

Tabla 3.1 Dimensiones netas mínimas (mm) de la sección transversal (ancho por alto: bxd) para correas de madera aserrada

<i>Separación entre centros de apoyo de la correa (m)</i>	<i>Pino</i>	
	EC1	ECO
0,61	35 x 95 (38 x 100)	45 x 95 (50 x 100)
1,22	45 x 120 (50 x 125)	45 x 145 (50 x 150)

Entre paréntesis se indican dimensiones sin cepillar

La utilización de la Tabla 3.1 requiere que se cumplan las siguientes condiciones:

La carga permanente corresponde al peso propio de la correa sumado a una cubierta de chapa con un peso aproximado de 0,06kN/m².

Las correas se colocan con una distancia entre ejes igual o menor a 1m. Las prolongaciones laterales en voladizo de las correas no exceden de 0,61

Los clavadores están unidos a la estructura que los soporta de manera que en cada apoyo su sección transversal tiene impedido el giro y el desplazamiento lateral.

En cada apoyo, la unión del clavador con la estructura que lo soporta satisface los siguientes requisitos:

- i) si el apoyo es directo, dispone de una longitud de contacto (según el eje longitudinal del clavador) igual o mayor a 35mm para controlar el nivel de las tensiones perpendiculares a las fibras y,
- ii) la conexión equilibra un esfuerzo de levantamiento (debido a la succión del viento) con un valor nominal de 1,8kN cuando la correa está apoyada sobre cerchas separadas 1,22m y de 0,9kN cuando está apoyada sobre vigas separadas 0,61m.

4.2. Cerchas de techo

En las siguientes tablas se presentan soluciones de cubierta con cerchas de estructura reticulada con una y con dos pendientes, para distintas longitudes entre apoyos.

El uso de las Tablas 3.5 y 3.6 requiere que se cumplan las siguientes condiciones:

La carga permanente se integra con el peso propio de la cercha sumado a una carga de 400 M/m², corresponde a los elementos de cubierta (chapa ondulada, correas, aislación térmica e hidrófuga, tirantillos, tablero OSB de 8 mm de espesor) y elementos del diafragma y cielorraso (tirantillos, tablero contrachapado de 12 mm de espesor y placa de yeso RF de 15 mm de espesor).

Las cerchas se disponen con una distancia entre ejes igual o menor a 1,22m en coincidencia con la presencia de montantes en el muro portante.

El cordón superior de las cerchas se encuentra arriostrado cada 1m por la presencia de las corres de la cubierta. El cordón inferior se encuentra arriostrado cada 0,61m por el tirantillo continuo con sección de 45mm x 45mm que forma parte del diafragma y se ubica perpendicularmente a las cerchas.



Las primeras dos cerchas desde cada extremo se rigidizan vinculándolas entre sí.

Toda la estructura de la cubierta se encuentra protegida del fuego con una placa inferior de yeso RF de 15 mm de espesor.

Las uniones se materializan utilizando placas fenólicas de ambos lados y clavos con las características que se indican en cada caso.

En cada apoyo, la unión de las cerchas con la estructura que la soporta satisface los siguientes requisitos:

La unión impide el desplazamiento lateral y el giro de la sección transversal de la cercha.

Si el apoyo es directo, dispone de una longitud de contacto igual o mayor a 45 mm para controlar el nivel de las tensiones perpendiculares a las fibras.

La conexión equilibra un esfuerzo de levantamiento con el valor nominal (sin mayorar) indicado en la última columna de las Tablas 3.5 y 3.6

Cerchas con una pendiente

La Tabla 3.5 exhibe las dimensiones netas mínimas de la sección transversal de las piezas componentes de las cerchas con una pendiente comprendida entre el 15% y el 30%

Tabla 3.5 Características y dimensiones mínimas (mm) de la sección transversal (ancho por alto) de las piezas componentes de las cerchas con una pendiente.

Longitud entre apoyos (m)	Pino - EC1				E.L. ⁽¹⁾
	D - M	CI	CS ⁽²⁾	CS ⁽³⁾	(N)
3,66	35 x 95	35 x 95	35 x 95	35 x 120	3750
4,88	35 x 95	35 x 95	35 x 95	35 x 120	4350
6,10	45 x 70	45 x 70	45 x 95 ⁽⁶⁾	45 x 120	5200

D: Diagonales; M: Montantes; CI: Cordón inferior; CS: Cordón superior; (1) Esfuerzo de Levantamiento (debido a la succión del viento) con el valor nominal (sin mayorar); (2) Para extremo Tipo 1 o 2; (3) Para extremo Tipo 3; (6) En Zona Interior con cualquier Rugosidad y en Zona Costera con Rugosidades 2, 3 y 4 se puede reducir esta sección a 45mm x 70mm.

Cerchas con dos pendientes

La Tabla 3.6 exhibe las dimensiones netas mínimas de la sección transversal, de las piezas componentes de cerchas con dos pendientes de 30%

Tabla 3.6 Características y dimensiones mínimas (mm) de la sección transversal (ancho por alto) de las piezas componentes de las cerchas de dos pendientes.

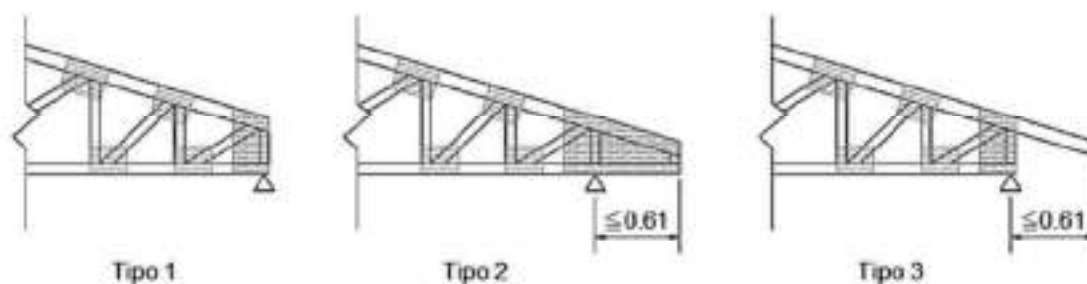
Longitud entre apoyos (m)	Pino - EC1				E.L. ⁽¹⁾
	D - M	CI	CS ⁽²⁾	CS ⁽³⁾	(N)
4,88	35 x 95	35 x 95	35 x 95	35 x 120	4700
7,32	35 x 95	35 x 95	35 x 120 ⁽⁵⁾	35 x 120	6700
9,76	45 x 70	45 x 70	45 x 95	45 x 120	8800

D: Diagonales; M: Montantes; CI: Cordón inferior; CS: Cordón superior; (1) Esfuerzo de Levantamiento (debido a la succión del viento) con el valor nominal (sin mayorar); (2) Para extremo Tipo 1 o 2; (3) Para extremo Tipo 3; (5) En Zona Interior con cualquier Rugosidad y en Zona Costera con Rugosidades 2, 3 y 4 se puede reducir esta sección a 35mm x 95mm.

Detalles constructivos

A continuación, se ofrecen 6 detalles constructivos que se relacionan a los siguientes aspectos de cerchas con una y dos pendientes: tipologías de los extremos, ajuste de la longitud, empalme de los cordones, rigidización transversal, uniones en los nodos y características de las placas de conexión.

Se pueden adoptar tres Tipologías de extremos, las que se muestran en la siguiente figura. En el extremo Tipo 3 se diferencia la sección transversal del cordón superior (CS), como se especifica en las Tablas 3.5 y 3.6.



Tipologías de extremos

El ajuste de la longitud de cercha al requerimiento de proyecto se realiza respetando las siguientes consideraciones:

Se adoptan las secciones y dimensiones generales de la cercha de la longitud inmediatamente superior a la requerida.

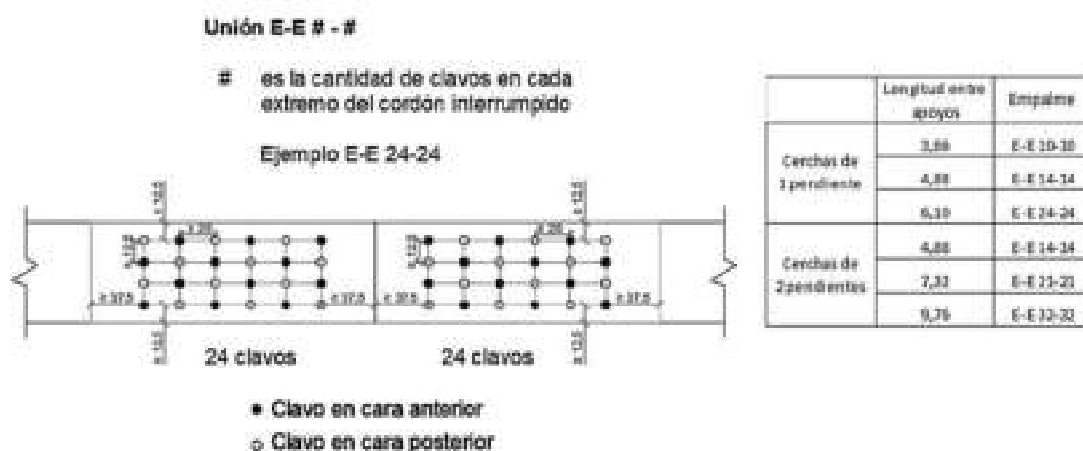
Se mantiene la altura de 0.40m en la zona de apoyo de la cercha.

Se mantiene la pendiente en el rango indicado, según sea para una pendiente (entre 15% y 30%) o dos pendientes (30%).

Se mantienen los dos tramos de 0,61m en el (los) extremo(s) bajo(s) de la cercha adyacentes al apoyo hacia el interior.

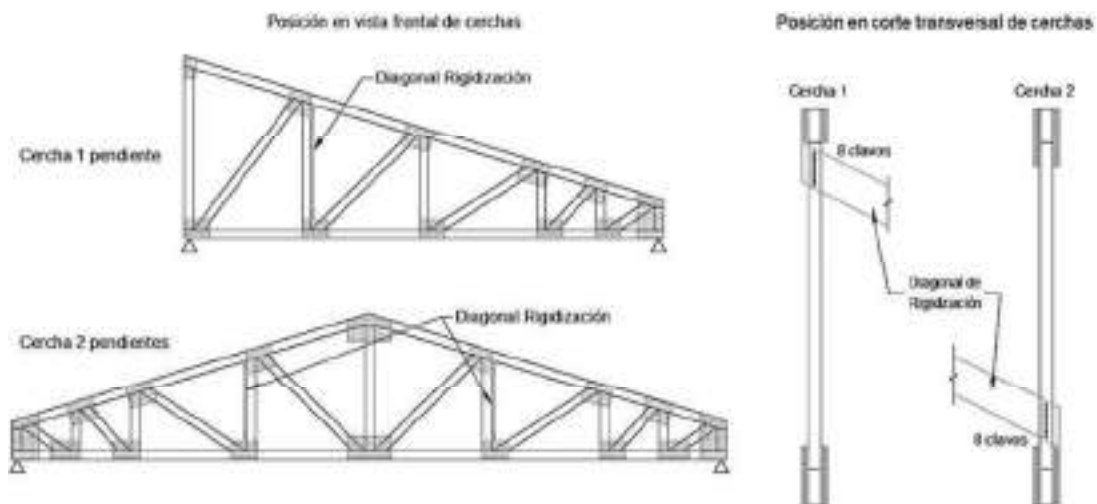
Se reducen uniformemente los restantes espacios entre montantes para alcanzar la longitud entre apoyos requerida.

