

2019

# MADERA SUSTENTABLE COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES CONTRA EL CAMBIO CLIMATICO

ALVARADO ALVARADO, FELIPE ANDRES

---

<https://hdl.handle.net/11673/46826>

*Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA*

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA  
SEDE CONCEPCIÓN – REY BALDUINO DE BÉLGICA**

**MADERA SUSTENTABLE COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DE  
EDIFICACIONES CONTRA EL CAMBIO CLIMATICO**

Trabajo de Titulación para optar al Título  
de Técnico Universitario en CONSTRUCCIÓN

Alumnos:

Felipe Alvarado Alvarado

Milton Medina Peña

Profesor guía:

Sra. Angélica López G.



## RESUMEN

Desde la revolución industrial hasta las fechas se han formado hábitos en la civilización que hace que esta crezca cada vez más, requiriendo nuevas viviendas, centros de comercio, edificios para oficinas, y un sin fin de estructuras nuevas que hagan el día a día más cómodo, año tras año las técnicas han ido evolucionando y creando nuevos materiales constructivos: ladrillos, acero, metalcom, cemento, latas, entre otros que hacen ver las viviendas más seguras, lo que no está nada de mal, con los días de hoy es de buen pensar tener una casa segura contra cualquier evento fortuito, además de los estándares exigidos por normativa constructiva, el problema viene que la producción, utilización y al fin de su vida útil, estos materiales causen un daño al medioambiente inminente, quizás antes no se le daba la importancia que esto debería, pero hoy en día ya estamos en evidencia pura de un cambio climático que afecta nuestro planeta, los científicos en todo el mundo demuestran que los glaciares se derriten, hay un aumento en el nivel del mar, la temperatura ambiental está aumentando, pero aún es tiempo de prevenir un mal mayor, el camino esta es la sustentabilidad, utilizar el material más sustentable que ha existido desde siempre pero por culpa de la poca valorización que tiene (en Chile) no la ven como un medio viable para evitar este gran fenómeno que afecta nuestro planeta. La madera desde sus inicios hasta fin de su vida útil utiliza el mínimo grado de energía en su producción y si quedan despuntes no sería problema ya que esta es degradable, sus propiedades son magnificas y cumpliría con una vivienda en normativa y en lo que hoy en día se necesita como habitable y seguro.

## ÍNDICE

INTRODUCCION.....	1
PROBLEMÁTICA.....	2
OBJETIVOS.....	2
PRINCIPALES INCOGNITAS DEL PROYECTO .....	3
JUSTIFICACION.....	3
METODOLOGIA .....	4
SIGLA Y SIMBOLOGIA .....	4
MARCO TEÓRICO.....	6
CAMBIO CLIMÁTICO.....	6
SUSTENTABILIDAD.....	15
CONSTRUCCION SUSTENTABLE.....	15
CAPITULO I : LA MADERA.....	21
1.1.LA MADERA COMO MATERIAL SUSTENTABLE.....	21
1.2.METODO DE PRODUCCION DE LA MADERA.....	22
1.2.1.TALA.....	22
1.2.2.DESCORTEZADO .....	24
1.2.3.DESPIECE Y TROCEADO.....	25
1.2.4.SECADO.....	25
1.3.TIPOS DE MADERAS .....	26
1.3.1.MADERAS DURAS.....	27
1.3.2.MADERAS BLANDAS.....	30
1.4.PRESERVACIÓN DE LA MADERA.....	31
1.4.1.PRESERVANTES.....	31
1.4.2.MÉTODOS DE PRESERVACIÓN DE LA MADERA .....	32
CAPITULO II: CONSTRUCCIÓN CON MADERA.....	37
2.1.¿POR QUÉ CONSTRUIR CON MADERA?.....	37
2.2.VENTAJA DE LA MADERA SOBRE OTROS MATERIALES.....	38
2.3.PROPIEDADES MADERA.....	43
2.4.MADERA ESTRUCTURAL.....	46
2.5.SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE MADERA.....	49
2.6.ASPECTOS DE DISEÑO A CONSIDERAR.....	51
CAPITULO III: LA MADERA EN LA ACTUALIDAD.....	54

3.1.MADERA EN EL EXTRANJERO .....	54
3.2.PANORAMA EN CHILE.....	57
3.2.1.FACTORES INFLUYENTES .....	59
3.2.2.INICIATIVAS PARA SU DESARROLLO .....	61
3.2.3.PROYECTOS REALIZADOS O A REALIZAR EN CHILE.....	63
RESULTADOS OBTENIDOS .....	66
CONCLUSIÓN.....	68

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1 EFECTO INVERNADERO ATMOSFERA. ....	10
ILUSTRACIÓN 2 COMO SE PRODUCE EL EFECTO INVERNADERO. ....	10
ILUSTRACIÓN 3 IMAGEN DE VOLTEO DE ÁRBOLES. ....	14
ILUSTRACIÓN 4 LOS TRES PILARES DEL DESARROLLO SOSTENIBLE - BRUNDT LAND 1987. ....	17
ILUSTRACIÓN 5 DESCORTEZADO MANUAL CON PODA. ....	24
ILUSTRACIÓN 6 DESCORTEZADO MECÁNICO CON MAQUINA DESCORTEZADORA.....	24
ILUSTRACIÓN 7 ASERRADEROS ESPECIALES.....	25
ILUSTRACIÓN 8 MÉTODO DE BROCHA Y ASPERSIÓN. ....	33
ILUSTRACIÓN 9 BAÑO CALIENTE Y FRIO.....	33
ILUSTRACIÓN 10 MÉTODO DE DIFUSIÓN.....	34
ILUSTRACIÓN 11 MÉTODO CON EL EMPLEO VACÍO Y PRESIÓN.....	35
ILUSTRACIÓN 12 FORMAS DE APLICACIÓN CÉLULA LLENA. ....	35
ILUSTRACIÓN 13 FORMAS DE APLICACIÓN CÉLULA VACÍA.....	36
ILUSTRACIÓN 14 RELACIÓN EN LA PRODUCCIÓN ENTRE LA MADERA Y OTROS MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN. ....	42
ILUSTRACIÓN 15 THE TREE.....	55
ILUSTRACIÓN 16 FORTÉ.....	56
ILUSTRACIÓN 17 STADTHAUS. ....	56
ILUSTRACIÓN 18 T3. ....	57
ILUSTRACIÓN 19 PROYECTO EDIFICIO 1600M3 LOS ANGELES. ....	63
ILUSTRACIÓN 20 BARRIO ECO SUSTENTABLE, CHAÑARAL Y EL SALADO. ....	64
ILUSTRACIÓN 21 PROYECTO JARDINES INFANTILES. ....	64
ILUSTRACIÓN 22 PROYECTO VIVIENDA HECHAS CON LADRILLOS DE MADERA, VALDIVIA. ....	65
ILUSTRACIÓN 23 PROYECTO EXPERIMENTO CONSTRUCCIÓN EDIFICIOS PARA VIVIENDAS DE SEIS PISOS, VALPARAISO. ....	65

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 CONTRIBUCIÓN DE GASES EN LA ATMOSFERA. ....	11
TABLA 2 NCh 819 "MADERA PRESERVADA - PINO RADIATA - CLASIFICACION SEGUN RIESGO DE DETERIORO DE SERVICIO Y MUESTREO".....	32
TABLA 3 ENERGÍA CONTENIDA Y EL COEFICIENTE DE CO2 PARA MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN. ....	40

TABLA 4 RELACION DE USO DE ENERGIA, TOXICIDAD DEL AIRE Y AGUA EN DISTINTOS MATERIALES. ....	40
TABLA 5 COMPARACION DE CO2 PRODUCIDO POR DIFERENTES MATERIALES (EMISIONES NETAS DE CO2, INCLUIDO EL EFECTO DE SUMIDERO DE CARBONO). FUENTE:”LA REDUCCIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO Y EL IMPACTO AMBIENTAL DE EDIFICIOS NUEVOS”, TAZMANIA TIMBLER, CSAW/ RTS, REPORTES.....	43

## INDICE DE GRAFICOS

GRAFICO 1 CO2 EN ATMOSFERA. (NOAA).....	7
GRAFICO 2 DATOS DE EMISIONES DEL CO2 DEL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DEL SISTEMA TIERRA DE LA NOAA.....	12
GRAFICO 3 "TACKE CLIMATE CHANGE" USE WOOD - CANADIAN EDITION - PANEL INTERGUBERNAMENTAL DEL CAMBIO CLIMATICO.....	39
GRAFICO 4 PORCENTAJE DE VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN MADERA. MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO .....	54
GRAFICO 5 PORCENTAJE DE MADERA UTILIZADO EN CHILE, MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO.....	58
GRAFICO 6 INFORME “PERCEPCIÓN DEL USO DE MADERA EN EL SECTOR CONSTRUCCIÓN”, ELABORADO POR EL ÁREA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE (CDT, DICIEMBRE 2015) .....	58

## INTRODUCCION

Desde inicios de la revolución industrial se dio una transformación social, tecnológica y económica, este último dejó de basarse en la agricultura y la artesanía para depender de la industria. Debido a este cambio surgieron hábitos en el vivir de las personas que de manera desmedida afectaron al medioambiente en que vivimos. Con la cantidad enorme de gases que se emanan en el día a día con la industria ganadera, deforestaciones, construcciones, entre otras, hace que ya sean notorios los efectos de este abrumador fenómeno que afecta nuestro planeta.

El cambio climático está ocurriendo y es preocupante. Las investigaciones realizadas hasta hoy en día indican que el aumento de la temperatura ambiental es de más de un 1°C por encima de la media trayendo consigo una serie de consecuencias negativas para el planeta en que vivimos. De llegar a sobrepasar los 2°C ocurrirán cambios climáticos extremos, aumento del nivel del mar, daño en el ecosistema, entre otras... por no tener los cuidados necesarios estamos siendo de poca ayuda contra nuestra gran casa que es nuestro planeta.

Aun así es necesario contar con medios básicos para vivir, un techo debería ser necesario para cada una de las familias que componen nuestra sociedad y es ahí donde la construcción juega un papel muy importante. La construcción es una actividad económica que, progresivamente, exige mejores soluciones de diseño, eficiencia y calidad de las edificaciones e infraestructuras. Las actividades relacionadas con la construcción tienen un alto impacto en el medioambiente, ya que el área presenta una alta demanda de energía y materiales, tanto por el acto de construir, como por el uso posterior de lo que se ha construido. Las obras de hoy en día son consecuencia de ello, los materiales que se utilizan en la construcción de viviendas, edificios y proyectos de gran envergadura están teniendo un aumento considerable de energía solo para producirse, ayudando consigo al efecto invernadero que, según se dice, es la principal causa de este fenómeno climático que afecta hoy en día al planeta Tierra. Debido al acelerado cambio climático, se están tomando las medidas necesarias para el uso de materiales sustentables en la construcción. Y es en ese ámbito, en donde la madera, y su bajo gasto de energía en su producción, adquiere relevancia, ya que supone un menor impacto ambiental y menos huella de carbono que las convencionales: la madera es un sumidero de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

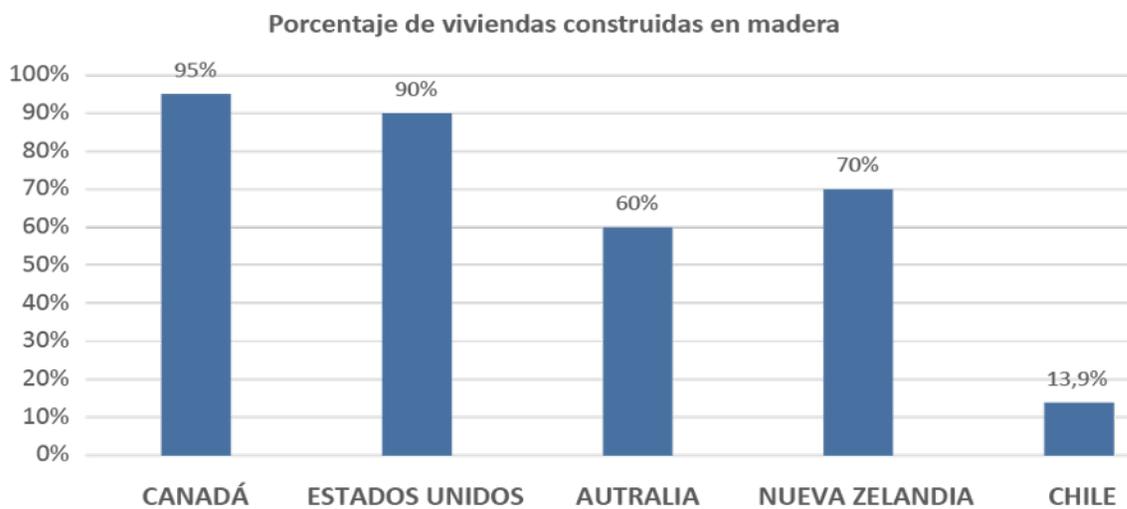
La madera es capaz de tomar el rol de material predominante en obras de construcción, ya que sus propiedades y un buen tratado de la madera hacen que se convierta en un

Página 1

material flexible y al mismo tiempo resistente capaz de resistir sismos de alta envergadura y soportar el fuego mejor que otros materiales convencionales, la madera en ámbitos sostenibles es un bien seguro y viable para las personas y nuestro planeta.

## **PROBLEMÁTICA.**

De acuerdo a un estudio realizado por el Ministerio d Vivienda y Urbanismo buscando potenciar la construcción con Madera, se ha llegado a la conclusión que al comparar Chile con países más desarrollados, nos encontramos con el menor porcentaje de construcción con este material, como se muestra en el gráfico a continuación.



Fuente: Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

## **OBJETIVOS.**

### **General**

Dar a conocer la madera como material de construcción de edificación sustentable contra el cambio climático.

