también pueden ser iniciativas privadas de I&D sin apoyo público y viceversa.

Para el propósito de este trabajo, la clasificación de Kibert (2001) debe replantearse en tres sentidos. Primero, esta debe interpretarse desde la perspectiva de las políticas públicas, entendidas como cursos de acción relacionados con un objetivo público y desarrollados por el sector público, frecuentemente con la participación de la comunidad y del sector privado (Lahera, 2002). En ese sentido, las iniciativas voluntarias no representan en sí mismas herramientas de política pública y por ello la recopilación del trabajo de los distintos Ministerios registrará las iniciativas voluntarias, pero no las contará dentro del análisis de políticas públicas realizado posteriormente.

En segundo lugar, y en línea con el análisis de políticas públicas, es necesario agregar un sexto elemento a la clasificación; la herramienta de articulación.

Herramienta de Articulación: Agrupa a aquellas que sirven para vincular y coordinar esfuerzos entre distintos actores públicos o privados. Estas herramientas no tienen la capacidad de poner en marcha las iniciativas que articulan y, una vez puestas en marcha, las iniciativas se transforman en instrumentos económicos, de información, u otros según la naturaleza de la articulación.

En tercer lugar, se debe tener en consideración que existen iniciativas cuyo objetivo directo es fomentar el uso de madera en la construcción, mientras que otras iniciativas influyen positiva pero indirectamente en su promoción.

A continuación, se presenta el análisis por entidad, según las políticas e iniciativas que mantienen vigentes y aquellas que, habiendo expirado, fueron de gran importancia en el escenario nacional. Para clasificar las políticas e iniciativas se utiliza la leyenda que se presenta en el Cuadro N° 5.

Cuadro N° 5. LEYENDA PARA ANÁLISIS DE POLÍTICAS DE PROMOCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN EN MADERA A NIVEL NACIONAL

Leyenda	
Instrumento Regulatorio Instrumento Económico Herramienta de Información Iniciativa Voluntaria Herramienta de Investigación y Desarrollo Herramienta de Articulación	Instrumentos en marcha Instrumentos propuestos o en construcción

(Fuente: Elaboración propia)

2.1 Contexto nacional y hojas de ruta Ministerio de Agricultura, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ministerio de Medio Ambiente y Ministerio de Energía

2.1.1 Ministerio de Vivienda y Urbanismo

En 2014 el Ministerio de Vivienda y Urbanismo llevó a cabo un diagnóstico sobre el estado de la construcción en madera en Chile, y a partir de una coordinación intersectorial y una alianza público-privada se definieron cinco ejes estratégicos para incentivar el uso de este material en el rubro (MINVU, 2019c).

(Fuente: MINVU, 2019c)

Figura N° 12. ALIANZAS DE PROMOCIÓN DEL USO DE MADERA EN LA CONSTRUCCIÓN

Normativa. Fortalecer y actualizar el marco normativo técnico. Las Normas Chilenas que actualmente rigen sobre la construcción madera son:

Cuadro N° 6. NORMAS CHILENAS ACTUALES PARA CONSTRUCCIÓN EN MADERA

NCh 173	**2008**	Madera. Terminología General
NCh 174	**2007**	Madera. Uniones, dimensiones nominales, tolerancias y especificaciones
NCh 176/1	**2003**	Madera. Parte 1. Determinación del contenido de humedad
NCh 630	**1998**	Madera. Preservación. Terminología
NCh 755	**1996**	Madera. Preservación. Medición de la penetración de preservantes en la madera
NCh 819	**2012**	Madera preservada. Pino radiata. Clasificación según riesgo de deterioro en servicios y muestreo
NCh 2824	**2003**	Madera. Pino radiata. Unidades, dimensiones y tolerancias

(Fuente: Elaboración propia en base a MINVU, 2019c)

En este contexto, este eje estratégico determinó:

- Propuesta de modificación de Normativa Sísmica y Estructural, incluyendo CLT y Sistema Marco Plataforma para edificación en media altura.
- Generación de norma para cálculo de resistencia al fuego
- Intervención de otras 37 normas que aportan a disminuir las brechas detectadas en las normativas.

Control de calidad. Mejorar el control de calidad de los productos que se comercializan.

- Rotular la madera para uso en construcción y así discriminar entre productos aparentemente iguales, pero con estándares diferentes.
- El rotulado tiene como objetivo entregar información a los profesionales y usuarios sobre el uso adecuado de la madera en la construcción, facilitar la construcción con productos de calidad para las edificaciones, y generar altos estándares de edificación en madera.

Diversificar soluciones. Ampliar y diversificar soluciones constructivas.

- Desarrollar nuevas soluciones constructivas acreditadas en Listados Oficiales MINVU para uso de todos quienes diseñan y construyen.
- Diversificar alternativas de diseño a través de la generación de manuales prescriptivos.

Capacitar y difundir. Capacitación de trabajadores y difusión a usuarios.

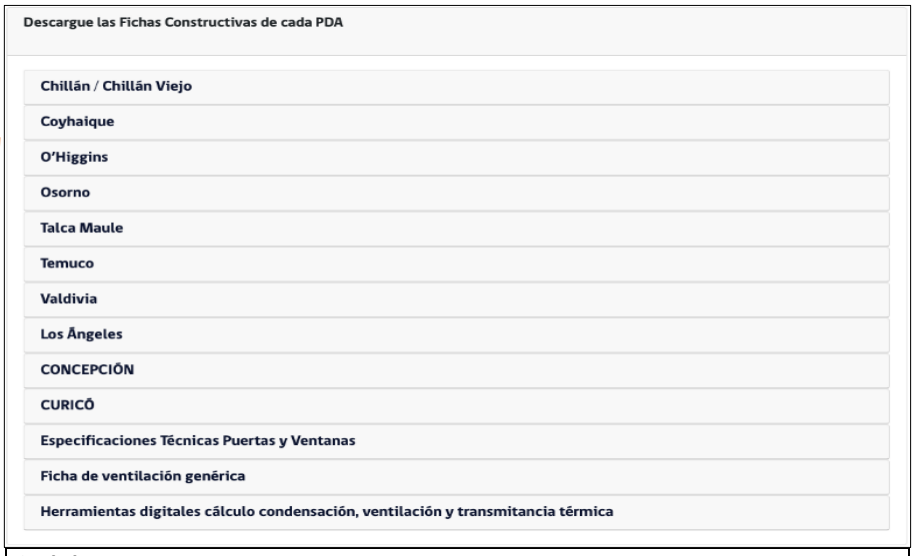
- Capacitar y mejorar las competencias de los profesionales y trabajadores que están desarrollando soluciones en madera.
- Evidenciar y demostrar las cualidades de la madera en ámbitos de sustentabilidad y eficiencia.
- Difundir cuidados y mantenciones para garantizar la durabilidad.

Proyectos detonantes.

- Impulsar proyectos piloto detonantes y demostrativos, generando aprendizajes que enriquezcan nuevas iniciativas en la construcción en madera.

A partir de estos cinco ejes estratégicos el Ministerio ha puesto en marcha una serie de iniciativas. Por otra parte, modificaciones llevadas a cabo por MINVU a la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC) que apuntan a aumentar los estándares de desempeño térmico de las viviendas han favorecido el uso de madera durante los últimos años (Banco Mundial, 2020). A medida que los requerimientos térmicos normativos son mayores, los sistemas de madera tienen ventajas crecientes respecto de los materiales comunes como el hormigón y la albañilería, que deben incorporar mayor cantidad de aislamientos térmicos, haciéndolos cada vez menos competitivos. Esto es especialmente cierto en las edificaciones en altura, en que los entramados estructurales de madera permiten la instalación de más aislación térmica perimetral, y por ende un mejor desempeño higrotérmico en comparación a otras materialidades (Banco Mundial, 2020).

Además, en el contexto de los Planes de Descontaminación Atmosférica (PDA) implementados por el Ministerio de Medio Ambiente, los estándares de eficiencia energética exigidos han aumentado en todas aquellas comunas que han sido declaradas zonas saturadas. Para dar cumplimiento a las mayores exigencias de los PDA, MINVU pone a disposición del público general fichas técnicas para cada zona saturada del país, considerando soluciones técnicas de albañilería, hormigón armado, y tabiquería de madera (Figura N° 13). Los PDA y sus fichas abren una oportunidad, ya que, por sus características, la madera es un material que permite desarrollar soluciones constructivas de alto desempeño energético, tanto para viviendas nuevas como para el reacondicionamiento de viviendas existentes.



Coyhaique
Soluciones Hermeticidad
H1 PUERTAS DE VIVIENDA DE ALBAÑILERÍA Y HORMIGÓN ARMADO
H2 VENTANAS EN VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA Y HORMIGÓN ARMADO
H3 PUERTAS EN VIVIENDAS DE TABIQUERÍA DE MADERA
H4 VENTANAS EN VIVIENDAS DE TABIQUERÍA DE MADERA
H5 DUCTOS DE VENTILACIÓN EN VIVIENDAS DE ALBANILERÍA Y HORMIGÓN ARMADO
H6 DUCTOS DE VENTILACIÓN EN VIVIENDA DE TABIQUERÍA DE MADERA
H7 DUCTO DE ESTUFA A TRAVÉS DE TECHUMBRE EXISTENTE
H8 ENCUENTRO DE SOLERA INFERIOR CON SOBRECIMIENTO EN VIVIENDA DE MADERA
H9 ENCUENTRO DE SOLERA SUPERIOR CON ALERO EN VIVIENDA DE TABIQUERÍA DE MADERA
H10 ENCUENTRO DE PLACAS DE REVESTIMIENTO DE LA MISMA MATERIALIDAD
H11 ENCUENTRO DE PLACAS DE REVESTIMIENTO DE DISTINTA MATERIALIDAD
H12 ENCUENTRO DE ARTEFACTOS ELÉCTRICOS CON MUROS
H13 ENCUENTRO DE ARTEFACTOS ELECTRICOS CON CIELOS
Soluciones Muros
F1 MURO DE ALBAÑILERÍA EXISTENTE CON REVESTIMIENTO TIPO E.I.F.S
F2 MURO DE ALBAÑILERÍA EXISTENTE CON POLIESTIRENO EXPANDIDO
F3 MURO DE ALBAÑILERÍA EXISTENTE CON LANA DE VIDRIO
F4 MURO DE HORMIGÓN ARMADO EXISTENTE CON SISTEMA E.I.F.S.
F5 MURO DE HORMIGÓN EXISTENTE CON POLIESTIRENO EXPANDIDO Y REVESTIMIENTO TINGLADO DE FIBROCEMENTO
F6 MURO DE HORMIGÓN EXISTENTE CON LANA DE VIDRIO Y REVESTIMIENTO TINGLADO DE FIBROCEMENTO
F7 TABIQUERÍA DE MADERA CON LANA DE VIDRIO + POLIESTIRENO EXPANDIDO
F8 TABIQUERÍA DE MADERA EXISTENTE CON POLIESTIRENO EXPANDIDO + POLIESTIRENO EXPANDIDO
F9 TABIQUERÍA DE MADERA EXISTENTE E.I.F.S.

Soluciones Techumbres
F10 TECHUMBRE CON CERCHA CIELO RASO Y LANA DE FIBRA DE VIDRIO
F11 TECHUMBRE CON CERCHA CIELO RASO Y FIBRA DE CELULOSA
F12 TIJERALES A LA VISTA Y CIELO INCLINADO CON AISLACION MIXTA
F13 TIJERALES A LA VISTA Y CIELO INCLINADO DOBLE AISLANTE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO

(Fuente: MINVU, 2021)

Figura N° 13. FICHAS CONSTRUCTIVAS DE CADA PDA

Junto con el aumento de las exigencias de desempeño térmico en la normativa, MINVU ha lanzado dos herramientas de calificación y certificación de viviendas, orientadas a aumentar la eficiencia energética y la sustentabilidad de las mismas. Estas herramientas (Calificación Energética de Vivienda - CEV y Certificación Vivienda Sustentable - CVS) son de carácter voluntario y se espera que pasen a tener carácter obligatorio en futuras actualizaciones normativas, lo que generará un incentivo en el uso de materiales sustentables, eficientes y renovables como la madera. El desarrollo de estas herramientas va de la mano con la publicación, en 2018, de los "Estándares de Construcción Sustentable para Viviendas" (ECSV), que en su tomo IV: "Materiales y Residuos" propone criterios de sustentabilidad para el uso de materiales y residuos en la edificación.

En cuanto a la diversificación de soluciones constructivas en madera, MINVU, en conjunto con el Centro de Innovación en Madera (CIM UC), desarrolló un set de soluciones constructivas en madera ensayadas y validadas para cumplir con los requisitos establecidos en la OGUC en tres exigencias: resistencia al fuego, condiciones térmicas y condiciones acústicas, para ser aplicadas en todo[5] tipo de edificaciones.

Siguiendo con los ejes estratégicos, en 2017 MINVU generó un convenio de colaboración con el Instituto Forestal para el desarrollo de estudios y capacitación, con el objetivo de fortalecer las competencias de profesionales y técnicos de los SERVIU, MINVU y DOM. Estas capacitaciones están principalmente enfocadas a robustecer la fiscalización para que las construcciones en madera cumplan efectivamente el estándar normativo.

En cuanto al control de calidad, una iniciativa destacada es el Manual de Control de Calidad de Obra, elaborado a través de un convenio entre MINVU y el Instituto de la Construcción (IC) y publicado en 2018. El documento está dirigido a empresas constructoras y/o mandantes, y su objetivo es "entregar recomendaciones para controlar la calidad de los procesos constructivos en una obra, asegurando que las distintas partidas se ejecuten en estricto acuerdo con los planos y especificaciones técnicas" (MINVU, 2018). Este manual entrega recomendaciones de carácter técnico respecto de los sistemas constructivos en hormigón armado, albañilería y madera.

El eje estratégico de control de calidad también ha impulsado la elaboración de un decreto de rotulado para la madera, con el objetivo de informar al consumidor de las propiedades de la madera, su estándar de calidad y el cumplimiento de las normativas vigentes establecidas en la OGUC. La rotulación de la madera permitirá a los usuarios discriminar entre la diversidad de productos que ofrece el mercado, y además permitirá identificar el material que concuerde con la memoria de cálculo y especificaciones técnicas del proyecto (MINVU, 2018) (Figura 14).

(Fuente: MINVU, 2018)

Figura N° 14. ESQUEMA DE ROTULADO Y RÓTULO REFERENCIAL DE MADERA PARA USO ESTRUCTURAL

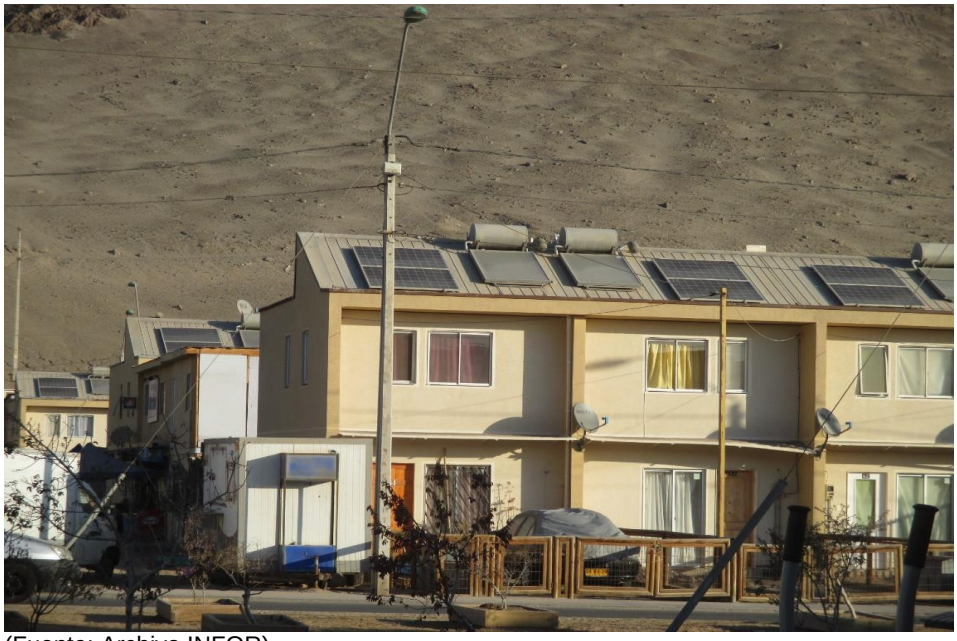
[5] Esta es una diferencia importante respecto de las normativas de construcción en madera en otros países como Estados Unidos y Canadá, que establecen restricciones para los tipos de edificaciones.

Finalmente, para demostrar la efectividad y eficiencia de la construcción en madera, MINVU ha impulsado algunos proyectos pilotos de carácter demostrativo. A fines de 2016 se inauguró en Chañaral el piloto del primer edificio en madera y barrio eco sustentable del país. El Barrio Eco sustentable "Oasis de Chañaral y El Salado" fue una iniciativa de colaboración entre el sector público y el sector privado, liderada por MINVU y desarrollada por CIM-UC CORMA con el apoyo de CORFO. El barrio fue levantado por la necesidad de vivienda de las familias afectadas por el aluvión del 2015 en la Región de Atacama (Figura N° 15).

Se trata de 260 viviendas íntegramente construidas en madera industrializada, ordenadas en edificaciones de 2 y 3 pisos. Su diseño sostenible considera una planta de tratamiento de aguas grises y equipamiento comunitario con áreas de reciclaje y huertos. Estas viviendas fueron certificadas en consumo eficiente de energía en las clases A y A+ de CEV. Las viviendas calificadas con A+ ahorran un 91% de energía respecto de una vivienda de las mismas características que cumple la norma. En conjunto, el barrio Oasis también obtuvo calificación A por su ahorro energético del 84%.

Si bien las viviendas resultantes presentan estándares y calidad por sobre proyectos similares, la construcción del Barrio Chañaral no estuvo exenta de problemas. De acuerdo al análisis realizado por Banco Mundial (2020), para el caso de esta experiencia se identificaron varias dificultades vinculadas a la industrialización del sistema constructivo, ya que para lograr un alto grado de industrialización se deben evitar cuellos de botella asociados a los procesos de diseño y ejecución en obra, para lo cual es fundamental generar espacios de acopio y almacenaje de materiales, planificar el proceso de montaje en obra, llevar un control de las líneas de producción en sus distintas etapas, y contar con un *stock* crítico.

Además, el proyecto Oasis de Chañaral se vio forzado a utilizar cadenetas en muros y maderas de mayor costo porque no existían en el momento ensayos normativos disponibles de estos elementos. Esto demuestra que es necesario contar con un catálogo amplio de soluciones constructivas de acceso público, y validadas desde el punto de vista normativo, catálogo que ya está disponible para libre descarga en la página de MINVU.



(Fuente: Archivo INFOR)

Figura N° 15. BARRIO ECO SUSTENTABLE "OASIS DE CHAÑARAL Y EL SALADO"

Asimismo, en 2018 se inauguró en Peñuelas el edificio de madera más alto de América Latina, con cerca de 20 metros de altura. La estructura es un proyecto experimental emblemático desarrollado por CIM UC – CORMA en conjunto con el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, que ha promovido el trabajo colaborativo entre el sector público, privado y académico, actuando no solo como mandante, sino que además como un socio estratégico (Figura N° 16).

El proyecto tiene como objetivo estudiar cuatro variables principales: el comportamiento sísmico de la estructura, su desempeño ambiental, la valoración económico-constructiva y la percepción desde el mercado inmobiliario. Por su parte, desde el sector académico el objetivo es medir el comportamiento físico-ambiental del edificio a través de la instalación de sensores de monitoreo de variables como la demanda energética, los puentes térmicos, la respuesta sísmica y el comportamiento higrotérmico de la estructura.

El proyecto tiene también un fin educativo, por lo que está parcialmente abierto al público general y considera visitas guiadas a institutos educacionales y empresas inmobiliarias, con el objetivo de difundir los resultados de las mediciones, para lo cual incluso se habilitó un departamento piloto de alto estándar (CIM UC-CORMA, 2018).

(Fuente: Archivo INFOR)

Figura N° 16. TORRE PEÑUELAS

Este proyecto es el primero en utilizar tecnologías como los sistemas de anclaje estructural ATS para alcanzar la altura deseada, lo que demuestra la necesidad de seguir desarrollando avances tecnológicos para la validación y masificación de nuevas tecnologías de construcción en madera. La construcción de proyectos emblemáticos, que demuestren la funcionalidad de las estructuras de madera en el mundo real, permite avanzar en las brechas tecnológicas y también en las normativas existentes, a la vez que generan un cambio cultural respecto de la percepción de la madera y sus beneficios.

