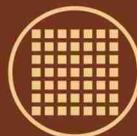


**Reglamento CIRSOC 601**  
**Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda**  
**Secretaría de Planificación Territorial y**  
**Coordinación de Obra Pública**

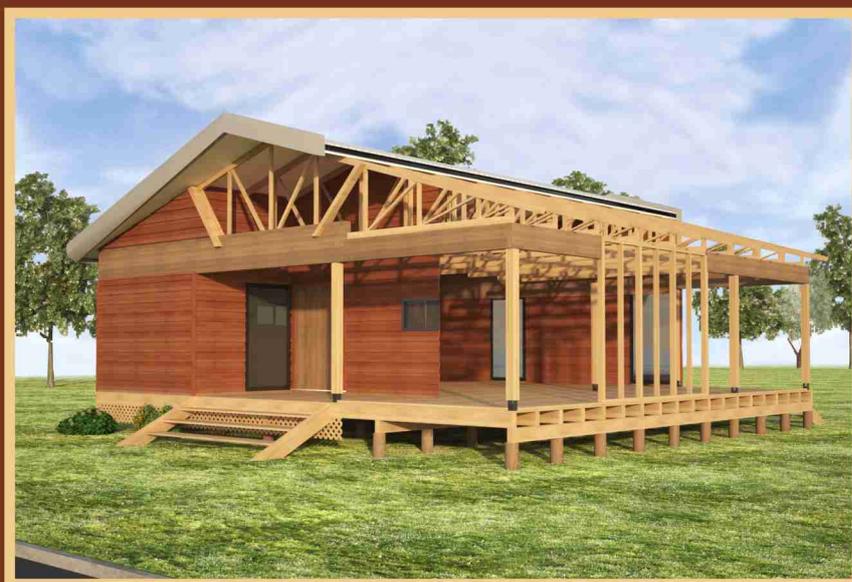
**INTI**

Instituto Nacional de  
Tecnología Industrial



**CIRSOC**

Centro de Investigación de los  
Reglamentos Nacionales de  
Seguridad para las Obras Cíviles



***GUÍA PARA EL PROYECTO DE  
ESTRUCTURAS DE MADERA  
CON BAJO COMPROMISO  
ESTRUCTURAL  
en base al Reglamento CIRSOC 601 (2016)***

***Primera Parte:  
Viviendas de madera de una planta***

**Marzo 2018**

***GUÍA PARA EL PROYECTO DE  
ESTRUCTURAS DE MADERA  
CON BAJO COMPROMISO  
ESTRUCTURAL***

***EN BASE AL  
REGLAMENTO ARGENTINO DE  
ESTRUCTURAS DE MADERA  
CIRSOC 601-2016***

***Primera Parte: Viviendas de madera de una planta***

***EDICIÓN MARZO 2018***



**Av. Cabildo 65 Subsuelo – Ala Savio  
(C1426AAA) Buenos Aires – República Argentina  
TELEFAX. (54 11) 4779-5271 / 4779-5273**

**E-mail: [cirsoc@inti.gob.ar](mailto:cirsoc@inti.gob.ar)  
[cirsoc@fm.gob.ar](mailto:cirsoc@fm.gob.ar)**

**INTERNET: [www.inti.gob.ar/cirsoc](http://www.inti.gob.ar/cirsoc)**

*Primer Director Técnico († 1980): Ing. Luis María Machado*

*Directora Técnica: Inga. Marta S. Parmigiani*

*Área Estructuras de Hormigón: Ing. Daniel A. Ortega*

*Área Estructuras Simorresistentes: Ing. Daniel Yañez García*

*Área Administración, Finanzas y Promoción: Lic. Mónica B. Krotz*

*Área Venta de Publicaciones: Sr. Néstor D. Corti*

Guía para el proyecto de estructuras de madera con bajo compromiso estructural : en base al Reglamento Argentino de Estructuras de Madera CIRSOC 601-2016 : primera parte : viviendas de madera de una planta / Juan Carlos Piter ... [et al.]. - 1a ed. - San Martín : Instituto Nacional de Tecnología Industrial - INTI, 2018.

130 p. ; 30 x 21 cm.

ISBN 978-950-532-359-3

1. Guías . 2. Ingeniería de Estructuras. 3. Tecnología de la Madera. I. Piter, Juan Carlos

CDD 694

© 2018

**Editado por INTI**

**INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA INDUSTRIAL**

**Av. Leandro N. Alem 1067 – 7º piso - Buenos Aires. Tel. 4515-5000**

**Queda hecho el depósito que fija la ley 11.723. Todos los derechos, reservados. Prohibida la reproducción parcial o total sin autorización escrita del editor. Impreso en la Argentina.**

**Printed in Argentina.**

## **ORGANISMOS PROMOTORES**

Secretaría de Planificación Territorial y Coordinación de Obra Pública de la Nación  
Secretaría de Vivienda de la Nación  
Instituto Nacional de Tecnología Industrial  
Instituto Nacional de Prevención Sísmica  
Ministerio de Hacienda, Finanzas y Obras Públicas de la Provincia del Neuquén  
Consejo Interprovincial de Ministros de Obras Públicas  
Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires  
Dirección Nacional de Vialidad  
Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires  
Consejo Vial Federal  
Cámara Argentina de la Construcción  
Consejo Profesional de Ingeniería Civil  
Asociación de Fabricantes de Cemento Pórtland  
Instituto Argentino de Normalización y Certificación  
Techint  
Acindar – Arcelor Mittal

## **MIEMBROS ADHERENTES**

Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón  
Asociación Argentina de Hormigón Estructural  
Asociación Argentina de Hormigón Elaborado  
Asociación Argentina del Bloque de Hormigón  
Asociación de Ingenieros Estructurales  
Cámara Industrial de Cerámica Roja  
Centro Argentino de Ingenieros  
Instituto Argentino de Siderurgia  
Transportadora Gas del Sur  
Quasdam Ingeniería  
Sociedad Argentina de Ingeniería Geotécnica  
Colegio de Ingenieros de la Provincia de Buenos Aires  
Cámara Argentina del Aluminio y Metales Afines  
Cámara Argentina de Empresas de Fundaciones de Ingeniería Civil  
Federación Argentina de la Ingeniería Civil



**ASESORES QUE INTERVINIERON EN LA REDACCIÓN DE  
LA**

**GUÍA  
para el Proyecto de  
Estructuras de Madera  
con Bajo Compromiso  
Estructural**

**EN BASE AL REGLAMENTO ARGENTINO  
DE ESTRUCTURAS DE MADERA**

**CIRSOC 601**

**COORDINADOR:**

Ing. Juan Carlos Piter

Ing. María del Rocío Ramos

Arq. Mariana Marcó

Arq. Juan Sebastián Marcó

Ing. Eduardo Antonio Torrán

Ing. María Alexandra Sosa Zitto

Ing. Pamela Yohana Fank



# **Agradecimientos**

*Esta Guía de Aplicación para el Proyecto de Estructuras de Madera de Bajo Compromiso Estructural ha sido desarrollada en el marco de las actividades de la Comisión Permanente de Estructuras de Madera del INTI-CIRSOC, y como parte del acuerdo de cooperación permanente entre el INTI y la Facultad Regional Concepción del Uruguay de la Universidad Tecnológica Nacional, con el fin de que el Grupo de Estudios de Maderas (GEMA), de la mencionada Universidad, coordinado por el Ing. Juan Carlos Piter, desarrolle esta Guía de aplicación en un todo de acuerdo con las especificaciones dadas en el Reglamento CIRSOC 601-2016.*

*El INTI-CIRSOC agradece muy especialmente el fuerte compromiso, la dedicación y el esfuerzo puesto de manifiesto por el equipo redactor para desarrollar esta Guía, en el convencimiento de que será la mejor herramienta para difundir la construcción de estructuras de madera en igualdad de condiciones con los otros materiales de uso habitual en nuestro país para el proyecto de estructuras.*

*INTI-CIRSOC también agradece muy especialmente la participación y colaboración brindada por el Arquitecto Marcos Sebastián Di Giuseppe.*

*Por último, GRACIAS a todos los que nos han acompañado y ayudado en esta etapa.*



# COMISION PERMANENTE DE ESTRUCTURAS DE MADERA DE INTI-CIRSOC

## ***Coordinador***

---

**Ing. Juan Carlos PITER**      UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL - Facultad Regional Concepción del Uruguay

---

## ***Integrantes:***

---

**Ing. Jorge ADUE**      IMAE - UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

**Ing. Daniel ANAYA**      UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMAN - Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología

**Ing. Oscar ARROYO**      INTI-Construcciones

**Sr. Pedro BALADA**      PEDRO BALADA S.R.L.

**Ing. Alejandro BALLESTER**      UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL - Facultad Regional General Pacheco – Dpto. Ingeniería Civil

**Ing. Ricardo BASSOTTI**      UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL - Facultad Regional San Rafael

**Ing. Marcos BELLOLI**      Invitado especial

**CPN. Juan Carlos BIONDO**      WOOD S.R.L.

**Ing. Marcela BISSIO**      FAIMA - Desarrollo Foresto-Industrial

**Sr. César BOVINO**      SIETE HERMANOS S.R.L.

**Ing. Daniel BRESSAN**      UNIVERSIDAD NACIONAL de MISIONES- Facultad de Ingeniería

**Arq. Susana del BROCCO**      SUBSECRETARIA DE VIVIENDA DE LA NACION - Dirección de Tecnología y Producción

**Ing. Gastón CAMPAGNOLE**      Invitado especial

**Ing. Gonzalo CAMPOS**      INTI-Madera y Muebles

**Sr. Gustavo CAPALDI**      Wood S.R.L.

# COMISION PERMANENTE DE ESTRUCTURAS DE MADERA DE INTI-CIRSOC

(*continuación*)

<b>Ing. Arturo CASSANO</b>	UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL- Facultad Regional Paraná- Departamento Ingeniería Civil
<b>Tco. Roberto CASTOLDI</b>	Invitado especial
<b>Arq. Jorge CELANO</b>	I.PRO.D.HA. Instituto Provincial de Desarrollo Habitacional, Provincia de Misiones
<b>Ing. Andrés CILLO</b>	UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA – Facultad de Ingeniería
<b>Ing. Gabriela CULASSO</b>	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA - Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales- Departamento de Estructuras
<b>Ing. Ftal. Guillermo DAÑHEL</b>	UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY Facultad de Ciencias Agrarias
<b>Ing. Gabriel DELGADINO</b>	ASERRADERO LAHARRAGUE CHODORGE S.A.
<b>Arq. Miguel DEMKOFF</b>	Invitado Especial
<b>Arq. Inés DOLMANN</b>	INTI-Construcciones
<b>Ing. Diego ESKIVISKI</b>	AMAYADAP
<b>Ing. Pamela FANK</b>	UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL - Facultad Regional Concepción del Uruguay
<b>Ing. Jorge FERNÁNDEZ MILANI</b>	UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL - Facultad Regional Rosario
<b>Ing. Claudia FERRAGUT</b>	INTI-Construcciones
<b>Ing. Sebastián FERRERO</b>	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE - Facultad de Ingeniería
<b>Ing. Diego GARCIA</b>	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR - Facultad de Ingeniería
<b>Ing. Felipe GENOVESE</b>	UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL - Facultad Regional San Rafael
<b>Arq. Sofía GIRO</b>	GIRO MADERAS LAMINADAS

# COMISION PERMANENTE DE ESTRUCTURAS DE MADERA DE INTI-CIRSOC

(*continuación*)

<b>Ing. José Luis GOMEZ</b>	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA - Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño, Taller de Investigación de Diseño Estructural
<b>Ing. Rudy GREETHER</b>	UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL Facultad Regional Santa Fe
<b>Ing. Alfredo GUILLAUMET</b>	UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL Facultad Regional Venado Tuerto
<b>Ing. Adrián HIPPLER</b>	UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES Facultad de Ingeniería
<b>Ing. Diego IRIBARREN</b>	Invitado especial
<b>Ing. Germán IVALDI</b>	Invitado especial
<b>Ing. Alejandro JOVANOVSKI</b>	CIEFAP-Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino – Patagónico
<b>Ing. Pablo LACOURT</b>	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO - Facultad de Ingeniería
<b>Lic. Alfredo LADRON GONZALEZ</b>	INTI-Madera y Muebles
<b>Ing. Daniel LENCINAS</b>	CIEPAP - Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino - Patagónica
<b>Ing. Jorge LOMAGNO</b>	CERET-ESQUEL- Centro de Educación Tecnológica
<b>Téc. Ariel MAIDANA</b>	EDERRA S.A..
<b>Ing. Guillermo MALAVASI</b>	TEFQUIN S.A.
<b>Ing. Graciela MALDONADO</b>	UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL – Facultad Regional Mendoza - Facultad de Ingeniería
<b>Sr. Ernesto MALETTI</b>	RITIM
<b>Ing. Víctor MARECOS</b>	FAIMA - Desarrollo Foresto-Industrial
<b>Ing. Ricardo MARINO</b>	UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL – Facultad Regional General Pacheco

# COMISION PERMANENTE DE ESTRUCTURAS DE MADERA DE INTI-CIRSOC

(*continuación*)

<b>Arq. Alicia MARTIN</b>	Area Madera en la Construcción - Dirección de Producción Forestal - Ministerio de Agricultura, Ganadería, y Pesca de la Nación.
<b>Ing. Félix MARTINUZZI</b>	INTI-Madera y Muebles
<b>Ing. Juan Carlos MEDINA</b>	UNIVERSIDAD de SANTIAGO DEL ESTERO - Facultad de Ciencias Forestales
<b>Sr. Fernando MENDIZABAL</b>	EDERRA S.A.
<b>Ing. Gerardo MEREGONE</b>	JUCARBE S.A.I.C.
<b>Ing. Daniel MESA</b>	UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL - Facultad Regional Pacheco
<b>Ing. Juan NIGRO</b>	CEBE S.A.C.I.F.I.
<b>Ing. Jorge OLIVA</b>	VALERIO OLIVA S.A.C.I.A.
<b>Lic. Alejandro OLIVA</b>	VALERIO OLIVA S.A.C.I.A.
<b>Ing. Alfredo OTTO</b>	ORGANIZACIÓN NEGFOR
<b>Ing. Julio César PACINI</b>	UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES - Facultad de Ingeniería
<b>Ing. Silvia PALAZZI</b>	UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMAN - Facultad de Ingeniería
<b>Ing. Obdulio PEREYRA</b>	UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES - Facultad de Ciencias Forestales
<b>Arq. Santiago PILOTTI</b>	Wood S.R.L.
<b>Ing. María POSITIERI</b>	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA - Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales – Departamento de Estructuras
<b>Ing. Rocío RAMOS</b>	UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL - Facultad Regional Concepción del Uruguay
<b>Arq. Rómulo REPETTO</b>	CECOMAD – Centro de Construcción en Madera

# COMISION PERMANENTE DE ESTRUCTURAS DE MADERA DE INTI-CIRSOC

(*continuación*)

<b>Ing. Hugo REVIGLIO</b>	UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL - Facultad Regional San Rafael
<b>Ing. Ricardo ROSSO</b>	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA - Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales – Departamento de Estructuras
<b>Ing. Viviana ROUGIER</b>	UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL - Facultad Regional Concepción del Uruguay
<b>Ing. Osvaldo RUSSO</b>	UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL- Facultad Regional General Pacheco
<b>Ing. Martín SANCHEZ ACOSTA</b>	INTA-Concordia
<b>Sr. Héctor SCERBO</b>	Invitado especial
<b>Ing. María Alexandra SOSA ZITTO</b>	UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL - Facultad Regional Concepción del Uruguay
<b>Arq. Osvaldo SPINA</b>	Invitado especial
<b>Ing. Pablo STEFANI</b>	Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales-INTEMA-CONICET- Facultad de Ingeniería - UNIVERSIDAD NACIONAL de MAR DEL PLATA
<b>Ing. Andrés STILES</b>	UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA – Facultad de Ingeniería - UTN
<b>Arq. Marta STOLKINER</b>	Area Madera en la Construcción- Dirección de Producción Forestal-Ministerio de Agricultura, Ganadería, y Pesca de la Nación.
<b>Ing. Lucía TOPA</b>	UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMAN
<b>Ing. Mario TOLEDO</b>	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SALTA - Facultad de Ingeniería
<b>Ing. Aníbal TOLOSA</b>	Invitado especial
<b>Ing. Eduardo TORRAN</b>	UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL - Facultad Regional Concepción del Uruguay.

**COMISION PERMANENTE DE  
ESTRUCTURAS DE MADERA DE  
INTI-CIRSOC**

*(continuación)*

**Ing. Daniel VIDELA**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES –  
Facultad de Ciencias Forestales

**Lic. José VAZQUEZ**

ASORA

**Ing. Gustavo WAINSTEIN**

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES-Facultad de  
Ingeniería

\*\*\*

# ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	1
2	ZONA GEOGRÁFICA DE APLICACIÓN	3
3	CARGAS CONSIDERADAS Y CONDICIÓN DE SERVICIO DE LA ESTRUCTURA	5
4	PROYECTOS ADOPTADOS COMO MODELO	7
4.1	Modelo N° 1	9
4.2	Modelo N° 2	35
5	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA LA ESTRUCTURA	65
5.1	Componentes de la cubierta	67
5.2	Muros, dinteles y soportes aislados	88
5.3	Vigas de piso y vigas de fundación	107

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1	Delimitación esquemática de la zona geográfica de aplicación de la Guía	4
Figura 4.1-1	Presentación general del Modelo N° 1	9
Figura 4.1-2	Identificación de los muros y dinteles que cumplen una función Estructural	15
Figura 4.1-3	Modulación del entramado estructural	17
Figura 4.1-4	Distribución de los componentes estructurales de la cubierta	18
Figura 4.1-5	Detalles de la estructura de soporte de la cubierta	21
Figura 4.1-6	Conformación del diafragma horizontal	23
Figura 4.1-7	Conformación de muros y dinteles (2 paneles del muro portante interior)	29
Figura 4.2-1	Presentación general del Modelo N° 2	35
Figura 4.2-2	Identificación de los muros, dinteles y soportes aislados que cumplen una función estructural	42
Figura 4.2-3	Modulación del entramado estructural	44
Figura 4.2-4	Distribución de los componentes estructurales de la cubierta	46
Figura 4.2-5	Detalles de la estructura de soporte de la cubierta	48
Figura 4.2-6	Conformación del diafragma de cubierta	49
Figura 4.2-7	Conformación de muro, dinteles y soportes aislados del lateral 2	54
Figura 4.2-8	Conformación de la estructura de pisos y fundaciones	62
Figura 5-1	Requisitos que debe satisfacer la vivienda para la aplicación de las soluciones presentadas en este capítulo	66
Figura 5.1-1	Principales dimensiones (m) y características de las estructuras reticuladas con una pendiente	70
Figura 5.1-2	Principales dimensiones (m) y características de las estructuras reticuladas con doble pendiente	72
Figura 5.1-3	Alternativas (variantes) de extremos para las estructuras reticuladas y detalle de uniones	73

Figura 5.1-4	Superficie expuesta al viento y uniones tomadas como Referencia para asegurar la continuidad de los cordones del Diafragma	86
Figura 5.2-1	Conformación de los muros portantes	91

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5.1-1	Dimensiones netas mínimas (mm) de la sección transversal (ancho por alto: bxd) para clavadores de madera aserrada	67
Tabla 5.1-2	Dimensiones netas mínimas (mm) de la sección transversal (ancho por alto: bxd) para barras de estructuras reticuladas con una pendiente	69
Tabla 5.1-3	Dimensiones netas mínimas (mm) de la sección transversal (ancho por alto: bxd) para barras de estructuras reticuladas con doble pendiente	71
Tabla 5.1-4	Dimensiones netas mínimas (mm) de la sección transversal (ancho por alto: bxd) para vigas de madera aserrada	81
Tabla 5.1-5	Dimensiones netas mínimas (mm) de la sección transversal (ancho por alto: bxd) para vigas de madera laminada encolada	82
Tabla 5.1-6	Especies y clases resistentes aptas para la conformación de la solera superior(1) de arriostamiento actuando como pieza de borde (cordón) de un diafragma de cubierta	85
Tabla 5.2-1	Especies y clases resistentes aptas para la conformación del bastidor en función de la altura (hm) del muro	89
Tabla 5.2-2	Especies y clases resistentes aptas para la conformación del bastidor en función de la longitud (Lcub) y la separación (Sepcub) de los componentes estructurales de la cubierta que apoyan sobre él	89
Tabla 5.2-3	Cantidad(1) requerida de módulos (1,22m de longitud)(2) de muro para equilibrar la acción horizontal del viento en relación a la superficie de pared expuesta al viento	94

Tabla 5.2-4	Dimensiones netas mínimas (mm) de la sección transversal (ancho por alto: bxd) para dinteles de madera aserrada	96
Tabla 5.2-5	Dimensiones netas mínimas (mm) de la sección transversal (ancho por alto: bxd) para dinteles de madera laminada encolada	98
Tabla 5.2-6	Requerimientos para proveer una adecuada vinculación a los extremos de un dintel	100
Tabla 5.2-7	Capacidad de carga (kN) en compresión centrada de miembros simples de madera aserrada	102
Tabla 5.2-8	Capacidad de carga (kN) en tracción centrada de miembros Simples de madera aserrada	103
Tabla 5.2-9	Capacidad de carga (kN) en compresión centrada de miembros simples de madera laminada encolada	104
Tabla 5.2-10	Capacidad de carga (kN) en tracción centrada de miembros simples de madera laminada encolada	106
Tabla 5.3-1	Dimensiones netas mínimas (mm) de la sección transversal (ancho por alto: bxd) para vigas de piso de madera aserrada	108
Tabla 5.3-2	Dimensiones netas mínimas (mm) de la sección transversal (ancho por alto: bxd) para vigas de piso de madera laminada encolada	109
Tabla 5.3-3	Diámetro neto mínimo (mm) de la sección transversal en el Centro para vigas de piso de sección circular de <i>Eucalyptus Grandis</i>	111
Tabla 5.3-4	Dimensiones netas mínimas (mm) de la sección transversal (ancho por alto: bxd) para vigas de fundación de madera aserrada	112
Tabla 5.3-5	Dimensiones netas mínimas (mm) de la sección transversal (ancho por alto: bxd) para vigas de fundación de madera laminada encolada	114

# 1. INTRODUCCIÓN

Esta Guía debe considerarse complementaria del Manual de Aplicación de los Criterios de Diseño adoptados en el Reglamento Argentino de Estructuras de Madera CIRSOC 601 (2016). A diferencia del Manual antes mencionado, el presente documento focaliza exclusivamente en construcciones con bajo compromiso estructural, particularmente en viviendas, proveyendo soluciones simples para casos relativamente estandarizados.

En su elaboración se ha tenido en cuenta la escasa tradición existente en el país en relación al diseño de estructuras de madera y en particular a la aplicación de los lineamientos adoptados por el Reglamento CIRSOC 601 (2016). No obstante, las soluciones provistas en esta Guía deben ser aplicadas, sin excepción, a obras cuyo diseño y ejecución se desarrollan bajo la responsabilidad de personas habilitadas profesionalmente y con experiencia en la temática.

Esta primera parte se refiere a la estructura de viviendas de una planta, y su desarrollo se ha organizado considerando prácticas constructivas usualmente adoptadas en nuestro país. Las cargas consideradas son las especificadas por los reglamentos CIRSOC correspondientes.

Con el fin de evitar complejidades que dificultarían su uso, se ha decidido delimitar la zona geográfica de aplicación y las categorías de exposición al viento como se indica más adelante en los capítulos 2 y 3, respectivamente. No obstante, esta Guía puede aplicarse en casos particulares que no se correspondan con la zona geográfica y/o con las categorías de exposición al viento definidas si se cuenta con el aval del profesional responsable del proyecto, quien deberá proveer los análisis correspondientes para garantizar un desempeño satisfactorio de la estructura conforme a su destino.

Todos los sistemas y elementos estructurales presentados fueron desarrollados y diseñados siguiendo los lineamientos y empleando las especies y grados estructurales contemplados en el Reglamento CIRSOC 601 (2016). La adopción de sistemas o miembros estructurales con distintas tipologías, cargas, dimensiones, especies y/o grados estructurales a los considerados en este documento puede hacerse con la intervención y el aval del profesional responsable de la obra.

En el Capítulo 4 se presenta la estructura de dos proyectos adoptados como modelo. Posteriormente se ofrecen alternativas con variantes para los sistemas y componentes estructurales (Capítulo 5), dentro de las cuales se encuentran las soluciones aplicadas en los dos modelos ya mencionados. En este último capítulo el lector encontrará alternativas para desarrollar la estructura considerando diferentes dimensiones, tipologías, especies y grados estructurales.

Esta Guía considera únicamente requisitos relacionados con el comportamiento mecánico y durabilidad de las estructuras. No tiene en cuenta aspectos tales como el aislamiento térmico y el acústico, entre otros. La calidad de los materiales, incluyendo los empleados en las uniones mecánicas, debe satisfacer los requisitos que en cada caso se especifican y los expresados en los reglamentos INTI-CIRSOC correspondientes.

Este documento provee alternativas de solución para los sistemas y componentes estructurales de mayor significación en la construcción de viviendas, pero no pretende incluir todos los requerimientos que surgen de casos particulares. En consecuencia, el contenido de esta Guía está concebido como un material de apoyo para facilitar la tarea del profesional responsable de la obra, quien debe decidir sobre las alternativas más convenientes en su caso particular y resolver los problemas no contemplados en este documento.

No forma parte del objetivo de esta Guía el diseño de las cimentaciones. Éstas deben proveer adecuado soporte a las cargas actuantes considerando las características resistentes del suelo, sin superar asentamientos excesivos y proveyendo adecuada seguridad contra el levantamiento.

Es de esperar que los aportes y sugerencias de los usuarios de esta Guía impulsen su mejora y la ejecución de futuras ampliaciones, superando las dificultades que emergen a partir del objetivo de proveer soluciones simples pero a la vez con la mayor amplitud posible dentro de su campo de aplicación.

## 2. ZONA GEOGRÁFICA DE APLICACIÓN

En la Figura 2-1 se indica la zona geográfica de aplicación del contenido de esta Guía. La misma se corresponde con la región para la cual las construcciones que son objeto de este documento quedan eximidas de la aplicación de los requerimientos sismo-resistentes y de la acción de la nieve y del hielo:

Zona sísmica 0 de peligrosidad sísmica muy reducida según el Reglamento Argentino para Construcciones Sismorresistentes INPRES-CIRSOC 103 (2013 en trámite de aprobación). Parte 1, Construcciones en general.

Zona excluida de la distribución de cargas de nieve y de hielo en la República Argentina según el Reglamento Argentino de Acción de la Nieve y del Hielo sobre las Construcciones CIRSOC 104 (2005).

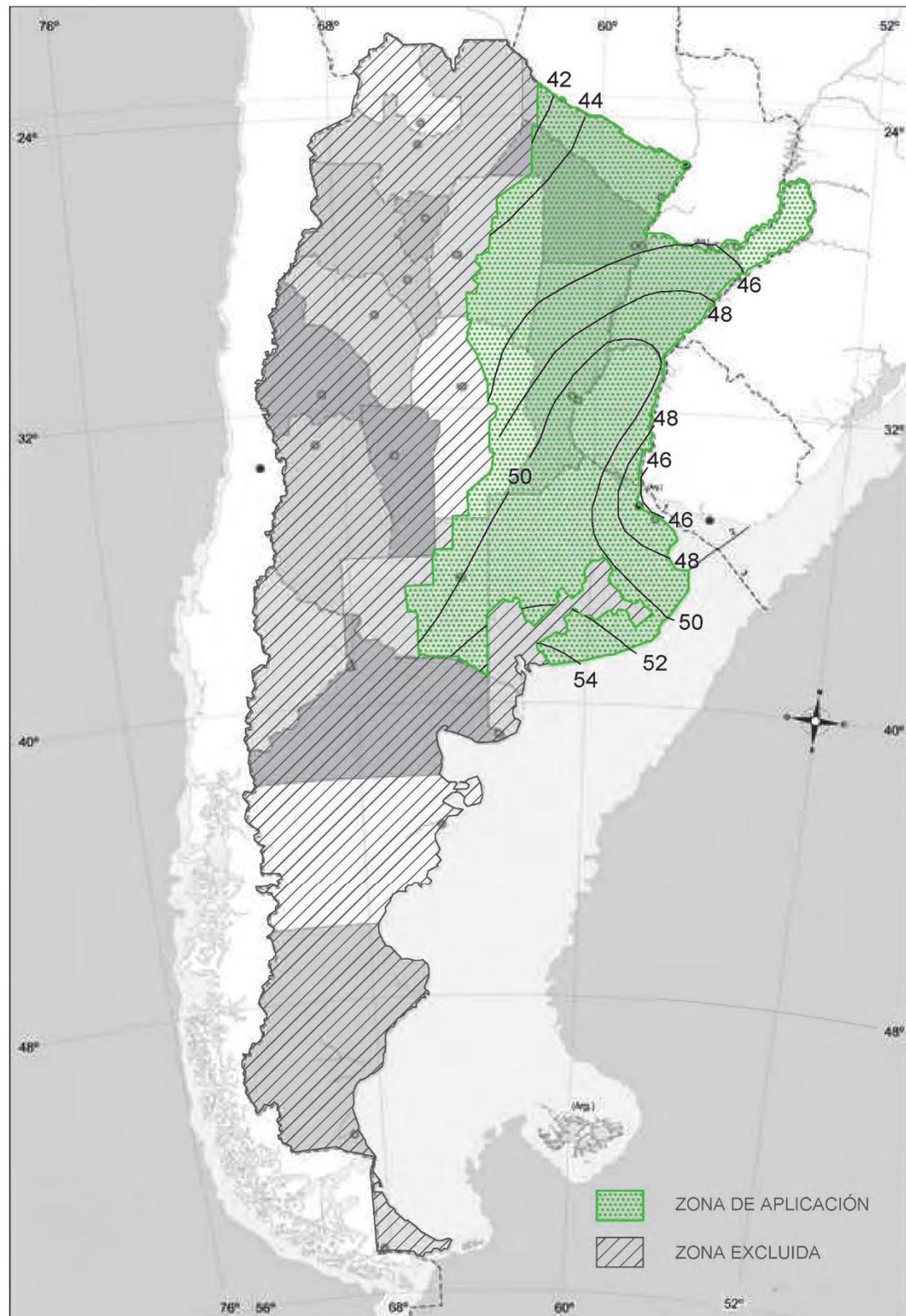
Dado el carácter esquemático de la zona indicada en la Figura 2-1, en determinadas circunstancias el usuario de esta Guía puede necesitar datos más precisos sobre los límites de la misma. Es posible solucionar esos casos empleando la información detallada (sobre los requerimientos sismorresistentes y la acción de la nieve y del hielo) que proveen los dos reglamentos citados anteriormente para las distintas circunscripciones, partidos y departamentos de nuestro país.

Para facilitar la información del lector, en la Figura mencionada más arriba se incluyeron los valores de la velocidad básica del viento (m/s) adoptadas por el Reglamento Argentino de Acción del Viento sobre las Construcciones CIRSOC 102 (2005). Se recomienda la consulta de la Figura 1 B del mencionado reglamento, la cual contiene un listado de ciudades con el correspondiente valor de la velocidad básica del viento.

Es de señalar que dentro de la zona geográfica de aplicación, definida con carácter extensivo, pueden existir microclimas locales o zonas topográficas especiales. La utilización de esta Guía en situaciones especiales como las mencionadas debe ser avalada por el profesional responsable de la obra.

## Figura 2-1 Delimitación esquemática de la zona geográfica de aplicación de la Guía

Las curvas indican la velocidad básica del viento (m/s) según el Reglamento CIRSOC 102 (2005)



### **3. CARGAS CONSIDERADAS Y CONDICIÓN DE SERVICIO DE LA ESTRUCTURA**

#### **CARGAS**

Teniendo en cuenta la zona geográfica de aplicación definida anteriormente y considerando las características de las viviendas que son objeto de esta Guía, las cargas actuantes se determinaron siguiendo los lineamientos de los siguientes Reglamentos CIRSOC:

Reglamento Argentino de Cargas Permanentes y Sobrecargas Mínimas de Diseño para Edificios y otras Estructuras CIRSOC 101 (2005)

Reglamento Argentino de Acción del Viento sobre las Construcciones CIRSOC 102 (2005)

Las soluciones estructurales que se presentan sin ofrecer alternativas para la velocidad básica del viento y para diferentes categorías de exposición al mismo, son utilizables en toda la zona geográfica de aplicación (Figura 2-1) y para categorías de exposición A, B y C según el Reglamento CIRSOC 102 (2005).

Las soluciones estructurales que se presentan con alternativas para velocidades básicas del viento de 50m/s y 54m/s son aplicables en sitios con un valor igual o menor a la velocidad básica indicada en cada caso (Figura 2-1).

Las soluciones estructurales que se presentan con alternativas para categorías de exposición al viento B y C son aplicables a la categoría indicada y a la (las) de menor nivel. En consecuencia, la categoría A está contemplada en la totalidad de las soluciones provistas y la categoría B también lo está en las suministradas para la categoría C.

En ningún caso fue considerada la categoría de exposición D (Áreas costeras planas, sin obstrucciones, expuestas al viento soplando desde aguas abiertas en una distancia de al menos 1600m). Esta decisión se fundamenta en el hecho de que las particularidades y complejidades propias de este nivel de exposición escapan al objetivo de esta Guía.

En línea con lo expresado en el último párrafo del Capítulo 2, es necesario destacar que las cargas consideradas en este documento no tienen en cuenta situaciones locales debidas a microclimas o a zonas topográficas especiales. La magnitud de las cargas actuantes en situaciones especiales como las mencionadas debe ser evaluada por el profesional responsable del proyecto.

## **CONDICIÓN DE SERVICIO**

La madera debe colocarse en todos los casos en estado seco, logrado por un proceso de secado técnico o por exposición al aire. A su vez, todos los componentes estructurales deben transcurrir su vida útil en ambientes secos, adecuadamente ventilados y sin establecer contacto con el agua o el suelo. Este estado queda caracterizado por un contenido de humedad menor al 19% para la madera aserrada y de sección circular, y menor al 16% para la madera laminada encolada estructural.

El cumplimiento de los límites indicados para el contenido de humedad al momento de su colocación es de importancia tanto para alcanzar el desempeño mecánico requerido (resistencia y rigidez) como para lograr una adecuada durabilidad frente al ataque de agentes biológicos.

La madera o sus productos derivados deben tener una adecuada durabilidad natural conforme al tipo de riesgo de ataque biológico que corresponda al proyecto. En caso contrario, deben recibir un tratamiento protector adecuado. Los elementos de fijación, así como cualquier tipo de conector estructural metálico, deberán ser resistentes a la corrosión o estar protegidos contra el ataque de la misma.

El diseño de las fundaciones debe contemplar una adecuada protección de la madera o productos derivados de la madera contra el ataque de hongos e insectos. Se deben prever drenajes que eviten la acumulación de agua y se debe evitar la presencia de elementos que faciliten el ataque biológico.

Además de satisfacer lo especificado en los párrafos anteriores, es conveniente que el material se coloque con un contenido de humedad lo más cercano posible al de equilibrio higroscópico de la región donde se ubica la obra. Esta recomendación adquiere relevancia por la diversidad de situaciones climáticas existentes en la zona geográfica de aplicación de esta Guía (ver el Capítulo 2).

## **4. PROYECTOS ADOPTADOS COMO MODELO**

La presentación de la solución estructural de estos dos proyectos adoptados como modelo tiene por objetivo facilitar la interpretación y aplicación de la información presentada en el Capítulo 5 de esta Guía, el cual provee alternativas de solución para la estructura de viviendas de una planta.

Debe considerarse que las soluciones adoptadas para estos dos casos particulares forman parte de un conjunto amplio de opciones ofrecidas en el capítulo mencionado.

En todos los casos, las dimensiones de la sección transversal de los miembros estructurales de madera aserrada se indican con su valor neto final conforme al criterio de la Tabla Voluntaria de Medidas TVM-2017 (INTI 2017).



## 4.1. MODELO Nº 1

### ***DESCRIPCIÓN GENERAL***

La vivienda se ha proyectado tomando como base un modelo diseñado para el Programa ProCreAr y se localiza en el interior de la ciudad de Concepción del Uruguay, provincia de Entre Ríos.

Tal como puede apreciarse en la Figura 4.1-1, se pueden destacar las siguientes particularidades con influencia sobre el diseño de la estructura:

- i) la vivienda se encuentra ubicada entre medianeras de mampostería, lo cual es común en muchas ciudades del país debido a las dimensiones usuales de los terrenos y a las exigencias sobre medianería establecidas en los códigos de edificación,
- ii) la estructura y el piso se apoyan sobre una platea de hormigón armado, y
- iii) la cubierta exhibe una pendiente moderada (15%).

El lector puede encontrar en el Modelo Nº 2 el desarrollo de una estructura que ofrece variantes a las particularidades antes señaladas

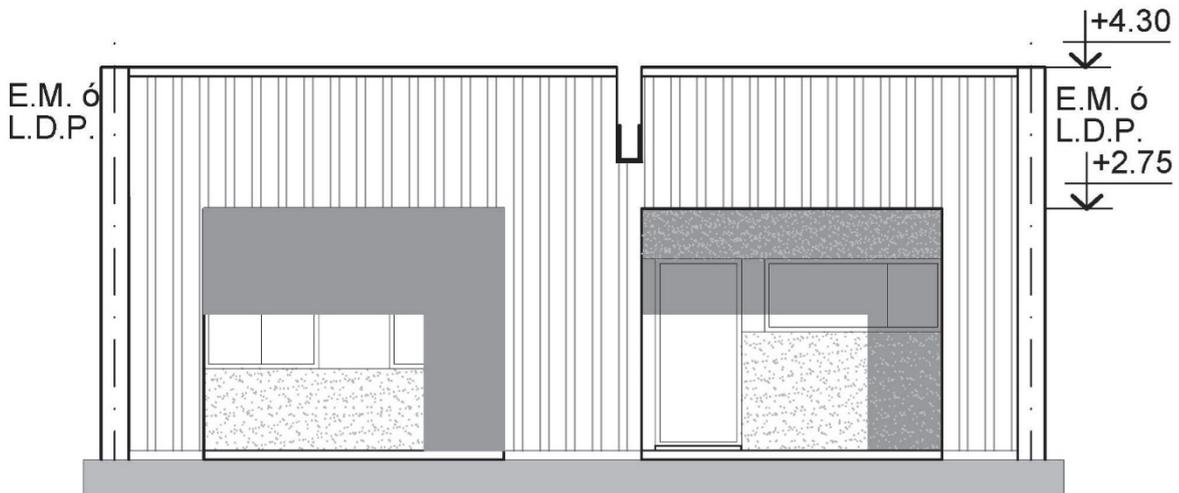
**Figura 4.1-1 Presentación general del Modelo Nº 1**



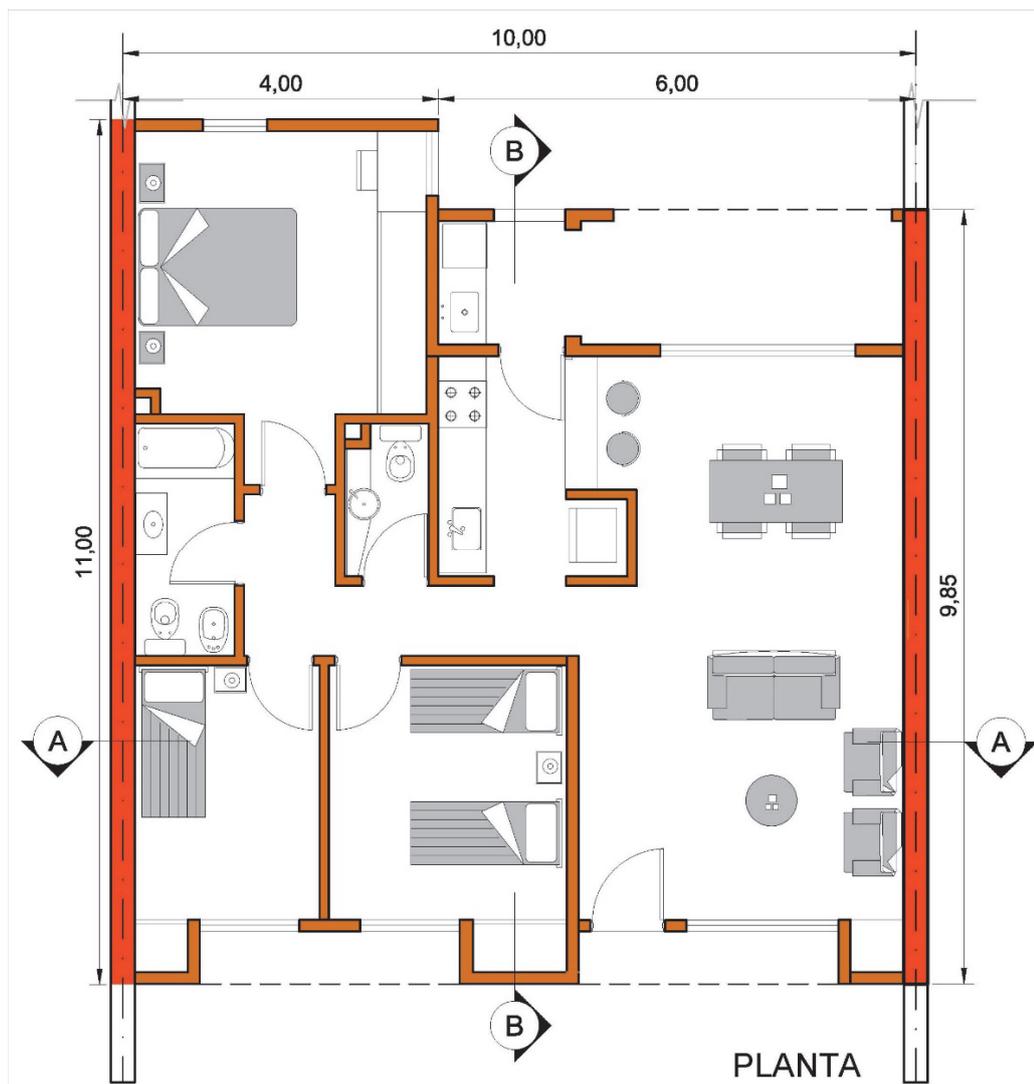
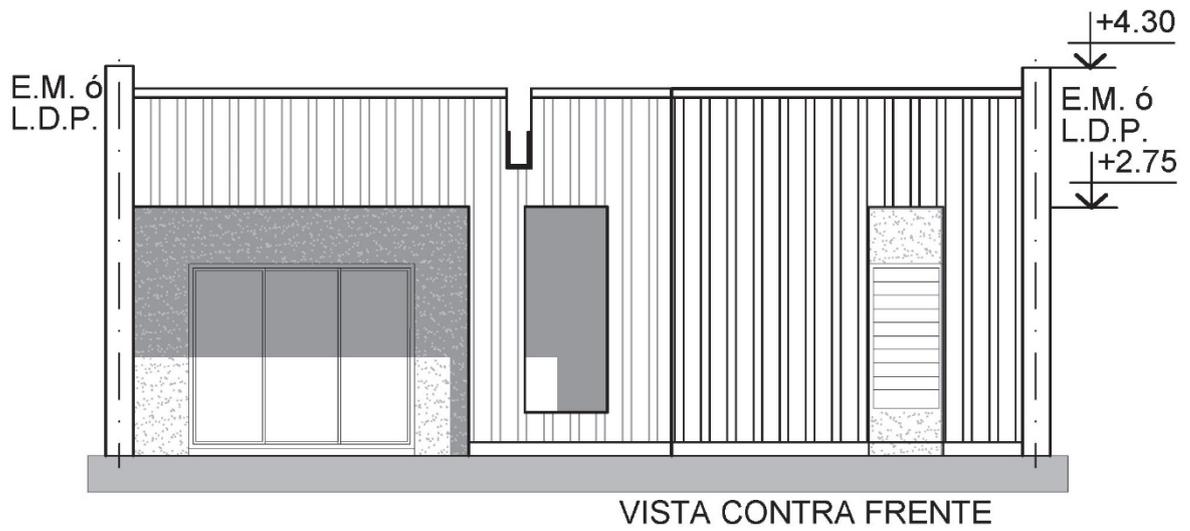
IMAGEN FRENTE

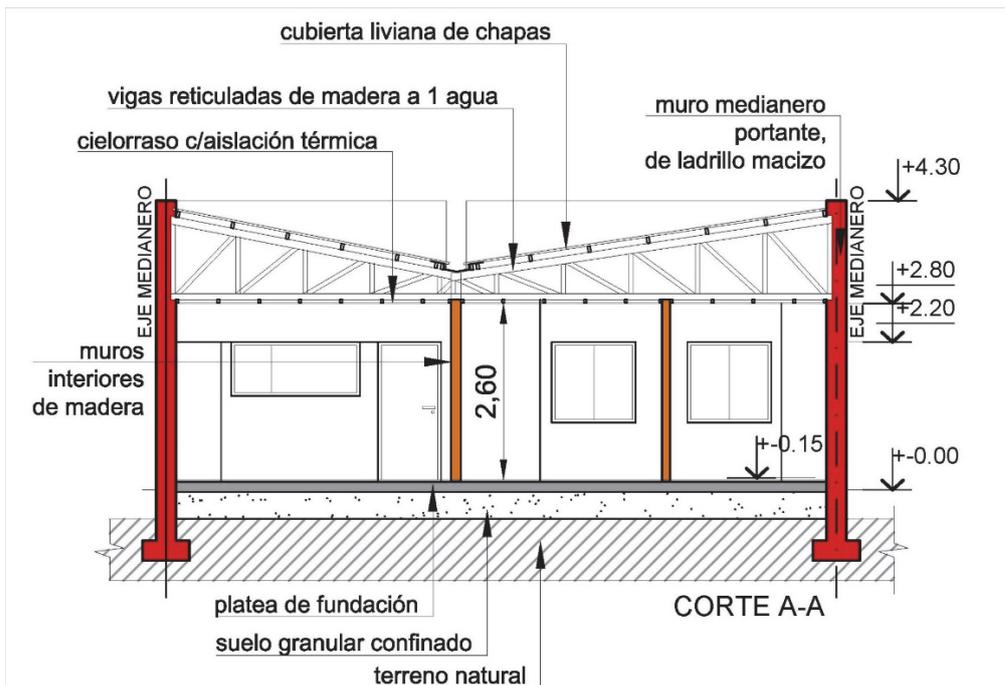
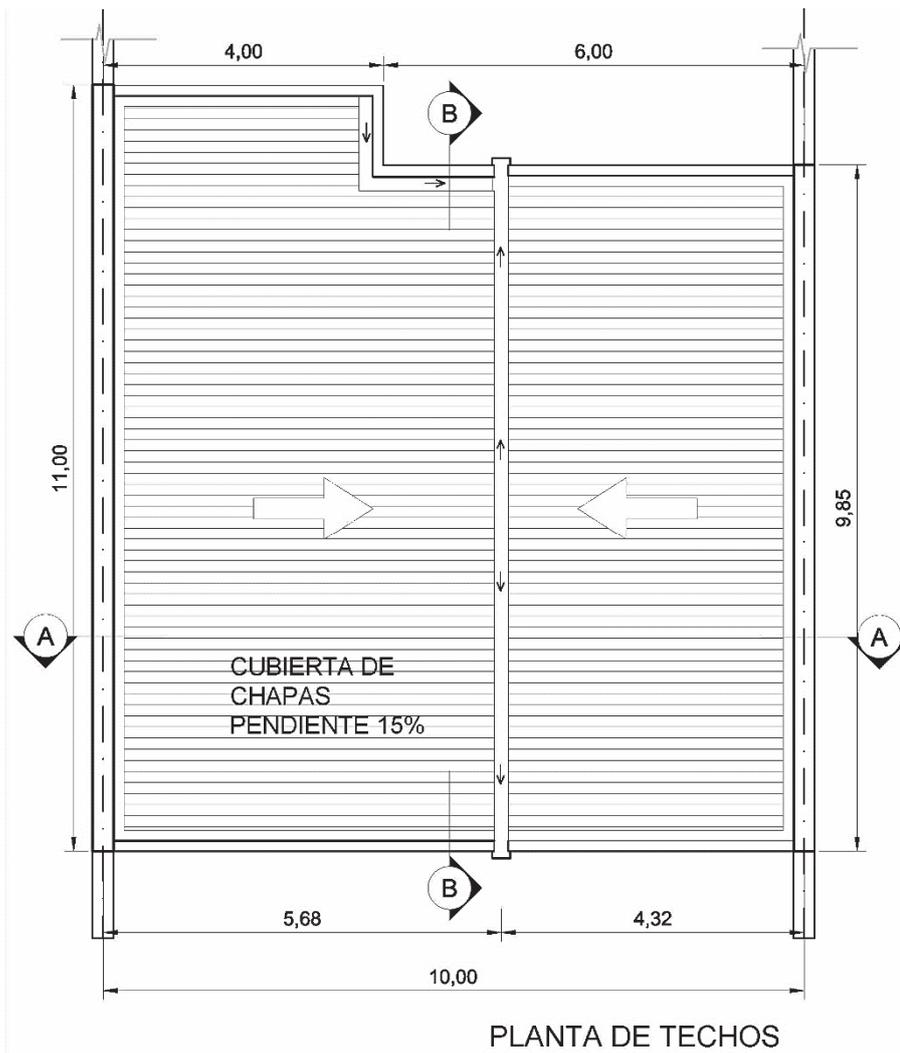


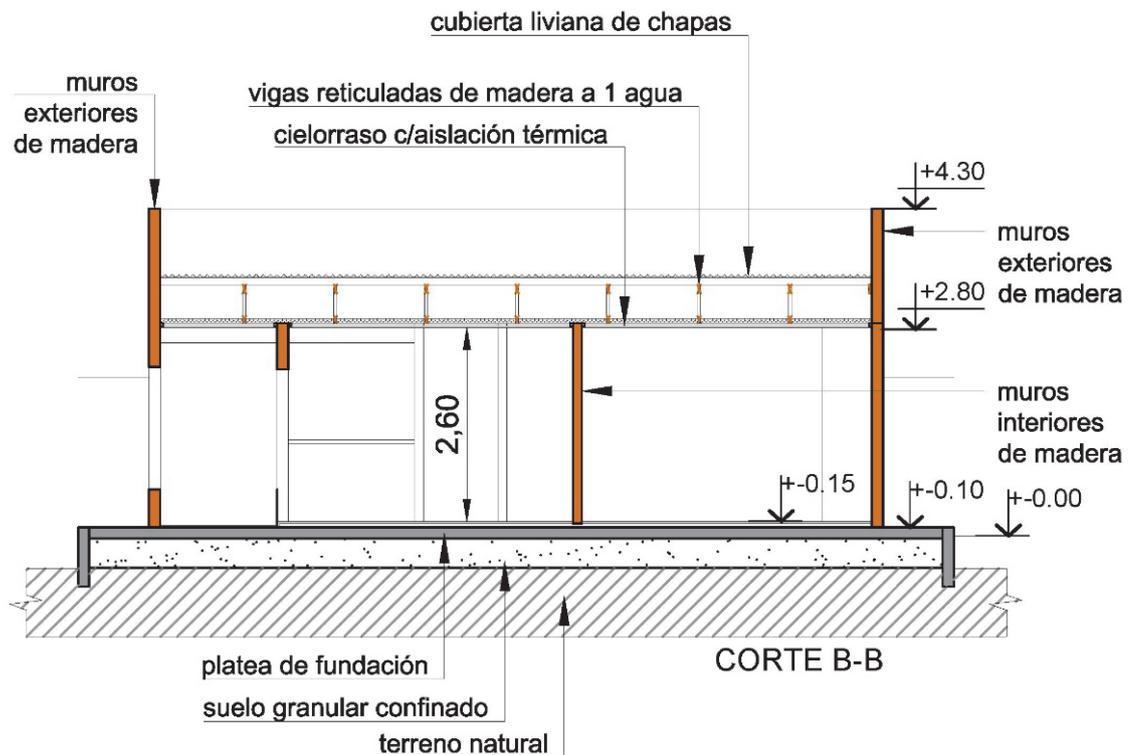
IMAGEN CONTRA FRENTE



VISTA FRENTE







## **ESTRUCTURA RESISTENTE**

Se decide realizar la estructura resistente de este modelo con madera aserrada de *Eucaliptus grandis* clase de resistencia 2, por lo cual se seleccionarán componentes estructurales construidos con esta especie y calidad, salvo que no resulten aptos para el fin propuesto.

