

Capítulo III

Unidad 13

Aspectos de Habitabilidad

Unidad 14

Aislación y Ventilación

Unidad 15

Protección contra el Fuego

Unidad 16

Consideraciones en las Instalaciones



Unidad 13

ASPECTOS DE HABITABILIDAD



Unidad 13

UNIDAD 13

ASPECTOS DE HABITABILIDAD



13.1 INTRODUCCIÓN

El término habitabilidad es definido por la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) en el Título 4 de la Arquitectura Capítulo 1, como el concepto básico que debe cumplir todo local destinado a ser alojado y que se refiere a la calidad de los atributos que le permite a sus moradores (o usuarios) desarrollar su vida en condiciones de protección ambiental, salubridad, independencia y seguridad, razón suficiente para considerar la protección térmica y barreras que protejan de los agentes externos a la envolvente, como argumento clave para lograr un correcto comportamiento higrotérmico.

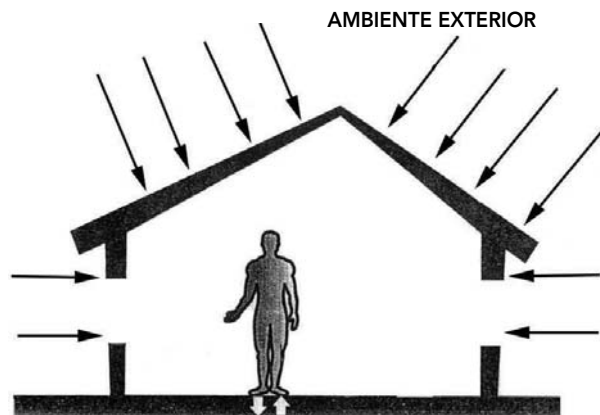


Figura 13 - 1: Diferentes agentes externos que conforman el ambiente exterior.

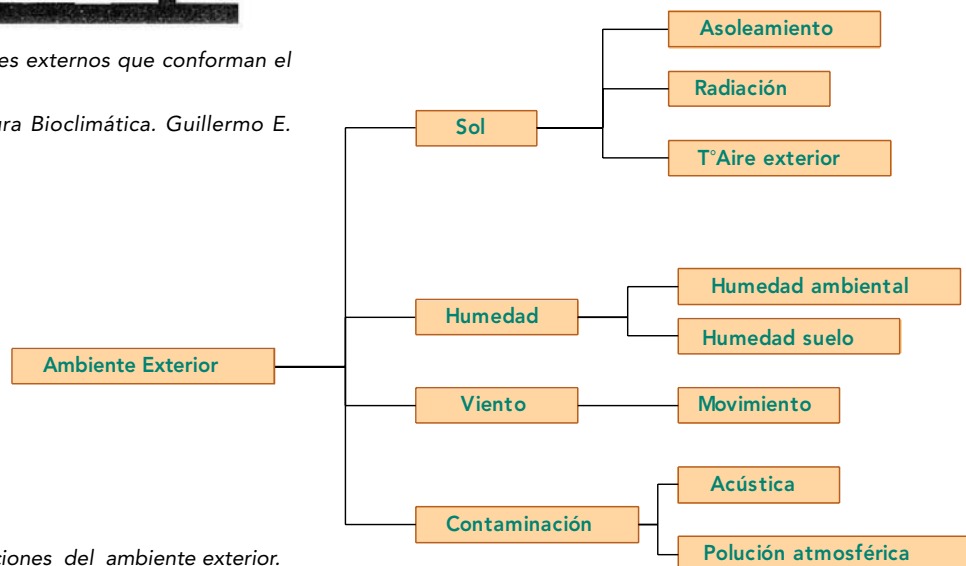
(Fuente: Manual de Arquitectura Bioclimática. Guillermo E. Gonzalo)

13.2 PROTECCIÓN AMBIENTAL

La protección ambiental está referida a los elementos constructivos y naturales que aíslan de los agentes agresivos del medio ambiente externo a la vivienda, tales como aleros, celosías fijas y móviles, árboles y jardineras, persianas y toldos, entre otros, capaces de modificar las condiciones de ambiente interior de la vivienda, logrando condiciones ambientales confortables para los usuarios.

