



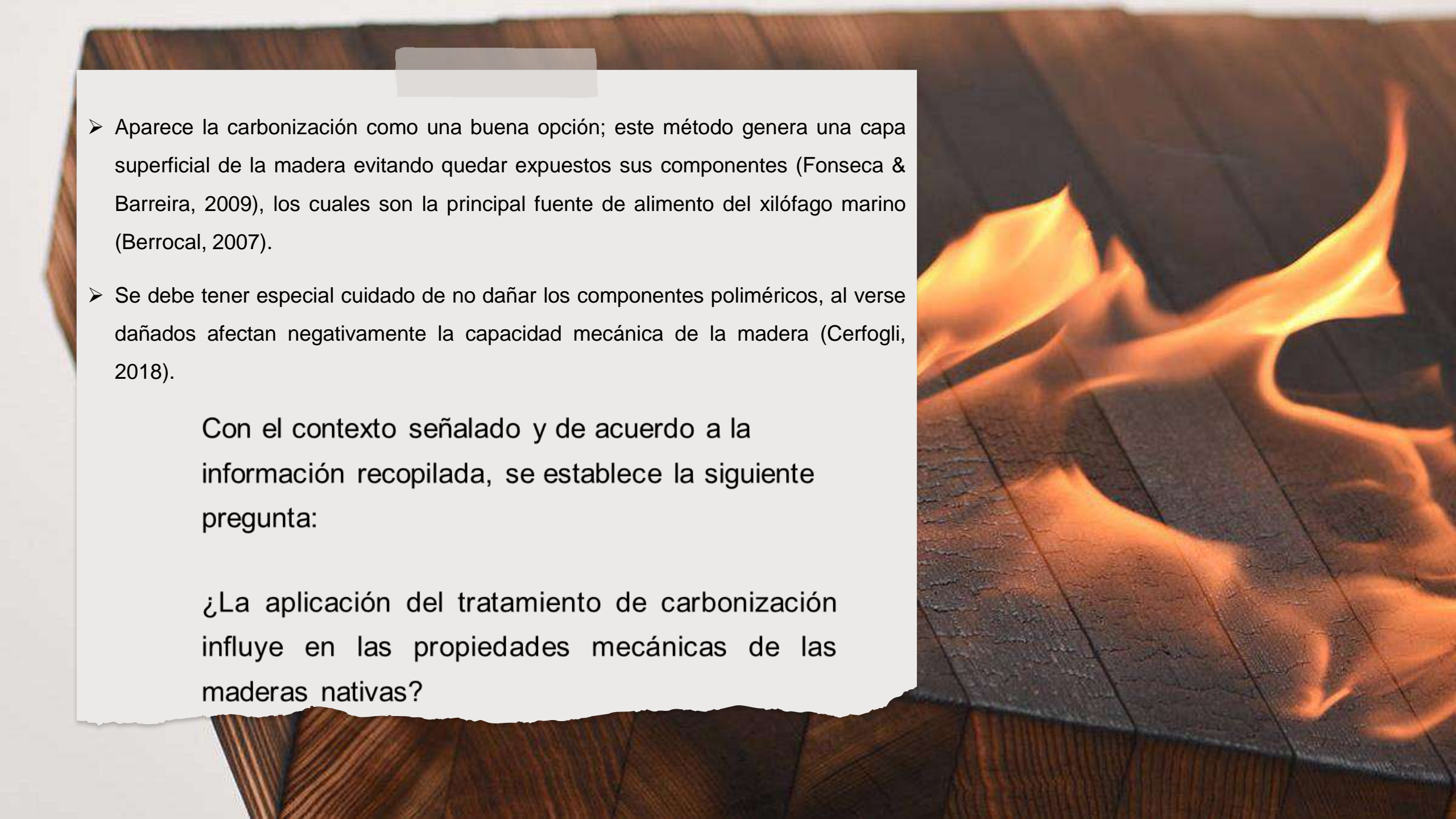
**FACULTAD DE ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN
INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN**

