0006376

INFOR
Instituto Forestal

Manual 29

EVALUACIÓN, DISEÑO Y MONTAJE DE ENTRAMADOS PREFABRICADOS INDUSTRIALIZADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS







Concepción, Chile 2000

INSTITUTO FORESTAL
BIBLIOTECA
Santiago-Chile

MANUAL 29

EVALUACIÓN, DISEÑO Y MONTAJE DE ENTRAMADOS PREFABRICADOS INDUSTRIALIZADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS

Marcos Espinoza G.
Carlos Mancinelli Z.

Concepción (CHILE), octubre 2000

INFOR

Colaboradores : Gonzalo Hernández C.
Alonso Quezada F.
Heinz Lesser S.
Alfredo López V.
Ricardo Oyarzún O.

Registro de Propiedad Intelectual N° 117.255

I.S.B.N.: 956-7727-53-8

INFOR

ÍNDICE DE MATERIAS

INTRODUCCIÓN 5

CAPÍTULO I TABIQUES Y PANELES 7
1.1 Especificaciones técnicas básicas a considerar en el diseño 7
1.2 Especificaciones técnicas básicas para la planta de prefabricación 8
1.3 Precauciones para el transporte y almacenamiento (planta-obra) 10
1.4 Condiciones técnicas en el lugar de montaje 12
1.5 Fijación de la solera inferior (madera, radier o losa de hormigón) 13
1.6 Fijación de la solera superior (madera o losa de hormigón) 15
1.7 Fijaciones laterales (albañilería perimetral, anclajes y encuentros) 18
1.8 Aislación termo-acústica 22

CAPÍTULO II CERCHAS PREFABRICADAS 24
2.1 Consideraciones técnicas básicas a considerar en faena 24
2.2 Consideraciones técnicas para la planta de prefabricación 25
2.3 Precauciones para el transporte, almacenamiento y manejo 25
2.4 Fijación a cadenas y/o vigas de hormigón armado 26
2.5 Fijación de paneles estructurales de madera 28

CAPÍTULO III MARCOS Y PUERTAS DE MADERA 29
3.1 Escuadrías estándar de mayor compatibilidad 29
3.2 Condiciones técnicas del vano 30
3.3 Modulación del vano en planta 32
3.4 Fijación mínima del marco de puerta al vano 33

CAPÍTULO IV ENTRAMADOS DE CIELO RASO 34
4.1 Condiciones técnicas básicas a considerar en faena 34
4.2 Condiciones técnicas básicas para la planta de prefabricación 34
4.3 Precauciones para el transporte, almacenamiento y manejo 35
4.4 Fijación solidaria de los entramados: hormigón armado y estructura de techumbre 35

CAPÍTULO V ENVIGADOS DE PISO Y ENTREPISO 37
5.1 Características generales 37
5.2 Especificaciones técnicas básicas a considerar en estructuras de piso y entrepiso 39
5.3 Consideraciones para el diseño en planta 40
5.4 Consideraciones técnicas para los anclajes en obra 42
5.5 Consideraciones técnicas y económicas 44

6 COMENTARIOS FINALES 46

INFOR

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1: ..... Equipos y herramientas básicas para la prefabricación 9
Figura 2: ..... Transporte de paneles prefabricados desde la planta 10
Figura 3: ..... Productos estándar industrializados propuestos por el proyecto 12
Figura 4: ..... Esquema de fijación de solera inferior para tabiques divisorio 14
Figura 5: ..... Esquema de fijación de solera inferior para paneles estructurales 14
Figura 6: ..... Detalle isométrico de uniones clavadas 16
Figura 7: ..... Fijación de panel bajo losa de hormigón 17
Figura 8a: ..... Encuentros de paneles prefabricados (escuadría de 45 x 45 mm) 19
Figura 8b: ..... Encuentros de paneles prefabricados (escuadría de 45 x 69 mm) 20
Figura 9: ..... Distribución modular de cerchas prefabricadas 24
Figura 10: ..... Detalle de anclaje de cercha prefabricada a cadena de hormigón 27
Figura 11: ..... Anclaje de cercha prefabricada a panel estructural 28
Figura 12: ..... Compatibilidad dimensional de marcos de puerta v/s panel 31
Figura 13: ..... Condiciones técnicas del vano 32
Figura 14: ..... Distribución estándar para la fijación de marcos de puerta 33
Figura 15: ..... Detalle de fijación y colgado de entramados de cielo raso 36
Figura 16: ..... Esquema de fundación tradicional en hormigón 37
Figura 17: ..... Esquema de losa de entrepiso en hormigón armado 37
Figura 18: ..... Elevación esquemática pisos y entrepisos prefabricados en madera 40
Figura 19: ..... Retícula modular mínima para envigados prefabricados de piso 41
Figura 20: ..... Entramado modulado para estructura de entrepiso 42
Figura 21(a): ..... Anclaje a cadena o viga de hormigón armado 43
Figura 21(b): ..... Anclaje a paneles prefabricados estructurales 43
Figura 22: ..... Componentes de un entrepiso de madera eficiente 46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: ..... Criterios básicos (estándar) de especificaciones para panele Estructurales 7
Tabla 2: ..... Criterios básicos (estándar) de especificaciones tabiques Divisorios 8
Tabla 3: ..... Indicaciones mínimas para el anclaje y fijación de la solera inferior de paneles prefabricados 15
Tabla 4: ..... Requisitos, ventajas y desventajas de cada parámetro de fijación 17
Tabla 5: ..... Caracterización de materiales termo-acústicos 22
Tabla 6: ..... Criterios básicos de especificación de la madera para cerchas Prefabricadas 25
Tabla 7: ..... Pre-dimensionamiento de la modulación respecto de la sección nominal en vigas de entrepisos 41

INFOR

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo formó parte de las actividades de los proyectos INFOR/FDI – CORFO: "Estandarización y fabricación de piezas y componentes de madera destinados a la construcción de viviendas" y "La Madera en la vivienda social" el cual fue desarrollado por la Subgerencia de Tecnologías e Industrias de la Madera del Instituto Forestal, INFOR; con la participación de la empresa privada de la VIII región.

En este documento didáctico se presenta en forma resumida y gráfica, las consideraciones básicas para el empleo de entramados prefabricados de madera para la vivienda.

Estos aspectos básicos están referidos al diseño, prefabricación en la planta y montaje en el terreno mismo.

INFOR

CAPÍTULO I: TABIQUES Y PANELES

1.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS BÁSICAS A CONSIDERAR EN EL DISEÑO

Cada obra de construcción habitacional cuenta con sus propias especificaciones técnicas; sin embargo, si en la etapa de diseño (arquitectura y cálculo) define optar por la utilización de entramados prefabricados industrializados para divisiones interiores, es necesario establecer algunos criterios mínimos para la calidad de la madera a emplear, ya sea si la planta de prefabricación es instalada en la faena misma, o bien el producto pre-armado es adquirido a proveedores externos.

Los criterios básicos y comunes para la especificación o definición de la madera a utilizar deben ser:

1.1.1 Paneles estructurales interiores o perimetrales de madera

Se definen como aquellos entramados verticales soportantes (diseñados para resistir cargas), ya sea ubicados en el perímetro de plantas de segundo piso en viviendas de construcción tradicional en albañilería, o como paramentos verticales exteriores e interiores en viviendas de madera.

Tabla 1: Criterios básicos (estándar) de especificación para paneles estructurales

N°	DEFINICIÓN DE ESPECIFICACIÓN	EJEMPLO DE ESPECIFICACIÓN
1	Uso o destino de servicio de la madera	Madera para soleras y pies derechos de paneles estructurales perimetrales.
2	Especie maderera	Pino radiata.
3	Grado de elaboración	Aserrado dimensionado seco.
4	Tamaño nominal de la escuadría	45 x 69 mm (esc. nominal 2" x 3") Soleras en 3,20 m y pies derechos en 2,40 m
5	Contenido de humedad	Secado en secador: 15% CH máximo.
6	Forma y método de fijación	Espárragos en barras de acero, pernos de expansión, etc.
7	Grado o clasificación estructural	Visual o estructural mecánica
8	Preservación	Sales CCA con grado de penetración y retención.

INFOR

1.1.2 Paneles o tabiques divisorios interiores de madera

Se definen como aquellos entramados divisorios interiores autosoportantes (no aptos para recibir cargas verticales provenientes de estructuras superiores.

Tabla 2: Criterios básicos (estándar) de especificación para tabiques divisorios

N°	DEFINICIÓN DE ESPECIFICACIÓN	EJEMPLO DE ESPECIFICACIÓN
1	Uso o destino de servicio de la madera	Madera para soleras y pies derechos de tabiques divisorios interiores
2	Especie maderera	Pino radiata
3	Grado de elaboración	Aserrado dimensionado seco
4	Tamaño nominal de la escuadría	45 x 45 mm (Esc. nominal 2" x 2") Soleras en 3,20 m y pies derechos en 2,40 m
5	Contenido de humedad	Secado en secador: 15% CH máximo
6	Forma y método de fijación	Pernos de expansión, clavos para concreto percutado, clavo corriente, etc.
8	Preservación	Solera inferior impregnada en CCA con grado de penetración y retención.

1.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS BÁSICAS PARA LA PLANTA DE PREFABRICACIÓN

Las empresas cuyo rubro principal es la prefabricación de partes y componentes prefabricados en madera, aplican como norma básica las definiciones de calidad expuestos en el punto anterior. Sin embargo, si se decide implementar una planta de pre-armado en el mismo lugar de la faena de construcción, es necesario considerar, además, las siguientes condiciones mínimas de trabajo (Figura 1).

1.2.1 Equipamiento para una cuadrilla de trabajo (2 carpinteros y 1 ayudante)

- Un compresor de aire de 50 l de capacidad, motor de 1,5 HP y presión de 120 lb/pulg^2, (mínimo).
- Dos clavadoras neumáticas (aire comprimido) para clavos de 2 ½" y 3 ½", mangueras flexibles y fittings de conexión a las clavadoras y al compresor.
- Banco de corte (sierra eléctrica de brazo deslizable) de a lo menos 5.900 rpm.

INFOR

INSTITUTO FORESTAL
BIBLIOTECA
Santiago - Chile

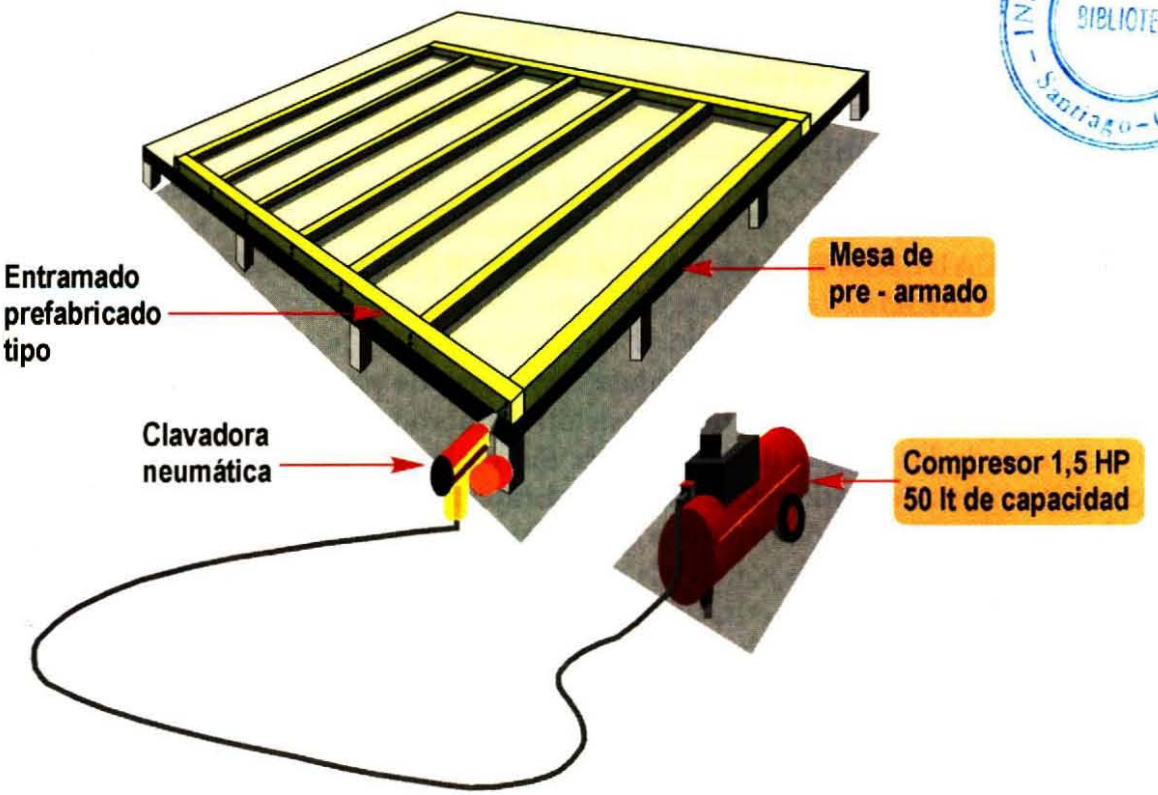


Figura 1. Equipos y herramientas básicas para la prefabricación

- Mesa de armado horizontal de dimensiones mínimas de 3,0 x 4,8 m (ancho/ largo), de superficie. La altura ideal para el trabajo sobre la mesa es de 60 cm. La mesa debe tener fijada en su superficie, dos guías ortogonales (90°) entre sí, de manera tal que actúen de tope con las piezas principales de inicio del armado (90° entre solera y pie derecho).

- Stock menor de clavos corrientes en 2 ½", 3" 3 ½" y 4".

- Herramientas carpinteras de mano: sierra eléctrica, taladro, martillo, etc.

- Huincha de medir, tizador, marcadores de grafito y tinta.

1.2.2 Cuidados especiales en la prefabricación:

- Implementar un adecuado y periódico mantenimiento de herramientas y equipos: compresor, clavadoras, herramientas manuales, etc.

- Capacitar constantemente a los trabajadores en seguridad laboral y prevención de riesgos.

INFOR

- Capacitar a los trabajadores en control y calidad de la madera, haciendo énfasis especial en clasificación visual, contenido de humedad y uniformidad dimensional de las piezas.
- Revisión y mantención periódica de instalaciones, extensiones y artefactos eléctricos utilizados.

1.3 PRECAUCIONES PARA EL TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO (PLANTA - OBRA)

Una de las características más ventajosas en el uso de partes y componentes prefabricados en madera, es la facilidad de aplicación de métodos eficientes de control de calidad en cada una de las etapas de confección. Sin embargo, esto debe complementarse con procedimientos adecuados de transporte y montaje, para obtener un resultado final libre de piezas torcidas y deformadas que evitarán el rechazo de usuarios y habitantes de la vivienda.

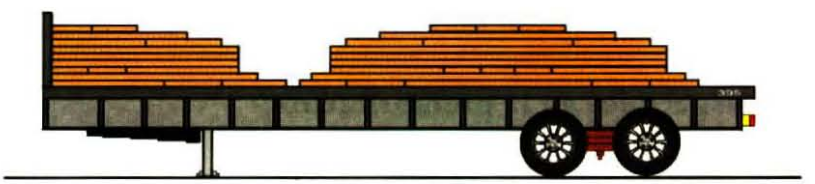
Es por ello que, para minimizar los efectos que el transporte y las condiciones ambientales pueden tener sobre los elementos prefabricados, hay que observar las siguientes consideraciones:

1.3.1 Transporte

- La superficie de la rampa de transporte debe estar seca, libre de polvo, grasa y materia orgánica.