13.2.1 Ambiente exterior

El ambiente exterior está referido a los factores climatológicos del lugar en el que se inserta la vivienda, los que llamaremos solicitaciones ambientales de una zona geográfica determinada (Esquema 13 - 1).



Esquema 13 - 1: Solicitaciones del ambiente exterior.

Estas solicitaciones afectarán directamente las condiciones de confort del ambiente interior, el que está definido como la combinación de temperatura del aire, la humedad relativa, la temperatura de los muros y el movimiento del aire con el que el ser humano expresa satisfacción.

Conceptualmente, la envolvente de una vivienda es una barrera o una separación entre un ambiente controlado (el interior de la vivienda) y otro que no lo está (el ambiente exterior), como se observa en la Figura 13 - 2.

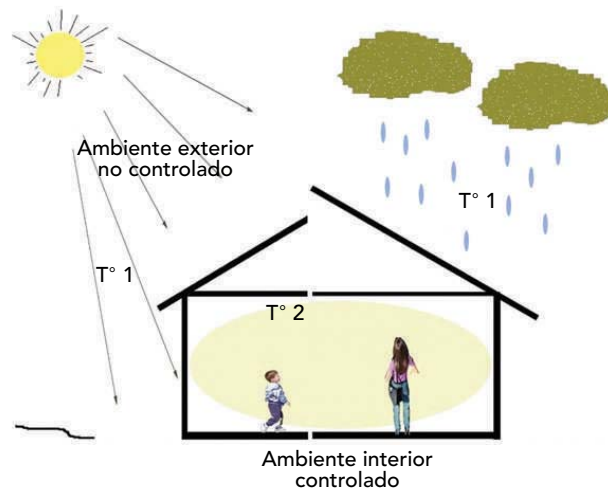


Figura 13 - 2: Ambiente interior controlado y ambiente exterior.

Se asume a la envolvente como una barrera imperfecta, de manera que el calor exterior no es del todo detenido por la envolvente de la vivienda. Es por esto que es necesario analizar la transferencia de calor que ocurre entre el ambiente interior y exterior de una vivienda.

13.2.1.1 Comportamiento de la vivienda frente a la acción de las radiaciones solares

En relación con el comportamiento de la vivienda frente a la acción de las radiaciones solares, se debe analizar en primer lugar la transmisión de calor a través de los materiales traslúcidos, los que permiten ganancias térmicas por su exposición a la radiación directa del sol, lo que también obliga a ciertos equilibrios entre ganancias solares y pérdidas de calor en período de invierno.

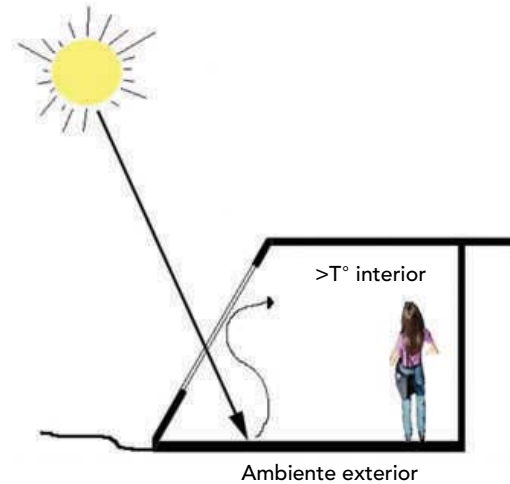


Figura 13 - 3: Aumento de temperatura al interior de un recinto, producto de la ganancia de calor por intermedio de la superficie vidriada.