El empalme del cordón (superior o inferior) puede disponerse según la conveniencia de cada proyecto, pero debe evitarse ejecutarlo en la proximidad de los apoyos. Las configuraciones de empalme para cada tipo de cercha se presentan en siguiente figura.



Detalles del empalme del cordón

La rigidización transversal de las primeras dos cerchas desde cada extremo de la cubierta (en forma simétrica) debe realizarse en todos los casos como se indica en la siguiente figura. La sección transversal mínima de la diagonal de rigidización es 35mm x 95mm en Pino EC1. La diagonal se vincula al extremo superior del montante de la primera cercha (cercha 1) y al extremo inferior del montante de la segunda cercha (cercha 2), en las posiciones que se indican en la figura para cerchas de una y dos pendientes. En cada unión se colocan neumáticamente ocho clavos espiralados de 2,5mm de diámetro y 75mm de longitud separados entre sí como mínimo 12,5mm.



Rigidización transversal de las cerchas

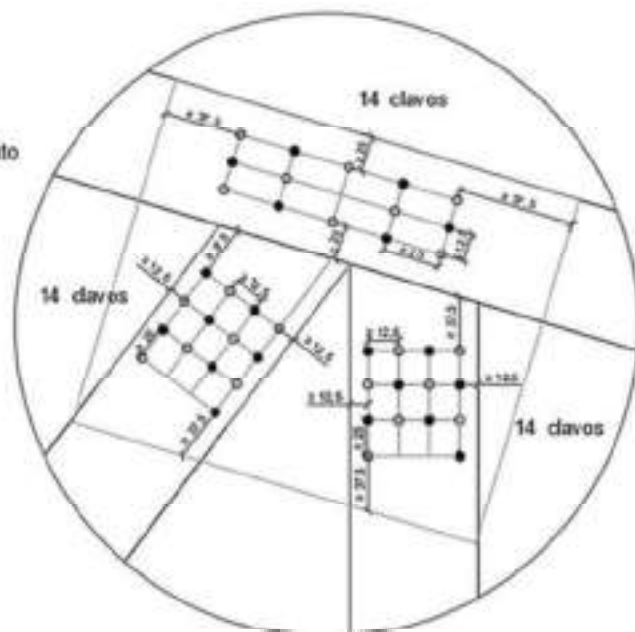
Las uniones típicas en los nodos se muestran en la siguiente figura indicando en cada caso las distancias entre elementos de conexión que deben respetarse. Todos los ejemplos presentados a continuación se elaboraron considerando uniones con clavos que penetran las tres piezas (dos secciones de borde)

Unión U#

es la cantidad de clavos en cada elemento que concurre a la conexión

Ejemplo U14

- Clavo en cara anterior
- Clavo en cara posterior

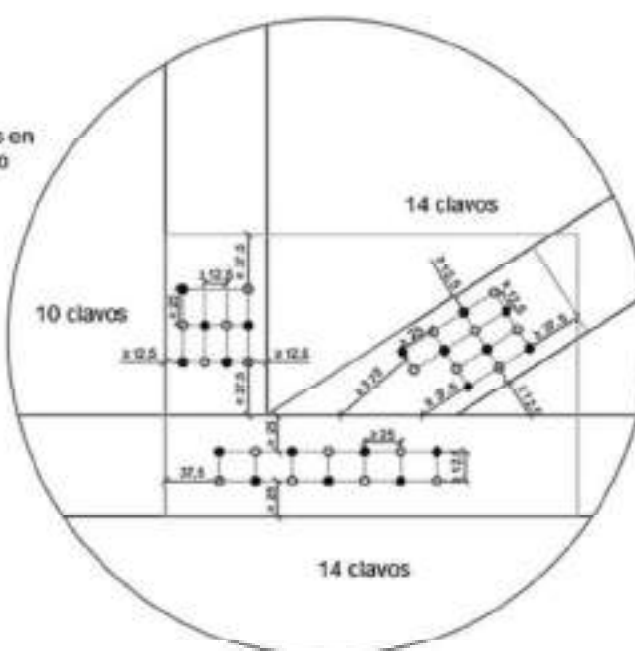


Unión U # -

el primer número es la cantidad de clavos en la diagonal y el cordón inferior, el segundo número es la cantidad de clavos en el montante.

Ejemplo U 14-10

- Clavo en cara anterior
- Clavo en cara posterior

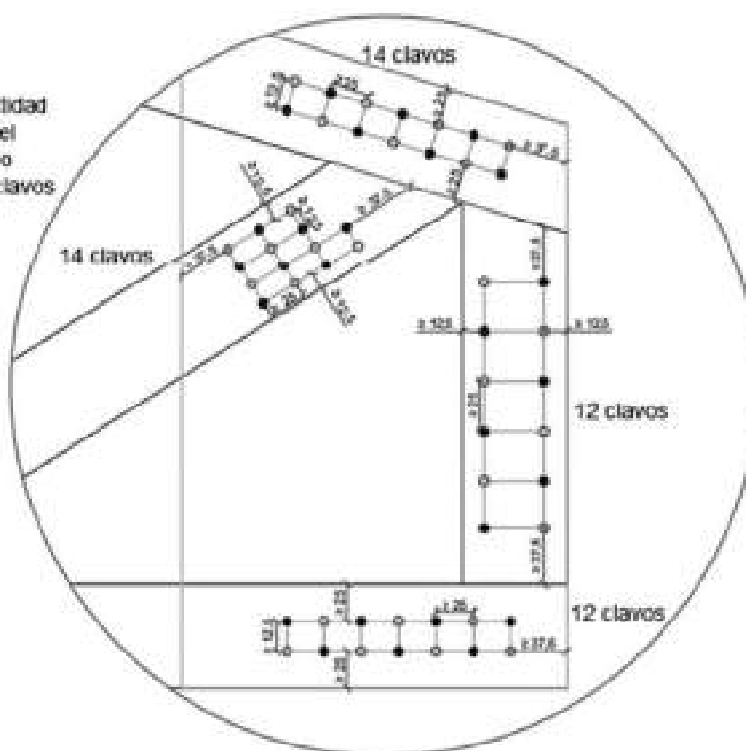


Unión de Extremo UE # -

el primer número es la cantidad de clavos en la diagonal y el cordón superior, el segundo número es la cantidad de clavos en el montante y el cordón inferior.

Ejemplo UE 14-12

- Clavo en cara anterior
- Clavo en cara posterior

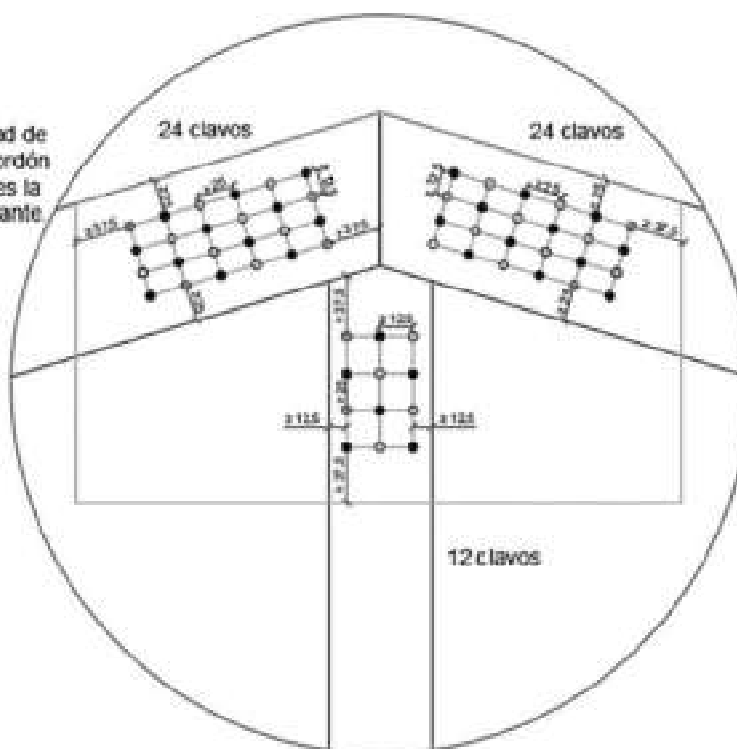


Unión Central Superior UCS # -

el primer número es la cantidad de clavos en cada extremo del cordón superior, el segundo número es la cantidad de clavos en el montante

Ejemplo UCS 24-12

- Clavo en cara anterior
- Clavo en cara posterior

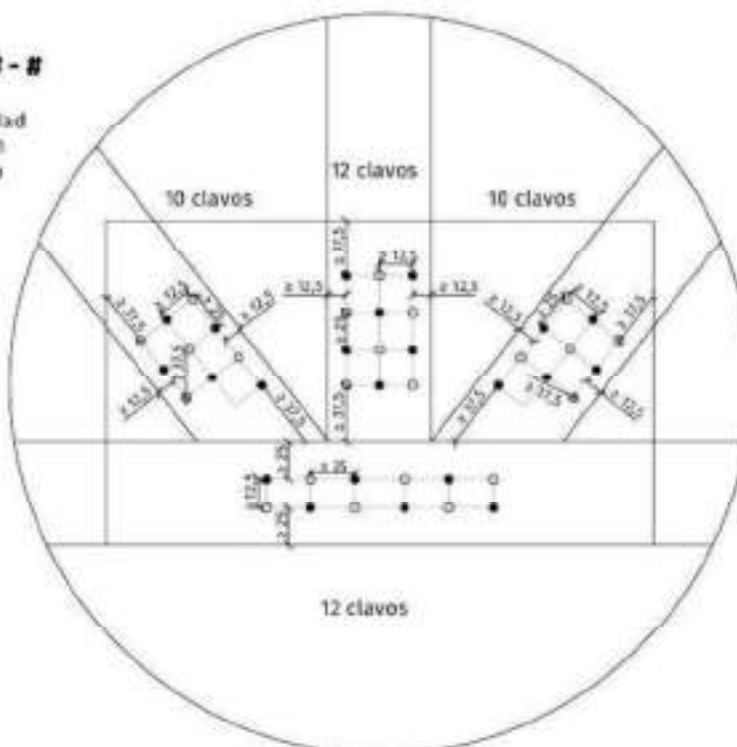


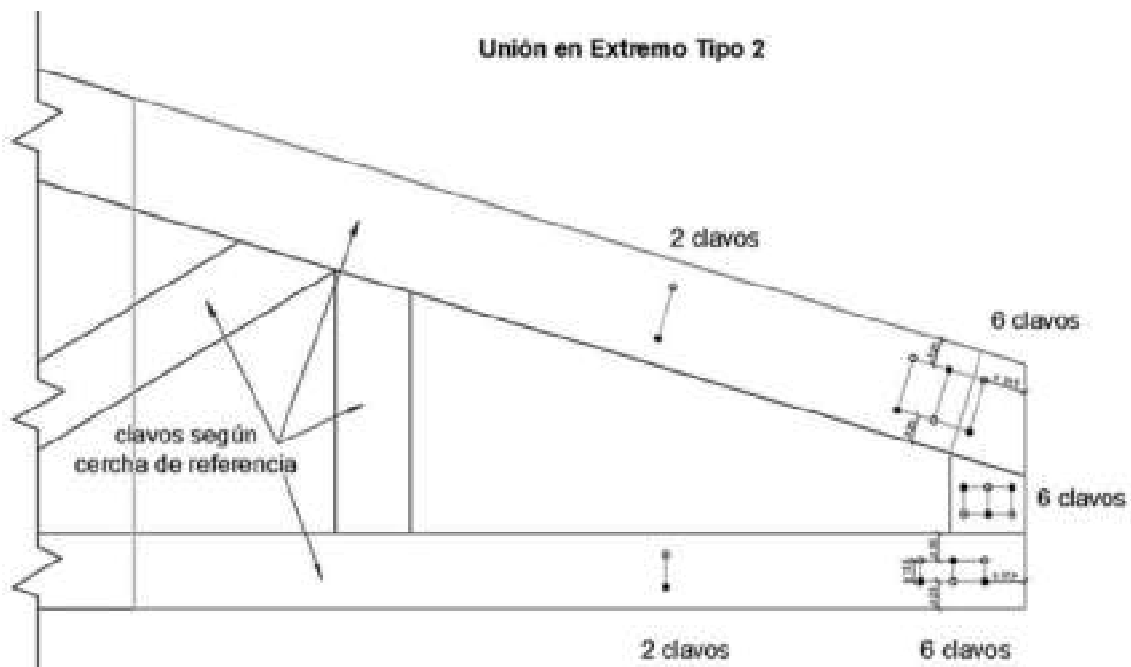
Unión Central Inferior UCI # -

el primer número es la cantidad de clavos en el montante y en el cordón inferior, el segundo número es la cantidad de clavos en cada diagonal.