La utilización de esta Guía implica tener en cuenta aspectos adicionales a los usualmente considerados en el diseño de casos particulares. En consecuencia, a continuación se resuelve la estructura siguiendo una secuencia de acciones que tiene por objetivo facilitar el proceso de desarrollo.

### **1) Comprobar si la vivienda se ubica en la zona geográfica de aplicación**

La vivienda se localiza en el área urbana de la ciudad de Concepción del Uruguay, Entre Ríos, y por lo tanto está incluida en la zona geográfica de aplicación de la Guía (Capítulo 2, Figura 2.1).

## **2) Verificar la velocidad básica del viento y la categoría de exposición de la vivienda**

Conforme a la Figura 2.1, la velocidad básica del viento en la localidad donde se ubica la vivienda es 48m/s.

Al ubicarse en el interior del área urbana de la ciudad mencionada, corresponde considerar la categoría de exposición B (Apartado 5.6.1 del Reglamento CIRSOC 102 2005: “Áreas urbanas y suburbanas, áreas boscosas, o terrenos con numerosas obstrucciones próximas entre sí, del tamaño de viviendas unifamiliares o mayores. El uso de esta categoría de exposición está limitado a aquellas áreas para las cuales el terreno representativo de la Exposición B prevalece en la dirección de barlovento en una distancia de al menos 500 m o 10 veces la altura del edificio u otra estructura, la que sea mayor”).

## **3) Comprobar si el proyecto satisface los requisitos necesarios para que sean aplicables las soluciones provistas en el Capítulo 5**

La información presentada en la Figura 4.1-1 permite comprobar que el proyecto satisface los siguientes requisitos establecidos en el Capítulo 5 de esta Guía:

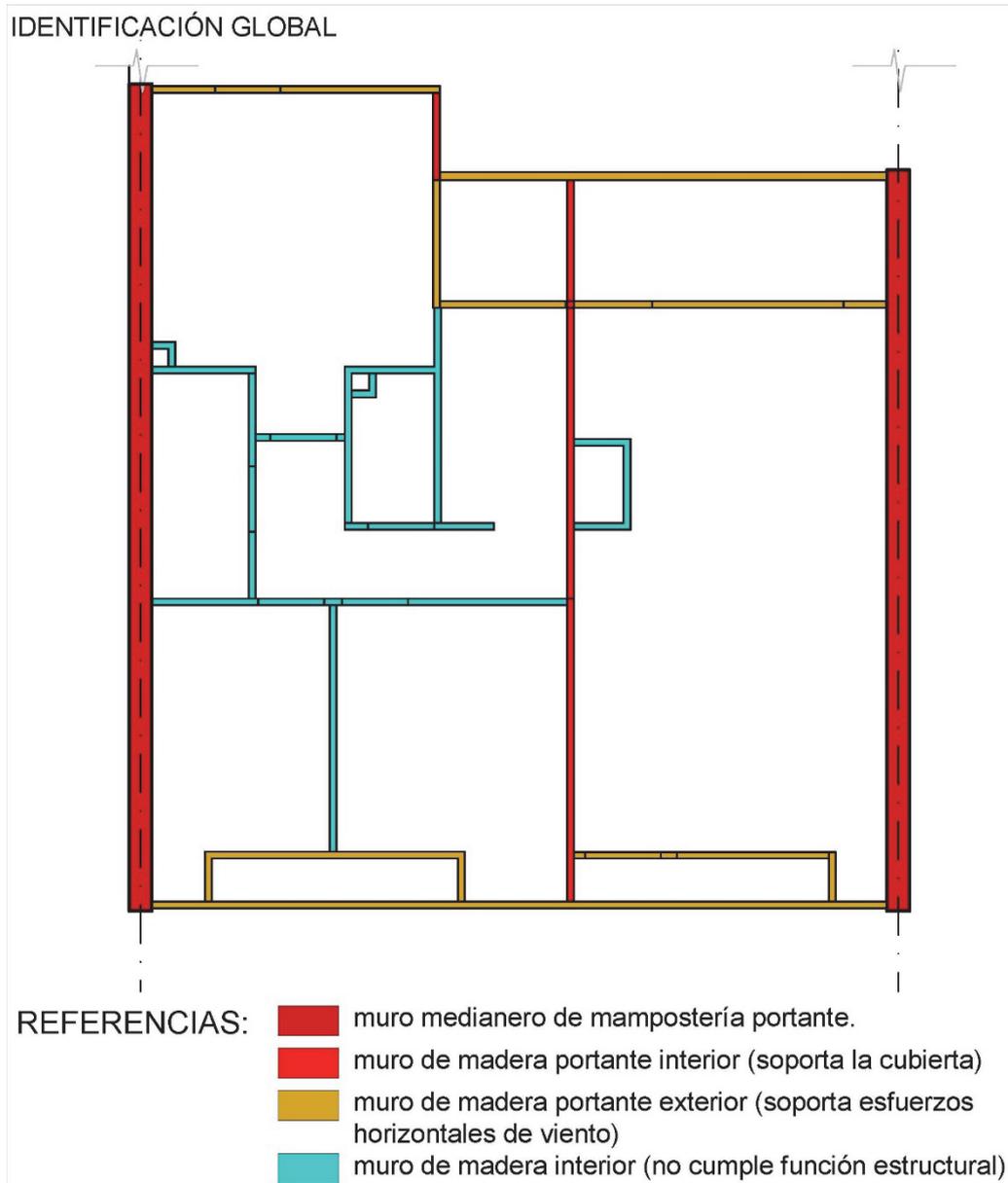
- i) toda dimensión horizontal de la vivienda, según sus direcciones principales, es menor a 15m. La dimensión en la dirección en que se colocan las estructuras reticuladas de soporte de la cubierta es menor a 12m.
- ii) la altura de los muros portantes de madera es menor a 3m.
- iii) la cubierta es de chapas con una pendiente menor a 35%. Su altura máxima es menor a 5m y su altura media no supera el 75% de la menor dimensión horizontal según las direcciones principales de la vivienda.

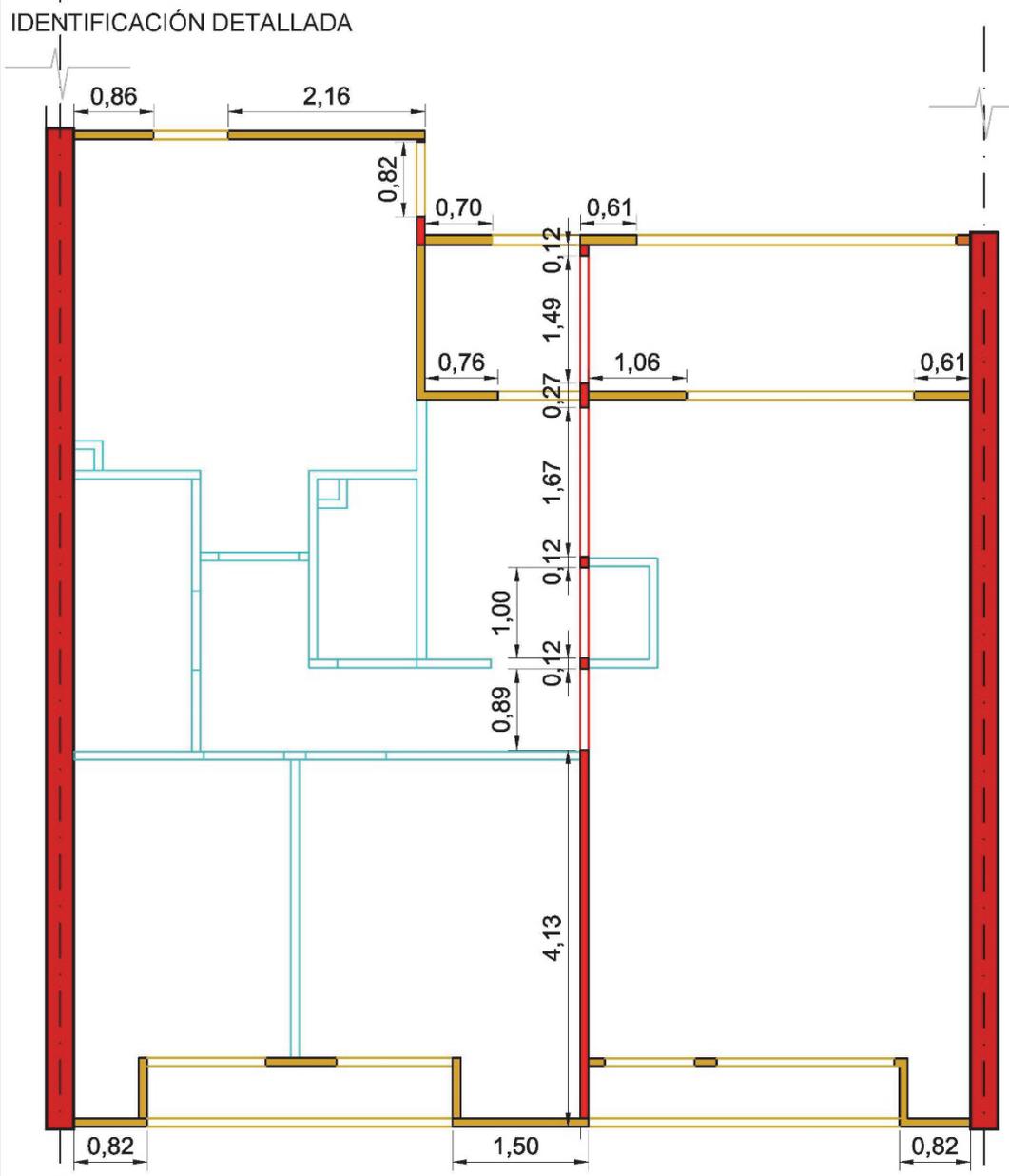
Considerando que todos los sistemas y componentes estructurales se seleccionan (ver los pasos 6 y 7 de esta secuencia) de las alternativas ofrecidas en el Capítulo 5, queda naturalmente satisfecho el cumplimiento de los requisitos referidos a dimensiones, espaciamiento y condiciones particulares de los mismos.

## **4) A partir del proyecto arquitectónico, dibujar el perímetro exterior e identificar las funciones que cumplen los muros, dinteles y soportes aislados (columnas)**

En la Figura 4.1-2 se identifican por su función estructural los muros y dinteles. No están previstos soportes aislados (columnas) en la vivienda.

**Figura 4.1-2 Identificación de los muros y dinteles que cumplen una función estructural**

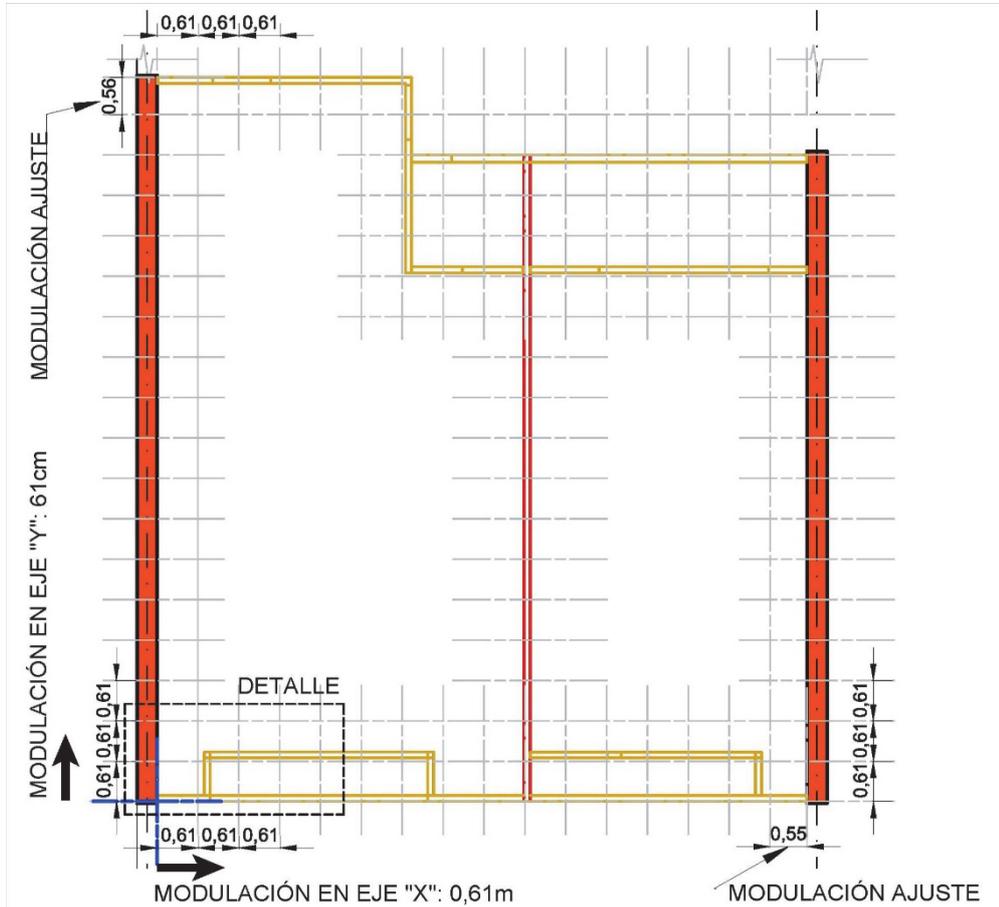




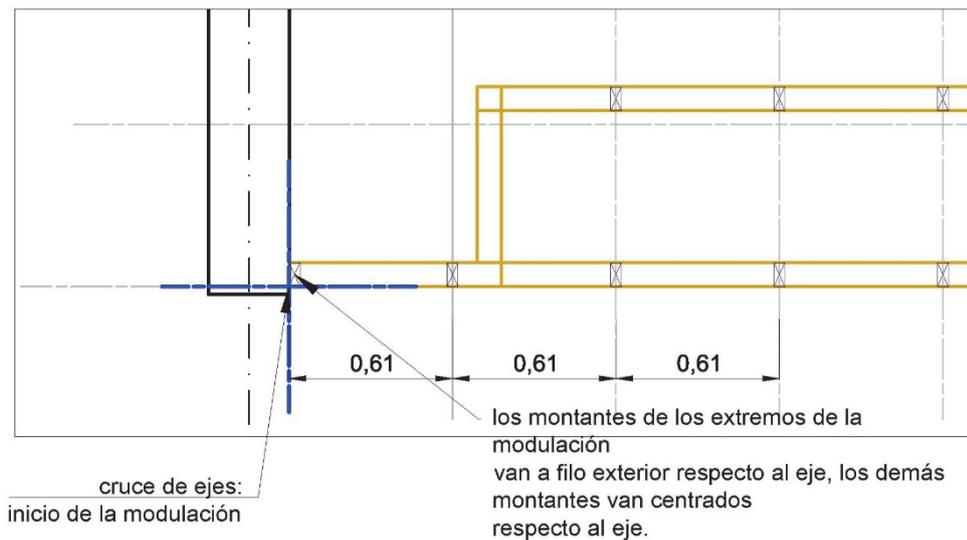
### 5) Definir un origen y modular el entramado estructural en planta

En este caso se adopta una modulación de 0,61m. Se exhibe en la Figura 4.1-3

**Figura 4.1-3 Modulación del entramado estructural**



**DETALLE: DISTRIBUCIÓN DE MONTANTES DE ACUERDO A LA MODULACIÓN**



## 6) Definir los componentes estructurales de la cubierta

En la Figura 4.1-4 se presenta esquemáticamente la distribución de los componentes de la estructura de la cubierta. A continuación se proveen detalles de los mismos y del proceso de su selección utilizando la información provista en el Apartado 5.1 de esta Guía.

**Figura 4.1-4 Distribución de los componentes estructurales de la cubierta**

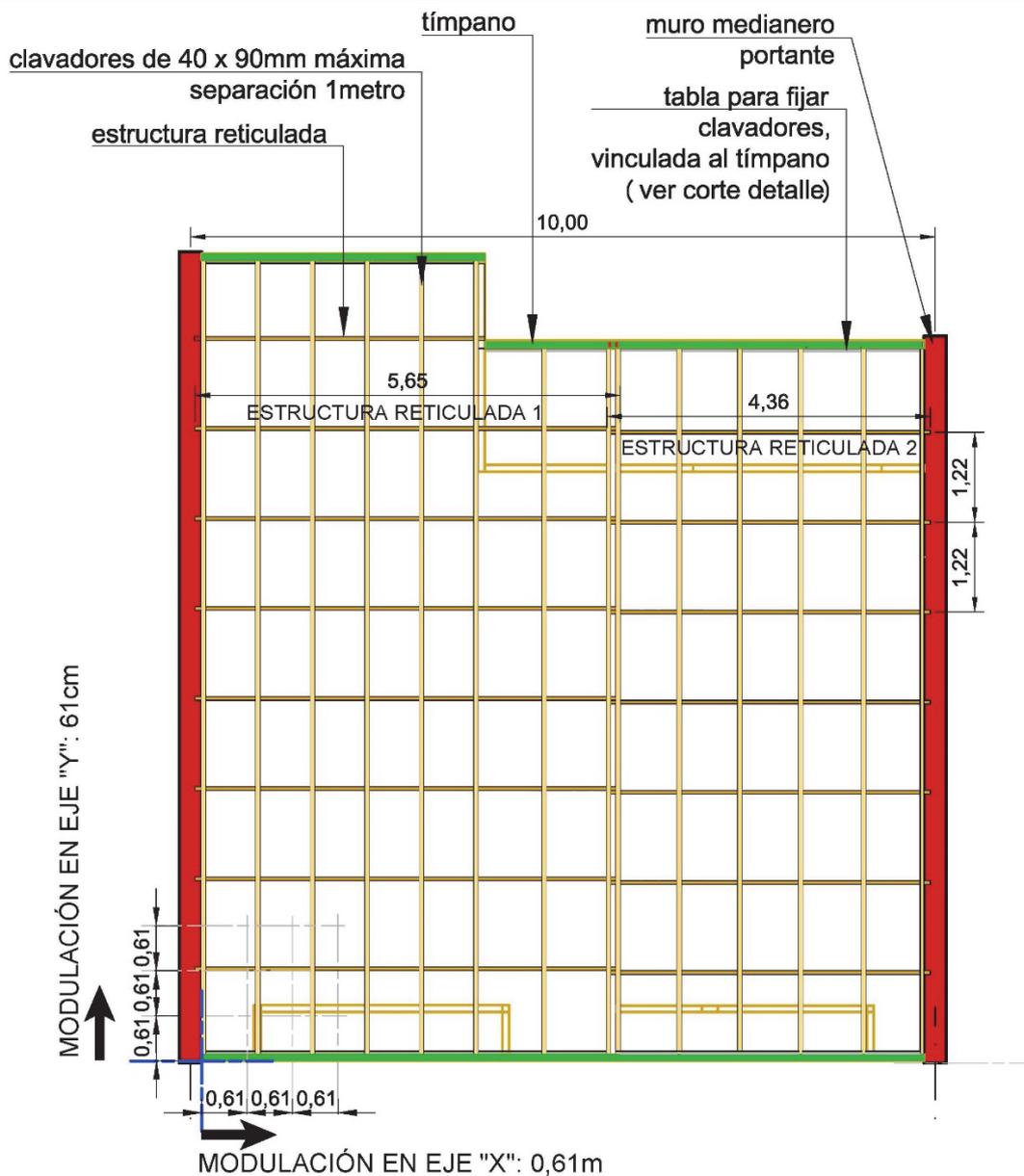


IMAGEN GENERAL DE LA ESTRUCTURA DESDE EL FRENTE

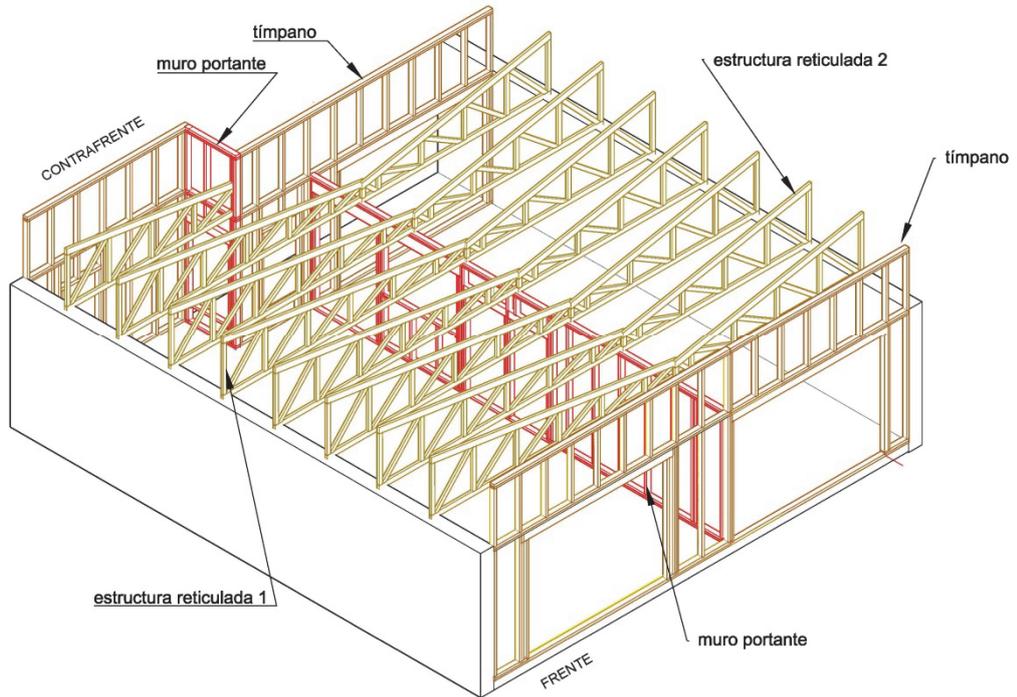
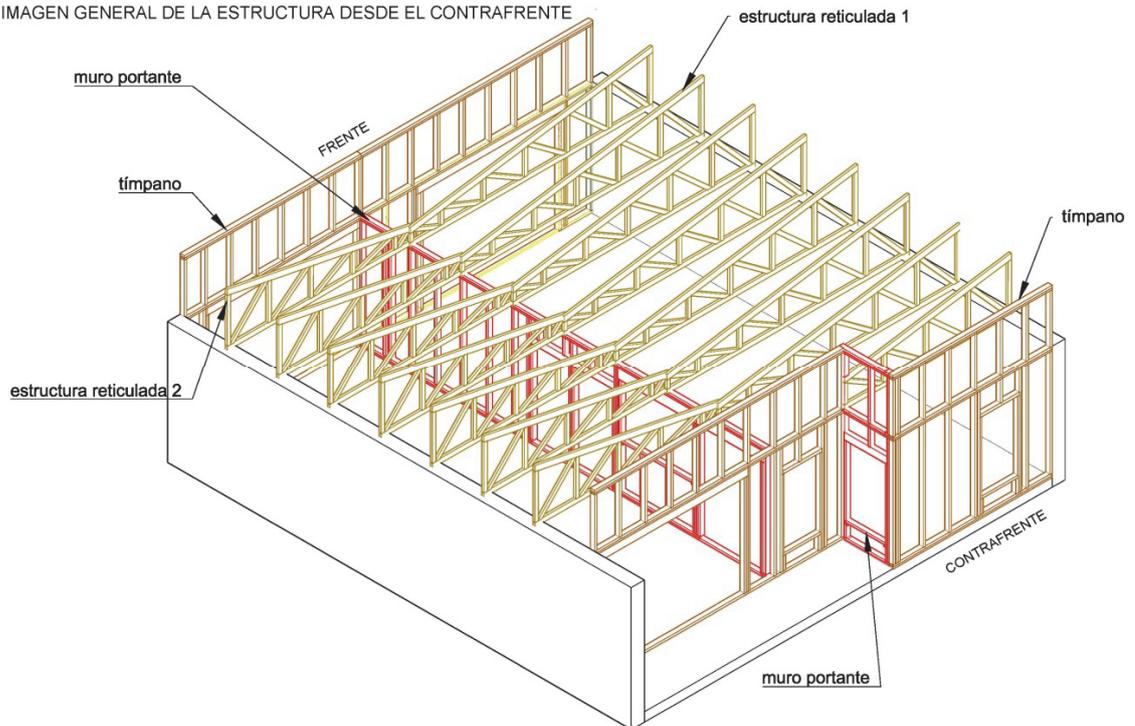


IMAGEN GENERAL DE LA ESTRUCTURA DESDE EL CONTRAFRENTE



## **Clavadores**

Conforme a la separación entre apoyos de los clavadores (1,22m), y a la decisión de emplear madera aserrada de *E. grandis* clase de resistencia 2, la información provista en la Tabla 5.1-1 indica que se debe adoptar una sección transversal mínima de 40mm x 90mm.

## **Estructuras reticuladas**

El proyecto presenta estructuras reticuladas con pendiente única y longitudes de 5,65m y 4,36m, en ambos casos colocadas con una separación de 1,22m. Teniendo en cuenta que en el Apartado 5.1 (Tabla 5.1-2 y Figura 5.1-1) se ofrecen soluciones para longitudes de 4m, 5m, 6m y 7m, se decide adaptar la de 6m y la de 5m a las longitudes de 5,65m y 4,36m respectivamente.

La adaptación de la estructura de 6m se materializa disminuyendo la longitud del tramo adyacente al apoyo sobre el muro interior hasta alcanzar la longitud requerida (5,65m), manteniendo la pendiente en 15% y una altura mínima de 0,4m.

La adaptación de la estructura de 5m se concreta disminuyendo la longitud del tramo adyacente al apoyo sobre el muro interior hasta alcanzar la longitud requerida (4,36m). En este caso se mantuvo la altura mínima de 0,4m y se incrementó levemente la pendiente para alcanzar un valor constante de 1,24m en el perímetro exterior de la cubierta que quedó definido por la estructura de mayor longitud.

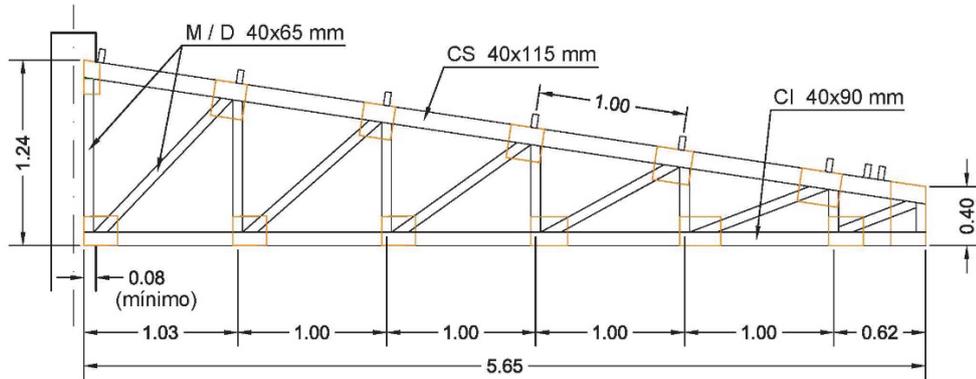
Siguiendo las instrucciones de la Figura 5.1-1, en ambos casos las adaptaciones se realizan evitando ubicar los empalmes de los cordones tanto en la cercanía de los apoyos como en un mismo tramo (superior e inferior).

Las estructuras se exhiben en la Figura 4.1-5. Los símbolos y detalles están definidos en la Tabla 5.1-2 y en las figuras 5.1-1 y 5.1-3.

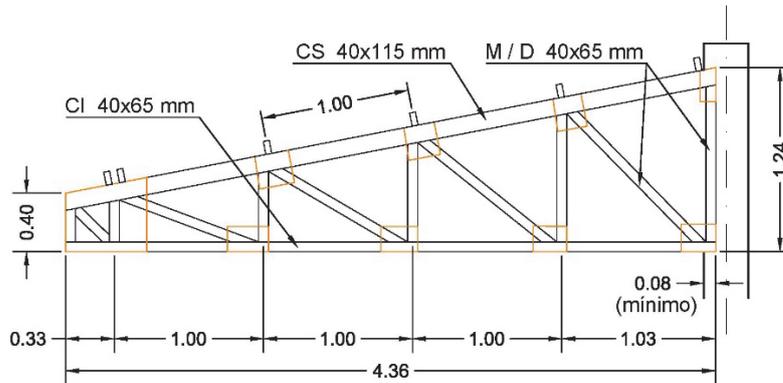
Para proyectos que disponen vigas como soporte de la cubierta (en lugar de estructuras reticuladas), el lector encuentra en el Apartado 5.1 alternativas de hasta 4m de longitud en madera aserrada (Tabla 5.1-4) y de hasta 5m de longitud en madera laminada encolada (Tabla 5.1-5).

**Figura 4.1-5 Detalles de la estructura de soporte de la cubierta**

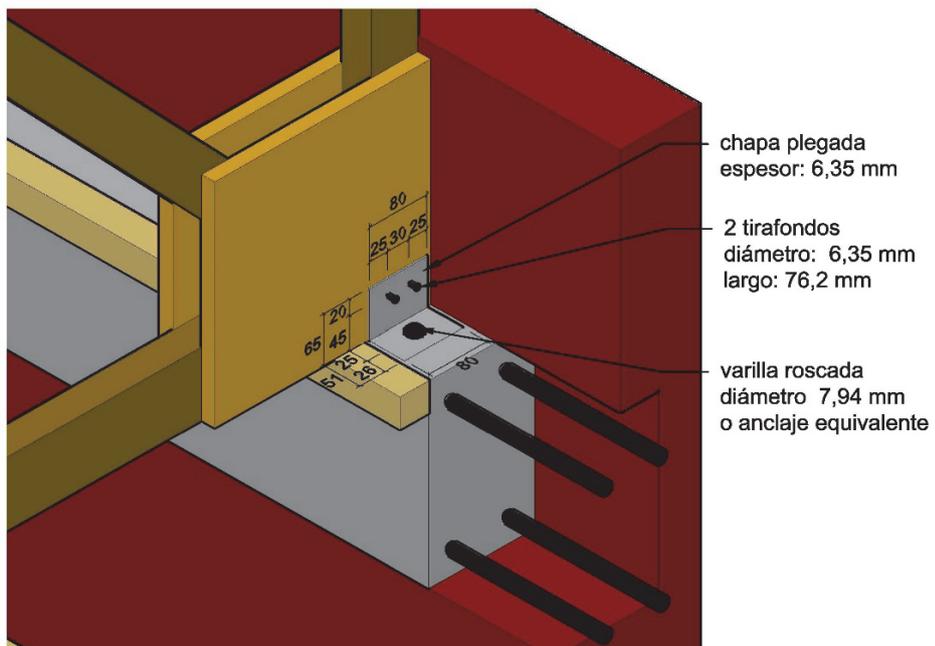
**ESTRUCTURA RETICULADA 1**



**ESTRUCTURA RETICULADA 2**



**DETALLE DE UNIÓN DE LA CABRIADA AL ENCADENADO SUPERIOR DEL MURO PORTANTE**



## **Diafragma**

Considerando que el proyecto contempla la ejecución de un cielorraso horizontal de madera machihembrada que cumple con la calidad y el espesor nominal requerido en el Apartado 5.1 para los entablados estructurales (19mm), el mismo se utiliza para conformar el diafragma.

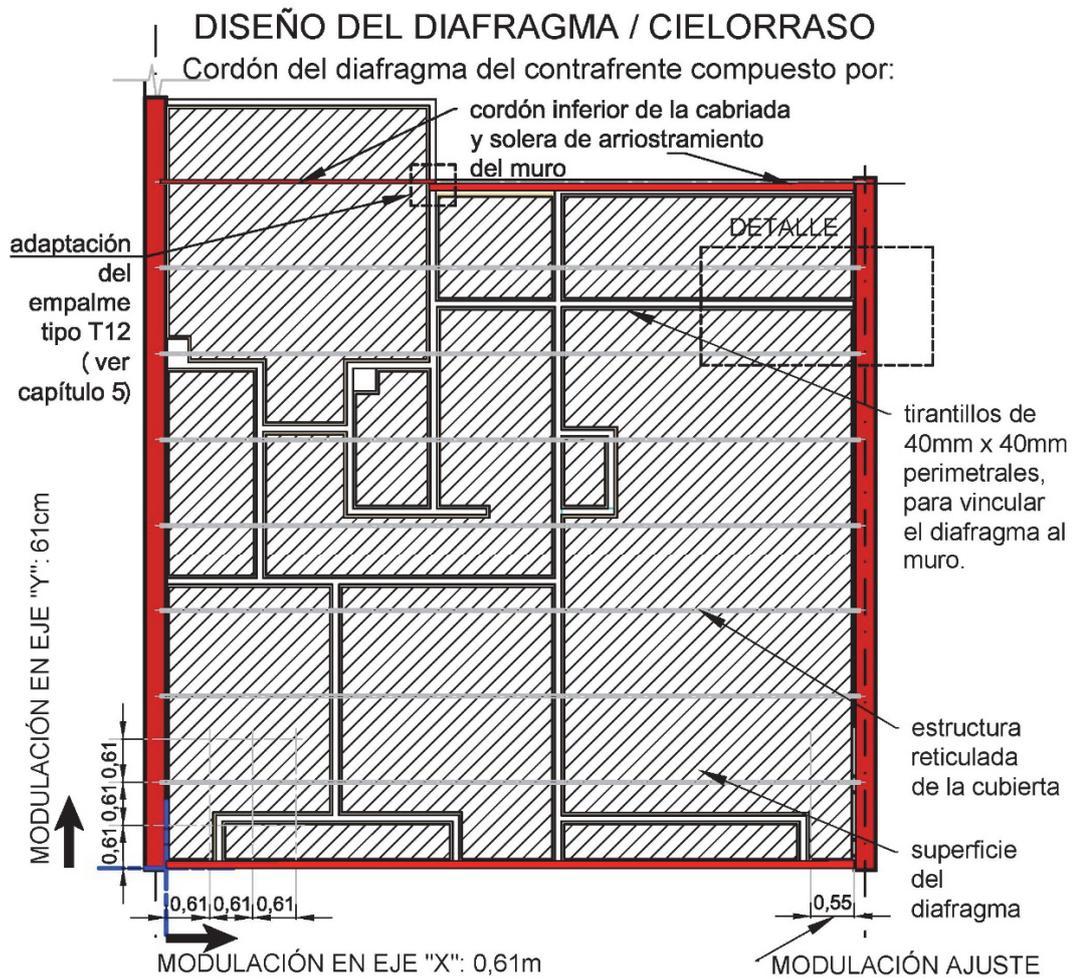
Para definir la conformación de los cordones del diafragma se utiliza la Tabla 5.1-6. El viento perpendicular al frente actúa sobre una superficie expuesta igual a  $10\text{m} \times 4,3\text{m} = 43\text{m}^2$  (Figura 4.1-1) y la relación entre lados del diafragma alcanza  $L_{\text{diaf,perp}} / L_{\text{diaf,paral}} = 10\text{m} / 9,85\text{m} \approx 1 < 2,5$ . Ingresando a la Tabla 5.1-6 con esta información se obtiene que los cordones normales a la dirección del viento pueden estar constituidos por soleras de *E. grandis* clase de resistencia 2 con sección 90mm x 40mm (o piezas de calidad y sección equivalentes), y que la continuidad debe asegurarse resolviendo las interrupciones con empalmes del tipo T 12 (Figura 5.1-4). En el frente, el modelo cuenta con la solera de arriostamiento ubicada inmediatamente debajo del tímpano, la cual satisface los requerimientos indicados. En el contra frente se dispone del cordón inferior de la última estructura reticulada ubicada sobre el dormitorio y de la solera superior ubicada debajo del tímpano localizado sobre el muro posterior que cierra el lavadero. Se vinculan ambos elementos, que reúnen los requisitos exigibles, con una conexión tipo T12 adaptada a este caso particular.

Para el viento perpendicular a los muros medianeros, la función de los cordones es asignada a los encadenados de hormigón armado incluidos en los muros con los cuales están unidas mecánicamente las estructuras reticuladas. La verificación de la capacidad de los encadenados para desempeñar esa función no se considera necesaria y escapa al objeto de esta Guía. El análisis de la estabilidad lateral del viento en esta dirección es requerido porque los muros medianeros no poseen una estructura que garantice su estabilidad lateral.

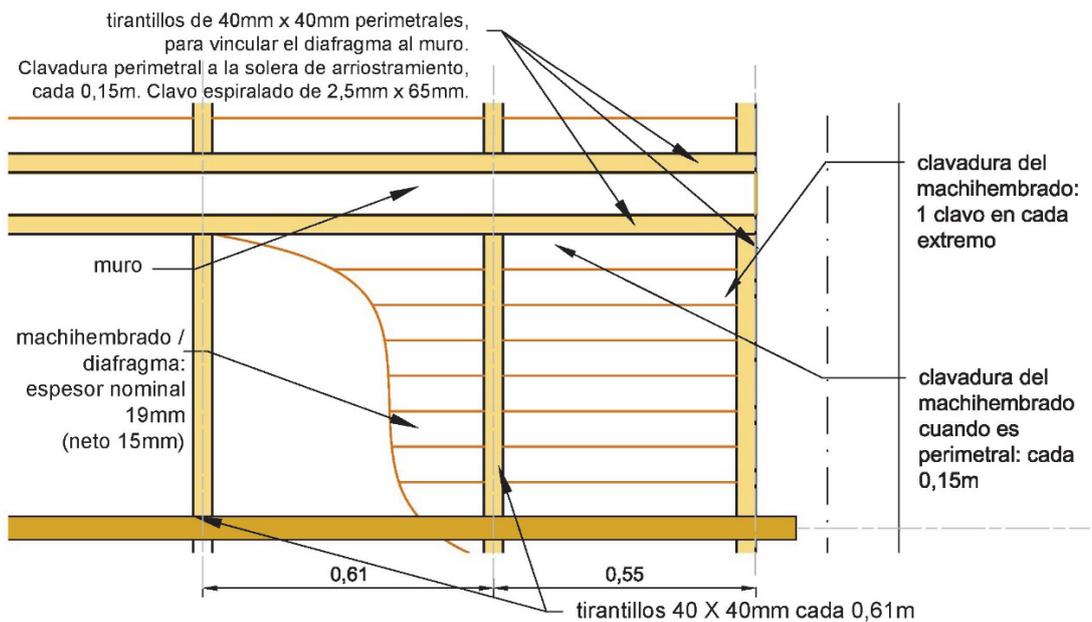
En la Figura 4.1.6 se presenta información referida a la conformación general del diafragma.

En el Modelo N° 2 se presenta un diafragma ubicado en los dos planos inclinados de la cubierta. Está conformado por tableros estructurales y las piezas de borde (cordones) son de madera en todo su perímetro.