Influencia en el comportamiento mecánico de madera nativa al exponerla al método de carbonizado

**CRISTIAN EDUARDO PAREDES TRIVIÑO
SEBASTIAN ANDRES RIOS RETAMAL**

PROF. GUIA: Roberto Moreno García

TEMUCO, 2021

- 
- A close-up photograph of a wooden plank being charred. A bright orange and yellow flame is applied to the surface of the wood, creating a dark, charred layer. The background is dark, and the wood's grain is visible. The image is used as a background for a presentation slide.
- Aparece la carbonización como una buena opción; este método genera una capa superficial de la madera evitando quedar expuestos sus componentes (Fonseca & Barreira, 2009), los cuales son la principal fuente de alimento del xilófago marino (Berrocal, 2007).
 - Se debe tener especial cuidado de no dañar los componentes poliméricos, al verse dañados afectan negativamente la capacidad mecánica de la madera (Cerfogli, 2018).

Con el contexto señalado y de acuerdo a la información recopilada, se establece la siguiente pregunta:

¿La aplicación del tratamiento de carbonización influye en las propiedades mecánicas de las maderas nativas?

Realizar esta investigación generará más información acerca del comportamiento estructural de la madera nativa ante el proceso de carbonización, esto permitirá el desarrollo de soluciones más eficientes y sostenibles.

CAPÍTULO II: OBJETIVOS

2.1 Objetivo general.

- Determinar la potencialidad estructural que entrega la aplicación de un tratamiento de carbonización en la madera nativa.

2.2 Objetivos específicos.

- Caracterizar las propiedades estructurales de las maderas nativas en su estado natural.
- Describir la capacidad estructural de las especies madereras después de aplicar el método de carbonización.
- Identificar las diferencias del comportamiento estructural de las maderas seleccionadas en su estado natural versus las mismas especies sometidas al proceso de carbonización.

CAPÍTULO III: HIPÓTESIS

La aplicación del tratamiento de carbonización en madera nativa mejora el comportamiento estructural de ésta, permitiendo generar una solución constructiva factible para que la madera dure mucho mas tiempo.

CAPÍTULO V: METODOLOGÍA

Esta investigación es de carácter cuantitativa experimental.

Dentro de la metodología se utilizarán las siguientes normas ASTM °143 (American Society for Testing and Materials), NCh968.Of86, NCh969.Of86, NCh973.Of86 y la investigación de Cerfogli (2018), estas nos entregan la información para generar los protocolos y parámetros que se deben tener en cuenta al realizar ensayos con madera.

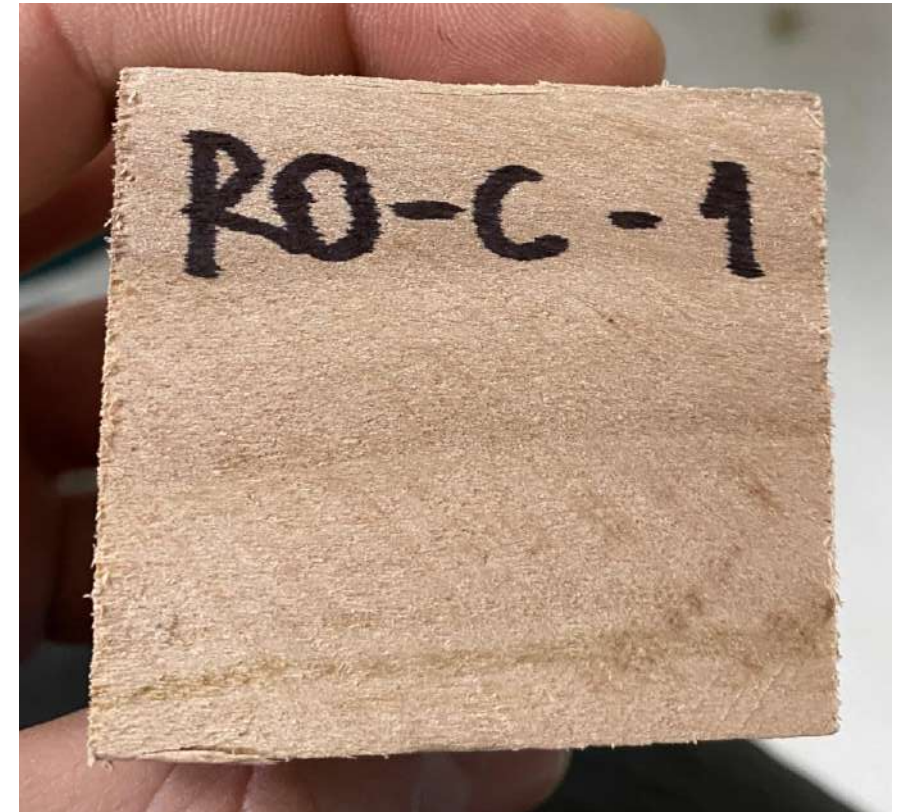
En este proceso se trabajará con las especies madereras seleccionadas en la investigación de Paredes & Rios (2020) las cuales son ciprés de las Guaitecas (*Pilgerodendron uviferum*), raulí (*Nothofagus alpina*) y roble (*Nothofagus obliqua*).