Cuadro N° 7. SÍNTESIS DE HERRAMIENTAS MINVU – POLÍTICAS E INICIATIVAS DE DESARROLLO Y FOMENTO DIRECTO

Política o Iniciativa		Tipo de Herramienta	Justificación
I.	Fortalecer y actualizar el marco normativo técnico		
1.	Propuesta de modificación de Normativa Sísmica y Estructural, incluyendo CLT y Sistema Marco Plataforma para edificación en media altura.		Este corresponde a un instrumento regulatorio que aún no está vigente. De entrar en vigor tendrá carácter obligatorio para la edificación en madera y para edificaciones en media altura
2.	Normativas de construcción en madera vigentes		Instrumentos regulatorios vigentes. La primera normativa fue la de Madera- Penetración – Medición de preservantes en la madera, publicada a fines de 1995
II.	Control de Calidad		
3.	Rotulado de madera para la construcción		En base a la Ley Nº 19.496, sobre los derechos de los consumidores se aprobó en 2018 el Decreto Supremo Nº 77 del Ministerio de Economía, que reglamenta la rotulación de maderas que se comercializan en el país. En particular, este decreto considera el artículo 3º, letra b) de la ley del consumidor, que establece el derecho de los consumidores a una información veraz y oportuna sobre los bienes y servicios ofrecidos.
4.	Manual de Control de Calidad de Obra		Informe disponible para todo público, contiene las referencias normativas y en su capítulo Nº 5 aborda el control de calidad para sistemas constructivos en madera. Este considera desde la recepción y almacenamiento hasta los diversos usos como fundaciones del piso ventilado, entramados horizontales, entramados verticales, entre otros.
III.	Diversificación de soluciones		
5.	Listado oficial de soluciones constructivas acreditadas		Consiste en una herramienta de información y también de investigación y ensayo. Para facilitar el cumplimiento de las exigencias normativas, se han elaborado los Listados Oficiales de Soluciones Constructivas los cuales están a disposición de todos los interesados. Los listados incorporan soluciones constructivas ensayadas o calculadas por profesionales o instituciones competentes, por lo que cumplen con los requisitos normativos.
6.	Manuales para construcción sustentable/construcción en madera		Manual de construcción en madera solicitado por MINVU al Centro UC de Innovación en Madera. Este manual está orientado a educar en la toma de decisiones eficientes al momento de diseñar y ejecutar obras de construcción en madera, para evitar así problemas asociados a hongos, humedad, fuego, infiltraciones de aire, problemas térmicos y acústicos en la vivienda o edificación. De esta manera, el manual está dirigido especialmente a los distintos profesionales del área de la construcción, como arquitectos, ingenieros, constructores, y diseñadores que quieran adentrarse en el diseño con madera. Respecto de los manuales de construcción sustentable (tres tomos), estos fueron el resultado de un trabajo conjunto entre MINVU y CDT. Los tres tomos tienen como objetivo ser documentos de soporte para técnicos y profesionales que se desempeñan en la planificación de proyectos de espacio público en

			Chile (MINVU, 2018). En el Tomo I se aborda la sustentabilidad en el espacio público y recomendaciones para Chile, el Tomo II corresponde a las categorías de Pavimentos y Circulaciones y Mobiliario Urbano, mientras que el Tomo III aborda las categorías de Luminarias, Material Vegetal y Sistemas de Riego Eficientes. La naturaleza del manual. la coordinación público-privada para la investigación y desarrollo de esta herramienta justifica la clasificación indicada.
IV.	Capacitación y Difusión		
7.	Capacitaciones		Las capacitaciones se han llevado a cabo dentro del sector público (por ejemplo, capacitaciones de INFOR a profesionales de MINVU y SERVIU) y también con ayuda del sector privado (capacitaciones CIM-UC a funcionarios MINVU y SERVIU)
V.	Proyectos detonantes		
8.	Barrio Eco sustentable "Oasis de Chañaral y El Salado"		Ambos proyectos corresponden a una asociación público-privada con el objetivo de estudiar las posibilidades técnicas de generar soluciones constructivas duraderas, antisísmicas y en altura. Estos proyectos además sirven como "Proyectos detonantes", que dan a conocer de forma pública las posibilidades de uso de la madera en la construcción.
9.	Torre Peñuelas		

Cuadro N° 8. SÍNTESIS DE HERRAMIENTAS MINVU – POLÍTICAS E INICIATIVAS DE DESARROLLO Y FOMENTO INDIRECTO

Política o iniciativa		Tipo de Herramienta	Justificación
IV.	Capacitación y difusión		
1.	Herramientas de certificación (CEV y CVS)		Las certificaciones corresponden a esquemas de etiquetado ambiental, que entregan información sobre el desempeño en términos de eficiencia energética y sustentabilidad de una edificación y su certificación.
VI.	Otros		
2.	Fichas Constructivas de los PDA		Las fichas técnicas son herramientas que MINVU pone a disposición de constructores y profesionales del sector de la construcción para facilitar el cumplimiento de las normativas térmicas que exigen los PDA en cada sector donde se aplican.
3.	Aumentar la calidad energética de la envolvente de viviendas existentes que no fueron construidas con criterios de eficiencia energética.		Esta iniciativa corresponde a incentivos financieros para el mejoramiento de la envolvente de viviendas, como parte de los PDA.

2.1.2 Ministerio de Agricultura

En 2015 el Ministerio de Agricultura diseñó una ruta común para el desarrollo del sector forestal mediante la creación del Consejo de Política Forestal (CPF), cuya misión fue "*diseñar y estructurar una Política Forestal para el Chile futuro*" (MINAGRI, 2016).

A través de este Consejo se definió una estrategia de planificación para el desarrollo del sector forestal hacia el año 2035, estableciendo cuatro ejes estratégicos: Institucionalidad forestal, productividad y crecimiento económico, equidad e inclusión social, y protección y restauración del patrimonio Forestal.

Respecto del segundo eje estratégico, *Productividad y Crecimiento Económico*, dos de los seis objetivos que lo componen tienen un impacto directo en la promoción de la construcción en madera. Estos objetivos y sus metas de corto y mediano plazo se presentan a continuación.

- **Objetivo 2.5**: Convertir a la madera en uno de los principales componentes de los materiales de construcción en el país, incrementando sustancialmente su utilización en vivienda, industria e infraestructura pública, basado en un producto estandarizado y certificado por parte de la industria maderera.

Cuadro N° 9. METAS OBJETIVO 2.5 DEL EJE ESTRATÉGICO PRODUCTIVIDAD Y CRECIMIENTO ECONÓMICO

Situación inicial (2015)	La proporción de uso de madera en la edificación en Chile es de un 18%, lo que contrasta con la situación de los países forestalmente desarrollados, donde esa proporción sobrepasa el 90% en promedio.
Meta al año cuatro (2020)	El 20% de los materiales de las viviendas, industria e infraestructura pública utiliza madera en forma intensiva.
Meta al año diez (2025)	El 30% de los materiales de las viviendas, industria e infraestructura pública utiliza madera en forma intensiva.
Meta al año veinte (2035)	Duplicar la proporción de madera en la construcción de viviendas, industria e infraestructura pública.

(Fuente: Elaboración propia en base a MINAGRI, 2016)

- **Objetivo 2.6**: Resolver las brechas tecnológicas existentes en el sector forestal, y coordinar a las entidades públicas y privadas pertinentes, distribuyendo roles y responsabilidades, para un uso óptimo de los recursos destinados a disminuir dichas brechas.

- **Cuadro N° 10. METAS OBJETIVO 2.6 DEL EJE ESTRATÉGICO PRODUCTIVIDAD Y CRECIMIENTO ECONÓMICO**

Situación inicial (2015)	Existe una alta heterogeneidad tecnológica en el sector, lo que se traduce en importantes brechas entre los diversos agentes y segmentos del sector. El sector forestal no cuenta con instancias formales de coordinación entre las entidades públicas pertinentes para la superación de las brechas tecnológicas, lo que dificulta la gestión de los agentes públicos y privados para alcanzar el mejor uso de los recursos destinados a investigar y transferir los avances tecnológicos, especialmente los orientados a la agregación de valor y mejoramiento de la productividad de la pequeña y mediana empresa maderera.
Meta al año cuatro (2020)	El Ministerio de Agricultura, a través de la institucionalidad pública forestal, con la asesoría del Consejo de Política Forestal, ha identificado las brechas tecnológicas, especialmente aquellas verificadas entre el subsector industrial más desarrollado y la Pyme maderera, que deben resolverse en el marco de la estrategia de desarrollo sectorial definida, y asume la tarea de coordinar a las entidades tecnológicas públicas y privadas, para facilitar una gestión racional de las capacidades y recursos disponibles.

Meta al año diez (2025)	La política de investigación y desarrollo tecnológico del sector forestal se encuentra operando en régimen, con la institucionalidad pertinente del Ministerio de Agricultura y con participación formal y activa de los demás organismos que actúan en este ámbito, tales como universidades, centros de investigación del sector productivo y organismos no gubernamentales relacionados con el sector forestal.
Meta al año veinte (2035)	No se aprecian brechas tecnológicas significativas entre los subsectores productivos de los pequeños y medianos productores y la gran empresa forestal e industrial, gracias a la existencia de instancias de colaboración y coordinación entre los organismos públicos de investigación y los productores privados.

(Fuente: Elaboración propia en base a MINAGRI, 2016)

Respecto de estos objetivos, diversas acciones se han llevado a cabo. En cuanto al objetivo 2.5, una de las iniciativas fue crear y fortalecer redes, asociaciones de productores y encadenamientos productivos para abastecer sistemas constructivos intensivos en madera (CONAF, 2017). El cumplimiento de esta iniciativa quedó a cargo de MINAGRI a través de CONAF, INFOR, CORFO, PYMEMAD, entre otros[6]. Además, INFOR y otras instituciones estuvieron a cargo de actualizar la normativa referente a la certificación de calidad de madera para la construcción de viviendas e infraestructura. Tal como se mencionó anteriormente, en este proceso participó además el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, en conjunto con la CChC y el Instituto Nacional de Normalización.

Otra acción en el marco del objetivo 2.5 fue el fomento y la difusión del uso de madera en la construcción de viviendas e infraestructuras públicas y privadas usando canales y plataformas de comunicación diversas (CONAF, 2017). Finalmente, se desarrollaron actividades de apoyo a las autoridades de gobierno para reimpulsar la tramitación y promulgación del Reglamento de Rotulación de Maderas.

En cuanto al objetivo 2.6, se conformó un equipo técnico de trabajo para la elaboración de un informe que identificó las brechas tecnológicas existentes entre pequeños y medianos productores y las grandes empresas, tanto en el ámbito silvícola como industrial (CONAF, 2017). Como parte del Ministerio de Agricultura, el Instituto Forestal también ha realizado acciones para avanzar en estos objetivos, en particular a través del “Proyecto Fortalecimiento de las capacidades de INFOR para el desarrollo de la ISM, a través de bienes públicos en el sector de la construcción”. Más detalles sobre este proyecto se desarrollan en la sección “Otros actores”.

Cuadro N° 11. SÍNTESIS DE HERRAMIENTAS MINAGRI – POLÍTICAS E INICIATIVAS DE DESARROLLO Y FOMENTO DIRECTO

Política o iniciativa		Tipo de Herramienta	Justificación
I.	Objetivo 2.5: Convertir a la madera en uno de los principales componentes de los materiales de construcción en el país.		
1.	Actualización de la normativa de certificación de la calidad de la madera		Esta iniciativa se concretó a través de la “propuesta de normativa de certificación de calidad de madera según usos actualizada”. La actualización de una normativa es una herramienta de tipo legal que permite a su vez implementar otro tipo de herramientas relacionadas.

[6] PROPYMEFOR, CORMA, MUCECH, RPPBNLA, APROBOSQUE

2.1.3 Ministerio de Medio Ambiente

Como parte del objetivo del Ministerio de Medio Ambiente de asegurar la integridad de la política ambiental, los Planes de Prevención y/o Descontaminación Atmosférica (PDA) son instrumentos de gestión ambiental que tienen por finalidad reducir los niveles de contaminación del aire y así resguardar la salud de la población. En aquellas ciudades donde son aplicados, los PDA establecen un conjunto de medidas a nivel residencial, comercial e industrial para disminuir el nivel de emisiones de material particulado, entre las que se cuenta el aumento de la exigencia sobre la aislación térmica, hermeticidad y riesgo de condensación en viviendas nuevas y existentes.

Lo anterior quiere decir que se definen estándares por sobre lo que indica el artículo 4.1.10 de la OGUC acerca de la transmitancia y resistencia térmica de los elementos de una vivienda, con lo cual los sistemas constructivos requieren de aislantes adicionales para cumplir con las exigencias. Estas exigencias plantean un desafío para las constructoras e inmobiliarias y abren un camino a la madera como un material que otorga flexibilidad en el diseño de los sistemas constructivos, lo que permite incorporar los aislantes para cumplir con los requerimientos más exigentes en los distintos elementos de la envolvente (pisos, muros techos). Además, es un recurso limpio, eficiente y renovable, que ayuda a cumplir con los PDA y con los estándares de confort definidos en decretos de subsidios de vivienda social.

A los PDA se suma la “Estrategia de Construcción Sustentable”, que cuenta con las herramientas de certificación CEV y CVS. El desarrollo de estas herramientas va de la mano del manual “Estándares de Construcción Sustentable para Viviendas”, que entre otras cosas propone criterios de sustentabilidad para los materiales y residuos de las edificaciones. La Estrategia de Construcción Sustentable es una iniciativa interministerial y mayor detalle puede ser consultado en la sección *Iniciativas Interministeriales.*

Cuadro N° 12. SÍNTESIS DE HERRAMIENTAS MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE – POLÍTICAS E INICIATIVAS DE DESARROLLO Y FOMENTO INDIRECTO

Política o iniciativa		Tipo de Herramienta	Justificación
I.	Planes de Descontaminación Atmosférica		
1.	Estándares constructivos superiores a la legislación vigente para las viviendas nuevas y existentes, que se ubican en zonas saturadas	●	A través de la ley Nº 19.300 de bases del medio ambiente, junto con los reglamentos respectivos para cada zona saturada, se deben reacondicionar las viviendas existentes para cumplir con las nuevas exigencias; así como las nuevas edificaciones deben cumplir con estos estándares. Los estándares constructivos definidos por un PDA en una zona saturada son de carácter obligatorio.

2.1.4 Ministerio de Energía

En julio del 2014 el Ministerio de Energía dio inicio a la iniciativa “Energía 2050” (E2050), concebida como un proceso participativo de construcción de la Política Energética. Energía 2050 considera cuatro pilares fundamentales: seguridad y calidad del suministro, energía como motor de desarrollo, energía compatible con el medio ambiente y eficiencia y educación energética. Las metas de E2050 se muestran en la Figura 17.

Respecto de estas metas, el uso de madera en las nuevas edificaciones es una iniciativa que promueve el cumplimiento del meta Nº 8. Para que el 100% de las nuevas edificaciones cuenten

con estándares OCDE de construcción eficiente, es necesario ocuparse de dimensiones técnicas y del ciclo de vida de la edificación, para lo cual el uso de madera tiene un gran potencial. De hecho, es precisamente bajo la iniciativa Energía 2050 que se da origen a la definición de la Estrategia Nacional de Construcción Sustentable y sus respectivos estándares de construcción sustentable, que se desarrollan con mayor detalle en la sección *Iniciativas Interministeriales*.

Bajo el marco de la iniciativa Energía 2050 y a partir de un proceso ciudadano participativo, que recogió las inquietudes de más de 2.200 chilenos a lo largo de todo el país, se formuló la *Ruta Energética 2018-2022* (Ministerio de Energía, 2018*)*. Este instrumento se construyó con el propósito de definir las prioridades en materia energética existentes hoy en día, considerando las distintas realidades territoriales del país.

La Ruta Energética se compone de siete ejes: (1) avanzar en la modernización del sector energético, (2) establecer acciones que mejoren la calidad de vida de la ciudadanía en términos energéticos, (3) abordar la infraestructura energética que el país requiere para un desarrollo sostenible y (4) trabajar en el potencial renovable del sector energético. Para abordar el consumo energético eficiente se incorporó un eje transporte eficiente y otro sobre consumos energéticos de las industrias, hogares y sector público. Finalmente, un eje transversal a todos los anteriores tiene que ver con las brechas de conocimiento y educación sobre temas de energía, culminando los siete ejes de la Ruta Energética (Figura 18).

En base a estos ejes se definieron 10 “Mega compromisos”, de los cuales el octavo se asocia de forma indirecta pero cierta con la construcción en madera: *“Establecer un marco regulatorio para la eficiencia energética que genere los incentivos necesarios para promover el uso eficiente de la energía en los sectores de mayor consumo (industria y minería, transporte y edificaciones), y crear una verdadera cultura energética en el país”* (Ministerio de Energía, 2018).

(Fuente: Ministerio de Energía, 2015)

Figura N° 17. METAS 2050

(Fuente: Ministerio de Energía, 2015)

Figura N° 18. EJES ESTRATÉGICOS DE LA RUTA ENERGÉTICA 2018-2022

El Mega compromiso Nº 6 se refiere a la eficiencia energética en los sectores de mayor consumo, dentro de los cuales se encuentra el sector de la construcción y el sector residencial. Para abordar el consumo de estos sectores, el Ministerio ya ha trabajado previamente en medidas tendientes a promover el aumento de programas y subsidios para mejorar la envolvente térmica utilizando materiales de menor huella de carbono, como se detalla más adelante.

Además del Mega compromiso, algunos ejes también abordan temas asociados a la construcción y con ello potencian el uso de sistemas constructivos de madera. El eje 6 indica que, en el marco de una Ley de Eficiencia Energética (promulgada este año), la calificación energética de una vivienda deberá informarse al momento de venderla, así como también se desarrollará una definición y certificación "*Net Zero Energy*" para edificaciones de uso público y residencial.

Adicionalmente, como parte de este eje, se buscará reducir el gasto energético de las escuelas a través del Programa de Mejoramiento Energético de la Infraestructura Escolar Pública, en el que se intervendrán entre 2019-2022 alrededor de 200 colegios con foco en la aislación térmica. Además, el Ministerio se propone desarrollar instrumentos financieros para renovar energéticamente las viviendas existentes de familias de ingresos medios. Ello se complementará con un registro público de instaladores de productos de eficiencia energética en la construcción.

En la Figura N° 19 se observan los avances en la línea del tiempo de la Ruta de Eficiencia Energética en las edificaciones. Otras iniciativas se muestran en la Figura N° 20.

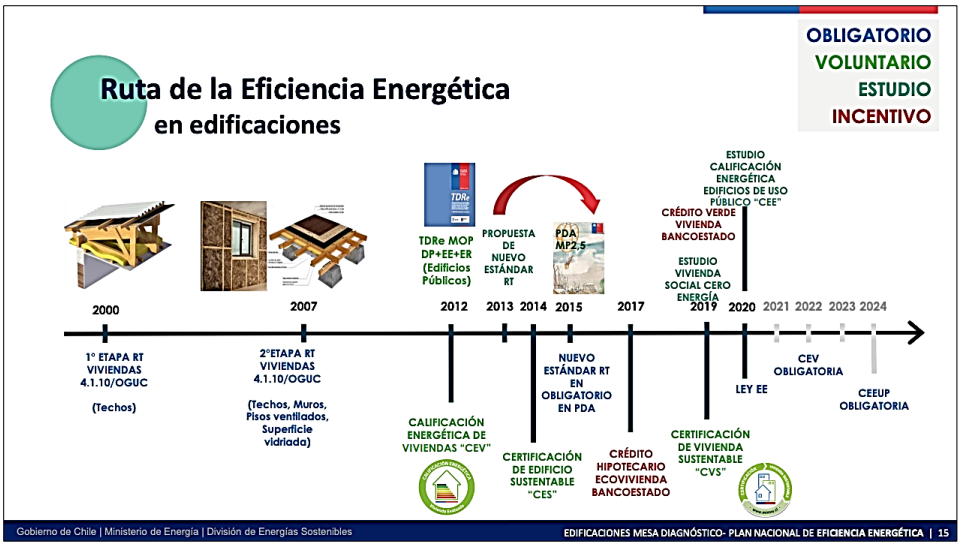


Figura N° 19. LÍNEA DE TIEMPO RUTA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Figura N° 20. AVANCES EN LA RUTA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Como punto aparte, junto con Energía 2050 y la Ruta Energética 2018-2022, el Ministerio de Energía cuenta con una Estrategia de Transición Energética Residencial que busca transitar hacia una matriz de calefacción con alternativas más limpias y accesibles, “al alero de viviendas y equipos que respondan a los más altos estándares de calidad y eficiencia energética” (Ministerio de Energía, 2020).

Esta estrategia cuenta con tres objetivos y 14 medidas, cuyo detalle se puede ver en el Cuadro N° 13. Respecto de dichas medidas, los convenios de calefacción (En el cuadro 13: los puntos 6 y 12 asociados al Objetivo 3) son iniciativas que se alinean con la promoción del uso de madera en la construcción, ya que la actualización de la reglamentación térmica definida en la OGUC implica mayores exigencias de eficiencia energética, por lo que los sistemas constructivos en madera pueden aportar para el cumplimiento de estas exigencias.

Además, estos convenios consideran un aumento y diversificación de los programas de subsidios de mejoramiento térmico de viviendas, cuestión que también puede impulsar el uso de madera en la construcción.

El detalle de estas medidas se encuentra en la sección Iniciativas Interministeriales.

