

**CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DE TIPOLOGÍAS DE MUROS
FABRICADOS CON MADERA ASERRADA ESTRUCTURAL DE PINO
RADIATA, ARRIOSTRADOS CON TABLEROS CONTRACHAPADOS
Y SOMETIDOS A CARGA LATERAL CÍCLICA REVERSIBLE**



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

**CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DE TIPOLOGÍAS DE MUROS
FABRICADOS CON MADERA ASERRADA ESTRUCTURAL DE PINO
RADIATA, ARRIOSTRADOS CON TABLEROS CONTRACHAPADOS
Y SOMETIDOS A CARGA LATERAL CÍCLICA REVERSIBLE¹**

Jorge Catalán Linco²; Luis Vásquez Valenzuela; Pablo Mardones Díaz;
Raúl Campos Pous y Gonzalo Hernández Careaga.

Colaborador: Eduardo Vargas Hurtubia³

**INSTITUTO FORESTAL
2022**

¹ Estudio financiado por el convenio INFOR-MINAGRI 2022

² Investigadores Instituto Forestal, Sede Biobío. jorge.catalan@infor.cl

³ Estudiante de ingeniería civil UCSC.



INFOR

INSTITUTO FORESTAL

Sucre 3397, Ñuñoa, Santiago

Chile

F. 56 2 223667115

www.infor.cl

ISBN N° 978 956 318 247 - 7

Registro Propiedad Intelectual N° 2023 A 453

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

Catalán, Jorge; Vásquez, Luis; Mardones, Pablo; Campos, Raúl y Hernández, Gonzalo; (2022). Caracterización mecánica de muros fabricados con madera aserrada estructural de pino radiata arriostrados con placa contrachapada y sometidos a carga lateral cíclica reversible. Instituto Forestal, Chile. Informe Técnico N° 255. P. 18.

PRÓLOGO

Los bosques en su etapa de crecimiento absorben CO₂ desde la atmosfera, almacenan el carbono en la madera y liberan oxígeno al ambiente. De acuerdo con el último inventario de gases de efecto invernadero (GEI), realizado por el Ministerio de Medio Ambiente el 2018, los bosques de Chile mitigaron el 62% de los GEI generados por el país.

No solo los bosques contribuyen a mitigar los gases de efecto invernadero, también lo hace la construcción con madera, cuya fabricación de componentes emite menos CO₂ que los fabricados con materiales alternativos, tales como el acero y el hormigón, y además el carbono se mantiene retenido en la madera empleada.

Desde sus inicios el Instituto Forestal (INFOR) ha estudiado las maderas provenientes de los bosques nativos y las plantaciones, determinando sus propiedades físicas y mecánicas y sus aptitudes de uso. Más recientemente ha prestado especial atención a la madera aserrada estructural destinada a la fabricación de componentes constructivos con valor agregado.

Este estudio permite determinar las capacidades admisibles de tipologías de muro sometidos a cargas de corte, fabricados con madera aserrada estructural de pino radiata y tableros contrachapados, considerando las restricciones a la deformación que señalan la normativa nacional y americana.

El trabajo fue financiado con recursos del Convenio 2022, suscrito entre el Ministerio de Agricultura (MINAGRI) y el Instituto Forestal (INFOR).

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	OBJETIVO	1
3.	METODOLOGÍA.....	1
3.1	Ensayos de Corte Rodante a Tableros Contrachapados	1
3.2	Ensayos de Muros a Carga Lateral Cíclica Reversible.	2
3.3	Tipologías de Muro con Estructura de Madera	3
4.	RESULTADOS	5
4.1	Ensayos de Corte Rodante a Tableros Contrachapados	5
4.2	Ensayos de Muros de Corte	6
5	ANÁLISIS DE RESULTADOS	15
6	CONCLUSIONES.....	17
7	REFERENCIAS.....	18

1. INTRODUCCIÓN

Un muro estructural tiene por objetivo transmitir a la fundación de una vivienda las cargas verticales y horizontales a las ella es sometida.

La norma NCh 1198 (INN, 2014), que rige el cálculo estructural en madera, no propone un método analítico para verificar la capacidad estructural de un muro sometido a cargas horizontales.

La norma NCh 3537 (INN, 2021) define un método de ensayo para determinar el comportamiento y resistencia de segmentos de muro sometidos a carga lateral cíclica reversible contenida en su plano, donde las condiciones de borde representan el comportamiento de la estructura, sin considerar la restricción al giro de la probeta. Esta metodología considera la degradación estructural que experimentan las estructuras a lo largo de su vida útil, es decir, consideran la naturaleza sísmica característica del país.

Este informe entrega la metodología, resultados y conclusiones obtenidas de ensayos mecánicos a cargas de corte, ejecutados a 3 tipologías de muros con estructura de madera de acuerdo a las normativas vigentes.

Los muros fueron contruidos según el sistema constructivo plataforma, en base a pie derechos de madera aserrada estructural de pino radiata, grado visual G1, y tablero contrachapado arriostrante fijado al tabique con un esquema de clavado específico.

A partir de los resultados de los ensayos mecánicos se estimaron las capacidades admisibles de los muros sometidos a cargas de corte, considerando la restricción a la deformación que establece la norma NCh 433 (H/500) (INN, 1996), y luego se compararon los resultados con los criterios que señala la ASCE-07 (H/200) (ASCE; 2005).

Los ensayos mecánicos fueron ejecutados en el Laboratorio de Madera Estructural del Instituto Forestal (LME-INFOR) en Concepción, que cuenta con un sistema de gestión acreditado bajo la norma NCh-ISO 17025.

2. OBJETIVO

El objetivo de este estudio considera determinar las capacidades admisibles de tipologías de muro sometidos a cargas de corte cíclicas reversibles, fabricados con madera aserrada estructural de pino radiata y tableros contrachapados, considerando las restricciones a la deformación que señalan la normativa chilena y estadounidense.

3. METODOLOGÍA

3.1 Ensayos de Corte Rodante a Tableros Contrachapados

Debido a que los tableros contrachapados que conforman el marco estructural no consideran un timbre de calidad que certifique sus propiedades mecánicas, se ejecutaron 60 ensayos de corte rodante para evaluar la variabilidad resistente que presentan a esta propiedad. Los ensayos

se ejecutaron de acuerdo a la ASTM D2718-18 *Structural test methods for structural panels in planar shear* (ASTM, 2018). El ensayo de flexión de 5 puntos busca inducir el corte en la probeta. La Figura N°1 y N°2 presentan el esquema y la implementación del ensayo en laboratorio, respectivamente.