Ejemplo UCI-12-10

- Clavo en cara anterior
- Clavo en cara posterior





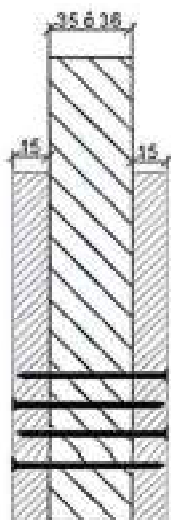
Uniones típicas en los nodos

Las características de las placas de conexión varían en función del espesor de las piezas que componen la cercha. Cuando se construye con piezas de 35mm o 36mm de espesor se pueden emplear placas fenólicas de 15mm de espesor y clavos espiralados colocados neumáticamente de 2,5mm de diámetro por 65mm de largo, constituyendo conexiones de dos secciones de corte, como se muestra en la siguiente figura a la izquierda. Se coloca la mitad de la cantidad indicada de clavos a cada lado de la cercha.

Cuando la cercha se construye con piezas de 45mm de espesor, se puede utilizar placas fenólicas de 18mm de espesor y clavos espiralados colocados neumáticamente de 2,5mm de diámetro por 40mm de largo, constituyendo conexiones de una sección de corte, como se muestra en la siguiente figura a la derecha. Se coloca la totalidad de la cantidad indicada de clavos a cada lado de la cercha.

Corte de Uniones

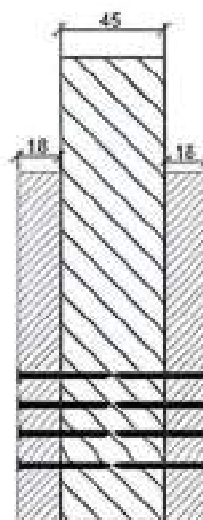
Uniones con clavos que penetran las 3 piezas



clavos 2,5mm x 65mm
(penetración mínima de la punta $\geq 15\text{mm}$)

La cantidad de clavos indicada en los detalles de uniones debe colocarse la mitad desde cada lado.

Uniones con clavos que penetran 2 piezas



clavos 2,5mm x 40mm
(penetración mínima de la punta $\geq 20\text{mm}$)

La cantidad de clavos indicada en los detalles de uniones debe colocarse de ambos lados.

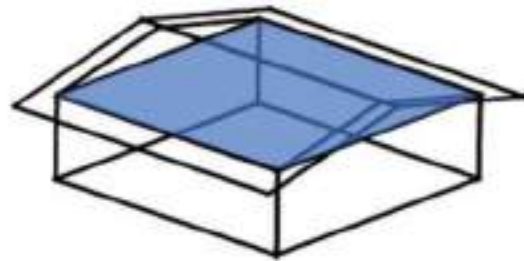
En ambos casos, si alguno de los espesores de las piezas de madera o de la placa varía (aumenta), por ejemplo, por la utilización de madera sin cepillar, debe verificarse la penetración mínima de la punta del clavo en la última pieza o bien modificar (incrementar) la longitud del mismo.

4.3. Diafragma de cubierta

Los diafragmas forman parte del sistema estructural que absorbe y traslada a las fundaciones los esfuerzos horizontales debidos a la acción del viento. Cada diafragma recibe esos esfuerzos de parte de los muros expuestos al viento según la dirección considerada (paredes perpendiculares a la dirección de éste), y los traslada al extremo superior de los muros de corte destinados a ese fin. A través de éstos, en general ubicados en el perímetro exterior de la vivienda y a veces en su interior, y cuyo eje es paralelo a la dirección del viento, los esfuerzos horizontales son finalmente transportados a las fundaciones.

Cubierta con cerchas

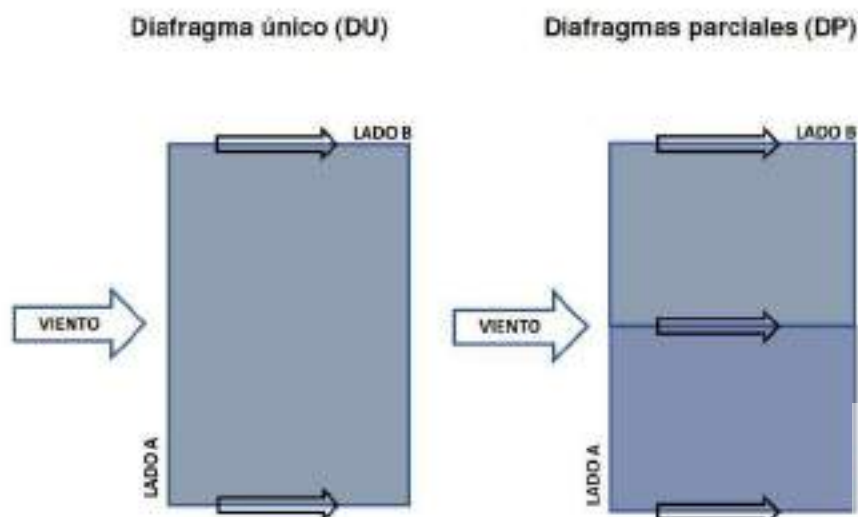
Diafragma construido en el plano horizontal ubicado debajo del cordón inferior de las cerchas



Longitud máxima de los montantes de los muros: 2,80 m.

Los diafragmas que se presentan en este capítulo son de forma cuadrada o rectangular, y una vivienda puede proyectarse con un diafragma único (DU) abarcando toda su superficie y conectado solo a los muros portantes exteriores, o con diafragmas parciales (DP) que también se conectan a muros portantes interiores. La construcción de diafragmas parciales puede responder a los siguientes motivos:

- 1) La decisión del profesional responsable de la obra, debido a las características del proyecto o con el propósito de conectar los diafragmas parciales a muros portantes interiores, incrementando de esa forma la longitud de transferencia de esfuerzos.
- 2) El cumplimiento del requerimiento expresado en la Tabla 3.7 en viviendas con relación de lados $a/b > 1,5$ y localizadas en la Zona Costera con Rugosidad 1 y 2 o en la Zona Interior con Rugosidad 1. En estos casos se requiere la incorporación de muros portantes interiores (que se suman a los exteriores) para completar el sistema de transferencia de esfuerzos.



Cada diafragma está conformado por los siguientes elementos:

- 1) Un plano rígido constituido por un conjunto de tableros colocados en tresbolillo o un entablonado machihembrado, en ambos casos estructurales.
- 2) Las piezas de borde (cordones) vinculadas al perímetro del conjunto de tableros (o entablonado) y a su vez conectadas a los muros de corte.

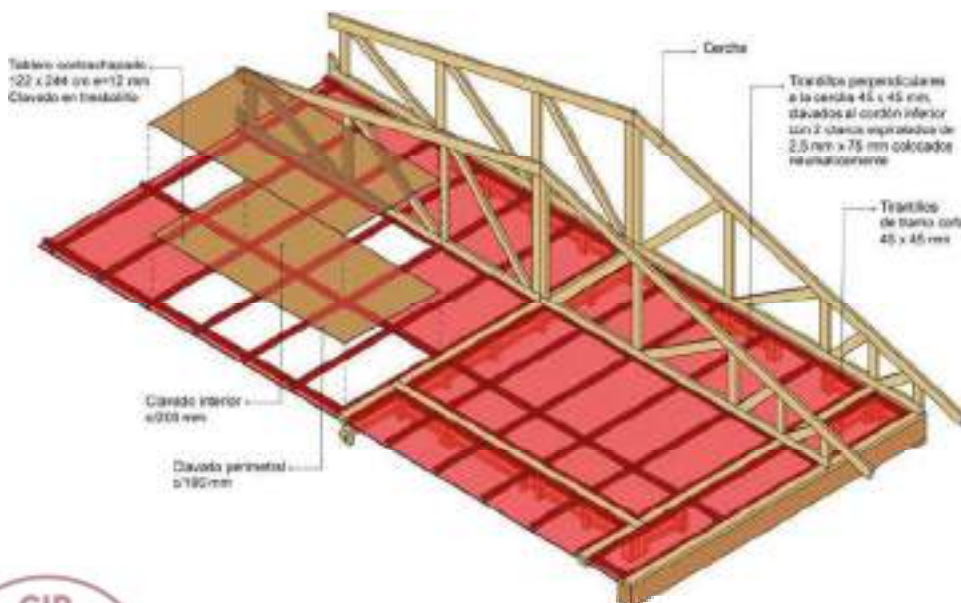
La Tabla 3.7 presenta los lineamientos generales que deben satisfacer la conformación del diafragma de cubierta de una vivienda.

Tabla 3.7 Características de los diafragmas de cubierta en función de la relación de los lados de la vivienda y su condición de exposición al viento (Zona y Rugosidad)