Cuadro N° 13. PAQUETE DE 14 MEDIDAS INICIALES DE LA ESTRATEGIA DE TRANSICIÓN ENERGÉTICA RESIDENCIAL

Objetivo Estrategia	Regulación	Programas Públicos	Alianza Público-Privada
O1: Regular mercado de biocombustibles sólidos (leña y pellet)	1. Ley de Biocombustibles Sólidos (leña y pellet)	7. Fondo Leña Más Seca 8. Centros Integrales de Biomasa 9. Sello de Calidad de Leña	13. Estudio relación COVID19 y leña, y experiencias internacionales de transición
O2: Habilitar alternativas de calefacción distintas a la leña (electricidad, gas, energía distrital)	2. Implementación Artículo 148 de LSGE 3. Ley de Energía Distrital 4. Ley de Sistemas Medianos 5. Ley de Portabilidad Energética	10. Piloto programa recambio de calefactores MEN 11. Impulso a proyectos piloto de Energía Distrital	14. Convenio Ministerio de Energía-Edelaysen (para habilitar tarifas competitivas de calefacción eléctrica para Coyhaique y Puerto Aysén)
O3: Promover edificaciones y equipos eficientes	6. Convenio de calefacción MEN-MINVU-MMA (publicar propuesta de actualización de reglamentación térmica Art. 4.1.10 OGUC)	12. Convenio de calefacción MEN-MINVU-MMA (aumento y diversificación de programas de subsidios de envolvente térmica y recambio de calefactores)	

(Fuente: Ministerio de Energía, 2020)

Finalmente, a inicios del 2021 entró en vigencia la Ley Nº 21.305 sobre Eficiencia Energética comentada anteriormente. Su objetivo es promover el uso racional y eficiente de los recursos energéticos, por cuanto la eficiencia energética es la forma más segura, económica y sustentable de cubrir las necesidades energéticas. Esta Ley tiene cuatro implicancias relevantes, dos de las cuales tienen relación directa e indirecta con el uso de la madera en el sector de la construcción.

- Institucionalidad de la Eficiencia Energética. Se elaborará un Plan de Eficiencia Energética cada cinco años. Este plan comprenderá al menos las siguientes materias: eficiencia energética residencial, estándares mínimos y etiquetado de artefactos, eficiencia energética en la edificación y el transporte, eficiencia energética y ciudades inteligentes, eficiencia energética en los sectores productivos, y educación y capacitación en eficiencia energética. El plan será elaborado de manera participativa, y para todas estas materias se definirán metas de corto, mediano y largo plazo, así como planes y programas específicos para alcanzar estas metas.

- Etiquetado energético de edificación. La ley establece que las viviendas, edificios de uso público, edificios comerciales y edificios de oficinas, deberán contar con una Calificación Energética para obtener la recepción final o definitiva. Además, se puede obtener Precalificación Energética previamente. Esta normativa aplica para edificaciones nuevas, al empezar el proceso de construcción, con la obtención del permiso de edificación.

Es precisamente este punto el que puede impulsar el uso de madera en la construcción, ya que sus características en cuanto a composición y su disponibilidad permiten aumentar el potencial cumplimiento de estándares de eficiencia energética en viviendas y edificios.

Las otras dos implicancias de la Ley, no relacionadas con esta investigación, son los estándares de eficiencia para vehículos y la gestión energética de los grandes consumidores.

Cuadro N° 14. SÍNTESIS DE HERRAMIENTAS MINISTERIO DE ENERGÍA – POLÍTICAS E INICIATIVAS DE DESARROLLO Y FOMENTO INDIRECTO

Política o iniciativa		Tipo de Herramienta	Justificación
I.	Ruta de Eficiencia Energética		
1.	Capacitación de Gestores Energéticos		El objetivo es promover el uso eficiente de las fuentes energéticas en el sector público contribuyendo a fomentar la sustentabilidad del país. Las capacitaciones técnicas son parte de los instrumentos de información que permiten al Ministerio cumplir con la Ruta de Eficiencia Energética.
III.	Ley Nº 21.305 sobre Eficiencia Energética		
2.	Plan de Eficiencia Energética: eficiencia energética residencial, eficiencia energética en la edificación, capacitación en eficiencia energética.		La Ley hizo obligatoria la renovación periódica del Plan de Eficiencia Energética y otras iniciativas.
3.	Etiquetado energético de edificación. Los edificios comerciales, de uso público y oficina deben contar con una Calificación Energética para obtener la recepción final o definitiva.		El uso de certificaciones es una herramienta de información que da cuenta del desempeño energético del edificio. La Calificación Energética se hizo obligatoria para las edificaciones mencionadas gracias a la Ley de Eficiencia Energética promulgada este año.

2.1.5 Iniciativas Interministeriales

Estrategia Nacional de Construcción Sustentable

En la última década se han generado diversas iniciativas que han contribuido a promover y difundir la construcción sustentable en el desarrollo de la edificación e infraestructura del país. Una de las iniciativas centrales ha sido la Mesa Interministerial de Construcción Sustentable (MICS), conformada en agosto de 2012 por los Ministerios de Obras Públicas, de Vivienda y Urbanismo, de Energía y de Medio Ambiente, y cuyo producto central fue la Estrategia Nacional de Construcción Sustentable (ENCS) publicada en 2013, como una hoja de ruta para el desarrollo de este ámbito de la construcción.

La ENCS se propuso obtener como resultado:

- Edificaciones e infraestructura con consideraciones de sustentabilidad al año 2020.
- Aportar, desde el sector comercial, público, residencial, al compromiso de reducción del 12% del consumo energético (proyectado al año 2020).
- Aportar, desde el sector de la construcción, a la reducción del 20% de gases de efecto invernadero, tomando como base las emisiones proyectadas al año 2020.
- Aportar, desde el sector de la construcción, a que un 10% de la energía generada sea de fuentes renovables no convencionales al año 2024.

La Estrategia se constituye de cuatro ejes clave: hábitat y bienestar, educación, innovación y competitividad, y gobernanza. Respecto de estos ejes, múltiples objetivos específicos y estratégicos promueven el uso de la madera en la construcción, como se muestra en el Cuadro N° 15.

Cuadro N° 15. OBJETIVOS ESPECÍFICOS Y ESTRATÉGICOS EJE HABITAT Y BIENESTAR

Objetivo Estratégico	Objetivo Específico	Líneas de Acción
Asegurar la disponibilidad de edificaciones e infraestructura sustentable para la población	Aumentar la cantidad de edificaciones e infraestructura nueva o reacondicionada con criterios de sustentabilidad	Incrementar el parque nacional de edificaciones residenciales con criterio de sustentabilidad.
		Incrementar el parque nacional de edificaciones públicas y comerciales con criterios de sustentabilidad.
Reducir el nivel de emisiones generadas por edificaciones e infraestructura durante su ciclo de vida	Disminuir las emisiones contaminantes producidas durante la construcción, operación y demolición de las edificaciones e infraestructura	Desarrollar planes conjuntos con la industria para la reducción de la polución.
		Avanzar en la reducción de cantidad de partículas en suspensión y ruido.
Reducir los impactos ambientales negativos provocados sobre el territorio por las edificaciones e infraestructura	Fomentar la utilización de artefactos y materiales de construcción con atributos de sustentabilidad.	Reducir el uso de materiales contaminantes o peligrosos que contengan plomo, asbesto, etc.
		Reducir el uso de artefactos contaminantes o peligrosos que contengan o emitan Hg, Pb, HAP, etc.

(Fuente: Elaboración propia en base MMA, 2013)

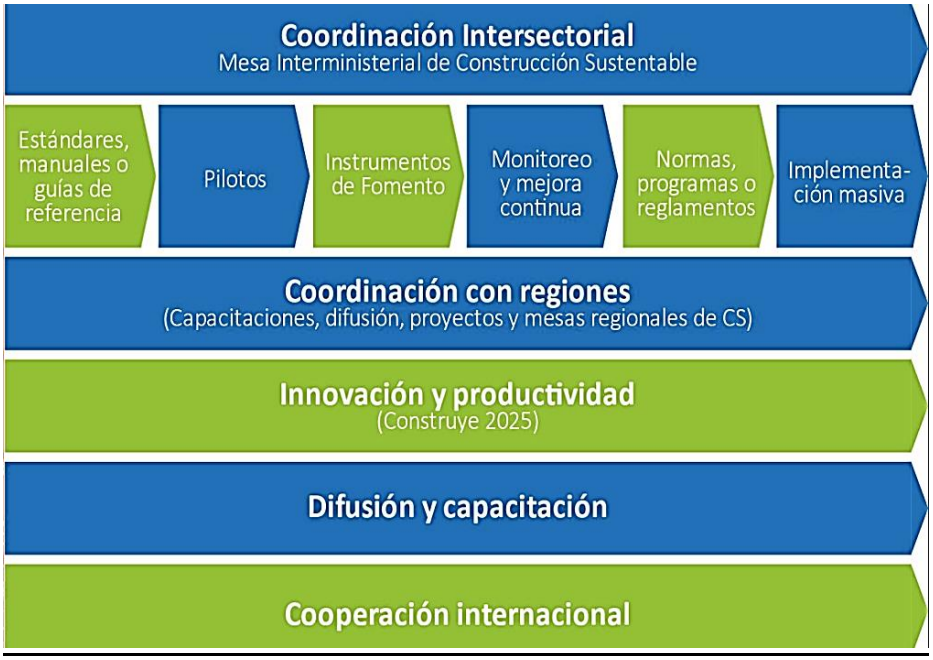
Cuadro N° 16. OBJETIVOS ESPECÍFICOS Y ESTRATÉGICOS EJE INNOVACIÓN Y COMPETITIVIDAD

Objetivo Estratégico	Objetivo específico	Líneas de acción
Mejorar la competitividad y productividad económica de edificaciones e infraestructura	Desarrollar sistemas de calificación y/o certificación de criterios de sustentabilidad para la edificación de viviendas y de edificios de uso público.	Desarrollar sistemas nacionales de calificación y/o certificación en construcción sustentable y promover su utilización
		Validación de estándares internacionales que sean más exigentes que los estándares locales.
Incentivar la adopción del concepto de ciclo de vida para la evaluación de edificaciones e infraestructura	Desarrollar sistemas de análisis del ciclo de vida en todas las fases de la construcción, con foco en materiales.	Avanzar hacia la adopción de sistemas de análisis del ciclo de vida para los materiales de construcción.
		Fomentar la adopción de sistemas de información que consideren el análisis de ciclo vida tanto para materiales como para artefactos utilizados en la construcción.

Buscar la eficiencia de los sistemas de energía, agua y materiales con énfasis en la utilización de diseño pasivo y ERNC	Mejorar la eficiencia de los sistemas manteniendo o mejorando el confort en las edificaciones e infraestructuras.	Generar reglamentos que entreguen guías sobre diseño pasivo para distintas tipologías.
		Propiciar el desarrollo de nuevos sistemas que apunten a mejorar la eficiencia de edificaciones e infraestructura.
	Desarrollar programas para la incorporación de sistemas de eficiencia en energía, agua y materiales	Fomentar el desarrollo de proyectos de mejora de edificaciones e infraestructura existente, velando por la incorporación de sistemas innovadores asociados a construcción sustentable.
		Impulsar a través de programas o iniciativas gubernamentales la incorporación de artefactos eficientes en la vivienda.

(Fuente: Elaboración propia en base MMA, 2013)

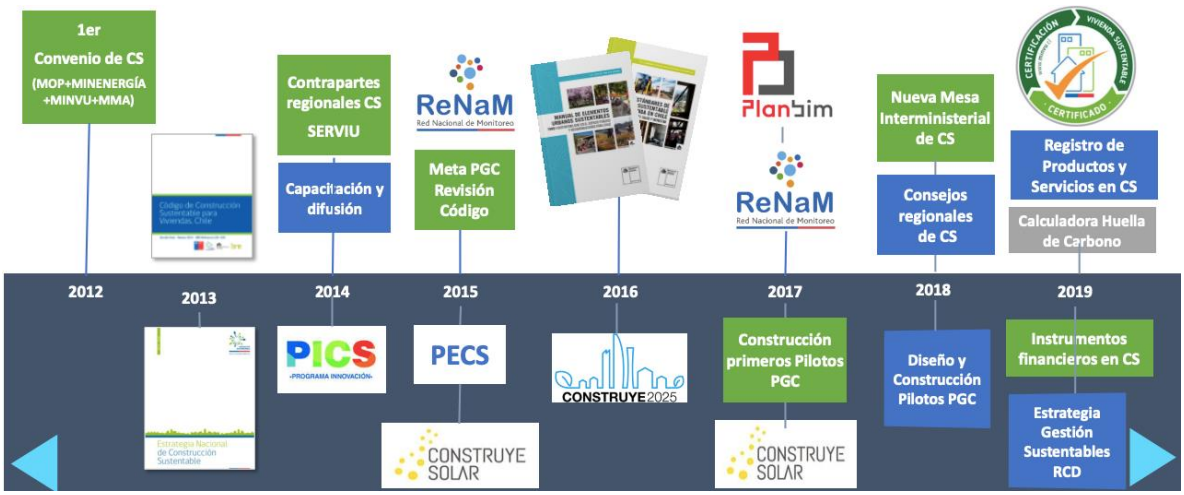
En 2018 se retomó la Mesa Interministerial y se sumó al Ministerio de Economía y al Ministerio de Desarrollo Social, para continuar con el desarrollo de la Política Nacional de Construcción Sustentable al 2050. Los componentes de la hoja de ruta de la ENCS se muestran en la Figura N° 21.



(Fuente: MINVU, 2021a)

Figura N° 21. HOJA DE RUTA ESTRATEGIA DE CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE

La línea de tiempo en Figura N° 22 muestra los avances de la Mesa Interministerial de Construcción Sustentable, cuyas iniciativas han sido lideradas por MINVU.



(Fuente: MINVU, 2021a)

Figura N° 22. LOGROS DE LA MICS LIDERADOS POR MINVU

- **Programa de Innovación en Construcción Sustentable (PICS) conformado por CORFO, CChC y CDT**. Busca articular a los actores públicos y privados con el objetivo de capturar oportunidades de negocios ya existentes en el mercado. El programa considera tres tipos de socios: (1) Ejecutores, que son entidades que participan de forma activa, liderando iniciativas enmarcadas en uno o más ámbitos de acción para la remoción de brechas en la construcción sustentable (regulación, oferta y demanda). (2) Auspiciadores, entidades que participan de iniciativas del programa dando apoyo financiero, especialmente para las actividades de difusión y promoción, y (3) Patrocinadores, entidades que apoyan el desarrollo del programa a través de su participación en las iniciativas de difusión.

- **Construye 2025 de CORFO**. Este programa busca transformar al sector de la construcción en el ámbito de la productividad y la sustentabilidad, con el fin de lograr un desarrollo de las ciudades que impacte de forma positiva en términos sociales, económicos y medioambientales. Los ejes estratégicos de Construye 2025 son la construcción industrializada, la construcción sustentable, innovación y mejora continua (I&D+i+e), y transformación digital. El alcance del programa es la cadena de valor de la edificación en el sector comercial, público y residencial, integrando bienes y servicios en todas las etapas del ciclo de vida de un proyecto.

- **Manuales de Elementos Urbanos Sustentables de MINVU**. Documentos que buscan contribuir en la adopción de criterios de sustentabilidad que permitan optimizar el uso de recursos en las distintas etapas de desarrollo de los espacios públicos. Así se espera que todos los ciudadanos puedan acceder a espacios públicos de calidad, complementado con estrategias de cuidado y conservación del medioambiente.

- **Red Nacional de Monitoreo (ReNaM) de MINVU**. Proyecto que busca conocer en tiempo real la temperatura, humedad, ruido y calidad del aire al interior de las viviendas del país, para evaluar el desempeño de las construcciones durante su operación. El objetivo de ReNaM es generar una base de información pública y permanente que entregue insumos para la toma de decisiones del Estado y de los grupos de interés.

- **Consejos Regionales de Construcción Sustentable (CORECS)**. Los CORECS son los canales de comunicación entre el nivel regional y local con el nivel central. Su función es

construir una hoja de ruta regional de acuerdo a la realidad propia de cada región y velar por su ejecución, basados en los lineamientos de la Estrategia Nacional de Construcción Sustentable.

- **Calculadora Huella de Carbono de MINVU, CES, CORMA, CChC, Instituto del Cemento y del Hormigón, entre otros**. Instrumento ideado para medir la huella de carbono de los elementos utilizados en la construcción.

Estrategia Sustentable RCD

Sumado a lo anterior, en el marco de la Estrategia de Construcción Sustentable surgió el Comité Consultivo Público para abordar la problemática de los residuos y su gestión sustentable. Estrategia Sustentable RCD es una iniciativa multisectorial que busca fomentar y promover la gestión sustentable de los residuos bajo la óptica de la economía circular.

RCD considera el ciclo de vida de los proyectos de edificación e infraestructura mediante la coordinación de distintas iniciativas y el diseño e implementación de una hoja de ruta para la gestión sustentable de los residuos de la construcción y demolición (RCD).

En este escenario, la madera es un material de gran potencial para el desarrollo de sistemas constructivos prefabricados que minimicen los residuos y que puedan ser industrializados. Además, dado que la madera es un material biodegradable y de múltiples usos, se pueden reciclar los residuos generados durante la construcción con madera y los mismos sistemas constructivos en madera pueden ser reutilizados o reciclados al fin de su vida útil.

A la fecha ya está disponible el “Plan de Gestión de residuo en obra, paso a paso” realizado por CDT con patrocinio del Ministerio de Medio Ambiente y el Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Comité Huella de Carbono

En 2019 se formalizó el Comité de Huella de Carbono para el Sector de la Construcción, al alero del convenio de colaboración entre el Instituto de la Construcción (IC) y MINVU. Este comité está conformado por instituciones ligadas al sector para redactar y poner en marcha una estrategia nacional para la reducción de las emisiones de carbono en todo el sector de la construcción a lo largo de todo el ciclo de vida de las edificaciones e infraestructuras.

El Comité está conformado por: Certificación Edificio Sustentable, Corporación Chilena de la Madera, Instituto del Cemento y del Hormigón, Cámara Chilena de la Construcción, Ministerio de Energía, Ministerio de Vivienda y Urbanismo y Ministerio de Obras Públicas, entre otras entidades.

Si bien el trabajo del Comité está en proceso, ya se han definido los lineamientos principales para una hoja de ruta, junto con un estudio acabado del estado del arte de las iniciativas de reducción de la huella de carbono nacional e internacionalmente.

Se decidió trabajar en tres niveles: sectorial, edificación y productos. En el primer punto se abarcan todos los antecedentes que sean de utilidad para actores como el Gobierno y la academia, mientras que el segundo punto comprende la información que sea útil para los entes encargados de planificar, diseñar, construir, operar y ocupar inmuebles. Por su parte, el tercer nivel apunta al eco diseño, considerando la huella de carbono de los materiales, equipos y sistemas utilizados en la construcción.

Para abordar los requerimientos de información de los tres niveles se definieron tres líneas de acción que se detallan en la Figura N° 23.

(Fuente: MINVU, 2021b)

Figura N° 23. LÍNEAS DE ACCIÓN PARA ABORDAR LAS TRES ÁREAS DEFINIDAS POR EL COMITÉ

Actualmente los avances del Comité Huella de Carbono son los siguientes:

- Desarrollo del estudio "Estado del arte Nacional e Internacional de Alternativas Metodológicas para levantamiento de datos, monitoreo, reporte y verificación y Calculadoras de Huella de Carbono", cuyo objetivo fue realizar un diagnóstico para los 3 niveles señalados anteriormente.

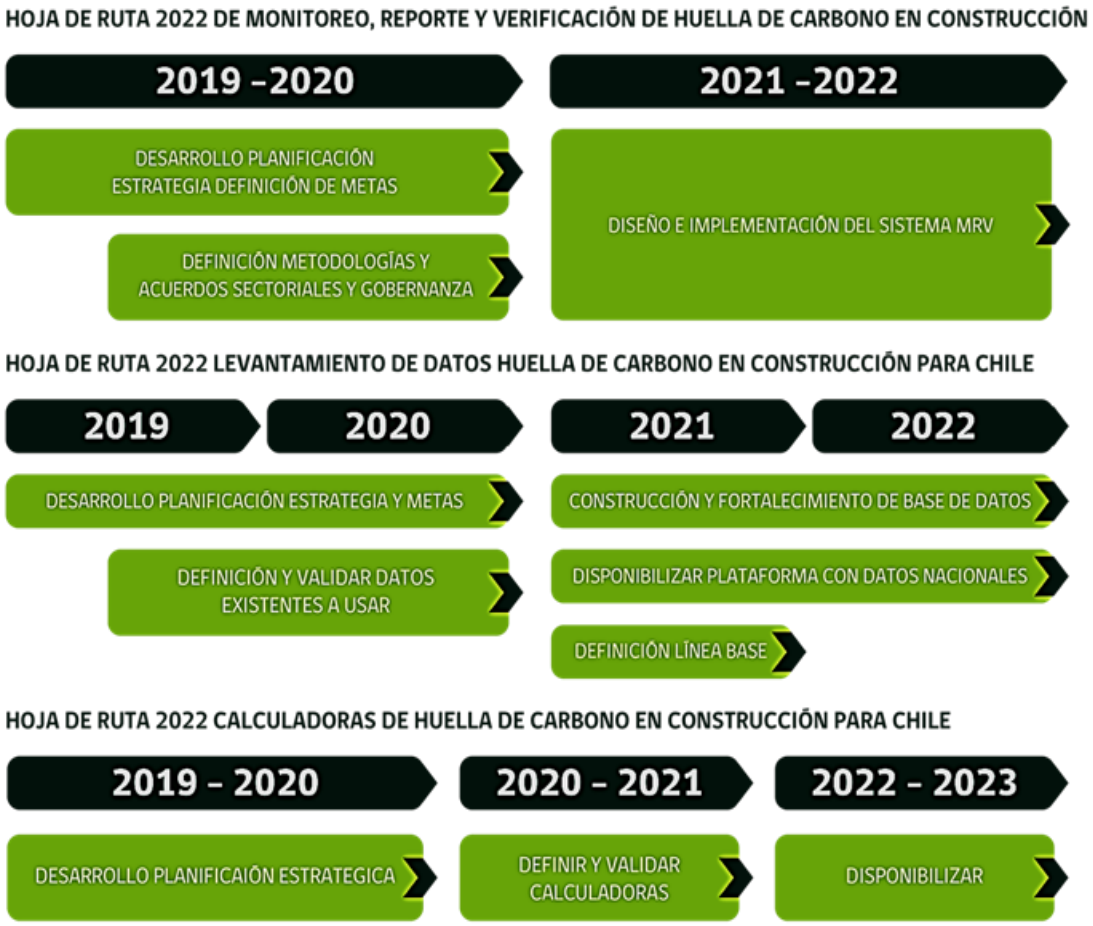
- Definición de una hoja de ruta hasta el 2022 para el Comité, especificando objetivos y alcances, donde aparece como primera necesidad el desarrollo e implementación de una estrategia a largo plazo para la gestión de la huella de carbono del sector.