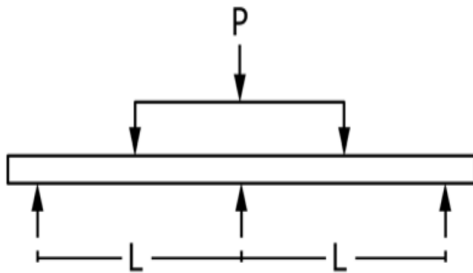


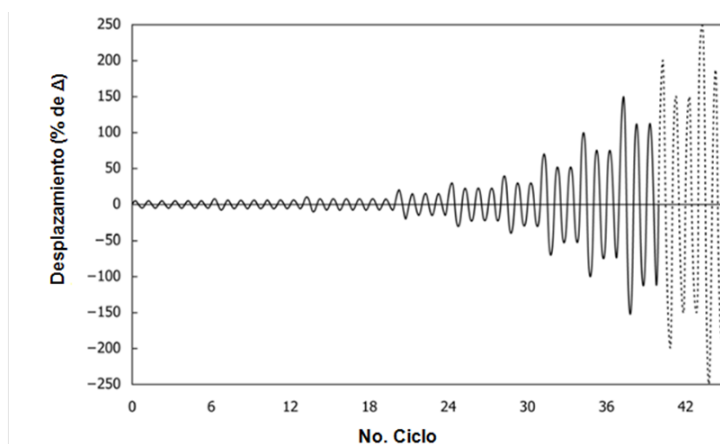
Figura N°1
ESQUEMA DE ENSAYO DE CORTE
RODANTE ASTM D2718-18



Figura N°2
IMPLEMENTACIÓN DEL ENSAYO DE
CORTE RODANTE

3.2 Ensayos de Muros a Carga Lateral Cíclica Reversible.

El método de ensayo aplicado a los muros se describe en la Norma chilena NCh 3537: Ensayo de carga cíclica (reversible) para la resistencia al corte de elementos verticales de sistemas de resistencia a la fuerza lateral de edificaciones - Método de ensayo (INN, 2021). El diseño experimental consideró 3 tipologías de muros. Para las tipologías MP-75/CP (H) y MP-100/CP (H) se ejecutaron 5 ensayos/tipología. Para la tipología MP-100/CP-MA (H) se ejecutaron 3 ensayos. Los ensayos consideran la aplicación de una carga cíclica reversible de acuerdo al protocolo de Curee que se presenta en la Figura N°3 y Cuadro N°1.



(Fuente: NCh 3537)

Figura N°3
PATRÓN DE DESPLAZAMIENTO CURE

Cuadro N°1
PROTOCOLO CUREE, AMPLITUD DE LOS CICLOS PRIMARIOS

Patrón	Fase	Número mínimo de ciclos	Amplitud del ciclo primario, % Δ
1	1	6	5
2	2	7	7,5
	3	7	10
3	4	4	20
	5	4	30
4	6	3	40
	7	3	70
	8	3	100
	9	3	100+100 α^A
	10	3	Incrementos adicionales de 100 α (hasta que la muestra falle)

(Fuente: NCH 3537) ^A $\alpha \leq 0.5$

3.3 Tipologías de Muro con Estructura de Madera

Las tipologías de muros ensayados a carga horizontal se describen en el Cuadro N°2. Todos los muros presentan un sistema de anclaje unido a una viga de fundación de acero. El tamaño de las probetas de muro ensayados fue 1,22 m de ancho por 2,44 m de alto. Las Figuras N°4 a N°7 ilustran las configuraciones de los muros ensayados y los tipos de conectores utilizados.



Figura N°4
CONFIGURACIÓN DEL MURO
TIPOLOGÍAS MP-75/CP (H) Y MP-100/CP (H)



Figura N°5
CONECTOR UTILIZADO EN EL ANCLAJE
TIPOLOGÍAS MP-75/CP (H) Y MP-100/CP (H)



Figura N°6
CONFIGURACIÓN DEL MURO TIPOLOGÍA
MP-100/CP-MA (H)



Figura N°7
CONECTOR UTILIZADO EN EL ANCLAJE
TIPOLOGÍA MP-100/CP-MA (H)

Cuadro N°2
TIPOLOGÍAS DE MUROS ENSAYADOS A CARGA LATERAL

Tipología	Estructura	Placa de Arriostre	Sistema de Anclaje
MP-75/CP (H)	Madera aserrada de pino radiata, grado estructural visual G1, seca en cámara, escuadría 41x90 mm (2x4"); y pie derechos distanciados a 406 mm.	Placa contrachapada, instalada en una cara del marco, de 12 mm de espesor, fijada con clavos de 3" de largo (diámetro 3 mm) distanciados en la zona perimetral a 75 mm y 150 mm en la zona central, hincados con una pistola neumática	2 pernos de anclaje grado 8, de 5/8" de diámetro; con conectores de acero modelo HTT4 de Simpson Strong-Tie.
MP-100/CP (H)	Madera aserrada de pino radiata, grado estructural visual G1, seca en cámara, escuadría 41x90 mm (2x4"); y pie derechos distanciados a 406 mm.	Placa contrachapada, instalada en una cara del marco, de 12 mm de espesor, fijada con clavos de 3" de largo (diámetro 3 mm) distanciados en la zona perimetral a 100 mm y 200 mm en la zona central, hincados con una pistola neumática	2 pernos de anclaje grado 8, de 5/8" de diámetro; con conectores de acero modelo HTT4 de Simpson Strong-Tie.
MP-100/CP-MA (H)	Madera aserrada de pino radiata, grado estructural visual G1, seca en cámara, escuadría 35x138 mm (1 ^{1/2} x 6"); y pie derechos distanciados a 406 mm. Pies derechos de borde consideran 5 piezas de madera.	Placa contrachapada en ambas caras del marco, de 12 mm de espesor, fijada con clavos de 3" de largo (diámetro 3 mm) distanciados en la zona perimetral a 100 mm y 200 mm en la zona central, hincados con una pistola neumática.	2 pernos de anclaje grado 8, de 1-1/8" de diámetro; con conectores de acero modelo HD12.