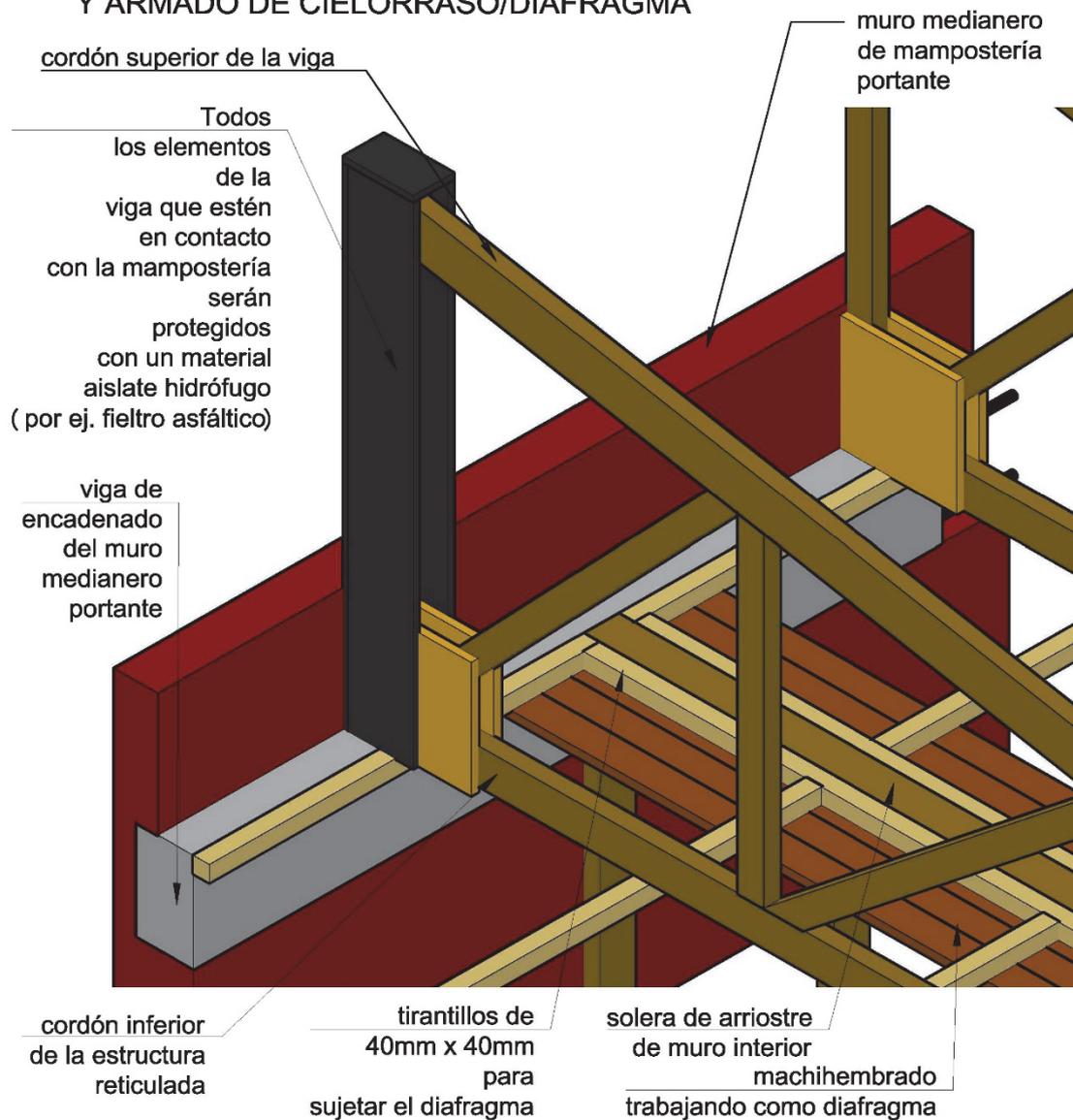
**Figura 4.1-6 Conformación del diafragma horizontal**



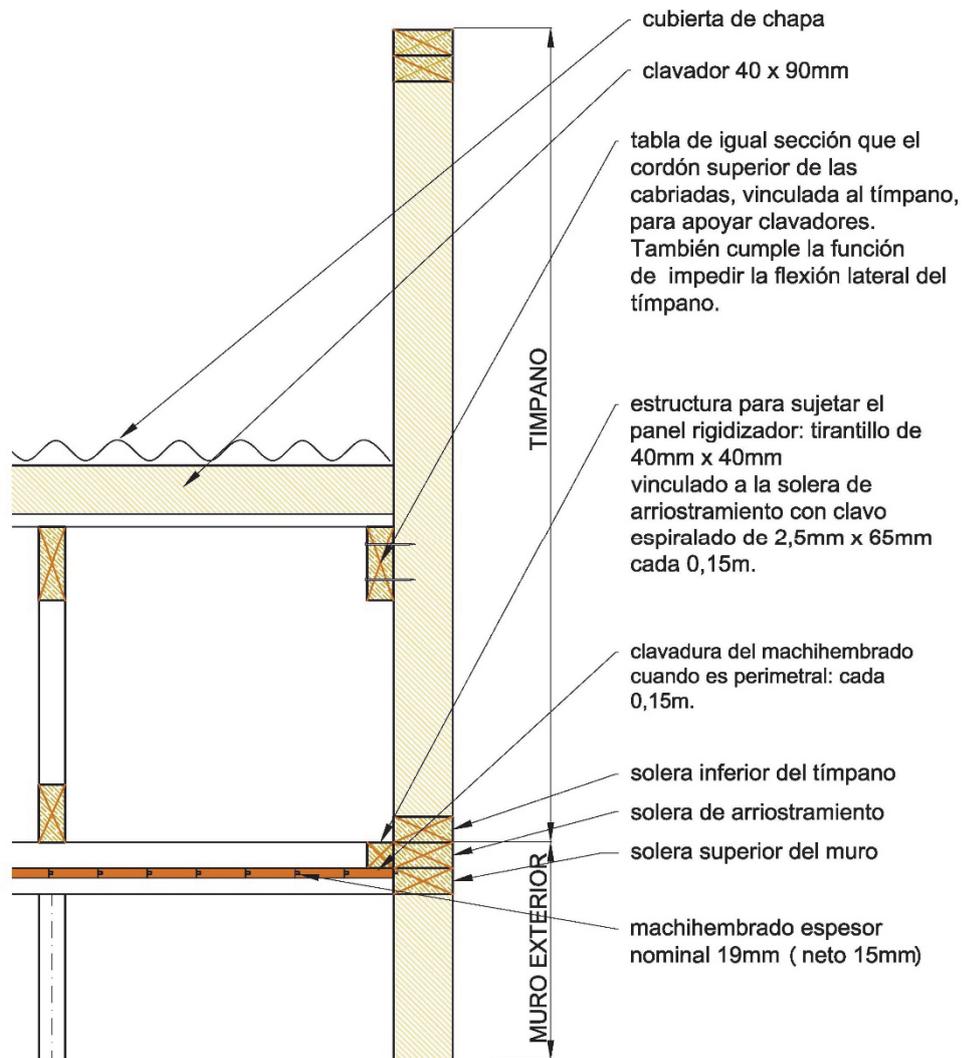
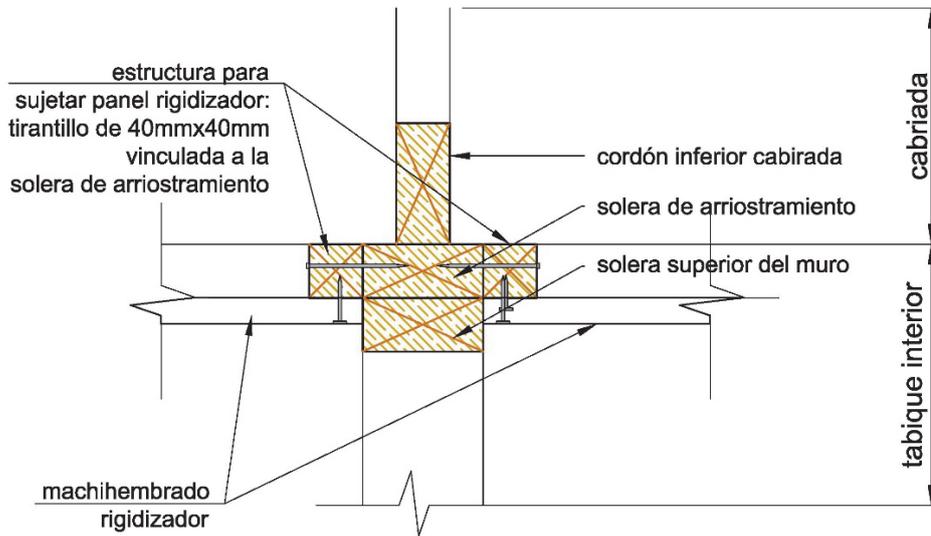
**DETALLE: TIRANTILLO Y MACHIHEMBRADO DEL DIAFRAGMA**

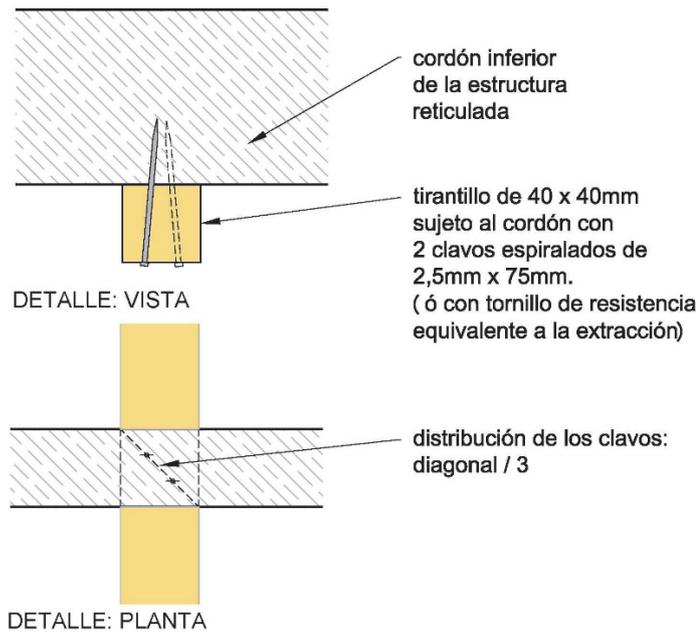
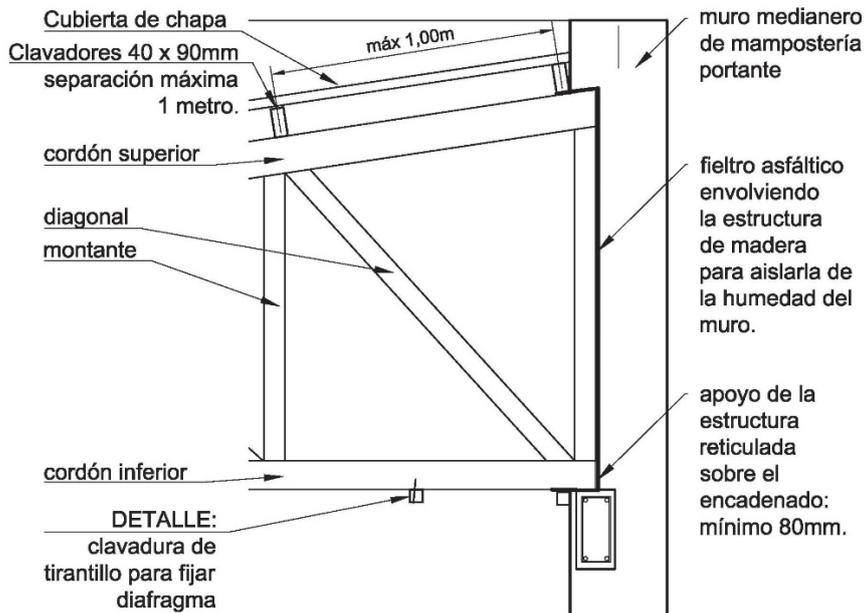


## DETALLE APOYO ESTRUCTURA RETICULADA DE LA CUBIERTA Y ARMADO DE CIELORRASO/DIAFRAGMA



UNIÓN DIAFRAGMA / MURO / ESTRUCTURA CUBIERTA  
 (Cuando el muro interior coincide con la estructura reticulada de la cubierta)





## 7) Definir los muros, dinteles y soportes aislados

En la Figura 4.1-2 se identifican en forma general los muros y dinteles que cumplen una función estructural en la vivienda. A continuación se provee información detallada y se describe el proceso de selección de los mismos utilizando la información provista en el Apartado 5.2 de esta Guía.

## Muros

La Tabla 5.2-1 revela que la madera aserrada de *E. grandis* clase de resistencia 2 es apta para construir bastidores de muros con una altura igual o menor a 2,8m. Dado que en este proyecto la altura de los muros alcanza 2,6m, la calidad de madera adoptada satisface este requerimiento. La Tabla 5.2-2 indica que la madera mencionada es apta para construir bastidores de muros que soportan una cubierta con componentes estructurales de longitud ( $L_{cub}$ ) igual o menor a 12m y separación ( $Sep_{cub}$ ) igual a 1,22m. Dado que en este caso las estructuras reticuladas que apoyan sobre el muro se separan 1,22m y su longitud total es 9,86m, la madera adoptada cumple lo especificado. Todos los parantes del muro interior que coinciden con el apoyo de las estructuras reticuladas, o reciben los esfuerzos que éstas transmiten a través de dinteles, se vinculan a la platea de fundación por medio de las conexiones diseñadas para parantes simples y dobles que se exhiben en la Figura 4.1-7. En esta figura se indican los dos paneles en los cuales, por razones constructivas, se decide dividir la construcción del tramo de mayor longitud del muro portante interior.

Empleando la Tabla 5.2-3 se determina la cantidad de módulos de muro necesaria para absorber los esfuerzos horizontales debidos al viento perpendicular a los muros medianeros. Siendo la superficie expuesta  $11m \times 4,3m = 47,3m^2$  (Figura 4.1-1) se ingresa a la Tabla 5.2-3 con el valor que mejor aproxima por exceso ( $50m^2$ ). Considerando la velocidad básica del viento y la categoría de exposición de la vivienda (paso 2 de esta secuencia), la mencionada tabla indica un total de 8 módulos de 1,22m, o sea un mínimo de 4,88m de longitud de muro portante en el frente e igual cantidad en el contra frente. Este requerimiento puede satisfacerse adicionando tramos (sin aberturas) de una longitud igual o mayor a 0,61m. En el contra frente se dispone un total de  $0,86m + 2,16m + 0,70m + 0,61m + 0,76m + 1,06m + 0,61m = 6,76m$  de muro con 1 tablero (ver la Figura 4.1-2). En el frente se decide construir con 2 tableros (uno a cada lado del bastidor) y 2 parantes en sus extremos a cada una de las 3 fracciones de módulo que totalizan  $0,82m + 1,50m + 0,82m = 3,14m \times 2 = 6,28m$ . Esta solución satisface con holgura lo requerido (ver el Apartado 5.2 y la información al pie de la Tabla 5.2-3). Los parantes extremos de cada una de las fracciones de muro destinadas a absorber esfuerzos horizontales se vinculan (anclan) a la platea de fundación por medio de las conexiones descritas en la Figura 4.1-7. Las diseñadas para parantes simples se utilizan en las fracciones de muro del contra frente y las diseñadas para parantes dobles se materializan en el frente.

Los esfuerzos horizontales originados por la acción del viento actuando perpendicularmente al frente de la vivienda son transmitidos por el diafragma a los muros medianeros de mampostería a través de conexiones adecuadas. Éstos, contruidos siguiendo los lineamientos del Reglamento CIRSOC 501-E (2007), superan holgadamente la capacidad requerida para absorber los esfuerzos actuantes (en su plano) y su verificación escapa al objeto de esta Guía.

En las figuras 4.1-2 y 4.1-7 se presenta información sobre la disposición, conformación y anclaje de los muros, la cual es congruente con los lineamientos del Apartado 5.2.

### **Dinteles**

El modelo presenta dinteles ubicados dentro del muro portante interior (Figura 4.1-2). No están previstos en este proyecto dinteles portantes ubicados fuera de los muros y apoyados sobre soportes (columnas).

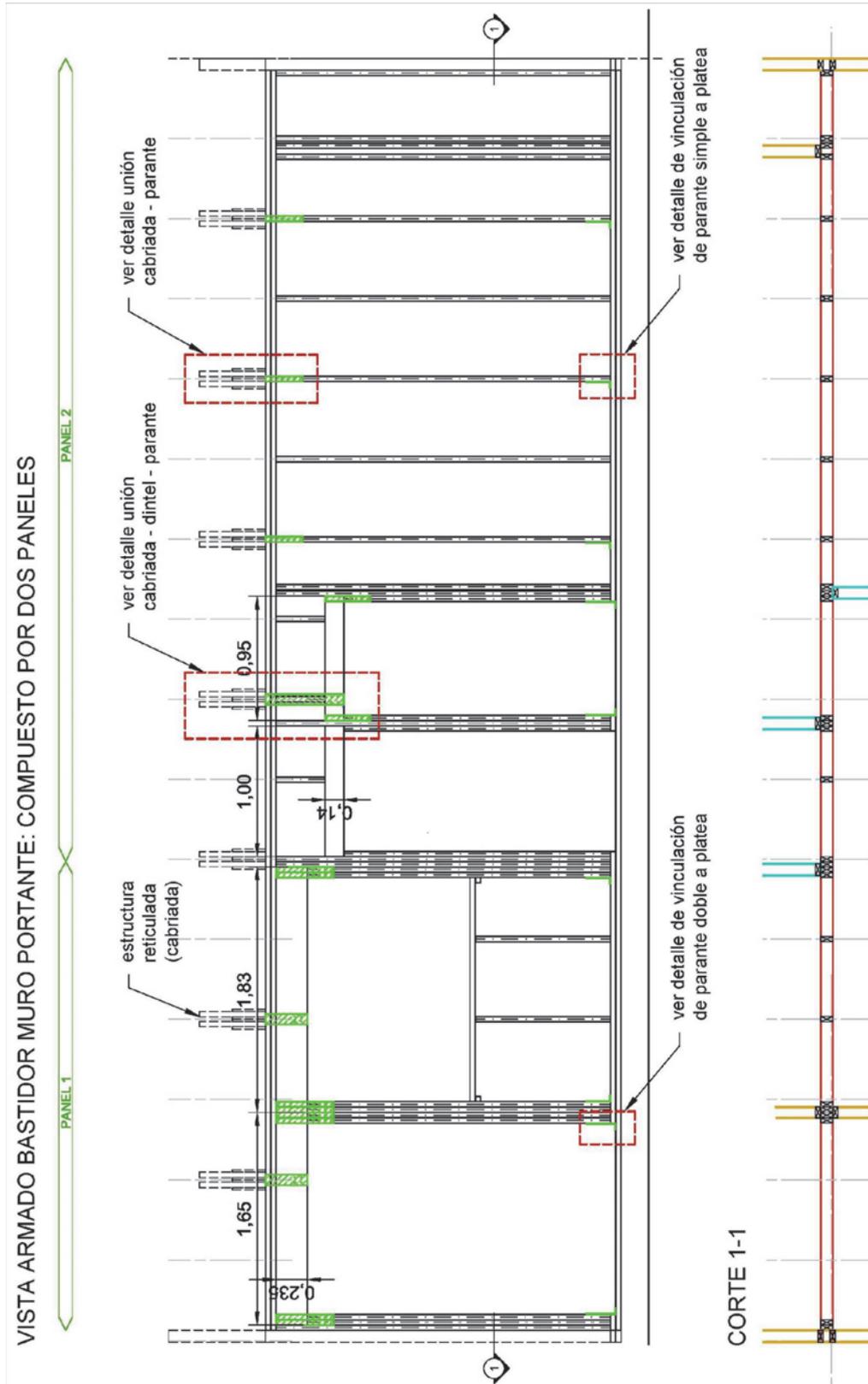
Por razones constructivas se decide construir con una misma sección transversal los 2 dinteles de mayor longitud. Luego del ajuste final (Figura 4.1-7) las dimensiones de éstos difieren levemente de las previstas inicialmente en la Figura 4.1-2 (vanos de 1,67m y 1,49m). En este caso la longitud ( $L_{cub}$ ) y la separación ( $Sep_{cub}$ ) de los componentes estructurales de la cubierta alcanzan 9,86m y 1,22m respectivamente. Ingresando a la Tabla 5.2-4 con el valor de  $l_{dint}$  que mejor aproxima por exceso (2m) se comprueba que la tabla no provee secciones de *E. grandis* clase de resistencia 2 para materializar el dintel descrito. Se opta por seleccionar una sección transversal de *P. taeda/elliottii* clase de resistencia 1 de dimensiones 90mm x 235mm. Ingresando a la Tabla 5.2-6 con los valores de  $l_{dint}$ ,  $L_{cub}$  y  $Sep_{cub}$  se obtienen los esfuerzos de compresión (gravitatorio) y de tracción que transmite cada extremo del dintel, que alcanzan 14,5kN y 9kN respectivamente. También se advierte que para lograr un apoyo adecuado es necesario colocar 2 parantes del muro bajo cada extremo del dintel.

Se decide construir con una misma sección transversal los 2 dinteles de menor longitud. Luego del ajuste final (Figura 4.1-7) las dimensiones de éstos difieren levemente de las previstas inicialmente en la Figura 4.1-2 (vanos de 1m y 0,89m). Ingresando a la Tabla 5.2-4 con el valor de  $l_{dint} = 1m$ ,  $L_{cub} = 9,86m$  y  $Sep_{cub} = 1,22m$  se selecciona una sección transversal de *E. grandis* clase de resistencia 2 con dimensiones 80mm x 140mm (compuesta por 2 secciones de 40mm x 140mm). Ingresando a la Tabla 5.2-6 con los valores de  $l_{dint}$ ,  $L_{cub}$  y  $Sep_{cub}$  se obtienen los esfuerzos de compresión (gravitatorio) y de tracción que transmite cada extremo del dintel, que alcanzan 10kN y 6kN respectivamente. También se advierte que para lograr un apoyo adecuado es necesario colocar 2 parantes del muro bajo cada extremo del dintel.

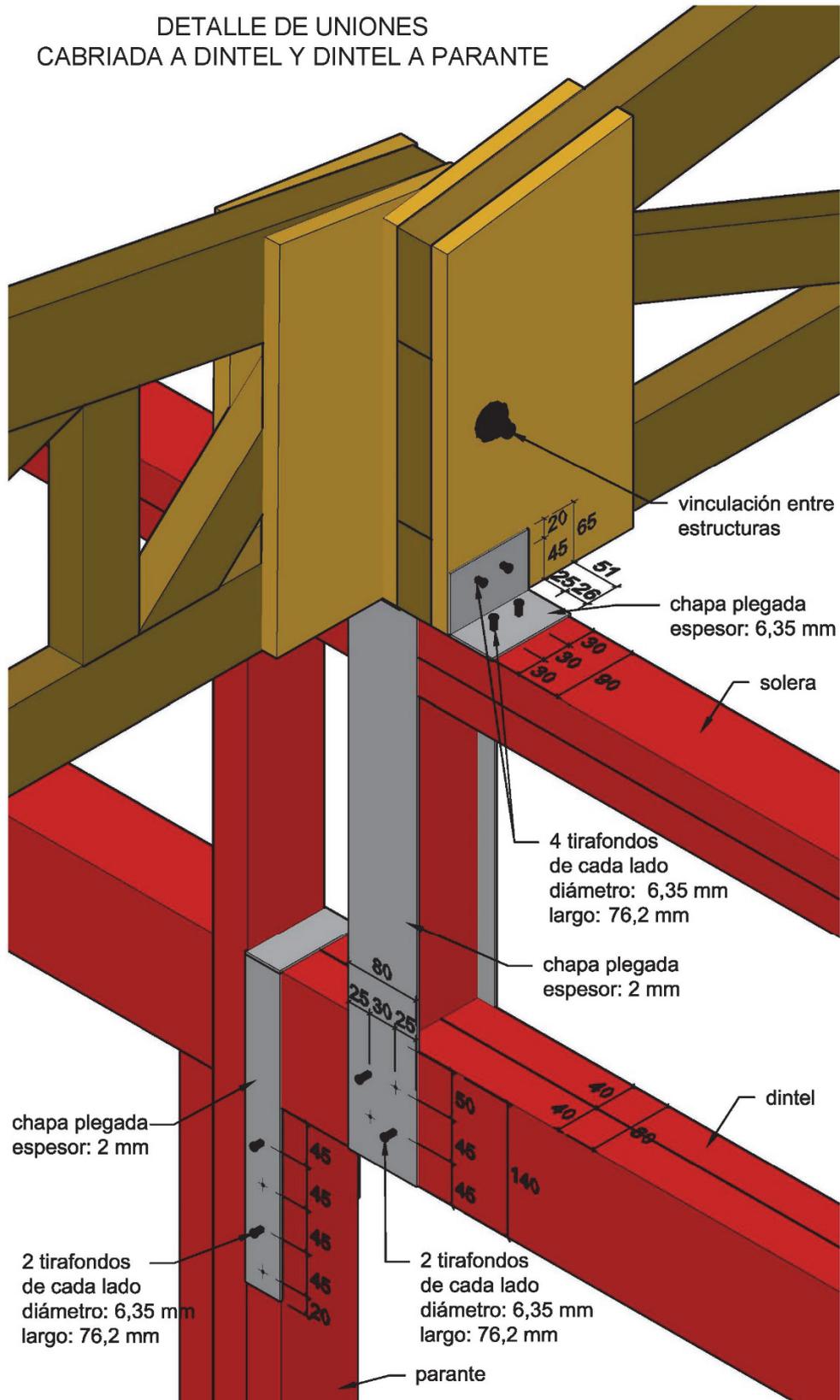
En la Figura 4.1-7 se provee información relacionada a los dinteles y sus conexiones.

Los dinteles que no reciben el apoyo de las estructuras reticuladas que soportan la cubierta se resuelven atendiendo aspectos constructivos y de proyecto. Cuando se decide colocar piezas de madera aserrada o laminada encolada que sustentan su peso propio y cargas menores, se adopta una altura de la sección transversal del orden de 1/22 de la separación entre centros de apoyos

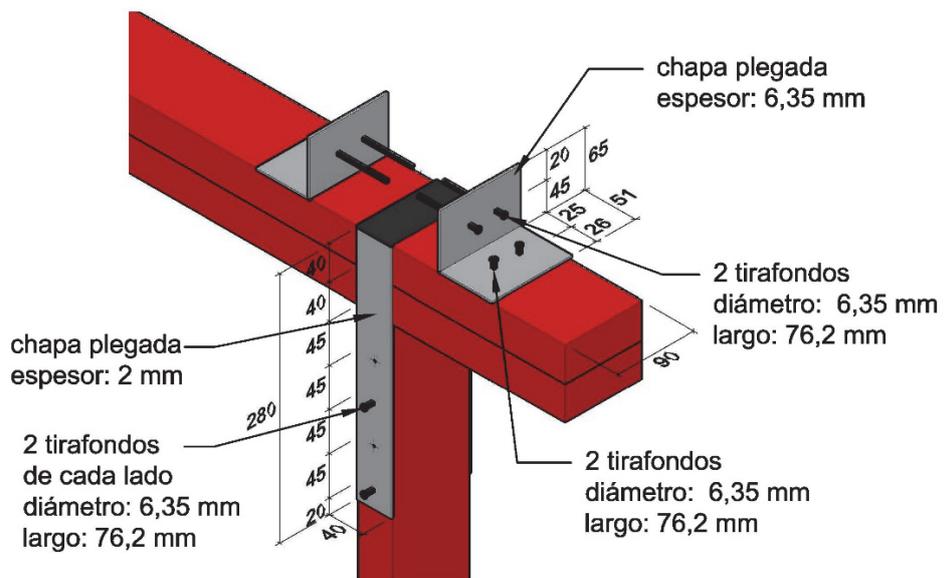
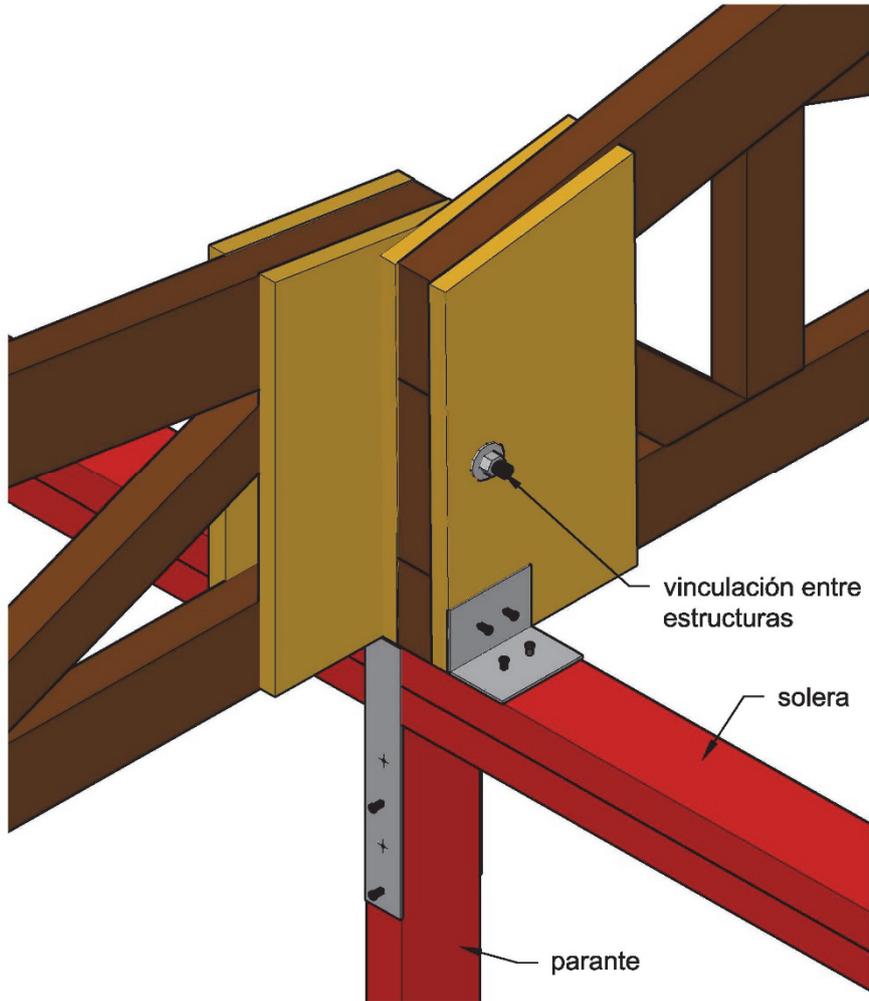
**Figura 4.1-7 Conformación de muros y dinteles  
(2 paneles del muro portante interior)**



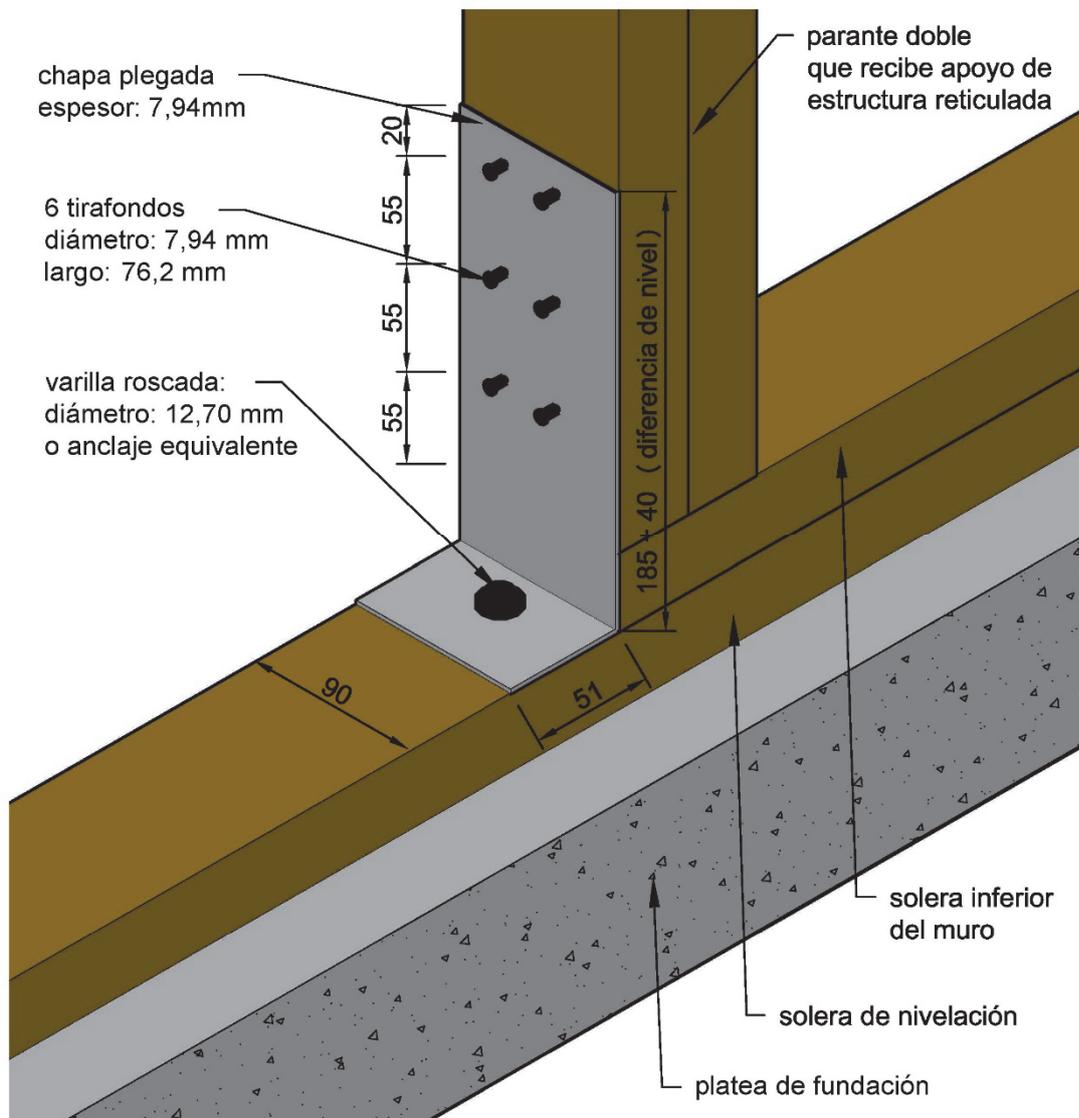
DETALLE DE UNIONES  
CABRIADA A DINTEL Y DINTEL A PARANTE



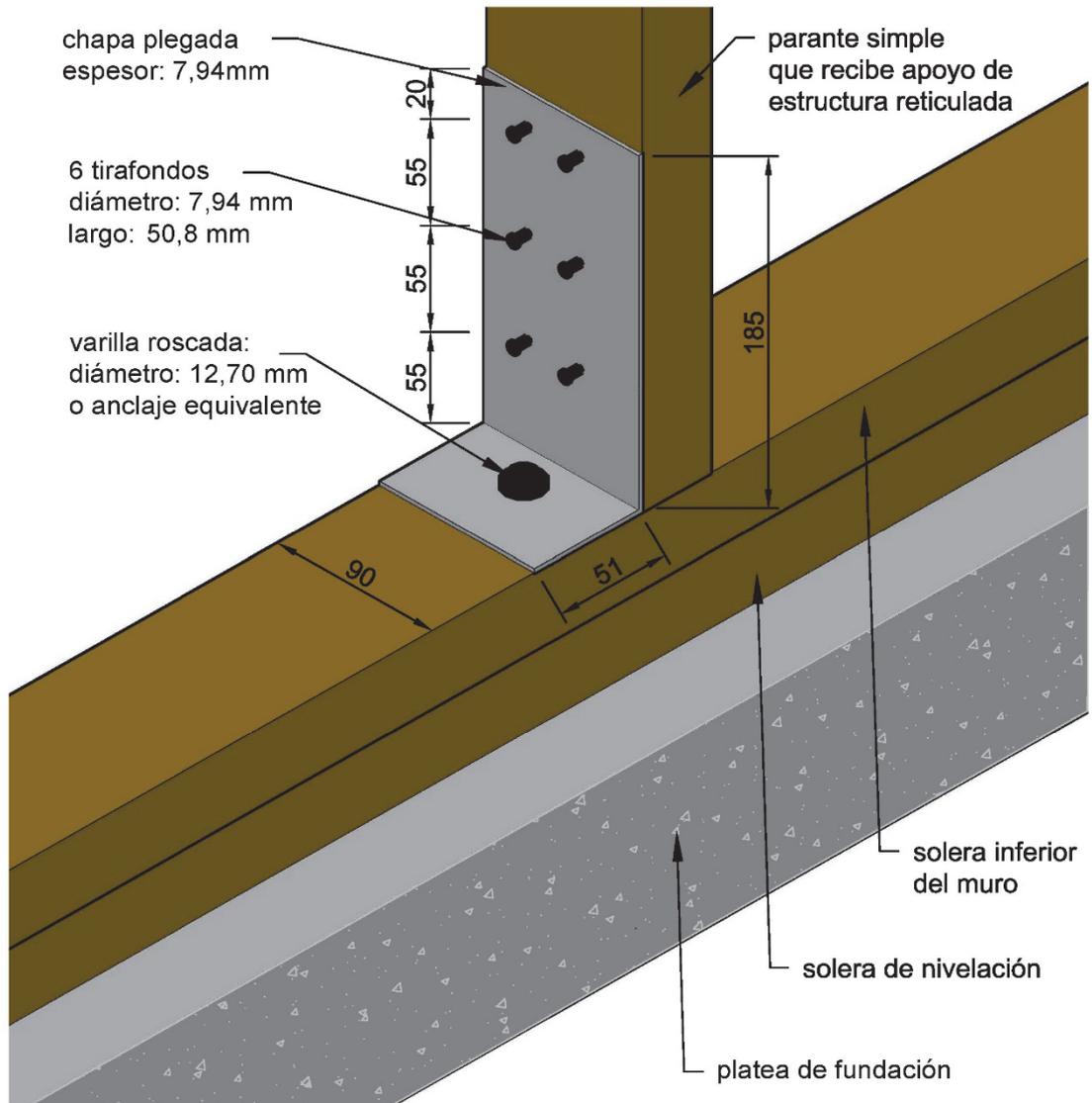
## FIJACIÓN ESTRUCTURA RETICULADA AL MURO PORTANTE



## DETALLE DE UNIÓN DE PARANTE DOBLE A PLATEA



## DETALLE DE UNIÓN DE PARANTE SIMPLE A PLATEA



### ***Soportes aislados (columnas)***

En el proyecto no están previstos soportes aislados, sino que todas las cargas son soportadas por la estructura de los muros portantes.

El proceso de selección de soportes aislados de madera está disponible para el lector en el Modelo N° 2 que se presenta al final de este capítulo.

### **8) Seleccionar las vigas de piso y las vigas de fundación**

El proyecto contempla la construcción de una platea de fundación de hormigón armado sobre la cual se ejecuta el piso y se apoyan y anclan los muros. En consecuencia, la selección de vigas de piso y de fundación no es de aplicación en este modelo.

El proceso de selección de vigas de piso y de fundación de madera está disponible para el lector en el Modelo N° 2 que se presenta al final de este capítulo.

## 4.2. MODELO N° 2

### ***DESCRIPCIÓN GENERAL***

Tal como puede apreciarse en la Figura 4.2-1, y a diferencia del Modelo N° 1, se pueden destacar en este caso las siguientes particularidades constructivas con influencia sobre el diseño estructural:

- i) la vivienda se encuentra alejada de los ejes medianeros,
- ii) la estructura y el piso se apoyan sobre una plataforma separada del suelo y soportada por vigas de madera y,
- iii) la cubierta exhibe una pendiente de 30% a dos aguas y su estructura de sostén se apoya sobre los muros y dinteles de los laterales perpendiculares al frente.

El lector puede encontrar en el Modelo N° 1 el desarrollo de una estructura que ofrece variantes a las particularidades antes señaladas