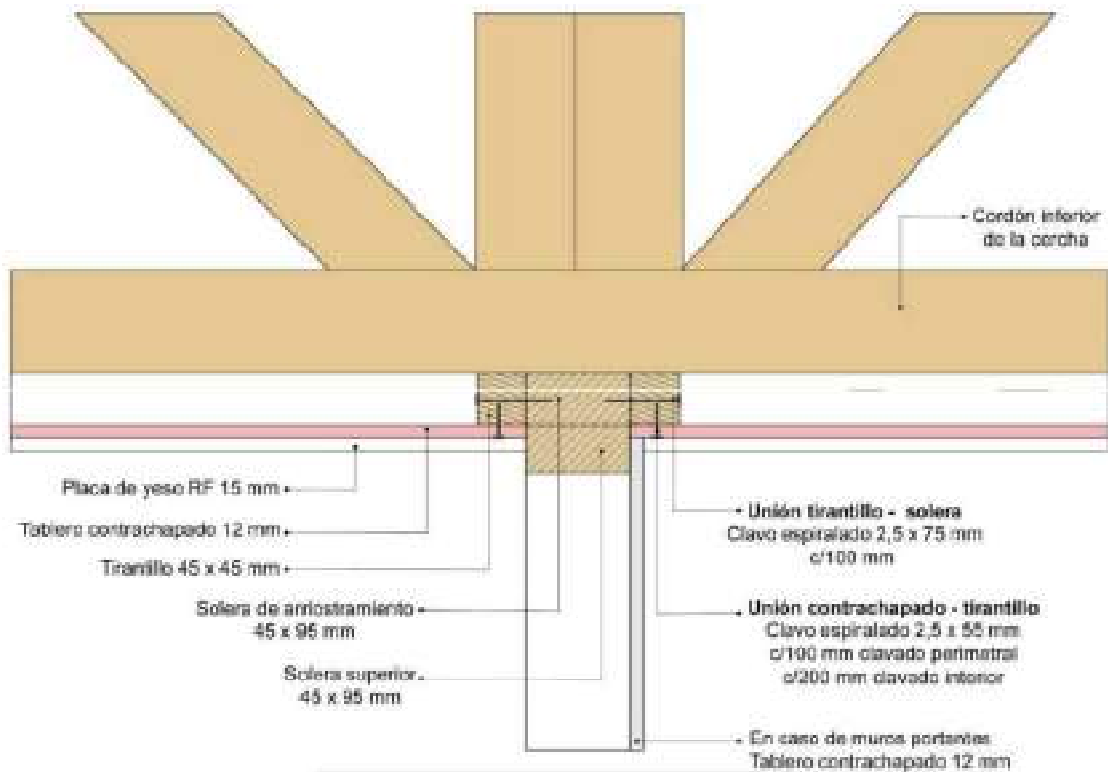
Relación de lados de la vivienda a/b	Superficie Expuesta (m ²)	Tipo de diafragma de cubierta							
		Zona y Rugosidad (R) según norma UNIT 50 (1984)							
		Costera				Interior			
		R1 ⁽¹⁾	R2 ⁽²⁾	R3 ⁽²⁾	R4 ⁽²⁾	R1 ⁽¹⁾	R2 ⁽²⁾	R3 ⁽²⁾	R4 ⁽²⁾
a/b ≤ 1,5	≤ 50	DU ⁽³⁾	DU ⁽³⁾	DU ⁽³⁾	DU ⁽³⁾	DU ⁽³⁾	DU ⁽³⁾	DU ⁽³⁾	DU ⁽³⁾
1,5 < a/b ≤ 2		DP ⁽⁴⁾	DP ⁽⁴⁾	DU ⁽³⁾	DU ⁽³⁾	DP ⁽⁴⁾	DU ⁽³⁾	DU ⁽³⁾	DU ⁽³⁾

(1) El clavado del diafragma y de sus elementos componentes se realiza en el perímetro común espaciamiento máximo de 100mm y en el interior de 200mm; (2) El clavado del diafragma y de sus elementos componentes se realiza en el perímetro con un espaciamiento máximo de 150mm y en el interior de 300mm; (3) Es posible construir un Diafragma Único (DU), involucrando la superficie total de la cubierta y transfiriendo los esfuerzos a los muros portantes exteriores; (4) Se requiere construir Diafragmas Parciales (DP), conectados tanto a muros portantes exteriores como interiores para incrementar la longitud de transferencia de los esfuerzos.

En las siguientes figuras se muestran detalles de la conformación del diafragma y de la resolución adoptada para su continuidad cuando es interceptado por un muro interior.



Detalles de la conformación del diafragma de la cubierta



Continuidad del diafragma a través de muros interiores

Como piezas de borde (cordones) del diafragma se adoptan las soleras de arriostramiento de los muros, que en este caso requieren una sección de 45 x 95mm (Pino EC1) por la localización de la vivienda (Zona costera, Rugosidad 1) y la disposición de los montantes de muro con altura menos o igual a 2,8m (ver Tabla 3.8).

4.4. De los cerramientos verticales

4.4.1 Muros portantes

En todos los casos los muros portantes están protegidos de la acción del fuego con una placa de yeso RF de 15mm de espesor colocada en su(s) superficie(s) interior(es). Los muros portantes constan de un bastidor al que se unen los tableros. Se consideran dos tipos de muros donde los montantes satisfacen los requisitos indicados en la Tabla 3.8 y cuyos bastidores exhiben las diferencias que se expresan a continuación:

- 1) Los muros ubicados en viviendas con una cubierta sustentada por vigas, sobre los cuales se ubica un diafragma inclinado.

En muros ubicados en viviendas cuya cubierta está sustentada por vigas sobre las que se desarrolla un diafragma inclinado, el bastidor está compuesto de montantes verticales con una altura que puede ser constante o variable acompañando la pendiente de la cubierta. Las soleras superiores pueden o no ser horizontales.

- 2) Muros ubicados en viviendas con una cubierta soportada por cerchas, debajo de cuyo cordón inferior se ubica un diafragma horizontal.

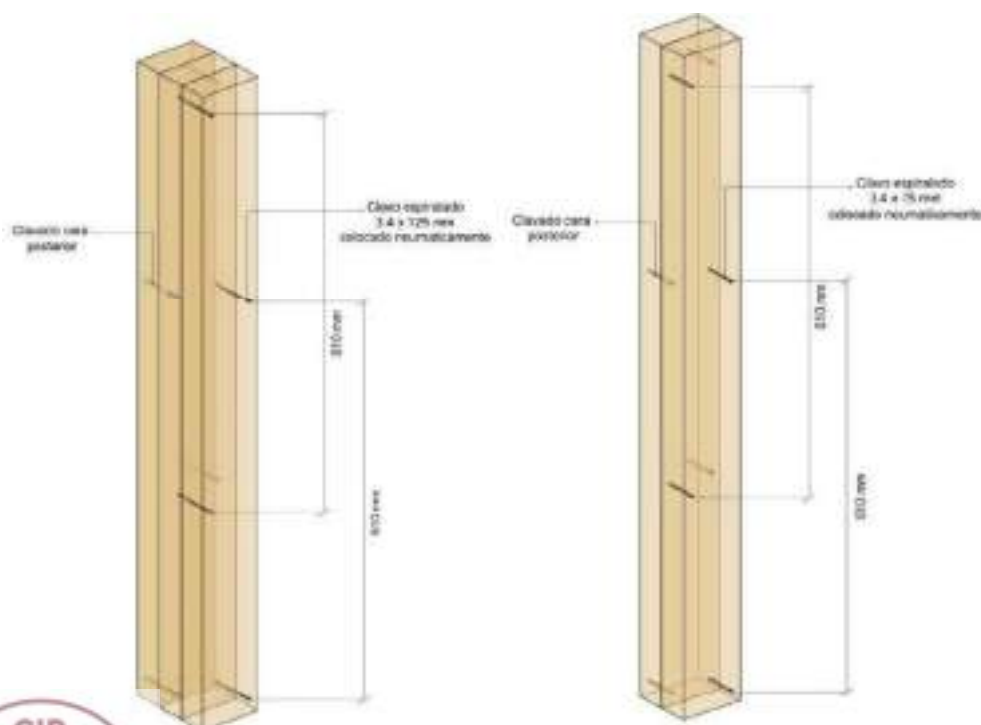
En viviendas donde la cubierta está soportada por cerchas debajo de cuyo cordón inferior se ubica el diafragma, el bastidor de los muros está compuesto de montantes verticales con altura constante y soleras superiores horizontales.

Tabla 3.8 Características y dimensiones mínimas (mm) de la sección transversal de los montantes en muros portantes.

Ubicación del muro en la vivienda		Altura de los montantes (h_m) (m)	Zona y Rugosidad (R)			
			Zona Costera		Zona Interior	
			R1=R2	R3=R4	R1	R2=R3=R4
Bajo cubierta con vigas	Exterior	$h_m \leq 2,8$	EC1: 2 ⁽¹⁾ x 45 x 95	EC1: 45 x 95	EC1: 2 ⁽¹⁾ x 45 x 95	EC1: 45 x 95
		$2,8 < h_m \leq 3,7$	EC1: 2 ⁽¹⁾ x 45 x 195	EC1: 45 x 195	EC1: 2 ⁽¹⁾ x 45 x 195	EC1: 45 x 195
	Interior	$h_m \leq 2,8$	EC1: 45 x 95	EC1: 45 x 95	EC1: 45 x 95	EC1: 45 x 95
		$2,8 < h_m \leq 3,7$	EC1: 45 x 120	EC1: 45 x 120	EC1: 45 x 120	EC1: 45 x 120
Bajo cubierta con cerchas	Exterior	$\leq 2,8$	EC1: 2 ⁽¹⁾ x 45 x 95	EC1: 45 x 95	EC1: 2 ⁽¹⁾ x 45 x 95	EC1: 45 x 95
	Interior	$\leq 2,8$	EC1: 45 x 95	EC1: 45 x 95	EC1: 45 x 95	EC1: 45 x 95

EC1: Madera aserrada de Pino, según las normas UNIT 1261 (2018); (1) En la Zona Costera, Rugosidades 1 y 2, y en la Zona Interior, Rugosidad 1, todos los muros exteriores (expuestos al viento) deben construirse colocando 2 montantes juntos, con las dimensiones indicadas, cada 0,61m. En este caso el paso del clavado de los tableros se realiza en tresbolillo involucrando alternativamente los 2 montantes.

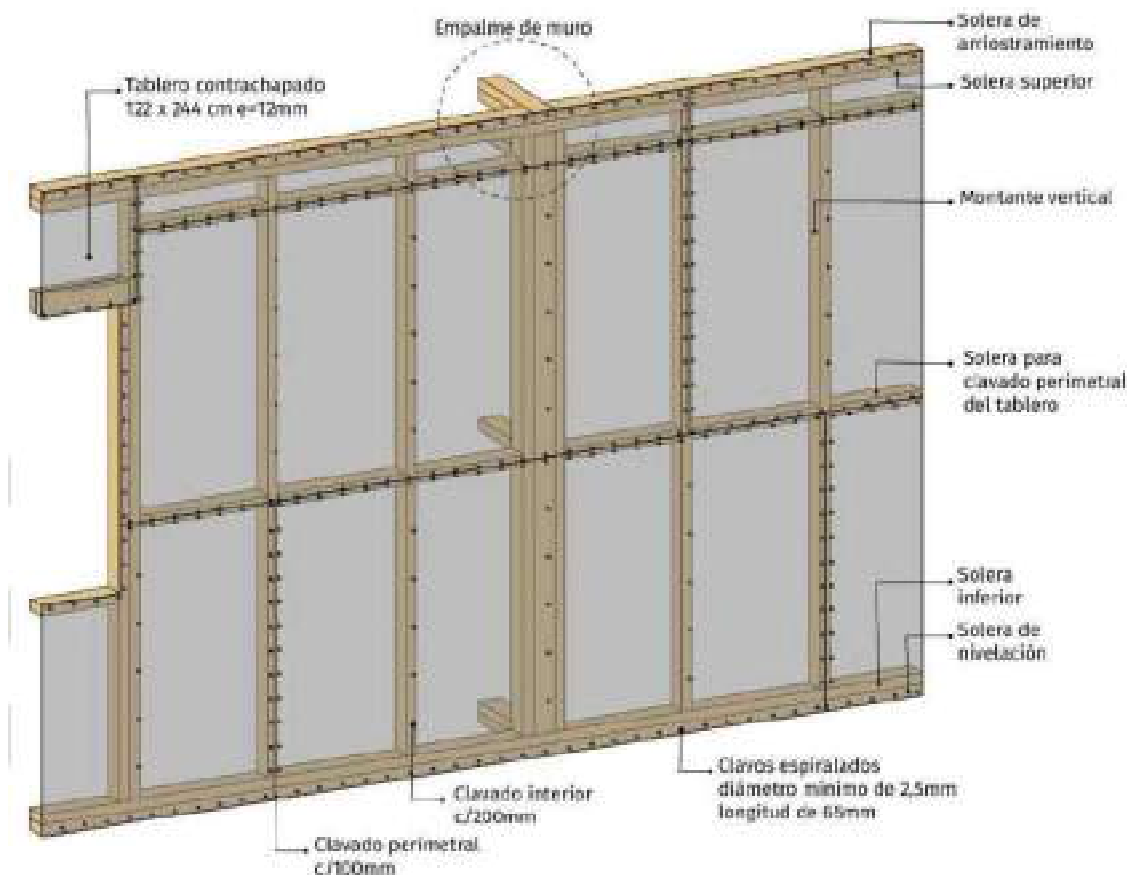
En el caso de que se requieran montantes dobles para resistir los esfuerzos en muros portantes, o cuando se decida sustituir los pilares de los extremos de los dinteles de madera laminada encolada por la unión de tres montantes, el patrón de clavado debe respetar las indicaciones de la siguiente figura.