Para el desarrollo de la metodología se estipulan 3 etapas, cada una con su correspondiente proceso, esto con el objetivo de generar datos para posteriormente hacer un análisis crítico.

5.1) Caracterización mecánica de la madera.

Se establecen 6 pasos para poder obtener los datos de la resistencia mecánica de la madera a la compresión paralela de sus fibras.

- 1) Realizar inspección visual en base a NCh968_Of86, con el fin de eliminar fallas estructurales o deformaciones, como por ejemplo nudos.
- 2) Generar 32 probetas cubicas de madera de 5 cm x 5 cm x 5 cm (por especie).
- 3) Seriar las probetas con un código generado por los investigadores, para llevar un correcto orden de los ensayos.



4) Equilibrar la humedad de las probetas, para esto se deben dejar las por 2 semanas a 25 °C. con una humedad relativa (HR) del 65%.

5) Proceder con los ensayos de compresión paralela a las fibras con las probetas cubicas de 5 cm x 5 cm x 5 cm; el equipo que se utilizara es una prensa de compresión de probetas marca “MATEST” modelo “TREVILOLO 24048”, la configuración de este equipo se encuentra en la siguiente tabla.

6) Plasmar y ordenar en una planilla los datos que nos entregue el equipo.

CONFIGURACIÓN EQUIPO DE COMPRESIÓN	
Gradiente	0,100 KN/sec
Carga inicio	10,000 KN
Carga rotura	10%
Área	2500 mm ²
RESULTADOS DEL ENSAYO	
Carga máxima	(Resultado) KN
Resistencia máxima	(Resultado) MPa



5.2) Carbonización de probetas.

Se genera un protocolo de carbonización, en este se establece cuantas probetas se carbonizarán, como se carbonizarán, las caras de las probetas que se carbonizarán, con que instrumento se carbonizara y el tiempo de quemado.

1. Generar 27 probetas cubicas de madera de 5 cm x 5 cm x 5 cm (por especie).
2. Seriar las probetas con un código generado por los investigadores.
3. Analizar y marcar las caras del cubo, este cuenta con dos caras tangenciales, dos radiales y dos transversales.





5.3) Ensayo mecánico de la madera carbonizada.

Se procede a realizar el ensayo de compresión paralela a las fibras en las probetas carbonizadas, sus resultados serán ordenados en planillas, para posteriormente ser promediados, esto con la finalidad de poder comparar su resistencia mecánica con los resultados de la resistencia mecánica de la madera limpia y así realizar un análisis crítico de los resultados obtenidos.

1. Realizar el ensayo de compresión paralela en las probetas carbonizadas para obtener los datos de su resistencia mecánica, se utilizará la configuración de la (tabla 5) en el equipo de compresión, la misma utilizada para las probetas limpias.
2. Ordenar los datos obtenidos en una planilla y realizar su promediación.