- La superficie debe ser, además, plana en toda su extensión, de manera que no induzca a deformación a los primeros paneles apilados.

- Los tabiques y/o paneles apilados hacia arriba, deben estar completamente apoyados en su superficie, sobre el panel inferior de la pila. Lo ideal es el apilamiento tipo piramidal o trapezoidal. (Figura 2)



Apilamiento trapezoidal o piramidal para el transporte

Figura 2: Transporte de paneles prefabricados desde la planta

INFOR

- Si el transporte se va a efectuar con condiciones variables de velocidad, temperatura y humedad del ambiente, día soleado, nublado o lluvioso, es absolutamente conveniente cubrir la carga en su totalidad con carpas o lonas impermeables que eviten defectos provocados por esta exposición.

- Por lo general, el transporte de los paneles prefabricados no tiene limitantes en cuanto a la capacidad de peso del vehículo. Sin embargo, es conveniente buscar el máximo de aprovechamiento de transporte (volumen máximo), pues el costo por este concepto puede verse afectado negativamente si no se evalúa detenidamente el requerimiento de la obra, con respecto a la capacidad de almacenaje y velocidad de montaje en las viviendas.

1.3.2 Almacenaje (válido en planta de prefabricación y en obra).

- Una condición fundamental es la protección de los entramados prefabricados en un lugar que brinde una adecuada ventilación y protección contra la humedad (recinto techado y que facilite la circulación del aire).

- El lugar de almacenaje debe proteger a los entramados del contacto con el sol directo a toda hora del día.

- La superficie de apilamiento debe estar perfectamente plana, ventilada y separada del suelo. Con ello se evita cualquier situación de contacto con humedad proveniente del suelo.

- Los entramados deben apilarse de manera que el movimiento al interior de la obra por descarga, almacenaje, traslado y montaje en la vivienda, se ejecute en la menor cantidad de movimientos posible. Idealmente debe apilarse por tipo de panel.

- El tiempo transcurrido en el movimiento de los paneles, entre el lugar de almacenaje y su lugar de fijación definitivo, debe ser el menor posible (6 hrs máximo).

INFOR

1.4 CONDICIONES TÉCNICAS EN EL LUGAR DE MONTAJE

Teniendo como referencia la Figura 3, para la definición y utilización de entramados prefabricados en la construcción de viviendas, los tabiques o paneles prefabricados requieren de condiciones determinadas para efectuar el montaje de forma eficiente y segura.

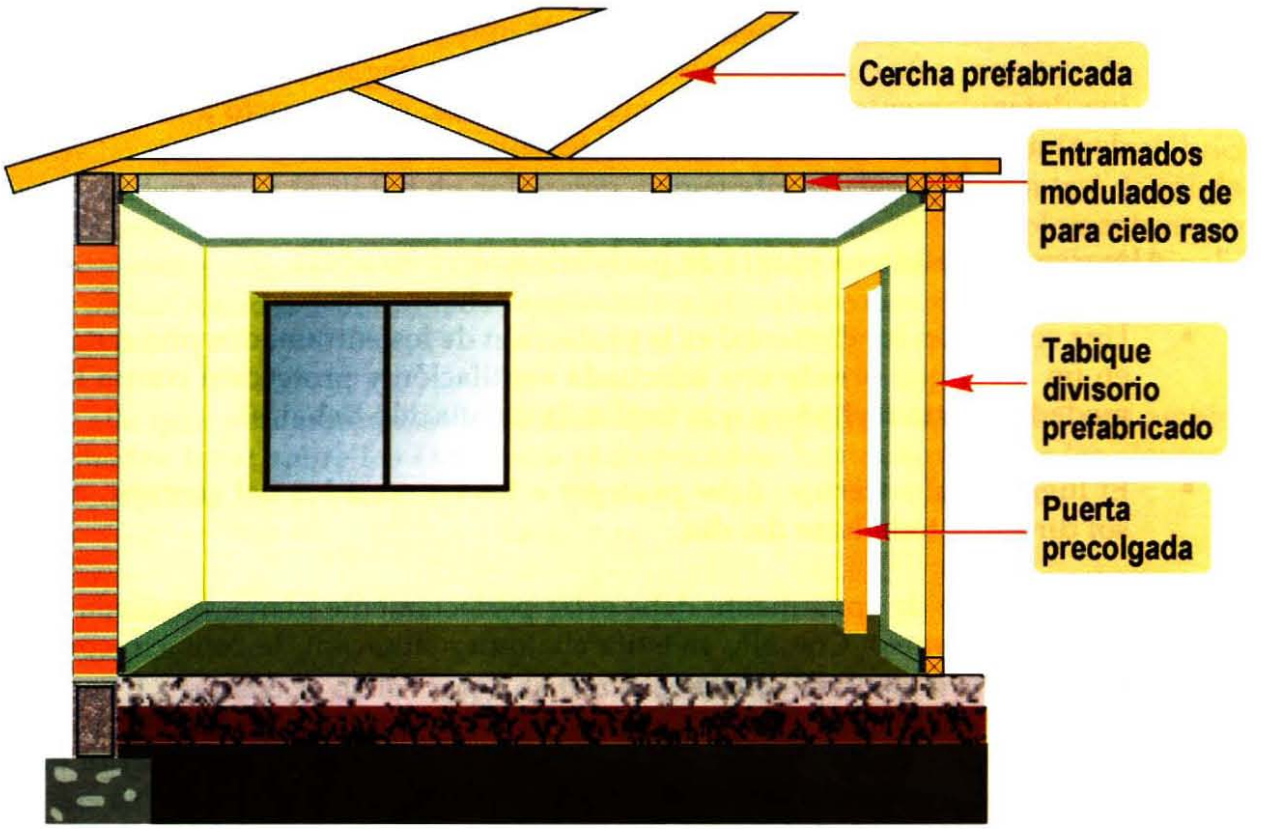


Figura 3. Productos estándar industrializados propuestos por el proyecto

Considerando la complementación de los productos desarrollados en el proyecto, las condiciones o características para realizar el montaje de paneles o tabiques prefabricados son:

- Si se efectúa sobre radier o losa de hormigón, éste deberá estar perfectamente plano y nivelado (horizontal).

- Es conveniente y necesario dar al radier o losa de hormigón tres días de fraguado y secado, con el objeto de no dañarlo con cualquiera de los métodos de anclaje posibles de utilizar para la fijación de los entramados al piso.

INFOR

- En el caso de que se utilicen anclajes hilados, tales como espárragos o pernos hilados, el elemento de sujeción (tuerca y golilla) no debe ser ajustado hasta que el hormigón de radier o losa tenga, a lo menos, 7 días de edad.

- Aún cuando los tabiques o paneles deben ser diseñados en base a una retícula modular, hay que tener presente que el trazado sobre el radier o losa, se debe ajustar y compartir desde el centro de la vivienda hacia los muros perimetrales de albañilería u hormigón. Esto debido a que ante cualquier diferencia producida en éstos (desaplomos y/o desplazamientos), es más fácil ajustar el panel mediante corte del entramado o incorporando tacos de fijación o "suples" de madera.

- La solera inferior del tabique o panel, debe ser una pieza aislada, preservada o protegida del contacto directo con el radier o losa de hormigón.

1.5 FIJACIÓN DE LA SOLERA INFERIOR

La fijación o anclaje de la solera inferior de un tabique o panel, es uno de los elementos que mayor problema presenta en la vivienda económica de construcción tradicional en Chile. Esto debido principalmente a:

- Las especificaciones técnicas generalmente indican con que se hará la fijación, pero no cómo debe realizarse.

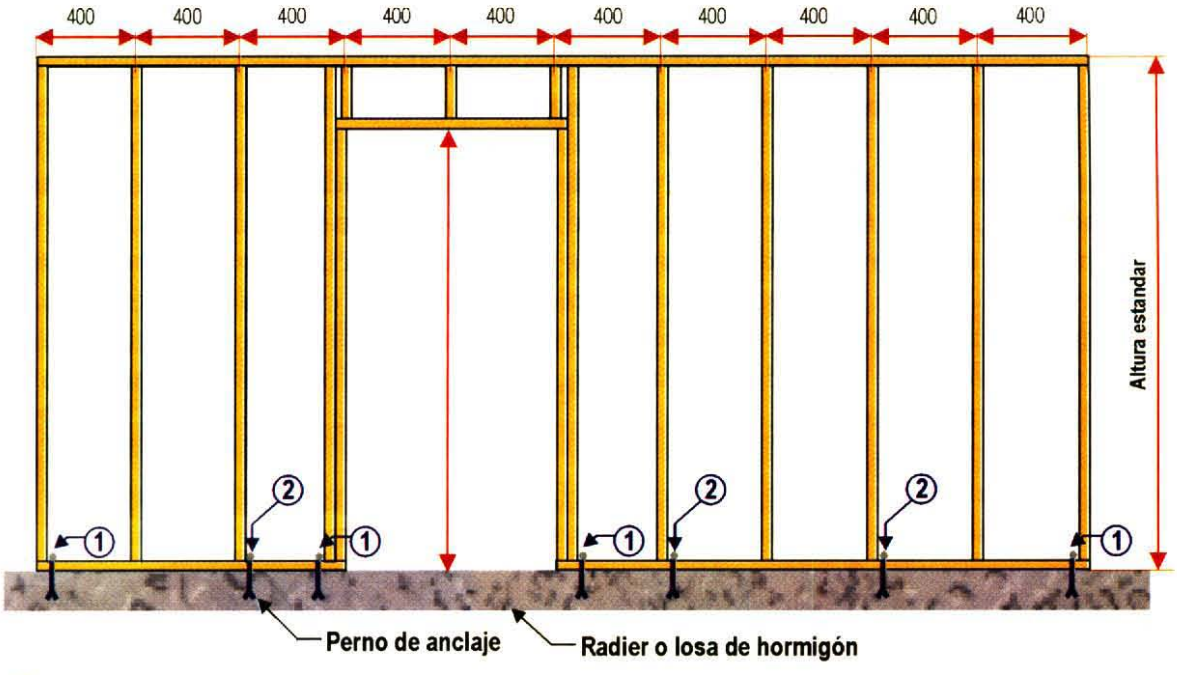
- El distanciamiento de las fijaciones, por lo general no es especificado en los planos correspondientes, como tampoco la ubicación y distanciamiento de los pies derechos y elementos componentes en los vanos.

- No se tiene la precaución de anclar el panel en sus extremos. Esto último, incluye los costados más cercanos al vano de una puerta. (Figura 4).

En Figura 4, se indica la forma en que deben ser dispuestos los elementos de anclaje para tabiques divisorios interiores.

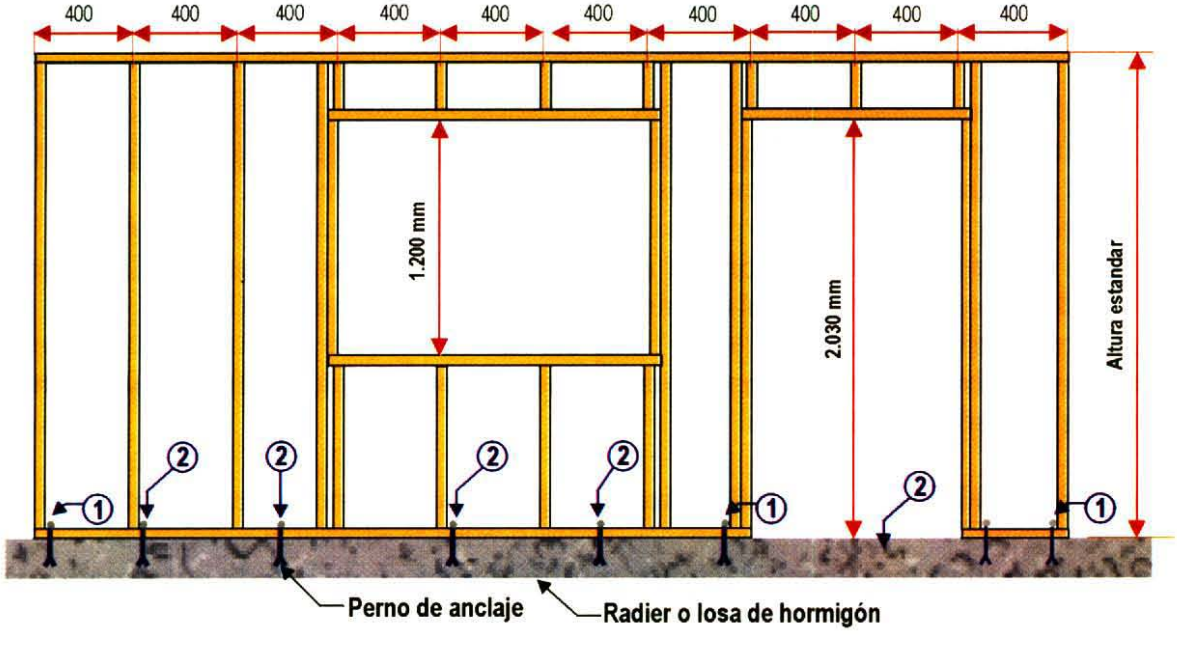
En Figura 5, de igual forma, se detalla el anclaje para paneles estructurales perimetrales

En Tabla 3, se detallan las especificaciones mínimas para el anclaje de entramados prefabricados por tipo de superficie:



① *Perno de anclaje en extremos y costados de vanos en general*
② *Perno de anclaje intermedio (1 cada 800 mm)*

Figura 4. Fijación de solera inferior para tabiques divisorios interiores



① *Perno de anclaje en extremos y costados de vanos en general*
② *Perno de anclaje intermedio (1 cada 600 mm)*

Figura 5. Fijación de solera inferior para paneles estructurales

Figura 3: Indicaciones mínimas para el anclaje y fijación de la solera inferior de paneles prefabricados

Tipo de panel	Tipo de superficie	Tipo de fijación	Diámetro/Largo mínimo de la fijación (mm)/L (mm)	Profundidad mínima de empotramiento (mm)	Distancia máxima entre fijaciones (mm)	Escuadría de madera aceptable (mm)
Tabique divisorio interior	Radier o losa de hormigón	• Perno de expansión[1]	8 x 108	50	800	45 x 45
		• Espárrago de acero en barra[2]	8 x 350	100	800	45 x 45
		• Clavo percutado	3,7 x 72	-	600 400	45 x 45 45 x 69
	Envigado de madera	• Clavo corriente 4" o helicoidal de 3 ½"	-	-	1 cada 15 cm o 2 en cada apoyo de viga	45 x 45 45 x 69
Panel estructural interior o exterior	Radier o losa de hormigón	• Perno de expansión	12 x 125	65	600	45 x 69 45 x 94
		• Espárrago de acero en barra[3]	10 x 500	150	600	45 x 69 45 x 94
	Envigado estructural de madera	• Tirafondos	8 x 125 10 x 125 12 x 125	70 70 70	400 600 600	45 x 69 45 x 94 45 x 116

1.6 FIJACIÓN DE LA SOLERA SUPERIOR

En la vivienda económica, la fijación de este elemento es ejecutada de acuerdo a tres alternativas que pueden presentarse en viviendas de 1 y 2 pisos.