La cuantía, importancia y calidad de esta ganancia de calor dependerá de:

- La orientación de las superficies transparentes o translúcidas

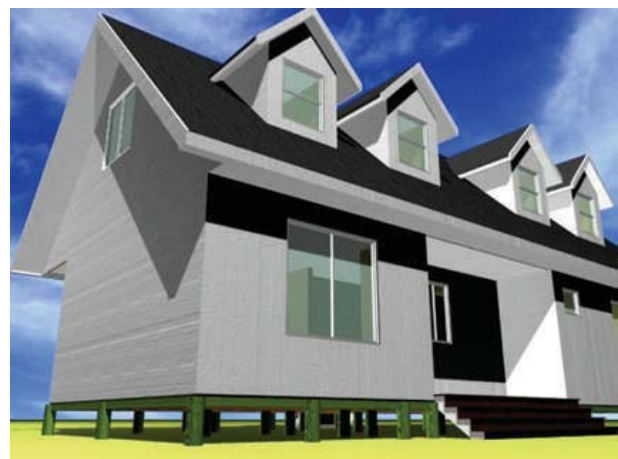


Figura 13 - 4: En la vivienda prototipo se aprecia la orientación de las zonas vidriadas.

UNIDAD 13

ASPECTOS DE HABITABILIDAD

- La presencia de protección natural o artificial



Figura 13 - 5: Protección artificial del asoleamiento interior de una vivienda.

Debemos considerar también la radiación que incide sobre las superficies opacas de la vivienda. Si éstas se ubican entre dos ambientes a diferentes temperaturas, se produce una transferencia de calor desde la cara caliente hacia la cara más fría. Esta transmisión se produce desde el aire interior (ambiente más caliente) hasta la cara interna del muro, para finalmente pasar desde la cara externa del muro (ambiente más frío) hasta el aire exterior.

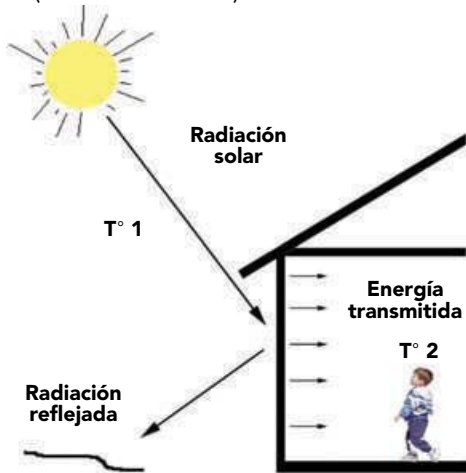


Figura 13 - 6: Radiación reflejada y radiación transmitida por la superficie de la envolvente de la vivienda.

La radiación reflejada dependerá de las características superficiales del material. Un acabado superficial que refleje la radiación solar disminuirá el paso del flujo de calor a través de la envolvente de la vivienda. En este punto es altamente relevante el color superficial, además de la rugosidad del material que componga el revestimiento.

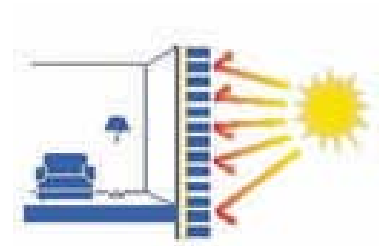


Figura 13 - 7: Transferencia térmica al interior de la vivienda por intermedio de las superficies opacas de la vivienda (masa).

Un concepto que es importante tener en cuenta para el comportamiento de la vivienda frente a las radiaciones solares es la inercia térmica.

La inercia térmica de una vivienda está asociada a la posibilidad de almacenar calor en sus componentes de construcción, pudiendo implicar efectos positivos para las condiciones de confort, tanto en períodos fríos como calurosos del año.

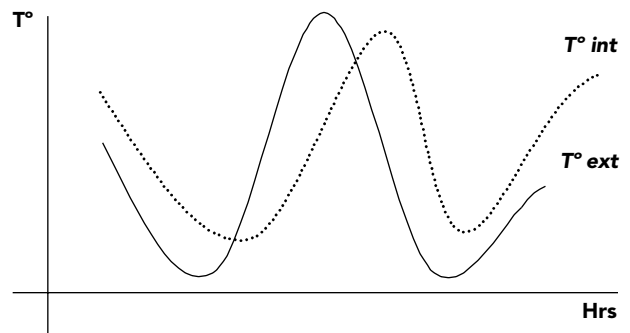


Gráfico 13 - 1: Gráfico inercia baja de la vivienda.