    - Hoja de Ruta para la Gestión de la Huella de Carbono en el Sector de la Construcción: Planificación a mediano plazo para contar con una base de trabajo que permita comenzar con la gestión integral de Huella de Carbono para el sector construcción. Para ello se definieron 3 ejes de trabajo, cuyo detalle se muestra en la Figura N° 24.

La iniciativa del Comité Huella de Carbono potencia el valor de la madera, al ser esta un material que minimiza las emisiones de CO_2 asociadas al proceso de construcción.

Además, las emisiones de CO_2 asociadas al ciclo de vida de las edificaciones en madera han sido calculadas internacionalmente, destacándose por su menor impacto e incluso llegando a emisiones netas de carbono cero.

Esta cualidad podría verificarse en la Calculadora de Huella de Carbono propuesta por el Comité, aumentando el potencial de uso de la madera en la construcción.



(Fuente: MINVU, 2021b)

Figura N° 24. LÍNEAS DE ACCIÓN PARA ABORDAR LAS TRES ÁREAS DEFINIDAS POR EL COMITÉ.

Cuadro N° 17. SÍNTESIS DE HERRAMIENTAS INICIATIVAS INTERMINISTERIALES - POLÍTICAS E INICIATIVAS DE DESARROLLO Y FOMENTO DIRECTO

Política o iniciativa		Tipo de Herramienta	Justificación
I.	Estrategia Nacional de Construcción Sustentable		
1.	Propiciar el desarrollo de nuevos sistemas que apunten a mejorar la eficiencia de edificaciones e infraestructura.		Este tipo de iniciativas se ha llevado adelante con el apoyo de centros de investigación como CIM-UC CORMA, adquiriendo la figura de cooperación público-privada en la investigación y desarrollo de iniciativas de eficiencia energética.

Cuadro N° 18. SÍNTESIS DE HERRAMIENTAS INICIATIVAS INTERMINISTERIALES - POLÍTICAS E INICIATIVAS DE DESARROLLO Y FOMENTO INDIRECTO

Política o iniciativa		Tipo de Herramienta	Justificación
I.	Estrategia Nacional de Construcción Sustentable		
1.	Generar reglamentos que entreguen guías sobre diseño pasivo para distintas tipologías.		MOP ha desarrollado manuales de diseño pasivo Eficiencia Energética en edificios públicos, y manuales para la vivienda de parte del MINVU.
2.	Manuales de Elementos Urbanos Sustentables		Dirigido al sector público y de la construcción, que buscan dar los insumos necesarios para la adopción de criterios de sustentabilidad que permitan optimizar el uso de recursos en las distintas etapas de desarrollo de los espacios públicos
II.	Estrategia Sustentable RCD		
3.	"Plan de Gestión de Residuo en obra, paso a paso"		Este es un manual desarrollado por CDT con el patrocinio de CChC, MINVU, MMA, entre otras entidades. El manual incluye contenido técnico y buenas prácticas relacionadas, y constituye una herramienta de información para el sector de la construcción. Al ser un trabajo público-privado que compila información relevante, también se considera un instrumento de Investigación y Desarrollo.
III.	Comité Huella de Carbono		
4.	Levantamiento de base de datos de huella para el ciclo completo de la edificación en los tres niveles.		El levantamiento de esta base de datos está en proceso, y ha sido posible con la ayuda de consultoras privadas.
5.	Estudio "Estado del arte Nacional e Internacional de Alternativas Metodológicas para levantamiento de datos, monitoreo, reporte y verificación y calculadoras de Huella de Carbono"		Este estudio fue parte de un trabajo realizado por una consultora externa, que ha servido como insumo para la construcción de la base de datos y la calculadora de huella de carbono que se pretende implementar en una plataforma web de acceso público.
6.	Diseño e implementación de sistema de monitoreo, reporte y verificación de huella de carbono en el sector de la construcción		Se espera que el diseño y la implementación de este sistema también sea parte de una colaboración público privada entre expertos.
7.	Plataforma con datos nacionales de huella de carbono		Esta plataforma está en proceso, y será una herramienta de información pública para el sector de la construcción y también para los usuarios de las edificaciones.

A continuación, se presenta una síntesis de las políticas e iniciativas públicas de fomento directo e indirecto a la construcción en madera. Por su naturaleza, y para evitar confusiones, las iniciativas voluntarias no se incluyen como parte de los cuadros de síntesis de los Ministerios, al no ser atingentes a sus hojas de ruta, y porque solo se reconoció una iniciativa voluntaria entre las 34 iniciativas estudiadas.

Cuadro N° 19. SÍNTESIS DE HOJA DE RUTA DE LOS MINISTERIOS

		Ministerio Vivienda y Urbanismo	Ministerio de Agricultura	Ministerio de Medio Ambiente	Ministerio de Energía	Iniciativas Interministeriales
Políticas/iniciativas de fomento directo	Regulatorios	○ ● ●	●			
	Económicos					
	Información	● ● ● ● ● ● ●				○
	Investigación y Desarrollo	● ● ● ●				●
	Articuladoras					
Políticas/iniciativas de fomento indirecto	Regulatorios			●	● ●	●
	Económicos	●				
	Información	● ●			● ●	○ ● ● ●
	Investigación y Desarrollo					● ● ○ ○
	Articuladoras					

2.1.6 Otros Actores Relevantes en el Contexto Nacional

Junto con el trabajo de los Ministerios, otros organismos públicos y privados han sido importantes en la configuración e implementación de las políticas públicas asociadas a la construcción en madera. A través de sus quehaceres propios, estas entidades han aportado de forma valiosa en el estudio y desarrollo de insumos para fomentar uso de la madera en la construcción. A continuación, se detalla el trabajo y se clasifican sus iniciativas según tipo, para cada uno de los actores relevantes en el contexto nacional.

Instituto Forestal (INFOR)

El Instituto Forestal tiene como misión fomentar el uso sustentable de los ecosistemas forestales a través de la creación y transferencia de conocimientos, de productos y servicios innovadores de excelencia, y de información forestal relevante y oportuna para la toma de decisiones.

Dentro de sus áreas de investigación se encuentra la de Información y Economía Forestal, que a través de sus líneas se encarga de generar y difundir estadísticas sectoriales en todos los aspectos de la actividad forestal, con énfasis en la industria y en la comercialización de productos madereros. De gran relevancia son los estudios que evalúan la disponibilidad de madera, ya que es la información oficial que permite proyectar si hay suficiente oferta para los planes que se pretende implementar. Además, se elaboran y difunden estudios sobre aspectos socioeconómicos y comerciales de la actividad forestal. Estos estudios permiten proyectar la oferta y demanda, que son la base para evaluar la factibilidad de las distintas políticas y planes de promoción del uso de la madera.

La división de Información y Economía Forestal publicó un trabajo titulado “Madera y Construcción, hacia una Simbiosis Estratégica”. Este estudio da cuenta de la situación nacional e internacional de la construcción en madera, el rol que puede desempeñar la madera en el sector de la construcción, así como la percepción de los expertos, población general y usuarios de las viviendas de madera.

Otra área de investigación relevante en el contexto del estudio de la madera es la de Tecnología y Productos de Madera. Esta área genera información técnica de especies madereras nativas y exóticas que crecen de Chile e incorpora los resultados en la normativa que regula su uso en la construcción. Además, se ocupa de caracterizar y desarrollar productos de ingeniería en madera.

Se suman en le misma área estudios como “Brechas Tecnológicas-Productivas en la Pyme de Aserrío de las Regiones del Maule, Ñuble, Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos” y diversas publicaciones sobre durabilidad natural y tensiones admisibles de la madera de diferentes especies nativas y exóticas, antecedentes estos últimos que son indispensables para la elaboración o actualización de las normas que regulan el uso de sus maderas en la construcción habilitándolas así para su uso con este objeto. Este es un trabajo que INFOR realiza permanentemente en colaboración con el instituto Nacional de Normalización (INN). Estos trabajos de INFOR permiten que el país cuente con información técnica sobre distintas especies de madera, desde propiedades físicas y mecánicas para usos industriales, hasta sus características de crecimiento, defectos de procesamiento mecánico y secado de la madera.

En el marco del Proyecto “Fortalecimiento de las capacidades de INFOR para el desarrollo de la Industria Secundaria de la Madera (ISM) a través de bienes públicos del sector de la construcción” se han publicado diversos documentos divulgativos, entre los cuales se cuenta el documento “Construcción en Madera, Políticas Publicas, Fomento y Legislación: Europa, Norteamérica, Oceanía y Latinoamérica”, y el “Estudio de Percepción de los Chilenos sobre el Uso de la Madera en la Construcción”.

Cuadro N° 20. SÍNTESIS DE HERRAMIENTAS INSTITUTO FORESTAL - INICIATIVAS DE DESARROLLO Y FOMENTO DIRECTO

Iniciativa		Tipo de Herramienta	Justificación
I.	Proyecto Fortalecimiento de las capacidades de INFOR para el desarrollo de la ISM, a través de bienes públicos en el sector de la construcción		
1.	Proyecto Fortalecimiento		En el contexto del proyecto Fortalecimiento, financiado por CORFO, se han generado una serie de informes y una plataforma web en que se pone a disposición del público la información generada.

Cuadro N° 21. SÍNTESIS DE HERRAMIENTAS INSTITUTO FORESTAL - INICIATIVAS DE DESARROLLO Y FOMENTO INDIRECTO

Iniciativa		Tipo de Herramienta	Justificación
I.	Área de investigación: Información y Economía Forestal		
1.	Estudios Económicos		La línea de Estudios Económicos se dedica a elaborar y difundir estudios sobre aspectos socioeconómicos y comerciales de la actividad forestal, aportando análisis que contribuyan al desarrollo de esta actividad y a la comprensión de su aporte al bienestar del país.
2.	Estadísticas Forestales		La línea de Estadísticas Forestales se encarga de generar y difundir estadísticas sectoriales en todos los aspectos de la actividad forestal, con énfasis en su industria y la comercialización de productos.
II.	Área de investigación: Tecnología y Productos de madera		
3.	Madera estructural para la construcción		Genera información técnica de especies madereras nativas y exóticas que crecen en Chile e incorporar los resultados en la normativa que regula su uso en la construcción (NCh 1198).
4.	Productos de ingeniería en madera		Esta línea se encarga de caracterizar y desarrollar productos de ingeniería e incorporar los resultados en la normativa que regula su uso en la construcción, para generar alternativas de valor agregado para la pyme maderera nacional. Gracias a este trabajo Chile cuenta con información técnica sobre distintos tipos de madera, desde propiedades físicas y mecánicas para usos industriales hasta características de crecimiento y defectos de procesamiento mecánico y secado de la madera.

Corporación de Fomento de la Producción (CORFO)

Como parte de la implementación de una metodología para potenciar catorce sectores económicos por medio de la inversión pública en un plazo de 10 años, a fines de 2015 se conformó el Consejo Directivo de Construye 2025, un programa impulsado por la CORFO. El objetivo de esta iniciativa en el largo plazo es "*transformar la forma de construir edificaciones en Chile para mejorar la productividad de la industria de la construcción en toda su cadena de valor y generar un cambio cultural en torno al valor de la sustentabilidad*".

Fue en este contexto en que se llegó a la conclusión que la madera podía jugar un papel clave como material de construcción, tanto por sus ventajas medioambientales como por su potencial para incrementar la productividad del sector.

Es así como nació el Programa Meso Regional de la Industria de la Madera de Alto Valor (PEM), una iniciativa que buscó impulsar la productividad y la competitividad de la industria secundaria de madera en Chile, a través de la articulación de pequeñas y medianas empresas madereras existentes en las regiones del Maule, Biobío, La Araucanía y Los Ríos, para la generación de productos de madera destinados a abastecer principalmente al mercado de la construcción.

Las metas específicas del PEM fueron:

- Aumentar en un 30% las exportaciones de las pequeñas y medianas madereras (MPM) al 2025.
- Aumentar en 30% la superficie construida en base a sistemas intensivos en madera respecto de la superficie total construida a nivel nacional.

De acuerdo a estas metas se establecieron tres ejes estratégicos:

- Recurso Forestal: Garantizar la disponibilidad de madera para aserrío.
- Manufactura e Industrialización: Generación de valor agregado y mejoramiento estándar pyme.
- Mercado Destino: Promoción de construcción en madera.

Los ejes transversales se sintetizan en:

- Abastecimiento de madera estable y de calidad.
- Calidad certificada de la madera.
- Normas habilitantes en mercados destino.
- Asociatividad y escala para la industrialización MPM[7].
- Valor agregado.
- Promoción, difusión, posicionamiento y generación de demanda.
- Capital humano.

El programa definió una hoja de ruta que abordó las condiciones base para impulsar la madera en la construcción y aumento de las exportaciones, tales como: fondo de inversión forestal, nuevas normas de edificación a media altura, becas de capital humano, certificación de calidad de madera.

Para el sector se priorizaron los proyectos indicados en la Figura N° 25.

[7] MPM: Sub-sector Maderero Pyme (definido para estos efectos como empresas con ventas bajo 26 millones de USD a nivel de grupo al cual pertenecen) y de la Mesoregión del Maule, Bio Bio, La Araucanía y Los Ríos. (INFOR, 2019).

Prioridad	Proyecto
Prioridad Muy Alta	1. Fondos de Inversión / securitización forestal 2.0
	2. Red de centros de secado y procesamiento
	4. Certificación Calidad de la Madera
	5. Desarrollo de normativa construcción en madera
Prioridad Alta	7. Fondo garantías hipotecarias vivienda intensiva en madera
	8. Fondo promoción marca país y Construcción en Madera
	9. Apalancamiento compras públicas icónicas
Prioridad Media	11. Fondo garantías actualización tecnológica MPM
	6. Consorcio comercial MPM
	3. Torneos de innovación y valor agregado en madera
	12. Fondo de capital de riesgo para valor agregado maderero
	10. Programa Formación y Certificación de Capital Humano
	13. Centro de innovación y tecnología de la madera (CITEMAD)

(Gallardo, 2020)

Figura N° 25. PRIORIZACIÓN DEL PORTAFOLIO DE PROYECTO PEM-CORFO

Este programa finalizó el año 2020 y tuvo gran relevancia al lograr articular a actores de distintos sectores ligados a la madera, detectar brechas y construir hojas de ruta para cada macro zona del país.

En 2018 se creó el Centro Interdisciplinario para la Productividad y Construcción Sustentable (CIPYCS). Este centro es la primera entidad tecnológica para la innovación y el prototipado a gran escala en Sudamérica.

El proyecto se enmarca en el Programa de Fortalecimiento y Creación de Capacidades Tecnológicas Habilitantes para la Innovación de CORFO y es liderado por la Pontificia Universidad Católica de Chile, la Universidad del Bio Bio, la Universidad Católica del Norte y la Universidad de Talca, correspondientes a los Nodos Territoriales.

Los co-ejecutores son la Universidad Técnica Federico Santa María, la Universidad Austral de Chile, la Universidad de Magallanes y DUOC-UC, entre otros.

Todas estas entidades actúan como agentes proveedores de conocimiento y capacidades.

El centro trabaja sobre cinco ejes temáticos:

- **Productividad**: Considera el desarrollo de tecnologías, sistemas, cursos, metodologías y servicios para el mejoramiento de la productividad, a través de las técnicas de gestión, tecnologías de gestión de información, tecnologías productivas y constructivas, sistemas industrializados y de pre-fabricación, así como nuevos productos.

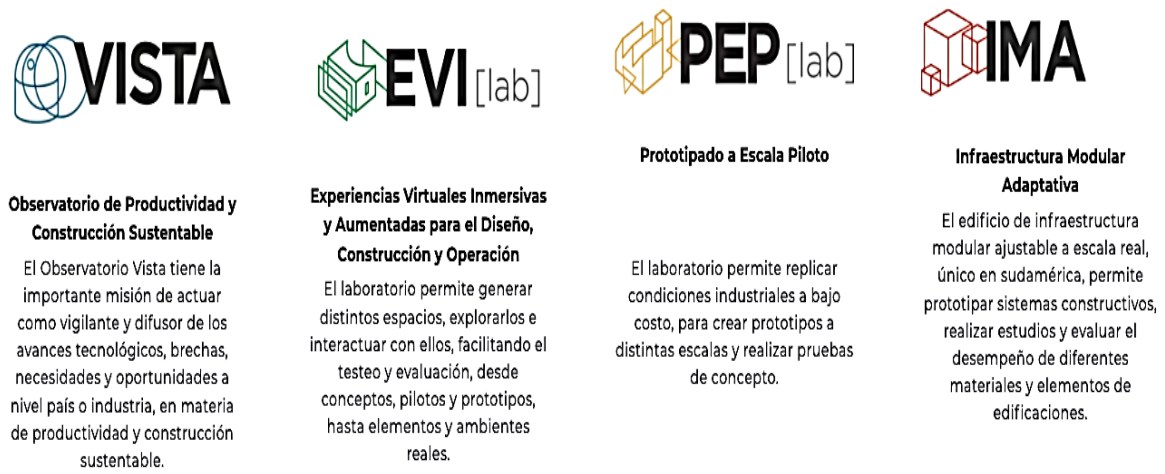
- **Sistemas de construcción en madera**: Busca desarrollar productos de ingeniería, tecnologías y sistemas de construcción para potenciar la construcción en madera en el país, en particular la edificación en altura media, junto con prestar servicios tecnológicos especializados de asistencia técnica y capacitación con apoyo de instalaciones de prototipaje virtual, físico y demostrativo.

- **Nuevos materiales, sistemas constructivos y productos sustentables**: Desarrollo de nuevos materiales, sistemas constructivos y productos sustentables. Además, se prestan servicios tecnológicos especializados de asistencia técnica y capacitación con apoyo de instalaciones de prototipaje virtual, físico y demostrativo, realizando desarrollos desde escala laboratorio hasta piloto, productiva y comercial.

- **Calidad y Resiliencia estructural**: Considera el desarrollo de tecnologías, sistemas y servicios para calcular, estandarizar, aumentar y certificar el desempeño potencial y capacidad de recuperación de la infraestructura frente a eventos catastróficos, como sismos, inundaciones u otros, y la prestación de servicios tecnológicos especializados de asistencia técnica y capacitación con apoyo de instalaciones de prototipaje virtual, físico y demostrativo.

- **Construcción Sustentable**: Considera el desarrollo de tecnologías, sistemas y servicios para potenciar la construcción, operación, reacondicionamiento y de construcción sustentable, eficiente y de bajo impacto medioambiental y social.

El Centro cuenta con servicios especializados asociados a cuatro laboratorios (Figura N° 26).



(Fuente: CORFO, 2021)

Figura N° 26. LABORATORIOS ESPECIALIZADOS CYPICS

Cuadro N° 22. SÍNTESIS DE HERRAMIENTAS CORFO - INICIATIVAS DE DESARROLLO Y FOMENTO DIRECTO

Iniciativa		Tipo de Herramienta	Justificación
I.	Programa Estratégico Meso regional de la Industria de la Madera de Alto Valor (PEM)		
1.	Iniciativas de fomento de la madera	●	PEM cumplió un rol articulador, no desarrolló ninguna de las iniciativas que propuso. Las iniciativas que se han logrado son consecuencia de la concreción por parte de otros actores, y están incluidas en las clasificaciones respectivas.

Cuadro N° 23. SÍNTESIS DE HERRAMIENTAS CORFO - INICIATIVAS DE DESARROLLO Y FOMENTO INDIRECTO

Iniciativa		Tipo de Herramienta	Justificación
I.	Centro Interdisciplinario para la Productividad y Construcción Sustentable (CIPYCS)		
1.	Observatorio Vista	●	Análisis de iniciativas adoptadas de sustentabilidad, percepción, valorización y priorización de la inversión en I+D+i, observación permanente de opinión e iniciativas de políticas públicas.
2.	EVI Lab	●	Este laboratorio de I+D permite el desarrollo de experiencias inmersivas de realidad virtual, aumentada y mixta, modelación BIM, y renderización de espacios para la industria de la construcción.
3.	PEP Lab	●	Enfocado en la creación de prototipos a escala y lotes de producción en madera, hormigón y materiales reciclados y cuenta con un equipo técnico para el desarrollo de proyectos y servicios.
4.	IMA Lab	○	Laboratorio modular adaptativo que será capaz de modificar completamente su fachada y partes de su estructura interna con la finalidad del testear materiales de construcción sometidos a condiciones climatológicas reales.