Nota: (H) Indica que la tipología fue sometida a un protocolo de carga con ciclos de carga lateral reversible (histéresis)

4. RESULTADOS

4.1 Ensayos de Corte Rodante a Tableros Contrachapados

El Cuadro N°3 presenta la estadística descriptiva para el esfuerzo de corte inducido (f_v) obtenido del ensayo de corte rodante a tableros contrachapados. Se observa una diferencia de un 47% en la resistencia al corte promedio de los tableros en orientación vertical respecto de la orientación horizontal. Por otro lado, se observan altos coeficientes de variación para esta propiedad de un 20% para la orientación vertical y un 26% para la orientación horizontal.

La Figura N°8, presenta la falla resultante de la aplicación de la carga hasta la rotura de la probeta. Se observa un separación y rotura en el sentido longitudinal de las placas que conforman el tablero producto del esfuerzo de corte.

Cuadro N°3
RESISTENCIA A CARGA LATERAL DE TIPOLOGÍAS
DE MUROS CON SISTEMA PLATAFORMA

Descripción	Esfuerzo de corte inducido (f_v)	
	Orientación Vertical	Orientación Horizontal
Promedio (MPa)	2,8	1,9
Máximo (MPa)	3,8	3,0
Mínimo (MPa)	1,8	1,0
Rango (MPa)	2,0	2,0
Tamaño de muestra	30	30
Desviación estándar (MPa)	0,5	0,5
Coeficiente de variación (%)	20	26



Figura N°8
FALLA POR CORTE RODANTE EN TABLEROS CONTRACHAPADOS

4.2 Ensayos de Muros de Corte

El Cuadro N°4 registra la estadística descriptiva asociada a los resultados de los ensayos ejecutados a las 3 tipologías de muros.

Se observa que las tipologías de muro MP-100/CP, MP-75/CP y MP-100/CP-MA (H) alcanzaron cargas laterales máximas promedio de 15.081 N/m, 17.623 N/m y 33.822 N/m, respectivamente. De lo anterior se desprende que a menor espaciamiento de clavado del tablero arriostrante, mayor es la capacidad de resistencia del muro a la carga lateral. También se verifica que el arriostramiento por ambas caras proporciona el doble de resistencia a carga lateral que un muro arriostrado por una cara.

Las Figuras N°9 a N°21 registran las curvas de histéresis de todos los ensayos ejecutados.

En todas las tipologías de muro ensayadas la falla se genera en el borde traccionado, que responde a la siguiente secuencia de desarrollo:

- Plastificación del acero de los medios de unión.
- Aplastamiento y desgarramiento de la zona de clavado (unión tablero y madera).
- Desclavado parcial de la unión pie derecho con solera inferior y superior en zona de tracción.

Las Figuras N°22 a N°26 registran las fallas descritas.

También contribuye a la falla de los muros la presencia del medio de unión herraje-pie derecho, que debilita la zona y concentra tensiones en su entorno.

En algunos casos el pie derecho falla por tracción en la zona de unión con el herraje (Figura N°24). En este caso la carga en tracción supera la resistencia característica de la madera aserrada a este esfuerzo.

Cuadro N° 4
RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CARGA LATERAL

Muro	Carga máxima (N/m)		
	MP-100/CP (H)	MP-75/CP (H)	MP-100/CP-MA (H)
1	14.180	18.279	33.130
2	18.688	19.098	35.220
3	17.049	15.000	33.115
4	14.016	23.115	N.A
5	11.721	12.541	N.A
Promedio	15.081	17.623	33.822
Desviación estándar	2.744	4.046	1.211
Coefficiente de variación (%)	18	20	4

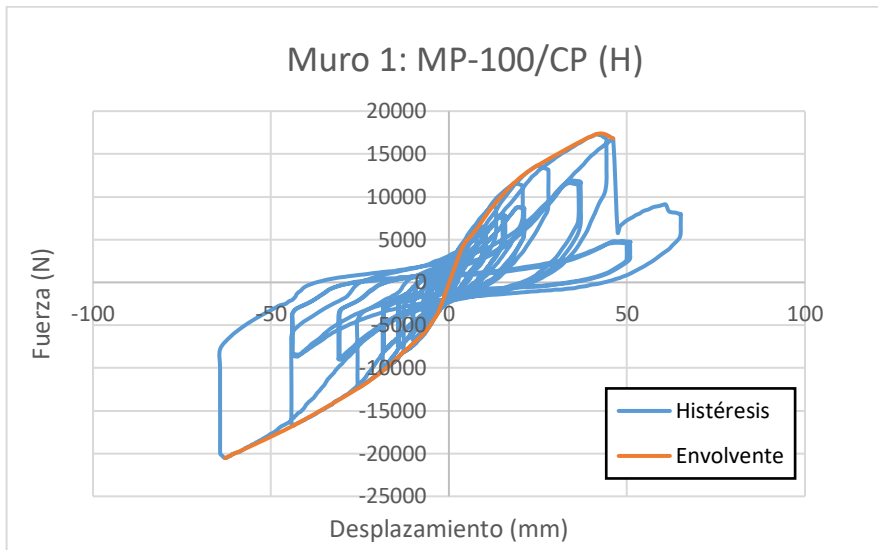


Figura N° 9
CURVA DE HISTÉRESIS MURO 1. TIPOLOGÍA: MP-100/CP (H)