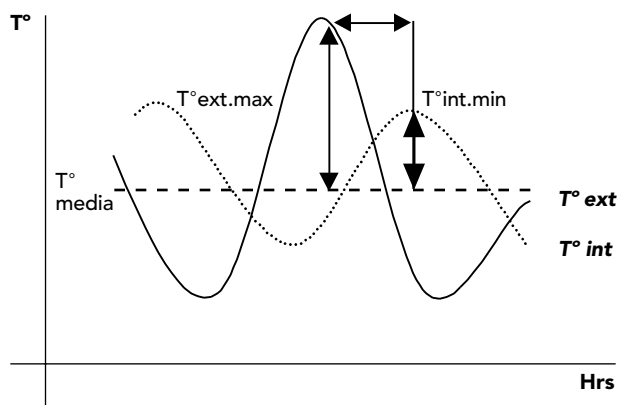


Gráfico 13 - 2: Gráfico inercia alta de la vivienda.

Entonces, un indicador importante de energía térmica constituyen las características reflectantes del material superficial del paramento o cubierta. La acumulación en los cerramientos de la energía térmica que no es reflejada comienza cuando la radiación solar se transforma en calor, al ser absorbida por las superficies. Así, parte de la energía que reciben las superficies es transmitida por conducción al interior y de esta forma, los cerramientos no constituyen una barrera para la energía térmica que esta radiación implica. Es necesario considerar, para efectos del comportamiento de la envolvente de una vivienda frente a las radiaciones solares, conceptos que definan las características térmicas de cada material como la resistencia térmica (R), entendida como el cociente entre la conductividad térmica y su espesor.

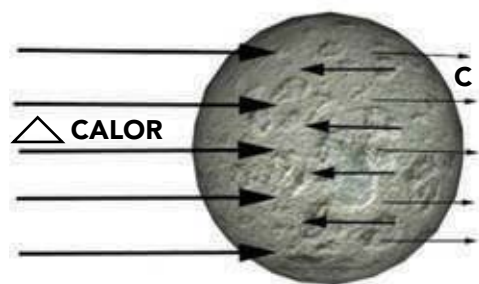


Figura 13 - 8 : Conductividad y resistencia térmica.

En consecuencia, los principales indicadores del comportamiento de los cerramientos de una vivienda, desde el punto de vista térmico, están dados por factores que se relacionan tanto con las características de los materiales, como con un diseño arquitectónico que considere las ventajas y desventajas de la exposición solar en las distintas estaciones del año.

13.2.2 Ambiente interior

El ambiente térmico interior es el producto de los procesos que ocurren entre el medio exterior y la envolvente de la vivienda. Se encuentra determinado por rangos térmicos fisiológicamente necesarios para la vida del ser humano y no sólo por la temperatura (Figura 13 - 9). De esta forma, se plantean exigencias que son abordadas en conjunto con las ciencias biológicas y que arrojan como resultado rangos de habitabilidad biológica, es decir, condiciones físicas en las que el ser humano puede desenvolverse sin que se deteriore su salud.