**Figura 4.2-1 Presentación general del Modelo N° 2**



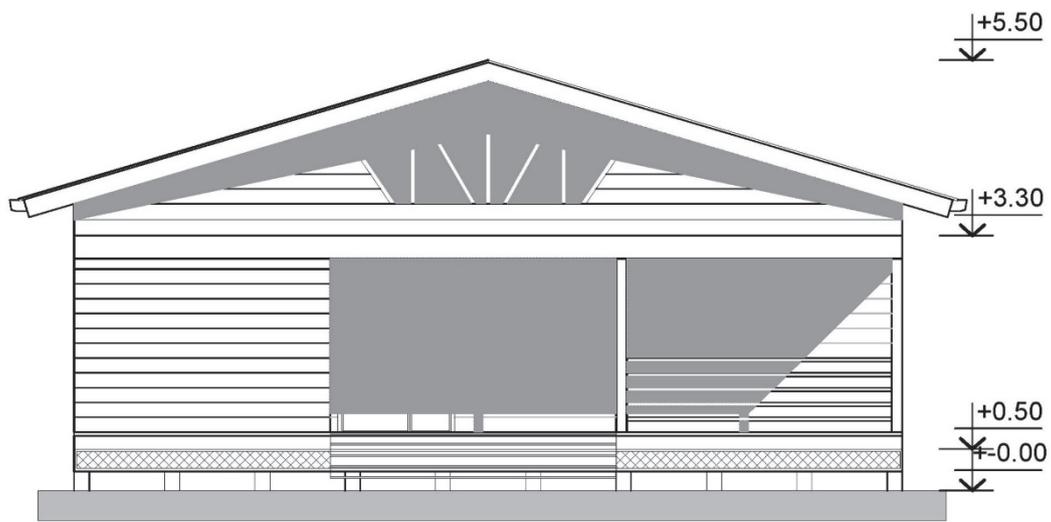
**IMAGEN FRENTE**



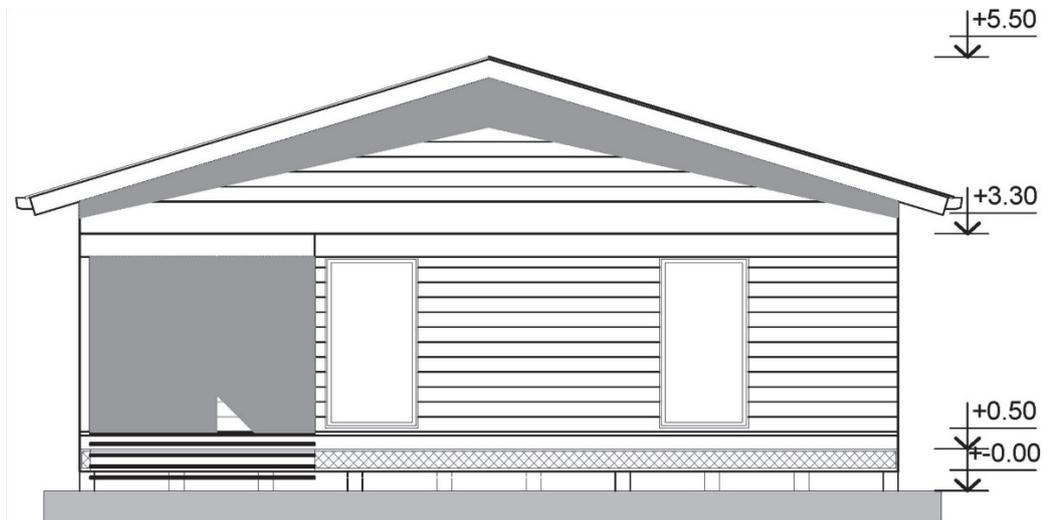
IMAGEN CONTRA FRENTE



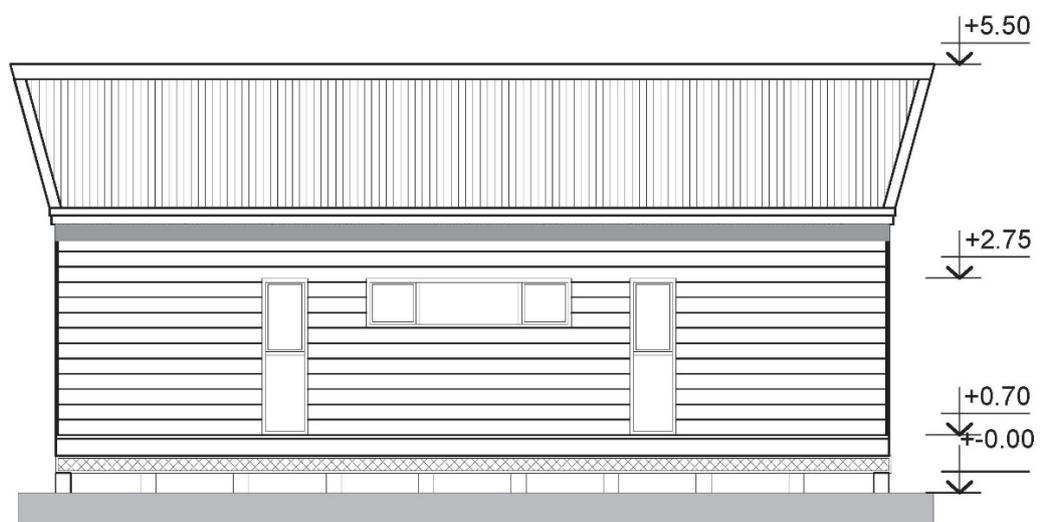
IMAGEN LATERAL 1



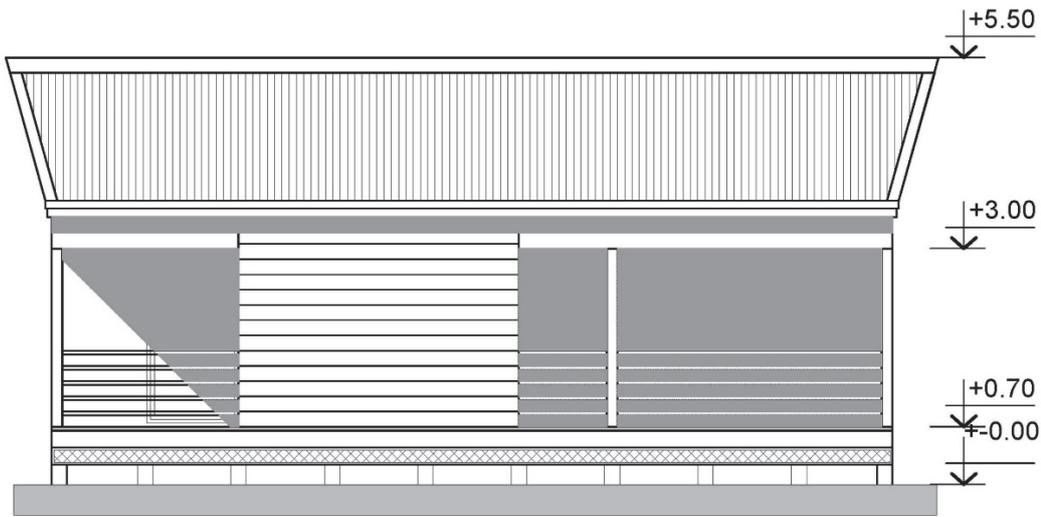
VISTA FRENTE



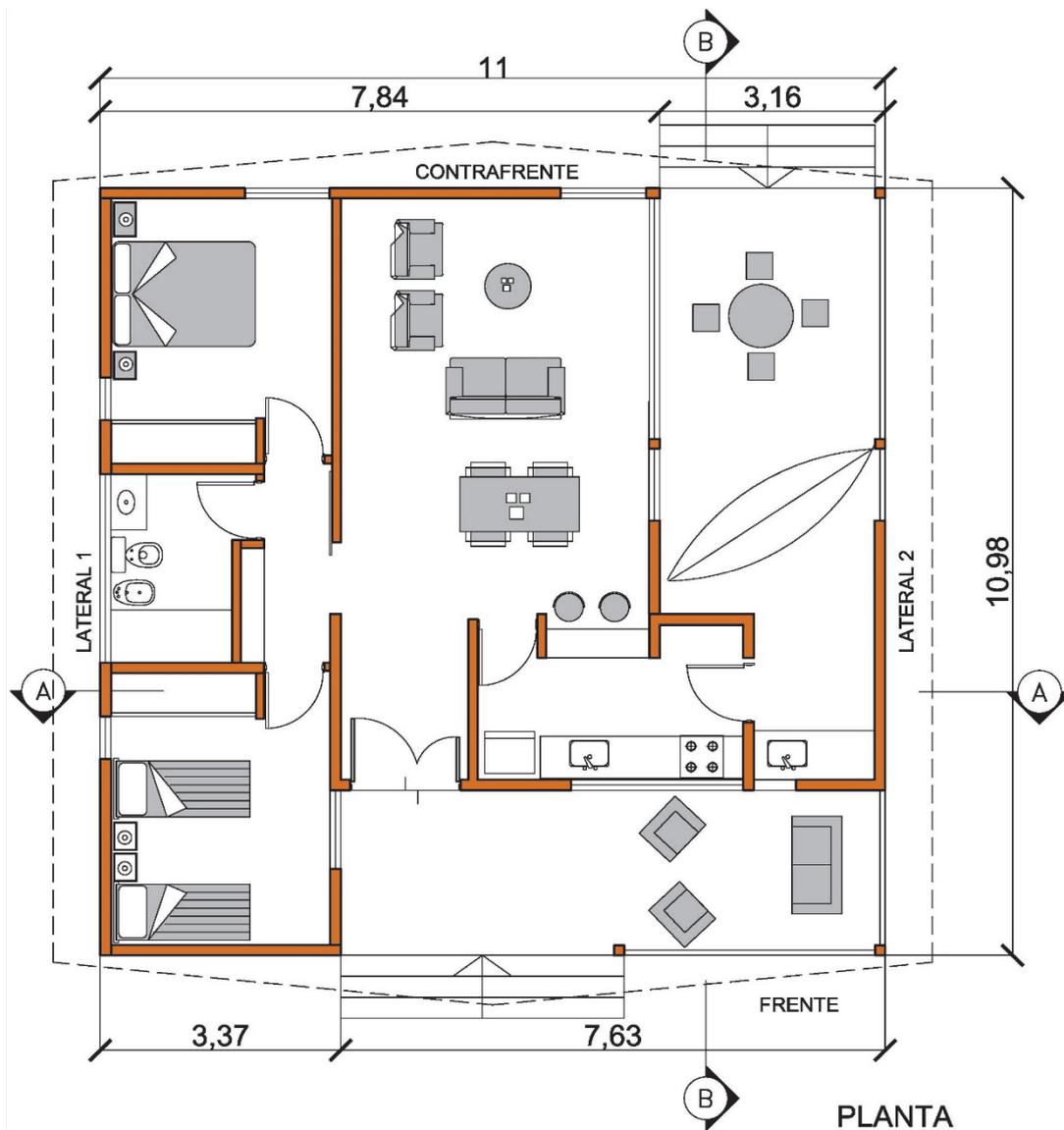
VISTA CONTRAFRENTE



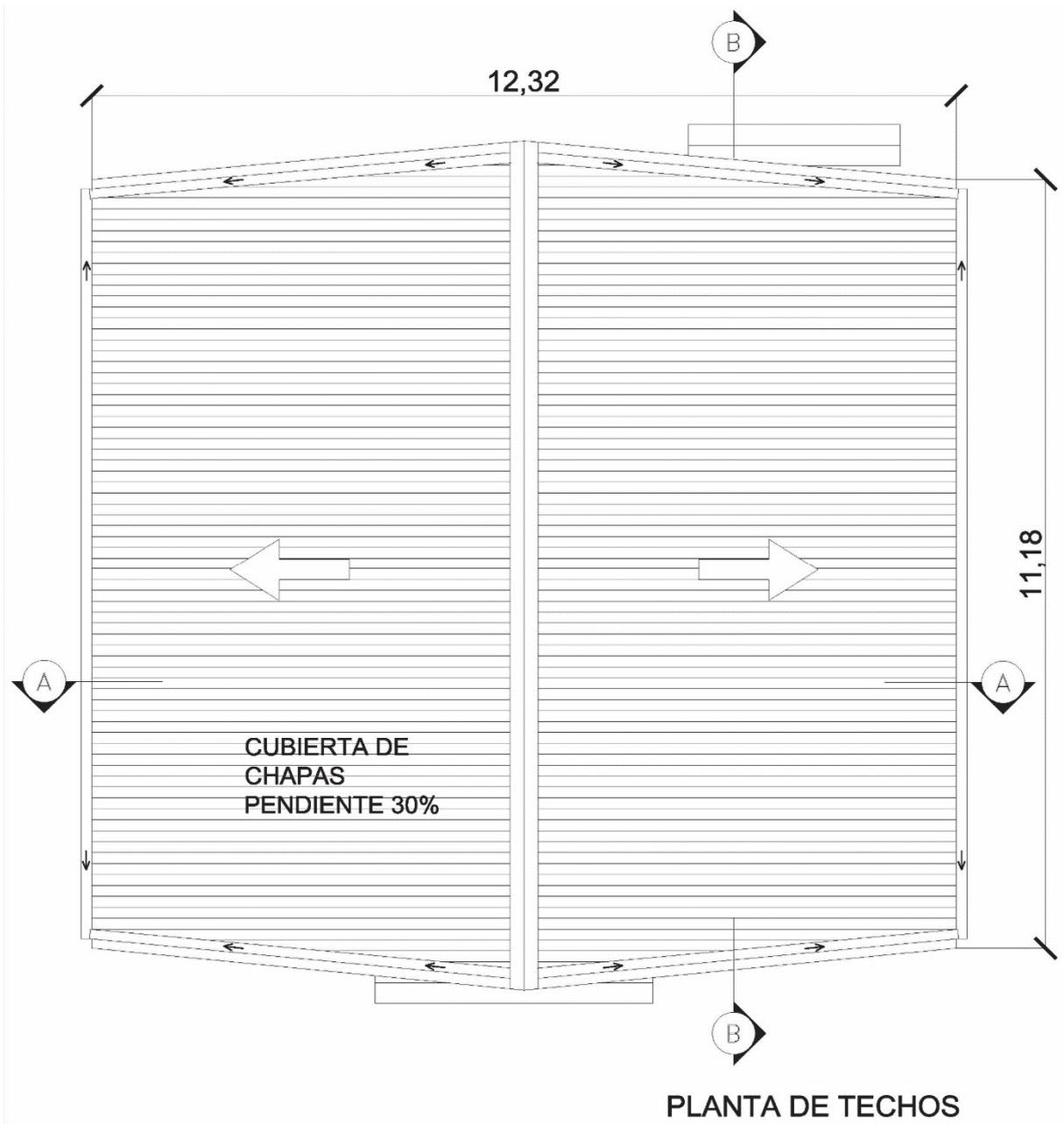
VISTA LATERAL 1

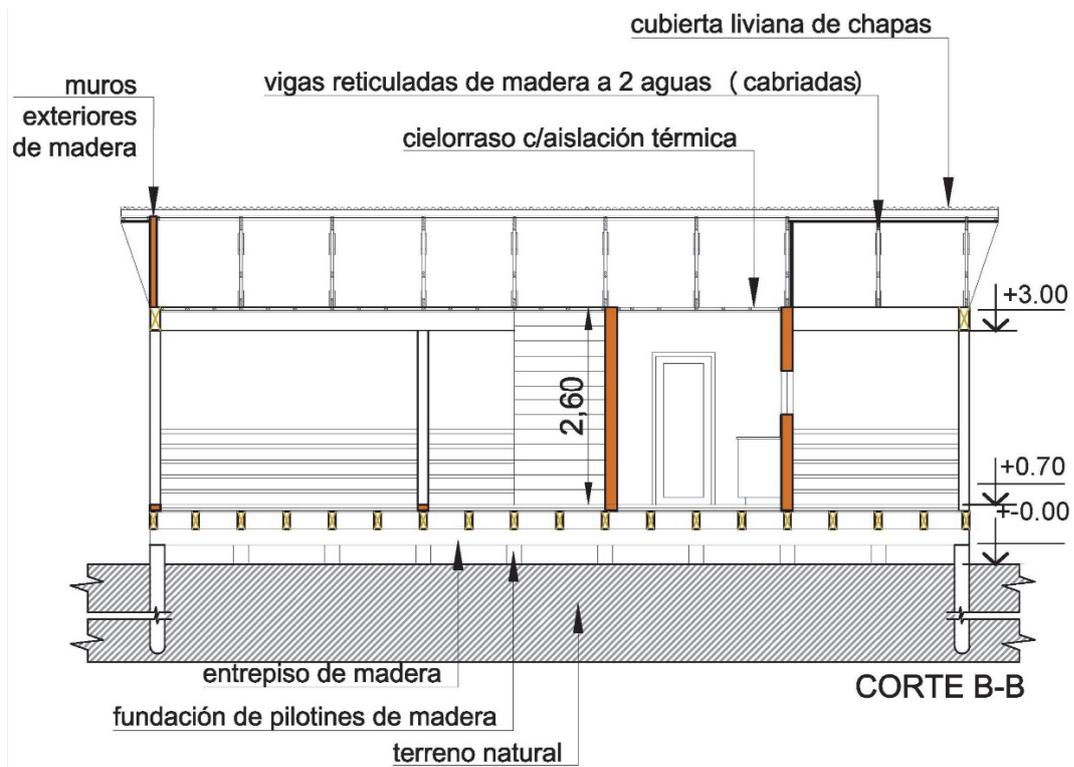
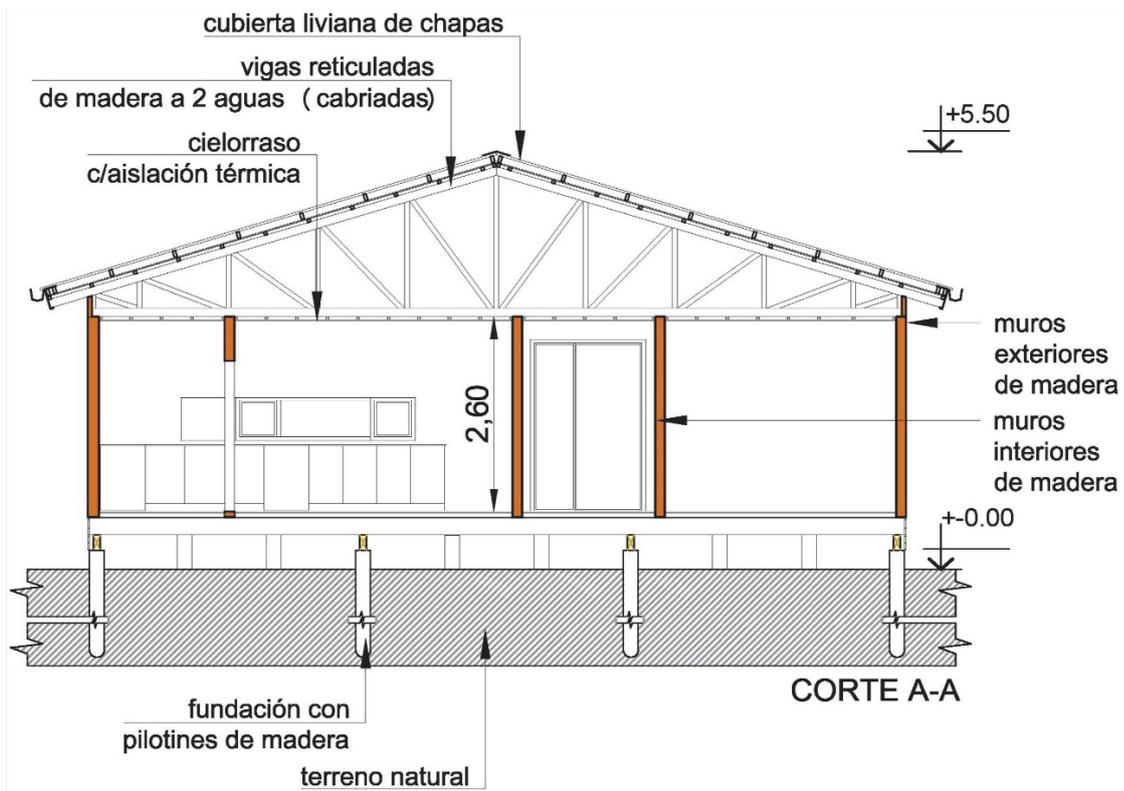


VISTA LATERAL 2



PLANTA





## **ESTRUCTURA RESISTENTE**

Se decide realizar la estructura resistente de este modelo con madera aserrada de *Pinus taeda/elliottii* clase de resistencia 1, por lo cual se seleccionarán componentes estructurales construidos con esta especie y calidad salvo que no resulten aptos para el fin propuesto.

La utilización de esta Guía implica tener en cuenta aspectos adicionales a los usualmente considerados en el diseño de casos particulares. En consecuencia, a continuación se desarrolla la estructura siguiendo una secuencia de acciones que tiene por objetivo facilitar el proceso.

### **1) Comprobar si la vivienda se ubica en la zona geográfica de aplicación**

La vivienda se ubica fuera del área urbana de la ciudad de Santa Fe. Por lo tanto está incluida en la zona de aplicación de la Guía (Capítulo 2, Figura 2.1).

### **2) Verificar la velocidad básica del viento y la categoría de exposición de la vivienda**

En la Figura 2.1 se aprecia que la vivienda está ubicada entre las curvas que indican 50m/s y 52m/s para la velocidad básica del viento. La Figura 1 B del Reglamento Argentino de Acción del Viento sobre las Construcciones CIRSOC 102 (2005) permite comprobar que el valor que corresponde es 51m/s.

Al ubicarse fuera del área urbana de la ciudad mencionada, corresponde considerar la categoría de exposición C (Apartado 5.6.1 del Reglamento CIRSOC 102 2005: "Terrenos abiertos con obstrucciones dispersas, con alturas generalmente menores que 10m. Esta categoría incluye campo abierto plano y terrenos agrícolas.").

### **3) Comprobar si el proyecto satisface los requisitos necesarios para que sean aplicables las soluciones provistas en el Capítulo 5**

La información presentada en la Figura 4.2-1 permite comprobar que el proyecto satisface los siguientes requisitos establecidos en el Capítulo 5 de esta Guía:

- i) toda dimensión horizontal de la vivienda, según sus direcciones principales, es menor a 15m, y en la dirección en que se colocan las estructuras reticuladas de soporte de la cubierta, es menor a 12m.

ii) la altura de los muros portantes de madera es menor a 3m.

iii) la cubierta es de chapas con una pendiente menor a 35%. Su altura máxima es menor a 5m y su altura media no supera el 75% de la menor dimensión horizontal según las direcciones principales de la vivienda.

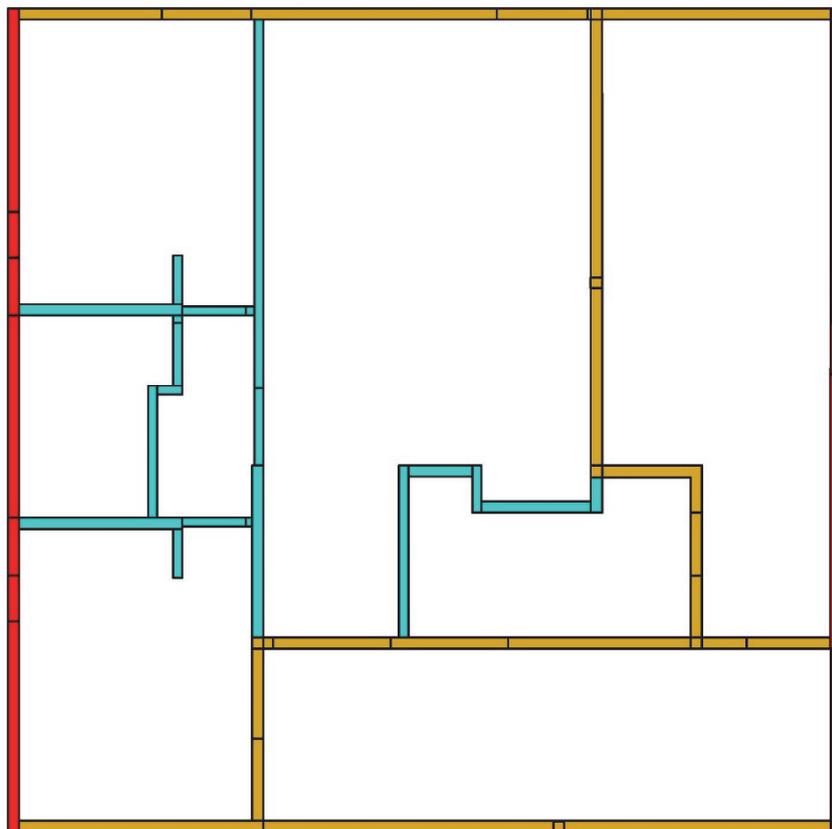
Considerando que todos los sistemas y componentes estructurales se seleccionan (ver el paso 6 de esta secuencia) de las alternativas ofrecidas en el Capítulo 5, queda naturalmente satisfecho el cumplimiento de los requisitos referidos a dimensiones, espaciamiento y condiciones particulares de los mismos.

#### 4) A partir del proyecto arquitectónico, dibujar el perímetro exterior e identificar las funciones que cumplen los muros, dinteles y soportes aislados

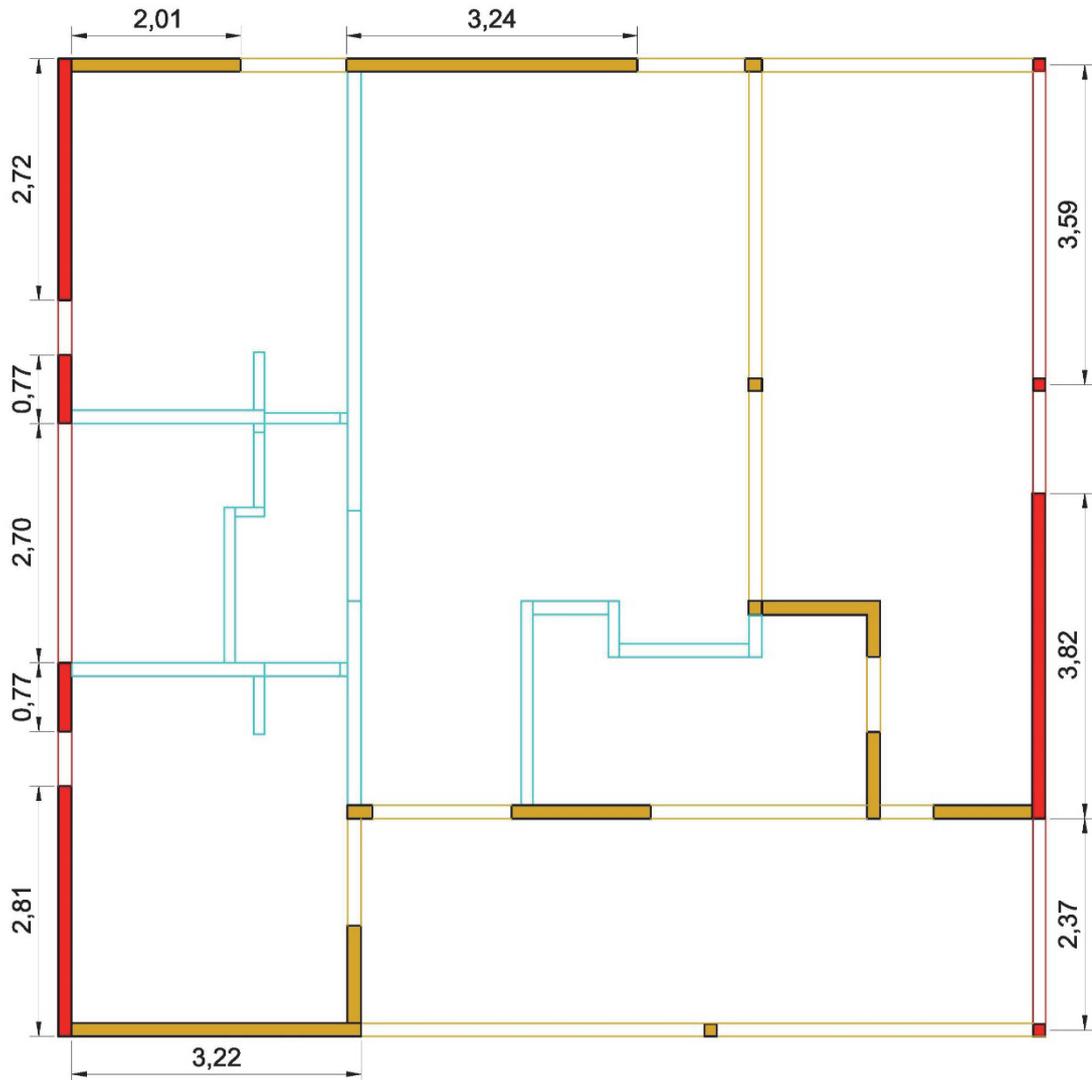
En la Figura 4.2-2 se identifican por su función estructural los muros, dinteles y soportes aislados (columnas).

**Figura 4.2-2 Identificación de los muros, dinteles y soportes aislados que cumplen una función estructural**

##### IDENTIFICACIÓN GLOBAL



## IDENTIFICACIÓN DETALLADA



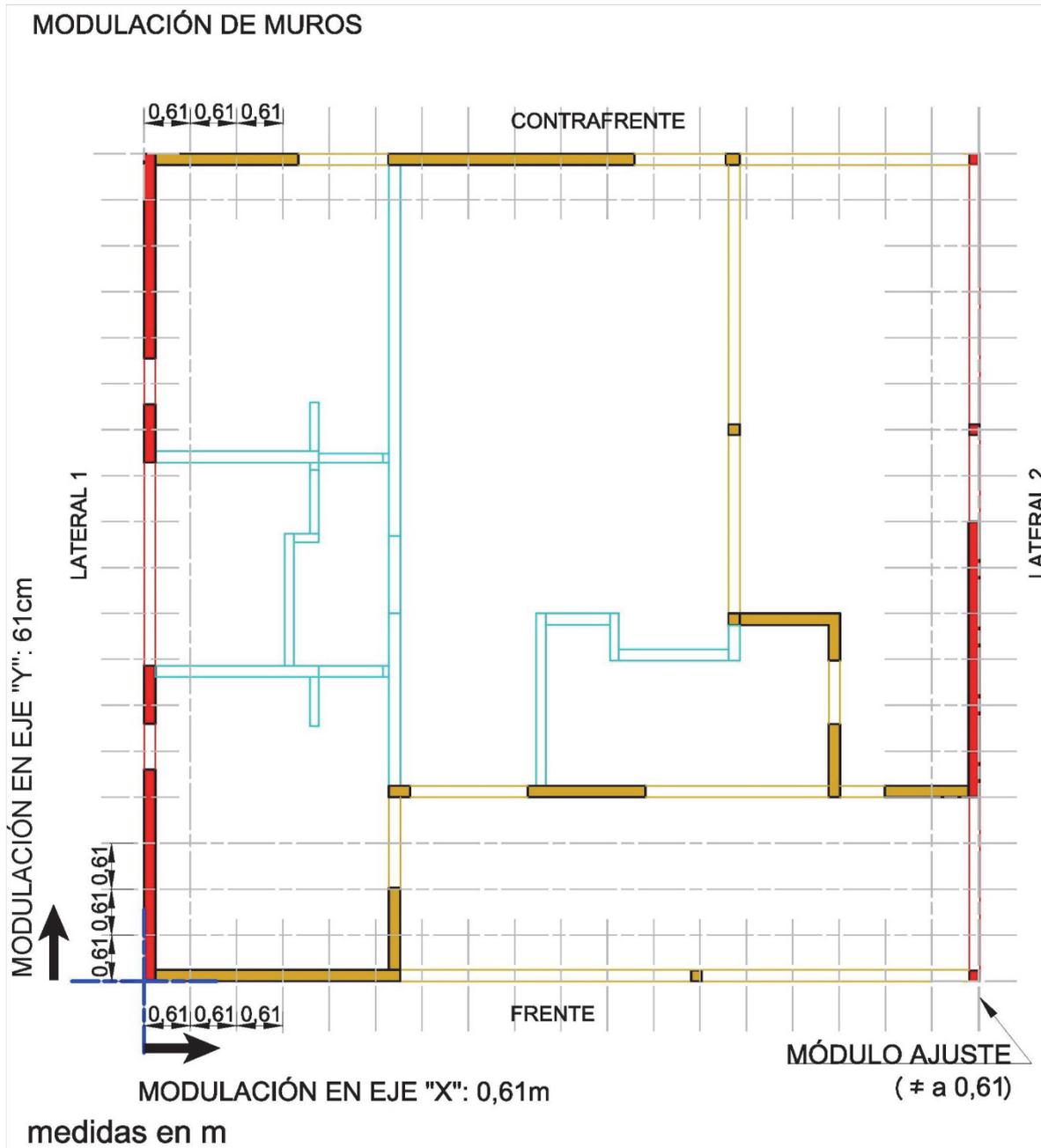
### REFERENCIAS:

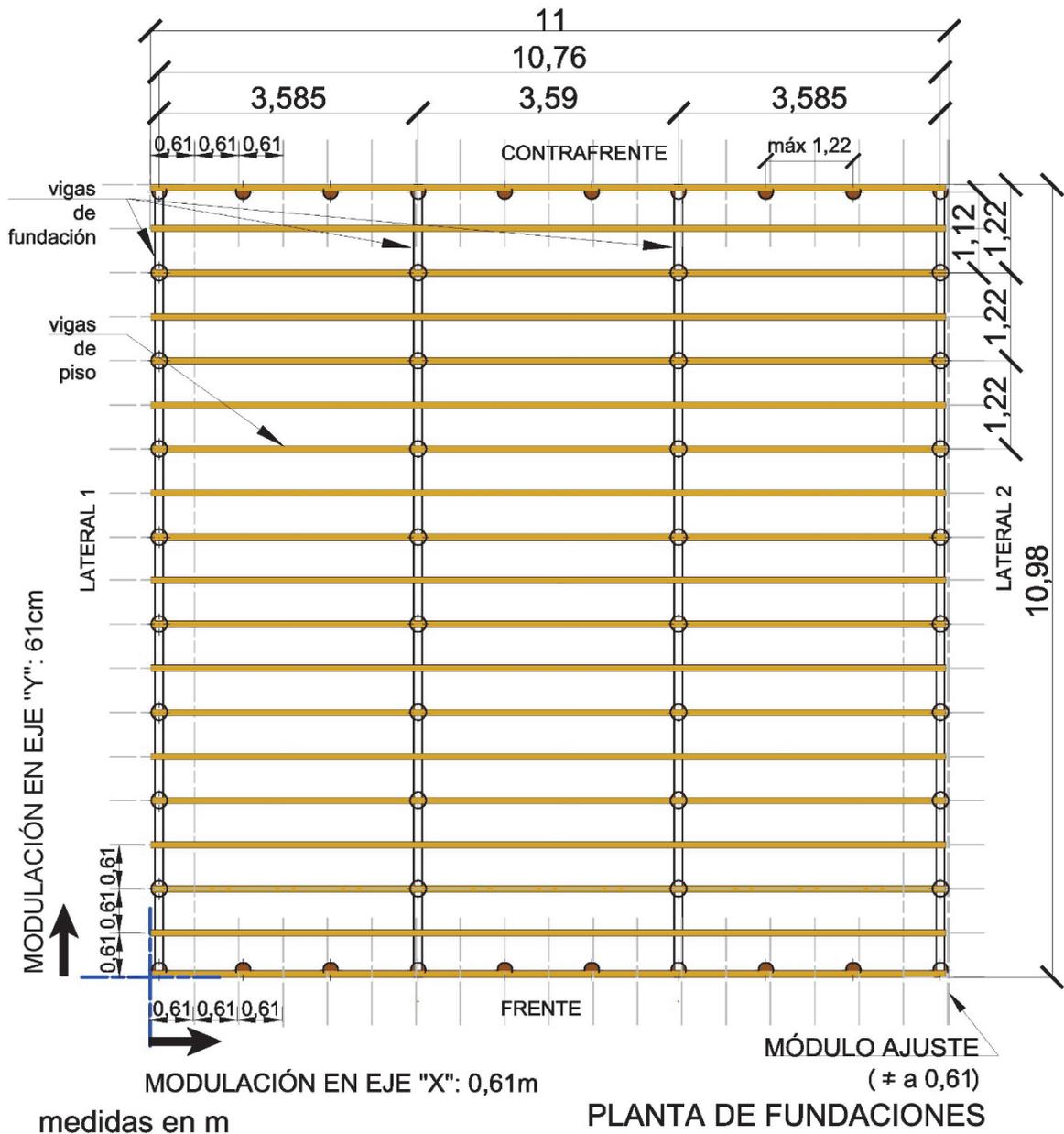
- muro de madera portante (soporta la cubierta y esfuerzos horizontales de viento)
- muro de madera portante exterior (soporta esfuerzos horizontales de viento)
- muro de madera interior (no cumple función estructural)

## 5) Definir un origen y modular el entramado estructural en planta

En este caso se adopta una modulación de 0,61m. Se exhibe en la Figura 4.2-3 separadamente para los muros y para las fundaciones.

Figura 4.2-3 Modulación del entramado estructural

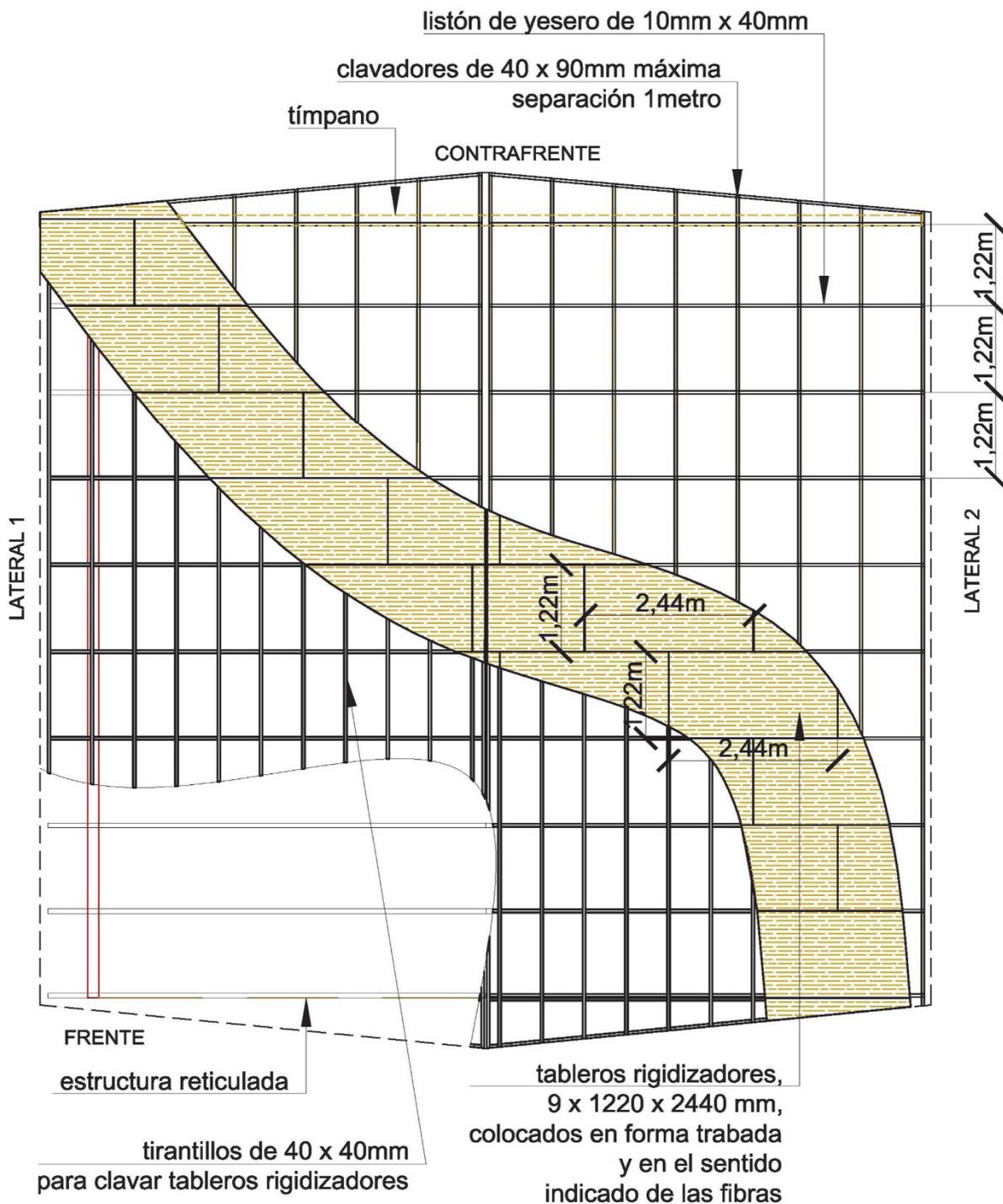




## 6) Definir los componentes estructurales de la cubierta

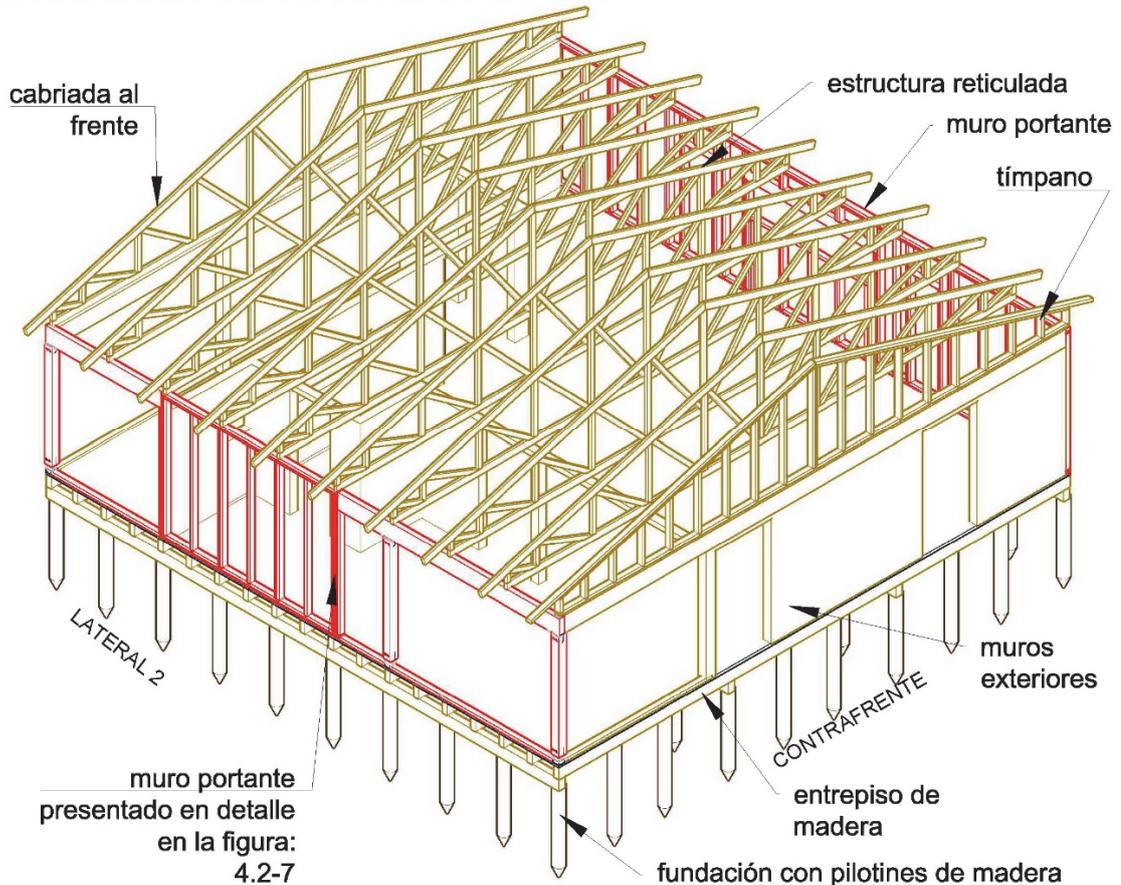
En la Figura 4.2-4 se presenta esquemáticamente la distribución de los componentes de la estructura de la cubierta. A continuación se proveen detalles de los mismos y del proceso de su selección utilizando la información provista en el Apartado 5.1 de esta Guía.

Figura 4.2-4 Distribución de los componentes estructurales de la cubierta



PLANTA DE ESTRUCTURA DE LA CUBIERTA Y DIAFRAGMA

## AXONOMETRIA GENERAL DE LA ESTRUCTURA



### **Clavadores**

Conforme a la separación entre apoyos de los clavadores (1,22m), y a la decisión de emplear madera aserrada de *P. taeda/elliottii* clase de resistencia 1, la información provista en la Tabla 5.1-1 indica que se debe adoptar una sección transversal mínima de 40mm x 90mm.

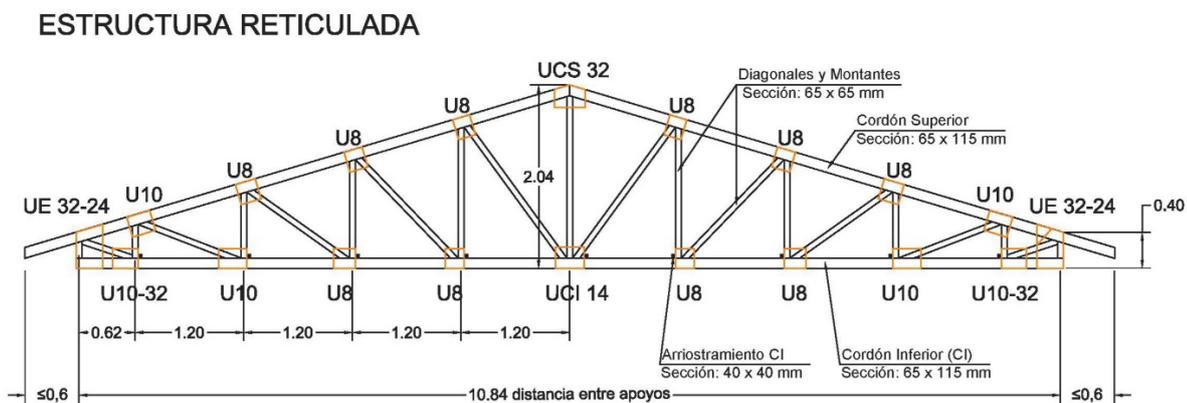
### **Estructuras reticuladas**

El proyecto presenta estructuras reticuladas con una longitud de cálculo igual a 10,84m y colocadas con una separación de 1,22m. Teniendo en cuenta que en el Apartado 5.1 (Tabla 5.1-3 y Figura 5.1-2) se ofrecen soluciones para longitudes de 8m, 10m y 12m, siguiendo los lineamientos expresados en ese Apartado se decide adaptar la de 12m a la longitud requerida.

Siguiendo las instrucciones de la Figura 5.1-2, en ambos casos las adaptaciones se realizan evitando ubicar los empalmes de los cordones tanto en la cercanía de los apoyos como en un mismo tramo (superior e inferior).

La solución se exhibe en la Figura 4.2-5. Los símbolos y detalles están definidos en la Tabla 5.1-3 y en las figuras 5.1-2 y 5.1-3.

**Figura 4.2-5 Detalles de la estructura de soporte de la cubierta**



Para proyectos que disponen vigas como soporte de la cubierta (en lugar de estructuras reticuladas), el lector encuentra en el Apartado 5.1 alternativas de hasta 4m de longitud en madera aserrada (Tabla 5.1-4) y de hasta 5m de longitud en madera laminada encolada (Tabla 5.1-5).

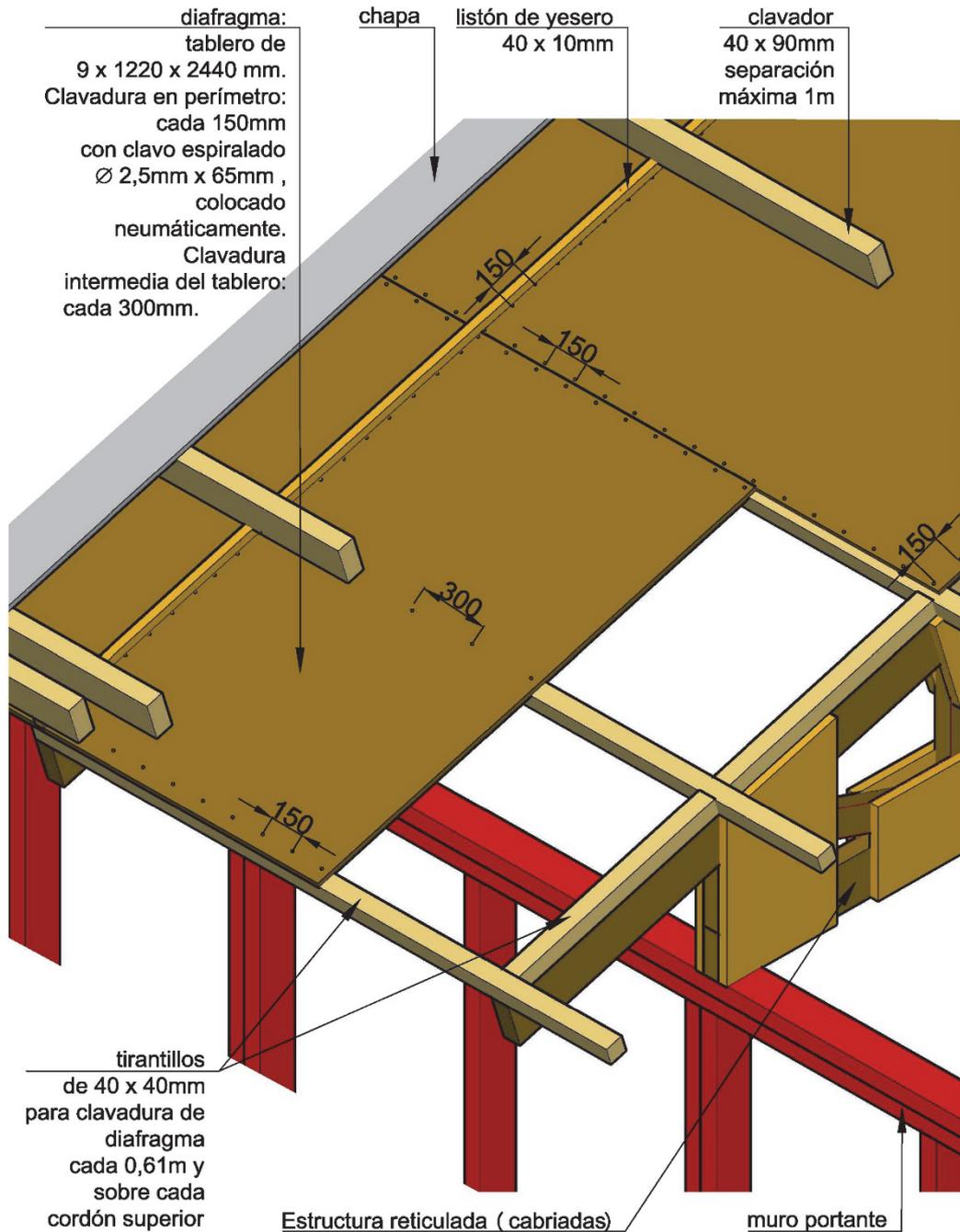
### **Diafragma**

El proyecto contempla la colocación de tableros contrachapados de 9mm de espesor en los dos planos inclinados de la cubierta. Dado que el sistema previsto satisface los requerimientos del Apartado 5.1, el mismo se utiliza para conformar el diafragma. En la Figura 4.2-6 se presentan detalles de la conformación del diafragma, complementando la organización general exhibida en la Figura 4.2-4.

Ingresando con el valor de la superficie expuesta y la relación entre las longitudes del diafragma en dirección perpendicular ( $L_{\text{diaf,perp}}$ ) y paralela ( $L_{\text{diaf,paral}}$ ) al viento, la Tabla 5.1-6 permite verificar la aptitud de las soleras superiores de los muros, o elementos alternativos de calidad y sección equivalentes, para desempeñarse como piezas de borde (cordones) del diafragma.

**Figura 4.2-6 Conformación del diafragma de cubierta**

**DETALLE DE LA CONFORMACIÓN DEL DIAFRAGMA**



Para el viento perpendicular al frente, la superficie expuesta es igual a  $43\text{m}^2$  (Figura 4.2-1) y la relación entre lados del diafragma alcanza  $L_{\text{diaf,perp}} / L_{\text{diaf,paral}} = 11\text{m} / 10,98\text{m} \approx 1 < 2,5$ . La información provista en la Tabla 5.1-6 indica que en este caso los cordones normales a la dirección del viento (ubicados en el frente y contra frente) pueden estar constituidos por soleras de *P. taeda/elliottii* clase de resistencia 1 con sección  $90\text{mm} \times 40\text{mm}$ . Considerando que según el Apartado 5.1 es posible sustituir las soleras por otros miembros estructurales con igual (o superior) calidad y sección transversal, en este caso se utiliza el cordón superior de la estructura reticulada ubicada en el frente y la solera superior del tímpano ubicado en el contra frente. En ambos casos los miembros seleccionados están vinculados por su borde superior a los tableros y cumplen los requisitos mencionados. La continuidad de la solera superior del tímpano se asegura con uniones tipo T12 (Figura 5.1-4), tal como se especifica en la Tabla 5.1-6 ingresando a la misma con el valor de la superficie expuesta ( $43\text{m}^2$ ) y la relación  $L_{\text{diaf,perp}} / L_{\text{diaf,paral}} < 2,5$ . El cordón superior de la estructura reticulada no requiere empalmes.

Para el viento perpendicular a los muros laterales, la superficie expuesta es igual a  $34\text{m}^2$  (Figura 4.2-1) y la relación entre lados del diafragma alcanza  $L_{\text{diaf,perp}} / L_{\text{diaf,paral}} = 10,98\text{m} / 11\text{m} \approx 1 < 2,5$ . La Tabla 5.1-6 indica que los cordones normales a la dirección del viento (ubicados en los muros laterales) pueden estar constituidos por soleras de *P. taeda/elliottii* clase de resistencia 1 con sección  $90\text{mm} \times 40\text{mm}$ . En este caso se utilizan las líneas externas de clavadores como cordones del diafragma, ya que son de igual especie, clase de resistencia y sección transversal que las soleras superiores. La continuidad de cada cordón se asegura con empalmes del tipo T12 (Figura 5.1-4), tal como se especifica en la Tabla 5.1-6 ingresando a la misma con el valor de la superficie expuesta ( $34\text{m}^2$ ) y la relación  $L_{\text{diaf,perp}} / L_{\text{diaf,paral}} < 2,5$ .

En el Modelo N° 1 se presenta un diafragma horizontal ubicado bajo el cordón inferior de las estructuras reticuladas que soportan la cubierta. Está conformado por un entablado machihembrado y las piezas de borde (cordones) son de madera en el frente y contra frente y de hormigón armado en los muros medianeros de mampostería.

## 7) Definir los muros, dinteles y soportes aislados

En la Figura 4.2-2 se presentan en forma general los muros, dinteles y soportes aislados (columnas) que cumplen una función estructural en la vivienda. A continuación se provee información detallada y se describe el proceso de selección de los mismos utilizando la información provista en el Apartado 5.2 de esta Guía.

## Muros

La Tabla 5.2-1 indica que la madera aserrada de *Pinus taeda/elliottii* clase de resistencia 1 es apta para construir un bastidor de muro que no exceda 2,6m de altura, lo cual queda satisfecho en este caso. El modelo prevé una longitud ( $L_{cub}$ ) y una separación ( $Sep_{cub}$ ) de los componentes estructurales de la cubierta de 10,84m y 1,22m respectivamente. En consecuencia, conforme a lo indicado en la Tabla 5.2-2 deben colocarse 2 parantes en coincidencia con el apoyo de cada estructura reticulada de soporte de la cubierta.