En este caso lo más aconsejable y rápido de ejecutar son las fijaciones clavadas. Sin embargo, ésta depende de la forma y distribución como se resuelva la estructura de entramados de cielo raso, o bien la losa de hormigón armado, que se transforma en el

[1] Para pernos de expansión, la resistencia a la extracción se ha calculado sobre la base de una resistencia de 280 Kgf/cm² para el hormigón

[2] Un espárrago de acero en barra (tipo A44-28H estriado) debe sobrepasar por sobre la solera inferior, a lo menos 100 mm, para luego ser doblado y "engrapado" sobre la superficie de la pieza. Por otra parte, el extremo empotrado en el hormigón debe terminar en gancho recto; jamás en punta.

[3] Un espárrago de acero en barra debe considerar para longitud total: 100 mm de gancho en cada extremo, espesor de la pieza de madera que atraviesa y un mínimo de 150 mm de empotramiento en el hormigón. Las grapas a utilizar deben distribuirse cada 20 mm entre sí y su penetración en la pieza no debe ser inferior a las 2/3 partes del espesor de la pieza de madera utilizada como solera inferior.

INFOR

cielo de un primer piso. En efecto, frente al gran beneficio en calidad y rapidez que se puede obtener con la utilización de paneles prefabricados para tabiques divisorios interiores, se tiene la desventaja de tener que definir con gran cuidado y rigurosidad la altura de prefabricación de los paneles. Esta altura, puede establecerse sobre la base de 3 parámetros de definición:

1° Altura libre de piso a nivel inferior de cielo raso (Figura 6).

2° Altura libre de piso a nivel inferior de tirante de cerchas.

3° Altura libre de piso a nivel más desfavorable de losa de hormigón (Figura 7)

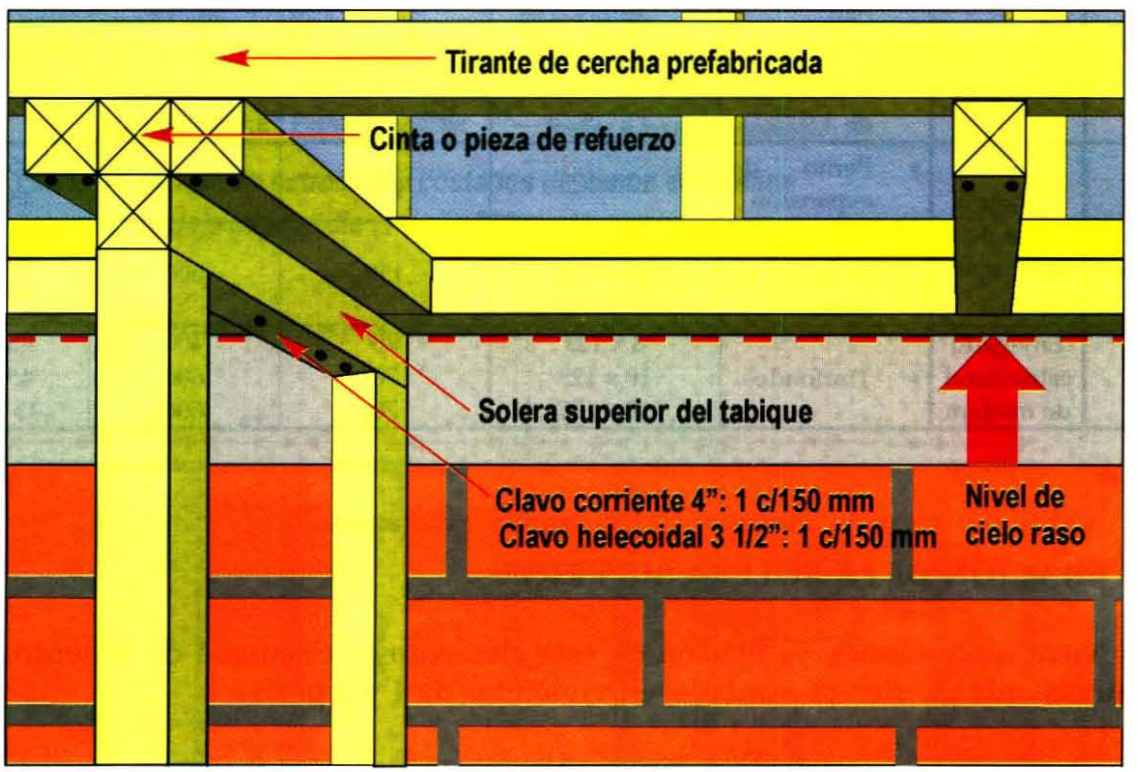


Figura 6. Detalle isométrico de unión clavada de solera superior de tabique prefabricado a estructuras de madera

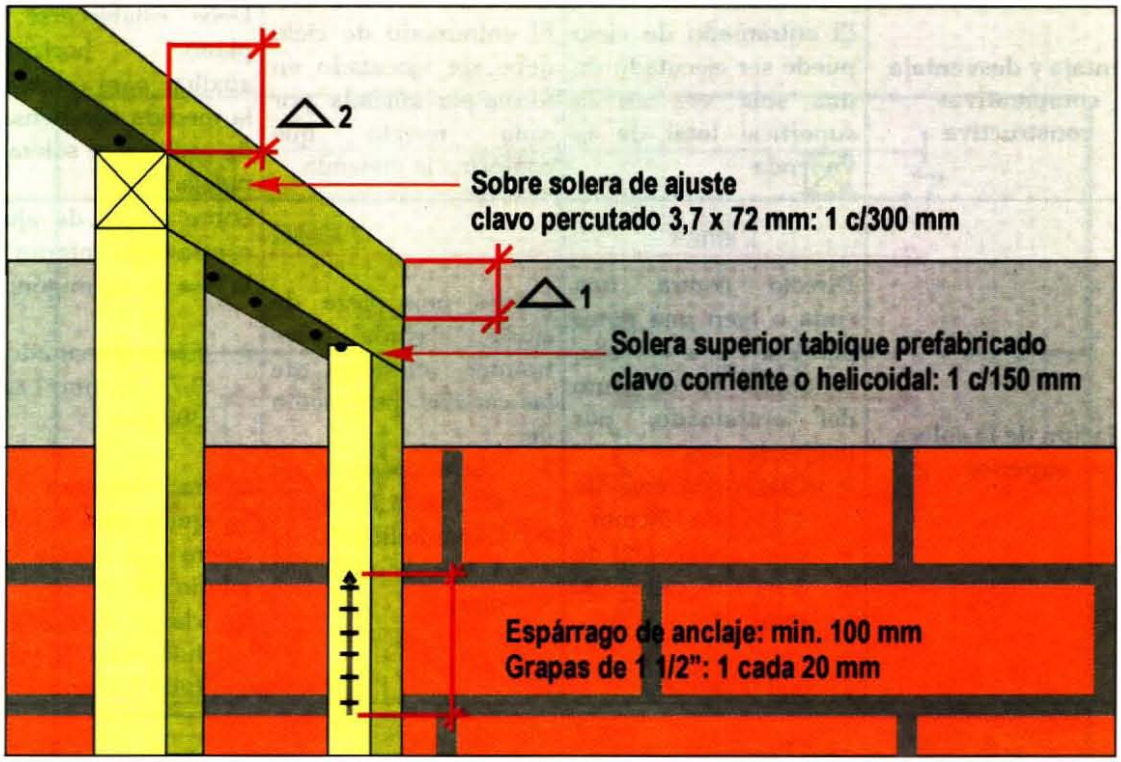


Figura 7. Fijación de panel prefabricado a sobre-solera de ajuste, bajo losa de hormigón armado

Para poder evaluar las condiciones requeridas para cada uno de los parámetros presentables en viviendas, en **Tabla 4** se definen los requisitos de construcción y/o ejecución requeridos para un adecuado montaje:

Tabla 4: Requisitos, ventajas y desventajas de cada parámetro

CONDICIÓN	PARÁMETRO 1	PARÁMETRO 2	PARÁMETRO 3
Altura libre del tabique prefabricado	Radier o losa a cara inferior de entramado de cielo raso	Radier o losa a cara inferior del tirante de cercha prefabricada	Radier o losa a cara inferior de losa de hormigón armado
Forma de nivelación horizontal a la cual es fijada la solera superior del tabique	El entramado de cielo raso es "colgado" y nivelado bajo el tirante inferior de las cerchas que conforman la estructura de techumbres	El entramado de cielo raso es fijado directamente a los tirantes que conforman la estructura de techumbres	Debe fijarse una sobre-solera de nivelación (extremos de medidas ? 1 y ? 2) contra la cara inferior de la losa.

Ventaja y desventaja comparativas constructiva	El entramado de cielo puede ser ejecutado de una sola vez en la superficie total de la vivienda	El entramado de cielo debe ser ejecutado en forma parcializada por cada recinto que conforma la vivienda	Debe establecerse un plano horizontal auxiliar para establecer la medida compensada de cada sobre solera de nivelación
Fijación de la solera superior	Directo contra una cinta o bien una pieza paralela a ella, contenida en el plano del entramado, por medio de: ➢ Clavo corriente de 4": 1 cada 150 mm ➢ Clavo helicoidal de 3 ½": 1 cada 150 mm.	Contra una pieza de ajuste, clavada entre tirantes inferiores de las cerchas, por medio de: ➢ Clavo corriente de 4": 1 cada 150 mm ➢ Clavo helicoidal de 3 ½": 1 cada 150 mm.	Sobre solera de ajuste contra cara inferior de la losa de hormigón: ➢ Clavo percutado de 3,7 x 72 mm: 1 cada 300 mm. Solera superior del tabique contra la sobre-solera de ajuste por medio de: ➢ clavo corriente o helicoidal 2 ½": 1 cada 150 mm

1.7 FIJACIONES LATERALES

Los tabique divisorios interiores prefabricados en madera requieren de soluciones estándar o mínimas, de acuerdo a tres criterios fundamentales:

- Fijación o encuentro entre tabiques
- Fijación contra muro de albañilería
- Fijación contra elemento vertical de hormigón armado (muro o pilar)

1.7.1 Encuentro entre tabiques interiores prefabricados en madera

Uno de los aspectos más importantes a considerar en la prefabricación de paneles, es la utilización de sólo una escuadría determinada para resolver todos los componentes y encuentros de los entramados. En Figuras 8a y 8b, se presentan los tipos de encuentros posibles entre tabiques prefabricados de madera considerando las dos escuadrías más utilizadas para solucionar esta partida en viviendas económicas. Las escuadrías señaladas corresponden a:

- Pino radiata aserrado dimensionado de 45 x 45 mm (Escuadría nominal 2" x 2")
- Pino radiata aserrado dimensionado de 45 x 69 mm (Escuadría nominal 2" x 3")

INFOR

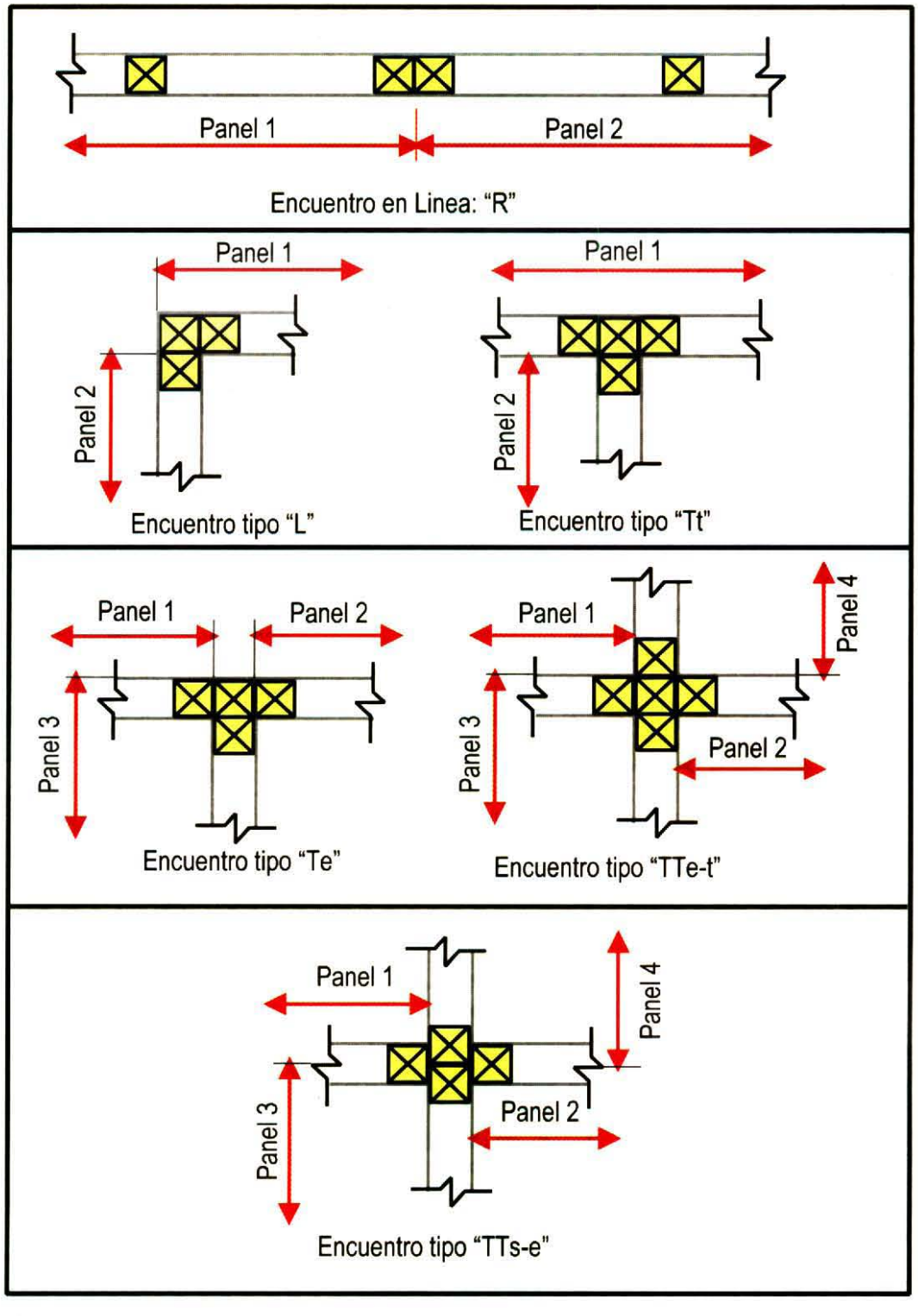


Figura 8a. Encuentros entre paneles prefabricados, diseñados con escuadría de 45x45 mm (2"x2")