## **Específicos**

- Informar sobre el actual cambio climático que afecta al planeta.
- Comparar comportamientos de la madera con respecto a otros materiales convencionales en relación al medio ambiente.
- Mostrar el uso de la madera en construcciones y demostrar que es un bien seguro y viable.

## **PRINCIPALES INCOGNITAS DEL PROYECTO**

- ¿La madera cumple los requisitos de vivienda para las necesidades de hoy en día?
- ¿Cómo se da el tema de construcciones de madera sustentable en el extranjero y en Chile?
- ¿La deforestación sería un problema de tener la madera como material predominante?
- Para las siguientes generaciones ¿será un pro o un contra la construcción con la madera?

## **JUSTIFICACION**

La madera es un material duradero y viable que ha existido desde el comienzo de los tiempos, siendo esta capaz de reducir considerablemente el gasto energético y emisiones de CO<sub>2</sub> En su producción, desarrollo y termino de su vida útil al ser esta reciclable.

Promoviendo la madera como material predilecto en obras de edificación es cómo podemos aportar en contra del cambio climático que afecta hoy en día al planeta.

De no cambiar los hábitos comunes y corrientes a hábitos más sostenibles dentro de poco más de 10 años el calentamiento global se disparara de manera incontrolable y de forma irreversible, es la conclusión que saco el Panel Internacional de Cambio Climático de la ONU que presento un informe en Corea del sur para limitar la subida de temperatura a 1.5° para el año 2030.

## **METODOLOGIA**

Recopilaremos datos de fuentes relevantes con respecto al cambio climático para demostrar que esto es un hecho.

Para demostrar que la madera es un material que nos conviene para combatir el cambio climático, veremos todo el proceso de la madera desde su obtención hasta su uso estructural, nos enfocaremos en factores como secado y preservantes que hacen la madera de mejor calidad y mejor resistencia para su uso estructural.

Recopilaremos estudios que muestren que la madera genera un menor impacto ambiental que otros materiales de la construcción en su producción. Además de dar a conocer el uso de la madera en el extranjero mediante fuentes internacionales especializadas en el tema y utilizando datos del MINVU se investigara el porcentaje de construcción de madera en Chile con respecto a otros países, el porcentaje viviendas en Chile y cuanto se construye en madera por año, investigaremos las actividades que se dan en Chile para impulsar el uso de este material.

## **SIGLA Y SIMBOLOGIA**

### **SIGLA**

ONU	: Organización de las Naciones Unidas
NASA	: Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (EE.UU)
GISS	: Instituto Goddard de Estudios Espaciales (EE.UU)
NOAA	: Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (EE.UU)
CO <sub>2</sub>	: Dióxido de Carbono
CH <sub>4</sub>	: Metano
%	: Porcentaje
PH	: Coeficiente que indica acidez o alcalinidad de una solución
GSA Today	: Sociedad Geológica de América (EE.UU)
CFC <sub>3</sub>	: Fluorocarbonos
N <sub>2</sub> O	: Óxido Nitroso
PPM	: Partículas por Millón
OMS	: Organización Mundial de la Salud
ECV	: Evaluación Ciclo de Vida

PVC	: Policloruro de vinilo
ACV	: Análisis del Ciclo de Vida
CDT	: Corporación de Desarrollo Tecnológico (Chile)
CASEN	: Encuesta de caracterización socioeconómica nacional (Chile)
CORFO	: Corporación de Fomento de la Producción (Chile)
MINVU	: Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Chile)
CIM UC	: Centro de Innovación de Madera, Universidad Católica de Chile
CORMA	: Corporación Chilena de la madera (Chile)
CMPC	: Compañía Manufacturera de Papeles y Cartones (Chile)

## **SIMBOLOGIA**

°C	: Grados Celsius
°F	: Grados Fahrenheit
cm	: Centímetros
m	: Metros
mm	: Milímetros
min.	: Minutos
Gj	: Gigajoule (Unidad Derivada de Energía; 1Gj = 1000000000 j)
kg	: Kilogramos

## **MARCO TEÓRICO**

### **CAMBIO CLIMÁTICO**

Según el informe de programa de investigación de EE.UU sobre el cambio climático global, publicado en diciembre del 2017 titulado Informe Especial de Ciencia Climática: Cuarta Evaluación Climática Nacional, vol.1. Escribieron que entre el 2016 y 2017 fueron los años más calurosos jamás registrado en la historia:

- Las temperaturas promedio anuales del aire en la superficie promedio registradas hasta la fecha indican el aumento en 1.0°C (1,8°F) en los últimos 115 años y se espera que se mantenga la tendencia en las siguientes décadas.
- Junto con esto un análisis realizado por científicos del Goddard de Estudios Espaciales (GISS) y la NASA mostraron que hay un 95% de certeza que el 2017 fue el año más caluroso de la historia. Otros estudios indican que este aumento de temperatura que se ha visto a largo plazo (principalmente es las últimas décadas) ha traído consigo una serie de consecuencias negativas para el planeta.

#### **¿QUE ES EL CAMBIO CLIMATICO?**

El cambio climático es definido como un cambio estable y durable en la distribución de los patrones climáticos en periodos de tiempo que van desde épocas hasta millones de años.

Puede ser un cambio en las condiciones climáticas o la distribución de eventos (más o menos eventos climáticos extremos).El cambio climático puede estar sujeto a una región específica, como puede abarcar toda la superficie terrestre.

Las causas pueden ser naturales, como por ejemplo, variaciones en la energía que se recibe del sol, erupciones volcánicas, circulación oceánica, procesos biológicos y otros, o puede ser causada por la influencia antrópica (por la actividad humana), como por ejemplo, a través de la emisión de CO<sub>2</sub>. CH<sub>4</sub> generalmente emitidos por toda la industrialización: construcción, industria ganadería, deforestación, desechos al mar y quema de combustibles fósiles.

## EVIDENCIA.

Ya con el paso de los años y el aumento del interés científico y político ante el cambio climático, los datos, el sustento y la evidencia visible cada vez es más clara.

Obviamente existen poderes interesados en mantener el status quo, en tratar de esconder la realidad, en menospreciar, hasta ridiculizar, el peligro y el problema al que nos enfrentamos como sociedad y civilización.

El siguiente grafico compara muestras atmosféricas extraídas de núcleos de hielo y las mediciones directas más recientes, que entregan datos concisos que el CO<sub>2</sub> ha aumentado desde la revolución industrial.



**Grafico 1 CO2 en atmosfera. (NOAA)**

Las tendencias actuales de calentamiento son bastante significativas porque, lo más seguro, es que son inducidos por el ser humano y sus actividades y está sucediendo a un ritmo que no tiene precedentes en los últimos 1300 años.

Satélites en orbitas y avances tecnológicos de simulación entre otros han permitido a los científicos ver mejor el problema y obtener una idea más amplia de la situación y el proceso.

A continuación, ciertas evidencias y hechos que no pueden negarse ni disputarse en torno al calentamiento global del planeta:

### 1. Aumento del nivel del mar.

El nivel del mar ha aumentado 14 a 18 centímetros desde el año 1900, de este aumento 7 a 9cm, ocurrido desde 1993 hasta la fecha, siendo casi el doble en las últimas décadas. Se estima que el aumento del nivel del mar continúe en al menos 5cm en los próximos 15 años y más de 1m a fines del siglo XXI.

### 2. Aumento de la temperatura global.

Las temperaturas promedios anuales del aire en la superficie promedio registradas hasta la fecha indican el aumento en 1.0°C (1.8°F) en los últimos 115 años y se espera en aumento.

### 3. Los océanos se calientan.

Los océanos del mundo han absorbido aproximadamente el 93% del exceso de calor causado por el calentamiento de los gases de efecto invernadero desde mediados del siglo XX, las aguas superficiales se han calentado alrededor de 1.3°F (0.7°C) por siglo a nivel mundial 1900 hasta 2016. Se proyecta que para el 2100 se haya alcanzado hasta los 4.9° F (2.7°C) aprox. También el aumento de calor hace que las aguas del mar se acidifiquen provocando cambio en el PH de este, causando algunas estaciones corrosivas y un gran cambio al ecosistema marino.

### 4. Deshielo en los glaciares

El calentamiento global ha provocado que gran parte de los glaciares hayan comenzado a derretirse, en la revista GSA Today, de la sociedad Geológica de EE.UU menciona registros de cinco glaciares de gran envergadura que se han encogido:

- Glaciar Qori Kalis, Peru, entre 1978 y 2016 se ha encogido 1.140m aprox.
- Glaciar Solheimajokull, Islandia, entre 2007 y 2015 se ha encogido 625m aprox.
- Glaciar Mendenhall, Alaska, entre 2007 y 2015 se ha encogido 550m aprox.
- Glaciar Stein, Suiza, entre 2006 y 2015 se ha encogido 550m aprox.
- Glaciar Trift, Suiza, entre 2006 y 2015 se ha encogido 1.170m aprox.

## 5. Eventos meteorológicos extremos.

Estos adquieren una mayor relevancia tanto para la seguridad de las vidas humanas y conservación de los ecosistemas naturales y su biodiversidad, como para las infraestructuras, calidad y cantidad de agua disponible, para el consumo humano y para las actividades agrícolas-industriales, ejemplo de esto son: las lluvias torrenciales, olas de calor intensas, tormentas extremas, incendios e inundaciones, cambios en la cobertura terrestre y la temperatura, sequías entre otras.

### **CAUSAS**

Las causas de este cambio climático son dos: causas naturales y las causas artificiales:

#### Causas Naturales

Llamadas así porque no son producidas por el hombre, pese a que también contribuyen al cambio climático, las consecuencias de estas son insignificantes para producir un cambio extremo a corto plazo, estas son:

- Variaciones en la órbita de la tierra
- Variabilidad Solar
- Movimiento tectónico de placas
- Actividad volcánica

#### Causas Artificiales

Estas son las causas más perjudiciales para el planeta ya que producen una mayor cantidad de cambios devastadores para este la mayoría de las causas artificiales son producidas por el aumento de los llamados gases de efecto invernadero , la deforestación, industria ganadera y quema de combustibles fósiles.

### **El efecto invernadero**

En el conjunto de la Tierra se produce un efecto natural similar al de un invernadero, de retención de calor, gracias a algunos gases atmosféricos. La temperatura media en la Tierra es de unos 15°C y si la atmosfera no existiera seria unos -18°C.

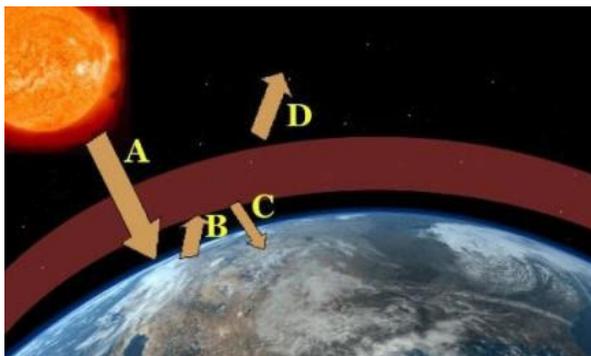
Se le llama efecto invernadero por similitud, porque en realidad la acción física por la que se produce es totalmente distinta a la que sucede en el invernadero de plantas. El efecto invernadero hace que la temperatura media de la superficie de la Tierra sea 33°C mayor que la que tendría si no existieran gases con efecto invernadero en la atmósfera.



Fuente: UNEP -GRID-Arendal.

**Ilustración 1 Efecto Invernadero Atmosfera.**

¿Cómo se produce el efecto invernadero?



**Ilustración 2 Como se produce el efecto invernadero.**

- A: Absorción de la radiación emitida por el sol en las capas atmosféricas
- B: Reflexión de la radiación solar absorbida (30%aprox)
- C: Captación de la radiación solar reflejada por los gases invernaderos
- D: Expulsión de la radiación solar al espacio

El ciclo formado por los puntos B y C son los responsables del aumento de temperatura de las capas más cercanas a la superficie terrestre.

Se podría decir, simplifcadamente, que el efecto invernadero provoca que la energía que llega a la Tierra sea “devuelta” más lentamente, por lo que es “mantenida” más tiempo junto a la superficie y así se mantiene la elevación de temperatura.