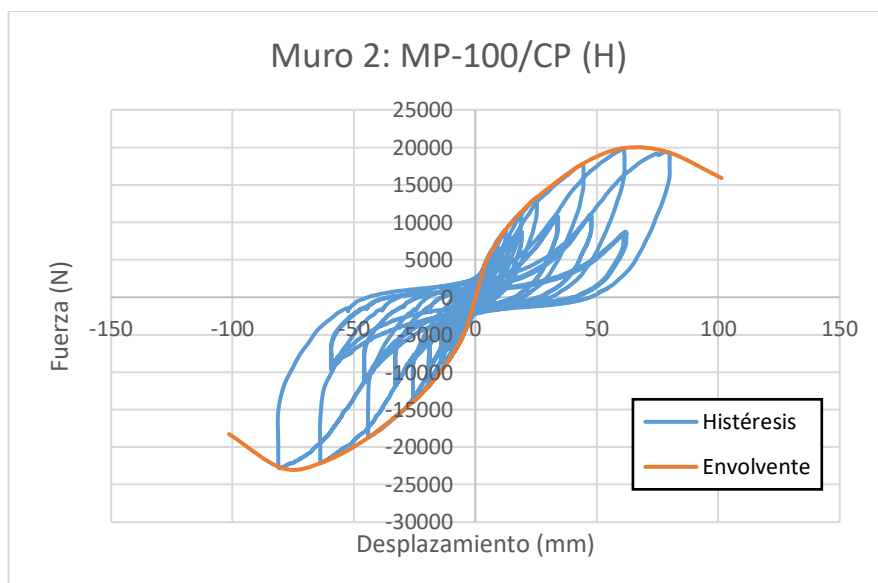


Figura N° 10
CURVA DE HISTÉRESIS MURO 2. TIPOLOGÍA: MP-100/CP (H)

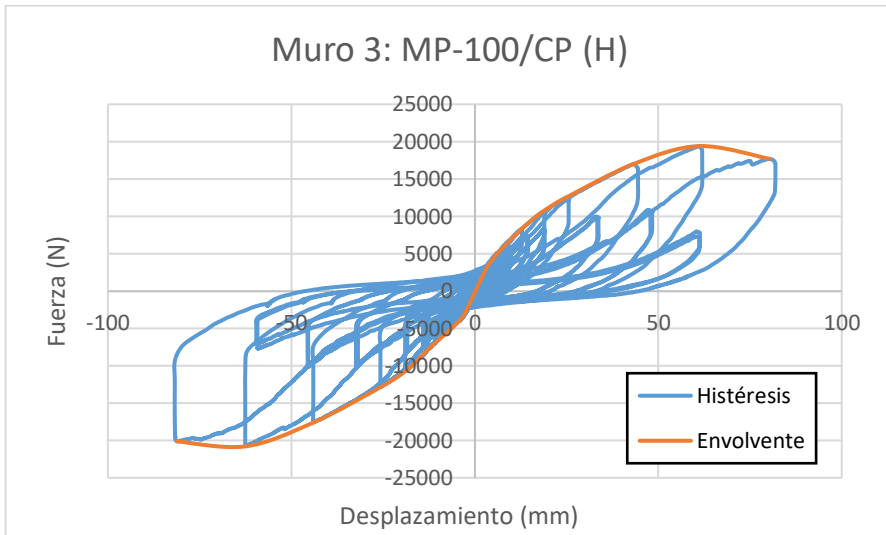


Figura N° 11
CURVA DE HISTÉRESIS MURO 3. TIPOLOGÍA: MP-100/CP (H)

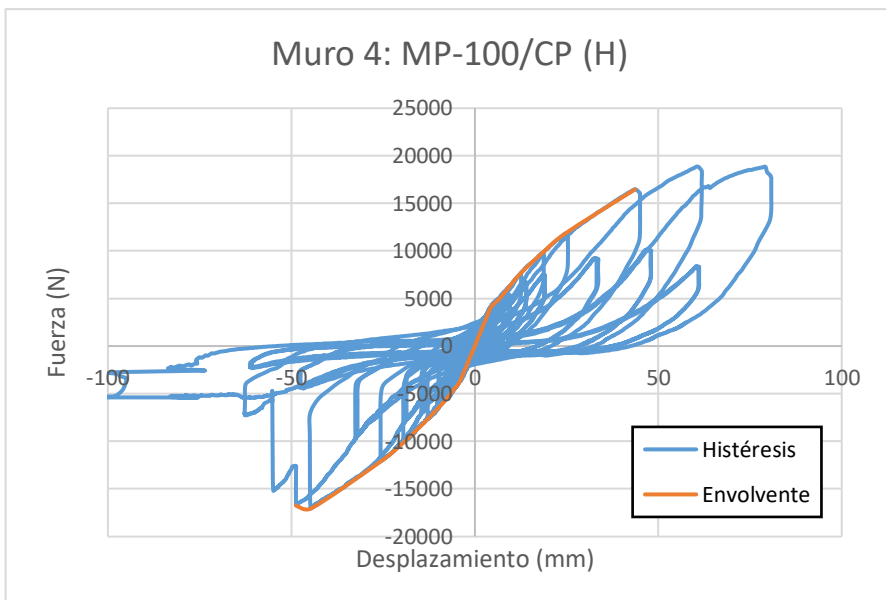


Figura N° 12
CURVA DE HISTÉRESIS MURO 4. TIPOLOGÍA: MP-100/CP (H)

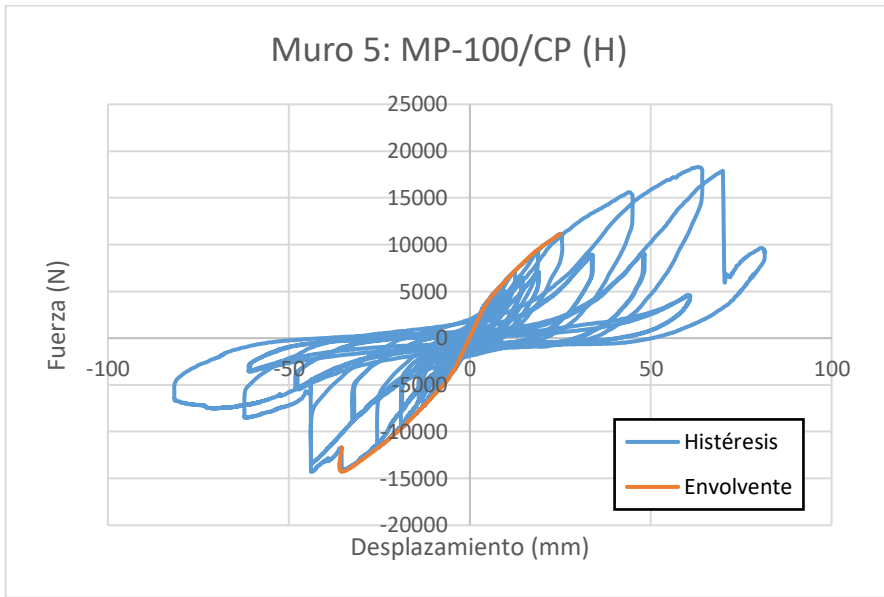


Figura N° 13
CURVA DE HISTÉRESIS MURO 5. TIPOLOGÍA: MP-100/CP (H)