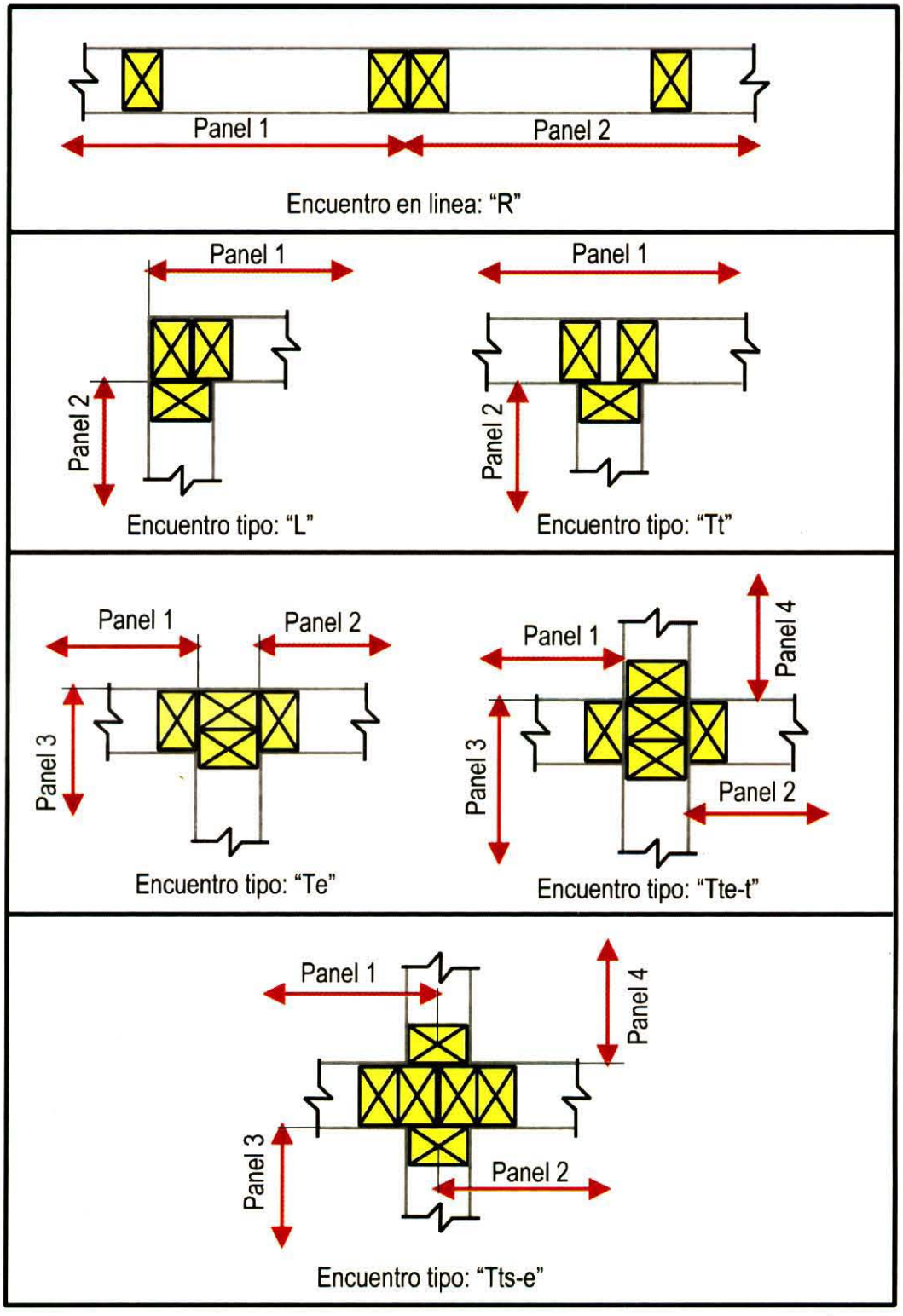


Figura 8b: Encuentros entre paneles prefabricados, diseñados con escuadría de 45x45 mm (2"x2")

1.7.2 ENCUENTRO TABIQUE-MURO DE ALBAÑILERÍA

La fijación de piezas de madera (pie derecho) en muros de albañilería suele ser una actividad no exenta de dificultades.

Es por ello que la solución más eficiente para la ejecución de esta actividad es la colocación de espárragos de acero en barra, de 6 mm de diámetro, empotrados en el mortero de pega de la albañilería. Para este efecto debe considerarse a lo menos un espárrago cada 5 hiladas y uno en cada extremo del entramado (superior e inferior).

El espárrago debe tener un gancho en ángulo recto, no inferior a 100 mm empotrado en el mortero y además debe traspasar, en igual medida, la pieza de madera que es anclada contra el muro. Posteriormente, la barra de acero debe ser abatida (doblada) sobre la pieza de madera para ser engrapada por medio de clavo corriente o grapas de 1 ½" cada 20 mm, como mínimo (Figura 7).

Los espárragos no deben ser abatidos y engrapados, antes de que el mortero de pega de las albañilerías, tenga a lo menos 7 días de colocado (edad).

1.7.3 Encuentro Tabique-pilar o muro de hormigón armado

En este caso, también es aceptable el espárrago descrito en el punto anterior; sin embargo, su utilización es poco práctica. Por ello, es recomendable en estos casos la utilización de clavo percutado o bien perno de anclaje.

- Clavo percutado en extremos superior e inferior y distribuido cada 300 mm en la zona central.

- Perno de anclaje en extremos superior e inferior y distribuido cada 600 mm en la zona central.

INFOR

1.8 AISLACIÓN TERMO-ACÚSTICA

En el mercado nacional existe una gran variedad de aislantes termo-acústicos; sin embargo, sus medidas estándar de fabricación no son del todo compatibles con las necesidades de espaciamiento requeridas en la modulación de paneles y tabiques prefabricados. Por ejemplo, al considerar el reticulado modular propuesto por el proyecto (400 mm), los materiales aislantes disponibles no son compatibles con los sistemas constructivos en madera.

Todo indica que la costumbre es cortar y ajustar el material termo acústico en el panel que le recibe.

En Tabla 5, se presenta la disponibilidad de dimensiones para diferentes denominaciones comerciales de materiales termo-acústicos disponibles para la construcción de viviendas:

Tabla 5: Caracterización de materiales termo-acústicos disponibles para el mercado de construcción de viviendas

TIPO DE MATERIAL	DENOMINACIÓN COMERCIAL	MEDIDAS ESTÁNDAR POR UNIDAD (m)	ESPESORES EN QUE SE FABRICA (mm)	DISPONIBLE EN
Lana mineral	Aislán libre	0,5 x 1,2	40	Paquetes de 12 m² (20 unidades)
	Aislán 1 cara (papel por 1 cara)	0,5 x 1,2	50	Paquetes de 12 m² (20 unidades)
	Aislán 2 caras (papel por 2 caras)	0,5 x 1,2	50	Paquetes de 12 m² (20 unidades)
	Aislán L-9	0,38 x 1,22	90	Paquetes de 5,6 m² (12 unidades)
Lana de vidrio	Aislán glass, panel libre	0,6 x 1,2	50	Paquetes de 8,6 m² (12 unidades)
	Aislán glass rollo libre	1,2 X 12,0	50	Rollo de 14,4 m²
	Aislán glass, rollo papel 1 cara	1,2 x 12,0	50	Rollo de 14,4 m²
Poliestireno expandido	Isopack Termopol	0,5 x 1,0	25	Paquetes de 12 m² (24 unidades)
		0,5 x 1,0	30	Paquetes de 10 m² (20 unidades)
		0,5 x 1,0	40	Paquetes de 7,5 m² (15 unidades)
		0,5 x 1,0	50	Paquetes de 6 m² (12 unidades)
		0,5 x 1,0	80	Paquetes de 4 m² (8 unidades)

INFOR

Lana sintética	Fisiterm estándar	2,4 x 15	40	Rollo de 36 m^2
	Fisiterm especial	2,4 x 15	40	Rollo de 36 m^2

Como puede observarse en la tabla anterior, sólo el Aislán L-9 cumple con las dimensiones requeridas para una adecuada modulación entre los pies derechos del entramado propuesto (reticulado de 400 mm). Sin embargo, su espesor no es adecuado para escuadrías de 45 x 45 y 45 x 69 mm.

Con esto se demuestra que no hay compatibilidad entre sistemas de entramados de madera, revestimientos y materiales termo-acústicos de manera tal que su incorporación a los entramados descritos en este proyecto, sea fácil y minimizando las pérdidas.

INFOR

CAPÍTULO II: CERCHAS PREFABRICADAS

2.1 CONDICIONES TÉCNICAS BÁSICAS PARA CONSIDERAR EN FAENA

Para realizar un buen y eficiente montaje de cerchas en faena, hay que tener presente las siguientes condiciones desde la etapa de diseño:

- La distribución más eficiente, en cuanto a la utilización de la madera en costaneras y entramados de cielo raso; revestimientos y cubierta de techumbres, es la de 800 mm entre ejes (Figura 9).

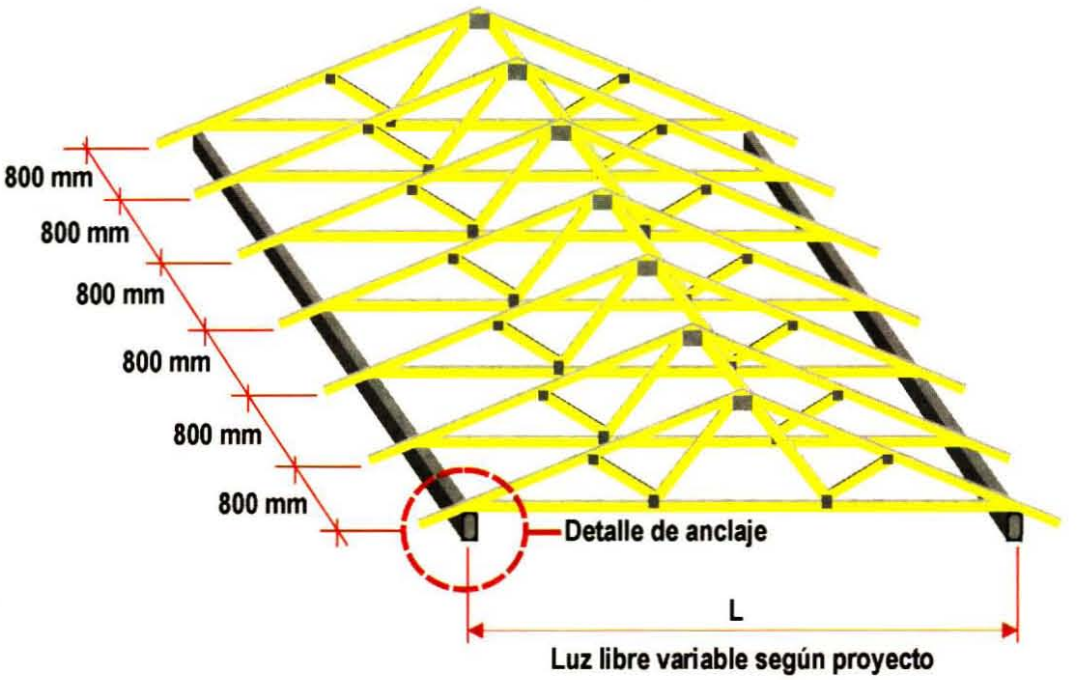


Figura 9: Distribución modular de cerchas prefabricadas.

- Al momento de contratar la confección y despacho a obra de cerchas prefabricadas a una empresa externa, debe tenerse muy claro la luz libre de la cercha, de manera que una vez montadas, no se produzcan problemas de ajuste por desplazamiento de los muros o por cambios en el proyecto.

- Una cercha prefabricada, ya en obra o montada en su lugar final, no puede ser modificada en su forma o componentes, sin la debida asesoría de los fabricantes

- Hay que tener presente, que un conector metálico dentado, como los utilizados en la prefabricación de estas cerchas, no puede ser hincado en la madera mediante golpes de martillo o similar. Estructuralmente las uniones confiables

INFOR

son sólo aquellas ejecutadas mediante prensas de gran tonelaje, especialmente diseñadas para la prefabricación.

2.2 CONDICIONES TÉCNICAS BÁSICAS PARA LA PLANTA DE PREFABRICACIÓN.

En Tabla 6 se presenta los requisitos básicos estándar para la especificación de la madera a utilizar en la confección de cerchas prefabricadas industrializadas. Cabe señalar que estos requisitos mínimos son aplicables desde las especificaciones técnicas de la obra para ser cumplidas por la planta de prefabricación.

Tabla 6: Criterios básicos (estándar) de especificación de la madera para cerchas prefabricadas

N°	DEFINICIÓN DE ESPECIFICACIÓN	EJEMPLO DE ESPECIFICACIÓN
1	Uso o destino de servicio de la madera	Madera para cerchas prefabricadas industrializadas.
2	Especie maderera	Pino radiata.
3	Grado de elaboración	Aserrado dimensionado seco.
4	Tamaño nominal de la escuadría	Según dimensionamiento y cálculo (Software MITEC 2000).
5	Contenido de humedad	Secado en secador : 15% CH máximo.
6	Forma y método de fijación	Conector metálico dentado marca Simpson. Dimensiones según diseño. Espárrago de acero empotrado a la cadena o viga de hormigón.
7	Grado o clasificación estructural	Visual o estructural mecánica
8	Preservación	Sales CCA con grado de penetración y retención.

2.3 PRECAUCIONES PARA EL ALMACENAMIENTO, TRANSPORTE Y MONTAJE

2.3.1 Almacenamiento y transporte desde la planta

- El almacenamiento en planta se debe realizar de preferencia en forma horizontal encastillada, sobre una superficie limpia, seca y plana.

- El transporte debe realizarse sobre rampas limpias, secas, libres de polvo, grasa y materia orgánica, así como también tomar las mismas precauciones

INFOR

señaladas en el punto 1.3.1, respecto de las condiciones climáticas mientras dure el transporte.

- Por su forma triangular, deben ser apiladas convenientemente, de manera de lograr el máximo aprovechamiento en superficie y volumen de transporte.

- El apilado de cerchas en planta y en la rampa de transporte, debe realizarse de manera que cada cercha colocada sobre otra, debe estar completamente en contacto con ésta.

2.3.2 Almacenamiento y transporte para el montaje en obra.

- Aun cuando el almacenamiento es realizado en un lapso reducido de tiempo, es necesario destinar un lugar de características similares al indicado en 2.3.1

- Si no se dispone de un radier o superficie limpia y seca para el almacenaje de las cerchas, debe implementarse un lugar adecuado. Por ningún motivo deben ser apoyadas directamente sobre el suelo.

- El traslado de las cerchas almacenadas en obra, a la vivienda en donde serán colocadas debe realizarse en el momento en que dicha faena será ejecutada. No es conveniente apilar cerchas prefabricadas en un lugar no apto para almacenaje por más de 24 horas.

- El transporte y montaje de las cerchas, puede realizarse con un número muy reducido de personas. Sin embargo, es conveniente que quienes lo realicen lo hagan con el cuidado suficiente, como para no afectar la integridad de las uniones dentadas.

- El rápido montaje de cerchas prefabricadas, permite la rápida ejecución de la cubierta de techumbre. Esta faena es conveniente de realizar con rapidez para evitar la excesiva exposición de las cerchas al sol y humedad.