Madera21 de CORMA

Madera21 es una asociación fundada por la Corporación Chilena de la Madera (CORMA) en 2001, con el objetivo de difundir y promover el uso de madera en Chile. Los ejes de trabajo de esta asociación son:

- **Educación y capacitación:** Generación de manuales y documentos técnicos disponibles en línea de manera gratuita para todo público, programas de capacitación técnica, charlas para estudiantes, técnicos, profesionales y emprendedores.
- **Investigación y desarrollo:** Madera21 firmó un convenio con CIM-UC para investigar y desarrollar soluciones constructivas basadas en madera. Además, CIM-UC ha apoyado a MINVU en el desarrollo de Eco barrios Chañaral y Salado, y Torre experimental Peñuelas, la investigación de nuevos materiales de ingeniería y el cambio a la norma de diseño sísmico para sistemas marco y plataformas de hasta seis pisos.
- **Comunicación y difusión:** Madera21 cuenta con cuatro instancias de promoción y difusión de madera, plataforma digital Madera21, plataforma Semanadelamadera.cl, y Feria Comad.
- **Relación con *stakeholders*:** Madera21 se encuentra en constante relación con actores estratégicos del medio, participando en diversas actividades y gestando proyectos relevantes para avanzar en temas de posicionamiento de la madera y buenas prácticas de uso. Entre los *stakeholders* se encuentran Construye 2025, CChC, CDT, Madera Alto Valor Chile (PEM), entre otras.

Junto con cumplir un rol informativo respecto de las noticias relacionadas a la madera de actualidad, arquitectura, diseño, ingeniería, construcción e innovación, Madera21 pone a disposición los siguientes productos técnicos:

- Soluciones constructivas para muros perimetrales.
- Soluciones constructivas para muros divisorios.
- Soluciones constructivas para entrepisos.
- Soluciones constructivas para techos.
- Tutoriales: de preservación, diseño estructural, diseño arquitectónico, clasificación de la madera.
- Manuales: de construcción de viviendas en madera y otros.

- Materiales y componentes: madera aserrada y tableros para distintos usos, y complementos (conectores y preservantes).

Cuadro N° 24. SÍNTESIS DE HERRAMIENTAS CORMA - INICIATIVAS DE DESARROLLO Y FOMENTO DIRECTO

Iniciativa		Tipo de Herramienta	Justificación
I.	Educación y capacitación		
1.	Generación de manuales y documentos técnicos		Corresponde a información disponible en línea de manera gratuita para todo público.
2.	Programas de capacitación técnica, charlas para estudiantes, técnicos, profesionales y emprendedores.		Los programas de capacitación, así como las actividades de difusión, son herramientas de información que ayudan a promover el uso de madera.
II.	Investigación y Desarrollo		
3.	Investigar y desarrollar soluciones constructivas basadas en madera		Esta corresponde a una herramienta de Investigación y Desarrollo
4.	Investigación de nuevos materiales de ingeniería y cambio a la norma de diseño sísmico para sistemas marco y plataforma de hasta seis pisos.		Trabajo de Investigación y Desarrollo como parte del trabajo conjunto con Ministerio de Vivienda y Urbanismo
III.	Comunicación y difusión		
5.	Plataforma digital Madera21		Plataforma que busca generar instancias y herramientas para apoyar el desarrollo de nuevos proyectos y emprendimientos en madera.
6.	Plataforma Semanadelamadera.cl		La Semana de la Madera es una de las actividades realizadas anualmente por Madera21 desde el año 2004. La Semana de la Madera es un punto de encuentro en torno a la creación e innovación en madera, resaltando las áreas de arquitectura, diseño, ingeniería, innovación y emprendimiento.
7.	Feria Comad		Comad es la feria dedicada a la construcción sostenible en madera. Además de tecnología, se usan productos y servicios complementarios. Busca promover y potenciar la construcción sustentable de viviendas, comercios, oficinas y otras obras civiles, siempre con el protagonismo de la madera como materia prima.
8.	Torneos de innovación y valor agregado en madera		Torneos que buscan destacar las innovaciones en la industria maderera y dar visibilidad a emprendimientos que trabajen con este material, además de incentivar la asociación como medio para aumentar la competitividad de las Pymes en el sector, y agregar valor a los usos de la madera[8].
IV.	Otros		
9.	Productos técnicos		Incluye soluciones constructivas para muros, entrepisos y techos, así como tutoriales y manuales de construcción en madera.

[8] Más información en: https://www.madera21.cl/blog/2018/10/16/lanzan-el-primer-torneo-de-innovacion-en-madera-en-concepcion/

Centro Tecnológico para la Innovación en Construcción

CTeC es un centro impulsado por el "Programa de Fortalecimiento y Creación de Capacidades Tecnológicas Habilitantes para la Innovación" de Corfo, con el propósito de aportar en el proceso de transformación del sector hacia una industria más productiva, competitiva y sustentable.

Entre de sus servicios cuenta con asesorías a empresas para obtener la certificación BIM[9] bajo la norma ISO 19.650 y su actual traducción a Norma Chilena; cursos y talleres de BIM; Estudios de vigilancia tecnológica; innovación tecnológica a través de la articulación y acompañamiento a las empresas en el desarrollo de proyectos de innovación; y "*smart* licitaciones", plataforma tecnológica para el sector de la construcción que a través de inteligencia de datos gestiona el seguimiento y la búsqueda de proyectos, permitiendo a las empresas estar informadas y anticipar oportunidades de negocio para la toma de decisiones y participación en futuras licitaciones.

CTeC cuenta con el "Parque de Innovación", lugar donde realizan prototipos y pilotajes, sensorización y medición, proyectos colaborativos, exhibición de prototipos e innovaciones, entrenamientos y capacitaciones.

CTeC ha aportado en la discusión sobre los desafíos y oportunidades para el sector maderero en la construcción, participando en la comisión Desafíos del Futuro del Senado, presidida por el senador Guido Girardi e integrada por los legisladores Carolina Goic, Francisco Chahuán, Alfonso De Urresti y Juan Antonio Coloma. Como se detalla más adelante, en dicha instancia se convocó a diferentes expertos en materia forestal, dentro de los cuales se encuentra CTeC y la Universidad de Concepción, con el objetivo de desarrollar un espacio de trabajo, donde por medio de la inteligencia colaborativa de representantes de todos los sectores de la cadena de valor de la madera, se propongan políticas y acciones para proyectar a Chile como potencia forestal en la región.

Cuadro N° 25. SÍNTESIS DE HERRAMIENTAS CTeC - INICIATIVAS DE DESARROLLO Y FOMENTO INDIRECTO

Iniciativa		Tipo de Herramienta	Justificación
I.	Parque de Innovación CTeC		
1.	Parque de innovación		Espacio creado para investigar y desarrollar nuevas soluciones tecnológicas en el área de la construcción.

Academia

La academia ha cumplido un rol muy relevante en el estudio de los beneficios de la madera en la construcción y sus potenciales usos, y ha aportado en alianzas público-privadas. A continuación, se mencionan algunas universidades y sus iniciativas:

- **Universidad de Concepción. PoloMadera**
  PoloMadera es un programa que busca fortalecer el crecimiento económico de la Región del Bio Bio mediante la creación de valor agregado para el procesamiento de madera.

[9] El Modelado de Información en Construcción (BIM, por sus siglas en inglés), es un conjunto de procesos y metodologías para generar y gestionar datos de una edificación durante su ciclo de vida.

Para ello, el programa consolida las acciones internas de la U. de Concepción y se conecta con otras instituciones públicas, privadas y académicas. Algunos de los trabajos que han desarrollado son:

- Estudio de Brechas de Tecnología de Frontera de la Industria de la Madera de Alto Valor. Estudio realizado en el contexto del Programa Estratégico Mesoregional Madera de Alto Valor (CORFO-CDT, 2016).
- Catálogo 3D de Soluciones Constructivas para la Edificación en Madera. Catálogo online de acceso gratuito.
- Informes técnicos sobre ensayos de resistencia al fuego, de comportamiento acústico y térmico en base a los niveles propuestos por PoloMadera para las soluciones constructivas en madera.
- Sistemas constructivos: Detalles de sistemas constructivos de entramado liviano y sistema contralaminado (CLT) para fundaciones, entrepisos, puertas y ventanas, tabiques, techumbre y terraza.
- Materiales y componentes: Detalles estructurales de madera, placas y uniones.

- **Pontificia Universidad Católica de Chile. CIM-UC**
  CIM-UC es un centro que surge de la alianza entre la Pontificia Universidad Católica y empresas líderes del sector maderero en el país. Este centro tiene como objetivo promover la construcción en madera en altura a través de soluciones constructivas orientadas a la eficiencia energética. Para ello CIM-UC desarrolla investigaciones y realiza labores de transferencia en apoyo con el Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Producto de lo anterior, hoy se encuentran disponibles para todo público los siguientes recursos:

  - Guía de Operaciones para Edificaciones en Madera
  - Talleres y capacitaciones regionales
  - Análisis de Evaluación Económica (Análisis del estado de la construcción con madera en Chile: estadísticas de elección de materialidad y costos de construcción)
  - Guía Termitas (Recomendación para la prevención y control de ataques de termitas en edificaciones)
  - Informe de Fabricación y Montaje Torre Peñuelas
  - Manual de Soluciones Constructivas para Edificación en Madera

- **Universidad del Bio Bio. R+elevar**
  Se trata de un prototipo que busca incentivar la construcción de mediana altura en madera. Este proyecto consiste en una estructura de madera que muestra de forma explícita la manera en que está construida y estructurada. Este prototipo da a conocer las deficiencias que poseen ciertas normas nacionales, como la NCh433 y su factor “R”, o la NCh 819 de preservación de la madera, que no considera las protecciones por diseño.

- **Maderas, Ciencia y Tecnología**
  Junto con formar a profesionales de pre y post grado, el Departamento de Ingeniería en Maderas produce la revista internacional de investigación científica “Maderas, Ciencia y Tecnología”. Esta revista da a conocer las investigaciones generadas en Chile y el extranjero en el ámbito de la ciencia y la tecnología de la madera.

- **Universidad Autónoma de Chile. Mad-Lab.**
  En 2019 la Facultad de Arquitectura y Construcción de la U. Autónoma de Chile inauguró un moderno laboratorio de fabricación digital y experimentación material, cuya misión es digitalizar procesos madereros y promover el uso de tecnología de punta en la industria local. MadLab facilita la implementación de escaneo tridimensional, el desarrollo de archivos para fabricación (CAD *Modeling*), la mecanización mediante maquinaria CNC y diferentes tipos de procesos de carpintería y técnicas manuales que transforman a esta iniciativa en pionera en investigación y tecnología, siendo el primer espacio de estas características en el sur de Chile. Actualmente, el laboratorio Mad-Lab está trabajando en robotizar la industria maderera en Chile.

Cuadro N° 26. SÍNTESIS DE HERRAMIENTAS ACADEMIA - INICIATIVAS DE DESARROLLO Y FOMENTO INDIRECTO

Iniciativa		Tipo de Herramienta	Justificación
I.	Universidad de Concepción		
1.	PoloMadera		Su campo de trabajo incluye informes técnicos y manuales de construcción.
II.	Pontificia Universidad Católica de Chile		
2.	CIM-UC		Corresponde a una alianza de la academia con empresas líderes del sector maderero en el país. Su trabajo incluye guías, talleres y manuales de construcción.
III.	Universidad del Bío Bío		
3.	R+elevar		Prototipo de estudio y divulgación
4.	Maderas, Ciencia y Tecnología		Revista internacional de investigación científica
IV	Universidad Autónoma de Chile		
5.	MadLab		Laboratorio de fabricación digital y experimentación material

Mesas de Trabajo sobre Construcción en Madera

Las mesas de trabajo fueron instancias convocadas por el Ministerio de Agricultura en el contexto de la Política Forestal 2015-2035, en que participaron distintos actores del sector público y privado vinculados con la industria de la madera.

La *Mesa de trabajo Construcción con Madera* fue una instancia técnica que se llevó a cabo en 2020. Por parte del sector público, en esta mesa participaron el Ministro y el Subsecretario del Ministerio de Agricultura, los Directores de CONAF, INFOR y ODEPA, el Ministro de Economía, y representantes del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ministerio de Energía. Del sector privado los participantes fueron los presidentes de PYMEMAD, CORMA y la Asociación Chilena de Biomasa, además de los gerentes de Forestal Arauco, CMPC y Madera Alto Valor (PEM).

Los temas discutidos fueron la demanda por madera en los proyectos a construir, la oferta de madera y características necesarias de la industria para abastecer a la demanda, certificación de calidad de la madera (rotulado), normativas, entre otras cosas. En esta instancia se llegó a la conclusión de que para promover la construcción con madera una de las herramientas más efectivas es argumentar su sustentabilidad, sin embargo, la medida que podría asegurar definitivamente la participación de la madera en la construcción se lograría a través de una política de Estado con vista a carbono neutralidad hacia el año 2050.

Paralelamente se conformó la *Secretaría Técnica,* instancia que se propuso la misión de ser un motor que genere una agenda respecto de los pasos a seguir para promover la construcción en madera. Esta mesa se conformó con los representantes de INFOR, MINVU, MINAGRI, MOP, MINECON, PEM-MADERA CORFO, PYMEMAD Y CORMA.

Junto con lo anterior, en 2021 se conformó la comisión del Senado Desafíos del Futuro, instancia presidida por el senador Guido Girardi. Esta comisión convocó a expertos en materia forestal, con el objetivo de desarrollar un espacio de trabajo colaborativo que permita convertir a Chile en un país líder en la generación de madera de alto valor tecnológico y agregado. El trabajo se ha realizado a través de cuatro mesas temáticas: Industria y construcción, producción de objetos, frontera tecnológica y ecosistemas naturales. El documento que emane de esta serie de reuniones

será muy relevante para avanzar en la definición de iniciativas y planes de acción que permitan abrir espacio a la construcción en madera en el país.

La comisión cuenta con 400 científicos de distintas universidades trabajando en áreas estratégicas, como energías limpias, ecosistemas, abastecimiento, maderera y forestal, entre otras. De los actores indicados anteriormente, CTeC, U. de Concepción, PoloMadera, CIM-UC, INFOR, entre muchos otros, fueron partícipes de las mesas convocadas al alero de esta comisión.

Cuadro N° 27. SÍNTESIS DE HERRAMIENTAS COMISIONES Y MESAS - INICIATIVAS DE DESARROLLO Y FOMENTO INDIRECTO

Iniciativa		Tipo de Herramienta	Justificación
I.	Comisiones y Mesas de Trabajo		
	Mesa de trabajo Construcción con Madera, Secretaría Técnica, comisión del Senado "Desafíos del Futuro"	●	Las mesas de trabajo y la Comisión del Senado son instancias participativas que reúnen a distintos actores del sector en torno a temas relacionados con la construcción en madera. En cuanto a la Secretaría Técnica, esta fue una instancia de articulación para el sector de la academia y centros de estudios. Todas estas instancias representan herramientas de articulación, ya que permiten la vinculación y coordinación entre las partes.

Instancias Locales

- **Consejos Regionales de Construcción Sustentable**
  En el marco del Convenio Marco de colaboración sobre construcción sustentable que fue firmado a fines de 2020 entre MINVU, MOP, MINERGÍA, MMA, MIDESOC y MINECONOMÍA, se constituyeron los Consejos Regionales de Construcción Sustentable (CORECS). Los Consejos permiten la organización y coordinación del Convenio, y están constituidas por representantes regionales de los Ministerios firmantes, más otros actores relevantes.
  Los CORECS son los canales de comunicación entre el nivel regional y local con el nivel central. La función de los CORECS es construir una hoja de ruta regional, de acuerdo a la realidad propia de cada región, y velar por su ejecución, todo ello basados en los lineamientos de la Estrategia Nacional de Construcción Sustentable.
  Por su parte, el Convenio tiene el objetivo de actuar de forma coordinada y colaborativamente para implementar la Construcción Sustentable en el desarrollo de la edificación e infraestructura del país. En específico, el convenio tiene siete objetivos, entre los que se cuentan el implementar un plan que defina principios, ejes estratégicos, objetivos, metas, líneas de acción e indicadores para acelerar la incorporación de criterios de sustentabilidad en la edificación y estructura nacional al año 2050.

Ordenanzas Locales

- **Ordenanza especial de tratamiento de fachadas, Puerto Varas:** En septiembre de 1991 entró en vigor esta ordenanza, con el objetivo de mantener la tradición arquitectónica propia del lugar y promover la actividad turística. Esta ordenanza indica que los proyectos de edificación, ampliación y reparación deben cumplir con tener fachadas de madera, en un mínimo del 60% de la fachada para edificaciones de baja altura y un 40% de superficie para las edificaciones sobre los 6 metros de altura (Municipalidad de Puerto Varas, 1991).

- **Ordenanza Municipal de fachadas para la comuna de Futrono:** En 2007 entró en vigor la primera ordenanza de fachadas para la comuna de Futrono. La última versión de la ordenanza indica que en todo el centro de la ciudad los revestimientos de las fachadas deberán estar constituidos por elementos de madera o elementos que simulen madera. Para edificaciones de hasta 7 metros, el 80% de su superficie como máximo debe estar compuesta de madera, y un 20% como mínimo en piedra. Las edificaciones de mayor altura deben incorporar madera en un 60% de su superficie (Municipalidad de Futrono, 2018).

- **Ordenanza Municipal de fachadas para la comuna de Villarica:** Esta ordenanza entró en vigor el año 2011 con el objetivo de generar identidad y contribuir a mejorar la imagen de la ciudad. La ordenanza establece que se debe privilegiar el uso de materiales de revestimiento en madera de cualquier tipo para edificaciones de uso habitacional y edificaciones de uso comercial de 1 piso (Municipalidad de Villarrica, 2011).

- **Ordenanza Municipal: Materias municipales relativas a urbanizaciones y construcción, Pucón:** Esta ordenanza entró en vigor el año 2013, e indica que se debe utilizar madera y/o piedra en un 50% de la fachada para edificaciones de menos de 6 metros, y en un 30% de la fachada para edificaciones de mayor altura. Además, todos los letreros de locales comerciales y negocios deben ser hechos en madera, piedra laja, o fierro forjado tipo artesanal (Municipalidad de Pucón, 2013).

Cuadro N° 28. SÍNTESIS DE HERRAMIENTAS INSTANCIAS LOCALES Y ORDENANZAS - INICIATIVAS DE DESARROLLO Y FOMENTO INDIRECTO

Iniciativa		Tipo de Herramienta	Justificación
I.	Consejos Regionales de Construcción Sustentable (CORECS)		
1.	Consejos Regionales de Construcción Sustentable (CORECS)	●	Los Consejos permiten la organización y coordinación del Convenio, y están constituidas por representantes regionales de los Ministerios firmantes, más otros actores relevantes.
II.	Ordenanzas Municipales		
2.	Ordenanza de tratamiento de fachadas de Puerto Varas, Futrono, Villarrica y Pucón.	●	Desde su entrada en vigor, estas ordenanzas corresponden a una herramienta regulatoria de ordenamiento y conservación de la tradición de los lugares donde se aplican.

Proyectos No Gubernamentales

Al aporte de entidades públicas y privadas se suman experiencias de construcción en madera que han servido como pilotos de estudio y medios de fomento y promoción de la construcción en madera.

- **Villa Verde**

Es un proyecto ubicado en Constitución e impulsado por Forestal Arauco, como una manera de fomentar el acceso de sus trabajadores a viviendas definitivas en el marco de la política habitacional del país. El proyecto, cuya ejecución comenzó en 2013 y finalizó en 2018, consta de 484 casas en hilera construidas a la mitad del volumen edificable (57m^2), pero entregadas con la estructura casi completa para construir una vivienda que pueda alcanzar los 85 m^2. El sistema constructivo de estas viviendas es un entramado de madera estructural, clasificada como C16 y C24. Además, siguiendo las experiencias de otros proyectos participativos, se convocaron talleres formativos y de consulta sobre la realización de las ampliaciones.

Una de las principales lecciones del proyecto Barrio Oasis de Chañaral pudo ser aplicada para Villa Verde, el acceso a un catálogo amplio de soluciones constructivas. A diferencia del Barrio

Oasis, en el momento de construcción de Villa Verde se contaba con ensayos normativos para los elementos constructivos en madera. De esta forma, las soluciones constructivas fueron optimizadas para evitar el uso de elementos difíciles de industrializar, utilizando placas arriostrantes que además redujeron el costo de construcción.

(Fuente: Archivo INFOR)

Figura N° 27. VIVIENDAS DE VILLA VERDE EN CONSTITUCIÓN

- **Pabellón Expo Milan**

En el contexto de la Expo Milan 2015, la oficina Undurraga Devés Arquitectos diseñó una estructura tipo mecano construida en madera que fue montada en Italia, y que por su diseño pudo ser desmontada, transportada y reconstruida en Chile, encontrándose desde 2018 en la ciudad de Temuco, funcionando como centro cultural.

La estructura cuenta con una superficie de 2000m^2 y los arquitectos declaran haber utilizado la madera debido a su flexibilidad para producir formas, su liviandad y su fácil transporte, además de ser un recurso ecológico, estético y renovable, con una alta eficiencia energética desde el punto de vista de sus propiedades térmicas (Diseño Arquitectura, 2019).

La experiencia de este proyecto demuestra la importancia del contexto geográfico en que se instalan las estructuras y cómo deben ser diseñadas para proteger adecuadamente los elementos de madera, ya que, si bien la estructura es desmontable, esta se levantó en Milán para una exposición, pero las condiciones ambientales y de uso cambiaron drásticamente cuando el Pabellón arribó a Temuco.

La estructura de madera expuesta se vio afectada en forma considerable por las condiciones ambientales y el uso en su nueva ubicación, lo que impacta en los costos de mantenimiento, y que llevó a considerar la incorporación de soluciones adicionales para proteger la estructura de factores como la alta humedad y la lluvia.

Lo anterior deja de manifiesto que es fundamental incorporar estrategias de diseño que sean capaces de prever el destino y las condiciones a las que estarán expuestas las edificaciones de madera, como forma de optimizar su desempeño, de reducir los gastos de operación y asegurar la durabilidad del material.