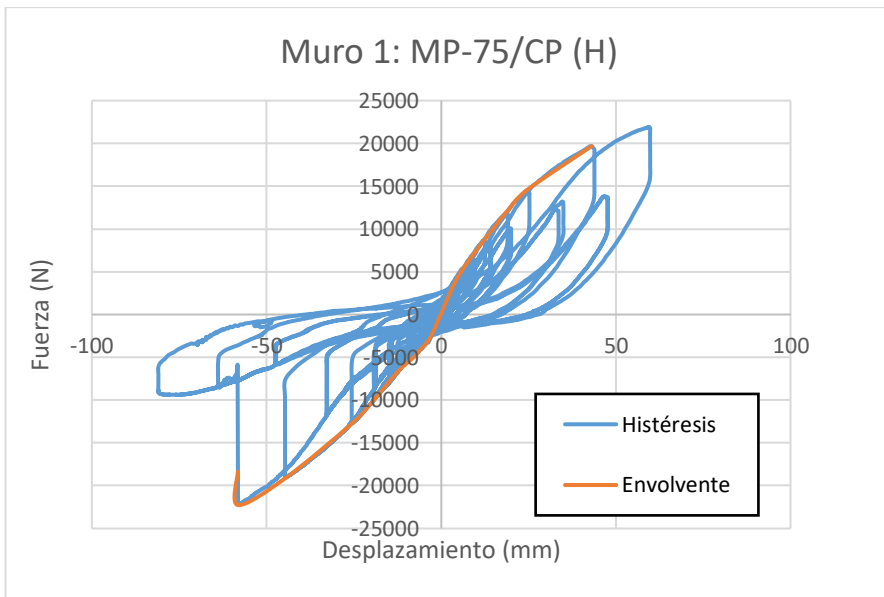


Figura N° 14
CURVA DE HISTÉRESIS MURO 1. TIPOLOGÍA: MP-75/CP (H)

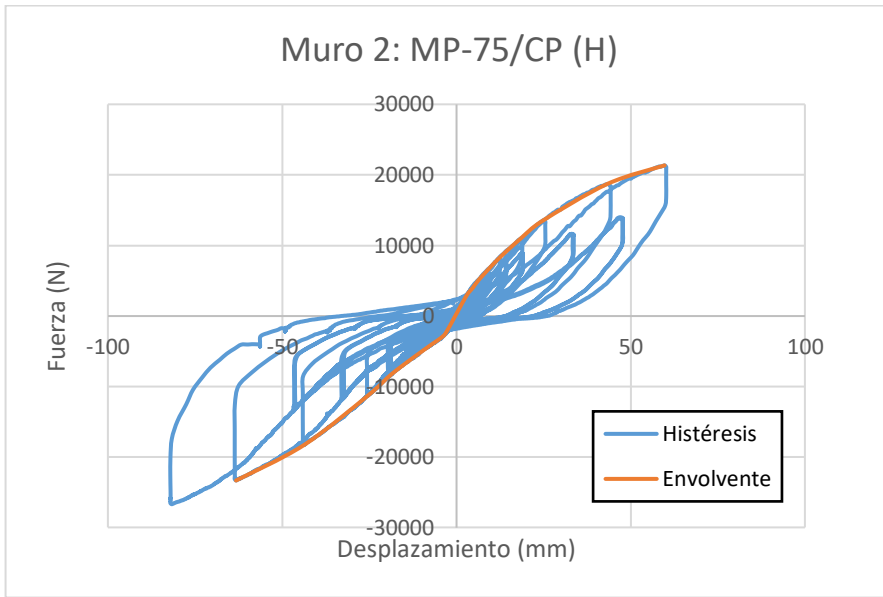


Figura N° 15
CURVA DE HISTÉRESIS MURO 2. TIPOLOGÍA: MP-75/CP (H)

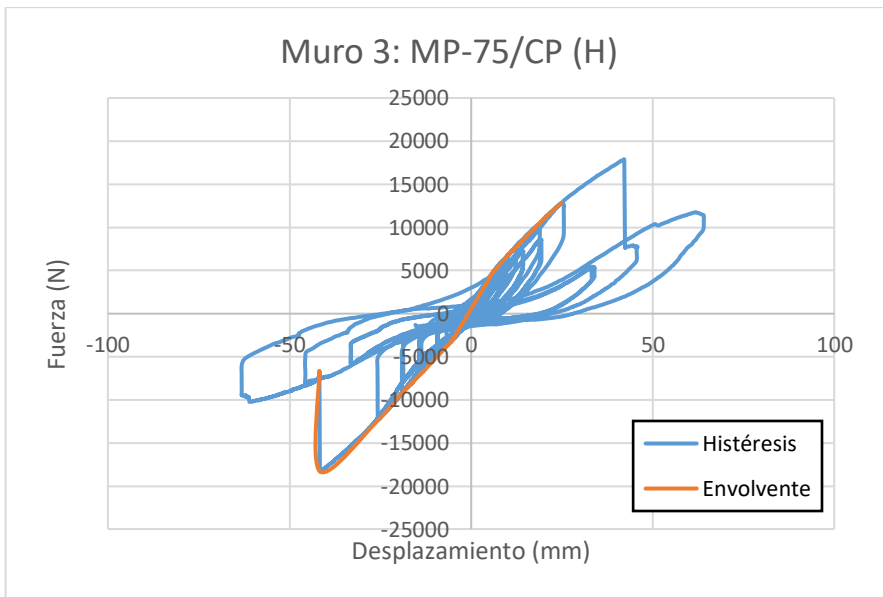


Figura N° 16
CURVA DE HISTÉRESIS MURO 3. TIPOLOGÍA: MP-75/CP (H)