2.4 FIJACIÓN A CADENA O VIGA DE HORMIGÓN ARMADO

La forma de fijación más conveniente de cerchas prefabricadas, es por medio de espárragos de acero anclados a cadena o viga de hormigón armado que corona la vivienda.

Estos espárragos pueden ser ubicados y distribuidos fácilmente, antes de hormigonar el elemento señalado.

INFOR

La longitud total del espárrago depende de la forma geométrica de la cercha. Sin embargo, hay que tener presente lo siguiente:

- Empotramiento del espárrago: 100 mm mínimo
- Gancho recto de empotramiento: 100 mm mínimo
- Gancho de abatimiento engrapado: 100 mm mínimo

En la Figura 10, se detalla la forma de anclaje de cerchas sobre elementos de hormigón armado.

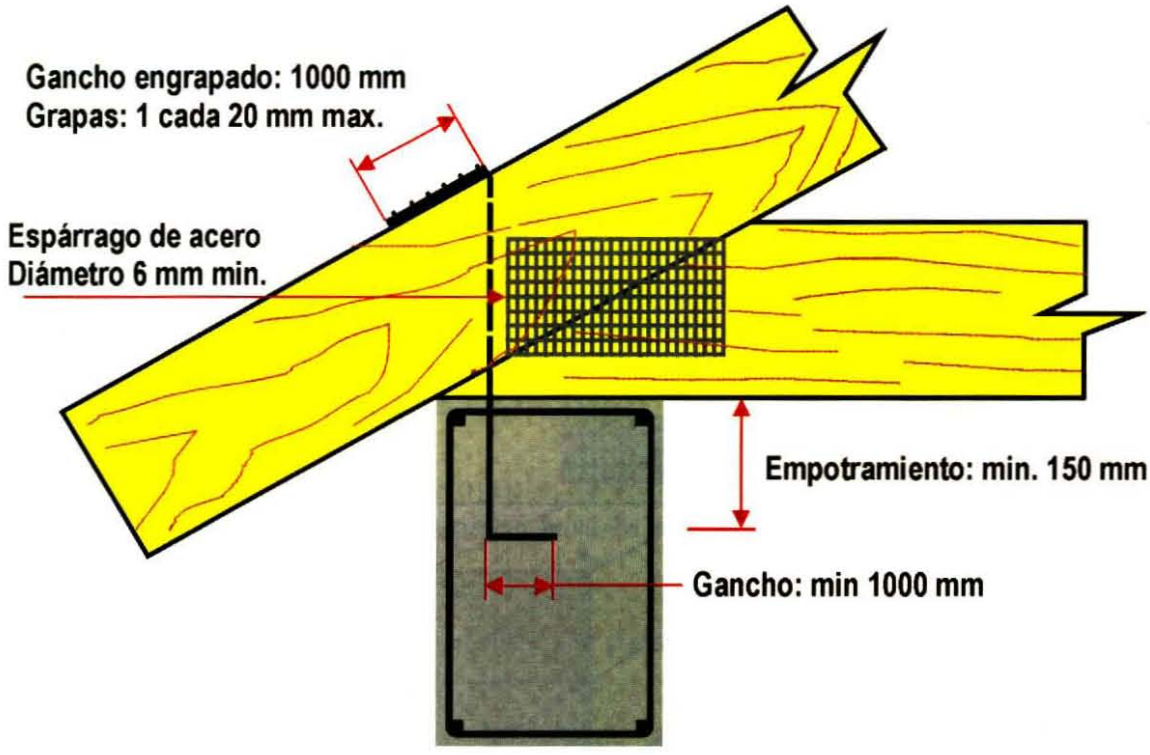


Figura 10: Detalle de anclaje de cercha prefabricadas a cadenas o vigas de hormigón

INFOR

2.5 FIJACIÓN A PANELES ESTRUCTURALES DE MADERA

La fijación de cerchas prefabricadas sobre paneles estructurales de madera, requiere de un cuidado especial para proteger la estabilidad de la techumbre contra esfuerzos horizontales (sismo) y esfuerzos ocasionados por la acción del viento. Es por ello que para garantizar dicha estabilidad, se recomienda adoptar la siguiente consideración técnica:

- En la zona superior de los paneles estructurales, la solera de amarre debe ser fijada a la solera superior del panel con clavos de 4" (1 cada 150 mm alternado en dos ejes), y además deben ser incorporados elementos metálicos de fijación para las cerchas, los cuales son denominados con el nombre de "hurricane clip" (Figura 11).

  Dicho conector debe ser fijado mediante clavos de 1 ½" a cada costado de la cercha por cada apoyo estructural que ella posea. Vale decir, una cercha simplemente apoyada, requiere de, a lo menos, 4 de estas fijaciones (2 por cada apoyo).

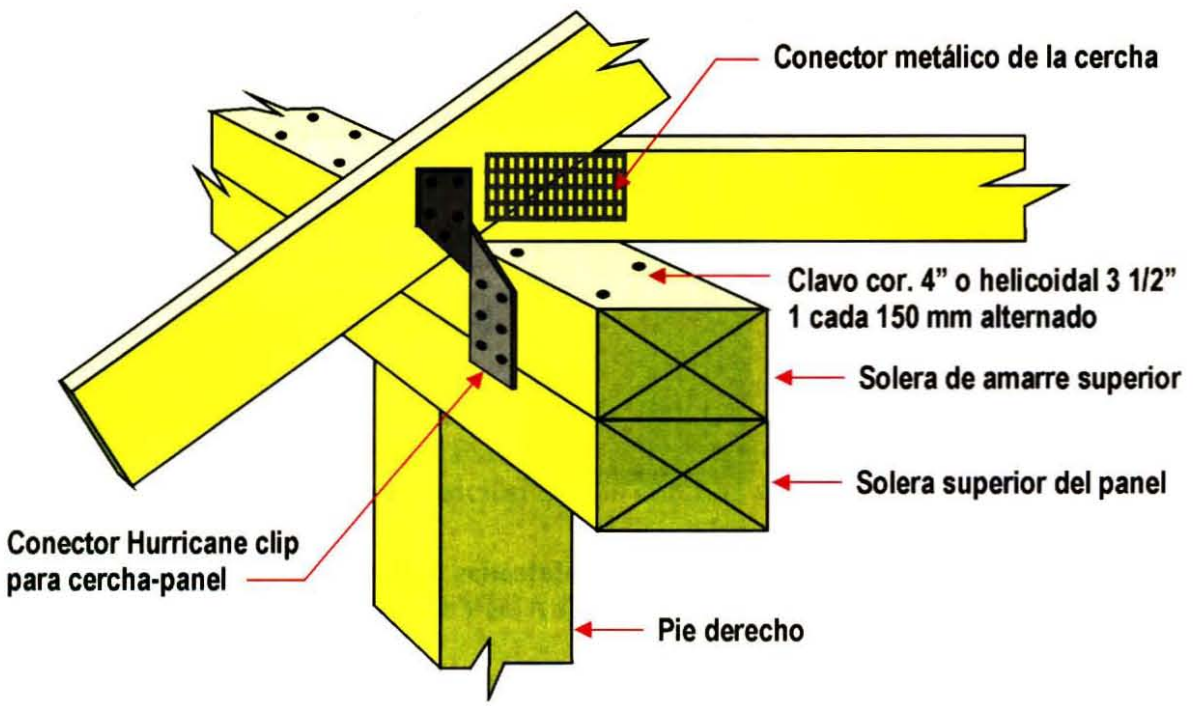


Figura 11: Anclaje de cercha prefabricada a panel estructural

INFOR

CAPÍTULO III: MARCOS Y PUERTAS DE MADERA

3.1 ESCUADRÍAS ESTÁNDAR DE MAYOR COMPATIBILIDAD

Un aspecto muy descuidado en la etapa de diseño arquitectónico, es especificar aquellas alternativas de materiales que impliquen 4 condiciones fundamentales:

- Que los materiales utilizados sean compatibles entre sí.
- Que la ejecución de la partida se realice en poco tiempo y con el mínimo de mano de obra.
- Que en obra no se deba recurrir a modificaciones de materiales o ubicación de algunos elementos para dar con una solución satisfactoria.
- Que la solución dada, dentro de los costos establecidos, sea estéticamente agradable.

Lo contrario de estas 4 afirmaciones, se presenta muy frecuentemente en construcción de viviendas económicas dado que la selección de los materiales a utilizar en la etapa de diseño, encuentra una serie de dificultades de compatibilidad, relacionada directamente a los materiales disponibles en el mercado y no sobrepasar los costos establecidos en el presupuesto general de construcción.

Es por ello que en esta parte del proyecto, se entrega una serie de alternativas compatibles entre sí, cuya aplicación garantiza para la partida "marcos y puertas de madera" las siguientes condiciones:

- Rápida ejecución en el montaje de paneles prefabricados, según las condiciones dadas en el Capítulo 1.
- Colocación del marco de puerta en el interior del vano, el cual ha sido dimensionado ajustadamente para la puerta y marco seleccionado.
- Presentación del marco de la puerta, el cual al ser ubicado en el vano, coincide exactamente con el espesor del tabique terminado.
- Rápido corte y ajuste de las molduras de terminación, que dan la presentación final del conjunto.
- Se evita la utilización de marcos de puerta "hechizos" los cuales se conforman con dos o más piezas de madera cepillada de cuestionable calidad.

Para lograr estas condiciones, aplicables a la construcción de viviendas eco-

INFOR

nómicas, se han establecido dos tamaños de escuadrías compatibles con materiales complementarios compatibles, que corresponden básicamente a las indicadas en el punto 1.7.1 del presente manual. Sin embargo, para cumplir a cabalidad con la condición de rapidez, economía y agrado, se propone considerar la escuadría aserrada (en bruto) de 45 x 69 mm.

Por tanto, las escuadrías propuestas para alcanzar esta condición de modulación son:

- Pino radiata aserrado dimensionado seco[4] (15% CH máximo) de 45 x 45 mm.
- Pino radiata aserrado seco (15% CH máximo) de 45 x 69 mm.

Esto último, está dado fundamentalmente porque las principales medidas estándar para la prefabricación de marcos de puerta en madera para la vivienda se confeccionan en las siguientes medidas:

- Marco pino Finger Joint de 30 x 70 mm.
- Marco pino Finger Joint de 30 x 90 mm.

El grado de compatibilidad que puede alcanzarse, al utilizar conjuntamente revestimientos de 10 mm de espesor, puede observarse en Figura 12.

3.2 CONDICIONES TÉCNICAS DE VANO

Un vano de puerta, en rigor, debe cumplir una serie de condiciones de estructuración, que muchas veces en obra no son debidamente cuidados, debido principalmente a una falta de detalles en los planos de diseño y problemas de espacio físico mínimo a cumplir en los recintos de las viviendas.

Es por ello, que en la etapa de diseño de tabiques y paneles prefabricados, hay que tener presentes las siguientes condiciones para poder aplicar correctamente las pautas establecidas en el punto 3.1.

[4] La escuadría de pino radiata aserrado dimensionado seco de 45 x 45 mm, ha sido establecida por el Grupo Técnico de Trabajo (Tabiques Divisorios de Madera), de la Corporación de Desarrollo Tecnológico de la Cámara Chilena de la Construcción, como la mínima escuadría a considerar en la solución de tabiquería interior divisoria en madera para la vivienda económica en Chile.

INFOR

INSTITUTO FORESTAL
BIBLIOTECA
Santiago - Chile

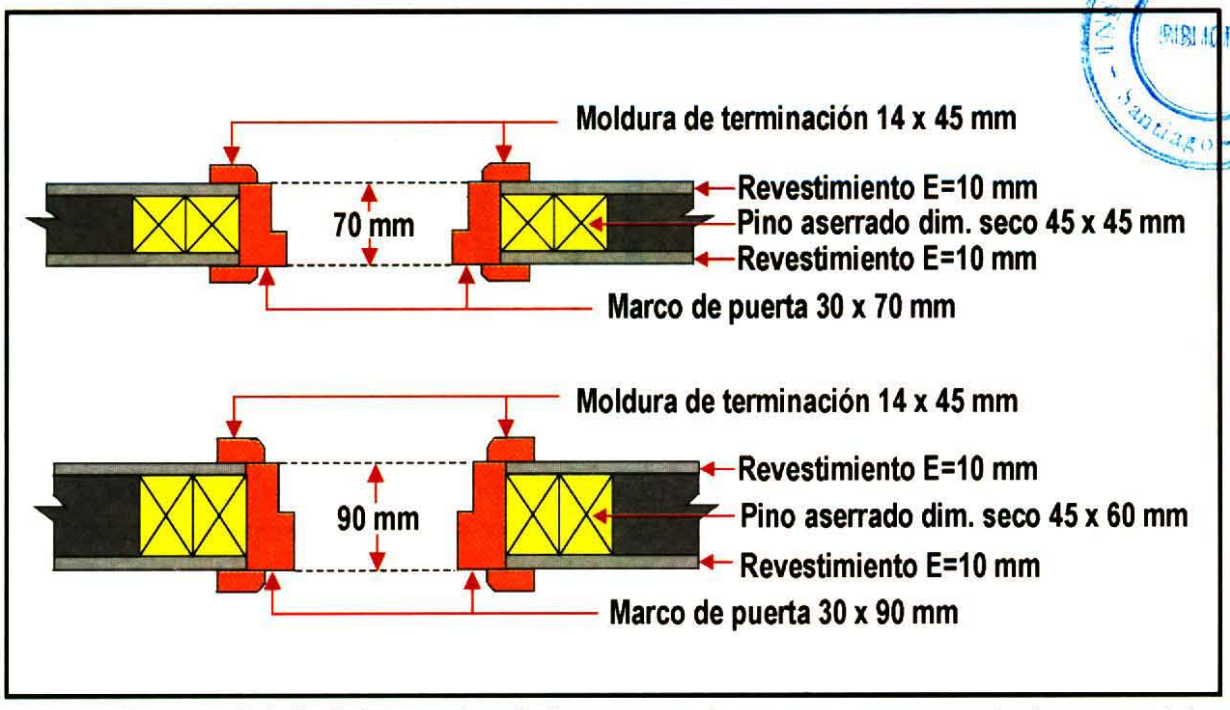


Figura 12. Compatibilidad dimensional de marcos de puerta, respecto de los materiales seleccionados y/o especificados.

- La estructuración del vano debe estar conformada, como mínimo, por dos piezas unidas entre sí, tanto en el batiente de cierre de la puerta, como en el batiente de giro.

- Si por condiciones de espacio, lo anterior no es posible, el diseño debe contemplar la colocación solidaria de la o las piezas faltantes, como aporte de los paneles adyacentes al señalado (Figura 13).

- Las 2 piezas verticales que conforman cada lado del vano, deben estar unidas entre sí por medio de clavo corriente o helicoidal, distribuidos a no más de 150 mm uno de otro.

- Para poder cumplir con la adecuada colocación del marco de puerta y sus correspondientes molduras de terminación, es necesario considerar en el diseño de paneles y tabiques, de al menos, una pieza por cada lado de la estructura de vano de la puerta, siempre y cuando se cumpla el aporte solidario de la otra pieza, por ejemplo, contenida en un panel ortogonal al primero. (Figura 13) .