Empleando la Tabla 5.2-3 se determina la cantidad de módulos de muro necesaria para trasladar a las fundaciones los esfuerzos horizontales originados por la acción del viento según las 2 direcciones principales en planta de la vivienda. La superficie expuesta en el frente y contra frente alcanza  $43m^2$  (Figura 4.2-1). Ingresando a la Tabla 5.2-3 con la superficie expuesta que mejor aproxima por exceso ( $45m^2$ ), la velocidad básica del viento y la categoría de exposición de la vivienda (paso 2 de esta secuencia), se obtiene un total de 12 módulos de 1,22m. Este valor implica un mínimo de 7,32m de longitud para cada uno de los muros laterales (paralelos a la dirección del viento). El muro ubicado sobre el lateral 2 contiene un panel de 3,82m (Figura 4.2-2), por lo que se dispone construirlo con 2 tableros (y 2 parantes en cada extremo) totalizando  $3,82 \times 2 = 7,64m$  y se satisface el requerimiento (ver el Apartado 5.2 y la información al pie de la Tabla 5.2-3). El muro ubicado sobre el lateral 1 provee paneles de 2,72m y de 2,81m para los que se dispone colocar 1 tablero totalizando 5,53m. Utilizando además las dos fracciones de 0,77m, y disponiendo su construcción con 2 tableros (y 2 parantes en cada extremo), se adiciona una longitud equivalente a  $0,77m \times 2 \times 2 = 3,08m$ , completando un total de 8,61m lo cual cumple con lo requerido. La superficie lateral expuesta alcanza  $34m^2$  (Figura 4.2-1). Ingresando con la superficie expuesta que mejor aproxima por exceso ( $35m^2$ ), la velocidad básica del viento y la categoría de exposición de la vivienda (paso 2 de esta secuencia), la Tabla 5.2-3 indica un total de 8 módulos de 1,22m. Este valor implica un mínimo de 4,88m de longitud de muro en el frente e igual cantidad en el contra frente. En este último se dispone de un panel de 2,01m y otro de 3,24m que totalizan 5,25m superando lo necesario. En el frente, construyendo con 2 tableros (y 2 parantes en cada extremo) el panel de 3,22m también se satisface el requerimiento.

En la Figura 4.2-7 se exhiben detalles del tipo de conexión adoptado para vincular los parantes dobles (ubicados debajo del apoyo de cada estructura reticulada y en los extremos de muros con 2 tableros destinados a soportar esfuerzos horizontales) a las vigas de fundación. Se decide adaptar esta solución para anclar los parantes simples (extremos de muros con 1 tablero que soportan esfuerzos horizontales) a las vigas de fundación. La Figura 4.1-7 (Modelo 1) presenta información de interés para el caso.

## Dinteles

El modelo presenta dinteles ubicados tanto dentro de los muros portantes (lateral 1) como fuera de los mismos (lateral 2). En este último caso están apoyados sobre soportes aislados (ver la Figura 4.2-2).

La longitud libre del dintel ubicado en el muro portante ( $l_{dint}$ ) es 2,7m, en tanto que la longitud ( $L_{cub}$ ) y la separación ( $Sep_{cub}$ ) de los componentes estructurales de la cubierta alcanzan 10,84m y 1,22m respectivamente. Ingresando a la Tabla 5.2-4 con el valor de  $l_{dint}$  que mejor aproxima por exceso (3m) se comprueba que la misma no ofrece dinteles de madera aserrada para esa longitud. Empleando la Tabla 5.2-5 se selecciona un dintel de madera laminada encolada estructural de *P. taeda/elliottii* grado de resistencia 1, con dimensiones de la sección transversal iguales a 90mm x 290mm.

Ingresando a la Tabla 5.2-6 con los valores de  $l_{dint}$ ,  $L_{cub}$  y  $Sep_{cub}$  se obtiene que para lograr un apoyo adecuado es necesario colocar 3 parantes del muro bajo cada extremo del dintel.

Se decide que los dinteles portantes ubicados fuera de los muros también estén contruidos con madera laminada encolada estructural de *P. taeda/elliottii* grado de resistencia 1. Se utiliza la Tabla 5.2-5 para seleccionar la sección transversal del dintel de mayor longitud de cálculo ( $l_{dint}$ ), que en este caso es igual a 3,59m sobre el lateral 2 (Figura 4.2-2) mientras que la longitud ( $L_{cub}$ ) y la separación ( $Sep_{cub}$ ) de los componentes estructurales de la cubierta alcanzan 10,84m y 1,22m respectivamente. Para el valor de  $l_{dint}$  que mejor aproxima por exceso (4m) se obtiene una sección con dimensiones iguales a 135mm x 310mm. Por razones de diseño, los dinteles de menor longitud se construyen con la misma sección transversal. La Figura 4.2-7 exhibe información relacionada a los dinteles.

Los dinteles que no reciben el apoyo de las estructuras reticuladas que soportan la cubierta se resuelven atendiendo aspectos constructivos y de proyecto. Cuando se decide colocar piezas de madera aserrada o laminada encolada que sustentan su peso propio y cargas menores, se adopta una altura de la sección transversal del orden de 1/22 de la separación entre centros de apoyos

### **Soportes aislados (columnas)**

En línea con el material adoptado para los dinteles, se decide que los soportes aislados estén contruidos con madera laminada encolada estructural de *P. taeda/elliottii* grado de resistencia 1.

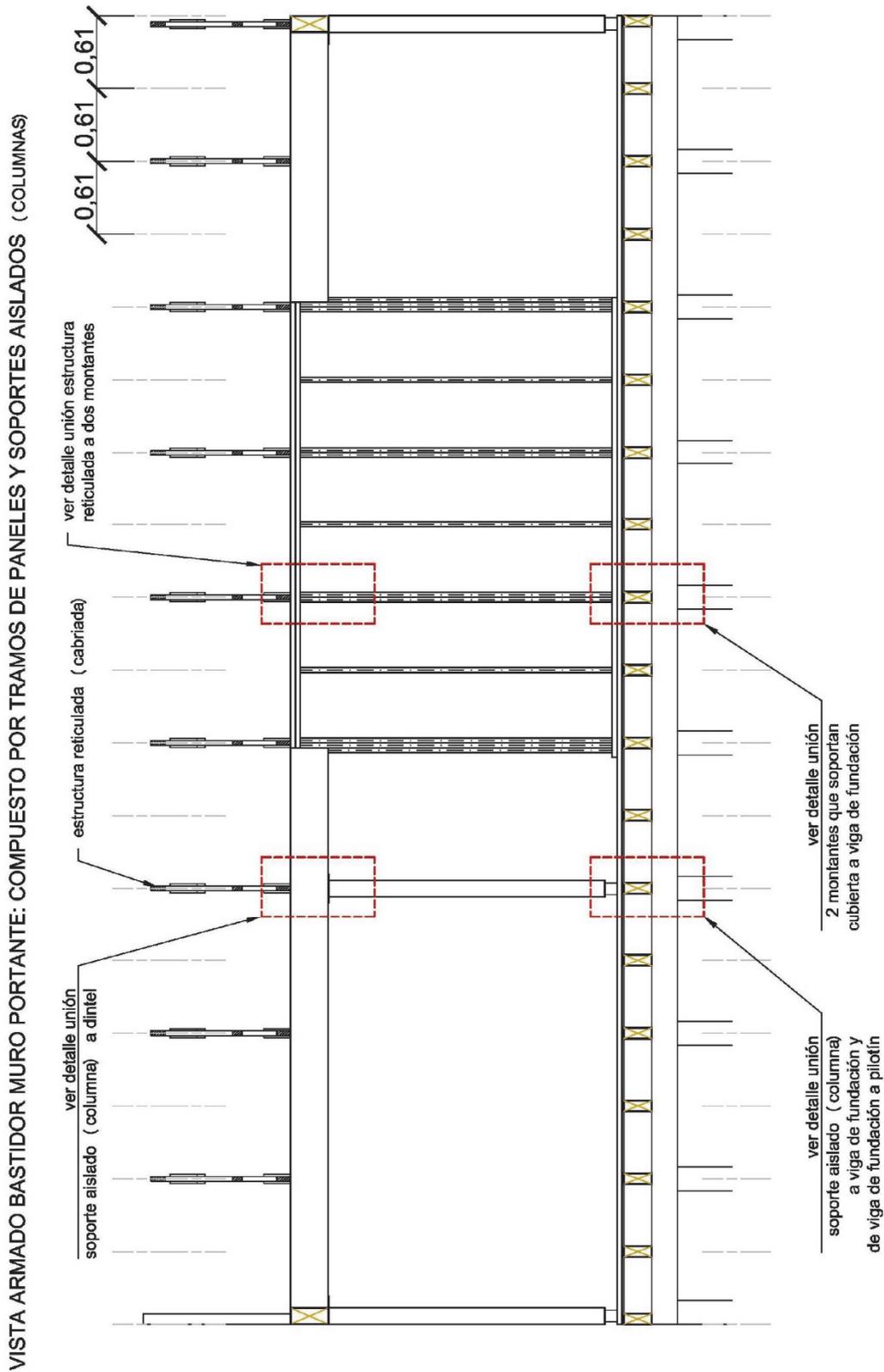
Se selecciona una sección transversal adecuada para el soporte aislado más cargado (lateral 2, Figura 4.2-2), sobre el cual apoyan dos dinteles con longitudes de cálculo ( $l_{dint}$ ) iguales a 3,59m y aproximadamente 1,22m. La longitud ( $L_{cub}$ ) y la separación ( $Sep_{cub}$ ) de los componentes estructurales de la cubierta que apoyan sobre ellos son 10,84m y 1,22m respectivamente.

Ingresando a la Tabla 5.2-6 con el valor de  $l_{dint}$  que mejor aproxima por exceso para el dintel de mayor longitud (4m), se obtiene que cada extremo del mismo transmite un esfuerzo de compresión de 22kN y uno de tracción igual a 13,5kN, en tanto que requiere una longitud mínima de apoyo en cada extremo de 160mm. Ingresando luego con el valor de  $l_{dint}$  que mejor aproxima por exceso para el dintel de menor longitud (1,5m), resulta un esfuerzo de compresión igual a 13kN, uno de tracción de 8kN y una longitud mínima de apoyo de 80mm. Considerando que el soporte recibe la carga de los dos dinteles, su capacidad mecánica debe ser suficiente para resistir un esfuerzo de compresión igual a 35kN y uno de tracción de 21,5kN. La longitud de apoyo que debe brindar a los dinteles alcanza un total de 240mm.

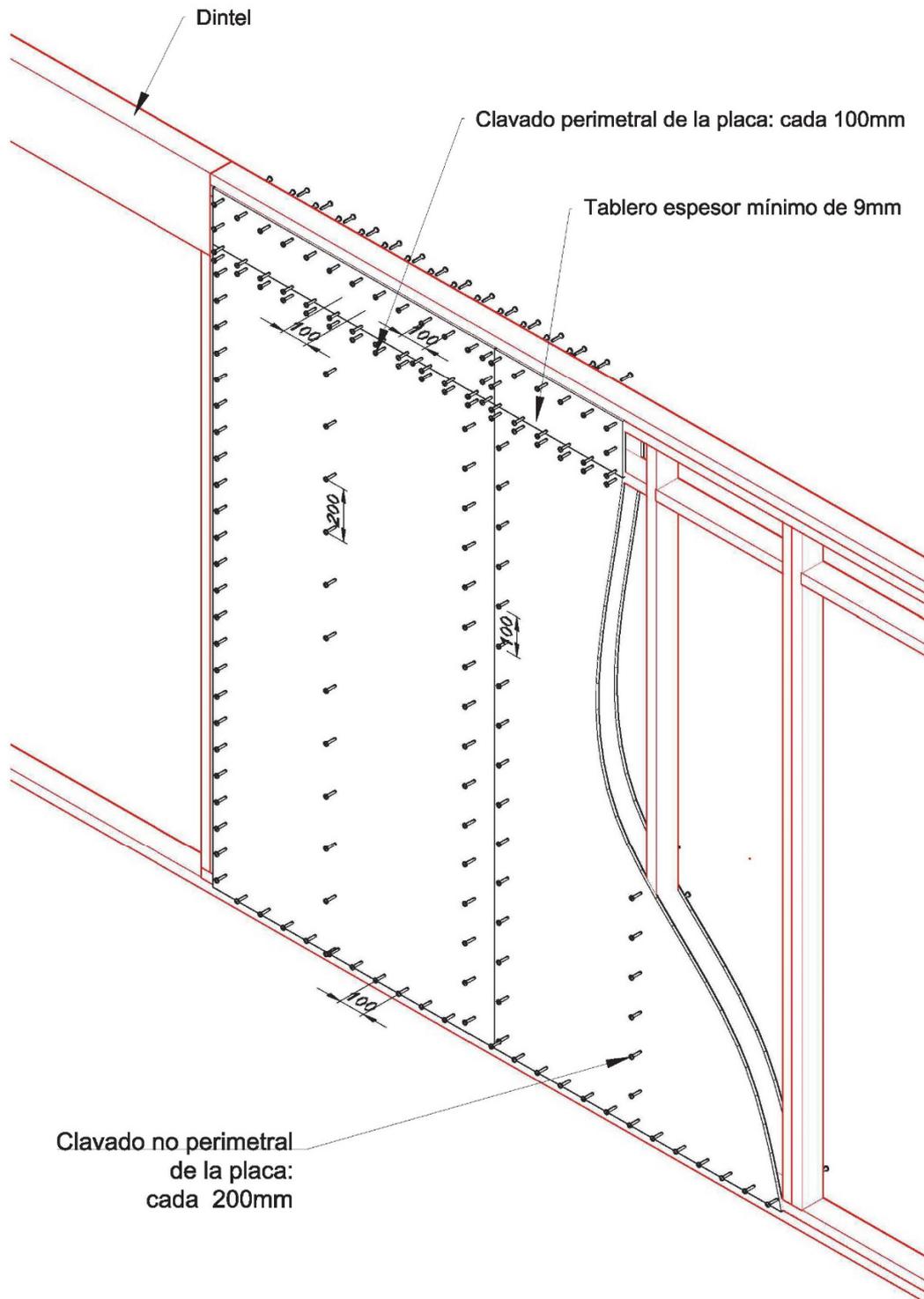
La Tabla 5.2-9 muestra que un soporte de *P. taeda/elliottii* grado de resistencia 1 con una longitud igual o menor a 3m y sección transversal igual a 140mm x 140mm tiene capacidad de soportar un esfuerzo de compresión igual a 123,1kN. Por su parte, la Tabla 5.2-10 indica que la misma pieza puede sustentar un esfuerzo de tracción de 109,8kN. Considerando que la capacidad mecánica requerida se satisface con holgura, atendiendo razones estéticas y constructivas se adopta la sección mencionada para todos los soportes aislados previstos en el proyecto.

En la Figura 4.2-7 se presenta información relacionada a los soportes aislados incluyendo sus conexiones superiores e inferiores.

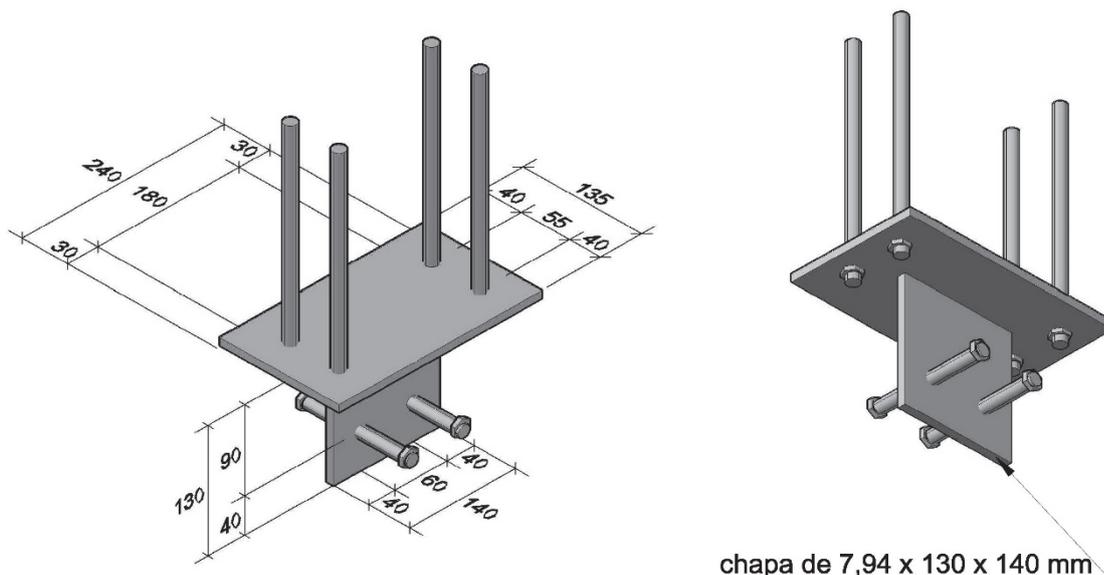
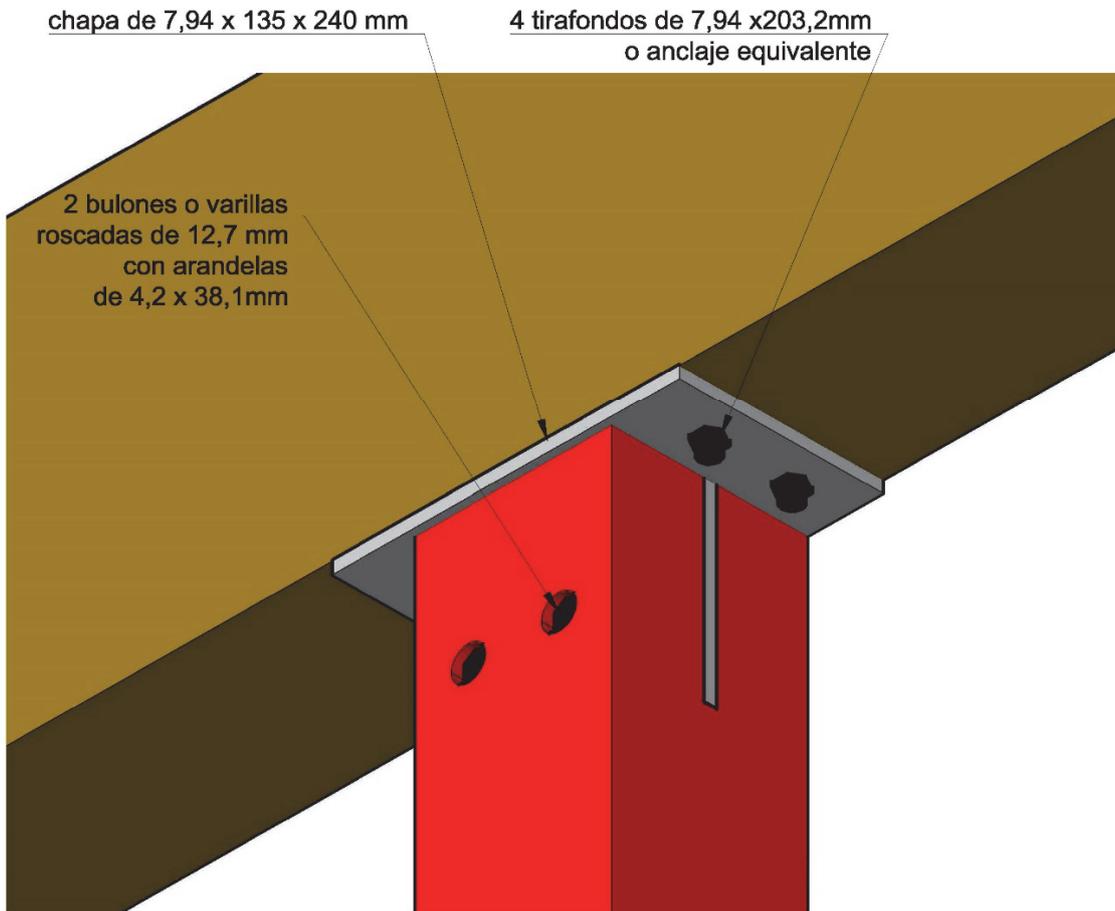
Figura 4.2-7 Conformación de muro, dinteles y soportes aislados del lateral 2



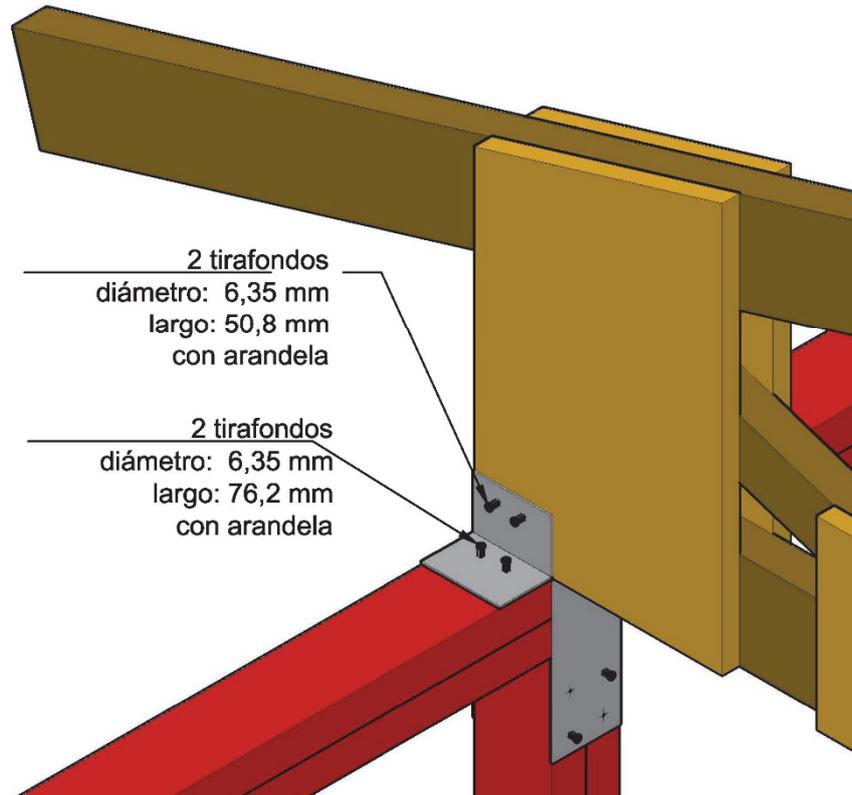
Detalle de muro rigidizador de 2 tableros. Distribución y condiciones de clavado.



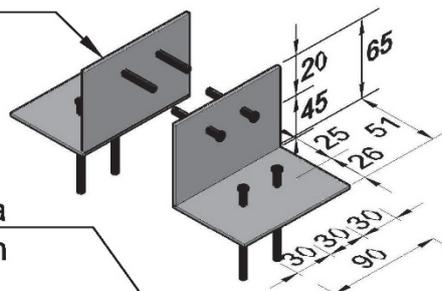
## DETALLE DE UNIÓN DEL SOPORTE AISLADO CON EL DINTEL



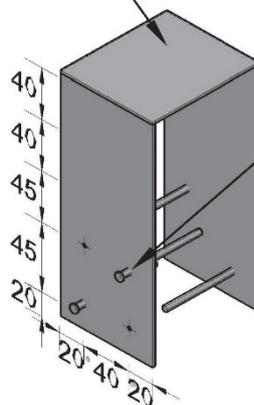
## DETALLE DE UNIÓN VIGA RETICULADA (CABRIADA) A 2 PARANTES



chapa plegada  
espesor: 6,35 mm

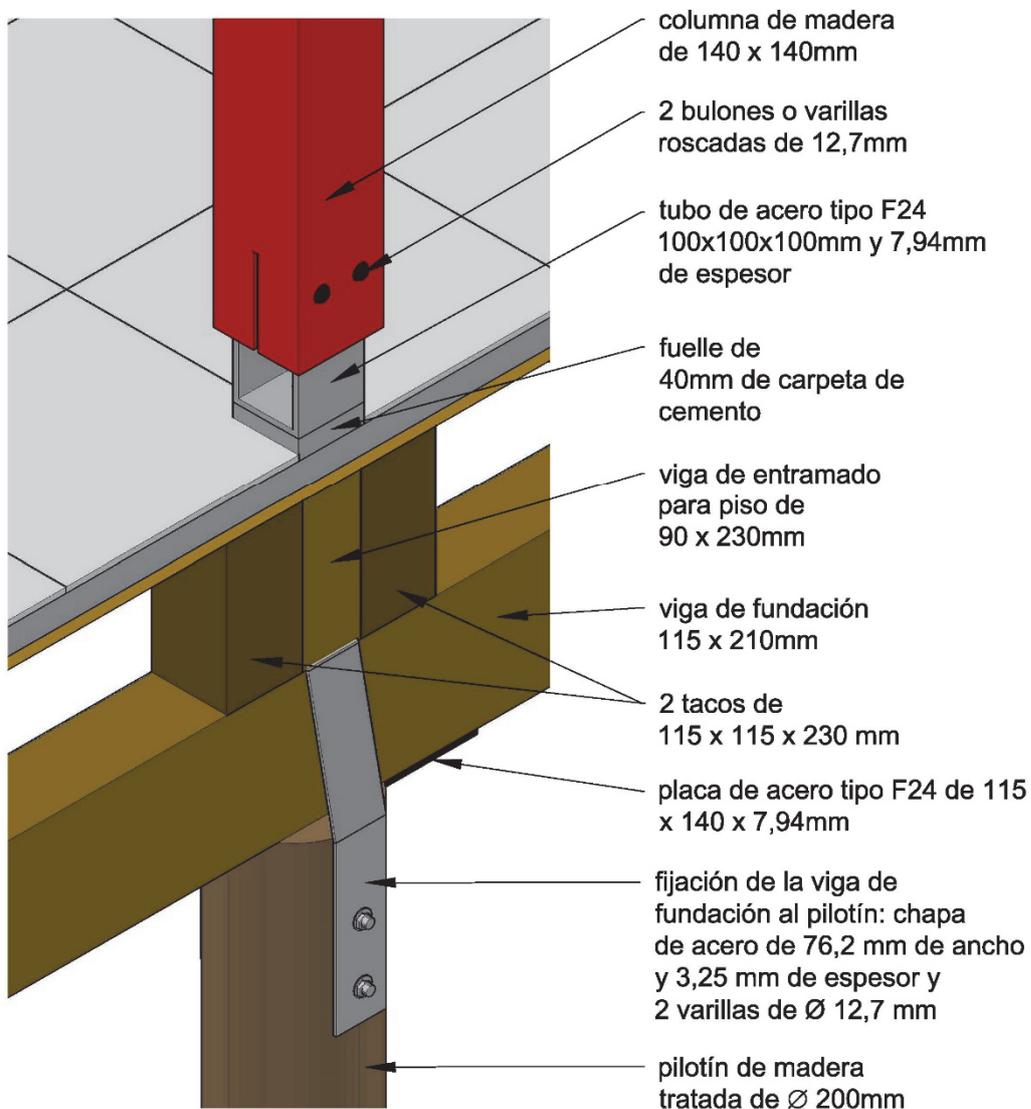


chapa plegada  
espesor: 2 mm

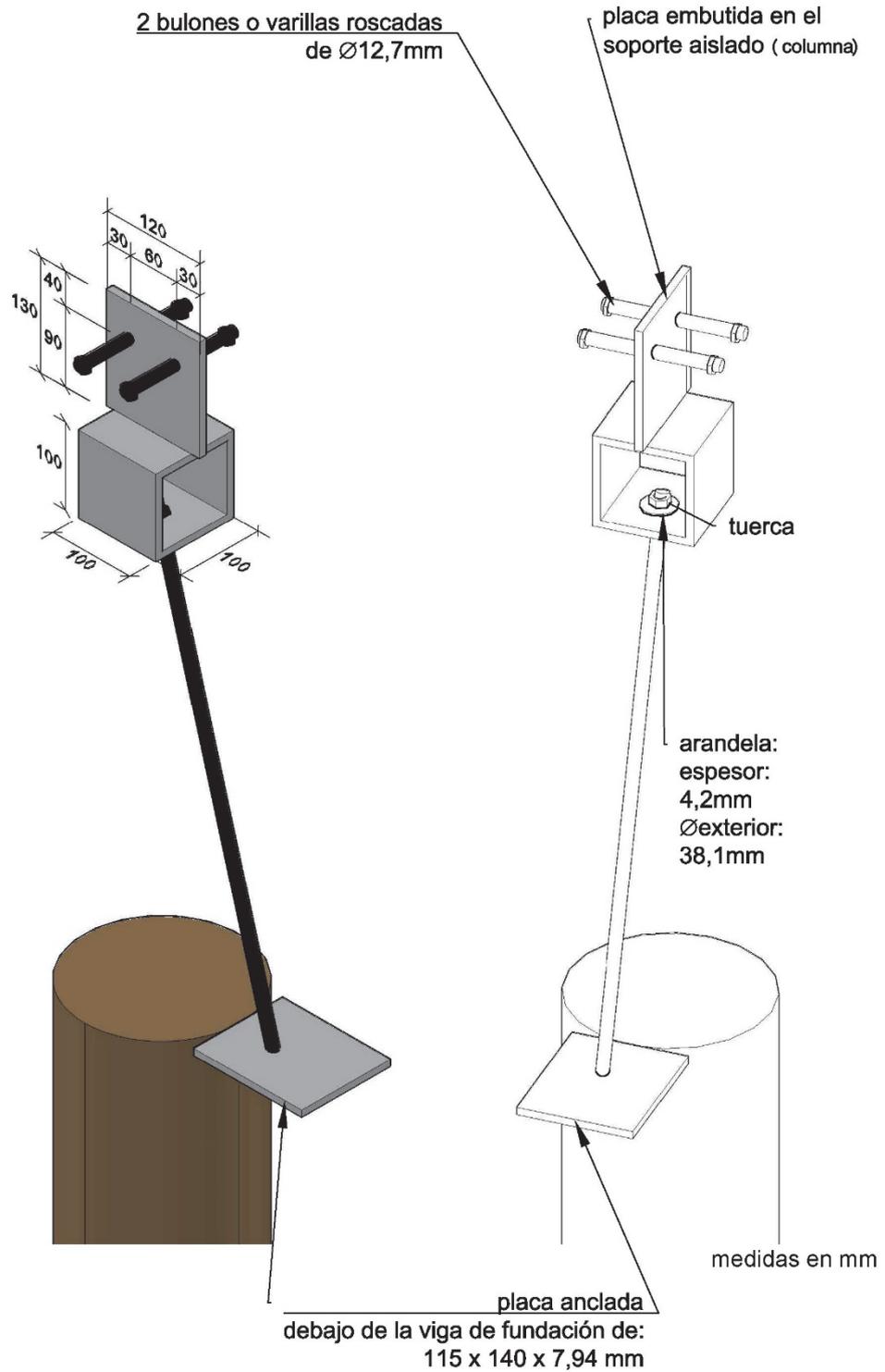


4 tirafondos  
(2 de c/lado)  
diámetro: 6,35 mm  
largo: 76,2 mm

## DETALLE DE UNIÓN DE SOPORTE AISLADO (COLUMNA) A VIGA DE FUNDACIÓN Y DE VIGA DE FUNDACIÓN A PILOTÍN

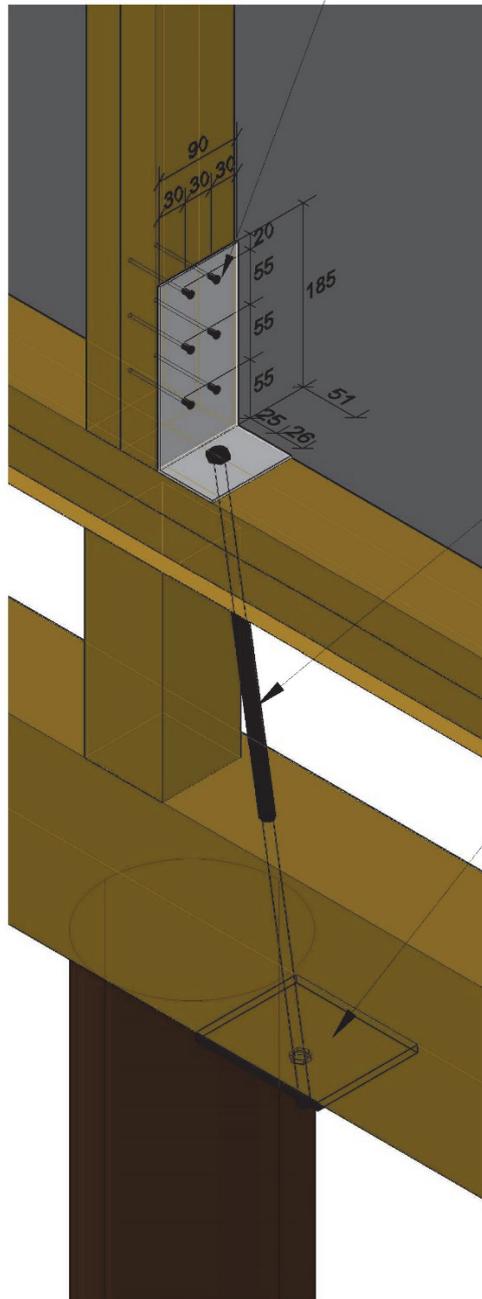


## DETALLE ELEMENTOS DE FIJACIÓN DEL: SOPORTE AISLADO A LA VIGA DE FUNDACIÓN



## FIJACIÓN 2 PARANTES A VIGA DE FUNDACIÓN

6 tirafondos de  $\varnothing 7,94\text{mm}$   
y largo 76,2mm



varilla roscada  
 $\varnothing 12,7\text{mm}$

placa anclada  
debajo de la viga de  
fundación de:  
115 x 140 x 7,94 mm

## **8) Seleccionar las vigas de piso y las vigas de fundación**

De igual manera que para los dinteles ubicados fuera de los muros y para los soportes aislados, se decide que las vigas de piso y de fundación estén construidas con madera laminada encolada estructural de *P. taeda/elliottii* grado de resistencia 1.

En el Apartado 5.3 se recomienda minimizar lo posible la longitud de las vigas de piso para lograr un control efectivo y económico de las deformaciones y las vibraciones inducidas por el tránsito humano. En este caso la distribución de las líneas de pilotes fue decidida por el responsable de las cimentaciones atendiendo particularidades del suelo de fundación. Como consecuencia de esa decisión, las vigas de fundación (sobre las cuales apoyan las vigas de piso) se ubican con una separación de aproximadamente 3,6m entre ejes (Figura 4.2-3), distancia que define la luz de cálculo de las vigas de piso. Se asume que esta longitud requiere vigas de piso con una sección transversal de dimensiones significativas.

La Figura 4.2-8 exhibe esquemáticamente la distribución, y presenta detalles, de los componentes de la estructura de fundación y de soporte de pisos, la cual está en línea con los lineamientos del Apartado 5.3 de esta Guía.

### ***Vigas de piso***

Se utiliza la Tabla 5.3-2 para seleccionar la sección transversal de las vigas de piso, que en este caso exhiben una longitud de cálculo igual a 3,6m. Para el valor de la longitud que mejor aproxima por exceso (4m) se obtiene una sección con dimensiones iguales a 90mm x 230mm.

### ***Vigas de fundación***

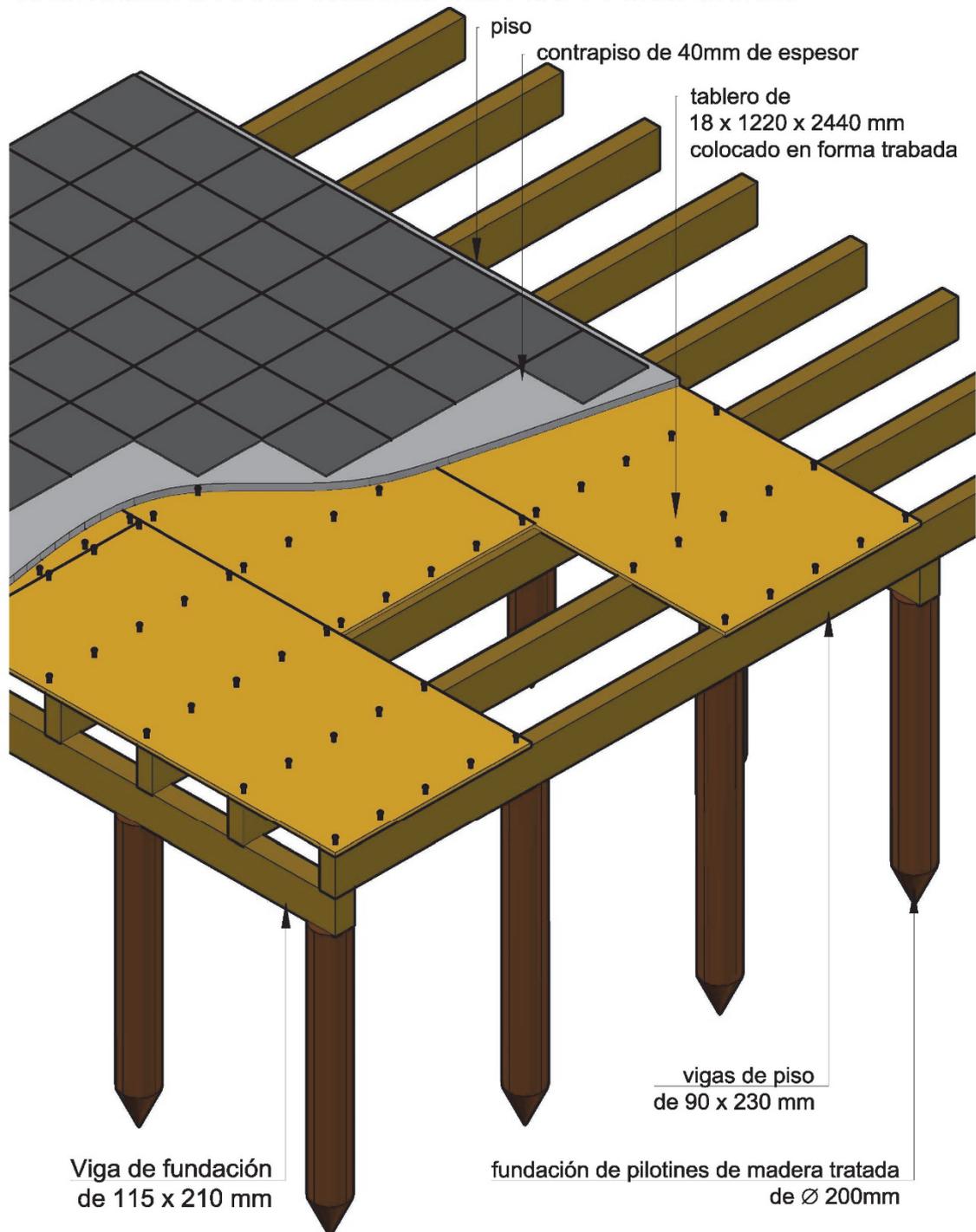
La Tabla 5.3-5 indica que la sección transversal de las vigas de fundación construidas con madera laminada encolada de la especie y calidad requeridas debe ser de 115mm x 210mm.

Las vigas de fundación perimetrales, ubicadas bajo los muros y soportes aislados portantes, se unen (anclan) a los pilotes de madera tratada con las conexiones exhibidas en la Figura 4.2-8, que son capaces de transmitir un esfuerzo de 20 kN (ver la información debajo de la Tabla 5.3-5).

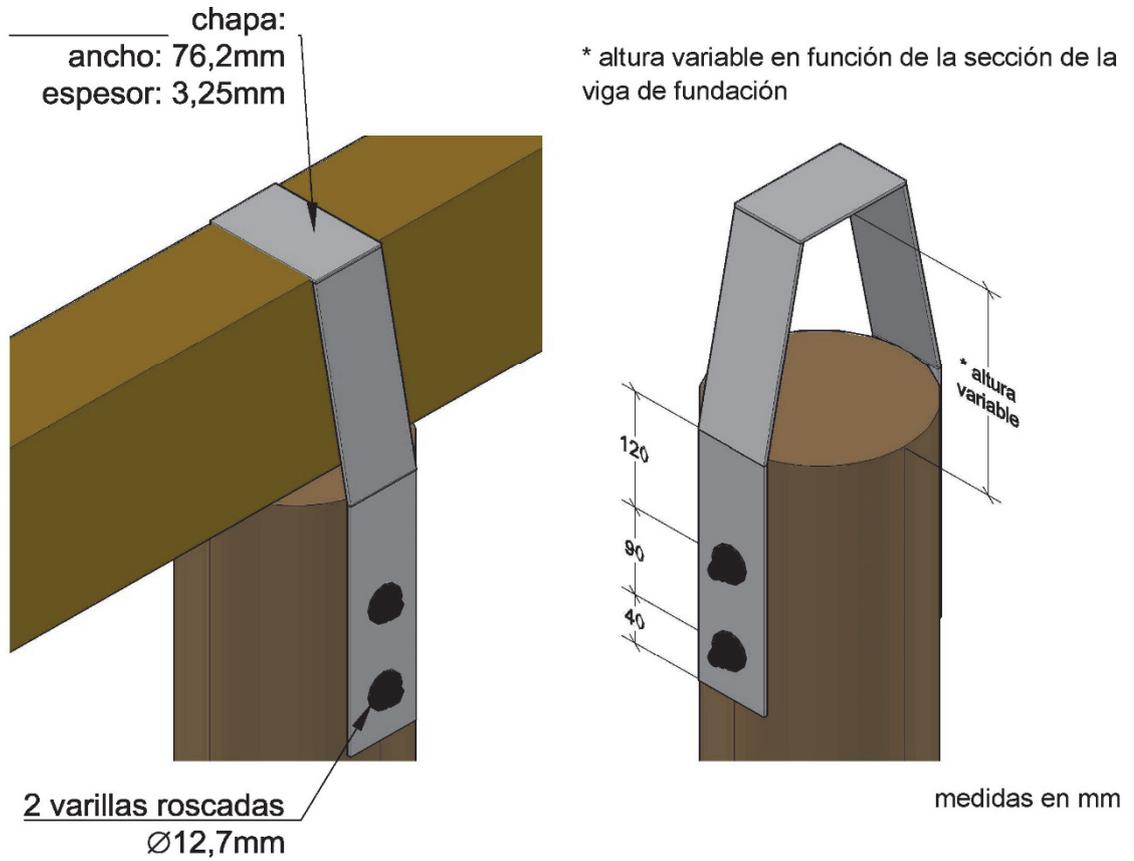
Las dos líneas de vigas de fundación ubicadas en el interior de la planta de la vivienda, en las cuales apoyan solamente las vigas de piso y los muros interiores no portantes, se vinculan a los pilotes con conexiones de menor capacidad mecánica que las mencionadas anteriormente, pero aptas para mantener una unión firme entre ambas partes.

Figura 4.2-8 Conformación de la estructura de pisos y fundaciones

AXONOMETRIA COMPONENTES DEL PISO Y FUNDACIONES



## DETALLE ELEMENTOS DE FIJACIÓN DE: LA VIGA DE FUNDACIÓN A PILOTÍN





## 5. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA LA ESTRUCTURA

En este capítulo se presentan variantes (en tipologías, dimensiones, especies y grados estructurales) para los sistemas y componentes estructurales.

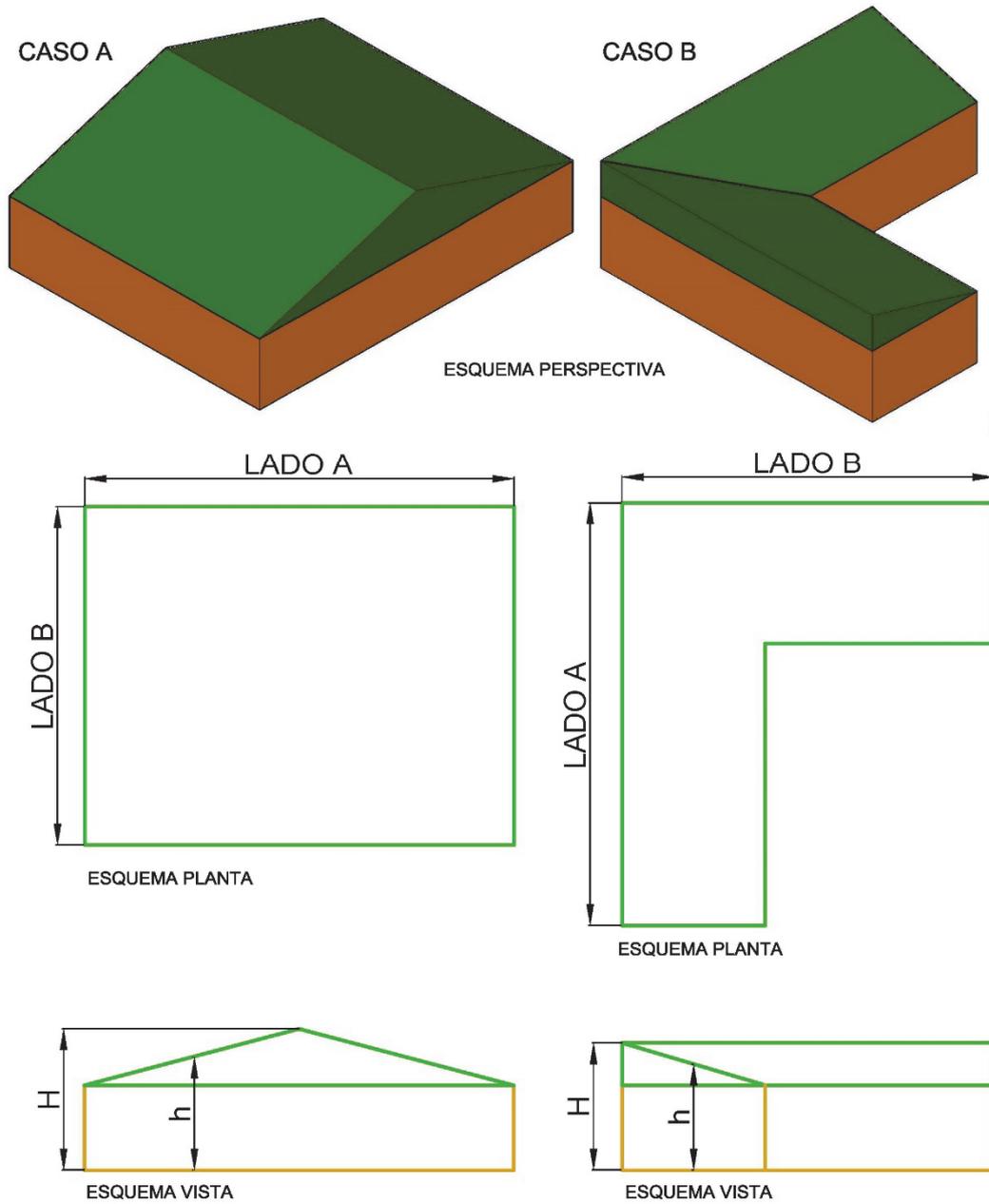
Las alternativas exhibidas a continuación pueden ser aplicadas a los casos que, además de estar enmarcados en las condiciones indicadas en los Capítulos 1, 2 y 3, satisfacen los siguientes requisitos:

- i) Toda dimensión horizontal de la vivienda, según sus direcciones principales, es igual o menor a 15m. En particular, la dimensión en la dirección en que se colocan las vigas o estructuras reticuladas de soporte de la cubierta, es igual o menor a 12m.
- ii) la altura de los muros portantes ( $h_m$ ) es igual o menor a 3m.
- iii) la cubierta es de chapas con una pendiente igual o menor a 35%. Su altura máxima (H) es igual o menor a 5m y su altura media (h) no supera el 75% de la menor dimensión horizontal (B) según las direcciones principales de la vivienda (ver la Figura 5-1).
- iv) Las dimensiones y el espaciamiento de los sistemas y componentes estructurales se encuentran comprendidos en el rango adoptado para cada caso en este Capítulo y cumplen las condiciones particulares especificadas.