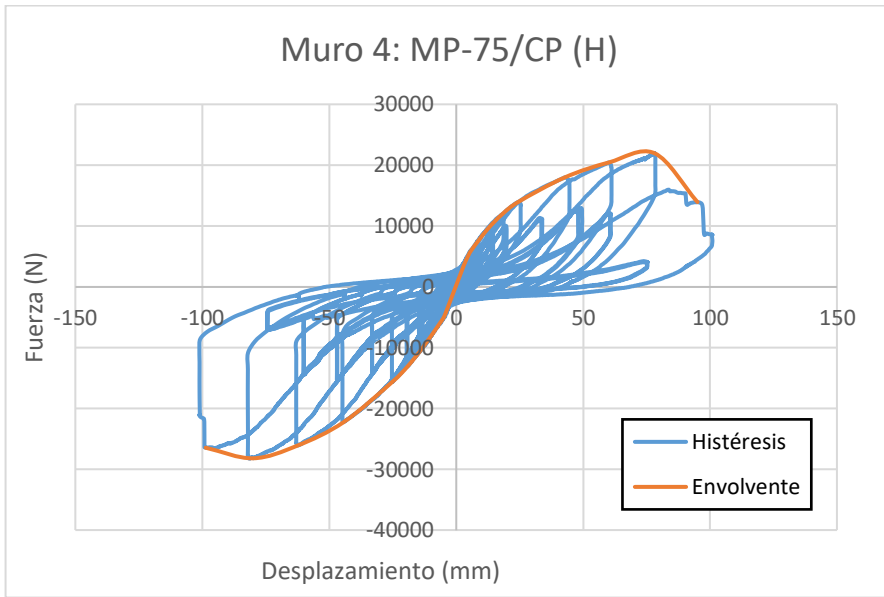


Figura N° 17
CURVA DE HISTÉRESIS MURO 4. TIPOLOGÍA: MP-75/CP (H)

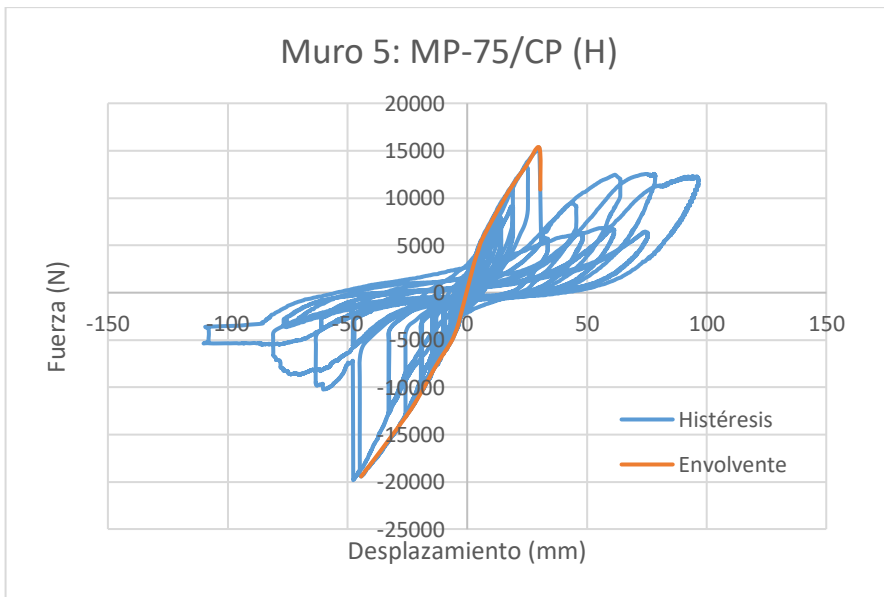


Figura N° 18
CURVA DE HISTÉRESIS MURO 5. TIPOLOGÍA: MP-75/CP (H)

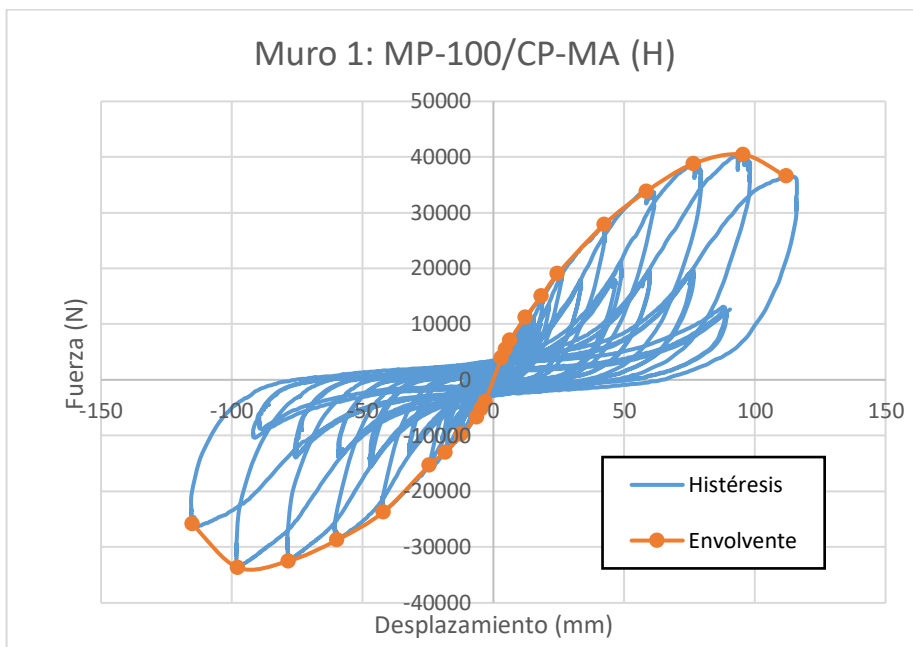


Figura N° 19
CURVA DE HISTÉRESIS MURO 1. TIPOLOGÍA: MP-100/CP-MA (H)