(Fuente: Archivo INFOR)

Figura 28: PABELLÓN DE LA ARAUCANÍA, EX PABELLÓN DE CHILE EN EXPO MILÁN 2015

Cuadro N° 29. SÍNTESIS DE HERRAMIENTAS PROYECTOS NO GUBERNAMENTALES - INICIATIVAS DE DESARROLLO Y FOMENTO INDIRECTO

Iniciativa		Tipo de Herramienta	Justificación
1.	Villa Verde		Corresponden a iniciativas privadas de construcción en madera, que en ambos casos han servido como una herramienta de difusión, pero que sin embargo fueron levantadas con otros fines no necesariamente relacionados al fomento del uso de madera en construcción.
2.	Pabellón ExpoMilán		

Cuadro N° 30. SÍNTESIS DE INICIATIVAS DE ACTORES RELEVANTES

		INFOR	CORFO	CORMA	CTeC	Academia	Instancias Locales	Proyectos No Gubernamentales
Iniciativas de fomento directo	Regulatorios							
	Económicos							
	Información	●		● ● ● ● ● ● ●				
	Investigación y Desarrollo	●		● ●				
	Articuladoras		●					
	Voluntarias							
Iniciativas de fomento indirecto	Regulatorios						●	
	Económicos							
	Información					● ● ● ●		●
	Investigación y Desarrollo	● ● ● ●	● ● ○ ●		●	● ● ● ●		
	Articuladoras						● ●	
	Voluntarias							● ●

2.2 Fortalezas y Debilidades de la Política Nacional

Esta sección pretende analizar las fortalezas, debilidades y desafíos de la política nacional, de modo tal de poder entregar un paquete de instrumentos de política pública óptimo para el contexto nacional, que pueda reflejarse en una suerte de hoja de ruta, con priorización de medidas para el corto, mediano y largo plazo.

El panorama general muestra que el sector público ha desarrollado estrategias robustas para la promoción del uso de madera, tanto en su articulación interna como en la articulación del trabajo público-privado.

Los esfuerzos por avanzar en el desarrollo de la construcción sustentable han significado la proliferación de diversas iniciativas que en conjunto parecen abordar de forma integral la problemática, lo que incluye el uso de herramientas de información, instrumentos normativos, instrumentos de investigación y desarrollo, y en menor medida instrumentos financieros.

Del análisis particular de cada una de las herramientas de promoción se observa una clara tendencia al uso de herramientas de información, sobre todo aquellas referidas a programas de difusión de información técnica, dirigidos a oferentes del sector de la construcción y a esquemas de etiquetado ambiental que entregan información sobre el desempeño ambiental de un producto y su certificación (Cuadro N° 31). De las 34 iniciativas analizadas, 16 de ellas corresponden a herramientas de información, es decir, casi un 47% del total (Cuadro N° 31).

Cuadro N° 31. RESUMEN DE INICIATIVAS DIRECTAS E INDIRECTAS EN LOS MINISTERIOS

Tipo	Iniciativas Directas	Iniciativas Indirectas	(%)
	17	17	
Regulatorias	4	4	24
Económicas	0	1	3
Informativas	8	8	47
I & D	5	4	26
Articuladoras	0	0	0
Total	**34**		

En un segundo lugar se encuentran las herramientas de investigación y desarrollo, que son aquellas basadas en una asociación público-privada que compromete fondos públicos para actividades de I&D, aunque también pueden ser iniciativas netamente públicas o privadas. En tercer lugar, con un 24% del total, se encuentran los instrumentos regulatorios, que agrupan a aquellos obligatorios, en el sentido de establecer una obligación de uso de alguna tecnología o de cumplimiento de algún estándar de desempeño.

Aun cuando no existe mucha diferencia en términos cuantitativos entre las herramientas de investigación y desarrollo y las herramientas regulatorias, ambas representan una caída abrupta respecto de la cantidad de herramientas de información, y cada una representa menos del 25% de las medidas analizadas (Cuadro N° 31).

Con un 3% le siguen las herramientas económicas, que incluyen los incentivos financieros a iniciativas asociadas al impacto medioambiental o a una actividad particular y, finalmente, se encuentran las políticas articuladoras (0%), que son aquellas que sirven para vincular y coordinar esfuerzos entre distintos actores públicos o privados. Estas herramientas no tienen la capacidad de poner en marcha las iniciativas que articulan y, una vez puestas en marcha, las iniciativas se transforman en instrumentos económicos, de información, u otros según la naturaleza de la articulación.

Respecto de estas últimas, es importante indicar que, si bien los Ministerios no cuentan con iniciativas de esta naturaleza, eso no significa que a nivel público no existan herramientas de articulación, como se pudo ver en la sección anterior.

Existen organismos públicos no pertenecientes a la esfera gubernamental, como CORFO, que han logrado levantar iniciativas articuladoras muy relevantes para el avance de la coordinación de los esfuerzos públicos y privados a nivel nacional.
Teniendo en consideración lo anterior, es de suma relevancia entender en la Figura N° 29 a continuación, que el 0% asociado a las herramientas de articulación solo representa un área del sector público, esto es el sector Ministerial.

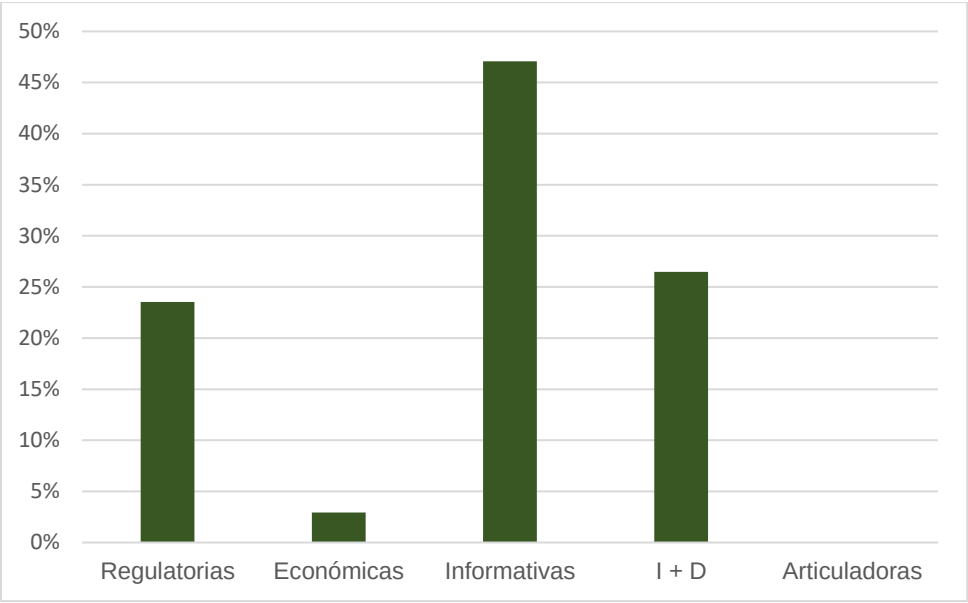


Figura N° 29. PORCENTAJE DE INICIATIVAS SEGÚN TIPO DE HERRAMIENTA EN EL SECTOR PÚBLICO

En cuanto a las iniciativas articuladoras, es importante notar que estas conllevan un riesgo asociado a que, sin el apoyo de herramientas específicas, no es posible transformar las propuestas en avances concretos y por ende los esfuerzos quedan reflejados únicamente en planteamientos y recomendaciones. Esto es precisamente lo que ocurre con el Programa Estratégico Mesoregional (PEM) de CORFO. Respecto de este programa, se reconoce un total de 12 herramientas propuestas de diversa índole, que no se tradujeron en instrumentos de política pública. Las iniciativas propuestas por PEM fueron:

- Fondo de inversión forestal y maderero: Esta iniciativa busca apalancar fondos de inversión privados para aumentar la capacidad de aserrar y entregar productos a la industria. Dada su naturaleza, correspondería a una herramienta económica.
- Red de centros de secado y procesamiento: Red planteada como un esfuerzo por aumentar la disponibilidad de madera para aserrío. Dada su naturaleza, correspondería a una herramienta de articulación.
- Sistema de certificación de calidad estructural: Permite utilizar madera estructural en base a marcas de calidad respaldadas por sistemas de certificación (ISO/CASCO), entregando al mercado un producto estandarizado y de propiedades aseguradas por organismos de certificación competentes. Dada su naturaleza, correspondería a una herramienta de información.
- Fondo de garantías hipotecarias vivienda intensiva en madera: Garantías hipotecarias que reducen el costo efectivo de viviendas sustentables, donde los sistemas intensivos en madera tienen un mucho mejor performance relativo. Dada su naturaleza, correspondería a una herramienta económica.
- Fondo Promoción Marca País y Construcción en Madera: La generación de un fondo de promoción de la marca país correspondería a una herramienta de incentivo económica.
- Apalancamiento de compras públicas icónicas: Obras icónicas en madera impulsadas por CORFO, tales como viviendas sociales, jardines infantiles, mercado municipal, como muestra de la nueva generación de edificación pública. Dada su naturaleza, correspondería a una herramienta económica.

- Fondo de garantías de actualización tecnológica MPM: La generación de un fondo de garantías de actualización tecnológica MPM correspondería a una herramienta de incentivo económica.
- Consorcio comercial MPM: La generación de un Consorcio comercial MPM correspondería a una herramienta de incentivo económica.
- Fondo de capital de riesgo para valor agregado maderero: La generación de un fondo de capital de riesgo para generar valor agregado maderero correspondería a una herramienta de incentivo económica.
- Centro de Innovación y Tecnología de la Madera (CITEMAD): La creación de un Centro de Innovación y Tecnología de la madera correspondería a una herramienta de investigación y desarrollo.

En cuanto a los instrumentos efectivamente concretados, en la Figura N° 30 se puede observar el número de herramientas utilizadas según tipo para los Ministerios.

Respecto de las iniciativas, es importante considerar que una iniciativa puede tener más de una clasificación, es decir, puede ser considerada como más de una herramienta, por lo cual la suma total de las clasificaciones no necesariamente debe igualar al total de iniciativas de los Ministerios.

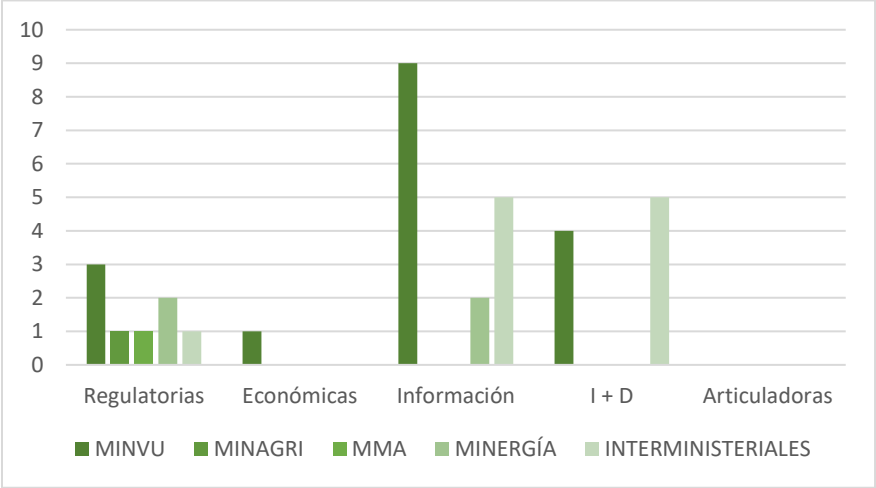


Figura N° 30. NÚMERO DE INICIATIVAS SEGÚN TIPO DE HERRAMIENTA Y MINISTERIO EJECUTOR

Con todo lo anterior y considerando la robustez de las iniciativas propuestas e implementadas desde la administración central, llama la atención que el uso de madera en la construcción no sea una práctica común. Esto demuestra que existen barreras para el despegue de este tipo de iniciativas y que dichas barreras no tienen que ver necesariamente con los cursos de acción que hasta el momento ha tomado el Estado.

Si bien disponer de herramientas de información y normativas es una base fundamental para propiciar el desarrollo consistente de la construcción sustentable, parece ser que es momento de avanzar hacia una segunda fase de promoción de iniciativas voluntarias y auto gestionadas.

La promoción de este tipo de iniciativas debe verse respaldada por una mayor gama de instrumentos financieros, que permitan apoyar en una primera etapa a los proyectos privados, de modo tal que sirvan como motor para un proceso que en el mediano plazo se transforme en medidas masificadas y de carácter voluntario.

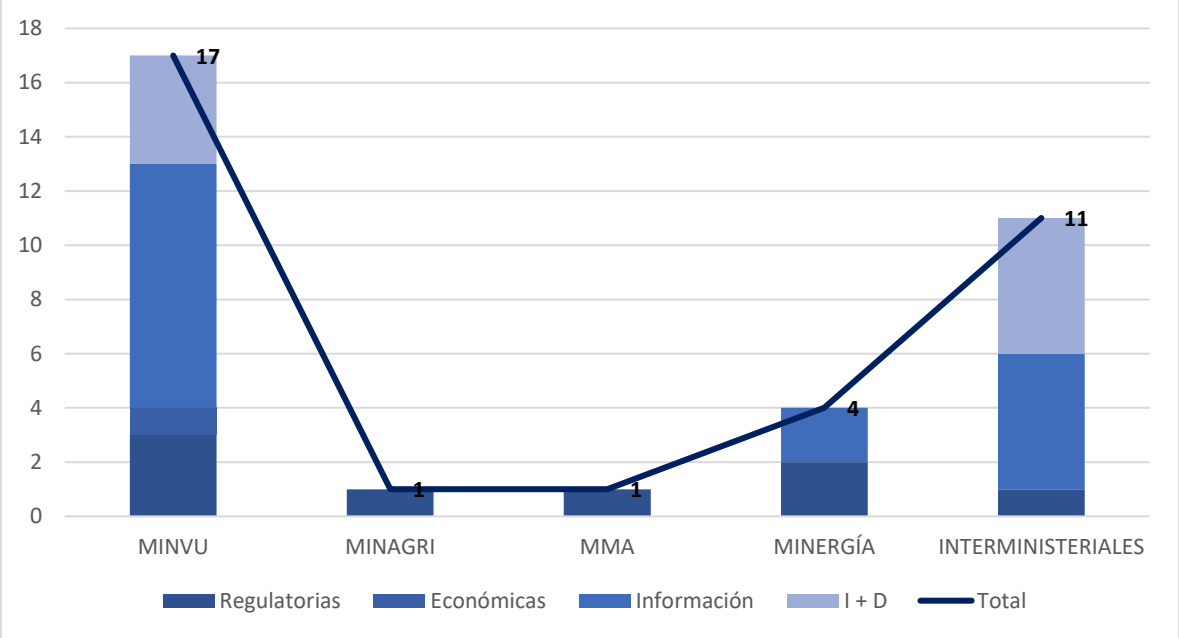


Figura N° 31. CANTIDAD DE INICIATIVAS DE CADA MINISTERIO Y TIPO DE HERRAMIENTAS

Chile no solo cuenta con los recursos forestales ideales para el impulso de la construcción en madera, sino que también ha logrado construir un marco regulatorio y una batería de herramientas de investigación y desarrollo que hoy permiten avanzar hacia una siguiente etapa. Hoy las políticas públicas existentes abren camino para el impulso y masificación de las edificaciones en madera, o edificaciones con elementos constructivos en madera, pero para ello es fundamental cambiar el enfoque de las próximas iniciativas, como parte de una segunda etapa de políticas enfocadas en la implementación.

2.3 Experiencias Internacionales

En esta sección se revisan algunas experiencias internacionales de construcción en madera, como parte de iniciativas voluntarias del sector privado en América del Norte y Europa. También se revisan experiencias internacionales que son parte de iniciativas de política pública llevadas a cabo por distintos Estados.

2.3.1 Proyectos Internacionales Emblemáticos

- **UBC, *Earth Sciences Building***

El Edificio de Ciencias de la Tierra (ESB) se encuentra en el corazón de la Facultad de Ciencias del Campus de Vancouver de la Universidad de British Columbia, Canadá (UBC). Este es el edificio con paneles de madera y aplicaciones de madera laminada cruzada (CLT) más grande de América del Norte.

Construido bajo los estándares LEED, ESB cuenta con el nivel de certificación Gold, ESB es el edificio con paneles de madera y con la aplicación de madera laminada cruzada más grande en América del Norte. El edificio utiliza más de 1.300 toneladas de CLT, lo que implica importantes externalidades positivas para el medioambiente, ya que cada tonelada de producto de madera seca secuestra suficiente carbono para evitar que se generen entre 1,8 y 2,0 toneladas de CO_2. Según esos estándares, la madera utilizada en el *Earth Science Building* secuestrará alrededor de 2.600 toneladas de CO_2 a lo largo de todo su ciclo de vida (UBC, s/f).

- **Tamedia AG, Suiza**

El proyecto, correspondiente a una compañía de Medios Suiza, es una obra compuesta totalmente de secciones prefabricadas de madera, que fueron unidas en base a precisos cortes y ensamblajes. La estructura fue diseñada para que fuera capaz de prescindir de clavos, tornillos y cualquier otro tipo de uniones.

Este edificio tiene una altura de 18,15 m y se estructura a partir de ocho marcos de madera. Los marcos están compuestos de columnas conectadas a un sistema de vigas pares en cada piso, y cada columna está hecha en base a madera laminada con una altura de 21 metros y un peso de 2,5 toneladas.

La cualidad de la estructura de esta obra de construcción radica en la manera en cómo se concibe el uso de la madera en un contexto urbano de alta calidad estructural, y con propiedades que no solo le dan ventajas en términos de sustentabilidad, sino que también le dan identidad propia.

- ***Life Cycle Tower (LCT) ONE*, Austria**

En Dorbnirn, al noreste de Austria, se levantó el proyecto de I&D *LifeCycle Tower* (LCT). El resultado fue un sistema híbrido de madera, hormigón y envolvente sostenible para edificios de mediana altura y altura que puede alcanzar hasta 100 metros y 30 pisos y cumplir con las prescripciones de los códigos de construcción locales.

La diferencia esencial de este edificio híbrido de madera en comparación con otros proyectos es su estructura principal, que no está alineada. Al no tener tabiques fijos que soporten cargas, permite una gran flexibilidad en su uso. Los elementos estructurales se pueden ordenar y volver a organizarse para adaptarse a las necesidades de sus usuarios. De ahí el nombre del edificio *The Life Circle Tower*. De esta manera, si bien hoy el edificio es utilizado como oficinas, podrá ser utilizado para una amplia variedad de propósitos, que van desde un hotel a departamentos, o una combinación de diferentes funciones bajo un mismo techo.

El edificio está construido en madera y hormigón, y tiene ocho pisos altura. Esta construcción es un prototipo de concepto, que demuestra un proceso y un producto innovadores, y fue construido con el objetivo de reducir el impacto negativo de los edificios en el medio ambiente, al tiempo de mejorar el confort y la calidad del ambiente interior para los ocupantes.

Este proyecto ha ganado numerosos reconocimientos, incluyendo premios como el *European Environmental Press Award* (EEP) y el *Innovation Prize of Vorarlberg* 2012, entre otros.

- **Mjøstårnet, Noruega**

En Brumunddal, una pequeña ciudad en el centro de Noruega, se encuentra el edificio más alto construido en madera en el mundo. Esta es una edificación de 85,4 metros de altura a base de madera contralaminada (CLT), y es el tercer edificio más alto del país. Mjøstårnet cuenta con 18 pisos de uso mixto entre departamentos, un hotel, piscina, espacio para oficinas y un restaurant; y su estructura de madera incluye incluso las cajas de ascensores (completamente hechos de CLT) y columnas de madera encolada (“glulam”). El CLT y el glulam son lo suficientemente fuertes para soportar grandes cargas, y todas las cargas horizontales y verticales del edificio son manejadas por estructuras de madera.

(Foto: Madera21.cl)

Figura N° 32. MJØSTÅRNET, NORUEGA

2.3.2 Iniciativas de Política Pública internacionales

En este punto se presentan iniciativas recopiladas por Gysling *et al.* (2021) en la publicación de INFOR "Madera y Construcción: Hacia una Simbiosis Estratégica".

Lo principal es tener en consideración que el uso de madera en las edificaciones difiere significativamente entre países, lo que puede explicarse por diferencias en la disponibilidad natural del recurso y distintos niveles de desarrollo tecnológico de los países, entre otros factores (Gysling *et al.,* 2021).

Las políticas de fomento de la madera han sido establecidas principalmente en países que cuentan con un sector forestal relativamente importante, como Australia, Canadá, EEUU, Finlandia, Francia, Alemania, Japón, Nueva Zelanda, Suecia, Suiza y el Reino Unido. Sin embargo, aunque este tipo de políticas se encuentre en muchos países, existen pocas pruebas de su impacto cuantitativo (Gysling *et al.,* 2021; Wiegand and Ramage, 2021). Además, existe una amplia heterogeneidad en los organismos encargados de llevar a cabo estas políticas de fomento y en general se asocia a una interacción entre los Ministerios de Agricultura, de Bosques, de Economía, de Medio Ambiente, de Vivienda, de Ciencia e Investigación, de Energía, entre otros (Gysling *et al.,* 2021).