CAPITULO VI: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1) Caracterización mecánica de la madera.

- 3 Tablas, 32 filas c/u y 3 columnas c/u.

MADERA	CARGA MÁXIMA (KN) (PROMEDIO)	RESISTENCIA MÁXIMA (MPa) (PROMEDIO)
Roble	16,163 KN	6,47 MPa

6.2) Carbonización y resultados de compresión paralela en probetas carbonizadas.

- Se debe mencionar que se tomo la temperatura en el impacto de la llama sobre la probeta, esto se llevo a cabo con una pistola de temperatura arrojando entre 350 a 450 °C.

MADERA	CARA CARBONIZADA	TIEMPO (MINUTOS)	CARGA MÁXIMA (KN) (PROMEDIO)	RESISTENCIA MÁXIMA (MPa) (PROMEDIO)
Roble	Tangencial	1 min.	16,63	6,65
	Radial	1 min.	18,786	7,515
	Transversal	1 min.	16,291	6,516
	Tangencial	3 min.	15,211	6,084
	Radial	3 min.	19,29	7,716
	Transversal	3 min.	13,988	5,595
	Tangencial	5 min.	16,843	6,737
	Radial	5 min.	15,043	6,017
	Transversal	5 min.	79,846	31,939

6.3) Comparación de los resultados de compresión paralela de probetas limpias y carbonizadas.

se procede a realizar una comparación porcentual de variación de la carga máxima y resistencia máxima entre probetas limpias y probetas carbonizadas

MADERA	CARA CARBONIZADA	TIEMPO (MINUTOS)	% DE VARIACIÓN DE CARGA MÁXIMA	% DE VARIACIÓN DE RESISTENCIA MÁXIMA
Roble	Tangencial	1 min.	3%	3%
	Radial	1 min.	34%	16%
	Transversal	1 min.	1%	1%
	Tangencial	3 min.	-6%	-6%
	Radial	3 min.	19%	19%
	Transversal	3 min.	-13%	-14%
	Tangencial	5 min.	4%	4%
	Radial	5 min.	-7%	-7%
	Transversal	5 min.	394%	394%

Se procede a analizar cuáles fueron los resultados en el comportamiento mecánico de la madera ante el proceso de carbonización, esto según especie de madera, cara carbonizada y tiempo de carbonización.

- **ROBLE:**

- 1 minuto de carbonización: Al carbonizar la cara tangencial se obtuvo una mejora de 3%, la cara radial una mejora de 16% y la cara transversal una mejora de 1%.
- 3 minutos de carbonización: Al carbonizar la cara tangencial se obtuvo una pérdida de -6%, la cara radial una mejora de 19% y la cara transversal una pérdida de -14%.
- 5 minutos de carbonización: Al carbonizar la cara tangencial se obtuvo una mejora de 4%, la cara radial una pérdida de -7% y la cara transversal una mejora de 394%.

CAPITULO VII: CONCLUSIÓN

- El método de carbonización es un método que con factores controlados aportó a la mayor resistencia mecánica de la madera nativa utilizada en este estudio, entregando la posibilidad de ser utilizado como un método de protección de elementos estructurales ante ataques patógenos.
- Se debe tener especial cuidado con las caras de las maderas al carbonizar, ya que el nivel de carbonizado de estas tiene una gran influencia en la resistencia mecánica de la madera, necesitando diferentes niveles de carbonización cada una para lograr el mejor resultado.
- Este tipo de ensayos son relevantes para poder encontrar soluciones, pero necesitan una mayor infraestructura, ya que el cumplimiento de las normas de ensayo es complejo, ya que se necesitan laboratorios específicamente para ensayar madera, los cuales son pocos en Chile.
- La carbonización es un tema relevante, ya que mejora la resistencia de la madera tanto mecánicamente como a ataques de agentes patógenos, por esto se deben seguir realizando ensayos de carbonización para encontrar los factores exactos que necesitan cada una de las especies, para poder mejorar en forma óptima su resistencia.