- Es fundamental para el correcto funcionamiento de la puerta, y por ende de la estructura en general, constatar la colocación de anclajes o espárragos en ambos costados del tabique, que conforman el vano de puerta (Véase Figura 5)

INFOR

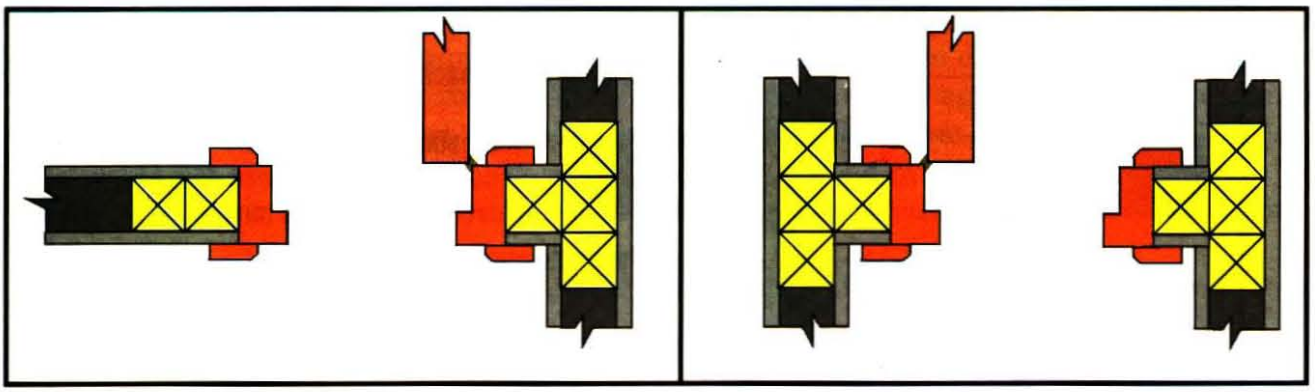


Figura 13. Condiciones técnicas del vano: aporte solidario de piezas

3.3 MODULACIÓN DEL VANO EN PLANTA

La puerta de mayor compatibilización con el sistema propuesto, es la hoja de 750 x 2.000 x 45 mm que en conjunto con su respectivo marco, conforma una dimensión de vano equivalente a dos unidades modulares de 400 mm. Sin embargo, debe tenerse presente las siguientes ventajas y desventajas:

3.3.1 Ventajas

- Los paneles prefabricados son diseñados considerando sólo una dimensión de vano para puerta, lo cual facilita la confección de los planos de detalle y la confección en planta.

- Puede obtenerse un máximo de aprovechamiento de los revestimientos especificados en los dinteles de las puertas. Cada módulo de revestimiento empleado en el dintel de una puerta, equivale a 350 a 400 mm de alto por 800 mm de ancho. Esto significa, por ejemplo, que de una plancha de yeso cartón de medidas estándar de 1,20 x 2,40 m, puede obtenerse exactamente 9 unidades para cubrir dicha superficie. Una vivienda tipo, de 3 dormitorios, cocina, baño y sala de estar - comedor, requiere de dicha cantidad para cubrir los dinteles de puertas en zonas secas.

- Facilita el almacenamiento en obra, ya que no se requiere clasificar stock de puertas por medidas diferentes.

INFOR

- La modulación establecida y propuesta por este proyecto, favorece la no-aparición de grietas verticales en los revestimientos, en la prolongación de los batientes del vano.

3.3.2 Desventajas

- En viviendas económicas de poca superficie, dificulta en exceso el diseño de arquitectura, debido principalmente a que algunos recintos tales como baños y cocinas, una puerta de 75 cm de ancho topa con artefactos y muebles de la vivienda.

- Una puerta de 75 cm es de un ancho insuficiente para considerarla como puerta de acceso a la vivienda.

3.4 FIJACIÓN MÍNIMA DEL MARCO DE PUERTA AL VANO

Como regla general, un marco de puerta debe ser fijado a los batientes del vano con tornillos de madera (cabeza plana) de 2 ½" x 10 mm, como mínimo. La distribución de tornillos para la fijación de un marco de puerta, se presenta en la Figura 14

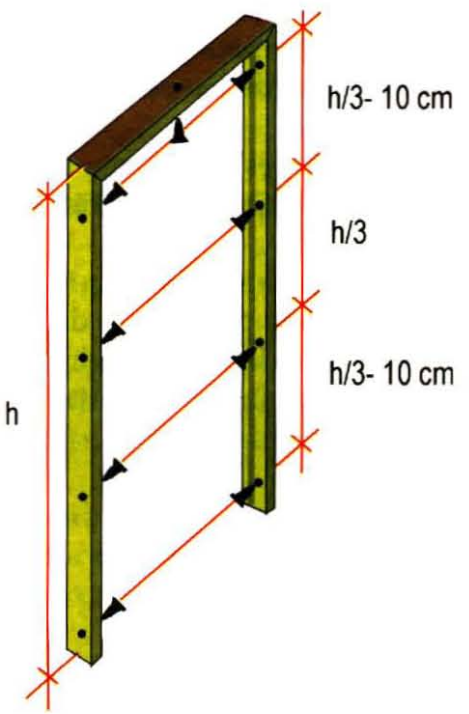


Figura 14. Distribución estándar para la fijación de tornillos en marcos de puerta

CAPÍTULO 4: ENTRAMADOS DE CIELO RASO.

Tradicionalmente, la ejecución de esta actividad en construcción de viviendas económicas, se ejecuta antes o después de confeccionada y/o montada la tabiquería divisoria interior.

En si, corresponde a una actividad lenta en la cual se genera gran pérdida de madera en piezas rechazadas y despuntes por cortes y ajustes.

El proyecto de estandarización ha propuesto la ejecución de esta actividad por medio de la utilización de entramados prefabricados en planta, de manera que puedan ser montados en su lugar de destino, de manera rápida, minimizando pérdidas de material y maximizando el rendimiento de mano de obra.

4.1 CONSIDERACIONES BÁSICAS PARA EL DISEÑO

- Para el diseño de estos entramados, se ha considerado una retícula modular de 600 x 600 mm, ya que ella optimiza el uso de la madera y permite una adecuada superficie de fijación para los revestimientos en formatos de 1,20 x 2,40 m.

- Los entramados son nivelados y "colgados" a la estructura de techumbre por medio de colgadores u orejas de madera; generalmente, de la misma escuadría utilizada para la prefabricación de los entramados (45 x 45 mm).

- El entramado de cielo nivelado, es el encargado de dejar la altura estándar de piso a cielo, con la cual los tabiques divisorios interiores pueden ser prefabricados.

- El entramado de cielo, ejecutado por medio de paneles prefabricados, puede ser ejecutado de una sola vez, evitando así el posterior replanteo de trazados y niveles en cada uno de los recintos delimitados por la tabiquería divisoria interior.

4.2 CONDICIONES TÉCNICAS BÁSICAS PARA LA PLANTA DE PREFABRICACIÓN

Básicamente, son las mismas condiciones planteadas para los tabiques o paneles prefabricados; sin embargo, uno de los aspectos que debe cuidarse es la buena coordinación entre la dirección de la faena y la planta de prefabricación. Esto con el objeto de acordar cuáles deben ser las dimensiones de ancho y largo de los entramados, de modo que

INFOR

puedan ser ingresados al interior de la vivienda en construcción, la cual ya se encuentra techada al momento de iniciar esta actividad.

Es por ello que una buena modulación para estos entramados es la de 1.600 x 2.400 mm, traslapado con módulos de 800 x 2.400 mm.

4.3 PRECAUCIONES PARA EL TRANSPORTE Y MONTAJE

4.3.1 Transporte y almacenamiento

Deben considerarse las mismas condiciones señaladas para el transporte y almacenamiento de los tabiques prefabricados. Es decir, los principales cuidados durante el transporte están en la limpieza y la poca exposición de los entramados a las condiciones de intemperie

4.3.2 Montaje

Tal como se mencionó anteriormente, la altura de estos entramados está dada por la altura de los tabiques prefabricados.

Los entramados deben ser "colgados" a la estructura de techumbre por medio de "orejas" de madera a razón de 4 por m^2 de cielo raso.

En la Figura 15 se presenta la ubicación de los colgadores e información adicional para la fijación de los diferentes componentes de estos entramados.

4.4 FIJACIÓN DE LOS ENTRAMADOS

4.4.1 Fijación a cadenas o vigas de hormigón y estructura de techumbre

- El nivel horizontal debe ser trazado en la cadena o viga de hormigón, con el objeto de determinar la altura de unión entre los entramados prefabricados de cielo y la solera superior de los tabiques prefabricados.

- Las piezas de madera de los entramados, que conforman la línea de fijación con la cadena de hormigón, deben ser fijadas por medio de clavo percutado de 3,7 x 72 mm, uno cada 300 mm, o bien, perno de anclaje, uno cada 600 mm de longitud.

INFOR

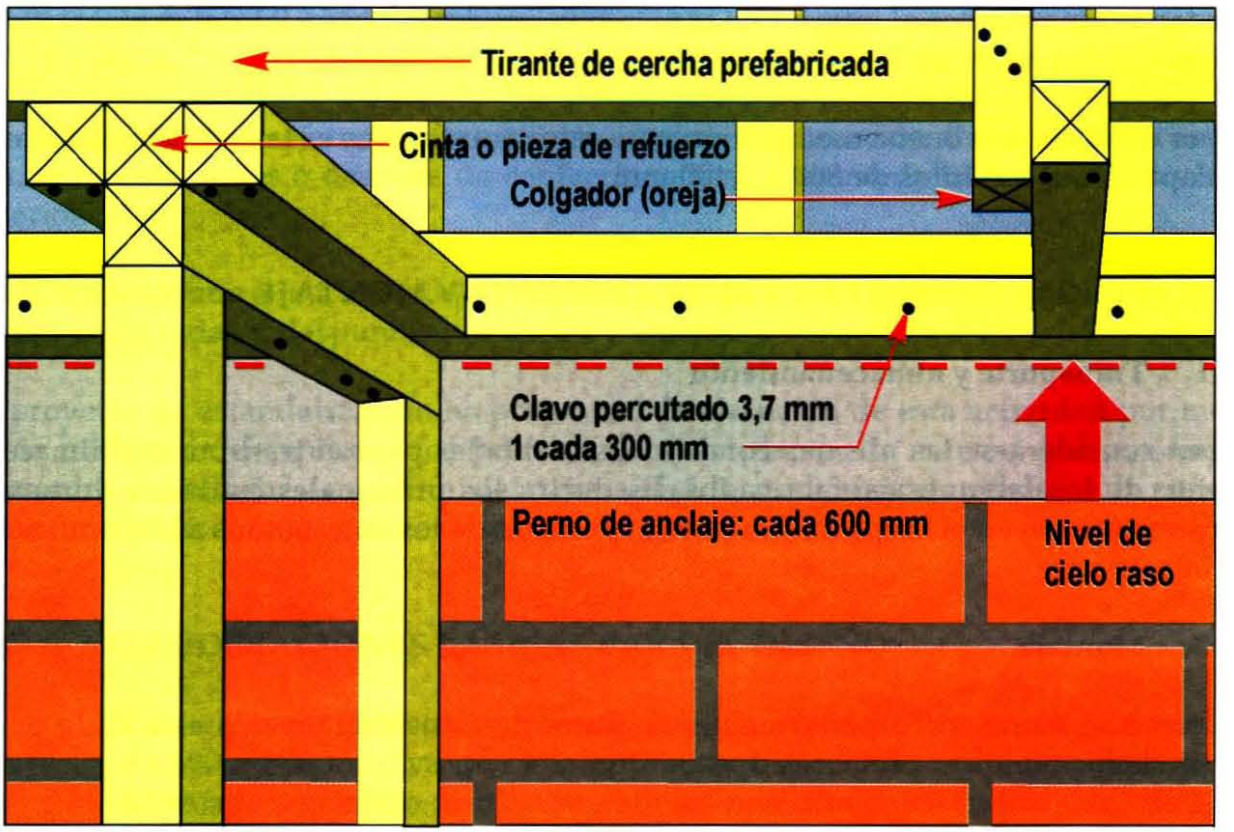


Figura 15. Detalle de fijación y colgado de los entramados de cielo raso.

- Los colgadores (orejas) deben ser fijados por medio de clavo corriente o helicoidal, por no menos de dos claves por punto de unión: colgador - cercha y colgador - cinta de entramado. Figura 15.

INFOR

CAPÍTULO V: ENVIGADOS DE PISO Y ENTREPISO

5.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

En la vivienda social y económica, tradicionalmente se diseña y construye en base a fundaciones en cimiento corrido, rellenos compactados y radier de hormigón, en el caso de una vivienda de un piso. Para dos pisos o más, la losa de hormigón armado representa la solución constructiva utilizada en el 100% de los casos. (Ver esquemas representados en Figuras 16 y 17)

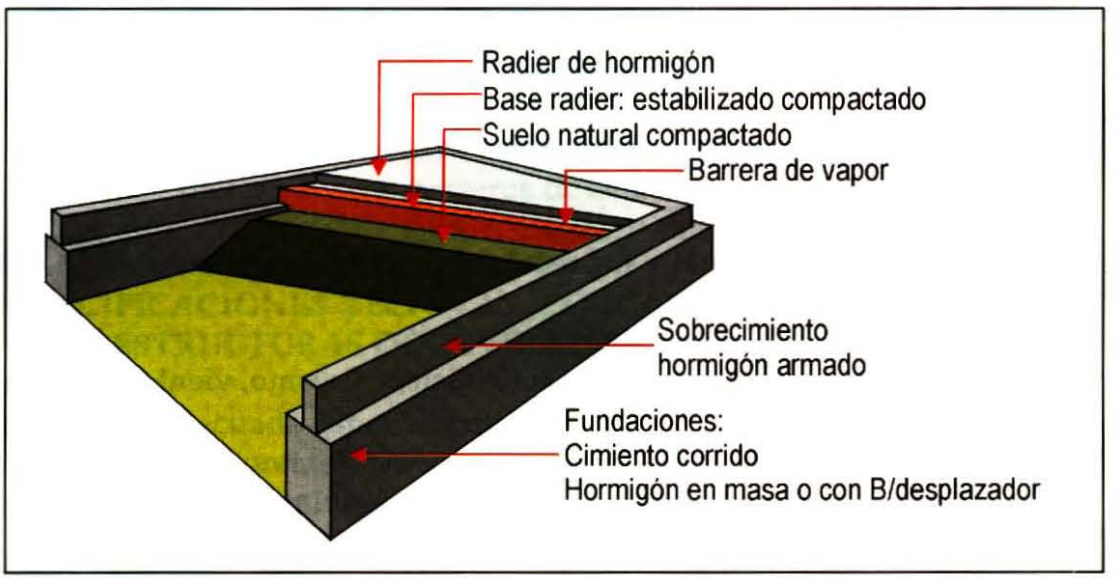


Figura 16. Esquema de fundación tradicional en hormigón

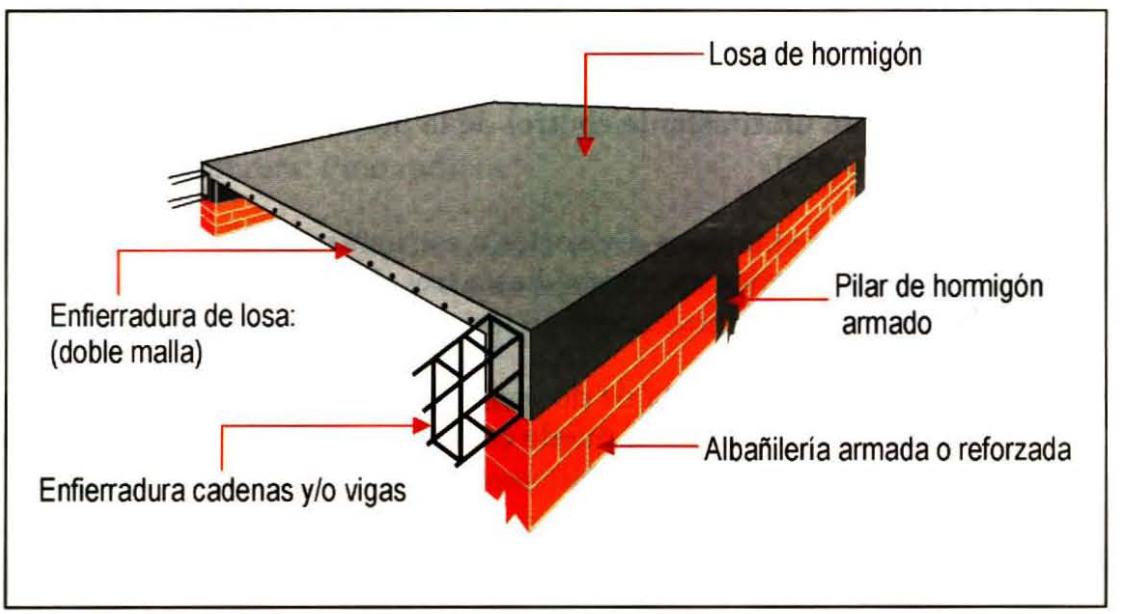


Figura 17. Esquema de losa de entrepiso en hormigón armado.