Esta interacción tiene sentido si se considera que los objetivos de las políticas de fomento de la madera son inherentemente intersectoriales y sus consecuencias son multidimensionales, ya que su puesta en marcha se traduce en beneficios para la economía, el medio ambiente, las industrias locales, e incluso la imagen de un territorio. Por esta razón, también es comprensible que las políticas implementadas no siempre sean a nivel nacional, sino que pueden ser aplicadas para una región o incluso para una localidad, como es el caso de las ordenanzas municipales de algunas ciudades del sur de Chile.

En la Figura N° 33 se muestra una recopilación publicada por INFOR (2021) en base a datos de políticas públicas recopiladas por FAO en 2020. En este cuadro se observa que los ámbitos de implementación difieren incluso en países que tienen características territoriales y/o socioeconómicas similares.

País	Nombre de la política de fomento de la madera	Ámbito de implementación
Australia	Política de fomento de la madera	Local (ciudad de East Fremantle)
	Política de fomento de la madera de Tasmania	Regional (Tasmania)
Alemania	Programa de Apoyo a la Construcción de Madera	Local (ciudad de Friburg)
Canadá	Ley Madera Primero de British Columbia	Regional (British Columbia)
	Acta de la Madera de Quebec	Regional (Québec)
	Programa de construcción ecológica a través de la madera (GCWood)	Nacional
Estados Unidos	Uso de la Madera en Edificios Públicos	Regional (Oregon y Maine)
Finlandia	Iniciativa Demostrativa de Edificios de Madera de Altura	Nacional
Francia	Iniciativa de Construcción de Rascacielos de Madera "ADIVBOIS"	Nacional
Japón	Ley de Promoción del Uso de la Madera en Edificios Públicos	Nacional
Nueva Zelandia	Política de Compras Públicas de Madera	Nacional
Reino Unido	Home-Grown Homes	Regional (Wales)
Suecia	Estrategia Ciudad Moderna de Madera	Local (Växjö)
Suiza	Política de Recursos Madereros y Plan de Acción de la Madera	Nacional

(Fuente: Gysling *et al.,* 2021 en base a datos de FAO, 2020)

Figura N° 33. EJEMPLOS INTERNACIONALES DE POLÍTICAS DE FOMENTO A LA MADERA

A continuación, se detallan algunas de las políticas internacionales y su justificación política.

- **Ley de Promoción del Uso de Madera en Edificios Públicos, Japón**

Luego de la crisis económica de inicios de los años noventa, la economía japonesa se estancó durante casi 20 años y como resultado se generó un ambiente de desconfianza en el sistema de seguridad social y una sensación generalizada de estancamiento entre los japoneses. En este contexto es que el Gobierno japonés se planteó como meta construir una economía sólida, para lo cual en junio de 2010 dio a conocer la "Nueva Estrategia de Crecimiento", que definió objetivos en diversas áreas productivas de la economía. En el área forestal e industrias vinculadas, las propuestas de política apuntaron a utilizar más decididamente el recurso de plantaciones forestales generado durante la era de la posguerra, de manera de aumentar la tasa de autosuficiencia de madera por encima del 50%, a través de la expansión de su uso en el mercado local, la creación de mayor capital humano especializado en manejo forestal y el aprovechamiento de la madera como combustible (Gysling *et al.,* 2021).

Las propuestas fueron fructíferas y hoy en el mercado japonés casi un 46% de la superficie construida de viviendas unifamiliares de 1 a 3 pisos y los edificios públicos usa madera como material estructural (Gysling *et al.,* 2021).

En particular, en el sector público el uso de la madera se fundamenta en la Ley de Promoción del Uso de Madera en Edificios Públicos, que fue promulgada en octubre del año 2010, y que se enmarcó en la Nueva Estrategia de Crecimiento establecida por el Gobierno de Japón. Esta política pública de fomento al uso de la madera promueve la construcción de edificios públicos de baja altura con estructura de madera (de tres pisos o menos), instando a las autoridades territoriales del país a que desarrollen sus propias políticas para la promoción del uso de la madera y se esfuercen en promover el uso práctico de este material en la edificación pública.

De acuerdo a Gysling *et al.* (2021), después de la implementación de la ley, la proporción de edificios públicos de madera aumentó de 8,3% en 2011 a 11,7% en 2015. Más adelante, en 2018, el 13,4% de la superficie total de edificios públicos fue construida con madera, y más del 60% de los edificios públicos de baja altura fueron construidos por empresas privadas, lo que deja de manifiesto un fomento claro a la oferta especializada por construcción en madera.

- **Política de Fomento de la Madera de Tasmania, Australia**

En junio de 2016, el gobierno de Tasmania anunció el establecimiento de una política para impulsar el uso de productos de madera en la construcción. Esta política se centra en exigir que la madera sea considerada en todos los proyectos de construcción pública, incluyendo el diseño de interiores (por ejemplo, muebles), lo que promoverá un cambio en el sector construcción al considerar a la madera como la primera opción. El anuncio siguió a los cambios realizados al Código Nacional de Construcción de Australia, que abrieron el camino para la construcción con sistemas de entramado pesado. Este cambio permitió que los productos de madera, como el CLT, se incorporen en edificios de hasta 25 metros de altura. Los cambios en el Código de Construcción posicionan a Australia al mismo nivel que otros países avanzados y se espera que estimule la demanda de madera local necesaria para la fabricación del CLT.

La Política de Fomento de la Madera de Tasmania se aplicará a las agencias presupuestarias internas, cuyo deber será asegurarse de que la planificación y el diseño de las adquisiciones públicas para todos los proyectos de construcción consideren el uso de madera. Además, con esta Ley las agencias deberán (Gysling *et al.,* 2021):

- Fomentar el abastecimiento de productos de madera de acuerdo con los objetivos de la Política de Compra Local.
- Buscar activamente el desarrollo de proyectos que demuestren el uso de madera.
- Asegurarse que los análisis de costo de los materiales de construcción tengan en cuenta su ciclo de vida.
- Garantizar el uso de madera y productos de madera de fuentes responsables .
- Buscar oferentes de soluciones de diseño y construcción prácticas, eficientes, versátiles y rentables en el uso de la madera, entre otros.

- **Estrategia Ciudad Moderna de Madera de Växjö, Suecia**

Växjö es una ciudad situada al sur de Suecia, que ha hecho de la construcción en madera una estrategia de lucha por la reducción de las emisiones de gases contaminantes, y que fue declarada la ciudad más ecológica del continente según la Unión Europea. Esta ciudad también se ha convertido en un centro de demostración y una oportunidad de negocios para muchas empresas de construcción que buscan desarrollar edificios sostenibles. Para un país pequeño como Suecia, cuya superficie está cubierta en un 70% por bosques (FAO, 2021), usar madera en la construcción no solo genera beneficios medioambientales, sino que también económicos, al apoyar a diversas empresas forestales nacionales e impulsar el crecimiento económico en la región.

Sin embargo, la tendencia del uso de madera no siempre fue así. Los devastadores incendios ocurridos en varias ciudades suecas entre 1838 y 1843, resultaron en una prohibición de las construcciones en madera de más de dos pisos, recién en 1994 el código de construcción sueco se modificó y la madera se pudo usar nuevamente en aplicaciones de varios pisos. Sin embargo, dicha prohibición del uso de madera, que duró 150 años, llevó a que la construcción con este material en altura apenas se desarrollara (Gysling *et al.,* 2021).

En el año 2005, el municipio de Växjö decidió aplicar de manera local la estrategia nacional de Suecia de uso de la madera en la construcción, estableciendo su primera estrategia denominada "*Mas Madera en la Construcción*", que se transformó en una guía para el desarrollo de una ciudad de madera. Esa iniciativa puso el foco en la venta de terrenos públicos a los desarrolladores de proyectos de construcción bajo el cumplimiento de requisitos obligatorios en relación a la

construcción con madera. Un eje fundamental en la implementación de la estrategia de 2005 fue la estrecha colaboración entre la industria, el sector público y las universidades, esquema que la estrategia llamó “triple helix” (Gysling *et al.,* 2021).

En 2013 se definieron nuevos objetivos respecto del uso de madera en las construcciones de la ciudad a través de la estrategia “Växjö: Ciudad Moderna de Madera”, que se propuso para el año 2020, que el 50% de los nuevos proyectos estén basados en madera y que a partir de ese año cada edificio tendría una declaración de impacto climático (Gysling *et al.,* 2021). Además, a partir de 2022 se deberá optar por edificios con la menor huella de carbono de la estructura para entregar los permisos de construcción y a partir de 2025 todos los nuevos proyectos deben tener un nivel de emisiones inferior a 225 kg CO_2eq/m^2 (Gysling *et al.,* 2021).

De acuerdo con Anna Tenje, alcaldesa de la ciudad, la existencia de un impuesto nacional sobre el CO_2 fue el impulso para ayudar a Växjö y a Suecia en esta transición. Como expositora en la Semana de la Madera 2021 llevada a cabo en septiembre de este año, Anna Tenje indicó que “*Es posible combinar el uso de los recursos forestales con el cuidado de los bosques. Solo tienes que asegurarte de gestionarlos de forma sostenible. La parte más importante es que, de acuerdo con la legislación nacional, se deben replantar los bosques después de haberlos talado*” (CDT, 2021).

- **Política de Fomento de la Madera de Powys, Reino Unido**

De toda la superficie de bosques presentes en Gales (9,6% del total de bosques del Reino Unido) solo un 10% es manejado para producción maderera industrial (Gysling *et al.,* 2021). En ese contexto, el sector de la construcción de viviendas de Gales ha puesto a la madera en el centro de su política habitacional, para subsanar el déficit existente y los problemas de bajo desempeño higrotérmico de las viviendas que actualmente se construyen.

En este escenario, el año 2017 el Consejo del Condado de Powys adoptó una política de fomento de la madera cuyo objetivo es construir mejores viviendas con mayor eficiencia energética, apoyando a la industria forestal local y creando más puestos de trabajo. Esta política establece que todos los nuevos proyectos de viviendas generados desde el gobierno local deben promover el uso de madera como material preferido, tanto para la estructura de la edificación como para usos no estructurales, así como también el uso de productos de madera para el acondicionamiento de la vivienda (Gysling *et al.,* 2021).

Esta política, así como la de Växjö, es un ejemplo de la relevancia de generar propuestas de promoción a nivel local del uso de la madera en la construcción, ya que pueden lograr un alcance e impacto mayor que las políticas llevadas a cabo por el gobierno central.

CAPÍTULO 3

DESAFÍOS PARA EL SECTOR FORESTAL Y RECOMENDACIONES DE POLÍTICA PÚBLICA Y CURSOS DE ACCIÓN

Como quedó de manifiesto en secciones anteriores, uno de los sectores que necesita avanzar en sustentabilidad es la construcción. Este sector presenta problemas de sostenibilidad social, económica y, particularmente, ambiental, siendo uno de los grandes responsables del cambio climático, con un 39% de las emisiones de CO_2 a nivel mundial (Comisión Desafíos del Futuro, 2021).

Las ventajas funcionales del uso de la madera en construcción, así como sus beneficios ambientales, sociales y económicos, ofrecen una serie de ventajas que pueden ayudar a dar una solución integral a la sostenibilidad en el sector de la construcción. Por esta razón y desde hace ya décadas, en Chile y el mundo se ha buscado abordar los desafíos tecnológicos, sociales y ambientales que ofrece la construcción en madera, a través de enfoques interdisciplinarios entre la arquitectura, la ingeniería, el sector forestal y las empresas del sector. Sin embargo, además, la construcción en madera presenta nuevos desafíos para el sector forestal que deben ser considerados al proyectar el futuro de este sector.

3.1 Desafíos del Sector Forestal para la Masificación de Construcción en Madera

El principal desafío del sector forestal se vincula a la necesidad de generar un crecimiento sostenible que sea distribuido social y territorialmente, tanto en sus beneficios como en sus riesgos. Por su tamaño y versatilidad, el sector forestal tiene el potencial de ofrecer más empleos de calidad en una parte significativa del país y una rentabilidad atractiva desde la perspectiva empresarial. Para ello es fundamental que este sector logre conjugar el crecimiento económico, el bienestar social y el cuidado del medioambiente, lo que implica cumplir con nuevos criterios de sostenibilidad, incorporando estándares técnicos basados en el conocimiento científico e impactar en el bienestar de las comunidades locales mejorando su relación con éstas.

Otro desafío tiene que ver con aprovechar el potencial del impacto en la construcción sustentable. Actualmente, la industria de la construcción utiliza más materia prima que todas las otras industrias combinadas, siendo responsable del 40% de las emisiones de CO_2 y del 34% de todos los desechos generados (Comisión Desafíos del Futuro, 2021). A esto se suma el alarmante déficit de viviendas, que se vio agudizado por la pandemia de COVID-19 y que hoy tiene a 81.643 familias distribuidas en 969 campamentos a lo largo de todo Chile (CES Chile, 2021). Ante la necesidad de construir más y mejores viviendas, existe un gran potencial de impulsar la construcción sustentable a través del uso de madera, con la posibilidad de generar notables impactos sobre el medio ambiente.

Un tercer desafío es revalorizar la madera como un material de alta calidad. Una opción interesante para abordar este desafío es la masificación de la producción de objetos y sistemas constructivos en base a madera, posibilidad que ya ha sido respaldada en experiencias internacionales y que ha demostrado ser viable y exitosa. En esta línea, el desarrollo de productos de madera para la construcción podría impulsar todas las escalas productivas del territorio, aumentando el valor de la madera y con un menor impacto ambiental, además de ser un campo para la generación de plusvalía que puede ayudar al uso intensivo y no extensivo de los bosques (Comisión Desafíos del Futuro, 2021).

Todos estos desafíos plantean la doble necesidad de aumentar el consumo de madera en Chile y de diversificar la oferta para generar valor en torno a la madera y el sector de la construcción, mejorando a su vez la gestión ambiental. Dado que cada desafío requiere de madera con propiedades fisicoquímicas específicas, existe un gran potencial de diversificar la demanda de especies, lo que a su vez permitiría dar nuevas opciones al actual monocultivo, impulsando la

generación de valor en torno a la diversificación de especies, con mayor calidad del recurso y con usos innovadores.

3.2 Recomendaciones de Política Pública y Cursos de Acción

A continuación, se presenta una lista de recomendaciones de política pública para Chile y posibles cursos de acción para fomentar el uso de madera en el sector de la construcción, a través de cinco ejes de acción: (A) Normativas, estándares y certificación, (B) Formación, (C) Gobernanza, (D) Difusión, fomento y pilotaje, y por último (E) Investigación y Desarrollo.

Los ejes planteados son parte de los ejes que fueron propuestos en la Comisión de Desafíos del Futuro, del Senado de Chile, a través de las cuatro mesas de trabajo que congregaron a expertos de la academia, representantes de la sociedad civil y del sector empresarial durante el año 2021.

Respecto de las recomendaciones, estas son una recopilación de las discusiones llevadas a cabo en las mesas de trabajo del Senado, así como también de las perspectivas dadas a conocer por los expertos del área de la madera y la construcción en instancias especializadas (Revista Negocio y Construcción, abril 2021).

- **A. Normativas, Estándares y Certificación**

El primer curso de acción es fortalecer las normativas y estándares que rigen hoy el uso de madera en la construcción. El uso de herramientas regulatorias no solo permite avanzar en el cumplimiento de estándares comunes, sino que también permite masificar el uso de madera como un material seguro, realzando sus ventajas estructurales y medioambientales. En esta línea, las propuestas son:

1. Incorporar la madera en construcción en los inventarios de carbono que se reportan internacionalmente.

2. Definir normas que fomenten el diseño industrializado en madera desde etapas tempranas.

3. Establecer la utilización de unidades de medidas estandarizadas de la madera, tomando como referencia la experiencia internacional, como por ejemplo el sistema métrico internacional.

4. Establecer normas que regulen la aplicación de productos y métodos de protección de la madera, así como ensayos que prueben modelos de tratamiento preventivo de la madera y de control curativo.

5. Fomentar sistemas de preservación y protección de la madera de bajo impacto ambiental, o que permitan circularidad.

6. Definir estándares para una correcta operación y mantención de las edificaciones públicas en madera.

7. Crear la especialidad de técnico nivel medio en construcción en madera (en el caso de los liceos) y técnico nivel superior en construcción en madera (en el caso de los CFT). Hay centros de estudios con autonomía académica que pueden fijar sus propias mallas educaciones.

8. Desarrollar un sello de calidad de acuerdo a contenido de carbono verde[10].

[10] Los árboles usan CO_2 que se encuentra en la atmósfera y con él sintetizan las estructuras que los sostienen, es decir raíces, ramas, tallos y hojas. Este carbono así incorporado se denomina Carbono Verde.

9. Perfeccionar el subsidio al manejo de bosque nativo que revierta el modelo de renta de la tierra donde la producción de biomasa, madera, carbono y/o conservación del bosque nativo sea opción rentable económica, social y ambientalmente, considerando que en el mediano plazo el manejo sustentable del bosque nativo pueda auto financiarse.

10. Diseñar un mecanismo de subsidio estatal exclusivo para propietarios de predios (que por ejemplo podría ser con un tope de hasta 500 hectáreas), para forestar o reforestar con especies como pino radiata, pino oregon y pino *ponderosa* para producir madera aserrada junto a establecer que el abastecimiento de trozos se realice solo a pequeñas y medianas empresas, con el fin de incentivar los encadenamientos productivos.

11. Fortalecer la existencia del Consejo de Política Forestal dentro del Ejecutivo, como instancia de apoyo para la aplicación y mejora de políticas públicas al sector forestal, incorporando atribuciones que sean un complemento al desarrollo de la actividad.

- **B. Formación**

El segundo eje clave es la formación de capital humano especializado en temas relacionados con la madera y sus usos. Diseñar cursos de acción y llevar a cabo políticas para la formación de profesionales especialistas en madera es fundamental para la creación y fomento de nuevos usos y funcionalidades de la madera en el sector de la construcción y en todos los sectores relacionados directa o indirectamente a este.

12. Desarrollar programas de formación técnica y de oficio asociados a la construcción industrializada en madera, tomando por ejemplo la experiencia del sistema de educación dual de Alemania[11], lo que requeriría una adaptación a la realidad chilena y un mecanismo de certificación a través de organismos estatales, como, por ejemplo, SENCE.

13. Desarrollar un programa de capacitación nacional de estudiantes y profesionales para el diseño de soluciones constructivas en madera que sea capaz de vincular directrices de diseño (estructural, contra incendio, durabilidad, ensamblaje y des-ensamblaje), y de acondicionamiento higrotérmico.

14. Crear subsidios u otro tipo de incentivos para estudiar en programas de especialización de la fuerza laboral en el extranjero, en materias relacionadas con la industrialización en madera, carpintería, y manufactura avanzada.

15. Fomentar la atracción de las nuevas generaciones a temas relacionados con la madera, fortalecer el atractivo de estas materias, con un enfoque en sustentabilidad, nuevas tecnologías, estética, y otros atributos.

16. Formación en universidades de investigadores, profesionales y técnicos relacionados a la madera en construcción y a la agregación de valor.

17. Formación en innovación en madera: Fomentar o promover la incorporación de temáticas o cursos sobre innovación en madera en las mallas curriculares de carreras de pregrado y postgrado relacionadas con la construcción, diseño y arquitectura, poniendo énfasis en la innovación. Esto puede llevarse a cabo impulsando nuevos usos de la madera, nuevos materiales en base a madera, nuevas tipologías constructivas, innovación en los procesos de fabricación, innovación en manufactura avanzada, etc.

[11] La formación dual alemana combina formación teórica y práctica que prepara al personal en formación para las tareas que posteriormente una empresa le encomendará. En ese sistema no solo interesan los conocimientos teóricos en la materia, sino que también se desarrolla la práctica y experiencia en la aplicación de estos conocimientos.

- **C. Gobernanza**

Un tercer eje clave para el desarrollo de la construcción con madera en Chile es la gobernanza. En esta área se presentan cuatro propuestas:

18. Diseñar mecanismo de fomento productivo al micro y pequeño propietario con manejo forestal responsable y asociatividad, focalizado en desarrollo local, economía en base a la diversificación productiva, enfoque de uso de la tierra a escala de mosaico y producción con horizontes de ingresos a corto, mediano y largo plazo.

19. Generar mecanismos que permitan innovar y sumar valor a los productos madereros y no madereros, para ampliar la integración vertical en el encadenamiento productivo. Esto podría hacerse a partir del mejor aprovechamiento y manejo del actual patrimonio de plantaciones, aumentando su productividad, mejorando su manejo y desempeño. Una acción clave para ello podría ser que el Estado aumente el impuesto al Carbono de forma gradual, promoviendo así el desarrollo y utilización de energías renovables no convencionales, reduciendo las emisiones del sector de energía y contribuyendo a que propietarios de plantaciones pudieran vender bonos de carbono a empresas.

20. Definir una hoja de ruta para desarrollar políticas públicas que den solución al final del ciclo de vida de edificios de madera, con miras a desarrollar una industria que permita el reciclaje y al reúso de la madera con el fin de evitar escenarios donde la madera se queme o se vaya a vertederos.

21. Promover modelos de asociatividad para la capacitación: Generar instancias de capacitación para el proceso de aserrado y secado de la madera nativa para contar con productos de alto valor y alta calidad. También promover modelos de asociatividad para pequeños empresarios que proveen materia de primera de calidad.

- **D. Difusión, Fomento y Pilotaje**

Las propuestas anteriores deben ir de la mano de un plan robusto de difusión y pilotaje que permita visibilizar las ventajas del uso de la madera en la construcción, así como el pilotaje de las nuevas ideas en el área.

22. Diseñar un sistema de incentivos claros para la innovación en construcción en madera, que incluya fondos para la realización de pruebas y ensayos para determinar las condiciones óptimas de construcción.