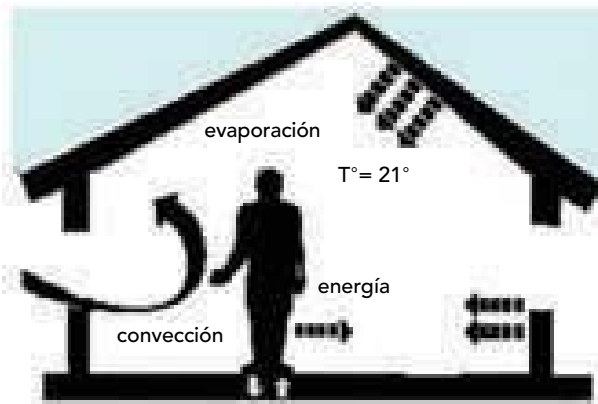
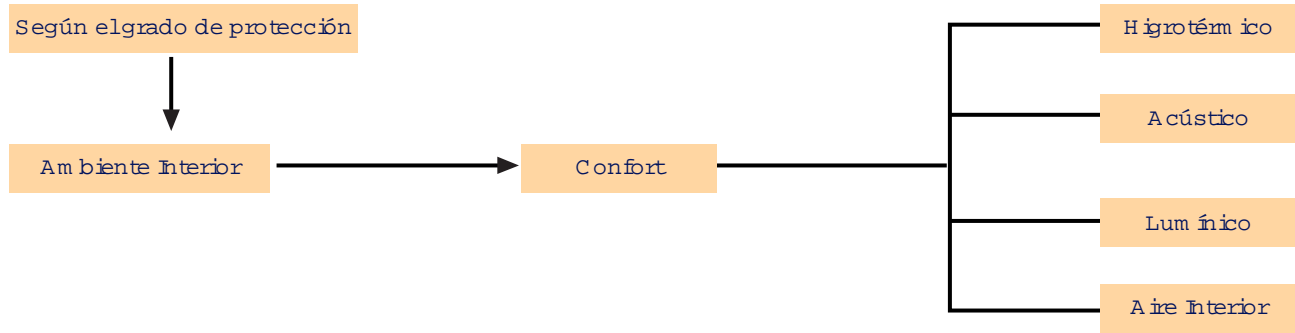


Figura 13 - 9 : Esquema de ambiente interior.

Así, se presenta un margen amplio de habitabilidad biológica relativa que entrega niveles máximos y mínimos considerados aceptables, fuera de los cuales el ambiente se torna inhabitable pudiendo, incluso, existir riesgo vital. Sin embargo, existirá un rango más reducido, un nivel óptimo ideal en el cual el ser humano se encontrará cómodo, aquí se habla de la existencia de condiciones de confort (Esquema 13 - 2).



Esquema 13 - 2: Grados de confort según protección en el ambiente interior.

Las condiciones interiores de confort no necesitan ser las mismas para todos los recintos de una vivienda, ya que ellos no son usados al mismo tiempo por todos los miembros de la familia, tampoco durante todas las horas del día.

Debido a esta situación es que las condiciones de confort deberían estar referidas más bien a cada local o recinto.

Cuando se establecen características térmicas de un espacio se trata de mantener neutra alguna condición del entorno e intentar reducir al mínimo las influencias adversas que dificulten o impidan el confort de los usuarios de un recinto.

Se genera, así, un sistema de parámetros o de indicadores térmicos compuesto por varios factores ambientales:

- **Humedad de la masa de aire**
- **Temperatura de la masa de aire**
- **Movimiento de la masa de aire**

13.2.2.1 Humedad de la masa del aire

Las relaciones térmicas entre el cuerpo humano y su ambiente no pueden expresarse de manera única a partir de valores de temperatura del aire, ya que en las transferencias térmicas intervienen: el intercambio térmico por radiación con las superficies adyacentes, la respiración y la evaporación de sudor.

La disipación de calor a través de la transpiración es directamente proporcional a la cantidad de sudor que se evapora. Si se tiene en cuenta que la velocidad de la transpiración varía considerablemente con la saturación del aire que rodea a la persona, la humedad relativa es un factor particularmente crítico, ya que ésta afecta a la

facultad del cuerpo de disipar calor cuando las temperaturas ambientales son altas.

Sin embargo, en climas como el de la zona central chilena, en el que la coexistencia de temperaturas altas con humedades relativas elevadas es poco probable, la importancia de la humedad relativa como un factor clave del confort térmico en tiempo caluroso se ve disminuida frente al resto de los parámetros.