Dada la amplitud que caracteriza a las alternativas de solución que se proveen, éstas no pueden contemplar todas las circunstancias específicas de cada proyecto. En consecuencia, el profesional responsable de la obra puede adaptarlas para resolver casos particulares garantizando un desempeño satisfactorio de la estructura conforme a su destino

En línea con el criterio adoptado en los capítulos anteriores, las dimensiones de la sección transversal de los miembros estructurales de madera aserrada se indican con su valor neto final conforme al criterio de la Tabla Voluntaria de Medidas TVM-2017 (INTI 2017).

**Figura 5-1 Requisitos que debe satisfacer la vivienda para la aplicación de las soluciones presentadas en este capítulo**



## 5.1. COMPONENTES DE LA CUBIERTA

### CLAVADORES

La Tabla 5.1-1 exhibe las dimensiones netas mínimas de la sección transversal, en relación a la longitud de cálculo (separación entre centro de apoyos:  $l$ ), para clavadores de madera aserrada obtenidos de las especies y clases resistentes incluidas en las Tablas S.1.1.1-3, S.1.1.2-3 y S.1.1.3-3 del Suplemento 1 del CIRSOC 601 (2016).

**Tabla 5.1-1 Dimensiones netas mínimas (mm) de la sección transversal (ancho por alto: bxd) para clavadores de madera aserrada**

$l$ (m)	Especie y clase de resistencia					
	pino Paraná ( <i>Araucaria angustifolia</i> )		<i>Eucalyptus grandis</i>		pino taeda y elliotti ( <i>Pinus taeda/elliottii</i> )	
	1	2	1	2	1	2
≤0,61	40x65	40x65	40x65	40x65	40x65	-
0,81	40x65	40x65	40x65	40x65	40x65	-
1,22	40x65	40x90	40x65	40x90	40x90	-

La utilización de la Tabla 5.1-1 requiere que se cumplan las siguientes condiciones:

La carga permanente corresponde al peso propio del clavador sumado a una cubierta de chapa con un peso aproximado de  $0,06\text{kN/m}^2$ .

La sobrecarga de la cubierta inaccesible y la acción del viento están en línea con las prescripciones de los Reglamentos citados en el Capítulo 3 anterior.

Los clavadores se colocan con una distancia entre ejes igual o menor a 1m.

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 40mm 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 1,5kN.

## **ESTRUCTURAS RETICULADAS**

A continuación se muestran alternativas de estructuras reticuladas con una y doble pendiente. Las primeras son aptas para longitudes (entre apoyos) de 4m, 5m, 6m y 7m con una pendiente comprendida entre 15% y 30%. Para las segundas se exhiben modelos de 8m, 10m y 12m y en todos los casos la pendiente de cada faldón es igual a 30%.

En los modelos 1 y 2 (Capítulo 4) se aplica un criterio simple para adaptar soluciones provistas en este Apartado a casos con menor separación entre apoyos. En las estructuras con una pendiente pueden obtenerse variantes comprendidas entre 7m y 3m y en las que exhiben doble pendiente es posible resolver casos cuya separación entre apoyos se encuentre en el rango comprendido entre 12m y 6m. En todos los casos se debe adaptar la solución brindada para la longitud inmediata superior cumpliendo los siguientes requisitos:

En estructuras con una pendiente:

- i) se reduce la longitud del tramo adyacente (interior) al apoyo donde la estructura exhibe una altura de 0,4m (hasta alcanzar la longitud requerida)
- ii) la altura mínima sobre ese apoyo se mantiene en 0,4m
- iii) la pendiente del cordón superior se mantiene entre 15% y 30%

En estructuras con doble pendiente:

- i) se reducen simétricamente las longitudes de los tramos adyacentes (interiores) a los apoyos donde la estructura exhibe una altura de 0,4m (hasta alcanzar la longitud requerida)
- ii) la altura mínima sobre ambos apoyos se mantiene en 0,4m
- iii) la pendiente del cordón superior se mantiene en 30% para ambos faldones

### ***Estructuras reticuladas con una pendiente***

La Tabla 5.1-2 exhibe las dimensiones netas (mínimas) de la sección transversal para las barras de estructuras reticuladas construidas con madera aserrada y una pendiente comprendida entre 15% y 30%. La información se presenta en función de la longitud de cálculo (separación entre centro de apoyos:  $l$ ) para las especies y clases resistentes incluidas en las Tablas S.1.1.1-3, S.1.1.2-3 y S.1.1.3-3 del Suplemento 1 del CIRSOC 601 (2016). La separación entre las estructuras es en todos los casos igual o menor a 1,22m. La Figura 5.1-1 complementa la información desplegada en la Tabla 5.1-2 y la Figura 5.1-3 presenta alternativas para los extremos y detalles de las uniones.

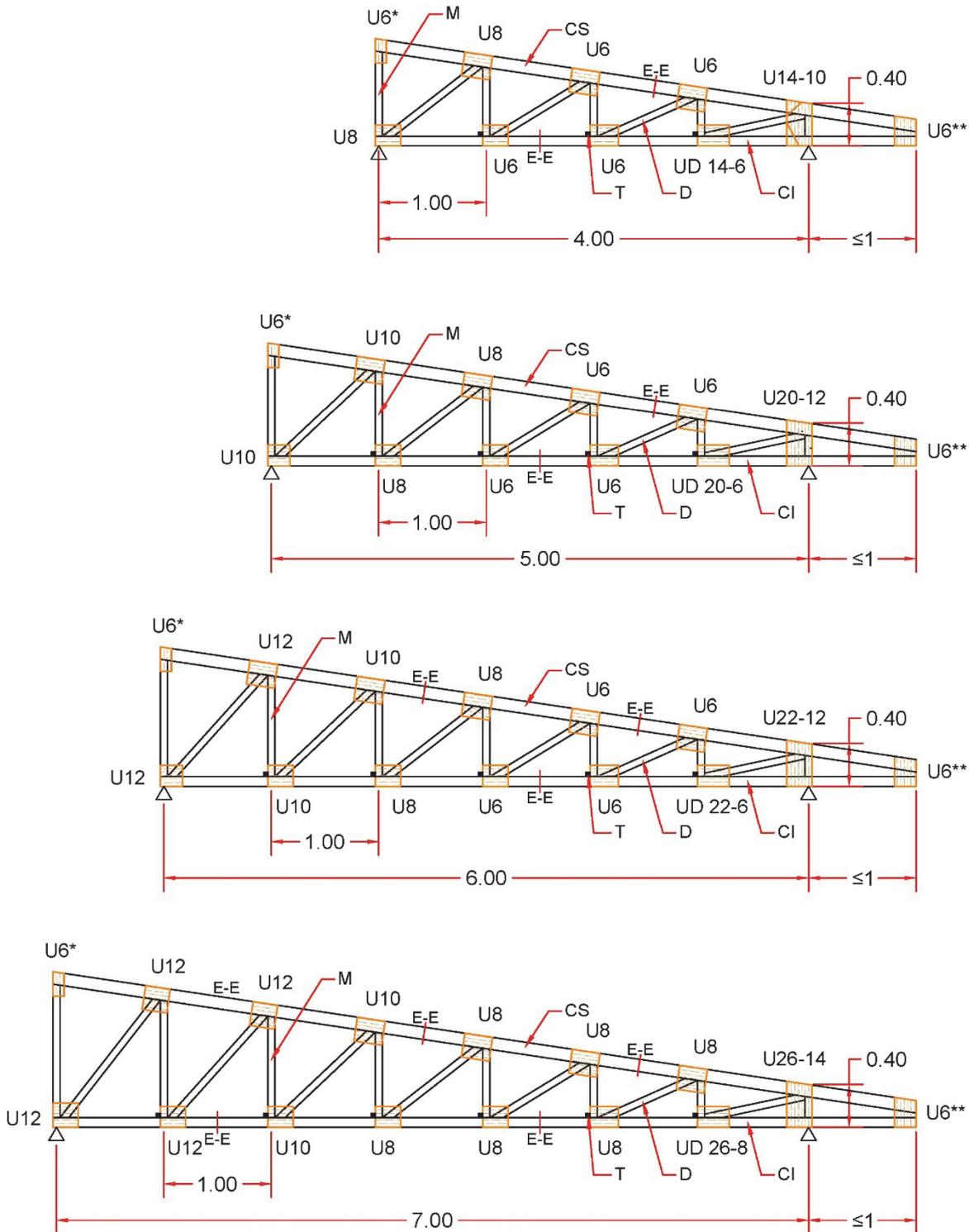
**Tabla 5.1-2 Dimensiones netas mínimas (mm) de la sección transversal (ancho por alto: bxd) para barras de estructuras reticuladas con una pendiente**

l (m)	Especie y clase de resistencia	CS	CI	M	D	T	Dimensiones del clavo (mm)		Esfuerzo de levantamiento (kN) <sup>(1)</sup>	
							φ	Long.		
4	pino Paraná ( <i>Araucaria angustifolia</i> )	1	40x90	40x65	40x65	40x65	40x40	2,5	75	3,4
		2	40x115	40x65	40x65	40x65				
	<i>Eucalyptus grandis</i>	1	40x90	40x65	40x65	40x65				
		2	40x115	40x65	40x65	40x65				
	pino taeda/elliotti ( <i>P. taeda/elliottii</i> )	1	40x115	40x65	40x65	40x65				
5	pino Paraná ( <i>Araucaria angustifolia</i> )	1	40x90	40x65	40x65	40x65	40x40	2,5	75	3,9
		2	40x115	40x65	40x65	40x65				
	<i>Eucalyptus grandis</i>	1	40x90	40x65	40x65	40x65				
		2	40x115	40x65	40x65	40x65				
	pino taeda/elliotti ( <i>P. taeda/elliottii</i> )	1	40x115	40x90	40x65	40x65				
6	pino Paraná ( <i>Araucaria angustifolia</i> )	1	40x115	40x65	40x65	40x65	40x40	2,5	75	4,4
		2	40x115	40x90	40x65	40x65				
	<i>Eucalyptus grandis</i>	1	40x115	40x65	40x65	40x65				
		2	40x115	40x90	40x65	40x65				
	pino taeda/elliotti ( <i>P. taeda/elliottii</i> )	1	65x90	65x65	65x65	65x65				
7	pino Paraná ( <i>Araucaria angustifolia</i> )	1	40x115	40x90	40x90	40x90	40x40	2,5	75	4,9
		2	40x140	40x115	40x90	40x90				
	<i>Eucalyptus grandis</i>	1	40x115	40x90	40x90	40x90				
		2	40x140	40x115	40x90	40x90				
	pino taeda/elliotti ( <i>P. taeda/elliottii</i> )	1	65x115	65x90	65x65	65x65				

CS: cordón superior; CI: cordón inferior; M: montantes; D: diagonales; T: tirante de arriostamiento transversal del cordón inferior, ubicado junto a cada montante y unido al cordón con 2 clavos de 2,5mm de diámetro y 75mm de longitud (se puede omitir cuando esa función es desempeñada por un cielorraso con capacidad equivalente); (1): esfuerzo de levantamiento en cada apoyo debido a la succión del viento; (2): ver "cortes de uniones" en la Figura 5.1-3

**Figura 5.1-1 Principales dimensiones (m) y características de las estructuras reticuladas con una pendiente**

E-E: ubicación sugerida para los empalmes de los cordones, los que no deben ubicarse en la cercanía de los apoyos ni coincidir en un mismo tramo (superior e inferior); los otros símbolos quedan definidos en la Tabla 5.1-2 y en la Figura 5.1-3; en la Figura 5.1-3 se presentan alternativas (variantes) para los extremos y detalles de las uniones



## Estructuras reticuladas con doble pendiente

La Tabla 5.1-3 exhibe las dimensiones de la sección transversal de las barras de estructuras reticuladas construidas con madera aserrada y doble pendiente, siendo ésta igual a 30% en cada faldón. La información se presenta en función de la longitud de cálculo (separación entre centro de apoyos: *l*) para las especies y clases resistentes incluidas en las Tablas S.1.1.1-3, S.1.1.2-3 y S.1.1.3-3 del Suplemento 1 del CIRSOC 601 (2016). La separación entre las estructuras es en todos los casos igual o menor a 1,22m. La Figura 5.1-2 complementa la información desplegada en la Tabla 5.1-3 y la Figura 5.1-3 presenta alternativas para los extremos y detalles de las uniones.

**Tabla 5.1-3 Dimensiones netas mínimas (mm) de la sección transversal (ancho por alto: bxd) para barras de estructuras reticuladas con doble pendiente**

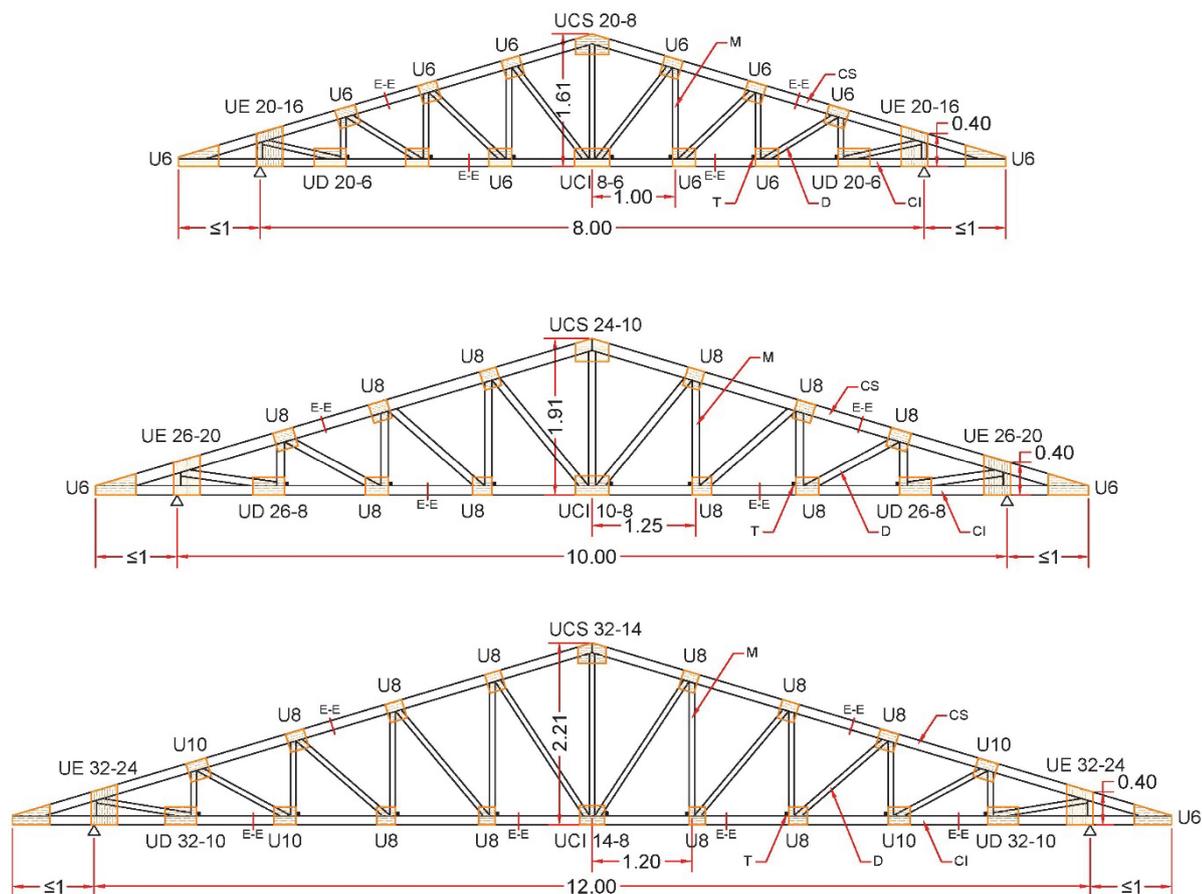
<i>l</i> (m)	Especie y clase de resistencia	CS	CI	M	D	T	Dimensiones del clavo (mm)		Esfuerzo de levantamiento (kN) <sup>(1)</sup>
							φ	Long.	
8	pino Paraná ( <i>Araucaria angustifolia</i> )	1	40x115	40x65	40x65	40x40	2,5	75	5,6
		2	40x115	40x90	40x65				
	<i>Eucalyptus grandis</i>	1	40x115	40x65	40x65				
		2	40x115	40x90	40x65				
	pino taeda/elliotti ( <i>P. taeda/elliottii</i> )	1	65x90	65x65	65x65				
10	pino Paraná ( <i>Araucaria angustifolia</i> )	1	40x115	40x90	40x65	40x40	2,5	75	6,7
		2	40x140	40x115	40x90				
	<i>Eucalyptus grandis</i>	1	40x115	40x90	40x65				
		2	40x140	40x115	40x90				
	pino taeda/elliotti ( <i>P. taeda/elliottii</i> )	1	65x90	65x90	65x65				
12	pino Paraná ( <i>Araucaria angustifolia</i> )	1	40x140	40x90	40x90	40x40	2,5	75	7,7
		2	40x140	40x115	40x90				
	<i>Eucalyptus grandis</i>	1	40x140	40x90	40x90				
		2	40x140	40x115	40x90				
	pino taeda/elliotti ( <i>P. taeda/elliottii</i> )	1	65x115	65x115	65x65				

CS: cordón superior; CI: cordón inferior; M: montantes; D: diagonales; T: tirante de arriostamiento transversal del cordón inferior, ubicado junto a cada montante y unido al cordón con 2 clavos de

2,5mm de diámetro y 75mm de longitud (se puede omitir cuando esa función es desempeñada por un cielorraso con capacidad equivalente); (1): esfuerzo de levantamiento en cada apoyo debido a la succión del viento; (2): ver “cortes de uniones” en la Figura 5.1-3

### Figura 5.1-2 Principales dimensiones (m) y características de las estructuras reticuladas con doble pendiente

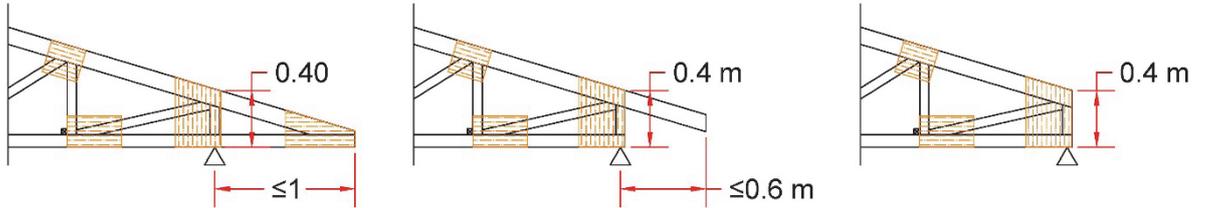
E-E: ubicación sugerida para los empalmes de los cordones, los que no deben ubicarse en la cercanía de los apoyos ni coincidir en un mismo tramo (superior e inferior); los otros símbolos quedan definidos en la Tabla 5.1-3 y en la Figura 5.1-3; en la Figura 5.1-3 se presentan alternativas (variantes) para los extremos y detalles de las uniones



La Figura 5.1-3 presenta alternativas para los extremos de las estructuras y detalles de las conexiones en sus nodos, las cuales deben materializarse con clavos espiralados colocados neumáticamente. El profesional responsable de la obra puede adaptar las soluciones descritas en la Figura 5.1-3 a cada caso particular teniendo en cuenta el espacio disponible (en función de las dimensiones de las barras y su pendiente) y los lineamientos del Capítulo 8 del Reglamento CIRSOC 601 (2016).

**Figura 5.1-3 Alternativas (variantes) de extremos para las estructuras reticuladas y detalle de uniones**

VARIANTES DE EXTREMOS

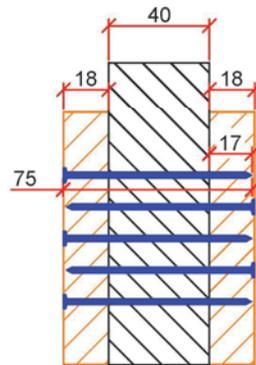


DETALLES DE UNIONES

CORTES DE UNIONES

(medidas en mm)

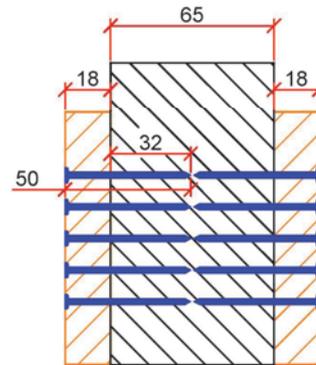
Uniones con clavos que penetren las 3 piezas



clavos Ø 2,5mm x 75 mm  
(penetración mínima de la punta ≥ 15mm)

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

Uniones con clavos que penetren 2 piezas

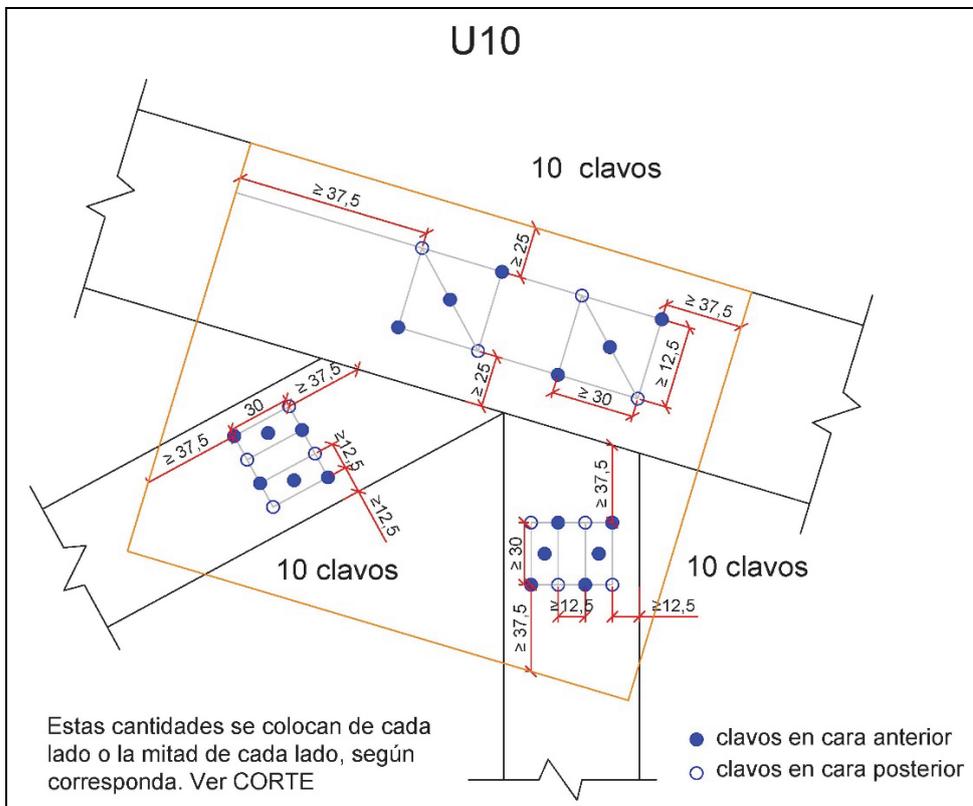
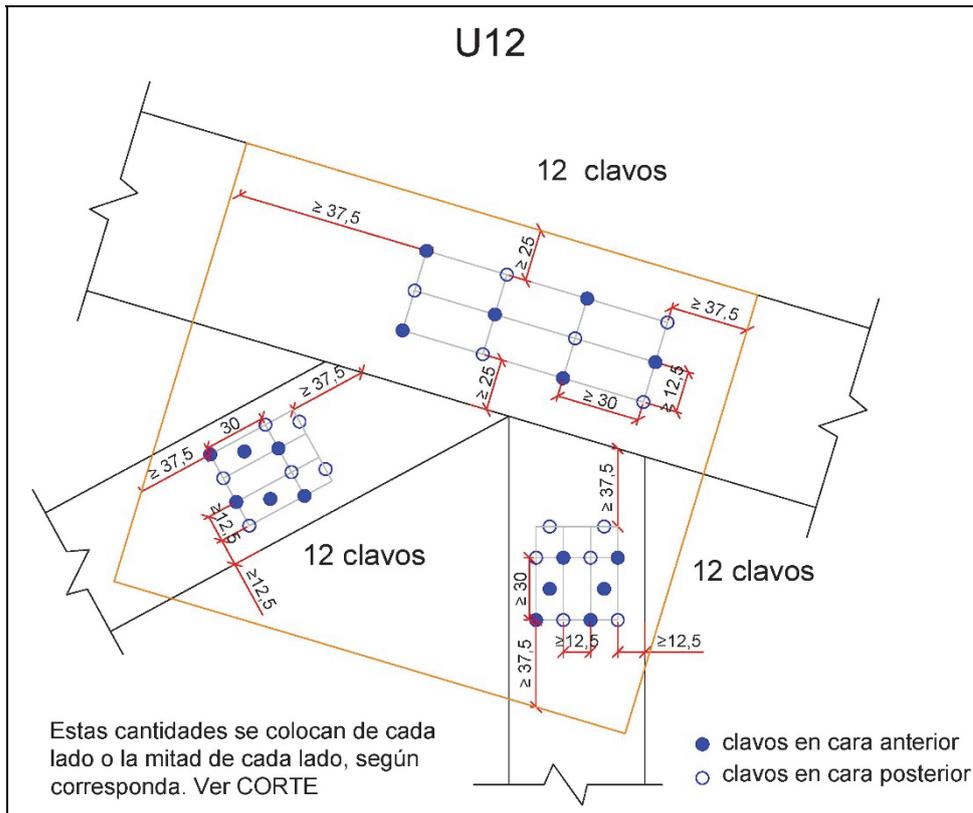


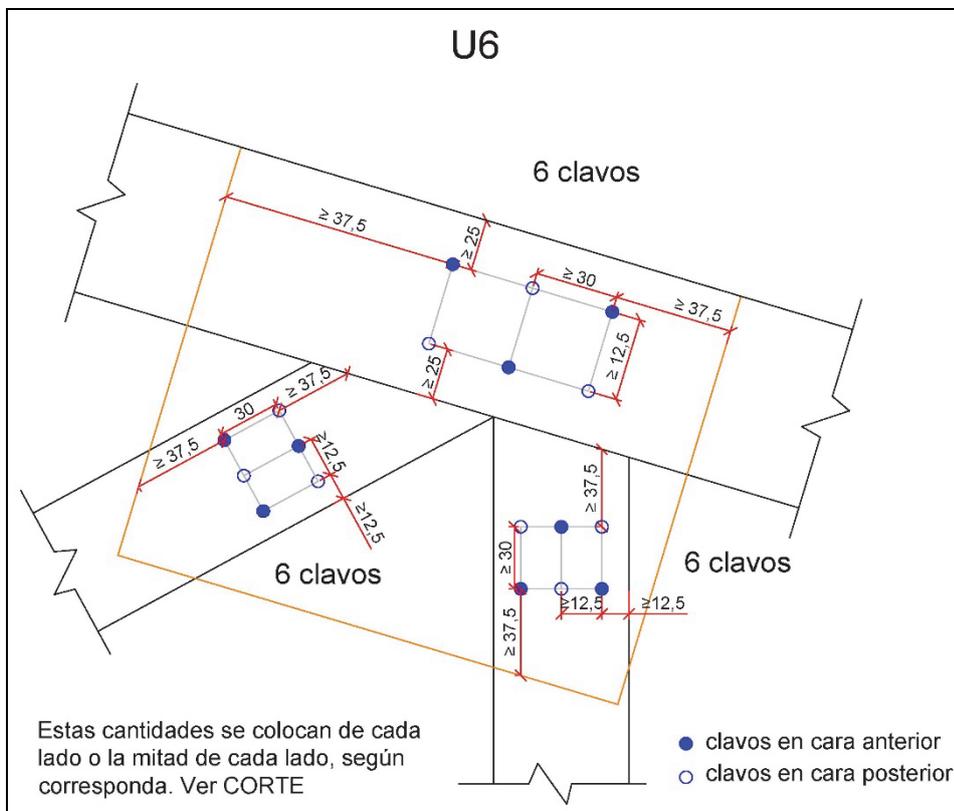
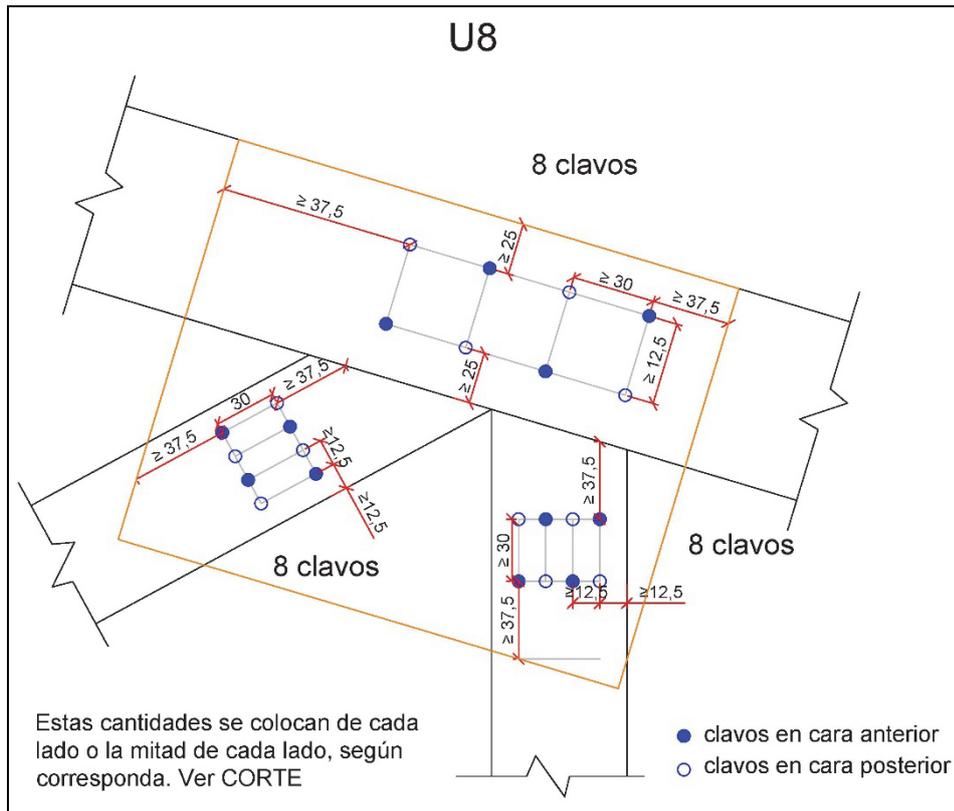
clavos Ø 2,5mm x 50 mm  
(penetración mínima de la punta ≥ 15mm)

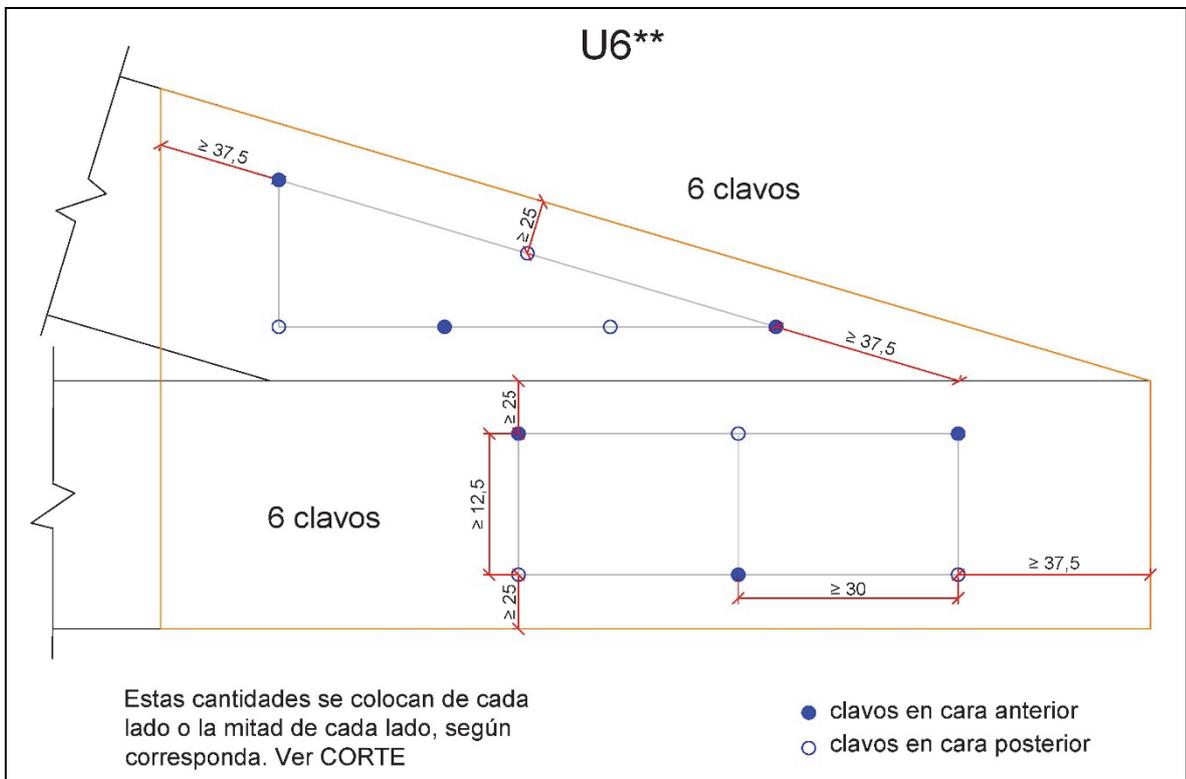
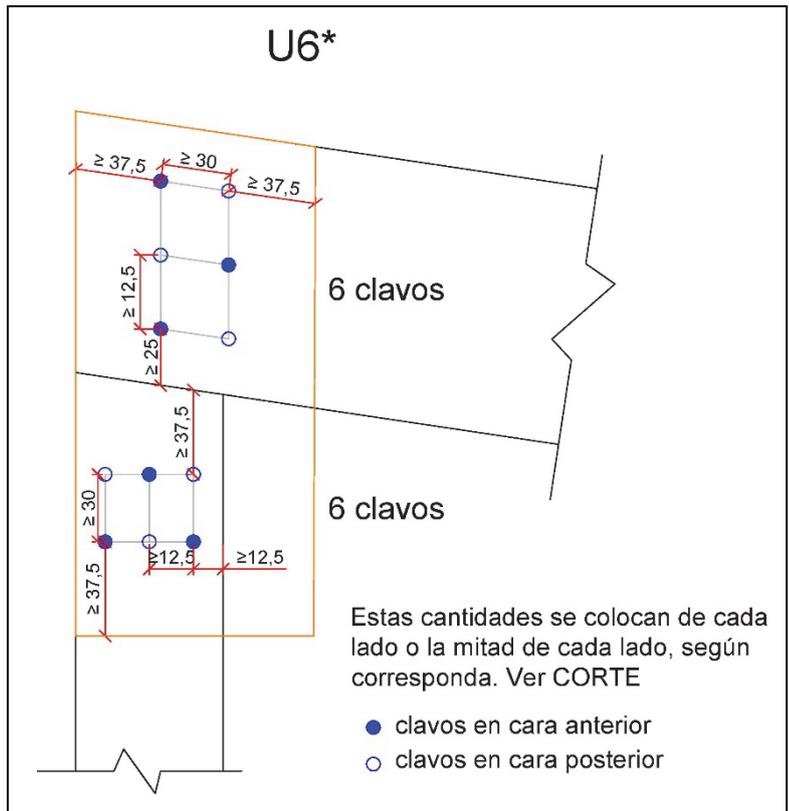
La cantidad de clavos indicada en los detalles de uniones debe colocarse de ambos lados.

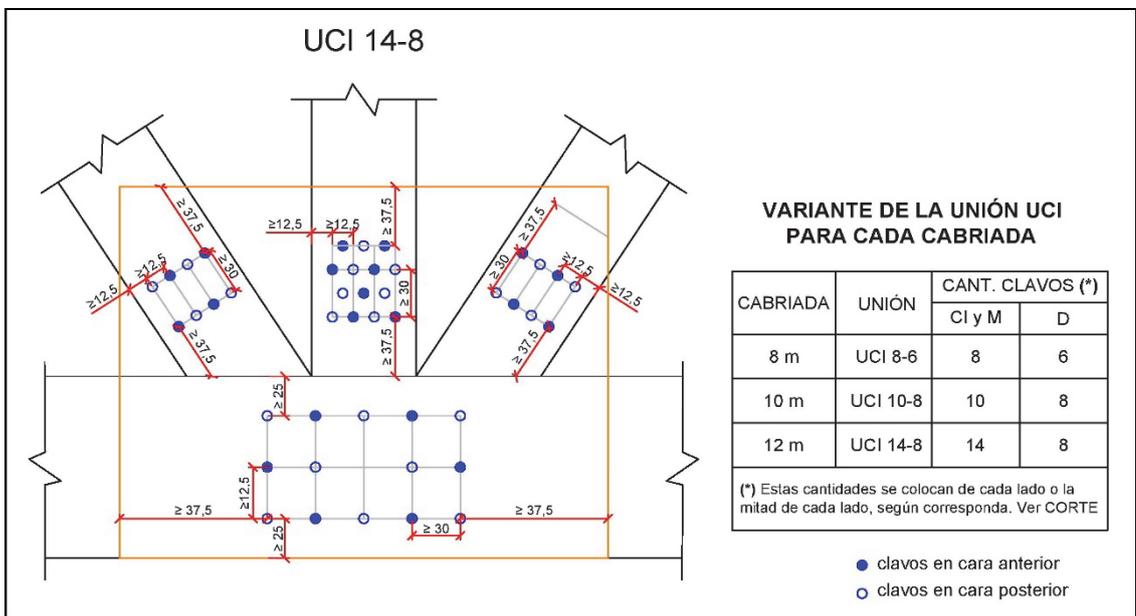
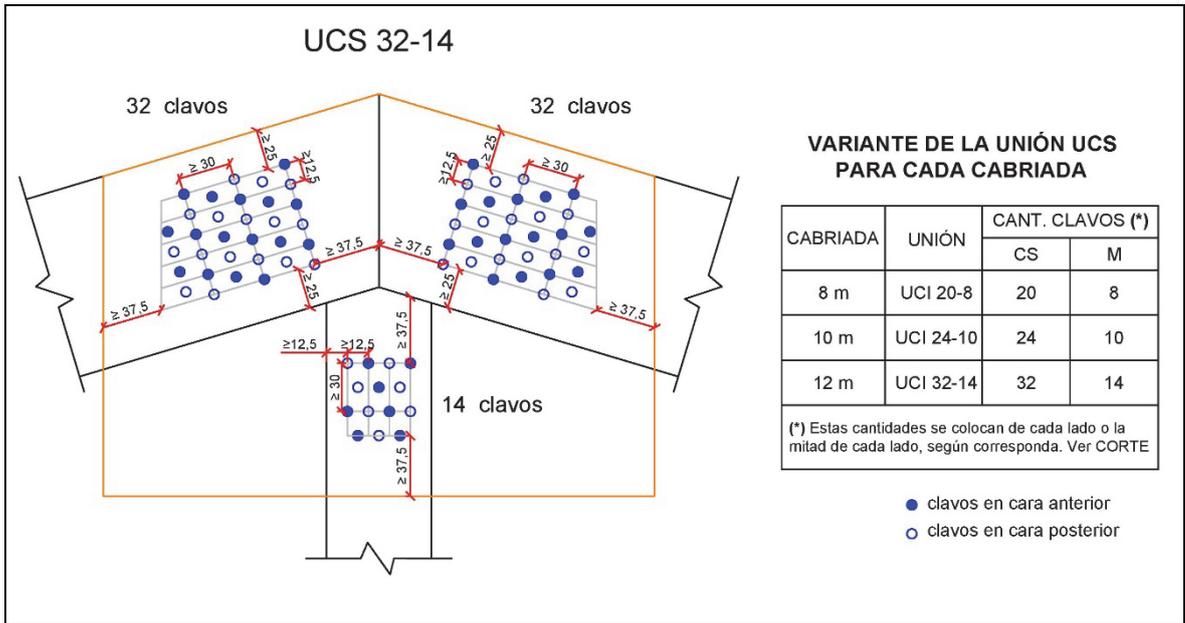
La distribución de clavos (cantidad de filas y columnas) debe adaptarse a las dimensiones de las piezas que concurren en la unión, respetando las distancias mínimas entre clavos y hasta extremos o bordes indicadas en cada caso.

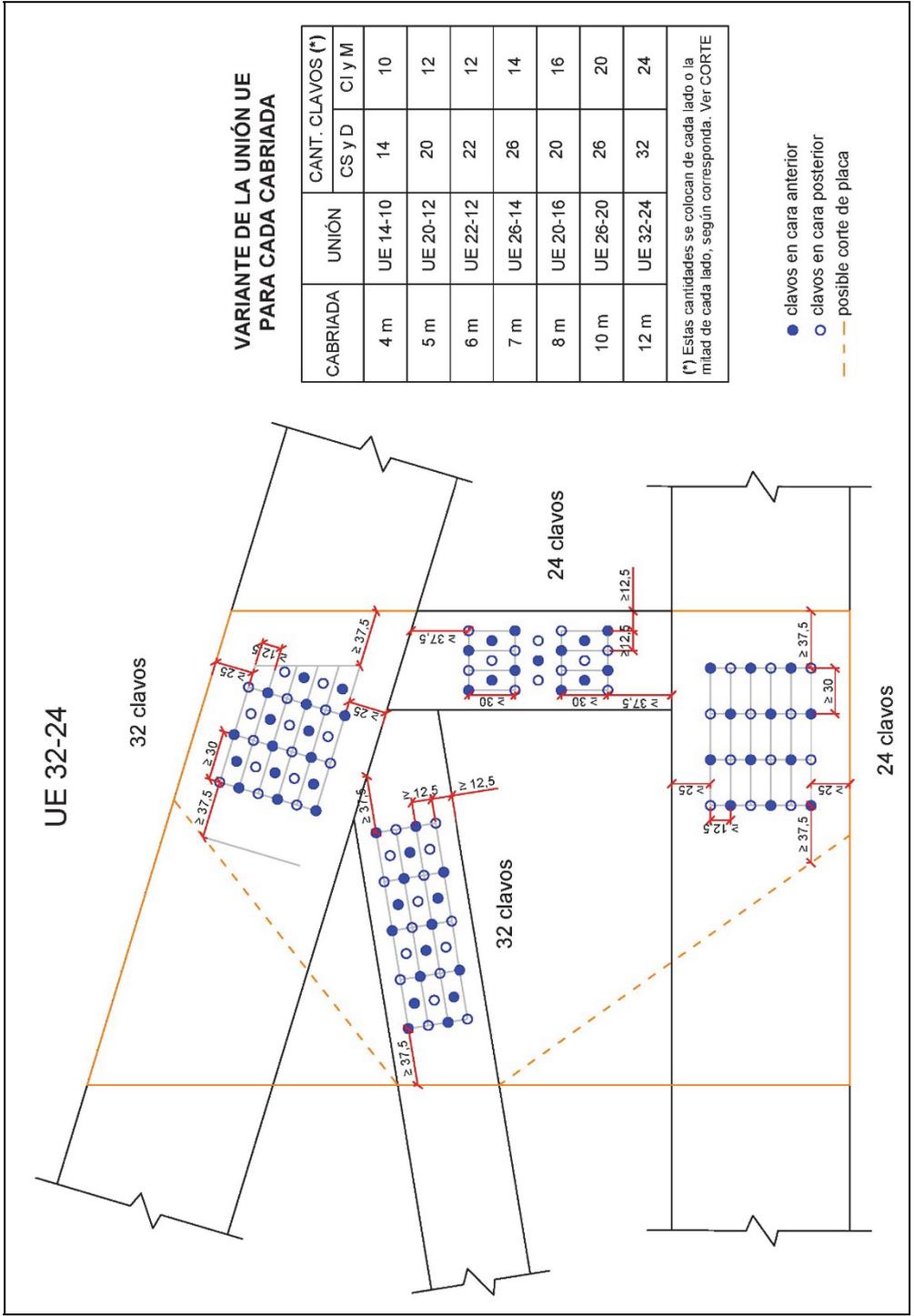
Las placas de unión son de tablero contrachapado (plywood) de 18 mm de espesor y sus dimensiones deben adaptarse a la geometría de cada unión.