Muchos de estos gases con efecto invernadero se producen de forma natural pero, debida a la actividad humana, las concentraciones de alguno de ellos están aumentando en la atmosfera, sobre todo las de la siguiente tabla:

Gas con efecto invernadero	Contribución real de efecto invernadero
CO <sub>2</sub> (dióxido de carbono)	76%
CFC <sub>3</sub> (clorofluorocarbono)	5%
CH <sub>4</sub> (metano)	13%
N <sub>2</sub> O(óxido nitroso)	6%

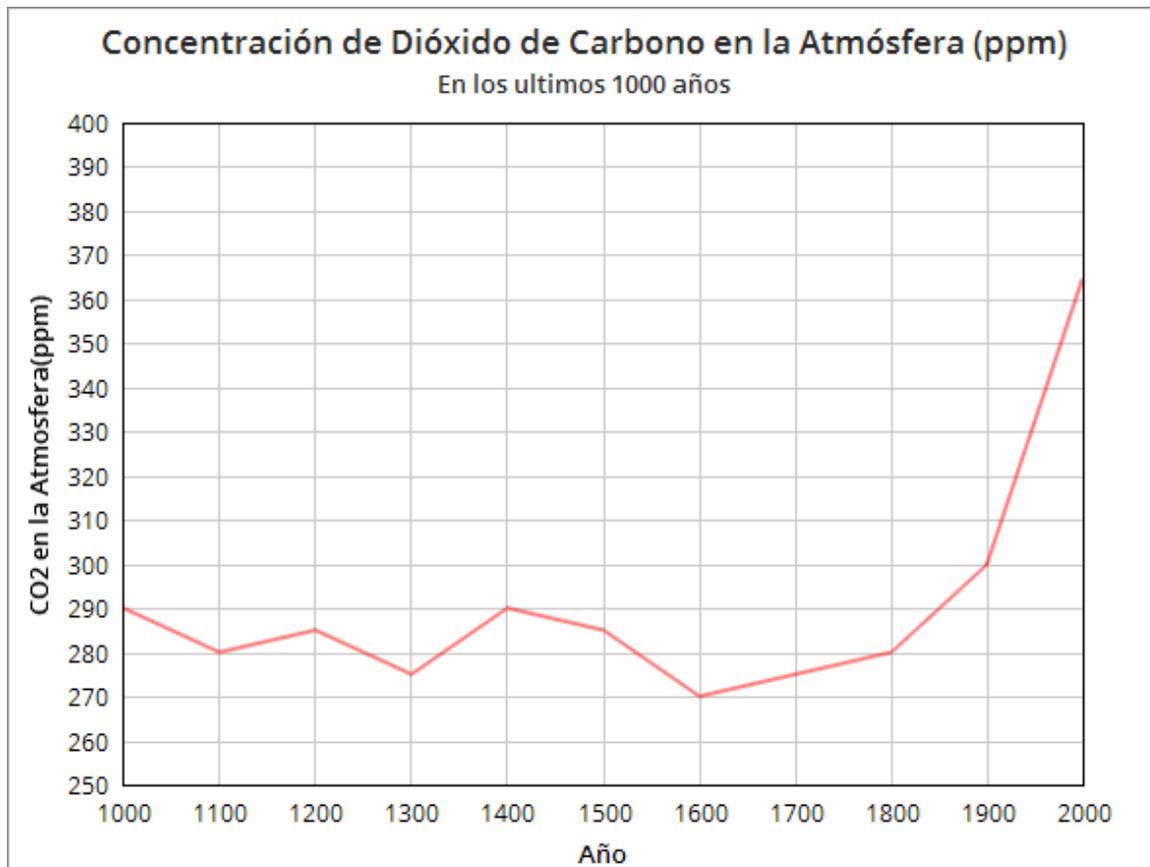
**Tabla 1 Contribución de gases en la atmosfera.**

Estos gases de efecto invernadero son responsables de un calentamiento adicional de la atmosfera, la mayoría provienen de la combustión de fósiles de los automóviles, de las fábricas de materiales no sostenibles y de la producción de electricidad. El gas responsable de la mayoría del calentamiento como se aprecia en la tabla es el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Otros contribuyentes son el metano expulsado de los vertederos y de la agricultura (especialmente de los sistemas digestivos de los animales que pastan), óxido nitroso de los fertilizantes, los gases usados para la refrigeración y procesos industriales y de la perdida de bosques que almacenan el CO<sub>2</sub>.

### **La quema de combustibles fósiles**

Los combustibles fósiles son todos aquellos que se originan por la descomposición de materia orgánica a través de miles de años, y que al hacer combustión liberan grandes cantidades de energía, entre los cuales se destacan:

- El petróleo y todos sus derivados (gasolina, gasoil, diésel, querosén).
- Carbón
- Gas natural
- Gas licuado de petróleo (propano, butano)



**Grafico 2 Datos de emisiones del CO2 del laboratorio de investigación del Sistema Tierra de la NOAA**

Estos combustibles han sido la piedra angular del desarrollo humano, en los últimos siglos, desde su aparición el crecimiento industrial se disparó y la aparición de medios de transporte basados en estos combustibles, automóviles, barcos y aviones, permitió al ser humano eliminar las barreras geográficas que las distancias suponían, convirtiendo viajes que tomaban meses en cuestión de horas o días.

Sin embargo, este avance tiene un costo, el uso de estos combustibles libera grandes emisiones de gases invernadero, mayoritariamente CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub> a una voluntad sorprendente. Es tal la acumulación de estos gases en los últimos años, que superan con creces los registros de los últimos miles de años y de seguir así amenazan con llegar a ser la concentración más alta de gases invernaderos en la atmósfera en los últimos millones de años.

A pesar de que existen muchas iniciativas para concientizar y dar solución de este problema como las energías limpias, los autos eléctricos, los combustibles alternativos y

demás, estas no reciben el apoyo y seguimiento por parte de la sociedad, por lo cual no tienen el alcance que podrían o deberían tener.

## La deforestación

El proceso de la tala y quema de grandes espacios forestales es otro factor que ha contribuido en gran parte a la acumulación de gases de invernadero que llevan al aumento de temperatura del planeta. Las junglas, bosques, selvas tropicales y demás espacios boscosos, funcionan como un gran purificador de aire para nuestro planeta. En presencia de luz solar las plantas absorben dióxido de carbono CO<sub>2</sub> de la atmósfera, y mediante su proceso de respiración emite oxígeno, con lo cual disminuye la concentración de gases, contribuyendo a la regular temperatura del planeta.



**Ilustración 3 imagen de volteo de árboles.**

Sin embargo, el crecimiento de los centros urbanos del ser humano y actividades como la agricultura, ganadería y construcción de civilizaciones han llevado a la destrucción de estos espacios forestales mediante la tala y quema, con lo cual se destruyen los espacios responsables de limpiar la atmósfera de estos gases de invernadero, impidiendo que se regule la temperatura planetaria.

En respuesta varios países han protegido estas zonas contra la tala, pero esto no ha sido suficiente, los espacios siguen siendo destruidos por actividades como la tala ilegal y los incendios forestales que muchas veces son producto de las sequías ocasionadas por el propio calentamiento global, con lo cual la protección de estos espacios es cada vez más difícil y más crucial.

En resumen.

Viendo las causas de este es más que evidente que existe un cambio y el planeta adopta sus consecuencias mayoritariamente por el actuar humano, de seguir aumentando la temperatura del ambiente el planeta podría verse en el peligro de pasar por momentos apocalípticos.

El nivel del mar seguirá creciendo, con resultados catastróficos para todo aquellos que vivan en costas, en deltas de los ríos o en tierras bajas.

Los cambios en los hábitats naturales tendrán como consecuencia la pérdida de especies de animales o vegetales.

Según la organización mundial de la salud (OMS), un crecimiento de la temperatura tan bajo como 1.6°C o 2°C podría hacer que las especies de mosquito portadoras de enfermedades tropicales como la malaria y fiebre dengue se extiendan a nuevas áreas más al norte de su rango actual.

En nosotros esta optar por la opción de evitar este problema. Elegir el camino de la sustentabilidad apoyando el uso de materiales que no impliquen desfavorecer el medio ambiente ocupando demasiados recursos en su producción y construcción.

## **SUSTENTABILIDAD.**

### **¿QUE ES LA SUSTENTABILIDAD?**

Como sustentabilidad definimos la cualidad de sustentable. Como tal, en áreas como la economía y la ecología, sustentable es algo que se puede sostener a lo largo del tiempo sin agotar sus recursos o perjudicar en medio ambiente. En este sentido, la sustentabilidad es la capacidad que tiene una sociedad para hacer un uso consciente y responsable de sus recursos, sin agotarlos o exceder su capacidad de renovación, y sin comprometer el acceso a estos por parte de las generaciones futuras.

Sustentabilidad sería, pues, producir bienes y servicios a partir de nuestros recursos (naturales, energéticos y económicos), a un ritmo en el cual no los agotemos y en el cual no produzcamos más contaminantes de aquellos que puede absorber el medio ambiente sin ser perjudicado.

## **CONSTRUCCION SUSTENTABLE**

La construcción sustentable debería entenderse como el desarrollo de la construcción tradicional, pero con consideraciones de responsabilidad con el medio ambiente de parte de todos los actores involucrados. Esto implica un interés creciente en todas las etapas del proceso, considerando las diferentes alternativas, con una preocupación especial hacia el cuidado de los recursos naturales, previniendo la contaminación ambiental, para proporcionar un ambiente saludable, tanto en el interior de la construcción como en su entorno.

Según el convenio Interministerial de Construcción Sustentable, esta se entenderá como “un modo de concebir el diseño arquitectónico y urbanístico, que se refiere a la incorporación del concepto de sustentabilidad en el proceso de planificación, diseño, construcción y operación de las edificaciones y su entorno, que busca optimizar los recursos naturales y los sistemas de edificación, de tal modo que minimicen el impacto sobre el medio ambiente y la salud de las personas”.

Para aprender el aporte al desarrollo sustentable del bosque y el material madera en la construcción, es necesario considerando en relación a los tres primeros principios sobre los que se basa la sustentabilidad: los aspectos sociales, económicos y medioambientales.

Los tres pilares del desarrollo sostenible, fueron planteados por la Comisión Brundtland en 1987



**Ilustración 4 Los tres pilares del desarrollo sostenible - Brundt land 1987.**

**ASPECTOS SOCIALES.**

Permite mejorar la calidad de vida de los habitantes de un edificio ya que posee espacios y hábitats con un medioambiente natural y saludable; además de aportar seguridad estructural y sísmica. Igualmente, construir con madera, implica en muchos casos respetar la cultura y el patrimonio del lugar.

## **ASPECTOS ECONÓMICOS.**

Significa reducir el consumo de energía no renovable; usar eficientemente los recursos disponibles; ofrecer entornos de trabajo y desarrollo de la vida cotidiana saludable y de alta calidad, los que pueden aumentar la eficiencia y competitividad del usuario. Su objetivo es lograr, mediante un modelo consiente de desarrollo económico, un cierto nivel de bienestar social que brinde a toda la población la posibilidad de acceder a un buen nivel de vida y tener las mismas oportunidades.

## **ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES.**

Este se ve favorecido porque al construir en madera se minimizan el uso de los recursos y las emisiones de CO<sub>2</sub>, tanto durante la producción del material, en la construcción del edificio, como el uso y demolición de este. Ello implica utilizar materiales y métodos de construcción que minimicen el impacto medioambiental con respecto al entorno local y global, tanto en el corto como mediano plazo, así como conservar recursos naturales del lugar, mejorar y proteger el entorno natural.

Los aspectos a considerar dentro de una construcción sustentable son los siguientes:

- Energía
- Salud y bienestar
- Materiales
- Planificación territorial
- Impacto ambiental
- Agua
- Residuos

La sustentabilidad es importante dentro de los planes de construcción, llevando una metodología que incluya los cuidados del medio ambiente, podemos conseguir una construcción sustentable que es capaz de compararse e incluso superar, (ambiental, social y económicamente) a las construcciones de hoy en día sin este cuidado, implementando la normativa a nuevos estándares de construcción en madera podemos conseguir una construcción segura que cumpla con las necesidades que pide hoy la sociedad.

La madera, no solo es parte de la naturaleza, sino que su utilización es beneficiosa para el medio ambiente. Materiales naturales, no derivados del petróleo, reciclables y biodegradables, son los que conforman el tipo de viviendas, que son consideradas “ecológicas”.

A la hora del uso de la madera para su construcción sostenible, están certificadas y provienen de tala responsable que es la clave para mantener este equilibrio: plantar un árbol por cada uno que talan.

## **NORMATIVA**

NCh790:2012 “Madera - Preservación - Clasificación, composición y requisitos de los preservantes para madera”

NCh819:2012 “Madera preservada - Pino radiata - Clasificación según riesgo de deterioro en servicio y muestreo”

NCh789/1 “Clasificación de maderas por su durabilidad natural”

NCH 1207”Pino radiata – Clasificación visual para uso estructural – especificaciones de los grados de calidad”

NCh1198”Madera- Construcciones de madera- Calculo.



## **CAPITULO I : LA MADERA.**

### **1.1. LA MADERA COMO MATERIAL SUSTENTABLE**

Debido al acelerado cambio climático, se observa la tendencia de incentivar a nivel internacional y en algunos casos, incluso de exigir, el uso de materiales sustentables en la construcción. Y es en este ámbito, donde la madera tiene un importante rol que desempeñar, por ser un material completamente renovable y de bajo gasto de energía en su producción. Por ello, a pesar de la existencia de materiales imperecederos como hormigón, acero y otros, hoy se observa un auge cada vez mayor del uso de la madera aserrada y lamina encolada en elementos estructurales, de revestimientos, muebles y decorativos.

El ECV (Evaluación Ciclo de Vida) mide la totalidad del impacto producido en el medio ambiente, considera la demanda de energía desde cuando el material es extraído, transformado, utilizado, hasta que el mismo es eliminado o reciclado.

La madera es un material reductor de CO<sub>2</sub> y liberador de oxígeno. A su vez, es poco demandante de energía para su elaboración y productor de sí mismo de energía.

En el mundo actual donde el término sustentable está impregnado en todas las actividades del hombre, la madera, como en los orígenes de su existencia, vuelve a estar como protagonista en el ámbito constructivo.

Desde la perspectiva de ciclo de vida, la madera es un recurso renovable, cuya cadena de suministro es principalmente nacional, es de larga durabilidad, biodegradable y reciclable; además, se da la posibilidad de que posea menor energía incorporada que otro tipo de productos. A esto se puede sumar su versatilidad de aplicaciones, tanto en estructura como en terminaciones, donde permite el desarrollo de productos modulares y prefabricados que faciliten los procesos de construcción.

En países con tradición en construcción de madera se reconoce que esta tiene un excelente comportamiento frente al fuego, es un excelente aislante térmico, por lo cual las estructuras de madera soportan eficazmente las altas temperaturas reinantes en un incendio. Además en países como Nueva Zelanda, Japón, Chile, entre otros, la madera es utilizada para construcciones de viviendas antisísmicas. La madera es un material ligero y elástico que permite desarrollar estructuras más livianas y comportarse de mejor

forma en casos de movimientos sísmicos, presentando un menor grado de deformación frente a situaciones telúricas.