23. Aumentar el poder de compra del Estado para impulsar la construcción en madera como parte de su estrategia de descarbonización en viviendas y edificaciones públicas. Para ello es necesario formalizar mandatos que indiquen porcentajes de uso de madera en las edificaciones, o bien una definición de cuota mínima de edificaciones públicas en madera por parte de los ministerios que desarrollan viviendas e infraestructuras para el país.

24. Incluir políticas informativas que abran una opción clara y viable a la construcción en madera como forma de reducir los consumos de calefacción a través del uso de envolventes térmicas con mejores estándares de aislación térmica.

25. Beneficios económicos estatales de corto plazo para detonar el interés del sector privado sobre la construcción de viviendas en extensión, de mediana altura, edificaciones no residenciales y otro tipo de estructuras.

26. Estrategias de difusión: Existen iniciativas nacionales que apoyan a pymes en los procesos de producción, difusión y venta. Sin embargo, da la impresión que esta información no es accesible para toda la comunidad. Es importante generar acciones de difusión adecuada para visibilizar

las opciones que hoy existen para potenciar pequeños negocios que trabajan con productos de madera nativa.

27. Incentivo a la importación de maquinaria de avanzada: Beneficios para la pequeña y mediana industria en los costos de importación de maquinaria o tecnología avanzada relacionada con la manufactura en madera.

28. Fomento al desarrollo tecnológico de nuevos productos: Programas de incentivos específicos para emprendedores y pymes en el desarrollo de nuevos productos en madera, incorporando nuevas tecnologías de fabricación digital. Para ello es necesario el desarrollo de programas de prototipado conectados con laboratorios que cuenten con la implementación necesaria.

29. Incentivo a la incorporación de tecnologías de manufactura avanzada: Incorporación de tecnologías de fabricación digital, softwares y CNC, que permitan mejorar la calidad y diversificar la oferta de producto final manufacturado en madera por pymes.

30. Trabajo colaborativo entre pequeñas y grandes empresas: Promover la transferencia de tecnología a pequeñas empresas apoyadas por grandes empresas en temas como aserrío, secado, nuevas tecnologías y proceso de elaboración o valor agregado de la madera, con financiamiento por parte del Estado.

31. Red de centros de secado y procesamiento: Generar una red entendida como un esfuerzo por aumentar la disponibilidad de madera para aserrío. Este es un instrumento ya propuesto por el Programa Estratégico Mesoregional Industria de la Madera de Alto Valor y que dada su utilidad debería llevarse a cabo a través de una acción concreta de formación de la red.

- **E. Investigación y Desarrollo**

Un quinto eje relevante es la investigación y desarrollo de proyectos que permitan robustecer la evidencia sobre los múltiples usos de la madera, así como explorar nuevos usos y técnicas para facilitar su incorporación como una solución de mercado.

32. Investigación y desarrollo de innovación en edificios emblemáticos e infraestructura del país. Para ello se puede dar apoyo a los procesos de evaluación, permisos y procesos productivos, financiando actividades de innovación para pruebas técnicas.

33. Generar alianzas estratégicas nacionales (academia, centros de investigación) e internacionales (Francia, Canadá, Australia, Alemania, Italia, etc.), para el desarrollo de I&D+i en madera.

34. Incentivar el desarrollo de proyectos ejemplificadores a nivel país. En este sentido, se podría desarrollar un edificio referente de 15 pisos de materialidad híbrida (madera y hormigón), que demuestre que es posible superar las brechas tecnológicas que hoy parecen impedir su construcción.

35. Incentivo a la recuperación patrimonial de propiedades públicas y privadas ya construidas en madera, en las cuales el Estado puede intervenir tanto para su rehabilitación como mantenimiento preventivo.

36. Fomento a la investigación y desarrollo en viviendas pasivas.

37. Incentivos a la investigación y desarrollo de tecnología de aserrío forestal de manufactura nacional: Fomento al desarrollo de innovación y manufactura de maquinaria que mejore la calidad y productividad de pequeños y medianos aserraderos a valores accesibles.

38. Incentivos a la investigación y desarrollo de innovación en madera: Instrumentos de financiamiento de prototipado, desarrollo e investigación enfocados específicamente a nuevos usos de productos y subproductos forestales en la construcción, fabricación digital y de manufactura avanzada.

39. Promover el levantamiento, habilitación o mejora de centros regionales enfocados en la investigación y desarrollo de las nuevas tecnologías en madera, con las capacidades e infraestructura necesaria para el testeo, manufactura y prototipado de proyectos a diferentes escalas. Al mismo tiempo, se debe promover la transferencia tecnológica y la vinculación con la comunidad de emprendedores y pymes locales.

DISCUSIÓN

El presente trabajo tiene como objetivo describir el estado actual de avance de las políticas públicas de promoción de la construcción en madera en Chile y detectar cuáles son las brechas que impiden al país a masificar el uso de este material en las edificaciones.

El trabajo parte revisando las cualidades de la madera en términos físicos y sus ventajas como material renovable, biodegradable y de características físicas favorables para la construcción. Luego, se analiza el potencial de la madera en el sector de la construcción desde la perspectiva de las certificaciones utilizadas a nivel nacional y se estudia detalladamente en qué ítems pueden aportar los sistemas constructivos en madera para cada una de estas certificaciones.

Posteriormente se hace un barrido por el sector público y privado para caracterizar el escenario actual de las iniciativas de promoción del uso de la madera en la construcción. Se observan esfuerzos coordinados de los Ministerios y también el trabajo coordinado entre el sector público y privado, lo que ha potenciado la producción de conocimiento y productos útiles para la innovación en el sector de la construcción.

A las experiencias nacionales, este trabajo suma experiencias de política pública y proyectos emblemáticos internacionales, e iniciativas privadas que ayudan a poner en perspectiva el nivel de avance de Chile respecto al resto del mundo. Con estos insumos, el trabajo logra recopilar una serie de recomendaciones de política pública atingentes al contexto nacional, que son el resultado de un extenso trabajo entre actores públicos, privados y de la academia que fueron convocados por la Comisión Desafíos del Futuro para la definición de un nuevo set de iniciativas de promoción para la construcción en madera en el país.

Con todo lo anterior, es importante cerrar este estudio haciendo un análisis de la situación nacional que vaya más allá de una serie de recomendaciones de mejora. Existe un avance importante en la aplicación de herramientas de información y de investigación y desarrollo en el área, que logran plantearse como una base para el desarrollo integral de otro tipo de políticas. Sin embargo, es necesario dar un nuevo impulso al país, que implique una transición hacia medidas de acción, ya que de otra forma las herramientas existentes solo quedarán como instrumentos consultivos.

En ese sentido, queda de manifiesto la necesidad de reforzar políticas de incentivos que se nutran de las herramientas ya existentes, pero que motiven a los actores relevantes a la acción. Para ello, es fundamental el desarrollo de instrumentos regulatorios y financieros que motiven a toda la cadena de construcción a incorporar la madera entre sus opciones. Las iniciativas útiles para esto son extensas y pueden considerar exenciones de pagos por la reducción de CO_2eq, con beneficios otorgados por superar los estándares de las normativas a nivel local o con otro tipo de incentivos que lleven a los actores relevantes a considerar la madera como una opción viable y no como un problema técnico.

Para ello y para cumplir en general con las recomendaciones indicadas en la sección anterior, es necesario contar con una figura institucional que logre articular de forma permanente las iniciativas de los Ministerios, del sector público y de la academia, pero que también cuente con financiamiento para monitorear los avances en la articulación y para reforzar iniciativas de incentivos.

Si bien el Programa Meso Regional de la Industria de la Madera de Alto Valor (PEM) se levantó como una instancia articuladora, dos debilidades relevantes impidieron el avance de su trabajo. En primer lugar, el PEM tuvo un rol propositivo, pero no contó con fondos para llevar a cabo ninguna de las iniciativas propuestas y, en segundo lugar, la continuidad del programa dependía de la continuidad de fondos acotados a un período de tiempo y que no fueron renovados, por lo que finalizó sin la posibilidad de avanzar en su rol articulador.

Un eventual ente articulador debe contar con financiamiento permanente para poder aportar en el largo plazo a la formación de una estrategia de promoción de la madera en el sector de la construcción. Este ente no debe depender de financiamiento acotado a proyectos específicos, sino que debe ser una instancia instalada en la institucionalidad o con gobernanza propia, que permita además hacer un seguimiento y evaluar los avances a través del tiempo, así como también calificar el nivel de los avances.

Sin embargo, para obtener resultados robustos en el mediano y largo plazo el rol articulador de este ente debe estar inserto en una estrategia superior en términos de objetivos, más amplia en términos de alcance, y no como una iniciativa aislada asociada únicamente al aumento del uso de madera en la construcción. En este contexto el quehacer del ente articulador propuesto podría insertarse en la Estrategia de Construcción Sustentable (ECS), ya que la ECS cuenta con apoyo interministerial, con avances a niveles nacional y regional, y que ha logrado generar una red de articulación entre el sector público y privado. Esto es útil no solo para evitar la duplicación de esfuerzos, sino que también porque, al considerar una meta y objetivos más amplios, se puede dar mayor proyección en términos temporales y de alcance a las iniciativas que desarrolladas desde el sector maderero y de la construcción.

El sector maderero y de la construcción debe aprovechar los atributos de sustentabilidad del uso de madera como material de construcción, destacando el menor impacto medioambiental directo y la menor huella de carbono generada durante todo el ciclo de vida de las edificaciones. Estas características no solo implican un beneficio en términos ambientales, sino que también permiten aportar a la obtención de certificaciones de sustentabilidad y eficiencia energética para las construcciones. Esto deja de manifiesto el potencial de las certificaciones como herramientas de incentivo para el uso de madera en la construcción, ya que visibiliza las interesantes oportunidades de negocios para el sector privado, especialmente en un contexto de alto interés por atributos de sustentabilidad en el sector inmobiliario.

En este sentido, la inserción del quehacer del ente articulador aquí planteado tiene total coherencia como parte de la Estrategia de Construcción Sustentable, que ya cuenta con la orgánica necesaria para avanzar en distintas instancias, a nivel local, regional y nacional. La estrategia cuenta además con el apoyo y financiamiento de distintos Ministerios, por lo que el trabajo del ente articulador sería alinear los objetivos y metas de cada sector relevante con esta.

En suma, existe un importante potencial de incorporar la construcción en madera y todos los esfuerzos que se realizan para impulsarla, en las iniciativas de construcción sustentable. Un problema en la implementación de la política pública para impulsar la construcción en madera ha sido la generación de instancias de colaboración e iniciativas de política pública aisladas que duplican el trabajo y que, por ende, disminuyen la eficiencia de los recursos públicos destinados a estos fines. En ese sentido, para dar avance integral a las iniciativas ya generadas, se propone (1) potenciarlas con herramientas de incentivos, especialmente incentivos ligados a los atributos de sustentabilidad que aporta el uso de madera; (2) que sean coordinadas a través de un ente articulador, como parte de un (3) trabajo coordinado con la Estrategia de Construcción Sustentable, que hoy cuenta con insumos, herramientas y medios de acción, y con una hoja de ruta robusta que incorpora a distintos actores y que ha avanzado notablemente en los últimos años.

REFERENCIAS

Banco Mundial, 2020. La construcción de viviendas en madera en Chile. Un pilar para el desarrollo sostenible y la agenda de reactivación. Washington DC.

CChC, 2015. Presentación de la CChC en el Congreso de la Innovación en Construcción, 2015. Cámara Chilena de la Construcción, Chile.

CDT, 2015. Guía Desarrollo sustentable de proyectos inmobiliarios 2015. Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT). Cámara Chilena de la Construcción (CChC). En: https://cchc.cl/uploads/archivos/archivos/Guia_Sustentable_2015.pdf

CDT, 2021. Anna Tenje: "Medioambientalmente, la madera es más respetuosa con el clima que el hormigón y el acero". Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT). Cámara Chilena de la Construcción (CChC). En: https://www.cdt.cl/anna-tenje-medioambientalmente-la-madera-es-mas-respetuosa-con-el-clima-que-el-hormigon-y-el-acero/

CES Chile, 2021a. Catastro Nacional de Campamentos 2020-2021. Informe Ejecutivo. Marzo de 2021. Centro de Estudios Socioterritoriales (CES) de TECHO-Chile y Fundación Vivienda En: https://ceschile.org/wp-content/uploads/2020/11/Informe%20Ejecutivo_Catastro%20Campamentos%202020-2021.pdf

CES, 2021. Certificación Edificio Sustentable. En: https://certificacionsustentable.cl/

CIMUC, 2018. Centro UC de Innovación en Madera. Torre experimental Peñuelas. En: https://madera.uc.cl/es/investigacion/proyectos-de-investigacion/249-torre-penuelas

Comisión Desafíos del Futuro, 2021. Desafío Forestal para un Chile Sostenible. Ciencia Tecnología e Innovación. Senado de la República de Chile.

CONAF, 2017. Compendio de acciones inmediatas año 2017. Consejo de Política Forestal. En: http://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/32252/Compendio%20de%20acciones%20inmediatas%20a%c3%b1o%202017%2018-01-2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CORFO, 2021. Centro Interdisciplinario para la Productividad y Construcción Sustentable -CIPYCS. En: https://www.cipycs.cl/servicios-especializados

CORFO-CChC, 2014. (27 de agosto). Presentación "Programa de innovación en construcción sustentable (PICS) En: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Q36-8n2GhrYJ:www.cdt.cl/download/6138/+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=cl

CORFO-CDT, 2016. Programa Estratégico Mesoregional Industria de la Madera de Alto Valor. Informe Enero 2016.

Diseño Arquitectura, 2019. Pabellón de madera "El Amor de Chile" (Expo Milán 2015). Recurso periodístico disponible en: https://www.disenoarquitectura.cl/obras-arquitectura-pabellon-de-madera-el-amor-de-chile-expo-milan-2015-undurraga-deves-arquitectos/

EEChile, 2017. Los desafíos de la construcción sustentable en Chile. 20 de septiembre de 2017. Consultado el 5 de noviembre de 2021. Recurso periodístico disponible en: https://www.eechile.cl/los-desafios-la-construccion-sustentable-chile/

FAO, 2020. Status of public policies encouraging wood use in construction – An overview. Organización de Las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. En: https://www.fao.org/forestry/49801-0cae892398185071321d397e2c1e0d520.pdf

FAO, 2021. Gestión Forestal. Organización de Las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. En: https://www.fao.org/forestry/es/

Gallardo Lara, C., 2020. Construcción en madera. Políticas públicas, fomento y legislación. Europa, Norte América, Oceanía y Latinoamérica. Santiago, Chile: INFOR. https://doi.org/10.52904/20.500.12220/29886

Garcia Ochoa, J. A., Quito Rodriguez, J. C., & Perdomo Moreno, J. A., 2019. Análisis de la huella de carbono en la construcción y su impacto sobre el ambiente. Villavicencio: Universidad Cooperativa de Colombia. En: http://hdl.handle.net/20.500.12494/16031

GBC, 2021. Corporación Chilena de la Construcción y Desarrollo Sustentable, Chile Green Building Council. En: http://www.chilegbc.cl/

Guindos, Pablo, 2019. Fundamentos del Diseño y la Construcción con Madera. Ediciones UC. 466 p.

Gysling Caselli, Ana Janina; Kahler González, Carlos.; Soto Aguirre, Daniel Aberto., Álvarez Gonzalez, Verónica, Pardo Evaristo *et al*, 2020. El mercado de la madera aserrada para uso estructural en Chile. Santiago, Chile: INFOR. https://doi.org/10.52904/20.500.12220/29220

Gysling, Janina; Kahler, Carlos; Soto, Daniel; Mejías, Wilson; Poblete, Pamela *et al*., 2021. Madera y Construcción: Hacia una Simbiosis Estratégica. Instituto Forestal, Chile. 214 p.

INFOR., 2019. Propuesta y manejo de bosque nativo para diferentes alternativas de comercialización de la madera. Informe Final. Valdivia, septiembre 2019.

Instituto Passivhaus, 2021. Decifrando la Fórmula para Edificaciones más Sanas y Eficientes En: https://institutopassivhaus.cl/

Kibert, C. J., 2001. Policy instruments for sustainable built environment. J. Land Use & Envtl. L., 17(2), 379–394.

Lahera, E., 2002. Introducción a las Políticas Públicas. Fondo de Cultura Económica, Santiago de Chile. ISBN: 956-289-033-3

Madera21, 2019. El edificio Mjøstårnet en Noruega se convierte en la torre de madera más grande del mundo. En: https://www.madera21.cl/blog/2019/04/11/mjostarnet-en-noruega-la-torre-de-madera-mas-grande-del-mundo/

MINAGRI. 2016. Política Forestal 2015 - 2035. Ministerio de Agricultura Santiago, Chile.

Ministerio de Energía, 2015. Energía 2015: Política Energética de Chile. Santiago.

Ministerio de Energía, 2018. Ruta Energética 2018-2022 Liderando la modernización con sello ciudadano. Santiago.

Ministerio de Energía, 2020. Estrategia de transición energética residencial. Santiago.

MMA, 2013. Estrategia Nacional de Construcción Sustentable. Ministerio de Medio Ambiente. Santiago.

MINVU, 2021. Manual de aplicación de la Certificación Vivienda Sustentable. Santiago. Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

MINVU, 2018. Manual de Control de Calidad de Obra. Ministerio de Vivienda y Urbanismo Disponible En: http://biblioteca.digital.gob.cl/handle/123456789/3477

MINVU, 2019a. Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Fija nuevo texto de la Ordenanza General de la Ley General de Urbanismo y Construcciones. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Santiago. Chile.

MINVU, 2019b. Manual de procedimientos Calificación Energética de Viviendas en Chile. Ministerio de Vivienda y Urbanismo Santiago. Chile.

MINVU, 2019c. Fomento al Desarrollo Normativo y de Proyectos de Alto Estándar. Rotulado de la Madera Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Departamento de Tecnologías de la Construcción. En: https://www.inn.cl/sites/default/files/Presentaci%C3%B3n%20MINVU.pdf

MINVU, 2021. PDA. Planes de Descontaminación Atmosférica. Ministerio de Vivienda y Urbanismo Santiago. Chile. En: https://www.minvu.gob.cl/planes-de-descontaminacion-atmosferica/

MINVU, 2021a. Construcción Sustentable. Secretaria Ejecutiva de Construcción Sustentable. División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional. Ministerio de Vivienda y Urbanismo Santiago. Chile. En: https://csustentable.minvu.gob.cl/wp-content/uploads/2018/12/Construccion-Sustentable-Minvu_Paola-Valencia.pdf)

MINVU, 2021b. Huella de Carbono Sector Construcción. Ministerio de Vivienda y Urbanismo Santiago. Chile. En: https://www.minvu.gob.cl/ditec/huella-de-carbono/

Municipalidad de Futrono, 2018. Decreto Alcaldicio Nº 2186. Aprueba la modificación de ordenanza de fachadas zona urbana de Futrono. En: https://www.munifutrono.cl/municipio/alcaldia-administracion/ordenanzas-municipales/?cp_42=2

Municipalidad de Pucón, 2013. Ordenanza municipal. En: https://www.municipalidadpucon.cl/wp-content/uploads/2016/01/Ordenanza-Municipal-2013.pdf

Municipalidad de Puerto Varas, 1991. Ordenanza especial de fachadas. En: https://ptovaras.cl/assets/images/dom/Ordenanza_Especial_Fachada.pdf

Municipalidad de Villarrica, 2011. Ordenanza municipal de fachadas para la comuna de Villarrica. En: https://www.munivillarrica.cl/wp-content/uploads/2019/03/ordenanza_17.pdf

Revista Negocio y Construcción, 2021. Abril. La construcción en madera en Chile va a llegar muy alto. IC, Innovación en la Construcción. En: https://negocioyconstruccion.cl/wp-content/uploads/REVISTA-COMPLETA-Abr_2021.pdf

Soto Aguirre, D.; Gysling Caselli, A.; Kahler González, C.; Poblete, Pamela; Alvarez González, Verónica *et al*, 2021. Anuario Forestal 2021. INFOR. En: https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/31292

UBC, s/f. Earth Sciences Building. University of British Columbia. En: https://science.ubc.ca/about/esb

USGBC, 2022. LEED Certification for New Buildings US Green Building Council. En: https://www.usgbc.org/leed/rating-systems/new-buildings

Wiegand, E. and Ramage, M., 2021. The impact of policy instruments on the first generation of Tall Wood Buildings, Building Research & Information, DOI:10.1080/09613218.2021.1905501

CREANDO VALOR FORESTAL PARA CHILE

INSTITUTO FORESTAL
SEDE DIAGUITA Juan Georgini Runi 1507, La Serena. Fono (56-51) 2362600
SEDE METROPOLITANA Sucre 2397, Ñuñoa. Casilla 3085, Santiago. Fono (56-2) 23667100
SEDE BIOBÍO Camino Coronel Km. 7,5 Concepción. Casilla 109 C, Concepción. Fono (56-41) 2853260
SEDE LOS RÍOS Fundo Teja Norte s/n, Valdivia. Casilla 385, Valdivia. Fono (56-63) 2335200
SEDE PATAGONIA Camino Coyhaique Alto Km. 4, Coyhaique. Fono (56-67) 2262500
OFICINA CHILOÉ Ernesto Riquelme 1212, Castro. Fono (56-65) 2633641
OFICINA COCHRANE Teniente Merino 463, Cochrane. Fono (56-9) 8831860

www.infor.cl

oirs@infor.cl