Unión de montantes constituidos por más de una pieza

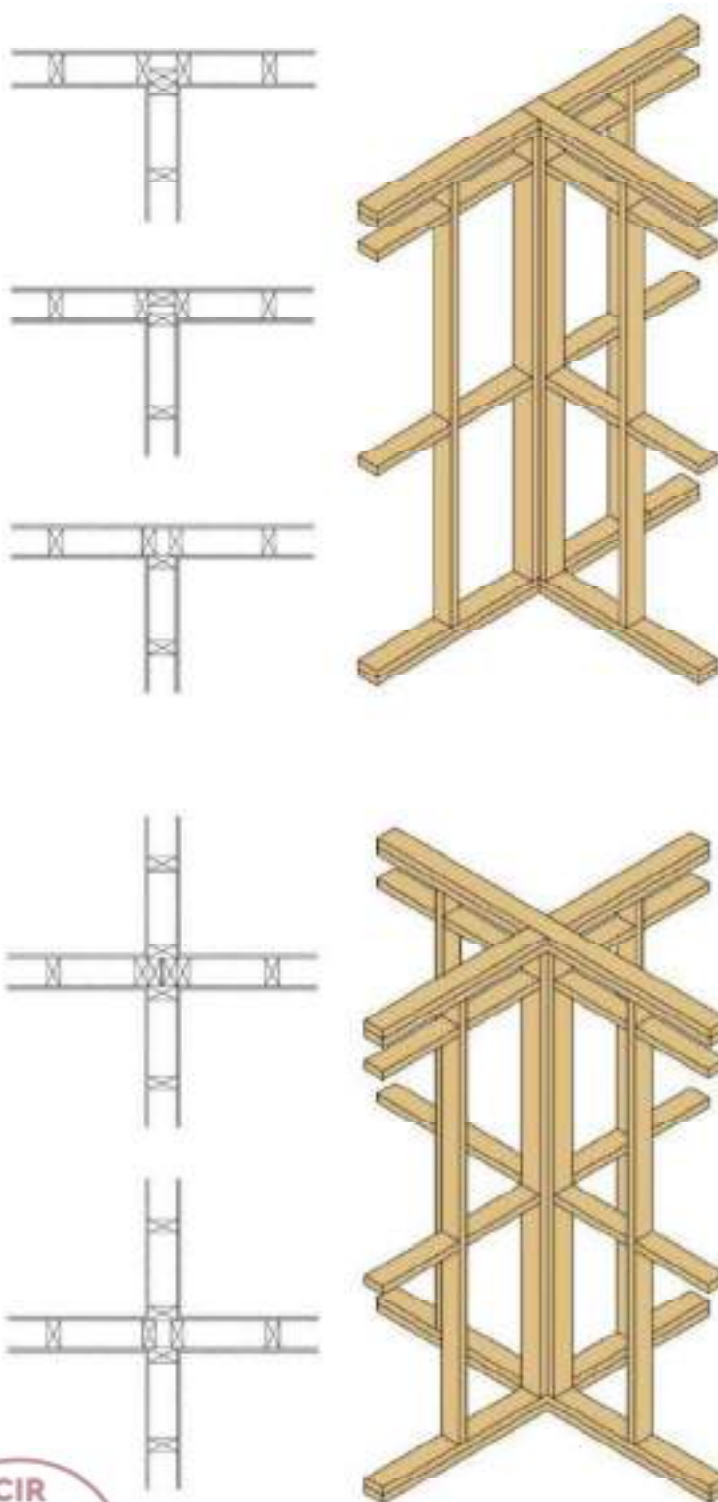
Debajo del bastidor se ubica una solera de nivelación y sobre el mismo una de arriostramiento la cual tiene asegurada su continuidad con empalmes. En todos los casos la sección transversal de las soleras es igual a la indicada para los montantes.

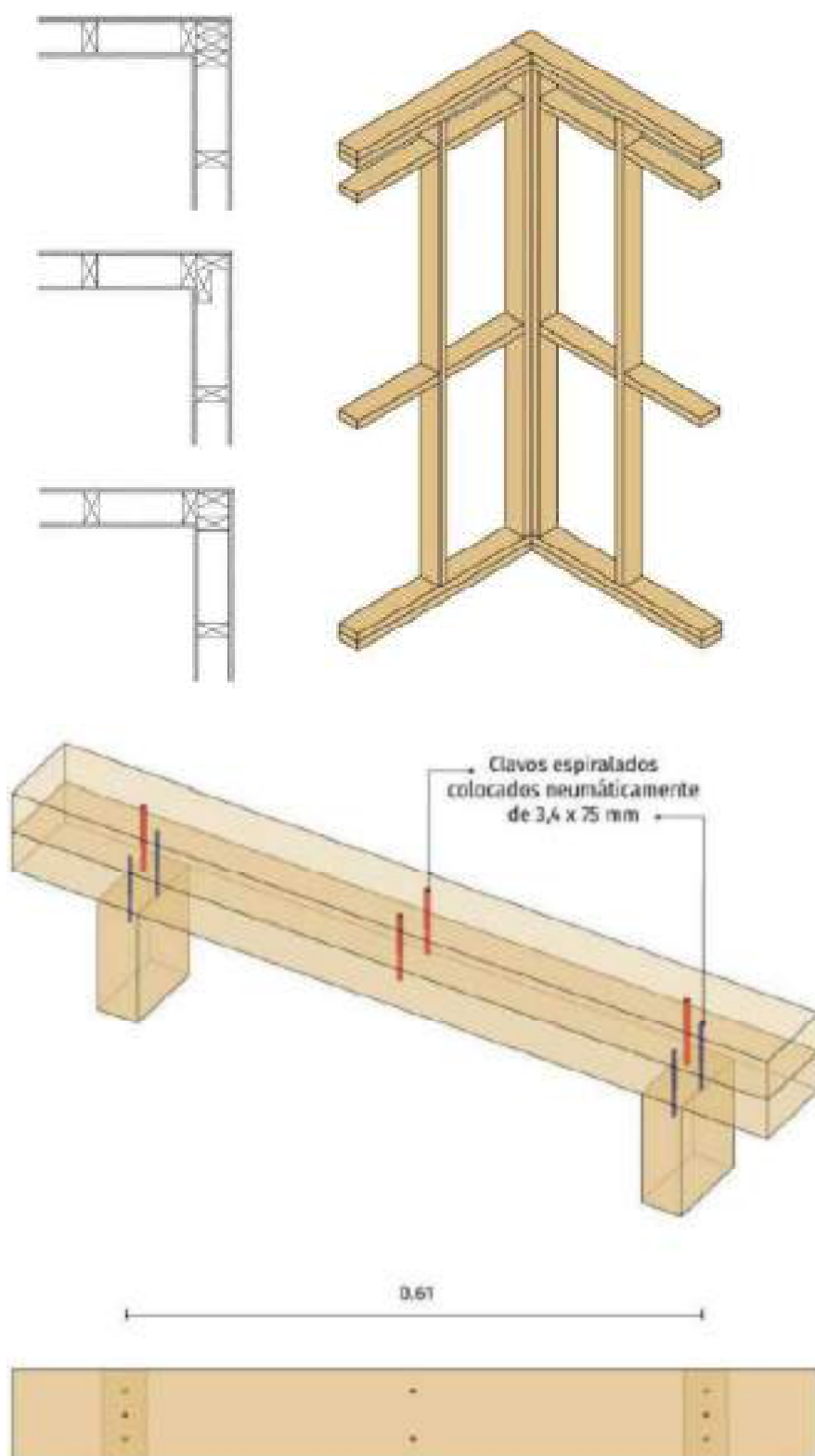
Respecto de los tableros, de igual manera que en el diafragma de cubierta, resultan aptos los contrachapados (plywood) con cuatros o más capas y espesor de 12mm. La densidad característica debe ser igual o mayor a 430 kg/m^3 y se admite solo un defecto de borde con una extensión menor a 100mm. Si bien en los muros los tableros pueden colocarse tanto en posición vertical como horizontal, se recomienda que en las viviendas ubicadas en Zona Costera con Rugosidades 1 y 2 y en la Zona Interior con Rugosidad 1, los mismos estén dispuestos con su mayor longitud en dirección horizontal, es decir perpendicular a los montantes que le sirven de apoyo. El clavado de los tableros al bastidor tiene un paso igual a 100mm en su perímetro y a 200mm en su interior, como se muestra en la siguiente figura. Se emplean clavos espiralados colocados neumáticamente con un diámetro mínimo de 2,5mm y una longitud de 65mm.

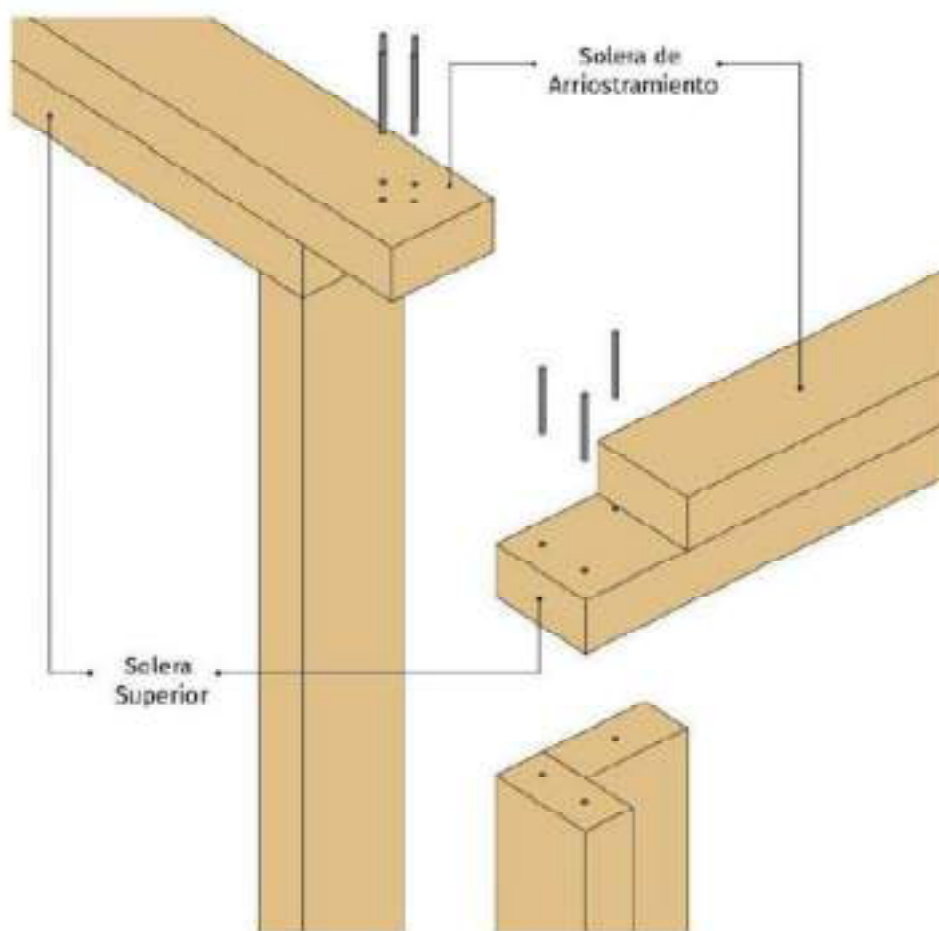


Clavado de los tableros a las soleras y montantes

En las siguientes figuras se ilustran distintas soluciones posibles para el encuentro de muros y para unir las soleras superiores a los montantes, así como la solera de arriostamiento a la solera superior.