## **1.2. METODO DE PRODUCCION DE LA MADERA**

### **1.2.1. TALA.**

Para obtener la madera se comienza desde un primer proceso llamado “tala” que es en donde, con sierras mecánicas, cortan los árboles, se debe hacer en otoño o a principios de invierno momento en que la savia es mínima ya que el exceso de esta permite la proliferación de insectos que atacan al árbol.

#### **Métodos De Tala**

- Tala Parcial.

Se separa en parcelas que se talan en forma rotatoria, teniendo presente el ciclo de vida de dicho sector.

- Tala de árboles sembradores.

Se trata de la tala de árboles que tienen semillas las que permiten la rápida recuperación del bosque.

- Tala selectiva.

Consiste en solo cortar a criterio los árboles que se necesitan y están en mejor forma para ser talados.

#### **TALA SOSTENIBLE:**

El 70% de las plantaciones forestales de Chile cuenta con certificaciones de manejo forestal sustentable reconocidas internacionalmente. La industria chilena dio los primeros pasos hacia la certificación en 1999, al implementar la norma ISO 14.000, para

promover mejores prácticas medioambientales. En el año 2002 se desarrolló el sello CERTFOR, en el año 2005, FSC Chile fue reconocida como una iniciativa nacional y desde el 2010 tiene oficina nacional. Estas certificaciones acreditan el manejo forestal sustentable en términos ambientales, laborales y sociales. El promedio mundial llega al 30%.

### 1.2.2. DESCORTEZADO

Operación en la cual después de separar la corteza de la madera se procede a cortar las ramas y raíces que no son provechosas, este se puede realizar de manera manual dependiendo de la cantidad de árboles o del tipo de especie, y de forma mecánica. Con este proceso se facilita el aserrado y de esta manera se aprovecha mejor la maquinaria, también se acelera el proceso de secado de la madera además de tener un mejor control de insectos que habitan entre la corteza y la madera. Además no hay que olvidar que es reciclable aprovechándose la corteza como materia prima para otros productos lo cual es muy beneficioso económicamente, las industrias corchotaponeras utilizan mucho la corteza.



**Ilustración 5 Descortezado manual con poda.**



**Ilustración 6 Descortezado mecánico con maquina descortezadora**

### 1.2.3. DESPIECE Y TROCEADO

Este paso se hace después de ubicar la madera en un aserradero, Dependiendo de las características del tronco y el uso que se le dará se hacen despieces de distinta forma, con esto se pretende elaborar el mayor número de piezas normalizadas posibles y dependiendo del uso con distintos acabados.

Las formas de aserrado son 3:

- Aserrado Respecto Anillos De Crecimiento
- Aserrado Respecto Al Eje Longitudinal
- Aserrados Especiales

Estos son cuando la madera tiene defectos, como medula podrida, nudos muy grandes y curvatura excesiva.



**Ilustración 7 Aserraderos especiales.**

### 1.2.4. SECADO

El secado de la madera es un proceso que se justifica para toda pieza que tenga uso definitivo en el interior de la vivienda, la madera recién cortada tiene una humedad que oscila entre el 50% y 60%, cuando alcanza una humedad igual o menor al 23% se considera seca. Sea con fines estructurales o de terminación la utilización de la madera seca aporta una serie de beneficios entre los que se destaca:

- Mejora sus propiedades mecánicas: la madera seca es más resistente que la verde.
- Mejora su estabilidad dimensional.
- Aumenta la resistencia al ataque de agentes destructores (hongos).
- Aumenta la retención de clavos y tornillos.
- Disminuye el peso propio.
- Abarata el transporte.
- Mejora la resistencia de adhesivos, pinturas y barnices.
- Mejora su ductilidad, facilidad para cortar y pulir.
- Mejora la absorción de preservantes líquidos.

Existen distintos tipos de secado que pueden ser secado al aire y secado convencional en horno:

- Secado al aire:

Se efectúa simplemente encastillando la madera bajo cubiertas protectoras contra el sol directo, permitiendo la circulación del aire en forma expedita y, según las condiciones de temperatura y humedad relativa del ambiente, este secado tiene la desventaja de ser un proceso lento, disponer de un gran espacio que permita exponer la madera al aire, y que el encastillado sea efectuado de modo que el aire circule envolviendo cada una de las piezas de madera hará que este proceso tenga mejores resultados.

- Secado convencional en horno:

Consiste en secar la madera en cámaras especiales (hornos), en los cuales se manejan variables de presión, humedad y temperatura (80 a 90 °C) este proceso tiene la ventaja de ser rápido y de obtener el grado de humedad deseado.

### **1.3. TIPOS DE MADERAS**

Los tipos de maderas son muy variados ya que es un material con diversas propiedades usos o procedencias, según la estructura de esta se definen las diversidades de troncos y su utilización pero la mayor clasificación que se le puede dar es según su dureza.

Existen Las maderas duras y Las maderas blandas.

### 1.3.1. MADERAS DURAS.

Las maderas duras son más caras que las maderas blandas ya que son más resistentes, son las utilizadas en construcción y ebanistería, tienen un tratamiento más complicado pero con un mayor poder visual, dureza y resistencia al paso del tiempo esto provoca que sean de mayor precio que las blandas, estas provienen de los árboles en crecimiento prolongado. Esto hace que para alcanzar un punto necesario para talar dichas maderas haya que esperar más tiempo traduciéndose en un encarecimiento considerable de madera.

Entre las más utilizadas están:

- Caoba



Esta madera de grano fino muy resistente tiene un hermoso color marrón rojizo. Es una de las preferidas en ebanistería ya que en gran parte se emplean para muebles de calidad, como armarios, revestimientos de madera y chapas. Debido a su propiedad de alta densidad y durabilidad es muy empleado en zonas tropicales que tienden a alta humedad.

- Roble



El Roble está dentro de las maderas duras, pero no posee grano fino como la caoba o cerezo. Posee excelentes cualidades de flexión, por lo que es popular para parquets, pisos de madera, junto con algunos muebles y gabinetes.

- Nogal



El nogal es una de las maderas más duras que existen. Ofrecen un hermoso color marrón chocolate con un grano precioso y tiene manchas que van muy bien. El nogal no es tan denso como la cereza o caoba, pero sigue siendo muy buscada para panelados de lujo, muebles, gabinetes, puertas, adornos y elementos torneados.

- Teca



La teca es una madera dura y resistente a la humedad. La teca resiste a deformaciones, fisuras y deterioro y que se utiliza mejor en muebles finos, puertas, marcos de ventanas, pisos y construcción en general. La teca es especialmente utilizada en muebles de exterior y zonas más húmedas.

- Olivo



Las vetas de la madera de este árbol son muy atractivas y decorativas, sobre todo las cercanas a la raíz. Se emplea mucho para trabajos artísticos y decorativos entre otros muchos. Su madera suele ser gruesa y resistente, de tonos amarillos, claros u rojizos dependiendo de su origen.

- Cerezo



En su origen es de color marrón rosado, aunque se va oscureciendo con el tiempo, tomando un color rojo caoba. Es una madera delicada que debe ser bien secada ya que tiende a torcerse. Se utiliza mucho en la fabricación de muebles, sillas, revestimientos, dado su gran aporte decorativo.

- Olmo



Es de color marrón claro, algunas veces con un tinte rojizo o, como en el olmo montano, con un matiz grisáceo. Resistente a la putrefacción, la madera del Olmo es muy apreciada en trabajos de marquetería y ebanistería, así como en la fabricación de barcos, grabados y esculturas.

- Fresno



Se emplea en ebanistería y carpintería: con frecuencia en la fabricación de esquís, muebles y artículos curvos, ya que se trata de una madera muy elástica y nerviosa. Es de color blanco cremado ligeramente rosado o agrisado.

### 1.3.2. MADERAS BLANDAS

Estas son compuestas de maderas con crecimiento rápido, las perennes y coníferas son las que más la constituyen, algunas de las más utilizadas son: el pino, álamo, olmo, ciprés, abeto y cedro, etc. El que estén clasificadas como maderas blandas no quiere decir que no sean resistentes; algunas pueden serlo y otras no, lo que quieren decir es que son más trabajables y más dúctiles.

Este tipo de madera son más baratas y livianas y las más ocupadas en muebles y estructuras. Este tipo de madera tiene mucho menos atractivo que las maderas duras y en su mayoría son tratadas de alguna manera, dependiendo del uso que se le quiera dar y suelen estar al alcance del bolsillo.

Entre las más usadas tenemos:

- Pino



El pino es considerado una **madera blanda** y posee una textura uniforme, es menos costoso que las maderas duras y es fácil de trabajar. Es una de las maderas más utilizadas por los profesionales y aconsejable en cuanto a calidad precio se refiere. El pino es ampliamente utilizado en la carpintería, paneles, muebles y molduras.

- Cedro



El cedro es una **madera blanda** de color rojizo, muy conocida por su olor dulce. El cedro es ampliamente utilizado en cajoneras, cubiertas y tejas. Se usa mucho en la construcción, para forrar muebles, etc.

- Abeto



Madera ligera y blanda, comparable con el pino. Peso relativamente bajo con buena resistencia y elasticidad. Fácil de trabajar en todos los aspectos. Relativamente a los químicos es mucho más resistente de que la mayoría de las maderas. Libre de resinas. Se utiliza mucho en la construcción de revestimientos de pared y techo para el interior.

Luego de su clasificación de madura dura o madera blanda, la NCh 789/1 “Clasificación de maderas por su durabilidad natural” establece que las maderas también se deben clasificar por su durabilidad en:

- Muy durables: vida útil de más de 20 años.
- Durables: vida útil de más de 15 años.
- Moderadamente durables: vida útil de más de 10 años.
- Poco durable: vida útil de más de 5 años.
- No durables: vida útil de menos de 5 años.

#### **1.4. PRESERVACIÓN DE LA MADERA**

La madera como producto bruto es susceptible a ser atacada por agentes que destruyan o deterioren su calidad, los principales enemigos de la madera se pueden dividir en 3 grupos; mohos y hongos cromógenos; hongos xilófagos; e insectos y perforadores marinos. Los factores básicos que se dan para el ataque de estos organismos son, la alimentación, la temperatura, el oxígeno y la humedad. El controlar los últimos 3 factores puede ser difícil inclusive con lo avanzado de la construcción hoy en día, Existen tratamientos de preservantes los cuales son tóxicos para dichos agentes de manera que no pueda ser un alimento para estos, este es un medio de control pasivo y de fácil acceso.

##### **1.4.1. PRESERVANTES**

Según la NCh 819 “Madera preservada – Pino radiata – clasificación según riesgo de deterioro en servicio y muestreo” los preservantes de la madera deben cumplir requisitos en función de penetración y retención. Estos son los tipos de preservantes que se utilizan según la norma.

Tipo de preservante	Ingrediente activo	Norma que especifica sistema de aplicación
ACQ	Cobre alcalino cuaternario	AWPA P5
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (SBX)	Oxidos de boro	AWPA P5
BS	Boro silicio	NCh790
CA-B	Cobre más tebuconazol tipo B	AWPA P5
CCA	Oxidos de cobre, cromo y arsénico	NCh790
Creosota	Creosota y petróleo pesado, fuel oil N°5	AWPA P1, AWPA P2, AWPA P3 y AWPA P4
LFF	Lignofenolformaldehído	NCh790
LOSP	Permetrina	NZS 3640
LOSP	Permetrina más tebuconazol más propiconazol	AS 1604.1 o NZS 3640
LOSP	Permetrina más TBTN	NZS 3640
MCA <sub>2</sub>	Cobre micronizado más tebuconazol	NCh790
μCA-C	Cobre micronizado más tebuconazol más propiconazol	NCh790

NOTA - Los preservantes que se indican en esta tabla y en el texto de la norma pueden ser importados, fabricados, transportados, comercializados o usados en el país, sólo si cuentan con autorización vigente del Servicio Agrícola y Ganadero según lo establecido por el Decreto Ley N° 3.557 de 1980, y en los cuerpos legales emanados de éste.

Tabla 2 NCh 819 "Madera preservada - Pino radiata - clasificación según riesgo de deterioro de servicio y muestreo".

## 1.4.2. MÉTODOS DE PRESERVACIÓN DE LA MADERA

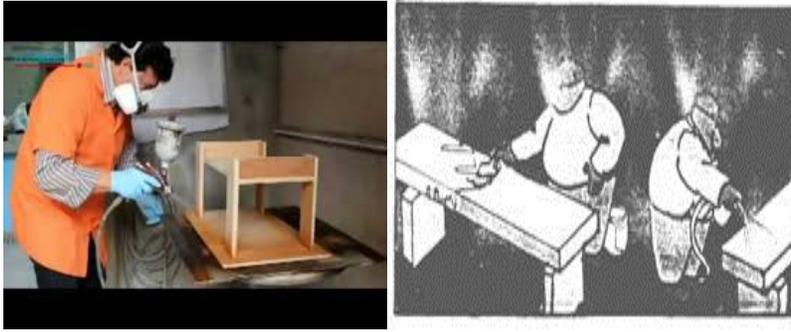
### 1. A presión normal:

Existe más de un método para aplicarle preservación a la madera y depende de su efectividad dependiendo de la cantidad introducida en la madera, a mayor penetración mejor efectividad contra los agentes que la atacan.

### 2. Método de brocha y aspersion:

En ambos métodos se pretende empapar completamente la madera para impregnar al máximo ésta. Se utilizan soluciones en agua o petróleo y en los dos casos la penetración es solo superficial y poco eficaz.

Este tratamiento es de poca utilidad para maderas colocadas en obras ya que las zonas más vulnerables a ataques de organismos xilófagos no están al alcance del operador.