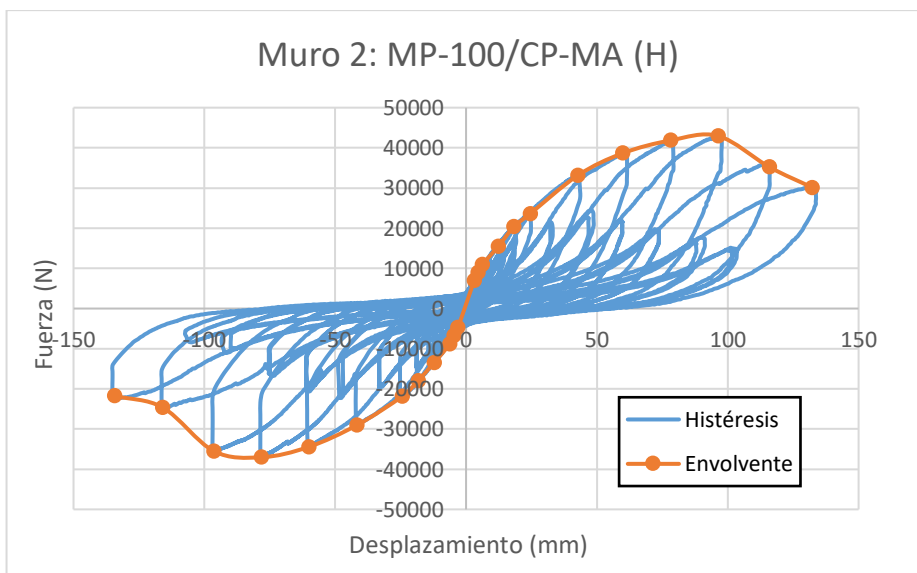


Figura N° 20
CURVA DE HISTÉRESIS MURO 2. TIPOLOGÍA: MP-100/CP-MA (H)

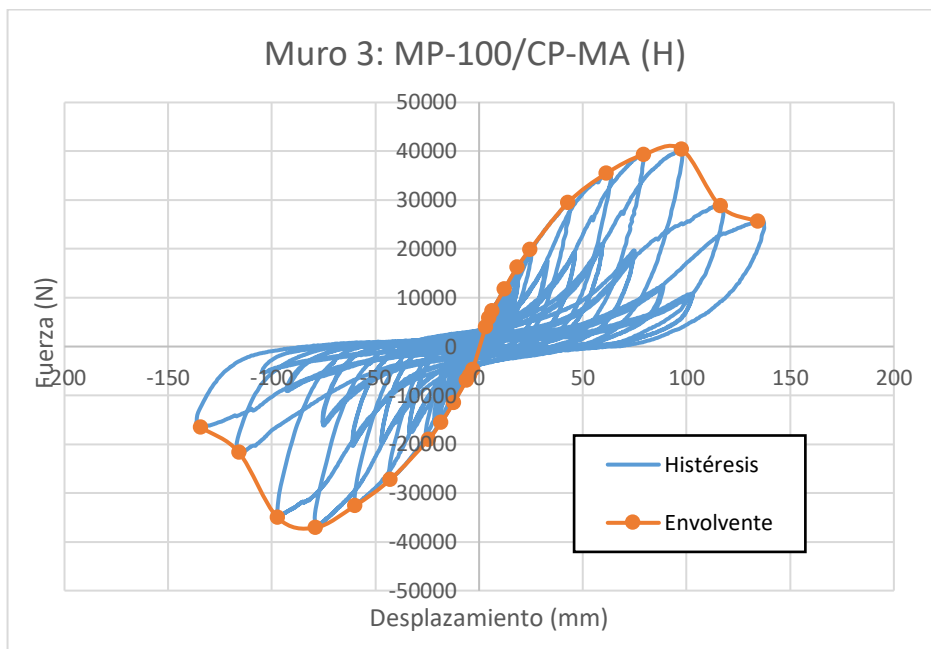


Figura N° 22
FLUENCIA CLAVO



Figura N° 23
DESCLAVADO DEL PIE DERECHO



Figura N° 24
FALLA POR APLASTAMIENTO LOCAL DEL
TABLERO CONTRACHAPADO



Figura N° 25
FALLA PIE DERECHO TRACCIONADO
EN ZONA DE UNIÓN CON HERRAJE



Figura N° 26
DESCLAVADO PLACA ESTRUCTURAL

5 ANÁLISIS DE RESULTADOS

El Cuadro N°5 registra los resultados de los ensayos de muros estructurales fabricados con madera aserrada estructural de pino radiata, arriostrados con tablero contrachapado. Además, se presentan resultados previos obtenidos por INFOR que consideran tipologías de muros fabricados con madera aserrada estructural de pino radiata y pino oregón (INFOR, 2019; 2020 y 2021), y arriostramiento con tableros OSB de 11,1 y 9 mm de espesor.

Se informan los valores de carga máxima promedio y las cargas admisibles asociadas a los criterios de deformaciones máximas permitidas por la norma chilena NCh 433 (INN, 2016) y la norma americana ASCE-07 (ASCE, 2005). Para las tipologías ensayadas se observa que la resistencia máxima a la carga lateral aumenta en un 17% al disminuir el espaciamiento de clavado perimetral de 100 a 75 mm. La tipología MP-100/CP-MA (CH), que representa a un segmento de muro para la construcción de mediana altura alcanzó una resistencia promedio de 33.821 N/m

El criterio de deformación señalado por la NCh 433 limita los desplazamientos relativos entre pisos a un máximo de $H/500$. Al ser aplicado a las tipologías estudiadas, provoca diferencias poco significativas de resistencia al corte. En el caso de las resistencias asociadas al criterio de deformación americano (ASCE-07), se observa un incremento de un 19% al disminuir el espaciamiento de clavado de 100 a 75 mm.

Cuadro N°5
RESISTENCIA A CARGA LATERAL DE TIPOLOGÍAS
DE MUROS CON SISTEMA PLATAFORMA

Muro	Carga máxima promedio (N/m)	Cargas admisibles, según criterio de deformación (N/m)	
		H/500 (NCh 433)	H/200 (ASCE-07)
MP-75/CP (H)	17.623	3.351	7.736
MP-100/CP (H)	15.081	3.422	6.508
MP-100/CP-MA (H)	33.821	5.388	9.975
MP-75/CP (1)	23.709	3.113	7.224
MP-100/CP (1)	19.752	2.963	6.478
MP-150/CP (1)	13.007	3.018	5.307
MP-100-9 (2)	13.500	3.306	6.221
MP-100-11 (2)	15.752	3.202	6.304
MP-150-11 (2)	12.075	2.990	5.698
MM-100-9 (3)	11.351	2.890	4.931
MM-100-11 (3)	11.966	3.669	6.133
MM-150-9 (3)	8.114	2.360	4.065
MM-150-11 (3)	8.989	3.267	4.942
MP-75-9 (3)	20.357	3.436	7.420
MP-75-11 (3)	20.056	3.452	7.214
MP-50-9 (3)	26.469	4.027	9.128
MM-75-9 (3)	18.061	3.236	7.002

(1): Tipologías (estudios previos de INFOR, 2021)

(2): Tipologías en pino oregón (estudios previos de INFOR, 2020)

(3): Tipologías en pino radiata (estudios previos de INFOR, 2019)

H: Altura entre pisos

MP: Clavo de 3"; Hincado con pistola neumática

MM: Clavo de 2"; Hincado con martillo

El Cuadro N°6 presenta un análisis comparativo entre los resultados promedio de los muros ensayados en este estudio con las tipologías que presentan igual espaciamiento de clavado registradas en estudios previos ejecutados por INFOR.