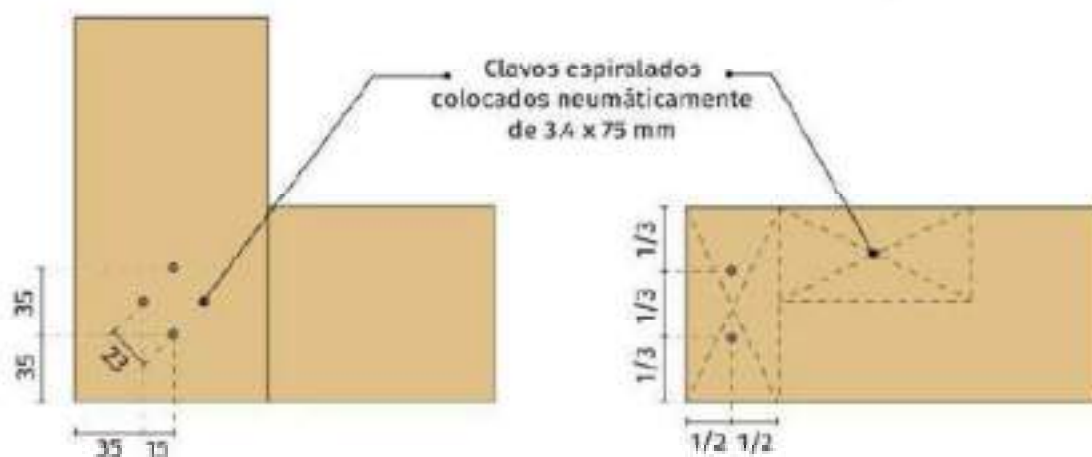






Planta de Soleras de Arriostramiento

Planta de Solera Superior



a) Posibles soluciones de encuentro entre muros, b) unión entre la solera superior y los montantes y entre ambas soleras, y c) clavadura de soleras a montantes y entre soleras en esquina

Los muros portantes reciben esfuerzos verticales y horizontales que deben ser transmitidos a la estructura de fundación:

- 1) Los esfuerzos verticales son introducidos a los muros a través de las vigas o cerchas de techo y pueden actuar en sentido gravitatorio (peso propio, sobrecarga de uso) o en el inverso (succión del viento). Tanto las vigas como las cerchas apoyan sobre la solera superior en coincidencia con los montantes, a los cuales se unen en forma directa para asegurar la transmisión de las acciones a través de anclajes adecuados.

Los esfuerzos horizontales se manifiestan en los siguientes casos:

- 2) Por acción directa del viento perpendicular al muro.
- 3) Por acción paralela al muro y transmitida por el(los) diafragma(s) de cubierta a través de la solera superior, o sea actuando como muro de corte. En este caso, los montantes ubicados en los extremos de cada muro (o fracción de muro) deben estar anclados adecuadamente a las fundaciones.

Los requerimientos relacionados al equilibrio de los esfuerzos verticales, y de los esfuerzos horizontales provocados por acción directa del viento perpendicular al muro (casos 1 y 2 antes expuestos), quedan satisfechos construyendo el bastidor empleando montantes y soleras con las dimensiones indicadas en la Tabla 3.8 y siguiendo los lineamientos antes descritos.

Los requerimientos relacionados al equilibrio de los esfuerzos horizontales actuantes en dirección paralela al muro y transmitidos por los diafragmas de cubierta (Caso 3 anterior), además de cumplir con lo estipulado en la Tabla 3.8 y con los lineamientos constructivos ya descritos, es necesario colocar una longitud adecuada de muro. Para ese fin, en la Tabla 3.9 se presenta la longitud mínima necesaria de muro en función de la condición de exposición al viento de la vivienda (Zona y Rugosidad) y de su superficie expuesta.

La información de la Tabla 3.9 se refiere a muros con un tablero clavado a un lado del bastidor con el paso (s) indicado y sin huecos (muro simple).

Tabla 3.9 Longitud mínima de muro de corte (m) necesaria para equilibrar los esfuerzos horizontales originados por el viento.

Superficie expuesta (SE) ⁽¹⁾ de la vivienda (m ²)	Zona y Rugosidad (R) donde se ubica la vivienda							
	Zona Costera				Zona Interior			
	R1 ⁽²⁾	R2 ⁽²⁾	R3	R4	R1 ⁽²⁾	R2	R3	R4
SE ≤ 26	11	8	5	3	8	6	4	3
26 < SE ≤ 39	16	11	7	5	12	8	6	4
39 < SE ≤ 50	21	15	10	6	16	11	7	5

(1) El profesional responsable de la obra puede efectuar una interpolación lineal, dentro de cada Zona y Rugosidad, para determinar la longitud mínima necesaria cuando la superficie expuesta esté comprendido entre 26 m² y 39 m² o entre 30 m² y 50 m²; (2) Cuando se requiere la conformación de diafragmas parciales (Tabla 3.7), los muros colocados en dirección paralela a la menor dimensión de la vivienda se puede distribuir (aproximadamente) siguiendo el siguiente criterio que lleva implícito el concepto de simetría: el 25% de la longitud requerida se ubica en cada uno de los cerramientos externos y el 50% restante en cerramientos interiores (o el 25% si se decide colocar muros dobles) ubicados lo mas cerca posible del centro de la vivienda.



La utilización de la Tabla 3.9 requiere que se cumplan las siguientes condiciones:

Las acciones horizontales debidas al viento se analizan según las dos direcciones principales en planta de la vivienda.

En la longitud de muro requerida se computan, sumándolas, fracciones con un largo igual o mayor a la mitad de su altura y sin huecos originados por la presencia de aberturas.

En la distribución de la longitud requerida de muro esta implícita la consideración de la simetría respecto del eje de la vivienda correspondiente a la dirección considerada.

Los montantes extremos de cada muro (o fracción) están conectados a las fundaciones con anclajes adecuados para transferir los esfuerzos actuantes.

4.4.2 Dinteles portantes

Se debe identificar en el diseño estructural del proyecto cuáles serán los dinteles portantes y lo no portantes. En este extracto de la Guía optamos únicamente por la utilización de madera aserrada de Pino, por lo que se citara las soluciones para dinteles portantes de madera aserrada que forman parte de un muro y se apoyan en montantes ubicados en su interior.

Los dinteles reciben esfuerzos verticales a través de la estructura de la cubierta, que pueden actuar en sentido gravitatorio (peso propio, sobrecarga de uso) o en el inverso (succión del viento). Esos esfuerzos, que son luego transmitidos a montantes o a pilares, están relacionados a la longitud del dintel y a la longitud total de los componentes de la estructura de la cubierta (vigas o cerchas) que apoyan sobre él. En consecuencia, las soluciones que se ofrecen están relacionadas a esas variables, que son propias de cada proyecto, y el lector puede ingresar con su valor a las tablas correspondientes y seleccionar el dintel adecuado.

Los dinteles que no soportan la estructura de la cubierta, y por lo tanto reciben solamente cargas gravitatorias de la parte superior del muro en que están ubicados (dinteles no portantes), pueden ser resueltos por el profesional responsable de la obra atendiendo a las características constructivas del sistema de entramado ligero y considerando la carga de muro que apoyan sobre el dintel.

Dinteles de madera aserrada

La Tabla 3.10 exhibe las dimensiones netas mínimas de la sección transversal para dinteles de madera aserrada sobre los cuales apoyan vigas con una separación de 0,61 m o cerchas con una separación de 1,22 m.

El ancho de los dinteles que se presentan en la tabla mencionada no supera el ancho de los bastidores de los muros. Por lo tanto, se ubican en el interior de estos apoyando sobre montantes adicionales colocados bajo sus extremos.

La selección del dintel adecuado, y de los montantes adicionales en que se apoya, puede hacerse ingresando en la tabla siguiente con su longitud y con la longitud total de las vigas o cerchas de techo que apoyan sobre él.



Tabla 3.10 Dimensiones netas mínimas (mm) de la sección transversal (ancho por alto) para dinteles portantes de madera aserrada y cantidad de montantes adicionales que les sirven de apoyo en cada extremo.

Longitud del dintel (m)	Longitud total de las vigas o cerchas ($L_{V/C}$) que apoyan sobre el dintel (m)	Sección transversal del dintel (mm)	Montantes adicionales de apoyo bajo cada extremo
		Pino EC1	
$\leq 1,22$	$L_{V/C} \leq 6,1$	$2^{(1)} \times 45 \times 120$	$1^{(3)} [5200 \text{ N}]^{(4)}$
	$6,1 < L_{V/C} \leq 12,22$	$2^{(1)} \times 45 \times 145$	$1^{(3)} [10400 \text{ N}]^{(4)}$
1,83	$L_{V/C} \leq 6,1$	$2^{(1)} \times 45 \times 145$	$1^{(3)} [6900 \text{ N}]^{(4)}$
	$6,1 < L_{V/C} \leq 12,22$	$2^{(1)} \times 45 \times 195$	$2^{(3)} [13800 \text{ N}]^{(4)}$
2,44	$L_{V/C} \leq 6,1$	$2^{(1)} \times 45 \times 195$	$2^{(3)} [7800 \text{ N}]^{(4)}$
	$6,1 < L_{V/C} \leq 8,54$	$2^{(1)} \times 45 \times 195$	$2^{(3)} [11000 \text{ N}]^{(4)}$

(1) Dintel constituido por 2 piezas de las dimensiones que se indica en cada caso; (3) Cantidad de montantes adicionales con las mismas características que los que conforman el bastidor del muro; (4) Esfuerzo de levantamiento en cada extremo del dintel debido a la succión del viento [entre corchetes].

La utilización de la Tabla 3.10 requiere que se cumplan las siguientes condiciones:

Los componentes estructurales de la cubierta que apoyan sobre el dintel, y las cargas actuantes sobre ellos, responden a las características descritas en este capítulo.

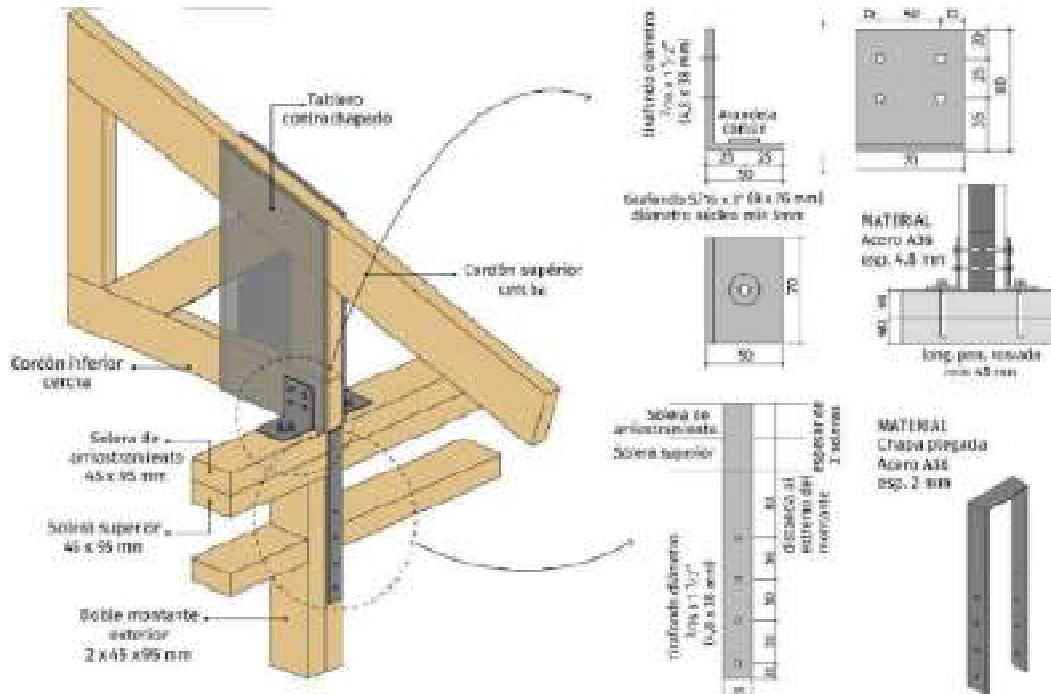
Las dos piezas que componen cada dintel están unidas entre sí y a los tableros que forman parte del muro, en este caso con el mismo tipo de clavadura perimetral empleada en el muro. En los apoyos y en las secciones que reciben cargas concentradas está impedido el giro y el desplazamiento lateral.