**Ilustración 8 Método de brocha y aspersion.**

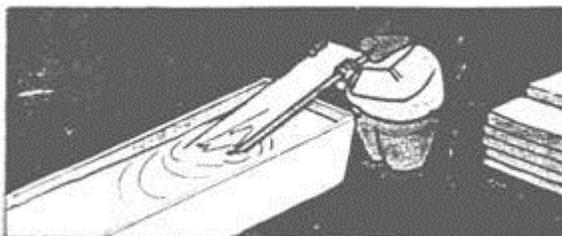
### 3. Inmersión:

Consiste en sumergir la madera en un preservante durante un tiempo determinado.

- Inmersión momentánea.- Se aplica durante unos pocos segundos o minutos y se utiliza especialmente para protección contra hongos cromógenos empleando pentaclorofenato de sodio.
- Inmersión en soluciones acuosas.- Se sumerge la madera en un ataque con preservante disuelto en agua y se deja varios días o semanas a temperatura ambiente.
- Inmersión en soluciones oleosas frías.- Generalmente se usa pentaclorofenol; el tiempo de inmersión es de 2 a 7 días.

### 4. Baño caliente y frío sucesivos en recipientes con líquido preservante oleoso.

Normalmente se introduce la madera durante unas cinco horas en el preservante caliente, luego se deja enfriar el preservante o se pasa la madera a otro recipiente con preservante frío, por doce horas o más.

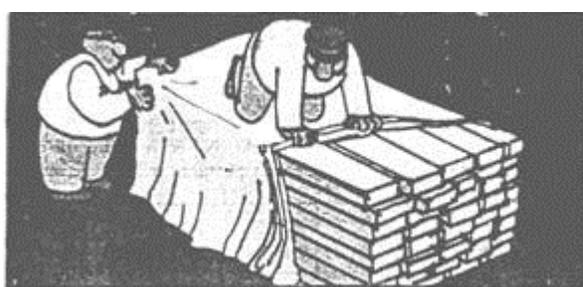


**Ilustración 9 Baño caliente y frío.**

### 5. Difusión

La madera verde y húmeda se sumerge, por 2 horas o más, en sustancias preservantes solubles en agua y luego se acomoda en pilas compactas y tapadas herméticamente con material impermeable u otra materia adecuada para evitar la pérdida de humedad. Durante este tiempo las sales hidrosolubles penetran en la madera verde difundiéndose en el agua que ésta contiene.

El preservante también puede aplicarse en forma de pasta cuando no sea fácil la inmersión de la madera.

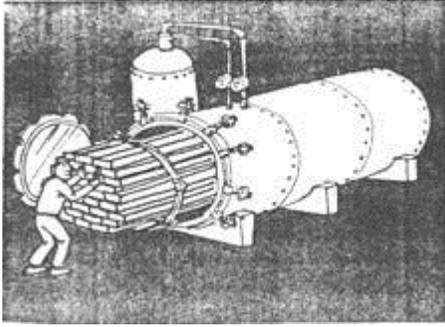


**Ilustración 10 Método de difusión.**

#### 6. Método de Preservación con Empleo de Vacío y Presión

Se utiliza a escala industrial. Con este método puede regularse la penetración y absorción del preservante, obteniéndose generalmente un tratamiento más seguro y permanente.

La madera se apila sobre carros de acero y se introduce en un gran cilindro o autoclave; éste se cierra herméticamente, a veces se hace un vacío inicial y se llena el tanque con el preservante; seguidamente se aumenta la presión para forzar su penetración en la madera; finalmente se hace un vacío leve para eliminar el exceso de preservante.



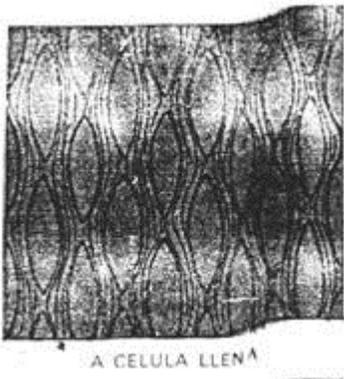
**Ilustración 11 Método con el empleo vacío y presión.**

Formas de Aplicación:

- A Célula Llena.

Se usa cuando se desea obtener una retención máxima de la sustancia preservante en la madera.

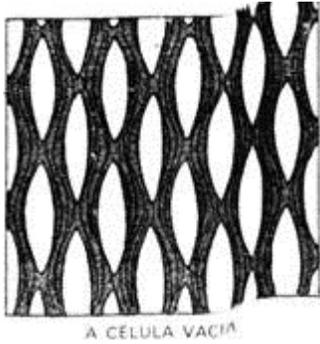
**Proceso.-** Se elimina el aire del interior del cilindro y de la madera a la vez; se introduce el preservante sin romper el vacío y se aplica presión hasta obtener la absorción deseada; luego se hace un vacío leve para extraer el exceso de preservante.



**Ilustración 12 Formas de aplicación célula llena.**

- A Célula Vacía.

Este sistema se usa cuando se requiere una penetración profunda y una baja retención del preservante.



**Ilustración 13 Formas de aplicación célula vacía.**

**Proceso.-** No se emplea vacío inicial. Al aplicar el preservante a presión, el aire queda atrapado en las celdillas de la madera y las células tienden a recubrirse del preservador en vez de llenarse de él; al ceder la presión y hacerse el vacío final, el aire contenido se expande rechazando normalmente entre un 20 y 40% del preservante, que es recuperado. En ambos métodos pueden utilizarse compuestos hidro y oleosolubles. En el caso de compuestos oleosolubles estos pueden ser aplicados en frío en caliente. Para obtener una mejor penetración y absorción, la madera debe ser previamente secada por lo menos hasta un contenido de humedad de 25%. En caso de usar sustancias hidrosolubles, la madera debe ser secada nuevamente después del tratamiento.

Una vez pasado por el proceso de preservación la madera se encuentra lista para ser comercializada para cualquier tipo de construcción.

## **CAPITULO II: CONSTRUCCIÓN CON MADERA**

### **2.1. ¿POR QUÉ CONSTRUIR CON MADERA?**

La madera como elemento constructivo ofrece elegancia, calidez, confort y sentirse en la naturaleza al ser una materia viva, lo que genera sensaciones en todos los sentidos que atrae al ser humano a vivir en su ambiente produciendo bienestar.

La madera, como principal material estructural que ofrece la naturaleza, ha sido aprovechada por el hombre desde el principio de su evolución. Posee una estructura totalmente optimizada donde diferentes polímeros (celulosa y lignina) se complementan entre si formando una matriz de células y paredes celulares que permiten una gran resistencia con un bajo peso. De todos los materiales naturales, la madera posee las mejores características para el uso estructural. El factor de resistencia en relación a su peso es superior al de los materiales convencionales, como el acero y el hormigón. Su comportamiento en caso de incendio es seguro y predecible, y superior al que ofrece cualquier otro material estructural en igualdad de condiciones.

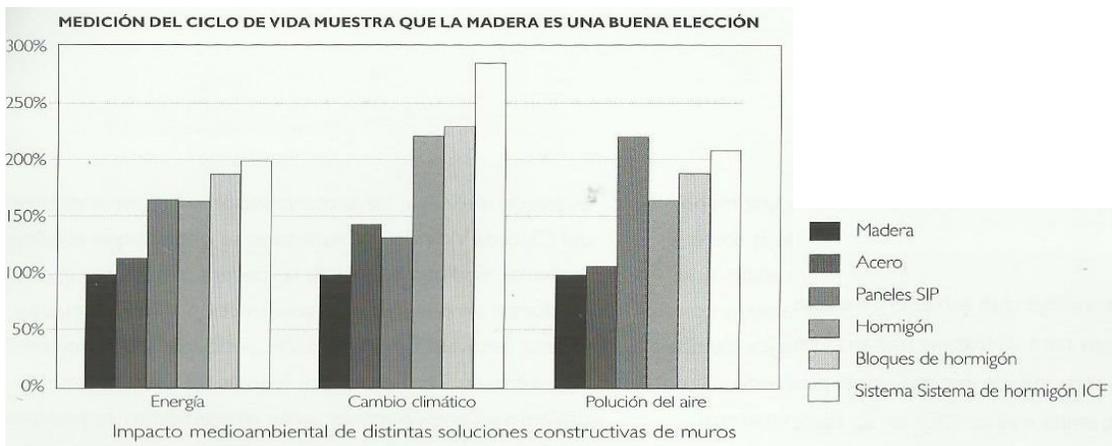
La madera como material estructural presenta un diferencia radical frente a otros materiales como el hormigón o el acero, consecuencia de su carácter orgánico. Constituye la estructura de soporte del árbol y tiene, por tanto, perfectamente definido su diseño para cumplir su función resistente. De hecho la estructura más antigua hecha con madera es el templo HORYUJI, Japón con 1400años.

La acción predominante en la vida del árbol es el viento que provoca la flexión del mismo, generando tensiones normales paralelas a la dirección de la fibra (sería más preciso decir que las fibras en el árbol se orientan paralelamente a las tensiones normales). La madera que se extrae del árbol puede considerarse ya como un producto estructural en origen: aquí se encuentra la principal diferencia con el acero o el hormigón armado, que requieren un proceso de transformación de coste energético mucho mayor.

## **2.2. VENTAJA DE LA MADERA SOBRE OTROS MATERIALES**

Es necesario saber que para producir los materiales de construcción más comunes como: albañilería armada, reforzada, cerámica, hormigón armado, acero, aluminio, vidrio, PVC, cemento y otros, se requieren altísimas temperaturas que se alcanzan utilizando una gran cantidad de energía proveniente de combustibles fósiles , además se debe considerar que en el proceso se producen materiales altamente contaminantes. Por otra parte, los productos utilizados en la construcción de edificios, no solo tiene un impacto medioambiental significativo (provocado por su extracción y fabricación) sino también por el transporte, metodologías de construcción empleadas, energía requerida para el uso del edificio, así como por eliminación de los materiales una vez finalizada la vida útil de estos.

Actualmente, mediante el análisis de ciclo de vida (ACV), se puede comparar el impacto medioambiental de los materiales utilizados en la construcción, desde su extracción, procesamiento, transporte y uso, hasta su demolición y eliminación. Los estudios llevados a cabo en diferentes partes del mundo demuestran que, considerando la totalidad de los aspectos de su ciclo de vida, el comportamiento medioambiental de la madera es superior a otros materiales.



**Grafico 3"Tracke Climate Change" USE WOOD - Canadian Edition - Panel Intergubernamental del Cambio Climatico.**

El grafico mostrado compara la valoración del ciclo de vida de diferentes materiales de construcción empleados en revestimientos exteriores, desde el consumo de energía requerido para su producción, su impacto en el cambio climático y polución del aire.

Estudios realizados en la universidad de Victoria en Wellington, Nueva Zelanda muestran la ventaja de la madera en cuanto a energía contenida y coeficientes de emisiones de CO<sub>2</sub> en comparación con otros materiales de construcción.

MATERIAL	MJ/M <sup>3</sup>	KG CO <sub>2</sub> /M <sup>3</sup>
ALUMINIO	517.185	21.600
CEMENTO	12.005	1.939
ACERO	245.757	9.749
MADERA	5.727	-479

**Tabla 3 Energía contenida y el coeficiente de CO2 para materiales de construcción.**

Otras investigaciones realizadas en los últimos años, confirman que los productos de madera y sus derivados, resultan ventajosos en muchos de los aspectos de impacto medioambiental. De los informes emitidos, se puede destacar los del instituto “Atenha Sustainable Materials Institute” de Canadá, que investigo el impacto ambiental que originaba una casa de 223 m<sup>2</sup> usando tres tipos de materiales estructurales tale como vigas de madera, metálicas y de hormigón.

	Madera	Acero	Hormigón
Energía (Gj)[1]	255	389	562
Recursos usados (kg)	121.804	138.501	234.996
Calentamiento global potencial (kg CO <sub>2</sub> )	62.183	76.453	93.573
Volumen de toxicidad crítica del aire	3.236	5.628	6.971
Volumen de toxicidad crítica del agua	407.787	1.413.784	876.189
Desechos sólidos (kg)	10.746	8.897	14.056

[1] GJ: 1Gigajoule es equivalente a un billón de joules.

**Tabla 4 Relación de uso de energía, toxicidad del aire y agua en distintos materiales, “Atenha Sustainable Materials Institute”.**

La investigación concluye que la madera necesita una menor cantidad de energía para su transformación frente al acero y el hormigón; que requiere menos materia prima para elaborar el mismo producto; emite menor CO<sub>2</sub> en su fabricación; contamina menos el aire y el agua, pero genera una mayor cantidad de residuos sólidos que los metales. Sin embargo esto último no constituye problema, por ser la madera una materia biodegradable.

Hoy día está ampliamente demostrado que el uso de madera renovable en la construcción, certificada, convenientemente tratada y con un diseño cuidadoso para asegurar su duración en el tiempo, contribuye notablemente a la disminución de emisiones de CO<sub>2</sub>. Por ello, el consumo de madera es considerado en la actualidad, como un bien ambiental, ya que almacenar carbono en forma de celulosa, es sin duda alguna, uno de los caminos para reducir el calentamiento global. La celulosa es un buen almacenador de carbono, además de muy estable, resistente y difícil de destruir, por lo que se considera su almacenamiento como permanente en el tiempo.

### **RAPIDEZ DE EJECUCION**

Por la ligereza del material y la realización en seco de las faenas, el montaje de sistemas constructivos basados en madera es más rápido que la edificación con otros materiales. Además, el mercado ofrece estructuras prefabricadas de alta precisión que disminuyen aún más los tiempos de ejecución.