Estas partidas de construcción ejecutadas en hormigón en masa[5] (cimiento corrido), o bien hormigón armado (sobrecimientos, pilares, vigas, cadenas y losas), constructivamente tienen una serie de ventajas y desventajas con respecto al uso de la madera:

5.1.1 VENTAJAS CON RESPECTO A LA MADERA

- Son elementos constructivos muy durables en el tiempo
- El hormigón puede ser calculado y especificado fácilmente por resistencia, o bien por dosis mínima de cemento.
- Los materiales empleados son de bajo costo
- El hormigón ya endurecido resiste el ataque de la humedad y otros agentes químicos y biológicos
- Con la tecnología actual y los recursos disponibles, la colocación del hormigón es relativamente fácil
- Mecánicamente resiste elevadas solicitaciones: sismo, viento, corte basal, etc.
- Alta resistencia a la compresión.
- Alta resistencia a la flexo tracción (hormigón armado).

5.1.2 DESVENTAJAS CON RESPECTO A LA MADERA

- Los elementos de hormigón tienen un elevado peso[6]
- Se requiere de un constante control de la dosificación y de sus componentes (cemento y arena).
- La colocación de tabiques divisorios o estructurales sobre un radier o losa de hormigón, no pueden ejecutarse hasta tres días, como mínimo, de fraguados los hormigones.
- Si se trata de una vivienda de dos pisos con losa de hormigón, ninguna partida de obra del primer piso, puede comenzar, sino hasta haber transcurrido a

[5] Generalmente al cimiento corrido puede incorporársele Bolón Desplazador en cantidades que van desde un 20 a un 30% del volumen total de cimiento.

[6] El Hormigón en masa y el hormigón armado pesan 2.200 Kg/m^3 y 2.400 Kg/m^3, respectivamente

INFOR

lo menos, 10 días corridos desde la ejecución del hormigonado de losa, y además hayan sido retirados la totalidad de moldajes, alzaprimas, carreras para el hormigonado, etc.

- La ejecución de fundaciones, radieres y losas implica la ejecución de trabajos húmedos (colocación y curado del hormigón).

- Se requiere de un elevado número de máquinas, accesorios y personal de obra para la ejecución de faenas de hormigonado.

- Cuando no existe disponibilidad inmediata de áridos, agua potable y aditivos, la fabricación del hormigón y el traslado desde una planta hasta su lugar de colocación, se encarece significativamente.

- Para la terminación final o colocación de los pavimentos definitivos, por lo general se requiere ejecutar otras obras complementarias, tales como los afinados de piso en base a morteros de cemento y arena.

5.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS BÁSICAS A CONSIDERAR EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ENVIGADOS PARA PISOS (FLOOR FRAMING).

Para efectuar una adecuada especificación técnica de la madera que se utilizará en la confección de módulos prefabricados para piso o entrepisos, deberá tenerse presente, las siguientes condiciones mínimas:

5.2.1 Envigados para pisos:

Las consideraciones mínimas de especificación para el diseño y prefabricación de módulos de envigados para pisos son:

- **Uso o destino de la madera**: Vigas de madera para estructura de pisos.

- **Especie maderera**: Pino radiata.

- **Escuadría nominal**: Según cálculo estructural o en su defecto 41 x 185 mm modulado en distanciamiento de acuerdo a la tabla de pre-dimensionamiento indicado en Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.

- **Grado de elaboración**: Cepillado

- **Secado**: En secador, 15% de contenido de humedad máximo al momento de ser recibida en planta o en obra.

- **Forma y método de fijación**: Los indicados en memoria de cálculo.

INFOR

- **Clasificación**: Visual G1

- **Preservación**: Sales CCA, 4 Kg de óxidos activos por m^3 de madera. Debe incluir certificación de penetración y retención.

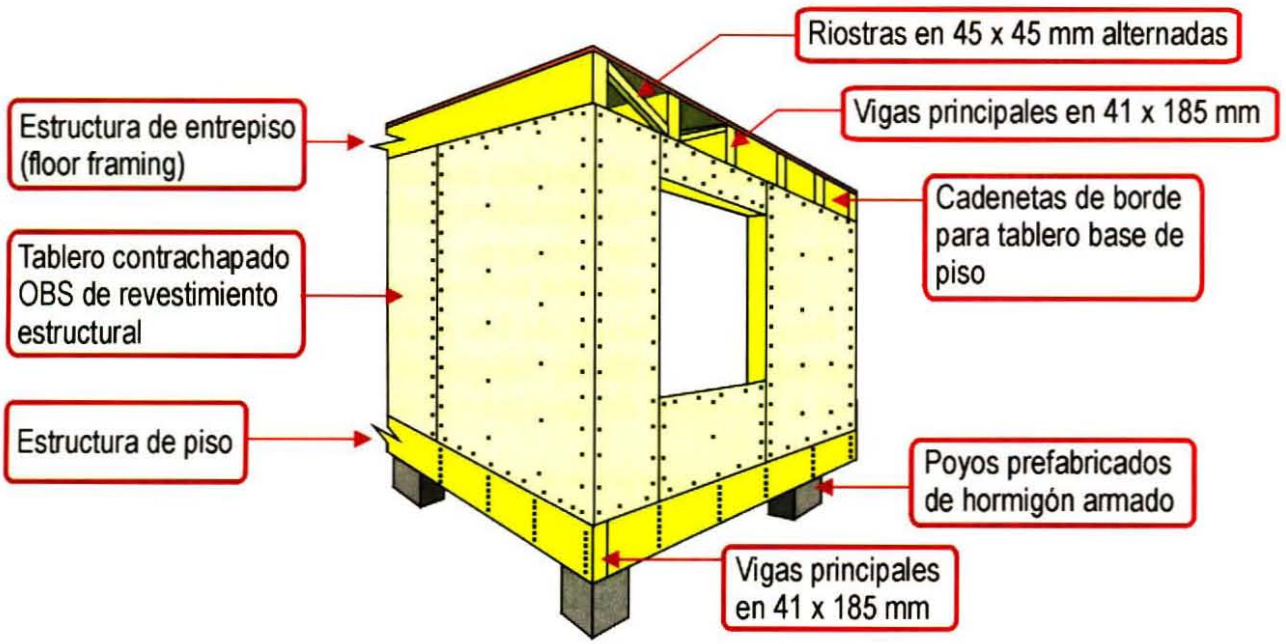


Figura 18. Elevación esquemática pisos y entrepisos prefabricados en madera

5.2.2 Envigados para entrepisos:

Deberán considerarse las mismas condiciones mínimas indicadas en el punto anterior, con la salvedad de la preservación, la cual podrá ser flexible de acuerdo a las condiciones ambientales y técnicas presentes en el lugar donde la madera vaya a prestar servicio.

5.3 CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO EN PLANTA

La modulación y distribución de los componentes debe realizarse en función de la seguridad estructural y de la eficiencia en el uso de los tableros estructurales de revestimiento o de base, ya que ellos representan la mayor incidencia en los costos de fabricación, tanto in situ como en una planta industrializadora. Por lo tanto, para efectos del presente manual, se consideró una retícula de modulación de 600 mm en estructuras para piso (Figura 19), apoyada sobre fundaciones aisladas; y de 400 mm para estructuras de entrepiso (Figura 20), apoyada en el perímetro de los muros del primer piso. La sección nominal de la viga estándar es de 41 x 185 mm (2" x 8"), ya que es la de mayor comercialización en cuanto a calidad, clasificación estructural y largo comercial superior a los 3,20 m disponibles en el mercado nacional.

INFOR

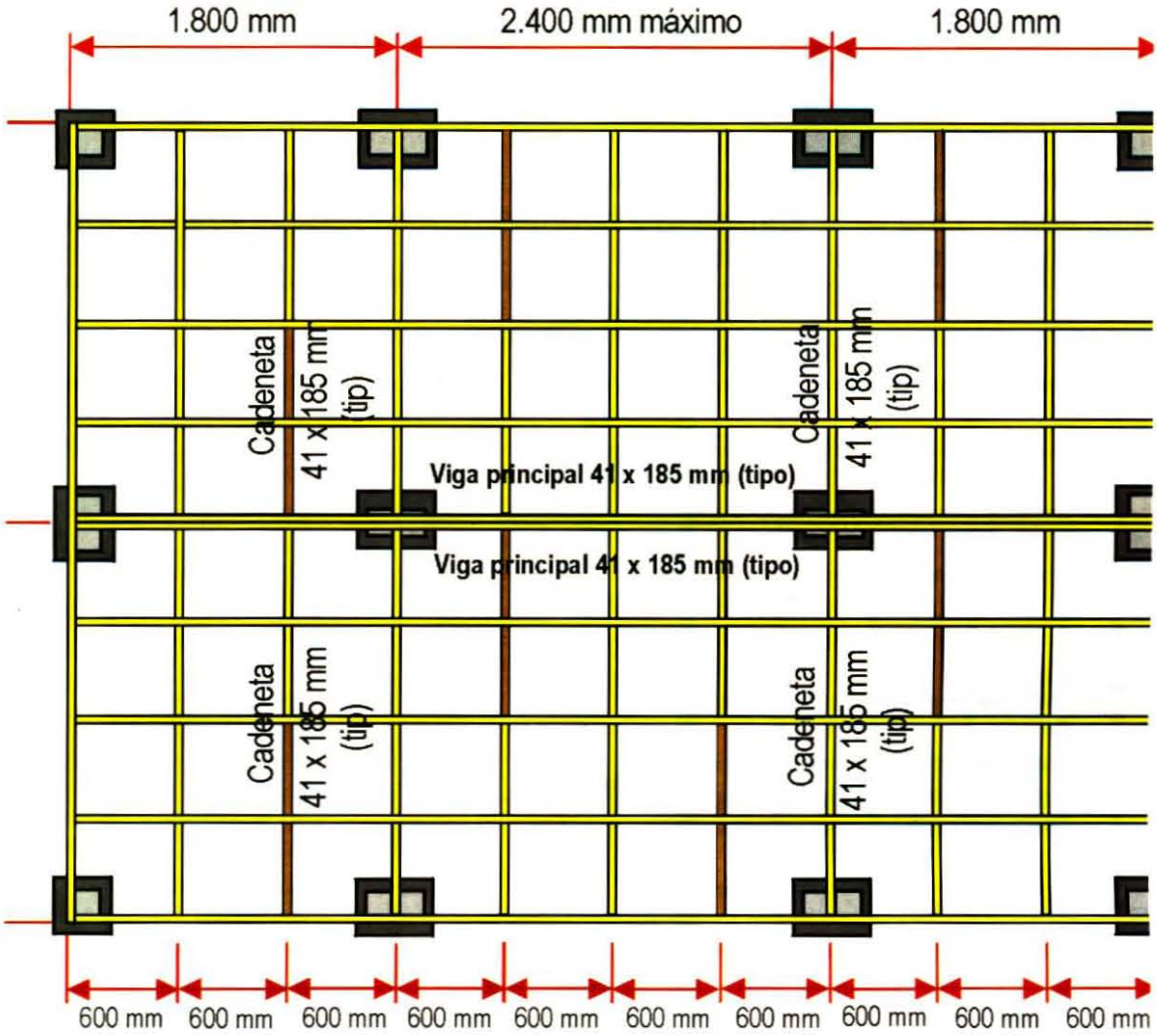


Figura 19. Retícula modular mínima para envigados prefabricados de piso

Definida la sección nominal de las vigas principales (41 x 185 mm), la modulación debe pre-dimensionarse de acuerdo a los datos proporcionados en Tabla 7:

Tabla 7: Pre-dimensionamiento de la modulación respecto de la sección nominal

Espaciamiento entre apoyos (m)	Espaciamiento entre vigas (m)	Escuadría nominal en mm según sobrecarga de diseño: 150 Kg/m² Grado Visual G1	Flecha (cm)
2,0	1,60	41 x 185	0,3
2,4	1,00	41 x 185	0,4
3,2	0,60	45 x 185	0,7
3,6	0,40	41 x 185	1,0

Como puede observarse en la Tabla anterior, las modulaciones de mayor compatibilidad con los tableros utilizables para estructuración y base de pisos son las retículas de 600 y 400 mm.