Los montantes adicionales que se colocan para dar apoyo al dintel están unidos al bastidor y a los tableros del muro donde se ubican, en este caso con el mismo tipo de clavadura perimetral empleada en el muro.

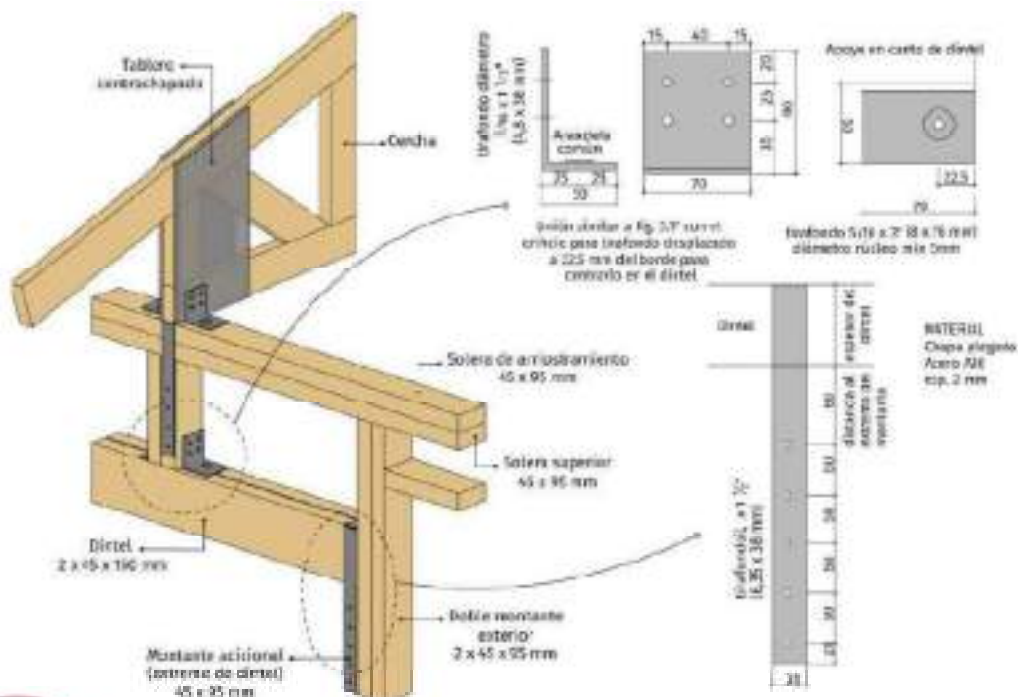
El apoyo del dintel sobre los montantes adicionales involucra toda la sección transversal de éstos. Las conexiones del extremo del dintel a los montantes y de éstos a las fundaciones tienen capacidad para absorber los esfuerzos de levantamiento (debidos a la succión del viento) con el valor nominal (sin mayorar) que en cada caso se indica en la última columna de la Tabla 3.10.

4.4.3. Uniones y anclajes de los componentes y sistemas estructurales

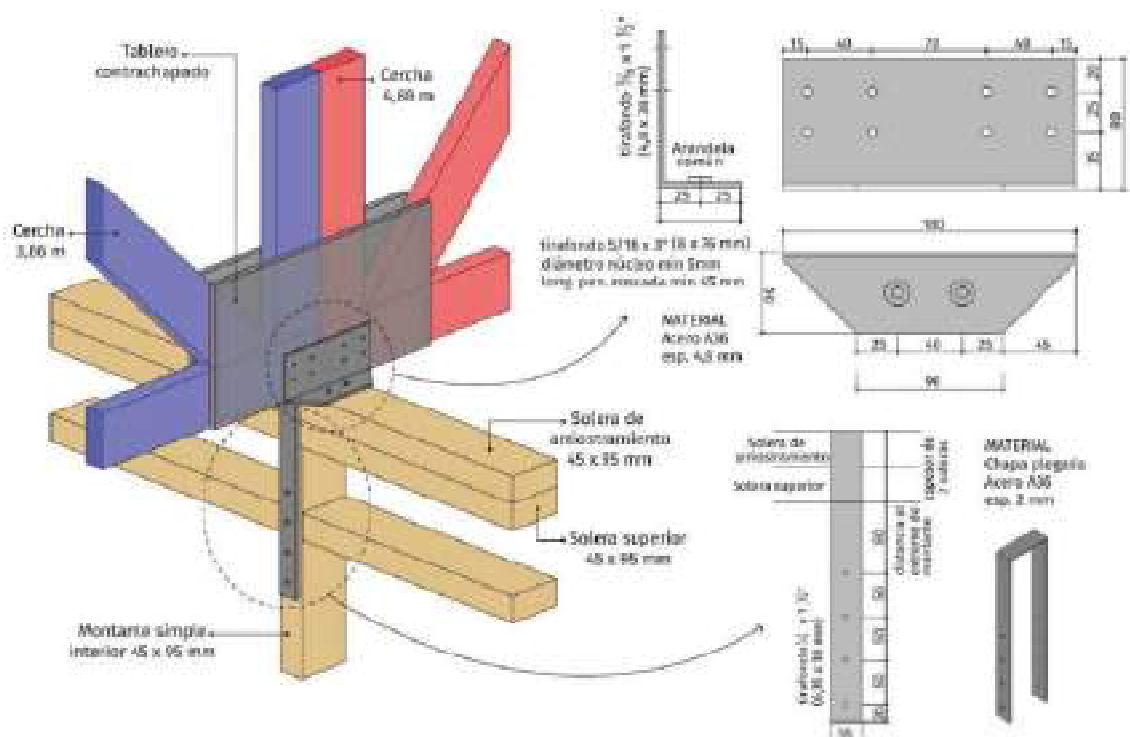
A continuación, se presentan los modelos de uniones y anclajes adoptados para asegurar una correcta transmisión de los esfuerzos entre las distintas partes de la estructura.



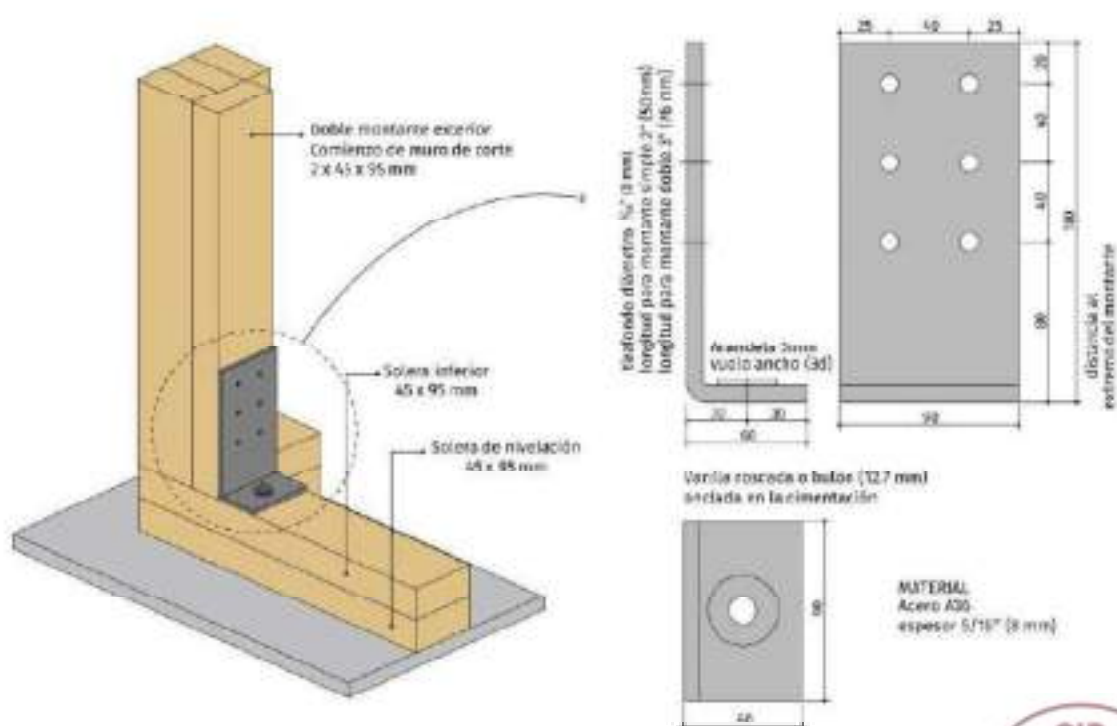
Detalle de la unión cercha-solera y solera-montante sobre los muros de ambas fachadas



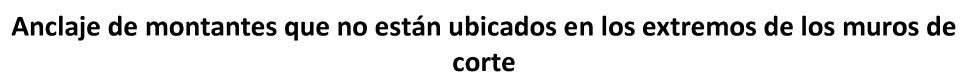
Detalle de la unión cercha-dintel de madera aserrada y dintel-montante sobre la ventana de cada fachada



Detalle de unión de dos cerchas concurrentes sobre el muro portante interior



Anclaje de montantes extremos en los muros de corte



5.1.11.7 ANEXO 5: Fichas técnicas

FICHAS TÉCNICAS

CAPITULO 2: CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DE MUROS CON ESTRUCTURA DE MADERA



2.1 METODOLOGÍA

Para caracterizar mecánicamente las tipologías de muros con estructura de madera se realizaron ensayos de compresión, carga horizontal, flexión e impacto.

2.1.1 Tipologías de muros con estructura de madera

Las tipologías de muros de madera sometidas a los ensayos de compresión y carga horizontal se observan en la tabla 2.1, todas las cuales presentaron un sistema de anclaje unido a una viga de fundación de hormigón. En tanto, los tipos de muro sometidos a los ensayos de flexión e impacto se describen en la tabla 2.2.