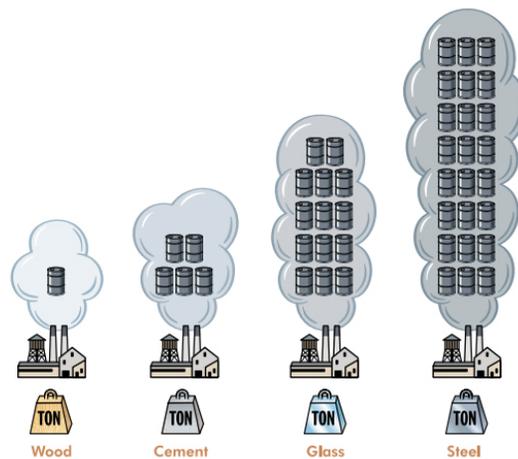
Se estima que construir con madera puede llegar hasta 50% más rápido que con otros materiales por ejemplo el edificio más alto construido con madera “STADTHAUS” se calculó un ahorro de tiempo del 30% en comparación con lo que habría demorado una obra de similares características.

### **BAJOS COSTOS**

El uso de la madera como material de construcción disminuye considerablemente el costo total de una edificación: comparada con sistemas tradicionales de tabiques, acero y hormigón, una construcción de paneles de madera puede significar hasta un 15% de ahorro además debido a su ligereza propia, las construcciones requieren de fundaciones de menor dimensión, como mínimo un tercio más económicas que las que exigen obras de otros materiales, como se ejecutan más rápidamente, se reduce el costo de mano de obra y como es un material dúctil no suelen necesitarse herramientas complejas ni caras para tener resultados óptimos.

## SU PRODUCCION ES MAS LIMPIA Y EFICIENTE

Como hemos visto producir otros materiales demandan un alta cantidad de energía de hasta cinco, catorce y veinticuatro veces más respectivamente que la madera en cambio la optimización de los procesos en la industria forestal ha logrado reducir sustancialmente los residuos sólidos de su producción. Hoy prácticamente toda la materia prima se aprovecha en productos útiles, entre los que se cuenta una amplia variedad de paneles reconstituidos, fibras y combustibles derivados de la madera.



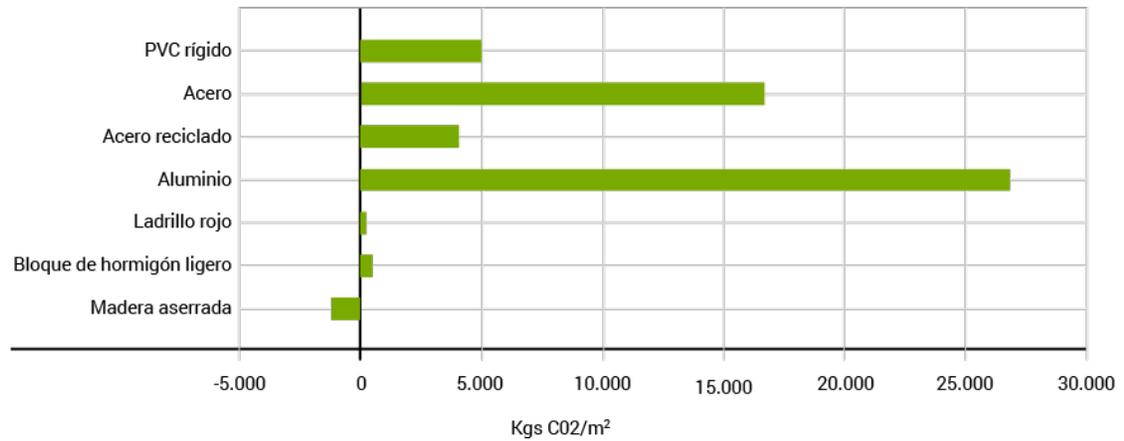
**Ilustración 14 relación en la producción entre la madera y otros materiales para la construcción.**

## VENTAJAS MEDIOAMBIENTALES

- **ABSORBE EL CO<sub>2</sub> DE LA ATMOSFERA**

La madera es el único material que ayuda a reducir el CO<sub>2</sub> de la atmosfera en su producción, contribuyendo de esta manera a mitigar el cambio climático, por medio de la fotosíntesis, los arboles absorben grandes cantidades de CO<sub>2</sub>, Este queda fijado en sus paredes celulares y puede llegar a representar la mitad del peso seco de un árbol.

Las plantaciones forestales contribuyen significativamente a la reducción de los gases de efecto invernadero, puesto que los árboles en etapa de crecimiento tienen mayor capacidad para capturar CO<sub>2</sub> que los ejemplares más maduros.



**Tabla 5 Comparación de CO2 producido por diferentes materiales (emisiones netas de CO2, incluido el efecto de sumidero de carbono). Fuente: “La reducción de la huella de carbono y el impacto ambiental de edificios nuevos”, Tasmania Timbler, CSAW/ RTS, reportes.**

- **ES RENOVABLE**

A diferencia del hormigón, el ladrillo y el metal como los estudios lo indican anteriormente, la madera es un material que, después de extraído, puede ser repuesto una y otra vez. También se sabe que el 70% de las plantaciones forestales cuentan con el sello de manejo sustentable, lo que asegura, entre otras cosas, que la tasa de plantación supere a la de cosecha.

### **2.3. PROPIEDADES MADERA**

#### **BELLEZA**

Por su textura y color, la madera ofrece una gran y variada belleza natural. Por la facilidad con que se trabaja y con la aplicación de los diferentes tintes y barnices, se puede lograr viviendas con acabados de gran impacto y belleza.

#### **CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS**

Para comprender el comportamiento mecánico de la madera es preciso tener en cuenta su constitución anatómica. El árbol produce una estructura tubular, con una elevada eficacia para resistir los esfuerzos a los que va a estar sometido en su vida. Estos esfuerzos de flexión son producidos por la acción del viento y los de compresión por las

acciones gravitatorias. Se puede considerar la madera como un material anisótropo formado por un haz de tubos huecos con una estructura específicamente diseñada para resistir tensiones paralelas a la fibra, es decir tracción y compresión paralelas a la fibra, y flexión (que produce en una sección compresión paralela por encima de la fibra neutra y tracción paralela por debajo).

La microestructura refinada de la madera asegura a este material un peso propio reducido de frente a una excelente capacidad de carga. No obstante el peso reducido, la madera tiene una capacidad de carga 14 veces superior a la del acero en una resistencia a la compresión equivalente a la del hormigón.

## **RESISTENCIA AL FUEGO**

La madera es un material con excelentes cualidades contra el fuego. Los incendios normalmente no comienzan por la estructura de la madera, que al verse sometida a la acción del fuego no colapsa como otros materiales modernos ya que su baja conductividad térmica hace que este material arda muy lentamente a razón de 0.6mm/min, y formando una capa de carbón que hace que siga funcionando mecánicamente hasta que el incendio está muy avanzado, lo que permite una correcta evacuación.

## **SEGURIDAD ANTISÍSMICA**

La madera es elástica, resistente y dúctil por lo tanto es el material de construcción ideal para los proyectos que se realizan en zonas sísmicas. Puede presentar desempeño similar e incluso superar a otros materiales frente a un movimiento telúrico. Considerando que las fuerzas en un sismo son proporcionales al peso de las estructuras que las reciben, las construcciones basadas en maderas, que son mucho más ligeras, están expuestas a impactos menores que otros materiales pesados. En Japón, que es un lugar tan sísmico como en Chile, hicieron un ensayo sísmico en un edificio de 7 pisos hecho con madera, el resultado fue un rotundo éxito, la construcción aguantó todo el movimiento sin tener daños estructurales. Esto genera una mayor protección de vida, un mayor confort y protección estructural.

## **ADAPTABILIDAD**

La madera se puede adaptar en cualquier sitio, sin importar el clima y las condiciones ambientales. Se puede utilizar en estructuras de gran complejidad tales como: cubiertas espaciales, puentes, teatros, auditorios, etc., así como en estructuras habitacionales de solución sencilla.

## **AISLANTE TÉRMICO/ACÚSTICO**

Gracias a su particular estructura porosa, la madera almacena numerosas áreas de calor y permite realizar estructuras de espesor reducido y bajo consumo energético. El poder aislante de una pared de madera maciza de 10cm de espesor corresponde al de una pared de hormigón de 150cm. Las cavidades presentes en la estructura celular permiten a la madera aislar el calor hasta seis veces más que el ladrillo, quince veces más que el

hormigón y cuatrocientas veces más que el acero. Agregando su capacidad natural para amortiguar las vibraciones sonoras.

## **CALIDEZ Y BIENESTAR**

Estudios recientes han demostrado que, tal como a percepción de entornos naturales despierta respuesta fisiológicas positivas en las personas, también la presencia de materiales naturales en los edificios tiende a generar sensaciones de bienestar entre quienes los ocupan, asociándose incluso a menores niveles de estrés y mayor productividad.

### **2.4. MADERA ESTRUCTURAL**

Esta es aquella madera que puede utilizarse en secciones sometidas a esfuerzos, por lo tanto requieren ser claramente identificadas por su capacidad mecánica, especie, condición de humedad, origen y procedimiento de clasificación (clasificación visual, clasificación estructural mecánica) y sus ensayos que en este caso es un ensayo único de rotura.

**Clasificación Visual:** Este método es el más utilizado ya que consiste en observar los atributos naturales de la madera como los nudos y la medula y clasificarlos según su grado (G1, G2, GS), existe una norma asociada para la clasificación. NCH 1207”Pino radiata – Clasificación visual para uso estructural – especificaciones de los grados de calidad”

**Clasificación estructural mecánica:** este método incluye una máquina llamada “Strength Grading Machine” que determina el grado estructural de la madera relacionando el módulo de elasticidad o rigidez que es la propiedad mecánica de la madera de curvarse hasta cierto límite para una carga determinada y el módulo de ruptura o resistencia que dice que las vigas no deben ceder bajo los cálculos de diseño y NCh 1198”Madera- Construcciones de madera- Cálculo.

➤ Usos

- Vigas y Pilares a la vista

- Techumbres
- Pisos
- Columnas, Postes
- Pies derechos
- Muros

➤Tipos de productos estructurales

**MADERA SOLIDA:**

- Seca en cámara (15% - 18%)
- (2 x 3 - 10 x 2.4 - 4.8) m.
- Puede ser impregnada
- Cepillada

**MADERA FINGER:**

- (2 x 3 – 10 x 2.4 – 7.2) m
- Seca en cámara (15%-18%)
- Uniones finger
- Puede ser impregnada con Losp y CCA
- Cepillada

**TABLEROS CONTRACHAPADOS:**

- Unidos uno sobre otro perpendicularmente al sentido de sus fibras
- Adhesivo fenolformadehido
- Amplia variedad de uso
- Alta resistencia mecánica y resistencia a la humedad
- L: 2.44m A: 1.22 m e: 9.5-12-15-18 mm

**TABLEROS OSB:**

- Formados por hojuelas rectangulares de madera dispuestas en capas perpendiculares unas con otras,
- Mezcladas con ceras y adhesivos para luego ser sometidas a altas temperaturas y presión

- Alta resistencia y rigidez
- Trabajabilidad
- Usadas en techumbres muros y pisos

## **2.5. SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE MADERA**

No cabe duda de que la madera ofrece considerables ventajas a la hora de construir. Sin embargo, hoy existe una amplia variedad de alternativas estructurales de excelente desempeño, cuyas características es necesario conocer antes de proyectar una obra.

El mercado ofrece diversos sistemas constructivos en madera, todos ellos perfectamente compatibles con la norma chilena para la edificación de este material, que fija en tres pisos la altura máxima. Sin embargo, las posibilidades de estos sistemas constructivos superan con creces este límite.

Antes de tomar la decisión sobre qué sistema constructivo utilizar, es necesario conocer las características particulares de cada uno de ellos, con el fin de escoger el que mejor responda a las necesidades del proyecto.

Los sistemas constructivos de madera más comunes son:

- Sistema de panel SIP
- Sistema de plataformas
- Sistema Block
- Sistema poste viga
- CLT (madera contra laminada)

Otros sistemas constructivos de madera utilizados:

- Ladrillos de madera
- Sistema de construcción CEA

### **SISTEMA DE PANEL SIP (STRUCTURAL INSULATED PANELS)**

Se trata de un panel prefabricado, conformados por dos planchas de OSB con alma de espuma rígida de polietileno, se utiliza fundamentalmente para generar elementos modulares y, junto con el sistema de plataforma, abarcan el 80% del mercado de la madera en construcción en madera en Chile.

Una de sus principales ventajas es que demanda menor tiempo para construcción ya que los paneles vienen prefabricados, por esta razón la mano de obra como la complejidad de

la labor se ven reducidas, además de llevar a cabo una obra limpia sin pérdidas ni desechos.

Dentro de sus limitaciones, está el hecho de que los paneles OSB deben ser tratados con algún revestimiento ignífugo para que esta responda de manera óptima frente al fuego y aun que sea una manera rápida de construir, este sistema, aunque sea de madera, aporta mucho a los gases de efecto invernadero ya que su composición cuenta con el polietileno, material que genera muchas altas energéticas en su producción.

## **SISTEMAS DE PLATAFORMAS**

Ampliamente utilizada en Norteamérica y Japón, una solución constructiva económica y segura para viviendas de mediana altura. Está conformado por muros de corte y diafragmas horizontales hechos de tableros estructurales de contrachapado u OSB clavados a entramados de madera.

Su principal ventaja es que permite la construcción independiente de los tabiques soportantes y autosoportantes en cada piso (primer y segundo nivel), a la vez que provee una plataforma o superficie de trabajo sobre la cual estos pueden armar y levantar.

El entramado horizontal de la plataforma está dispuesto de tal manera, que coincide en general con la modulación de los pie derecho de tabiques, conformando una estructura interrelacionada. Por otra parte, requiere de un elemento estructural que funcione como una placa arriostraste, en remplazo del tradicional entablado.

## **SISTEMA BLOCK**

El sistema Block deriva de la lógica de la “casa tronco”, en el cual se entrecruzan los vértices y se hace un montaje vertical de las piezas.