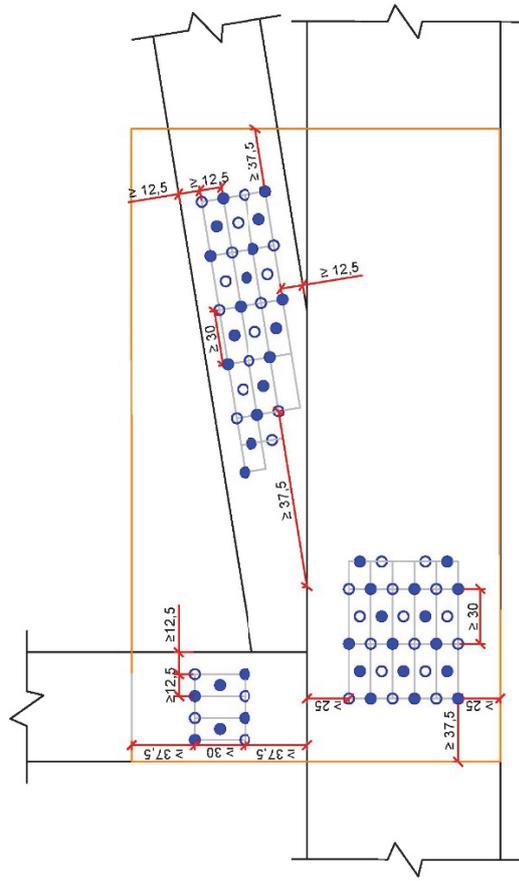
### UD32-10

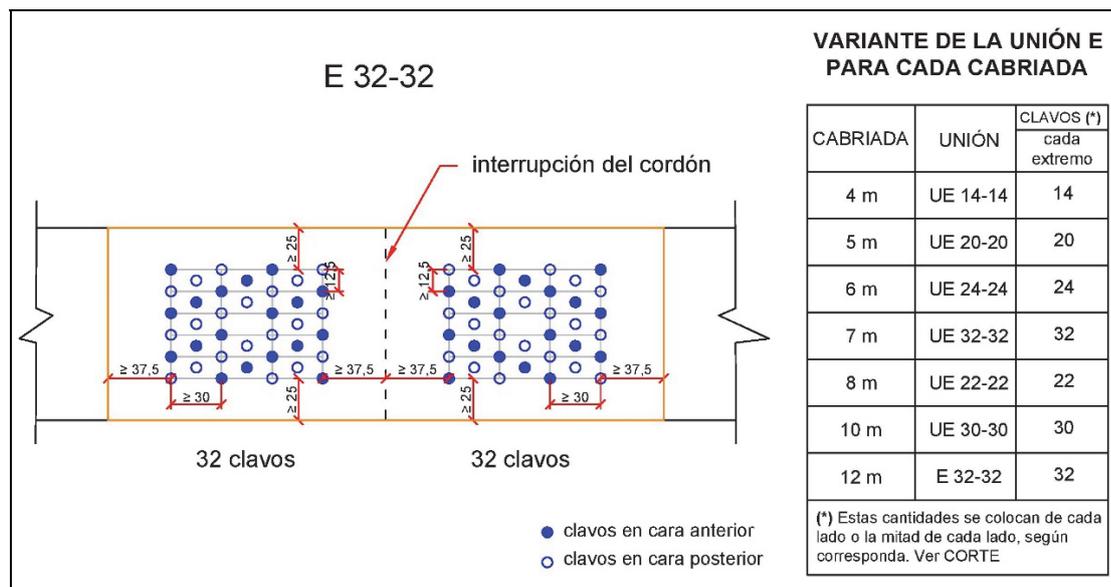
#### VARIANTE DE LA UNIÓN UD PARA CADA CABRIADA

CABRIADA	UNIÓN	CANT. CLAVOS (*)	
		C l y D	M
4 m	UD 14-6	14	6
5 m	UD 20-6	20	6
6 m	UD 22-6	22	6
7 m	UD 26-8	26	8
8 m	UD 20-6	20	6
10 m	UD 26-8	26	8
12 m	UD 32-10	32	10

(\*) Estas cantidades se colocan de cada lado o la mitad de cada lado, según corresponda. Ver CORTE

- clavos en cara anterior
- clavos en cara posterior





La utilización de las tablas 5.1-2 y 5.1-3 y las figuras 5.1-1, 5.1-2 y 5.1-3 requiere que se cumplan las siguientes condiciones:

La carga permanente corresponde al peso propio de la estructura sumado a una cubierta y cielorraso con un peso de  $0,3\text{kN/m}^2$  (p.ej.: bajo el cordón inferior un cielorraso de yeso, sobre el cordón superior tableros de 9mm, aislación térmica e hidrófuga, separadores de  $40\text{mm} \times 10\text{mm}$ , clavadores de  $40\text{mm} \times 90\text{mm}$  distanciados 1m, chapa con peso aproximado de  $0,06\text{kN/m}^2$ ).

La sobrecarga de la cubierta inaccesible y la acción del viento están en línea con las prescripciones de los Reglamentos citados en el Capítulo 3 anterior.

Las estructuras se colocan apoyadas en los extremos y uniformemente distribuidas con una separación entre ejes igual o menor a 1,22m.

En cada apoyo está impedido el giro y el desplazamiento lateral.

El borde superior de cada estructura tiene impedido el desplazamiento lateral por medio de entablados o tableros, o clavadores que forman parte de la cubierta.

En cada apoyo, la unión de la estructura con los muros o dinteles que la soportan satisface los siguientes requisitos:

- i) si el apoyo es directo, dispone de una longitud de contacto (según el eje longitudinal de la estructura) igual o mayor a 80mm 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 el valor nominal que se indica en las tablas 5.1-2 y 5.1-3 en función de la longitud de las estructuras.

En el desarrollo de los modelos 1 y 2 (figuras 4.1-7 y 4.2-7) se ilustran conexiones adecuadas para equilibrar los esfuerzos que las estructuras reticuladas transmiten en sus apoyos (sobre muros portantes de madera o encadenados de hormigón en muros medianeros). El profesional responsable de la obra puede adoptar otros tipos, o adecuar los utilizados en los modelos 1 y 2 a los esfuerzos de levantamiento que transmiten estructuras de distinta longitud, cuyo valor se indica en las tablas 5.1-2 y 5.1-3.

## VIGAS

### Vigas de madera aserrada

La Tabla 5.1-4 exhibe las dimensiones netas mínimas de la sección transversal, en relación a la longitud de cálculo (separación entre centro de apoyos:  $l$ ), para vigas de madera aserrada obtenidas de las especies y clases resistentes incluidas en las Tablas S.1.1.1-3, S.1.1.2-3 y S.1.1.3-3 del Suplemento 1 del CIRSOC 601 (2016).

**Tabla 5.1-4 Dimensiones netas mínimas (mm) de la sección transversal (ancho por alto: bxd) para vigas de madera aserrada**

$l$ (m)	Especie y clase de resistencia					
	pino Paraná ( <i>Araucaria angustifolia</i> )		<i>Eucalyptus grandis</i>		pino taeda y elliotti ( <i>Pinus taeda/elliottii</i> )	
	1	2	1	2	1	2
2,6	40x140	40x140	40x140	40x140	40x140	65x140
2,8	40x140	40x140	40x140	40x140	65x140	65x140
3,0	40x140	65x140	40x140	65x140	65x140	65x165
3,2	65x140	65x140	65x140	65x140	65x165	65x165
3,4	65x140	65x140	65x140	65x140	65x165	65x185
3,6	65x165	65x165	-	-	65x185	65x185
3,8	65x165	65x165	-	-	65x185	65x210
4,0	65x165	65x185	-	-	65x210	65x210

La utilización de la Tabla 5.1-4 requiere que se cumplan las siguientes condiciones:

La carga permanente corresponde al peso propio de la viga sumado a una cubierta con un peso igual o menor a  $0,2\text{kN/m}^2$  (p.ej.: entablado machihembrado de 19mm, aislación térmica e hidrófuga, separadores de  $40\text{mm} \times 10\text{mm}$ , clavadores de  $40\text{mm} \times 90\text{mm}$  distanciados 1m, chapa con peso aproximado de  $0,06\text{kN/m}^2$ ).

La sobrecarga de la cubierta inaccesible y la acción del viento están en línea con las prescripciones de los Reglamentos citados en el Capítulo 3 anterior.

Las vigas se colocan apoyadas en los extremos y uniformemente distribuidas con una separación entre ejes igual o menor a 0,61m.

En cada apoyo, las vigas tienen impedido el giro y el desplazamiento lateral por su unión a la estructura que las soporta.

El borde superior de cada viga tiene impedido el desplazamiento lateral por medio de entablados machihembrados o tableros estructurales que forman parte de la cubierta y vinculan a las vigas por su parte superior.

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

- i) si el apoyo es directo, dispone de una longitud de contacto (según el eje longitudinal de la viga) igual o mayor a 45mm 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 1,5kN.

### ***Vigas de madera laminada encolada***

La Tabla 5.1-5 exhibe las dimensiones netas mínimas de la sección transversal, en relación a la longitud de cálculo (separación entre centro de apoyos:  $l$ ), para vigas de madera laminada encolada obtenidas de las especies y grados de resistencia incluidos en la Tabla S.2.1.1-1 del Suplemento 2 del CIRSOC 601 (2016).

**Tabla 5.1-5 Dimensiones netas mínimas (mm) de la sección transversal (ancho por alto: bxd) para vigas de madera laminada encolada**

$l$ (m)	Especie y grado de resistencia							
	pino taeda y elliotti ( <i>Pinus taeda y elliottii</i> )		Pino Paraná ( <i>Araucaria angustifolia</i> )		Eucalipto grandis ( <i>Eucalyptus grandis</i> )		Álamo ( <i>P. deltooides</i> Aust 129/60 y Ston 67)	
	1	2	1	2	1	2	1	2
3,0	65x140	65x165	65x140	65x140	65x140	65x140	65x140	65x140
3,5	65x165	65x190	65x140	65x140	65x140	65x140	65x165	65x165
4,0	65x190	90x190	65x165	65x165	65x165	65x165	65x190	65x190
4,5	90x190	90x210	65x190	65x190	65x190	65x190	65x190	90x190
5,0	90x210	90x230	90x190	90x190	90x190	90x190	90x210	90x210

La utilización de la Tabla 5.1-5 requiere que se cumplan las siguientes condiciones:

Los adhesivos utilizados deben ser aptos para desempeñarse, mínimamente, en un clima en el cual el material está resguardado de la acción directa permanente de los agentes atmosféricos, pero en el que una elevada humedad relativa ambiente (que sobrepase el 85%) puede determinar humidificaciones no persistentes (de algunas semanas por año), como es usual en los ambientes semicubiertos.

La carga permanente corresponde al peso propio de la viga sumado a una cubierta con un peso igual o menor a  $0,2\text{kN/m}^2$  (p. ej.: entablado machihembrado de 19mm, aislación térmica e hidrófuga, separadores de  $40\text{mm}\times 10\text{mm}$ , clavadores de  $40\text{mm}\times 90\text{mm}$  distanciados 1m, chapa con peso aproximado de  $0,06\text{kN/m}^2$ ).

La sobrecarga de la cubierta inaccesible y la acción del viento están en línea con las prescripciones de los Reglamentos citados en el Capítulo 3 anterior.

Las vigas se colocan apoyadas en sus extremos y uniformemente distribuidas con una separación entre ejes igual o menor a 0,61m.

En cada apoyo, las vigas tienen impedido el giro y el desplazamiento lateral por su unión a la estructura que las soporta.

El borde superior de cada viga tiene impedido el desplazamiento lateral por medio de entablados machihembrados o tableros estructurales que forman parte de la cubierta y vinculan a las vigas por su parte superior.

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

- i) si el apoyo es directo, dispone de una longitud de contacto (según el eje longitudinal de la viga) igual o mayor a 45mm 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 2kN.

## **DIAFRAGMAS**

Los diafragmas de cubierta que se describen a continuación forman parte del sistema estructural que absorbe y traslada a las fundaciones los esfuerzos horizontales debidos a la acción del viento. Los diafragmas reciben esos esfuerzos de parte del extremo superior de la pared expuesta al viento según la dirección considerada (pared perpendicular a la dirección de éste), y lo trasladan al extremo superior de los muros destinados a ese fin (ver el Apartado 5.2). A través de estos últimos, cuyo eje es paralelo a la dirección del viento, los esfuerzos horizontales son finalmente transportados a las fundaciones.

Los diafragmas que se presentan en esta Guía son de forma rectangular, y el profesional responsable puede proyectar un único rectángulo que abarque toda la cubierta de la vivienda o adoptar uno o más rectángulos parciales. Las acciones horizontales debidas a la acción del viento deben analizarse según las dos direcciones principales en planta de la vivienda.

Cada diafragma está conformado por:

- i) un conjunto de tableros estructurales o un entablado de madera, en ambos casos clavados a los componentes de la estructura de soporte de la cubierta (estructuras reticuladas o vigas) y,
- ii) las piezas de borde (cordones del diafragma) vinculadas al conjunto de tableros (o entablado) en su perímetro y a su vez conectadas (directa o indirectamente) a los muros portantes.

Escapa al propósito de esta Guía, por la complejidad que implicaría, proveer otras opciones que desempeñan el mismo rol que los diafragmas, tales como la materialización de estructuras trianguladas en la cubierta. La introducción de soluciones alternativas para trasladar los esfuerzos horizontales a los muros exteriores debe ser avalada por el profesional habilitado responsable de la obra.

### ***Especie y clase resistente de la madera que conforma las piezas de borde (cordones del diafragma)***

Las piezas de borde del diafragma deben ser continuas a lo largo de cada lado del mismo y disponer de una resistencia adecuada para soportar los esfuerzos de tracción, compresión o corte a que pueden estar sometidas según sea la dirección y sentido de actuación del viento.

Para cumplir esa función es posible utilizar partes de la estructura de la cubierta (clavadores, vigas, cordones de estructuras reticuladas o de tímpanos) o las soleras superiores de los muros, entre otros. La selección de los elementos más adecuados depende de la ubicación del diafragma. Como una alternativa está constituida por la solera superior (de arriostramiento) que vincula los muros portantes, y que en esta Guía se dispone con una sección transversal de 90mm x 40mm (ver el Apartado 5.2), se la ha tomado como modelo de referencia para determinar los requisitos exigibles a los cordones conformados por partes de la estructura de características similares a las mencionadas en el párrafo anterior.

La Tabla 5.1-6 presenta las opciones de calidad de madera aserrada (especie y clase resistente) que resultan aptas para construir una solera superior de arriostramiento que a su vez desempeña la función de una pieza de borde en todo el perímetro del diafragma. A su vez, para lograr un empalme que asegure la continuidad en cada lado del diafragma, la tabla indica el tipo de conexión que debe materializarse en las interrupciones de la pieza. La información se exhibe en función de las dos variables que en estos casos determinan usualmente el mayor

esfuerzo que debe soportar el cordón:

- i) la superficie expuesta al viento (perpendicular a la dirección de éste) que actúa sobre el diafragma (ver la Figura 5.1-4).
- ii) la relación entre las dimensiones (en planta) del diafragma en dirección perpendicular ( $L_{\text{diaf,perp}}$ ) y paralela ( $L_{\text{diaf,paral}}$ ) al viento actuante.

La información provista en esta tabla se refiere a las especies y clases resistentes de madera aserrada incluidas en las Tablas S.1.1.1-3, S.1.1.2-3 y S.1.1.3-3 del Suplemento 1 del CIRSOC 601 (2016).

**Tabla 5.1-6 Especies y clases resistentes aptas para la conformación de la solera superior<sup>(1)</sup> de arriostramiento actuando como pieza de borde (cordón) de un diafragma de cubierta**

Superficie expuesta <sup>(2)</sup> (m <sup>2</sup> )	$L_{\text{diaf,perp}} / L_{\text{diaf,paral}}$ <sup>(3)</sup>	Especie y clase de resistencia						Tipo de conexión en los empalmes <sup>(4)</sup>
		pino Paraná ( <i>A. angustifolia</i> )		<i>E. grandis</i>		pino taeda y elliotti ( <i>P. taeda/elliottii</i> )		
		1	2	1	2	1	2	
≤35	≤4	SI	SI	SI	SI	SI	NO	T12
40 ≤ Sup <sub>exp</sub> ≤ 50	≤2,5	SI	SI	SI	SI	SI	NO	T12
	3	SI	SI	SI	SI	NO	NO	T15
	4	SI	NO	SI	NO	NO	NO	T18

(1): sección transversal igual a 90mm x 40mm; (2): ver la Figura 5.1-4 y los modelos resueltos en el Capítulo 4; (3): relación entre las longitudes del diafragma (en planta) en dirección perpendicular y paralela al viento (ver los modelos resueltos en el Capítulo 4); (4): ver la Figura 5.1-4.

### **Características de los tableros y entablados**

Un diafragma de cubierta puede materializarse por tableros o por entablados estructurales clavados a la estructura de la cubierta y unidos a piezas de borde que desempeñan el rol de cordones continuos en cada lado del mismo.

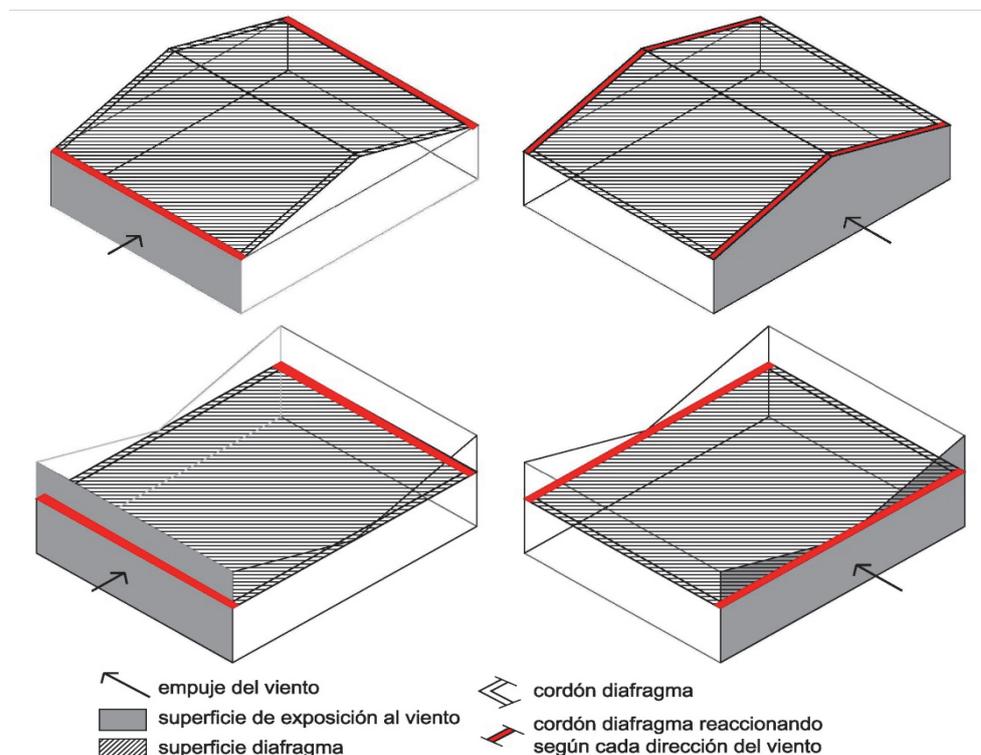
Respecto de los tableros, son aptos los contrachapados (plywood) con un mínimo de 5 capas y los de virutas orientadas (OSB), en todos los casos con un espesor mayor a 1/100 de la separación entre apoyos o 9mm, el que resulte mayor. La densidad debe ser igual o mayor a 550kg/m<sup>3</sup> y no debe admitirse más que un defecto de borde por tablero, el cual no debe exceder 100mm de extensión. El clavado de los tableros al entramado de la cubierta al cual se une el diafragma debe efectuarse con clavos espiralados de 2,5mm de diámetro y una longitud igual o mayor a 65mm, colocados neumáticamente. La separación de los clavos debe ser uniforme y menor o igual a 150mm en el perímetro de los tableros y menor o igual a 300mm en el interior de los mismos. El perímetro del conjunto de tableros se debe vincular directa o indirectamente a las piezas de borde con conexiones

iguales (o equivalentes) a las mencionadas para el perímetro de cada tablero.

Los adhesivos utilizados en la fabricación de los tableros deben ser aptos para desempeñarse, mínimamente, en un clima en el cual el material está resguardado de la acción directa permanente de los agentes atmosféricos, pero en el que una elevada humedad relativa ambiente (que sobrepase el 85%) puede determinar humidificaciones no persistentes (de algunas semanas por año), como es usual en los ambientes semicubiertos. Los tableros deben colocarse con su mayor longitud en dirección perpendicular a los elementos que le sirven de apoyo.

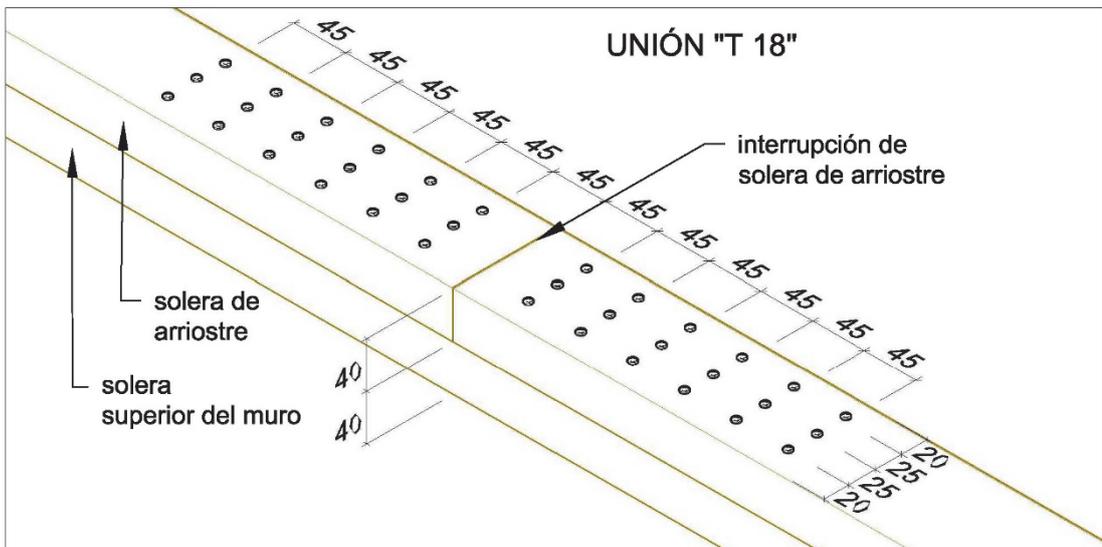
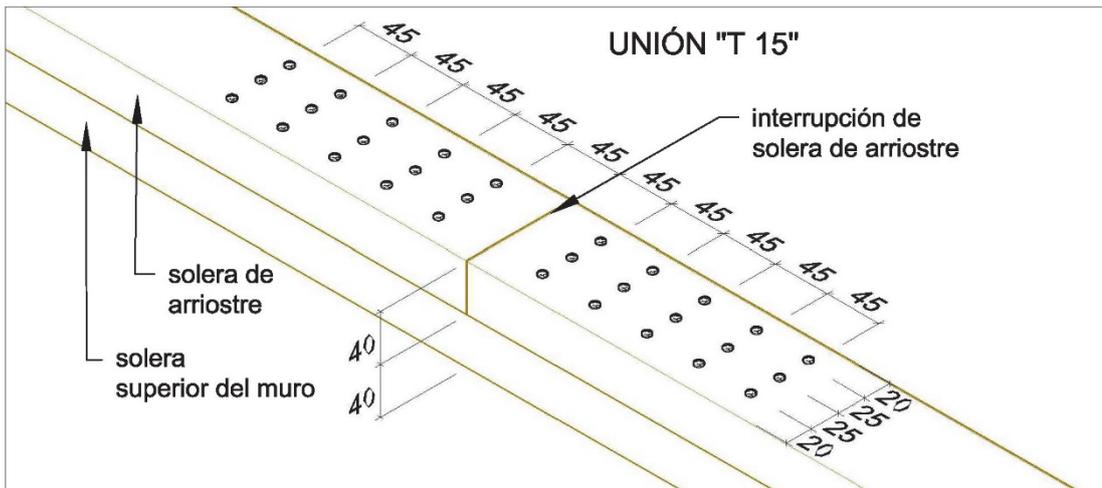
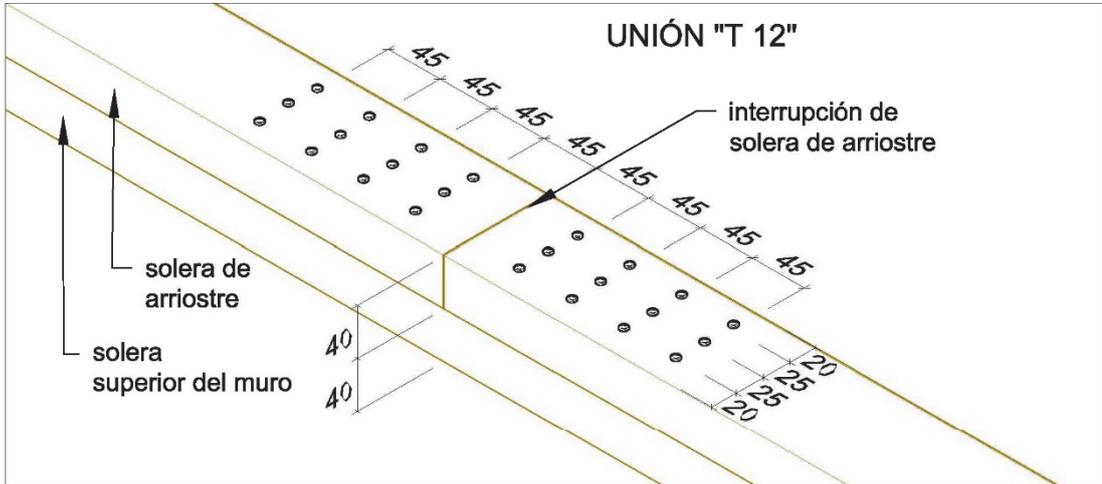
Si se dispone un entablado, el mismo debe tener un espesor nominal mínimo de 19mm (espesor neto mayor o igual a 15mm) y puede estar conformado por cualquiera de las especies y clases de resistencia incluidas en las Tablas S.1.1.1-1, S.1.1.2-1, S.1.1.3-1 y S.1.1.4-1 del Suplemento 1 del CIRSOC 601 (2016). Pueden utilizarse tablas de especies y calidades no incluidas en el Reglamento mencionado siempre que tengan un valor de la tensión de diseño de referencia al corte paralelo a las fibras ( $F_v$ ) igual o superior a  $0,4\text{N/mm}^2$  y un valor característico de la densidad ( $\rho_{0,05}$ ) igual o mayor a  $390\text{kg/m}^3$  para un contenido de humedad del 12% (ver el Suplemento 1 del CIRSOC 601 2016). El clavado del entablado al entramado de la cubierta al cual se une el diafragma debe seguir los lineamientos expuestos anteriormente para los tableros, con las adaptaciones necesarias para considerar las dimensiones y particularidades de las tablas que lo componen.

**Figura 5.1-4 Superficie expuesta al viento y uniones tomadas como referencia para asegurar la continuidad de los cordones del diafragma**



## UNIONES: T12 - T15 - T18

Empalme de la solera de arriostre para garantizar su continuidad como cordón del diafragma. Tirafondos de 6,35mm de diámetro y 76,2mm de longitud.



## 5.2. MUROS, DINTELES Y SOPORTES AISLADOS

La información que se provee en este apartado surge de un análisis referido a la capacidad portante de muros, dinteles y soportes aislados, los cuales forman parte de la estructura resistente de las viviendas.

Cuando los elementos mencionados no desempeñan una función estructural, no necesariamente deben cumplir con los requisitos indicados.

### **MUROS**

Los muros portantes que se describen a continuación llevan implícito el concepto de modulación, el cual se manifiesta a través de la separación entre parantes. Salvo aclaración en contrario, todos los resultados presentados en esta Guía son válidos para una separación máxima entre ejes de parantes igual a 0,61m. Considerando que las dimensiones (largo y ancho) de los tableros estructurales que luego se unen al bastidor de los muros (soleras y parantes) usualmente alcanzan 1,22m x 2,44m, las soluciones provistas son aplicables también para una modulación que implique una separación entre ejes de parantes igual a 0,407m.

Los muros portantes reciben esfuerzos verticales y horizontales que deben ser transmitidos a la estructura inferior que los soporta (platea o vigas de fundación sobre pilotes) a través de conexiones apropiadas. Los esfuerzos verticales son introducidos a los muros a través de la estructura de la cubierta y pueden actuar en sentido gravitatorio (peso propio, sobrecarga de uso) o en el inverso (succión del viento). Los esfuerzos horizontales son transmitidos por los diafragmas de cubierta al extremo superior de los muros externos y se deben a la acción del viento.

La Figura 5.2-1 exhibe la conformación de los muros cuyo comportamiento mecánico se considera en esta Guía.

### ***Especie y clase resistente de la madera que conforma el bastidor***

Las partes componentes del bastidor de un muro (soleras y parantes) tienen una sección transversal con dimensiones (mínimas) de 40mm x 90mm. La madera empleada en la construcción del mismo debe satisfacer los siguientes requisitos de calidad (especie y clase resistente):

- i) los expuestos en la Tabla 5.2-1 en relación a la altura del muro ( $h_m$ ) y,
- ii) los contenidos en la Tabla 5.2-2 en función de la longitud ( $L_{cub}$ ) y separación ( $Sep_{cub}$ ) de los componentes estructurales de la cubierta que apoyan sobre el muro.

La información provista en ambas tablas se refiere a las especies y clases resistentes de madera aserrada incluidas en las Tablas S.1.1.1-3, S.1.1.2-3 y S.1.1.3-3 del Suplemento 1 del CIRSOC 601 (2016).

**Tabla 5.2-1 Especies y clases resistentes aptas para la conformación del bastidor en función de la altura ( $h_m$ ) del muro**

$h_m$ (m)	Especie y clase de resistencia					
	pino Paraná ( <i>Araucaria angustifolia</i> )		<i>Eucalyptus grandis</i>		pino taeda y elliotti ( <i>Pinus taeda/elliottii</i> )	
	1	2	1	2	1	2
2,2	SI	SI	SI	SI	SI	SI
2,4	SI	SI	SI	SI	SI	NO
2,6	SI	SI	SI	SI	SI	NO
2,8	SI	SI	SI	SI	NO	NO
3,0	SI	NO	SI	NO	NO	NO

**Tabla 5.2-2 Especies y clases resistentes aptas para la conformación del bastidor en función de la longitud ( $L_{cub}$ ) y la separación ( $Sep_{cub}$ ) de los componentes estructurales de la cubierta que apoyan sobre él**

$L_{cub}^{(1)}$ (m)	$Sep_{cub}^{(2)}$ (m)	Especie y clase de resistencia					
		pino Paraná ( <i>A. angustifolia</i> )		<i>E. grandis</i>		pino taeda y elliotti ( <i>P. taeda/elliottii</i> )	
		1	2	1	2	1	2
$\leq 6$	0,61	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	1,22	SI	SI	SI	SI	SI	SI
$6 < L_{cub} \leq 12$	0,61	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	1,22	NO <sup>(3)</sup>	NO <sup>(3)</sup>	SI	SI	NO <sup>(3)</sup>	NO <sup>(3)</sup>

(1) y (2): longitud y separación de los componentes estructurales de la cubierta que apoyan sobre el muro, respectivamente; (3): pueden utilizarse si se colocan 2 parantes juntos en coincidencia con el apoyo de cada componente de la estructura de la cubierta

La utilización de las Tablas 5.2-1 y 5.2-2 requiere que se cumplan las siguientes condiciones:

Los componentes de la estructura de soporte de la cubierta (estructuras reticuladas, vigas) apoyan en la solera superior del muro en coincidencia con los parantes (concepto de modulación).

En particular, y excepcionalmente, la condición anterior puede obviarse cuando la longitud ( $L_{\text{cub}}$ ) y separación ( $\text{Sep}_{\text{cub}}$ ) de los componentes estructurales de la cubierta que apoyan sobre el muro no exceden 6m y 0,61m respectivamente, y las soleras superiores (2 piezas superpuestas de 90mm x 40mm) no presentan empalmes en los tramos entre parantes donde se producen los apoyos. Esta excepción no es aplicable cuando el bastidor del muro está construido con madera de *P. taeda/elliotti* clase de resistencia 2.

Todos los parantes de muro que coinciden con el apoyo de los componentes estructurales de la cubierta (estructuras reticuladas, vigas), o reciben los esfuerzos que estos transmiten a través de dinteles, se vinculan (anclan) a las fundaciones por medio de conexiones adecuadas. En las figuras 4.1-7 y 4.2-7 se exhiben soluciones apropiadas para parantes simples y dobles anclados a plateas y a vigas de fundación.

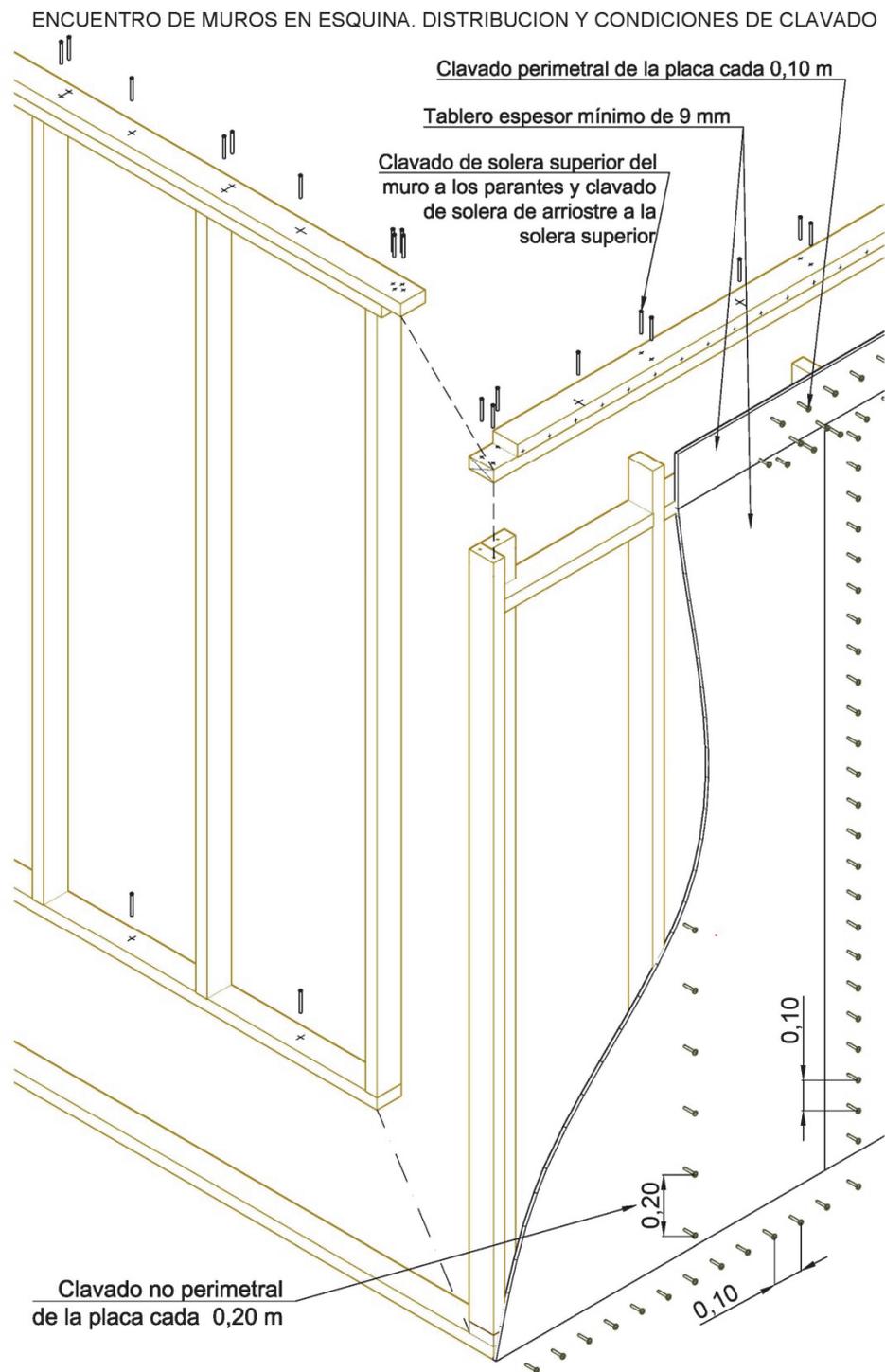
Los parantes del bastidor están constituidos por una pieza única (no presentan empalmes)

### **Características de los tableros**

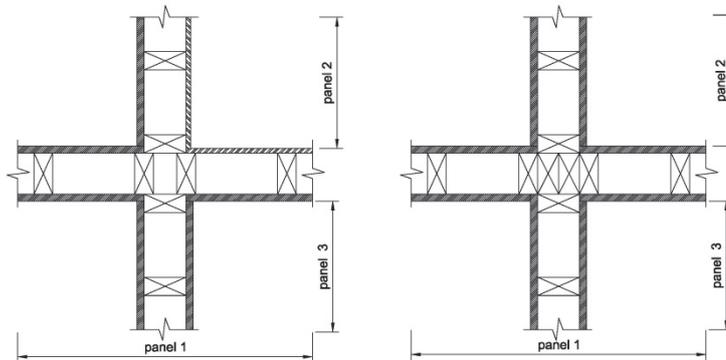
Los tableros que se unen al bastidor del muro en las condiciones que se indican en la Figura 5.2-1 deben ser fabricados para uso estructural. Son aptos los contrachapados (plywood) con un mínimo de 5 capas y los de virutas orientadas (OSB), en todos los casos con un espesor mínimo de 9mm y una densidad igual o mayor a 550kg/m<sup>3</sup>. No debe admitirse más que un defecto de borde por tablero, y con una extensión máxima de 100mm. El clavado de los tableros al bastidor debe efectuarse con clavos espiralados de 2,5mm de diámetro y una longitud igual o mayor a 65mm, colocados neumáticamente. La separación de los clavos debe ser uniforme y menor o igual a 100mm en el perímetro (bordes) de los tableros (o fracciones de tableros) y menor o igual a 200mm en el interior de los mismos.

Los adhesivos utilizados en su fabricación deben ser aptos para desempeñarse, mínimamente, en un clima en el cual el material está resguardado de la acción directa permanente de los agentes atmosféricos, pero en el que una elevada humedad relativa ambiente (que sobrepase el 85%) puede determinar humidificaciones no persistentes (de algunas semanas por año), como es usual en los ambientes semicubiertos.

**Figura 5.2-1 Conformación de los muros portantes**

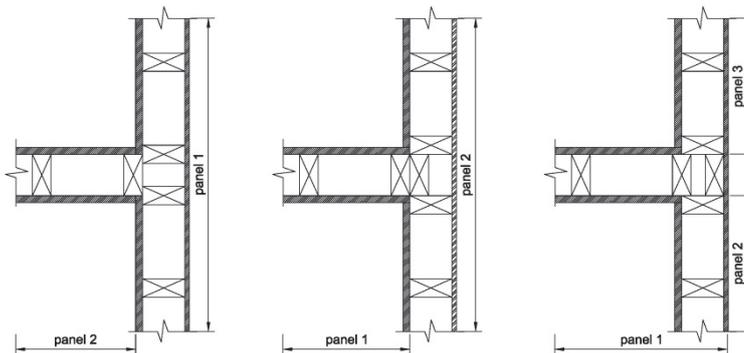


## ENCUENTRO DE MUROS EN CRUZ



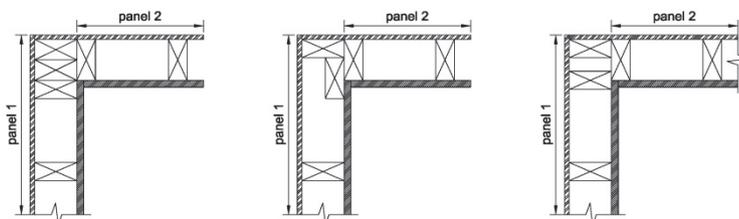
Opciones de posición de parantes, secuencia de montaje y revestimientos interiores y/o exteriores.

## ENCUENTRO DE MUROS EN "T"

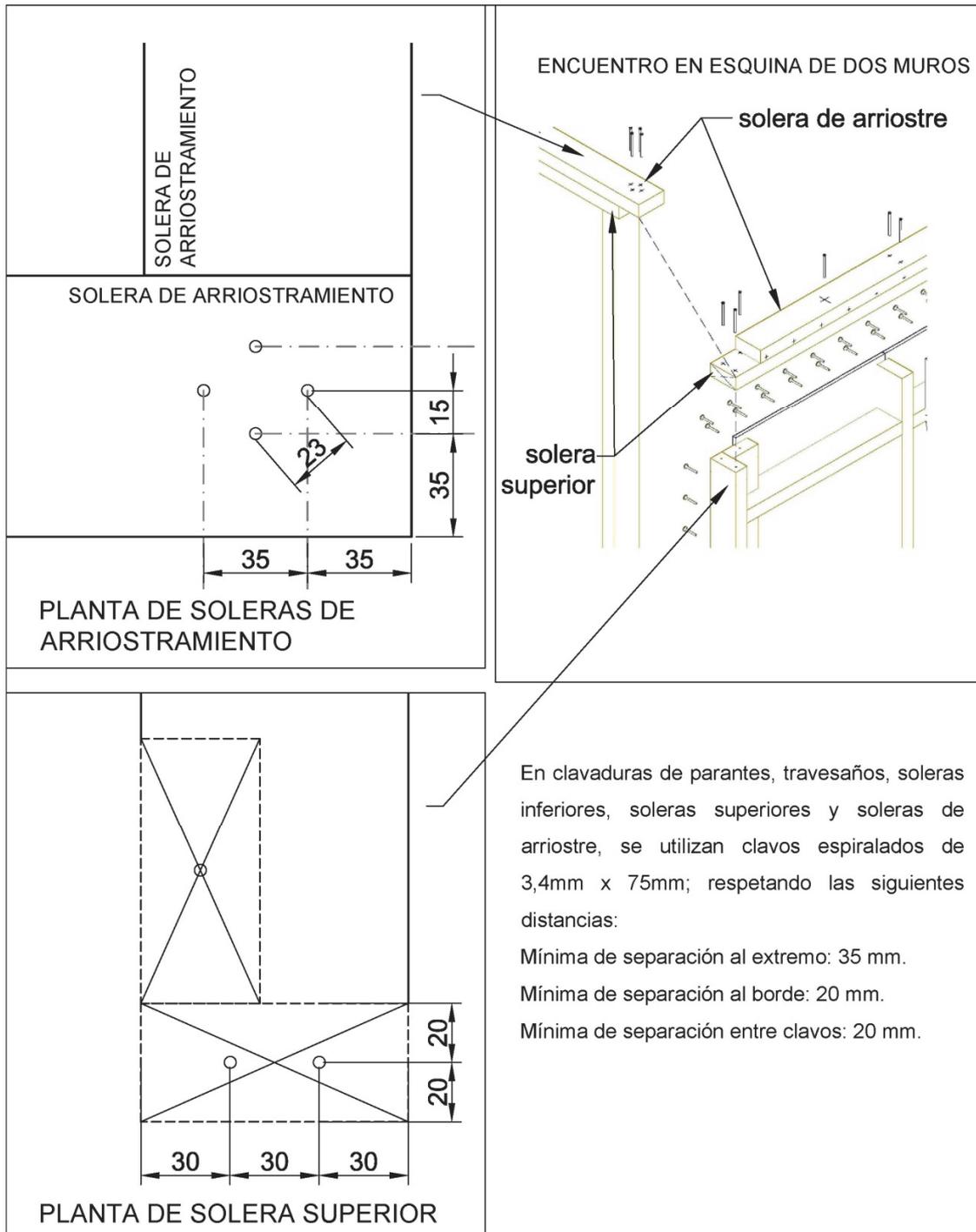


Opciones de posición de parantes, secuencia de montaje y revestimientos interiores y/o exteriores.

## ENCUENTRO DE MUROS EN "L"



Opciones de posición de parantes, secuencia de montaje y revestimientos interiores y/o exteriores.



### **Capacidad de los muros para absorber esfuerzos horizontales**

Los muros construidos con las características descritas anteriormente, además de absorber esfuerzos verticales, tienen capacidad para equilibrar esfuerzos horizontales. La Tabla 5.2-3 presenta la cantidad de módulos (1,22m de longitud) de muro que son necesarios para equilibrar los esfuerzos horizontales ocasionados

por la acción del viento en función de la superficie de pared de la vivienda expuesta al mismo. Las acciones horizontales debidas al viento deben analizarse según las dos direcciones principales en planta de la vivienda.

En la cantidad requerida indicada en la Tabla 5.2-3 pueden computarse, sumándolas, fracciones de módulo que tengan una longitud mínima de 0,61m y cumplan con los requisitos descritos en este apartado.

Escapa al propósito de esta Guía, por la complejidad que implicaría, proveer otras opciones que desempeñan el mismo rol que los muros portantes para transmitir esfuerzos horizontales en su plano, tales como la materialización de estructuras trianguladas en las paredes. La introducción de soluciones alternativas para trasladar los esfuerzos desde las soleras superiores hasta las fundaciones debe ser avalada por el profesional habilitado responsable de la obra.

**Tabla 5.2-3 Cantidad<sup>(1)</sup> requerida de módulos (1,22m de longitud)<sup>(2)</sup> de muro para equilibrar la acción horizontal del viento en relación a la superficie de pared expuesta al viento**

Superficie expuesta <sup>(3)</sup> (m <sup>2</sup> )	Velocidad básica del viento y categoría de exposición			
	50m/s <sup>(4)</sup>		54m/s <sup>(4)</sup>	
	B <sup>(5)</sup>	C <sup>(5)</sup>	B <sup>(5)</sup>	C <sup>(5)</sup>
≤15	4	4	4	4
20	4	4	4	6
25	4	6	4	6
30	4	6	6	8
35	6	8	6	8
40	6	8	6	10
45	6	10	8	12
50	8	10	8	12

(1): la información de la tabla se refiere a módulos con 1 tablero clavado al bastidor. En el caso de colocarse módulos con 2 tableros (1 clavado a cada lado del bastidor) la cantidad necesaria se reduce a la mitad; (2): en la cantidad requerida se pueden computar, sumándolas, fracciones de módulo con una longitud igual o mayor a 0,61m); (3): ver la Figura 5.1-4 y los modelos resueltos en el Capítulo 4; (4) y (5): ver la Figura 2-1 y los capítulos 2 y 3

La información de esta tabla se refiere a módulos con 1 tablero clavado a un lado del bastidor. En el caso de colocarse 2 tableros (uno de cada lado), la cantidad necesaria se reduce a la mitad de la exhibida en la tabla pues cada módulo duplica su capacidad de absorber esfuerzos horizontales. Cuando se emplean módulos (o fracciones de módulo) con 2 tableros deben colocarse 2 parantes juntos en cada extremo del mismo. De igual manera, se deben colocar 2 parantes juntos en los extremos de un panel continuo construido con 2 tableros y que involucre más de un módulo. La utilización de muros con 2 tableros puede ser útil en aquellos casos donde la vivienda tiene una importante superficie expuesta al viento y se dispone de un espacio limitado para colocar la longitud requerida de módulos según la

Tabla 5.2-3, ya que deben descartarse para este fin aquellos donde se ubican puertas, ventanas u otros dispositivos similares.

Teniendo en cuenta que usualmente existen dificultades para ubicar la longitud requerida de módulos cuando la velocidad básica del viento, su categoría de exposición, y la superficie de pared expuesta son elevadas, los resultados de la Tabla 5.2-3 se exhiben discriminadamente para 2 velocidades (50m/s y 54m/s) y para 2 categorías de exposición (B y C). En el Capítulo 3 y en la Figura 2-1 de esta Guía se presenta información más detallada sobre estas variables.