Al comparar la resistencia a la carga lateral máxima promedio de tipologías de muros equivalentes y ensayadas con las metodologías de NCh 802 (ensayos cíclicos con aplicación de carga cuasi estática) (INN, 2017) y NCh 3537 (INN, 2021) (ensayos cíclicos con aplicación de carga lateral reversible), se observa que estos últimos presentan una disminución de la resistencia de hasta un 35%, que se atribuye al protocolo de carga de la NCh 3537, que degrada la resistencia máxima del muro al aplicar una mayor cantidad de ciclos carga-descarga.

El Cuadro N°7 registra las tensiones axiales generadas en el pie derecho en tracción para las condiciones de carga máxima permitida por metro lineal, según el criterio de la NCh 433, registrándose tensiones de tracción inferiores a la capacidad otorgada a los grados G2 y C16 asociados al pino radiata.

Cuadro N°6
TABLA COMPARATIVA DE TIPOLOGÍAS DE MUROS
CON IGUAL ESPACIMIENTO DE CLAVADO

Tipología según espaciamiento de clavado	Carga máxima promedio (N/m)	Cargas admisibles, según criterio de deformación (N/m)	
		*H/500	*H/200
		(NCh 433)	(ASCE-07)
@75	-35%	8%	7%
@100	-31%	15%	0,5%

Cuadro N°7
TENSIONES AXIALES EN TRACCIÓN

Muro	*H/500 (NCh 433)	Carga en Tracción (N) (NCh 433)	Tensión en Tracción (MPa)	Grado Estructural Mínimo Necesario en Pie Derecho
MP-75/CP (CH)	3.351	8.174	2,2	Pino radiata C16 (3,5 MPa) o G2 (4,7 MPa)
MP-100/CP (CH)	3.422	8.350	2,3	
MP-100/CP-MA (CH)	5.388	13.147	0,4	
MP-75/CP (1)	3.113	7.595	2,1	
MP-100/CP (1)	2.963	7.230	2,1	
MP-150/CP (1)	3.018	7.363	2,0	
MP-100-9 (2)	3306	8.067	2,0	
MP-100-11 (2)	3202	7.813	1,9	
MP-150-11 (2)	2990	7.295	1,8	
MM-100-9 (3)	2.890	7.052	1,7	
MM-100-11 (3)	3.669	8.952	2,2	
MM-150-9 (3)	2.360	5.758	1,4	
MM-150-11 (3)	3.267	7.971	2,0	
MP-75-9 (3)	3.436	8.384	2,1	
MP-75-11 (3)	3.452	8.423	2,1	
MP-50-9 (3)	4.027	9.826	2,4	
MM-75-9 (3)	3.236	7.896	1,9	

(1): Tipologías (estudios previos de INFOR, 2021)

(2): Tipologías en pino oregón (estudios previos de INFOR, 2020)

(3): Tipologías en pino radiata (estudios previos de INFOR, 2019)

6 CONCLUSIONES

Al comparar los resultados de ensayos de muros ejecutados por INFOR en estudios previos, fabricados con madera aserrada estructural de pino radiata y arriostrados con tableros OSB, con los resultados obtenidos con muros arriostrados con tableros contrachapados, considerando los mismos espaciamientos de clavado; se observa que las principales diferencias ocurren para la resistencia máxima promedio a carga lateral. Sin embargo, al comparar las resistencias asociadas a los criterios de deformaciones de la NCh 433 y la ASCE-07, la diferencia es menos significativa. Además, Los resultados muestran la misma tendencia de estudios previos ejecutados por INFOR. El espaciamiento de clavado perimetral es el factor de más relevancia para la resistencia al corte de los muros estructurales.

En la tipología de muros para estructuras de mediana altura, se observa que el mecanismo de falla se concentra en las uniones placa-madera. En ningún caso se produjo falla por tensiones axiales de los pies derechos de borde. Además, se verifica que, al instalar la placa estructural en

ambas caras del marco se duplica la resistencia respecto de la tipología equivalente que considera placa en una sola cara.

7 REFERENCIAS

ASTM (2018). ASTM D2718-18 *Structural test methods for structural panels in planar shear*. American Society for Testing and Materials.

INN (2014). NCh 1198: Madera. Construcciones en madera. Cálculo. Instituto Nacional de Normalización, Chile.

INN (2021). NCh 3537: Ensayo de carga cíclica (reversible) para la resistencia al corte de elementos verticales de sistemas de resistencia a la fuerza lateral de edificaciones - Método de ensayo. Instituto Nacional de Normalización, Chile.

INN (2017). NCh 802/2017: Elementos de construcción. Segmento de muro. Ensayo de carga horizontal. Instituto Nacional de normalización.

INN (1996). NCh 433: Diseño sísmico de edificios. Instituto Nacional de Normalización, Chile.

ASCE (2005). ASCE-07. Minimum design loads for buildings and other structures. American Society of Civil Engineers, EEUU.

INFOR (2019). Caracterización mecánica de muros estructurales de madera de pino radiata sometidos a carga horizontal. Informe Técnico N°228. Chile

INFOR (2020). Caracterización mecánica de muros fabricados con madera aserrada estructural de pino oregón. Informe Técnico N°234. Chile.

INFOR (2021). Caracterización mecánica de tipologías de muros fabricados con madera aserrada estructural de pino radiata y sometidos a carga lateral. Informe Técnico N°245. Chile.



INFOR



www.infor.cl