La principal ventaja es la buena aislación térmica, pero presenta problemas en la variabilidad dimensional por efecto de los cambios climáticos. Esta característica afecta sobre todo los rasgos de ventanas y puertas, como también las instalaciones sanitarias.

Estructuralmente, no es una solución eficaz, ya que las piezas se montan en dirección perpendicular a la fibra, con lo que se reduce la resistencia estructural de la madera, siendo así un método eficaz cuando se trata de construcciones de viviendas de uno a dos pisos.

## **SISTEMA DE POSTE Y VIGA**

Este sistema se caracteriza por utilizar elementos sólidos: poste y viga o, bien, elementos laminados para lograr mayores luces sin pilares intermedios, lo que permite proyectar amplias zonas de plantas libres. Los pilares o postes se empotran en su base y se encargan de recibir los esfuerzos de la estructura a través de las vigas maestras, sobre las cuales descansan las viguetas que conforman la plataforma del primer piso o del entrepiso.

Las diferentes piezas de madera van entrelazadas entre sí, lo que hace necesario un ensamble en diversos ángulos. En general, las uniones se resuelven empleando herrajes metálicos o conectores especiales, cuya adecuada utilización determinara, en buena medida, la calidad de la construcción.

### **CLT (CROSS LAMINATED TIMBER) O MADERA CONTRALAMINADA**

Surgió por primera vez en Austria y Alemania a mediados de los '90 y en el 2000 comenzó a extenderse por Europa.

Los paneles de CLT constan de tres, cinco, o siete capas de madera adheridas, cada una de las cuales se orienta en ángulo recto respecto de la capa anterior. Las dimensiones varían según el fabricante y se pueden personalizar, aunque la longitud está limitada generalmente por las restricciones del transporte.

Entre sus ventajas, destaca su alto nivel de prefabricación, la rapidez con la que permite trabajar (especialmente en edificaciones de gran altura), excelente comportamiento ante el fuego y gran estabilidad dimensional.

Si bien se han construido varios edificios con este sistema alrededor del mundo (como el Stadthaus, en Londres), en Chile la norma que regula su uso está recién en fase de estudio. La Universidad de Santiago de Chile, sin embargo, ya ha elaborado un anteproyecto y se espera que este año (2018) comience a manifestarse.

### **SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN CEA (Construcción Energitermica Asísmica)**

Es un sistema constructivo que no requiere adquirir ni cadenas ni diagonales al trabajar únicamente con sus pie derechos y soleras junto al panel estructural "LP Smart Panel", certificado con una alta resistencia al fuego y estructural, anti hongos y antitermitas, rapidez de instalación, requiere un 50% menos de madera al no trabajar con cadenas ni diagonales, 64% menos fijaciones no requieren herramientas especiales.

## **2.6. ASPECTOS DE DISEÑO A CONSIDERAR**

La lluvia es una de las fuentes líquidas que más afectan la construcción, es inevitable que nuestro edificio o vivienda se moje por eso la clave es mantener la estructura seca, que es uno de los principales desafíos de la construcción en madera y permite aumentar su durabilidad, su seguridad y su desempeño.

Para esto hay que generar una barrera de humedad que impida el paso del agua hacia el interior por debajo del revestimiento exterior, debemos asegurarnos que el revestimiento se pueda cambiar cumplida su vida útil. Sin afectar la barrera ni la estructura de la edificación.

También los vapores naturales que se generan dentro del sustento sea por: duchas, respiración cocina, sudor, entre otras actividades necesitan salir en algún momento, y lo hacen a través de las paredes y techo hacia el exterior, la condensación de estos vapores hace que se transformen en líquido, mojando la madera fuera de nuestra vista pudriendo la estructura de forma invisible.

Para esto es necesario generar una barrera que impida el paso del vapor desde dentro hacia afuera en la cara interior a la envolvente. La barrera de humedad, que está por fuera no solo debe frenar el líquido sino que además dejar salir el vapor hacia afuera de forma ininterrumpida.

Sin estas barreras, además de la humedad se filtra el aire y esto hace que haya muchas pérdidas de calor, haciendo más gasto energético y ayudando al efecto invernadero.

La ventilación es igual de importante, toda construcción necesita renovar su aire interior, el aire fresco en la cantidad justa en el momento y lugar correcto trae oxígeno que elimina el CO<sub>2</sub>, los olores y exceso de vapor que generamos al interior, podemos ventilar abriendo puertas y ventanas 10 minutos 2 a 3 veces por día después de duchas y comidas, de esta manera evitamos que se pierda demasiado calor. Otra alternativa es la ventilación mecánica: extractores, ventiladores o intercambiadores de calor, esta requiere una mayor inversión, pero logra una ventilación permanente con bajas pérdidas de calor.

Datos a considerar:

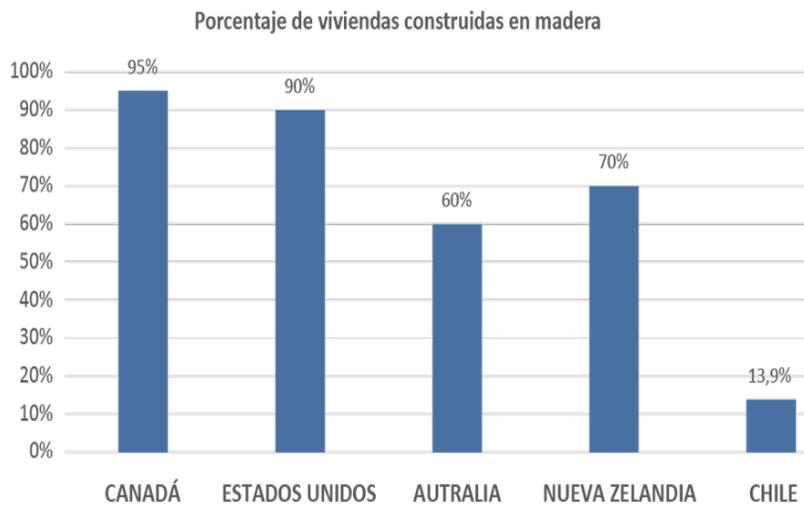
1. Evitar filtraciones de agua de lluvia en los techos y paredes rajadas o mal selladas.
2. Aislar la madera de la tierra húmeda por lo menos en 50 cm, procurando que el aire circule debajo de ella.

3. Concretar aparatos sanitarios para disminuir riesgos de fuga
  
4. Evitar el acceso de termitas subterráneas, protegiendo las bases de la edificación con escudos metálicos o de hormigón, o agregando compuestos químicos en mezcla con el suelo.
  
5. Colocar mallas anti termitas en puertas y ventanas para impedir el ataque a la madera no tratada en el interior de la edificación.
  
6. Colocar collares metálicos con preservantes en las tuberías que ingresan a la edificación.

## CAPITULO III: LA MADERA EN LA ACTUALIDAD

### 3.1. MADERA EN EL EXTRANJERO

En el extranjero, en general, desde siempre la madera ha sido bien vista hablando en términos de construcción, ya que, gran cantidad de países como Inglaterra, Australia, Nueva Zelanda, Estados Unidos o Canadá... hacen uso de este material para crear estructuras adaptables al entorno donde viven, junto con la belleza de su construcción aportan con la calidad de vida de sus habitantes en todos sus términos, considerando el nivel de seguridad, desarrollan este material en formas de viviendas habitables, seguras y sustentables. Este gráfico muestra cuánto es la frecuencia en que se utiliza la madera en construcción de viviendas.



**Gráfico 4** Porcentaje de viviendas construidas en madera. fuente: Ministerio de vivienda y Urbanismo

La diferencia se hace notar fácilmente, Chile tiene una baja tasa de construcción con madera en comparación al resto de los países, que muchas veces los miramos como modelo a seguir. En los últimos años han surgido varios proyectos en el resto del mundo utilizando la madera como sistema estructural lo que los expertos llaman “el comienzo de la era de la madera”... a continuación unos ejemplos de construcciones de viviendas sustentables de gran envergadura.

- THE TREE. (BERGEN, NORUEGA)

Altura: 49m

Plantas: 14

Departamentos: 62

Se compone de columnas de madera laminada encolada de 1m de espesor, es considerado el edificio más alto construido en madera hasta la fecha.

Inaugurado el 2015



**Ilustración 15 The Tree.**

- FORTÉ. (MELBOURNE, AUSTRALIA)

Altura: 32m

Plantas: 10

Departamentos: 23

Fue realizado con madera maciza contralaminada (CLT), la construcción de la vivienda fue un 30% más eficiente y rápida gracias a la facilidad de traslado e instalación de los elementos constructivos, generando un menor tráfico de maquinarias y una menor cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub> y residuos.



**Ilustración 16 Forté.**

- STADTHAUS. (LONDRES, INGLATERRA)

Altura: 30m

Plantas: 9

Departamentos: 29

Levantada mediante paneles prefabricados de madera laminada, Es el primer edificio de esta altura construido, no solo muros y losas sino también escaleras y núcleos de ascensores, enteramente en madera.



**Ilustración 17 Stadthaus.**

- T3. (MINNEAPOLIS, EE.UU)

Plantas: 7

Perímetro: 20.810 m<sup>2</sup>

Es un edificio que se convirtió en el más grande en perímetro del mundo, construido con madera contralaminada (CLT), sus lozas, vigas y columnas están hechas enteramente de madera y fue construido en menos de 10 semanas gracias a su sistema estructural, alberga oficinas y espacios comerciales, se puede convertir en un pionero en edificios comerciales



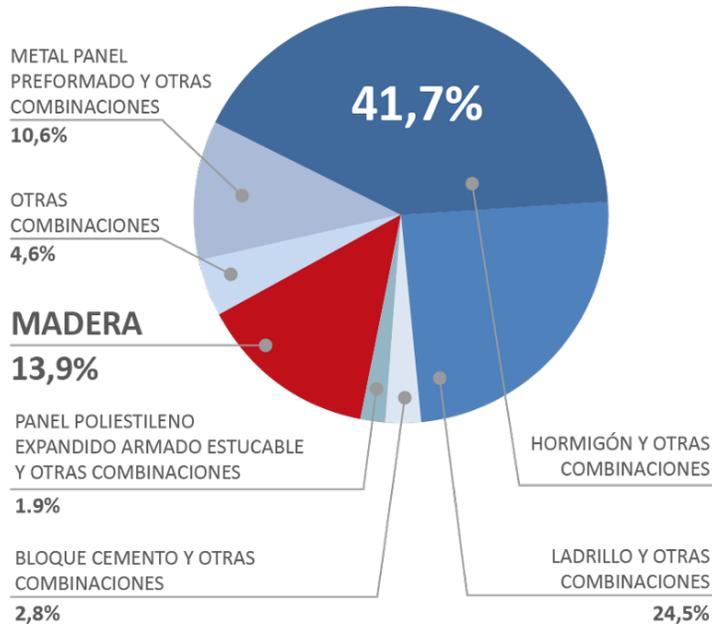
**Ilustración 18 T3.**

Estos son los edificios más grandes del mundo construidos con madera pese a que gran parte de su estructura está hecha con madera, algunos como “The Tree” que tiene el alma de su estructura hecho con hormigón armado y “Stadthaus” que tiene sus cimientos hechos con hormigón armado también son considerados como viviendas sustentables al hacer el uso mínimo de este último material mencionado.

Claramente hasta la fecha han hecho algo respecto.

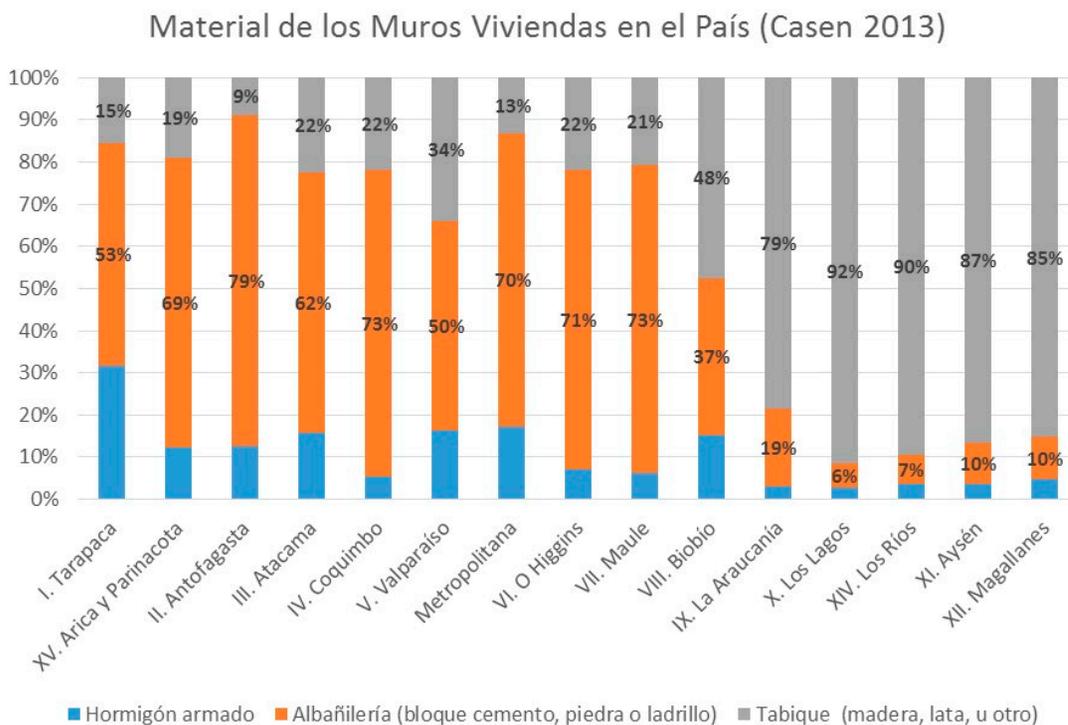
### **3.2. PANORAMA EN CHILE**

En el plano chileno de construcción lo que menos se usa es la madera, ya sea por distintos factores (desconocimiento, pocos especialistas, percepción). De 90 a 120mil viviendas nuevas construidas al año, solo un 14% usa la madera por material predominante.