El tamaño de todas las probetas fue de 1,22 m de ancho por 2,44 m de alto, y la tipología típica de los muros ensayados se puede observar en la figura 2.1

Tabla 2.1: Tipologías de muros de madera sometidos a ensayos de compresión y carga horizontal

Nombre	Estructura	Placa arriostrante	Sistema de anclaje
ME-2x3-9	Madera aserrada estructural G2 de Pino radiata impregnada y seca en cámara, escuadría de 45x69 mm (2x3); y pie derechos separados 600 mm a eje uno de otro.	Placa de madera "OSB" de 9,5 mm de espesor, fijada con clavos helicoidales de 2", distanciados en la zona perimetral a 100 mm y zona central a 200 mm	2 "espárragos", fierro estriado de 8 mm de diámetro
MP-2x3-9	Madera aserrada estructural G2 de Pino radiata impregnada y seca en cámara, escuadría de 45x69 mm (2x3); y pie derechos separados 600 mm a eje uno de otro.	Placa de madera "OSB" de 9,5 mm de espesor, fijada con clavos helicoidales de 2", distanciados en la zona perimetral a 100 mm y zona central a 200 mm	2 pernos de anclaje, zincados, grado 2, de 3/8" de diámetro; con escuadras de acero modelo "A66", marca Simpson Strong-Tie.
MP-2x3-11	Madera aserrada estructural G2 de Pino radiata impregnada y seca en cámara, escuadría de 45x69 mm (2x3); y pie derechos separados 600 mm a eje uno de otro.	Placa de madera "OSB" de 11,1 mm de espesor, fijada con clavos helicoidales de 2", distanciados en la zona perimetral a 100 mm y zona central a 200 mm	2 pernos de anclaje, zincados, grado 2, de 3/8" de diámetro; con escuadras de acero modelo "A66", marca Simpson Strong-Tie.

Nombre	Estructura	Placa arriostrante	Sistema de anclaje
MP-2x4-9	Madera aserrada estructural G2 de Pino radiata impregnada y seca en cámara, escuadría de 45x94 mm (2x4); y pie derechos separados 600 mm a eje uno de otro.	Placa de madera "OSB" de 9,5 mm de espesor, fijada con clavos helicoidales de 2", distanciados en la zona perimetral a 100 mm y zona central a 200 mm	2 pernos de anclaje, zincados, grado 2, de 3/8" de diámetro; con escuadras de acero modelo "A66", marca Simpson Strong-Tie.
MP-2x4-11	Madera aserrada estructural G2 de Pino radiata impregnada y seca en cámara, escuadría de 45x94 mm (2x4); y pie derechos separados 600 mm a eje uno de otro.	Placa de madera "OSB" de 11,1 mm de espesor, fijada con clavos helicoidales de 2", distanciados en la zona perimetral a 100 mm y zona central a 200 mm	2 pernos de anclaje, zincados, grado 2, de 3/8" de diámetro; con escuadras de acero modelo "A66", marca Simpson Strong-Tie.

Nota: M: Muro; E: Esparrago; P: Perno

Tabla 2.2: Tipologías de muros de madera sometidos a ensayos de flexión e impacto

Nombre	Estructura	Placa arriostrante	Orientación placa arriostrante
MI-2x3-9	Madera aserrada estructural G2 de Pino radiata impregnada y seca en cámara, escuadría de 45x69 mm (2x3); y pie derechos separados 600 mm a eje uno de otro.	Placa de madera "OSB" de 9,5 mm de espesor, fijada con clavos helicoidales de 2", distanciados en la zona perimetral a 100 mm y zona central a 200 mm	Carga o impacto en la cara sin placa arriostrante
MS-2x3-9	Madera aserrada estructural G2 de Pino radiata impregnada y seca en cámara, escuadría de 45x69 mm (2x3); y pie derechos separados 600 mm a eje uno de otro.	Placa de madera "OSB" de 9,5 mm de espesor, fijada con clavos helicoidales de 2", distanciados en la zona perimetral a 100 mm y zona central a 200 mm	Carga o impacto en la cara con placa arriostrante
MS-2x3-11	Madera aserrada estructural G2 de Pino radiata impregnada y seca en cámara, escuadría de 45x69 mm (2x3); y pie derechos separados 600 mm a eje uno de otro.	Placa de madera "OSB" de 11,1 mm de espesor, fijada con clavos helicoidales de 2", distanciados en la zona perimetral a 100 mm y zona central a 200 mm	Carga o impacto en la cara con placa arriostrante

Nombre	Estructura	Placa arriostrante	Orientación placa arriostrante
MS-2x4-9	Madera aserrada estructural G2 de Pino radiata impregnada y seca en cámara, escuadría de 45x94 mm (2x4); y pie derechos separados 600 mm a eje uno de otro.	Placa de madera "OSB" de 9,5 mm de espesor, fijada con clavos helicoidales de 2", distanciados en la zona perimetral a 100 mm y zona central a 200 mm	Carga o impacto en la cara con placa arriostrante
MS-2x4-11	Madera aserrada estructural G2 de Pino radiata impregnada y seca en cámara, escuadría de 45x94 mm (2x4); y pie derechos separados 600 mm a eje uno de otro.	Placa de madera "OSB" de 11,1 mm de espesor, fijada con clavos helicoidales de 2", distanciados en la zona perimetral a 100 mm y zona central a 200 mm	Carga o impacto en la cara con placa arriostrante

Nota: M: Muro; I: Inferior; S: Superior

Figura 2.1: Tipología típica de muros con estructura de madera ensayados.



2.1.2 Metodología de ensayos

Todos los ensayos mecánicos de los muros de madera se realizaron en el Laboratorio del Área de Ingeniería Estructural del Centro de Investigación en Tecnologías de la Construcción de la Universidad del Bío Bío (CITEC UBB). Los equipos utilizados para realizar las mediciones aparecen en la tabla 2.3

Tabla 2.3: Equipamiento experimental del CITEC UBB

Equipo	Características
Marco de carga	Estructura metálica con capacidad de 50 toneladas
Celda de carga	Con capacidad de 50 toneladas y recorrido de pistón de 100 mm
Transductores de desplazamiento	Del tipo hilo-polea, con capacidad de medir desplazamientos verticales y horizontales
Sistema de adquisición de datos	Con capacidad de registrar simultáneamente carga aplicada, desplazamiento de cilindro y 4 transductores de desplazamiento.
Sistema de sujeción impacto	Estructura metálica con capacidad de restringir desplazamientos en borde superior e inferior del panel (ensayo en posición vertical)
Saco de impacto	Masa de 27 kg, con cuerdas y poleas que permiten generar distintas alturas de caída

2.1.2.1 Ensayo de compresión

El método de ensayo aplicado es el descrito en la norma chilena NCh 801.of2003: Elementos de construcción – Paneles – Ensayo de compresión; sin embargo se realizaron las siguientes modificaciones al método de ensayo:

- La restricción inferior de los muros se generó a través de los sistemas de anclaje a la viga de fundación propuestos.
- Por cada tipología constructiva se evaluaron 5 probetas, dando un total de 25 ensayos.
- La carga vertical se aplicó monotónicamente de manera continua hasta la falla. No se realizaron incrementos discretos de carga ni se midieron desplazamientos residuales.

La implementación del ensayo se muestra en la figura 2.2.



Figura 2.2: Implementación del ensayo de compresión en muros con estructura de madera.



2.1.2.2 Ensayo de carga horizontal

El método de ensayo aplicado es el descrito en la norma chilena NCh 802.Eof71: Arquitectura y construcción – Paneles prefabricados – Ensayo de carga horizontal; sin embargo se realizaron las siguientes modificaciones al método de ensayo:

- La restricción horizontal inferior de los muros se generó a través de los sistemas de anclaje a la viga de fundación propuestos.
- No se restringió el desplazamiento vertical del panel en la zona de aplicación de carga.
- Por cada tipología constructiva se evaluaron 5 probetas, dando un total de 25 ensayos.
- La carga horizontal se aplicó monotónicamente de manera continua hasta la falla. No se realizaron incrementos discretos de carga ni se midieron desplazamientos laterales residuales.

La implementación del ensayo se muestra en la figura 2.3.

Figura 2.3: Implementación del ensayo de carga horizontal en muros con estructura de madera.



2.1.2.3 Ensayo de flexión

El método de ensayo empleado es el descrito en la norma chilena NCh 803.of2003: Elementos de construcción – Paneles – Ensayos de flexión; sin embargo se realizó la siguiente modificación al método de ensayo:

- La carga horizontal se aplicó monotónicamente de manera continua hasta la falla. No se realizaron incrementos discretos de carga ni se midieron desplazamientos verticales residuales.
- Sólo la tipología de muros con pies derechos de 45x69 mm (2x3) cada 60 mm uno de otro y placa arriostrante OSB de 9,5 mm de espesor, fue ensayada en flexión en sus dos caras (MS-2x3-9 y MI-2x3-9).

La implementación del ensayo se muestra en la figura 2.4.

Figura 2.4: Implementación del ensayo de flexión en muros con estructura de madera.



2.1.2.4 Ensayo de impacto

El método de ensayo empleado es el descrito en la norma chilena NCh 804.of2003: Elementos de construcción – Paneles – Ensayo de impacto; sin embargo se realizaron las siguientes modificaciones al método de ensayo:

- No se registraron desplazamientos laterales residuales en los paneles debido a que son muy cercanos a cero.
- Sólo la tipología de muros con pies derechos de 45x69 mm (2x3) cada 60 mm uno de otro y placa arriostrante OSB de 9,5 mm de espesor, fue ensayada a impacto en sus dos caras (MI-2x3-9 y MS-2x3-9)

La implementación del ensayo se muestra en la figura 2.5.

Figura 2.5: Implementación del ensayo de impacto en muros con estructura de madera.



2.2 RESULTADOS

2.2.1 Ensayo de compresión

Los resultados de carga vertical máxima y desplazamiento perpendicular al plano del muro asociado a la carga máxima, se observan en las tablas 2.4 y 2.5 respectivamente. En tanto, las figuras 2.6 a 2.10 muestran los gráficos carga-desplazamiento de las cinco tipologías ensayadas.

Al comparar la tipología de muro ME-2x3-9 con MP-2x3-9, se puede apreciar que el valor promedio es mayor para la tipología con anclaje de fierro estriado de 8 mm; sin embargo no se evidencian diferencias significativas entre ambas tipologías. Por otro lado observando los valores de las tipologías con sistema de pernos de anclaje y ángulo (MP-2x3-9, MP-2x3-11, MP-2x4-9 y MP-2x4-11), se aprecia una clara influencia de la escuadría de los pies derechos en la capacidad resistente de los muros a la compresión, donde la escuadría 45x94 mm (2x4) presenta valores entre 92% y 130% mayores a las tipologías con escuadría de 45x69 mm (2x3). Finalmente no se observa un incremento importante en la resistencia a la compresión, entre las tipologías de muro de una misma escuadría, al aumentar el espesor de la placa arriostrante de 9,5 mm a 11,1 mm (ver tabla 2.4).

De manera análoga al párrafo anterior, los resultados asociados a los desplazamientos laterales perpendiculares al plano del muro correspondiente a los niveles de carga máxima, evidencian que no existe una diferencia entre los sistemas de anclaje de fierro estriado, y perno de anclaje más ángulo. También se aprecia que el aumento de escuadría de 45x69 mm (2x3) a 45x94 (2x4) permite reducir entre un 55% y 62% el pandeo del muro por flexión. Finalmente no existen diferencias significativas en los desplazamientos laterales de las tipologías de muro de una misma escuadría al aumentar el espesor de la placa arriostrante de 9,5 mm a 11,1 mm (ver tabla 2.5).

Tabla 2.4: Carga vertical máxima en muros con estructura de madera

N° ensayo	Carga máxima vertical [t]				
	ME-2x3-9	MP-2X3-9	MP-2X3-11	MP-2X4-9	MP-2X4-11
1	8,38	7,97	8,78	16,07	17,38
2	7,05	7,08	7,73	20,98	15,95
3	10,09	8,44	10,28	17,04	19,61
4	7,08	8,06	10,59	17,86	19,89
5	8,06	6,76	9,81	17,13	---
Promedio	8,13	7,66	9,44	17,82	18,21
Desv. estándar	1,24	0,71	1,18	1,88	1,88
Coef. de variación	0,15	0,09	0,12	0,11	0,10