La utilización de la Tabla 5.2-3 requiere que se cumplan las siguientes condiciones:

Los módulos (o fracciones de ellos con una longitud igual o mayor a 0,61m) considerados para absorber los esfuerzos horizontales no presentan huecos originados por la presencia de aberturas o dispositivos similares.

Los esfuerzos horizontales son transmitidos por los diafragmas de cubierta a los muros portantes. A su vez, los muros están adecuadamente vinculados en su extremo inferior para transferir los esfuerzos a las fundaciones.

Los parantes ubicados en los extremos de cada módulo (o fracción de módulo, o panel continuo con una longitud mayor a la de un módulo) destinado a absorber esfuerzos horizontales se vinculan (anclan) a las fundaciones por medio de conexiones adecuadas. En las figuras 4.1-7 y 4.2-7 se exhiben soluciones apropiadas para parantes simples y dobles anclados a plateas y a vigas de fundación.

La distribución de los módulos requeridos lleva implícito el concepto de simetría. En cada uno de los muros externos vinculados al diafragma y dispuestos paralelamente a la dirección del viento considerado (perpendiculares a la superficie de pared expuesta), debería ubicarse la mitad de la cantidad requerida de módulos. Queda bajo la responsabilidad del profesional responsable del proyecto adoptar una disposición no simétrica de los módulos y/o vincularlos al diafragma en una zona interior de éste (que no esté comprendida en su perímetro). En los modelos desarrollados en el Capítulo 4 puede apreciarse el criterio empleado para distribuir los módulos requeridos para absorber los esfuerzos horizontales.

## ***DINTELES Y SOPORTES AISLADOS***

Se presentan soluciones para dos tipos de dinteles que proveen apoyo a los componentes estructurales que soportan la cubierta, tales como vigas o estructuras reticuladas (dinteles portantes):

- i) los que forman parte de un muro y se apoyan en sus parantes y,
- ii) los que no forman parte de un muro y se apoyan en soportes aislados.

Los dinteles reciben esfuerzos verticales a través de la estructura de la cubierta apoyada en ellos y 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 un muro o a soportes aislados, están relacionados a la longitud del dintel ( $l_{dintel}$ ) y a la longitud y separación de los componentes de la estructura de la cubierta ( $L_{cub}$  y  $Sep_{cub}$  respectivamente) que apoyan sobre él. En consecuencia, las soluciones que se ofrecen están relacionadas a esas 3 variables, que son propias de cada proyecto, y el lector puede ingresar con su valor a las tablas correspondientes y seleccionar el dintel adecuado y el o los soportes aislados que le proveen un sustento apropiado.

### **Dinteles de madera aserrada**

La Tabla 5.2-4 exhibe dimensiones netas mínimas de la sección transversal para dinteles de madera aserrada obtenidos de las especies y clases resistentes de madera aserrada incluidas en las Tablas S.1.1.1-3, S.1.1.2-3 y S.1.1.3-3 del Suplemento 1 del CIRSOC 601 (2016).

**Tabla 5.2-4 Dimensiones netas mínimas (mm) de la sección transversal (ancho por alto: bxd) para dinteles de madera aserrada**

$l_{dintel}$ (m)	$L_{cub}^{(1)}$ (m)	$Sep_{cub}^{(2)}$ (m)	Especie y clase de resistencia					
			pino Paraná ( <i>A. angustifolia</i> )		<i>E. grandis</i>		pino taeda y elliotti ( <i>P. taeda/elliottii</i> )	
			1	2	1	2	1	2
1,0	$\leq 6$	0,61	80x90 <sup>(3)</sup>	80x90 <sup>(3)</sup>	80x90 <sup>(3)</sup>	80x90 <sup>(3)</sup>	80x90 <sup>(3)</sup>	-
		1,22	80x90 <sup>(3)</sup>	80x115 <sup>(3)</sup>	80x90 <sup>(3)</sup>	80x115 <sup>(3)</sup>	80x115 <sup>(3)</sup>	-
	$6 < L_{cub} \leq 12$	0,61	80x90 <sup>(3)</sup>	80x115 <sup>(3)</sup>	80x90 <sup>(3)</sup>	80x115 <sup>(3)</sup>	80x115 <sup>(3)</sup>	-
		1,22	80x140 <sup>(3)</sup>	80x165 <sup>(3)</sup>	80x140 <sup>(3)</sup>	80x140 <sup>(3)</sup>	80x165 <sup>(3)</sup>	-
1,5	$\leq 6$	0,61	80x115 <sup>(3)</sup>	80x115 <sup>(3)</sup>	80x115 <sup>(3)</sup>	80x115 <sup>(3)</sup>	80x115 <sup>(3)</sup>	-
		1,22	80x115 <sup>(3)</sup>	80x140 <sup>(3)</sup>	80x115 <sup>(3)</sup>	80x140 <sup>(3)</sup>	80x140 <sup>(3)</sup>	-
	$6 < L_{cub} \leq 12$	0,61	80x140 <sup>(3)</sup>	90x185	80x140 <sup>(3)</sup>	-	90x185	-
		1,22	80x165 <sup>(3)</sup>	90x185	-	-	90x185	-
2,0	$\leq 6$	0,61	80x140 <sup>(3)</sup>	80x140 <sup>(3)</sup>	80x140 <sup>(3)</sup>	80x140 <sup>(3)</sup>	80x165 <sup>(3)</sup>	-
		1,22	80x140 <sup>(3)</sup>	80x165 <sup>(3)</sup>	80x140 <sup>(3)</sup>	80x140 <sup>(3)</sup>	80x165 <sup>(3)</sup>	-
	$6 < L_{cub} \leq 12$	0,61	80x165 <sup>(3)</sup>	90x185	-	-	90x210	-
		1,22	90x185	90x210	-	-	90x235	-

(1) y (2): longitud y separación de los componente estructurales de la cubierta que apoyan sobre el dintel, respectivamente; (3): equivalente a 2 piezas de 40mm de ancho por la altura indicada en cada caso.

La selección del dintel adecuado puede hacerse ingresando a la tabla con su longitud de cálculo ( $l_{dint}$ ) y con la longitud ( $L_{cub}$ ) y separación ( $Sep_{cub}$ ) de los componentes estructurales de la cubierta que apoyan sobre él.

Considerando que el ancho de los dinteles de madera aserrada que se presentan en la Tabla 5.2-4 no supera el ancho del bastidor de un muro (90mm), los mismos pueden utilizarse tanto formando parte de los muros como fuera de ellos, en este último caso apoyados en soportes aislados.

La utilización de la Tabla 5.2-4 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 esta Guía.

En los apoyos y en las secciones que reciben cargas concentradas, los dinteles tienen impedido el giro y el desplazamiento lateral.

La vinculación de los extremos del dintel cumple con los requisitos contenidos en la Tabla 5.2-6. En las figuras 4.1-7 y 4.2-7 se exhiben soluciones apropiadas para conectar dinteles con parantes y con soportes aislados.

### ***Dinteles de madera laminada encolada***

La Tabla 5.2-5 exhibe dimensiones netas mínimas de la sección transversal para dinteles de madera laminada encolada obtenidos de las especies y grados de resistencia incluidos en la Tabla S.2.1.1-1 del Suplemento 2 del CIRSOC 601 (2016).

La selección del dintel adecuado puede hacerse ingresando a esta tabla con su longitud de cálculo ( $l_{dint}$ ) y con la longitud ( $L_{cub}$ ) y separación ( $Sep_{cub}$ ) de los componentes estructurales de la cubierta que apoyan sobre él.

La información provista en la Tabla 5.2-5 permite apreciar que los dinteles con una longitud de cálculo ( $l_{dint}$ ) igual o menor a 3m tienen un ancho de 90mm y por lo tanto pueden utilizarse tanto formando parte de muros como fuera de ellos apoyándose en soportes aislados. En cambio, los dinteles de mayor longitud (entre 3,5m y 4,5m) exhiben un ancho mayor a 90mm y por lo tanto no pueden formar parte de muros sino ser utilizados fuera de ellos apoyándose en soportes aislados.

**Tabla 5.2-5 Dimensiones netas mínimas (mm) de la sección transversal (ancho por alto: bxd) para dinteles de madera laminada encolada**

$I_{dint}$ (m)	$L_{cub}^{(1)}$ (m)	$Sep_{cub}^{(2)}$ (m)	Especie y grado de resistencia							
			pino taeda y elliotti ( <i>P. taeda y elliottii</i> )		Pino Paraná ( <i>A. angustifolia</i> )		Eucalipto grandis ( <i>E. grandis</i> )		Álamo ( <i>P. deltoides</i> Aust 129/60 y Ston 67)	
			1	2	1	2	1	2	1	2
2,5	$\leq 6$	0,61	90x190	90x210	90x190	90x190	90x190	90x190	90x190	90x190
		1,22	90x190	90x210	90x190	90x190	90x190	90x190	90x190	90x190
	$6 < L_{cub} \leq 12$	0,61	90x230	-	90x210	90x230	90x210	90x230	90x230	90x250
		1,22	90x230	-	90x210	90x230	90x210	90x230	90x230	90x250
3,0	$\leq 6$	0,61	90x210	90x250	90x190	90x210	90x190	90x210	90x210	90x210
		1,22	90x210	90x250	90x190	90x210	90x190	90x210	90x210	90x230
	$6 < L_{cub} \leq 12$	0,61	90x270	-	90x250	90x270	90x250	90x270	90x270	-
		1,22	90x290	-	90x270	90x290	90x270	90x290	90x290	-
3,5	$\leq 6$	0,61	115x230	115x270	115x210	115x210	115x210	115x210	115x230	115x250
		1,22	115x230	115x270	115x210	115x230	115x210	115x230	115x230	115x250
	$6 < L_{cub} \leq 12$	0,61	115x290	-	115x270	115x290	115x270	115x290	115x290	-
		1,22	115x310	-	115x270	115x310	115x270	115x310	115x310	-
4,0	$\leq 6$	0,61	115x250	-	115x230	115x250	115x230	115x250	115x250	-
		1,22	115x250	-	115x230	115x250	115x230	115x250	115x250	-
	$6 < L_{cub} \leq 12$	0,61	135x310	-	135x290	135x310	135x290	135x310	135x310	-
		1,22	135x310	-	135x290	135x310	135x290	135x310	135x310	-
4,5	$\leq 6$	0,61	115x270	-	115x270	115x270	115x270	115x270	115x290	-
		1,22	115x270	-	115x270	115x270	115x270	115x270	115x290	-
	$6 < L_{cub} \leq 12$	0,61	135x350	-	135x330	135x350	135x330	135x350	135x350	-
		1,22	135x350	-	135x330	135x350	135x330	135x350	135x350	-

La utilización de la Tabla 5.2-5 requiere que se cumplan las siguientes condiciones:

Los adhesivos utilizados deben ser aptos para desempeñarse, mínimamente, en un clima en el cual el material está resguardado de la acción directa permanente de los agentes atmosféricos, pero en el que una elevada humedad relativa ambiente (que sobrepase el 85%) puede determinar humidificaciones no persistentes (de algunas semanas por año), como es usual en los ambientes semicubiertos.

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

En los apoyos y en las secciones que reciben cargas concentradas, los dinteles tienen impedido el giro y el desplazamiento lateral.

La vinculación de los extremos del dintel cumple con los requerimientos contenidos en la Tabla 5.2-6. En las figuras 4.1-7 y 4.2-7 se exhiben soluciones apropiadas para conectar dinteles con parantes y con soportes aislados.

### ***Requerimientos para lograr una adecuada vinculación de los dinteles***

Como se expresó anteriormente, los esfuerzos que recibe un dintel están relacionados a su propia longitud ( $l_{dint}$ ) y a la longitud y separación de los componentes de la estructura de la cubierta ( $L_{cub}$  y  $Sep_{cub}$  respectivamente) que apoyan sobre él. Estos esfuerzos son luego transmitidos por el dintel, a través de las conexiones de sus extremos, a parantes ubicados dentro de un muro o a soportes aislados, según sea su ubicación.

La Tabla 5.2-6 provee la información necesaria para lograr una adecuada vinculación de los extremos de los dinteles ingresando a la misma con las 3 variables mencionadas en el párrafo anterior ( $l_{dint}$ ,  $L_{cub}$  y  $Sep_{cub}$ ):

i) si el dintel forma parte de un muro, la tabla define la cantidad de parantes que deben ubicarse debajo de cada uno de sus extremos para soportar el esfuerzo de compresión, cuyo valor es presentado. El valor del esfuerzo de tracción (también indicado) permite dimensionar las conexiones necesarias para que el mismo sea transmitido.

ii) si el dintel apoya sobre un soporte aislado (columna), la tabla provee los esfuerzos de compresión y de tracción que deben ser absorbidos por el soporte y a su vez diseñar las conexiones. Si el apoyo del dintel sobre el soporte es directo, también se indica la longitud mínima que debe proveerse a ese apoyo. Con esta información es posible seleccionar el soporte adecuado utilizando las tablas 5.2-7 y 5.2-8 para madera aserrada o las tablas 5.2-9 y 5.2-10 si se trata de madera laminada encolada.

**Tabla 5.2-6 Requerimientos para proveer una adecuada vinculación a los extremos de un dintel**

$I_{dintel}$ (m)	$L_{cub}^{(1)}$ (m)	$Sep_{cub}^{(2)}$ (m)	Esfuerzo que transmite cada extremo del dintel		Requerimientos si el apoyo de cada extremo del dintel es directo	
			Compresión (cargas gravitatorias) (kN)	Tracción (succión del viento) (kN)	Cantidad mínima de parantes bajo cada extremo del dintel dentro de un muro	Longitud mínima de apoyo de cada extremo del dintel sobre un soporte aislado (mm)
1,0	$\leq 6$	0,61	4,0	2,5	1	40
		1,22	5,0	3,0	1	40
	$6 < L_{cub} \leq 12$	0,61	7,5	4,5	2	80
		1,22	10,0	6,0	2	80
1,5	$\leq 6$	0,61	4,5	3,0	1	40
		1,22	6,5	4,0	1	40
	$6 < L_{cub} \leq 12$	0,61	9,0	5,5	2	80
		1,22	13,0	8,0	2	80
2,0	$\leq 6$	0,61	5,0	3,0	1	40
		1,22	7,5	4,5	1	40
	$6 < L_{cub} \leq 12$	0,61	10,0	6,0	2	80
		1,22	14,5	9,0	2	80
2,5	$\leq 6$	0,61	6,5	4,0	2	80
		1,22	8,0	5,0	2	80
	$6 < L_{cub} \leq 12$	0,61	12,5	7,5	3	120
		1,22	16,0	10,0	3	120
3,0	$\leq 6$	0,61	7,5	4,5	2	80
		1,22	9,0	5,5	2	80
	$6 < L_{cub} \leq 12$	0,61	15,0	9,0	3	120
		1,22	18,0	11,0	3	120
3,5	$\leq 6$	0,61	9,0	5,5	-	90
		1,22	10,0	6,0	-	90
	$6 < L_{cub} \leq 12$	0,61	17,5	10,5	-	160
		1,22	20,0	12,0	-	160
4,0	$\leq 6$	0,61	10,0	6,0	-	90
		1,22	11,0	7,0	-	90
	$6 < L_{cub} \leq 12$	0,61	20,0	12,0	-	160
		1,22	22,0	13,5	-	160
4,5	$\leq 6$	0,61	11,5	7,0	-	90
		1,22	12,0	7,5	-	110
	$6 < L_{cub} \leq 12$	0,61	22,5	13,5	-	160
		1,22	24,0	14,5	-	160

### ***Selección de los soportes aislados (columnas)***

Si bien los soportes aislados son diseñados usualmente para equilibrar los esfuerzos de compresión provocados por las cargas gravitatorias, en viviendas de las características presentadas en esta Guía es común que las cargas gravitatorias sean superadas por la acción del viento (succión) en determinadas combinaciones de acciones. En consecuencia, en tales casos la capacidad de los soportes para sustentar cargas centradas de tracción también debe ser verificada.

Con el propósito de proveer al lector una información amplia que le permita seleccionar en cada caso la alternativa más conveniente, se presentan a continuación 4 tablas que proveen la capacidad de absorber esfuerzos de compresión y de tracción por parte de soportes de madera aserrada y de madera laminada encolada.

La información se presenta para soportes con una longitud igual o menor a 3m y dimensiones de la sección transversal compatibles con el tipo de construcción abordado.

En la información que complementa el contenido de las tablas, y que se ubica debajo de cada una, se indican las condiciones en que deben materializarse las pérdidas de sección transversal (en caso de producirse) para ejecutar las conexiones mecánicas en los extremos de los soportes. El lector dispone también de un método simple para corregir la capacidad nominal de absorber esfuerzos de tracción (exhibida en las tablas correspondientes) en caso de que la sección transversal de un miembro haya sido disminuida en la zona de las conexiones extremas.

### ***Soportes aislados de madera aserrada***

Las tablas 5.2-7 y 5.2-8 muestran la máxima carga, de compresión y de tracción respectivamente, que puede aplicarse sobre soportes de madera aserrada obtenidos de las especies y clases resistentes incluidas en las Tablas S.1.1.1-3, S.1.1.2-3 y S.1.1.3-3 del Suplemento 1 del CIRSOC 601 (2016).

**Tabla 5.2-7 Capacidad de carga (kN) en compresión centrada de miembros simples de madera aserrada**

Longitud (l) (m)	Sección transversal		Capacidad (kN) por especie y clase de resistencia					
	Lado menor (t) (mm)	Lado mayor (d) (mm)	pino Paraná ( <i>Araucaria angustifolia</i> )		<i>Eucalyptus grandis</i>		pino taeda y elliotti ( <i>Pinus taeda/elliottii</i> )	
			1	2	1	2	1	2
≤ 3	65	90	12,2	10,5	11,0	9,9	7,2	5,9
	65	115	15,7	13,4	14,1	12,7	9,2	7,5
	65	140	19,1	16,4	17,1	15,5	11,2	9,1
	65	165	22,5	19,3	-	-	13,2	10,8
	65	185	25,2	21,6	-	-	14,8	12,1
	90	90	30,7	26,3	-	-	18,5	15,0
	90	115	39,2	33,6	-	-	23,7	19,2
	90	140	47,7	40,9	-	-	28,8	23,4
	90	165	56,3	48,2	-	-	34,0	27,6
	90	185	63,1	54,0	-	-	38,1	30,9

La utilización de la Tabla 5.2-7 requiere que se cumplan las siguientes condiciones:

El esfuerzo de compresión es originado por la suma de la carga permanente y la sobrecarga que actúa sobre la cubierta inaccesible. En caso de existir, los efectos de otros tipos de acciones deben ser analizados por el profesional responsable del proyecto.

La sección transversal de los soportes se mantiene constante en toda su longitud. Las pérdidas originadas por las conexiones extremas no exceden el 20% del área de la sección transversal y se materializan simétricamente respecto de los ejes principales de ésta.

Los extremos de los soportes se encuentran adecuadamente vinculados para transmitir la carga de compresión centrada y están impedidos de desplazarse lateralmente en todas las direcciones. En la Figura 4.2-7 se exhiben soluciones apropiadas para conectar los extremos de un soporte aislado.

**Tabla 5.2-8 Capacidad de carga (kN) en tracción centrada de miembros simples de madera aserrada**

Longitud (l) (m)	Sección transversal		Capacidad (kN) por especie y clase de resistencia					
	Lado menor (t) (mm)	Lado mayor (d) (mm)	pino Paraná ( <i>Araucaria angustifolia</i> )		<i>Eucalyptus grandis</i>		pino taeda y elliotti ( <i>Pinus taeda/elliottii</i> )	
			1	2	1	2	1	2
≤ 3	65	90	65,3	42,5	58,1	45,6	38,4	19,7
	65	115	79,5	51,7	70,6	55,5	46,7	24,0
	65	140	93,0	60,5	82,7	65,0	54,6	28,0
	65	165	106,1	69,0	-	-	62,3	32,0
	65	185	116,2	75,6	-	-	68,3	35,1
	90	90	90,4	58,9	-	-	53,1	27,3
	90	115	110,0	71,6	-	-	64,6	33,2
	90	140	128,8	83,8	-	-	75,6	38,8
	90	165	146,9	95,6	-	-	86,3	44,3
	90	185	160,9	104,7	-	-	94,5	48,5

La utilización de la Tabla 5.2-8 requiere que se cumplan las siguientes condiciones:

El esfuerzo de tracción es originado por la acción (succión) del viento sobre la cubierta, cuando supera el valor de la carga permanente. En caso de existir, los efectos de otros tipos de acciones deben ser analizados por el profesional responsable del proyecto.

La sección transversal se mantiene constante en toda la longitud. Las pérdidas originadas por las conexiones extremas se materializan simétricamente respecto de los ejes principales de la sección.

En caso de existir debilitamientos en la zona de las conexiones extremas, la capacidad de carga obtenida de la Tabla 5.2-8 se reduce multiplicando su valor por el resultado del cociente entre la menor área neta ( $A_{net}$ ) remanente en una sección y su área bruta original ( $A$ ).

Los extremos de los miembros simples se encuentran adecuadamente vinculados para transmitir la carga de tracción centrada y están impedidos de desplazarse lateralmente en todas las direcciones. En la Figura 4.2-7 se exhiben soluciones apropiadas para conectar los extremos de un soporte aislado.

## Soportes aislados de madera laminada encolada

Las tablas 5.2-9 y 5.2-10 muestran la máxima carga, de compresión y de tracción respectivamente, que puede aplicarse sobre soportes de madera laminada encolada obtenidos de las especies y grados de resistencia incluidos en la Tabla S.2.1.1-1 del Suplemento 2 del CIRSOC 601 (2016).

**Tabla 5.2-9 Capacidad de carga (kN) en compresión centrada de miembros simples de madera laminada encolada**

l  (m)	Sección transversal		Capacidad (kN) por especie y grado de resistencia							
			pino taeda y elliotti		Pino Paraná		Eucalipto grandis		Álamo	
	Lado menor (t) (mm)	Lado mayor (d) (mm)	<i>(Pinus taeda y elliottii)</i>		<i>(Araucaria angustifolia)</i>		<i>(Eucalyptus grandis)</i>		<i>(P.deltoides A 129/60 y S 67)</i>	
			1	2	1	2	1	2	1	2
≤ 3	65	105	12,1	7,2	14,7	12,6	14,7	12,6	10,4	9,3
	65	125	14,4	8,6	17,5	15,0	17,5	15,0	12,3	11,1
	65	140	16,1	9,6	19,6	16,8	19,6	16,8	13,8	12,4
	65	165	19,0	11,4	23,1	19,8	23,1	19,8	16,3	14,6
	65	190	21,9	13,1	26,6	22,8	26,6	22,8	18,7	16,9
	70	110	15,6	9,3	18,8	16,2	18,8	16,2	13,3	12,0
	70	130	18,4	11,0	22,3	19,1	22,3	19,2	15,7	14,2
	70	155	21,9	13,1	26,6	22,8	26,6	22,9	18,8	16,9
	70	175	24,7	14,8	30,0	25,7	30,0	25,8	21,2	19,1
	70	200	28,3	16,9	34,3	29,4	34,3	29,5	24,2	21,8
	90	90	26,8	16,1	32,4	27,8	32,4	27,9	23,1	20,8
	90	105	31,3	18,8	37,8	32,4	37,8	32,6	27,0	24,3
	90	125	37,2	22,4	45,0	38,6	45,0	38,8	32,1	28,9
	90	140	41,7	25,0	50,5	43,3	50,5	43,5	36,0	32,4
	90	165	49,1	29,5	59,5	51,0	59,5	51,2	42,4	38,1
	90	190	56,6	34,0	68,5	58,7	68,5	59,0	48,8	43,9
	110	110	56,1	34,1	67,7	57,9	67,7	58,5	49,3	44,3
	115	115	64,9	39,5	78,3	66,8	78,3	67,7	57,3	51,5
	130	130	97,2	60,0	116,9	99,4	116,9	101,5	87,9	78,8
	140	140	123,1	77,0	147,7	125,2	147,7	128,7	114,0	102,0
160	160	172,4	109,2	206,2	174,3	206,2	180,3	163,4	145,9	

La utilización de la Tabla 5.2-9 requiere que se cumplan las siguientes condiciones:

Los adhesivos utilizados deben ser aptos para desempeñarse, mínimamente, en un clima en el cual el material está resguardado de la acción directa permanente de los agentes atmosféricos, pero en el que una elevada humedad relativa ambiente (que sobrepase el 85%) puede determinar humidificaciones no persistentes (de algunas semanas por año), como es usual en los ambientes semicubiertos.

El esfuerzo de compresión es originado por la suma de la carga permanente y la sobrecarga que actúa sobre la cubierta inaccesible. En caso de existir, los efectos de otros tipos de acciones deben ser analizados por el profesional responsable del proyecto.

La sección transversal de los soportes se mantiene constante en toda su longitud. Las pérdidas originadas por las conexiones extremas no exceden el 20% del área de la sección transversal y se materializan simétricamente respecto de los ejes principales de ésta.

Los extremos de los soportes se encuentran adecuadamente vinculados para transmitir la carga de compresión centrada y están impedidos de desplazarse lateralmente en todas las direcciones. En la Figura 4.2-7 se exhiben soluciones apropiadas para conectar los extremos de un soporte aislado.

**Tabla 5.2-10 Capacidad de carga (kN) en tracción centrada de miembros simples de madera laminada encolada**

l  (m)	Sección transversal		Capacidad (kN) por especie y grado de resistencia							
			pino taeda y elliotti		Pino Paraná		Eucalipto grandis		Álamo	
	Lado menor (t) (mm)	Lado mayor (d) (mm)	<i>(Pinus taeda y elliottii)</i>		<i>(Araucaria angustifolia)</i>		<i>(Eucalyptus grandis)</i>		<i>(P. deltooides A 129/60 y S 67)</i>	
			1	2	1	2	1	2	1	2
≤ 3	65	105	38,2	25,1	44,8	38,2	44,8	40,4	38,2	34,9
	65	125	45,5	29,9	53,3	45,5	53,3	48,1	45,5	41,6
	65	140	51,0	33,5	59,7	51,0	59,7	53,9	51,0	46,6
	65	165	60,1	39,5	70,4	60,1	70,4	63,5	60,1	54,9
	65	190	69,2	45,4	81,0	69,2	81,0	73,1	69,2	63,2
	70	110	43,1	28,3	50,5	43,1	50,5	45,6	43,1	39,4
	70	130	51,0	33,5	59,7	51,0	59,7	53,9	51,0	46,6
	70	155	60,8	39,9	71,2	60,8	71,2	64,2	60,8	55,6
	70	175	68,6	45,1	80,4	68,6	80,4	72,5	68,6	62,7
	70	200	78,4	51,5	91,8	78,4	91,8	82,9	78,4	71,7
	90	90	45,4	29,8	53,1	45,4	53,1	48,0	45,4	41,5
	90	105	52,9	34,8	62,0	52,9	62,0	55,9	52,9	48,4
	90	125	63,0	41,4	73,8	63,0	73,8	66,6	63,0	57,6
	90	140	70,6	46,4	82,7	70,6	82,7	74,6	70,6	64,5
	90	165	83,2	54,6	97,4	83,2	97,4	87,9	83,2	76,0
	90	190	95,8	62,9	112,2	95,8	112,2	101,2	95,8	87,6
	110	110	67,8	44,5	79,4	67,8	79,4	71,6	67,8	62,0
	115	115	74,1	48,7	86,8	74,1	86,8	78,3	74,1	67,7
	130	130	94,6	62,2	110,9	94,6	110,9	100,0	94,6	86,5
	140	140	109,8	72,1	128,6	109,8	128,6	116,0	109,8	100,4
160	160	143,4	94,2	167,9	143,4	167,9	151,6	143,4	131,1	

La utilización de la Tabla 5.2-10 requiere que se cumplan las siguientes condiciones:

Los adhesivos utilizados deben ser aptos para desempeñarse, mínimamente, en un clima en el cual el material está resguardado de la acción directa permanente de los agentes atmosféricos, pero en el que una elevada humedad relativa ambiente (que sobrepase el 85%) puede determinar humidificaciones no persistentes (de algunas semanas por año), como es usual en los ambientes semicubiertos.

El esfuerzo de tracción es originado por la acción (succión) del viento sobre la cubierta, cuando supera el valor de la carga permanente. En caso de

existir, los efectos de otros tipos de acciones deben ser analizados por el profesional responsable del proyecto.

La sección transversal se mantiene constante en toda la longitud. Las pérdidas originadas por las conexiones extremas se materializan simétricamente respecto de los ejes principales de la sección.

En caso de existir debilitamientos en la zona de las conexiones extremas, la capacidad de carga obtenida de la Tabla 5.2-10 se reduce multiplicando su valor por el resultado del cociente entre la menor área neta ( $A_{net}$ ) remanente en una sección y su área bruta original ( $A$ ).

Los extremos de los miembros simples se encuentran adecuadamente vinculados para transmitir la carga de tracción centrada y están impedidos de desplazarse lateralmente en todas las direcciones. En la Figura 4.2-7 se exhiben soluciones apropiadas para conectar los extremos de un soporte aislado.

### **5.3. VIGAS DE PISO Y VIGAS DE FUNDACIÓN**

Las soluciones que se ofrecen en este apartado son aplicables a proyectos de viviendas construidas sobre una plataforma elevada de condiciones similares a la presentada anteriormente en el Modelo N° 2 (Capítulo 4).

#### ***VIGAS DE PISO***

Las vigas para soportar el piso que se ofrecen a continuación, están diseñadas para ser ubicadas uniformemente distribuidas, con una separación entre sus ejes igual o menor a 0,61m y apoyadas sobre las vigas de fundación que a su vez transmiten las cargas a la cimentación integrada por pilotes o elementos similares.

Se proveen soluciones con vigas de madera aserrada, laminada encolada y de sección circular, y en cada caso se indican recomendaciones y a su vez condiciones que deben satisfacerse para el uso apropiado de la información brindada.

#### ***Vigas de piso de madera aserrada***

La Tabla 5.3-1 exhibe las dimensiones netas mínimas de la sección transversal, en relación a la longitud de cálculo (separación entre centro de apoyos:  $l$ ), para vigas de piso de madera aserrada obtenidas de las especies y clases resistentes incluidas en las Tablas S.1.1.1-3, S.1.1.2-3 y S.1.1.3-3 del Suplemento 1 del CIRSOC 601 (2016).

Si bien esta tabla provee soluciones para vigas con una longitud de cálculo (separación entre centro de apoyos:  $l$ ) de hasta 3m, es recomendable diseñar la distribución de vigas de fundación y de pilotes procurando minimizar lo posible esa longitud. Esta recomendación se fundamenta en que el adecuado desempeño de los pisos está fuertemente condicionado por el control de las vibraciones inducidas por el tránsito humano, el cual presenta una dificultad creciente con el incremento de la longitud de las vigas.

**Tabla 5.3-1 Dimensiones netas mínimas (mm) de la sección transversal (ancho por alto: bxd) para vigas de piso de madera aserrada**

$l$ (m)	Especie y clase de resistencia					
	pino Paraná ( <i>Araucaria angustifolia</i> )		<i>Eucalyptus grandis</i>		pino taeda y elliotti ( <i>Pinus taeda/elliottii</i> )	
	1	2	1	2	1	2
1,5	40x140	40x140	40x140	40x140	40x140	65x140
2,0	65x140	65x140	65x140	65x140	65x165	65x165
2,5	65x165	65x165	130x140 <sup>(1)</sup>	130x140 <sup>(1)</sup>	65x185	65x210
3,0	65x185	65x210	-	-	90x210	90x235

(1): 2 vigas apareadas de 65mmx140mm

La utilización de la Tabla 5.3-1 requiere que se cumplan las siguientes condiciones:

La carga permanente corresponde al peso propio de la viga sumado a una carga igual o menor a  $1,2\text{kN/m}^2$ , originada por la composición de un piso diseñado para lograr un satisfactorio desempeño acústico y térmico (p.ej.: tablero contrachapado con un espesor mínimo de 18mm colocado con su dimensión mayor en dirección perpendicular al eje longitudinal de las vigas de piso, carpeta de hormigón/concreto de aproximadamente 40mm de espesor, piso flotante).

La sobrecarga de uso en todas las habitaciones está en línea con los valores prescritos por el Reglamento CIRSOC 101 (2005) citado en el Capítulo 3 anterior ( $2\text{kN/m}^2$ ).

Las vigas se colocan apoyadas en sus extremos y uniformemente distribuidas con una separación entre ejes igual o menor a 0,61m (si se apoyan sobre sus extremos y en uno o más apoyos intermedios, su desempeño queda del lado de la seguridad).

En todos los apoyos, las vigas tienen impedido el giro y el desplazamiento lateral por su unión a la estructura que las soporta.

El borde superior de las vigas tiene impedido el desplazamiento lateral por medio de los tableros estructurales (o del entablado machihembrado) que se vinculan a ellas.

Si el apoyo de las vigas sobre la estructura que las soporta es directo, el mismo dispone de una longitud de contacto (según el eje longitudinal de las vigas) igual o mayor a 55mm para controlar el nivel de las tensiones perpendiculares a las fibras.

### ***Vigas de piso de madera laminada encolada***

La Tabla 5.3-2 exhibe las dimensiones netas mínimas de la sección transversal, en relación a la longitud de cálculo (separación entre centro de apoyos:  $l$ ), para vigas de piso de madera laminada encolada obtenidas de las especies y grados de resistencia incluidos en la Tabla S.2.1.1-1 del Suplemento 2 del CIRSOC 601 (2016).

Si bien esta tabla provee soluciones para vigas con una longitud de cálculo (separación entre centro de apoyos:  $l$ ) de hasta 4m, es recomendable diseñar la distribución de vigas de fundación y de pilotes procurando minimizar lo posible esa longitud. Esta recomendación se fundamenta en que el adecuado desempeño de los pisos está fuertemente condicionado por el control de las vibraciones inducidas por el tránsito humano, el cual presenta una dificultad creciente con el incremento de la longitud de las vigas.

**Tabla 5.3-2 Dimensiones netas mínimas (mm) de la sección transversal (ancho por alto: bxd) para vigas de piso de madera laminada encolada**

$l$ (m)	Especie y grado de resistencia							
	pino taeda y elliotti <i>(Pinus taeda y elliottii)</i>		Pino Paraná <i>(Araucaria angustifolia)</i>		Eucalipto grandis <i>(Eucalyptus grandis)</i>		Álamo <i>(P.deltoides)</i> Aust 129/60 y Ston 67)	
	1	2	1	2	1	2	1	2
2,5	65x165	65x190	65x165	65x165	65x165	65x165	65x190	65x190
3,0	65x210	90x210	65x190	65x190	65x190	65x190	90x190	90x190
3,5	90x210	90x250	90x190	90x210	90x190	90x210	90x230	90x230
4,0	90x230	90x275	90x230	90x230	90x230	90x230	90x250	90x275

La utilización de la Tabla 5.3-2 requiere que se cumplan las siguientes condiciones:

Los adhesivos utilizados deben ser aptos para desempeñarse, mínimamente, en un clima en el cual el material está resguardado de la acción directa permanente de los agentes atmosféricos, pero en el que una elevada humedad relativa ambiente (que sobrepase el 85%) puede determinar humidificaciones no persistentes (de algunas semanas por año), como es usual en los ambientes semicubiertos.

La carga permanente corresponde al peso propio de la viga sumado a una carga igual o menor a  $1,2\text{kN/m}^2$ , originada por la composición de un piso diseñado para lograr un satisfactorio desempeño acústico y térmico (p.ej.: tablero contrachapado con un espesor mínimo de 18mm colocado con su dimensión mayor en dirección perpendicular al eje longitudinal de las vigas de piso, carpeta de hormigón/concreto de aproximadamente 40mm de espesor, piso flotante).

La sobrecarga de uso en todas las habitaciones está en línea con los valores prescritos por el Reglamento CIRSOC 101 (2005) citado en el Capítulo 3 anterior ( $2\text{kN/m}^2$ ).

Las vigas se colocan apoyadas en sus extremos y uniformemente distribuidas con una separación entre ejes igual o menor a 0,61m (si se apoyan sobre sus extremos y en uno o más apoyos intermedios, su desempeño queda del lado de la seguridad).

En todos los apoyos, las vigas tienen impedido el giro y el desplazamiento lateral por su unión a la estructura que las soporta.

El borde superior de las vigas tiene impedido el desplazamiento lateral por medio de los tableros estructurales (o del entablado machihembrado) que se vinculan a ellas.

Si el apoyo de las vigas sobre la estructura que las soporta es directo, el mismo dispone de una longitud de contacto (según el eje longitudinal de las vigas) igual o mayor a 55mm para controlar el nivel de las tensiones perpendiculares a las fibras.

### ***Vigas de sección circular***

La Tabla 5.3-3 exhibe el diámetro neto mínimo de la sección transversal, en relación a la longitud de cálculo (separación entre centro de apoyos:  $l$ ), para vigas de sección circular de la especie y calidad que se especifica en la Tabla S.3.1.1-1 del Suplemento 3 del CIRSOC 601 (2016).

Si bien esta tabla provee soluciones para vigas con una longitud de cálculo (separación entre centro de apoyos:  $l$ ) de hasta 3m, es recomendable diseñar la distribución de vigas de fundación y de pilotes procurando minimizar lo posible esa

longitud. Esta recomendación se fundamenta en que el adecuado desempeño de los pisos está fuertemente condicionado por el control de las vibraciones inducidas por el tránsito humano, lo cual presenta una dificultad creciente con el incremento de la longitud de las vigas.

**Tabla 5.3-3 Diámetro neto mínimo (mm) de la sección transversal en el centro para vigas de piso de sección circular de *Eucalyptus grandis***

<i>l</i> (m)	Diámetro neto mínimo en el centro de la viga
1,5	110
2,0	130
2,5	160
3,0	180

La utilización de la Tabla 5.3-3 requiere que se cumplan las siguientes condiciones:

La carga permanente corresponde al peso propio de la viga sumado a una carga igual o menor a  $1,2\text{kN/m}^2$ , originada por la composición de un piso diseñado para lograr un satisfactorio desempeño acústico y térmico (p.ej.: tablero contrachapado con un espesor mínimo de 18mm colocado con su dimensión mayor en dirección perpendicular al eje longitudinal de las vigas de piso, carpeta de hormigón/concreto de aproximadamente 40mm de espesor, piso flotante).

La sobrecarga de uso en todas las habitaciones está en línea con los valores prescritos por el Reglamento CIRSOC 101 (2005) citado en el Capítulo 3 anterior ( $2\text{kN/m}^2$ ).

Las vigas se colocan apoyadas en sus extremos y uniformemente distribuidas con una separación entre ejes igual o menor a 0,61m (si se apoyan sobre sus extremos y en uno o más apoyos intermedios, su desempeño queda del lado de la seguridad).

Si el apoyo de la viga sobre la estructura que la soporta es directo, el mismo dispone de una superficie plana de contacto igual o mayor a  $3000\text{mm}^2$  para controlar el nivel de las tensiones perpendiculares a las fibras. La entalladura ejecutada para lograr la superficie plana de apoyo indicada no debe reducir el diámetro de la viga más de un 20%.

Debido a que las piezas de sección circular exhiben cierta conicidad, el diámetro mínimo indicado corresponde al centro de la viga y en todos los casos se refiere a la sección libre de corteza.

## VIGAS DE FUNDACIÓN

En una vivienda construida sobre una plataforma elevada como la presentada en el Modelo N° 2 (Capítulo 4), las vigas de piso y los muros portantes apoyan sobre vigas de fundación que luego transmiten las cargas a los pilotes. Estos últimos deben ser diseñados por un profesional habilitado -considerando en cada caso particular las características del suelo de fundación- para satisfacer los requerimientos que se indican en este apartado.

Las vigas de fundación que se presentan en las tablas siguientes fueron diseñadas para soportar las cargas transmitidas por las vigas de piso y los muros portantes con las características presentadas en esta Guía.

En coincidencia con cada soporte aislado (columna), debajo de la viga de fundación se debe ubicar un pilote con la capacidad de absorber los esfuerzos de compresión y de extracción correspondientes, los cuales pueden ser apreciados en la Tabla 5.2-6. Excepcionalmente, y cuando los esfuerzos mencionados son inferiores a 10kN un soporte aislado puede ser vinculado a la viga de fundación sin que en ese encuentro exista un pilote debajo de la viga.

Las soluciones provistas a continuación requieren que en todos los casos las vigas de fundación dispongan de apoyos espaciados como máximo 1,22m y además se cumplan las condiciones particulares indicadas debajo de cada tabla. Cualquier otra solución que se aparte de la propuesta debe contar con la aprobación del profesional responsable del proyecto.

### Vigas de madera aserrada

La Tabla 5.3-4 exhibe las dimensiones netas mínimas de la sección transversal para vigas de fundación de madera aserrada obtenidas de las especies y clases resistentes incluidas en las Tablas S.1.1.1-3, S.1.1.2-3 y S.1.1.3-3 del Suplemento 1 del CIRSOC 601 (2016).

**Tabla 5.3-4 Dimensiones netas mínimas (mm) de la sección transversal (ancho por alto: bxd) para vigas de fundación de madera aserrada**

l (m)	Especie y clase de resistencia					
	pino Paraná ( <i>Araucaria angustifolia</i> )		<i>Eucalyptus grandis</i>		pino taeda y elliotti ( <i>Pinus taeda/elliottii</i> )	
	1	2	1	2	1	2
1,22	90X190	90x235	-	-	90x235	-

La utilización de la Tabla 5.3-4 requiere que se cumplan las siguientes condiciones:

Cada viga se coloca apoyada en sus extremos y en 2 o más apoyos intermedios (continuidad en 3 tramos o más), donde tiene impedido el giro y el desplazamiento lateral.

El borde superior de cada viga tiene impedido el desplazamiento lateral por medio de la estructura que soporta.

En cada apoyo, la unión de la viga de fundación con la estructura que la soporta (pilote o similar) satisface los siguientes requisitos (en la Figura 4.2-8 se presenta un ejemplo de vinculación entre una viga de fundación y un pilote):

- i) si el apoyo es directo, dispone de una longitud de contacto (según el eje longitudinal de la viga) mínima de 160mm en apoyos intermedios y de 80mm cuando apoya el extremo de la viga (para controlar el nivel de las tensiones perpendiculares a las fibras) y,
- ii) las vigas de fundación ubicadas debajo de muros y soportes aislados portantes se vinculan a cada pilote con una conexión capaz de transmitir un esfuerzo de levantamiento de 20kN.

La estructura de cimentación (conformada por pilotes u otro tipo similar) provee apoyos con una separación máxima de 1,22m a las vigas de fundación, cada uno de ellos satisfaciendo los siguientes requisitos:

- i) soportar una carga gravitatoria igual a 20kN. Si el pilote recibe la carga de un soporte aislado debe tener capacidad para soportar el esfuerzo de compresión que éste transmite o 20kN, el que resulte mayor.
- ii) equilibrar un esfuerzo de extracción vertical (arrancamiento) con un valor nominal de 20kN. Si el pilote recibe la carga de un soporte aislado debe tener capacidad para soportar el esfuerzo de tracción que éste transmite o 20kN, el que resulte mayor y,
- iii) transmitir al suelo una fuerza horizontal (esfuerzo de corte) de 4kN.

### ***Vigas de madera laminada encolada***

La Tabla 5.3-5 exhibe las dimensiones netas mínimas de la sección transversal para vigas de fundación de madera laminada encolada obtenidas de las especies y grados de resistencia incluidos en la Tabla S.2.1.1-1 del Suplemento 2 del CIRSOC 601 (2016).

**Tabla 5.3-5 Dimensiones netas mínimas (mm) de la sección transversal (ancho por alto: bxd) para vigas de fundación de madera laminada encolada**

l (m)	Especie y grado de resistencia							
	pino taeda y elliotti ( <i>Pinus taeda y elliottii</i> )		Pino Paraná ( <i>Araucaria angustifolia</i> )		Eucalipto grandis ( <i>Eucalyptus grandis</i> )		Álamo ( <i>P. deltooides</i> Aust 129/60 y Ston 67)	
	1	2	1	2	1	2	1	2
1,22	115x210	115x250	115x190	115x210	115x190	115x210	115x210	115x230

La utilización de la Tabla 5.3-5 requiere que se cumplan las siguientes condiciones:

Los adhesivos utilizados deben ser aptos para desempeñarse, mínimamente, en un clima en el cual el material está resguardado de la acción directa permanente de los agentes atmosféricos, pero en el que una elevada humedad relativa ambiente (que sobrepase el 85%) puede determinar humidificaciones no persistentes (de algunas semanas por año), como es usual en los ambientes semicubiertos.

Cada viga se coloca apoyada en sus extremos y en 2 o más apoyos intermedios (continuidad sobre al menos 3 tramos), donde tiene impedido el giro y el desplazamiento lateral.

El borde superior de cada viga tiene impedido el desplazamiento lateral por medio de la estructura que soporta.

En cada apoyo, la unión de la viga de fundación con la estructura que la soporta satisface los siguientes requisitos (en la Figura 4.2-8 se presenta un ejemplo de vinculación entre una viga de fundación y un pilote):

- i) si el apoyo es directo, dispone de una longitud de contacto (según el eje longitudinal de la viga) mínima de 160mm en apoyos intermedios y de 80mm cuando apoya el extremo de la viga (para controlar el nivel de las tensiones perpendiculares a las fibras) y,
- ii) las vigas de fundación ubicadas debajo de muros y soportes aislados portantes se vinculan a cada pilote con una conexión capaz de transmitir un esfuerzo de levantamiento de 20kN.

La estructura de cimentación (conformada por pilotes u otro tipo similar) provee apoyos con una separación máxima de 1,22m a las vigas de fundación, cada uno de ellos satisfaciendo los siguientes requisitos:

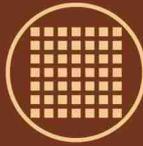
- i) soportar una carga gravitatoria igual a 20kN. Si el pilote recibe la carga de un soporte aislado debe tener capacidad para soportar el esfuerzo de compresión que éste transmite o 20kN, el que resulte mayor.
- ii) equilibrar un esfuerzo de extracción vertical (arrancamiento) con un valor nominal de 20kN. Si el pilote recibe la carga de un soporte

aislado debe tener capacidad para soportar el esfuerzo de tracción que éste transmite o 20kN, el que resulte mayor y,  
iii) transmitir al suelo una fuerza horizontal (esfuerzo de corte) de 4kN.



**INTI**

INSTITUTO NACIONAL DE  
TECNOLOGÍA INDUSTRIAL



**CIRSOC**

CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LOS  
REGLAMENTOS NACIONALES DE  
SEGURIDAD PARA LAS OBRAS CIVILES