**Gráfico 5** Porcentaje de madera utilizado en Chile, Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Y de este 14% la mayor concentración de construcción con madera se radica en el sur de nuestro país.



**Gráfico 6** Informe “Percepción del uso de madera en el sector construcción”, elaborado por el área de eficiencia energética y construcción sustentable (CDT, diciembre 2015)

Estos datos hacen cuestionar ¿por qué no construir más con madera?, ya que, esta última tiene un amplio margen para desarrollarse en nuestro país, contamos con abundantes recursos forestales y una industria moderna y sustentable. Manejadas responsablemente, las plantaciones forestales chilenas pueden abastecer la industria por un tiempo indefinido, generando de paso una serie de beneficios económicos, sociales y ambientales.

Como dato:

- Chile es uno de los diez mayores productores de madera en el mundo.
- Es líder mundial en plantación de pino radiata junto con Nueva Zelanda.
- La industria forestal constituye el segundo sector exportador de la economía chilena.
- Chile cosecha cinco veces el volumen de madera que consume.
- La producción forestal chilena proviene de una superficie inferior al 3,5% del territorio nacional.
- Más de un 90% de las plantaciones forestales se ha establecido en suelos degradados.
- El potencial de expansión de la industria en terrenos de estas características supera el millón de hectáreas.

### **3.2.1. FACTORES INFLUYENTES**

Teniendo en cuenta todos los beneficios que tenemos no lo aprovechamos, pero esto último se debe a diversos factores:

- Percepción

La principal razón por la cual no se construye con madera es por la poca valoración que tiene este material. Esto sería consecuencia del desprestigio que arrastra la madera debido a su comercialización con procesos de secado deficientes, práctica que fue por bastante tiempo algo habitual. Además, la estrecha asociación de la madera con la construcción de viviendas básicas o de emergencia ha contribuido a desvirtuar su imagen.

- Desconocimiento

El desconocimiento general de las ventajas y potencialidades que ofrece la madera como material de construcción, tanto entre el público general como los profesionales o técnicos del rubro. Esto se debe a que seguimos con la impresión de la madera de años atrás y no corresponden con el desarrollo tecnológico y la innovación que ha experimentado en las últimas décadas.

- Norma en estudio

La normativa que regula el uso de la madera sigue imponiendo restricciones inconsistentes con el desarrollo que presentan actualmente los sistemas constructivos basados en ese material. Según los profesionales del rubro, las normas tienden a inhibir su utilización, especialmente para construcción en altura.

- Baja tasa de certificación

Según Corfo, “Chile no cuenta con certificaciones de calidad que permitan a sus demandantes tener certeza de la estabilidad dimensional y estructural de esta”. Frente a la dificultad para proveerse de madera que cumpla con los estándares exigido por la norma, la mayoría de las empresas opta por construir con otros materiales.

### **3.2.2. INICIATIVAS PARA SU DESARROLLO**

Actualmente están en curso distintas iniciativas públicas y privadas que impulsan el desarrollo de la madera en Chile, dar a conocer sus ventajas y promover un cambio al paradigma respecto de su uso en construcción.

- La semana de la Madera

Organizada anualmente por Madera 21, es un espacio de difusión, reflexión y debate en torno a las posibilidades constructivas de la madera, que busca fomentar la investigación, la innovación y la transferencia de conocimientos en estas materias entre profesionales, estudiantes y empresas del medio local.

- Feria COMAD

La feria de construcción sustentable en madera, COMAD es organizada por CORMA en alianza con la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) en Coronel, Región del Biobío, Chile. Su propósito es apoyar el desarrollo de la construcción industrializada en madera en Chile y Latinoamérica

- El Programa Estratégico Mesorregional

Iniciativa multi institucional liderada por el Corfo que tiene como objetivo desarrollar la industria secundaria de la madera en el subsector pyme de la regiones del Maule, Biobío, Araucanía y Los Ríos, con foco en la elaboración de productos de calidad para el mercado de la construcción. Una de las metas del programa es aumentar un 30% la superficie construida en madera al 2025, lo cual supone un incremento del abastecimiento maderero en torno a 150.000 m3.

- El Minvu

Se encuentra trabajando en una serie iniciativas destinadas a incentivar el uso de la madera en la construcción de viviendas, a través de cinco puntos: Fortalecimiento del marco normativo técnico; diversificación de la gama de soluciones constructivas disponibles que cumplen con la reglamentación vigente asociadas a la materialidad de la madera; generalización de alianzas colaborativas para mejorar la competencia de los profesionales y trabajadores del rubro; mejora de los procesos de control de calidad de Los materiales; e impulso a proyectos piloto detonantes que permitan demostrar las cualidades de la madera.

- CIM UC-Corma

Centro inter disciplinarios dedicado a la investigación y transferencia tecnológica en materia de construcción en madera. Realización de publicaciones, desarrollos de productos, docencia, extensión y servicios profesionales son parte de las actividades de esta entidad que avala la construcción con madera.

- Programa Estratégico Nacional en Productividad y Construcción Sustentable Construye 2025

Busca transformar la manera de construir en Chile, mejorando la productividad de la industria n toda su cadena de valor y generando un cambio cultural en torno al valor de la sustentabilidad.

- Polo Madera

Programa de la UDEC que busca fortalecer el crecimiento económico de la región mediante la creación de valor agregado en el procesamiento de la madera. Para esto, el

programa consolida las acciones internas de la UDEC y se conecta con otras instituciones académicas, gubernamentales y privadas.

- Madera Usach

Equipo que, a través de proyectos como: “Estudios de ingeniería para introducir en Chile un sistema constructivo de rápida ejecución para edificios de mediana altura usando madera contralaminada” (o proyecto CLT) e “Ingeniería Sismorresistente para Diseño Estructural de Edificios de Mediana Altura en Madera Contralaminada de Pino Radiata Crecido en Chile”, busca introducir el sistema constructivo de madera contralaminada.

### **3.2.3. PROYECTOS REALIZADOS O A REALIZAR EN CHILE**

En los Ángeles se construye un edificio de 1600 m<sup>3</sup> de madera laminada, el cual será un edificio corporativo de CMPC Celulosa, contará con 3 pisos y se espera a que se termine para fines del 2018.



**Ilustración 19 Proyecto edificio 1600m<sup>3</sup> los Ángeles.**

Barrio eco sustentable, barrio para las personas que perdieron casas en el aluvión del 2015, es el primer en Chile que se ubica en Chañaral y el Salado, son 260 casas (80 de ellas víctimas del aluvión) y es uno de los 6 barrios eco sustentables que se realizarán en 6 regiones de Chile.



**Ilustración 20 Barrio eco sustentable, Chañaral y el Salado.**

Proyecto busca levantar 4 jardines infantiles construidos 100% con madera en distintas ciudades de Chile con CLT, es un ambicioso proyecto entre la JUNJI y el CORFO, puede convertirse en una de las construcciones más seguras y de mayor confort del país, sin duda uno de los mayores beneficios será sus aptitudes antisísmicas, la idea es mostrar la madera como una buena alternativa y en estas tipos construcciones se puede realizar de mejor manera por lo icónico de ellas.



**Ilustración 21 Proyecto jardines infantiles.**

Valdivia se prepara para construir la primera casa de ladrillos de madera, se trata de una técnica constructiva utilizada en el sur de argentina que ocupa el 95% del material de raleo (restos de árboles con deformaciones o desechados de sus ocupaciones tradicionales por propiedades mecánicas u otras razones), el cual se desecha comúnmente, este se prensa mediante unas máquinas especiales para ello, tiene excelentes propiedades como la madera en sí pero siendo más económica por lo que es fabricado.



**Ilustración 22 Proyecto vivienda hechas con ladrillos de madera, Valdivia.**

Torre de 16 metros de altura, Chile se suma a la carrera de construir en altura con madera, se trata de un experimento que se llevara a cabo en peñuelas, Valparaíso, la cual tendrá 6 pisos de altura, y 25m<sup>2</sup> de planta, esta, la idea es experimentar la construcción en altura y con esos datos llevar a cabo lo que otros países ya están desarrollando.



**Ilustración 23 Proyecto experimento construcción edificios para viviendas de seis pisos, Valparaiso.**

## **RESULTADOS OBTENIDOS**

La obtención de resultados muestra:

1. En la producción de la madera, los procesos imprescindibles para crear una madera resistente y sin perder sus propiedades está en el secado y la preservación de la madera.
2. Efectivamente la madera en su producción, desarrollo y término de su vida útil genera menos residuos tóxicos y desechos al medioambiente.
3. La madera, frente al fuego, se comporta mejor que otros materiales convencionales, dado su propiedad de carbonización.
4. Una ventilación adecuada hará que nuestro material tenga mejor vida útil.
5. El comportamiento de la madera frente a un sismo es el más adecuado dado por sus propiedades mecánicas.

6. Estructuralmente la madera es un material seguro para la construcción de edificaciones (de baja y mediana altura) y cumple con toda normativa y exigencias para la construcción de hoy en día.

7. Plantando un árbol por cada uno que se tala se puede hacer un uso masivo de la madera sin dañar el medioambiente.

8. Chile no aprovecha este recurso siendo que es uno de los productores mundiales más influyentes en madera.

9. La norma esta desactualizada con respecto a la evolución de la madera hoy en día.

10. Es importante el desarrollo de este material, frente al cambio climático que nos afecta ya que en algunos años más podría ser demasiado tarde.

## CONCLUSIÓN

En estos tiempos donde se está renovando todo, se están entendiendo nuevas tecnologías, se está tomando más conciencia de lo que somos y lo que queremos, donde ya por medio de pruebas contundentes se nota que hay un avance en el cambio climático, ya no es inminente sino que está sucediendo, las temperaturas suben, el océano crece, el smog aumenta los desechos industriales nos afectan. Como seres humanos está en nosotros optar por la opción sustentable para paliar este grave problema sobretodo en nuestras construcciones de viviendas que es lugar donde habitamos, no hacer como que nada pasa y ayudar de una forma íntegra, cambiar los hábitos de vivir, apoyar el uso de materiales que no impliquen desfavorecer el medio ambiente, al contrario, reutilizando y ahorrando consumo energético desde la producción a la utilización y termino de la vida útil del material, quizás no dejar de lado en su totalidad el uso de otros materiales pero si, utilizarlas la menor cantidad posible y darle mucho más énfasis al material que menor contamina en el medioambiente desde su producción a su utilización y termino de su vida útil : la madera.

Constructivamente hablando la madera es el mejor material sustentable para aportar con nuestro gramo de arena, los ensayos hechos al material hablan por sí mismo. Muchos países del primer mundo utilizan este material para sus obras y los resultados son beneficiosos para todos, la madera si cumple con los requerimientos necesarios para la vivienda de hoy en día en todos sus sentidos, incluso en el comportamiento contra el fuego reacciona mejor, en los gráficos logramos ver como la madera supera a otros materiales en aspectos medioambientales, económicos y sociales. Es por esto que hay darle más énfasis a este material, haciendo consiente a las personas de que la madera esta acá para ayudar y la podemos utilizar para hacer un bien mucho mayor, si bien la deforestación es una de las causas a favor del cambio climático, también se puede hacer responsablemente plantando un árbol por cada árbol que se tala.

En Chile debemos trabajar mucho más la madera, aprovechar que somos unos de los 10 proveedores más grandes de madera en el mundo y ocupar este bien para mejorar como país, priorizar y responsabilizar el tratado de la madera, innovar con técnicas constructivas. En caso de que Chile optara por la madera como material constructivo primario, algo que se podría hacer para suplir la demanda como país y la demanda al extranjero sería potenciar sus transportes y la reforestación además de impulsar subsidios a base de este material.

La madera es el único material estructural renovable, el único capaz de combatir el calentamiento global, debemos aprender a usarla bien y a cuidarla así tendremos una construcción más económica, más rápida, mejor aislante, muy durable y sobretodo más sostenible. Esto nos protegerá a nosotros, nuestro entorno y a nuestro planeta, dejando un mejor lugar a futuras generaciones.

## BIBLIOGRAFIA/LINKOGRAFIA

- <https://science2017.globalchange.gov/chapter/executive-summary/>
- Manual de Construcciones en Madera. Manual NO 10, Santiago - Chile, 1978.
- NCh 819:2012 “Madera preservada - Pino radiata - Clasificación según riesgo de deterioro en servicio y muestreo”
- NCh 789/1 “Clasificación de maderas por su durabilidad natural”
- Informe “Percepción del uso de madera en el sector construcción”, elaborado por el área de eficiencia energética y construcción sustentable (CDT, diciembre 2015).
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo
- <http://woodsrl.com.ar/?p=27http://www.arquitectura-madera.com/revistas/digital/10/#/16/>
- <https://www.forestfoundation.org/building-with-wood-is-cost-effective>
- <https://csengineermag.com/article/wood-meets-mid-rise-construction-challenges/>
- Capítulo-1.La-construcción-de-viviendas-en-madera-completo-sin-introducción-5/unidadI La madera
- <https://www.popsci.com/article/technology/world%E2%80%99s-most-advanced-building-material-wood#page-5>
- <http://www.semanadelamadera.cl/>
- <https://vimeo.com/13198777>
- <https://vimeo.com/13262887>
- <http://www.madera21.cl/informacion-tecnica/>
- <http://maderapreservacion.blogspot.com/2010/05/sustancias-preservantes.html>
- <http://construye2025.cl/casos/>