Aplicando una modulación de 400 mm a las estructuras prefabricadas de entrepiso (Floor Framing), en la Figura 20 se entrega una hoja de prefabricación tipo, aplicada a la misma situación descrita anteriormente:

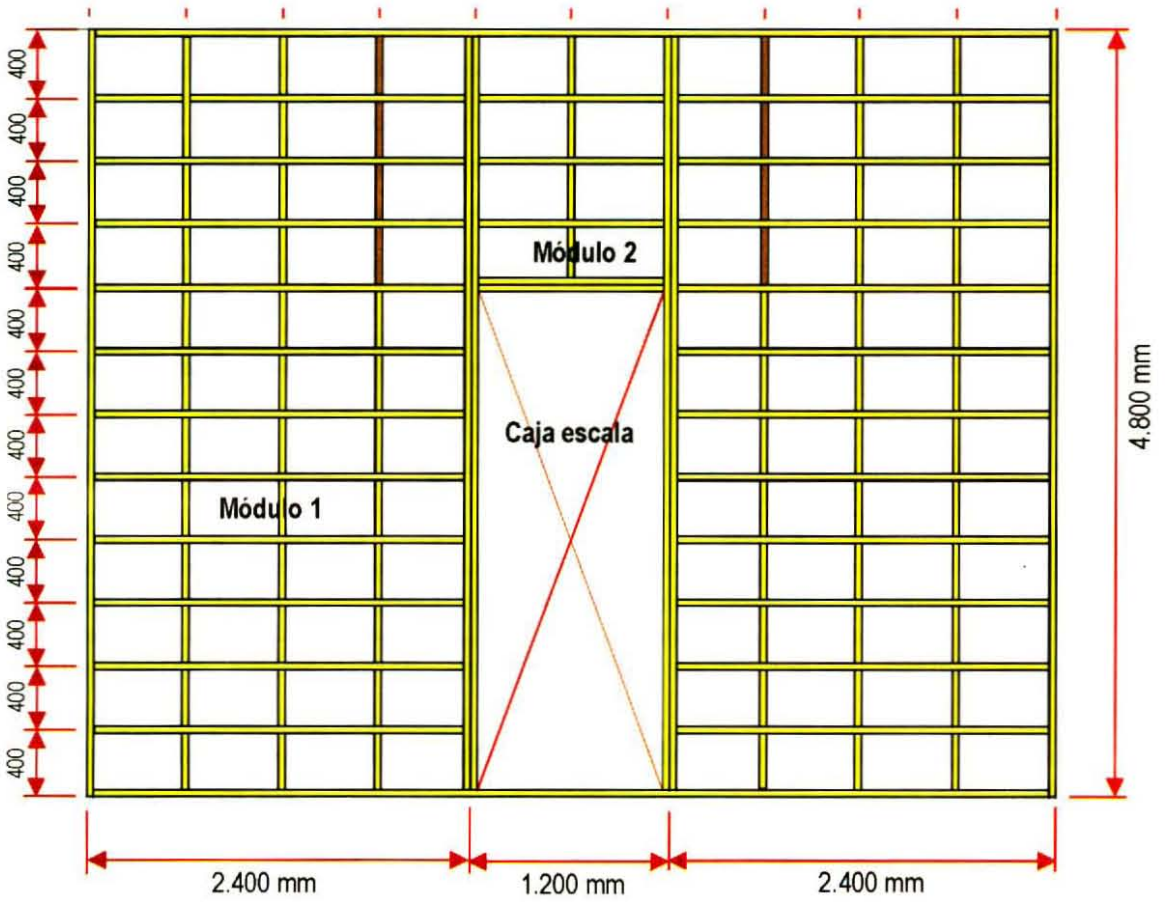


Figura 20. Entramado modulado para estructura de entrepiso.

5.4 CONSIDERACIONES TÉCNICAS PARA LOS ANCLAJES

5.4.1 Anclaje a cadena o viga de hormigón armado

Los entramados prefabricados para entrepiso pueden ser anclados a elementos de hormigón armado, tales como vigas de fundación, cadenas y vigas superiores por medio de pletinas de acero empotradas al hormigón. Sobre éstas, es soldada otra pieza metálica "en ángulo", que por medio de pernos pasados, estructura el anclaje de los entramados prefabricados, Figura 21(a)

5.4.2 Anclaje a paneles prefabricados estructurales

Tal como se ilustra en la Figura 21(b), el anclaje de los entramados prefabricados de entrepiso, debe realizarse por medio de conectores metálicos apernados o clavados a la solera de amarre y solera superior del panel, de manera de impedir cualquier desplazamiento horizontal o volcamiento de las vigas principales.

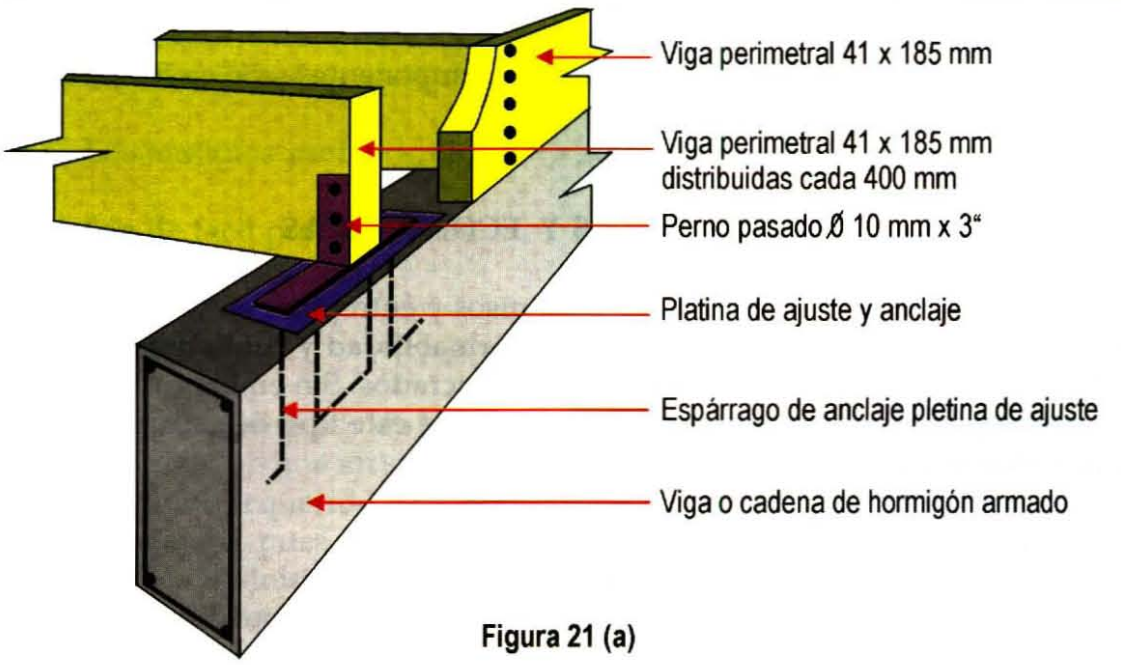


Figura 21 (a)

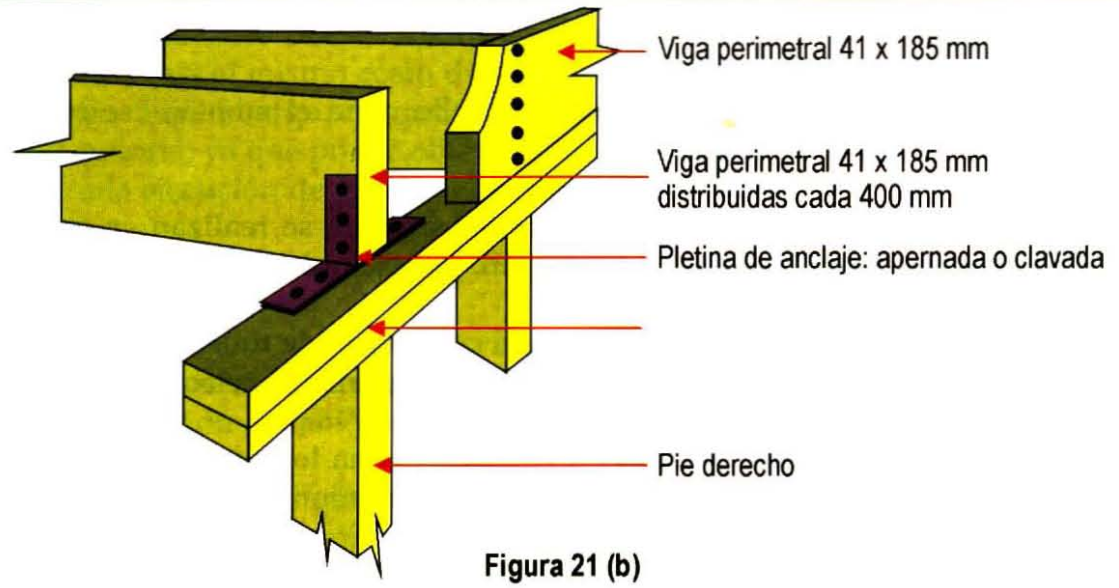


Figura 21 (b)

Figuras 21(a) y 21(b). Anclaje de estructuras de piso o entrepiso a elementos de hormigón y paneles estructurales de madera.

Aún cuando los anclajes sobre elementos de hormigón o paneles estructurales de madera deben ser diseñados a través del cálculo estructural, deben considerarse las siguientes condiciones mínimas de distribución:

- Un anclaje cada 1.200 mm como máximo
- Un anclaje reforzado en cada extremo del entramado prefabricado
- En los puntos donde se unen dos entramados prefabricados de piso, debe realizarse un anclaje que una a ambos componentes y no en forma individual a cada uno.

5.5 CONSIDERACIONES TÉCNICAS Y ECONÓMICAS

Las estructuras de madera en envigados para pisos y entrepisos en viviendas económicas son muy resistidos por su condición de deformabilidad y ruido o "crujir de la madera" al transitar o caminar por los recintos involucrados. Sin embargo, los principales beneficios que pueden destacarse en la utilización de este tipo de estructuras son muy variadas, desde el punto de vista técnico y económico:

Ventajas Técnicas

- El montaje de estas estructuras prefabricadas puede realizarse en menos de un día de faena y permite, en forma inmediata, el inicio de las siguientes partidas de construcción tales como tabiques interiores de 1° piso o los de 2° piso.
- Las estructuras son muy livianas. Por ello, para el montaje, se requiere de una grúa de capacidad menor.
- Las obras de construcción involucradas siempre se realizan en seco. No se realiza faenas de curado del hormigón, por ejemplo.
- Con un adecuado diseño, se facilita la colocación de tuberías y cañerías para las instalaciones básicas: agua potable, alcantarillado, electricidad, etc.
- Es posible incorporar sobre el tablero base, una loseta de hormigón liviano de poco espesor (3 a 5 cm), con el objeto de minimizar el ruido y crujir de la madera en la vivienda.
- No se requiere la colocación de moldajes de ninguna especie.
- Se facilita el anclaje de los entramados a los elementos inferiores.
- Vigas estructurales de pino elaborado de 41 x 185 mm. (Escuadría nominal

INFOR

2" x 8") se pueden adquirir fácilmente en el comercio nacional, en diferentes largos y con sellos de calidad.

- Con un adecuado diseño y aislación pueden obtenerse estándares de habitabilidad muy superiores a los conseguidos con una losa de hormigón armado.

- Las instalaciones eléctricas y /o sanitarias pueden ser ejecutadas con mayor seguridad y facilidad. Al mismo tiempo las instalaciones presentan mayor registrabilidad

- Los módulos prefabricados para entrepiso son de fácil diseño.

- Son de fácil prefabricación.

INSTITUTO FORESTAL - BIBLIOTECA - Santiago - Chile

Ventajas económicas:

- Aún cuando el uso de módulos prefabricados para pisos, tienen un costo directo mayor que un sistema tradicional de fundaciones y radier en hormigón, el tiempo requerido para la ejecución de ambos sistemas da una clara ventaja al primero, pues alcanzar la etapa terminada para la colocación de los pavimentos definitivos sobre una superficie estructurada en madera se finaliza aproximadamente 5,5 días antes que con un sistema en hormigón. Esto último significa un 53% de ahorro en gastos generales asociados.

- Los módulos prefabricados en madera para entrepisos (Floor Framing), tienen casi el mismo costo directo que una losa tradicional de hormigón armado. Sin embargo, en gastos generales asociados, la ventaja de los primeros es notoria, ya que puede obtenerse una ventaja de 13 días corridos, con respecto a la ejecución de una losa de hormigón armado.

Desventajas comparativas

- Puede verse limitada la luz libre de los recintos, si es que no se incorpora la colocación de tabiques estructurales en los paneles divisorios de la vivienda.

- Al cabo de un tiempo la madera cruje. Sin embargo esta desventaja puede ser solucionada completamente con la incorporación de losetas de hormigón liviano colocadas y afinadas sobre el tablero estructural de piso (Figura 22).

- Bajo ciertas condiciones de descuido de los usuarios de la vivienda, pueden tener un claro desmedro de duración en el tiempo.

INFOR

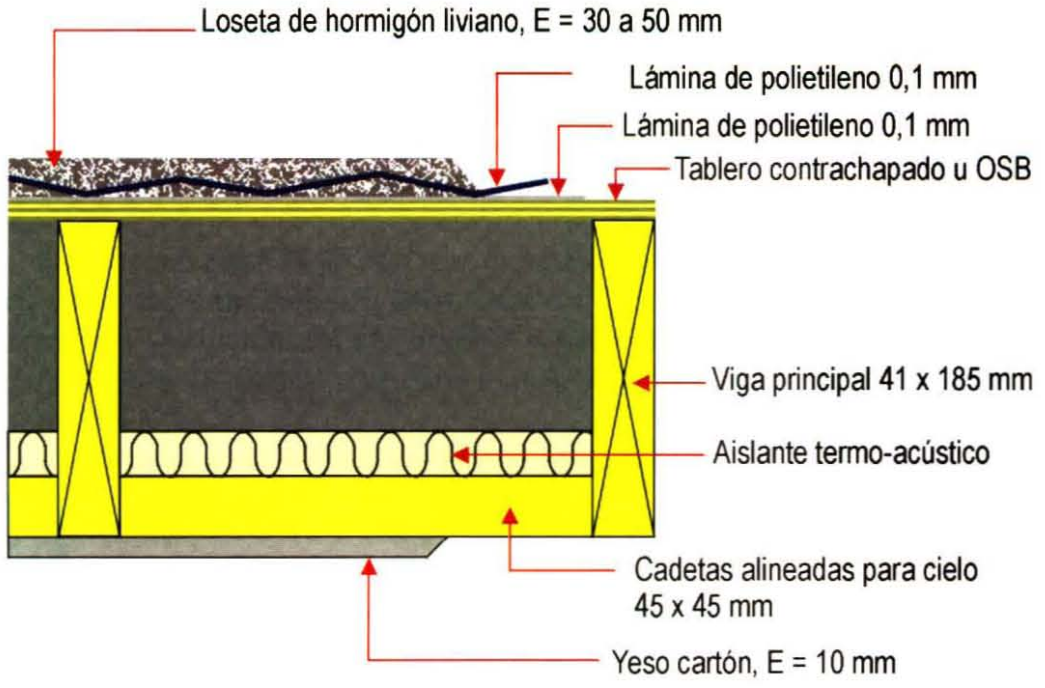


Figura 22. Componentes de un entrepiso eficiente de madera

6 COMENTARIOS FINALES

La información proporcionada en el presente manual forma parte de algunas de las preguntas y situaciones más frecuentes que se presentan en el montaje de estructuras prefabricadas en madera.

Las recomendaciones técnicas aquí ilustradas corresponden a las mínimas requeridas para garantizar la correcta ejecución de las obras descritas. No obstante, de acuerdo a la superficie útil de la vivienda y las condiciones de diseño de la vivienda, es necesario contar siempre con el debido respaldo del ingeniero calculista.

Debe tenerse presente que la construcción de viviendas con elementos prefabricados en madera resulta conveniente por sobre los métodos de construcción tradicional, ya que pueden obtenerse importantes ahorros por calidad y rapidez de ejecución, importantes economías en los costos directos y gastos generales de la obra y un mejoramiento en la percepción del usuario final, respecto del uso de la madera en construcción.

INFOR