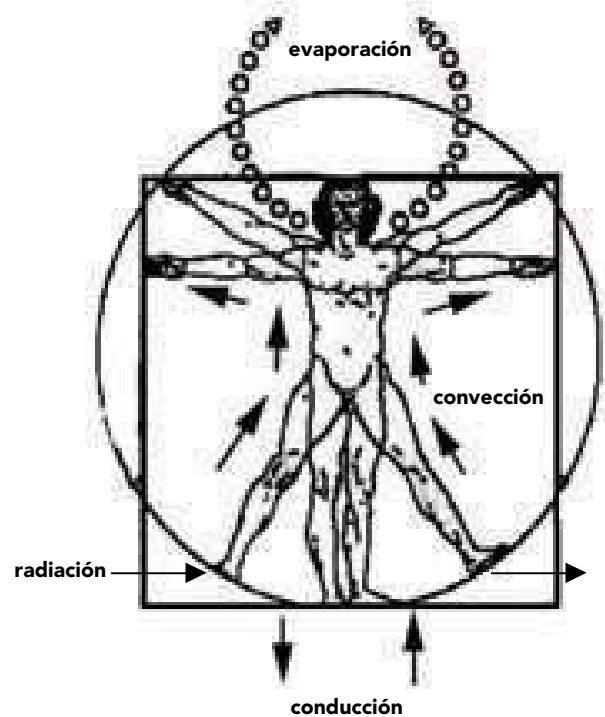


Figura 13 - 10: Intercambio termodinámico del hombre y su hábitat.

Durante la época invernal se dan situaciones en las que a la presencia de aire frío se une la existencia de humedad alta. En este caso, más humedad significa mayor sensación de frío. En el caso de personas vestidas, el humedecimiento de las ropas aumenta la conductividad, lo que significa que un cuerpo disipa calor de manera más rápida, empeorando de manera indirecta las condiciones de bienestar. En cualquier caso, en condiciones de humedad relativa alta, la comodidad térmica resulta mucho más difícil de lograr.

13.2.2.2 Temperatura de la masa de aire

El indicador generalmente conocido de las condiciones térmicas en un recinto es la temperatura del aire, sin embargo, al ser la humedad un elemento fundamental en las características térmicas que existen en un lugar es difícil separar ambos factores.

Si bien la temperatura del aire influye de manera importante en la sensación de calor del cuerpo, a través de la sensibilidad de la piel y del aire que respiramos, la importancia de la humedad en el equilibrio térmico y de la radiación en el intercambio de energía entre los cuerpos es fundamental (Figura 13-11).

Prácticamente la mitad de los intercambios de energía del cuerpo humano con el ambiente se realizan por radiación, ya que la piel emite radiación y recibe la entregada por los cuerpos que la rodean, así, del equilibrio que exista entre la energía entregada y la recibida resultará una ganancia o pérdida neta de calor del cuerpo.

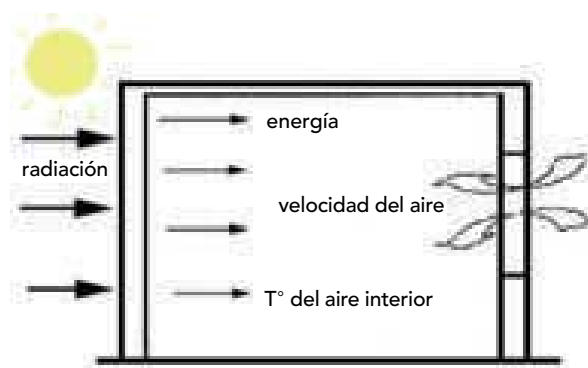


Figura 13 - 11: Relación entre radiación y temperatura interior.

13.2.2.3 Movimiento de la masa de aire

Otro indicador de las condiciones de confort interior de una vivienda está dado por la velocidad del aire dentro del recinto. El aumento de la velocidad del aire dado por la ventilación, permitirá alcanzar niveles de confort debido a altas temperaturas (en verano), sin embargo, cuando la velocidad está por encima de ciertos valores, comienzan a aparecer malestares atribuidos a las corrientes de aire.

En general la zona de confort térmico se encuentra con velocidades de aire muy pequeñas.

La velocidad del aire cobra relevancia como una manera de equilibrar las condiciones durante las épocas calurosas, ya que interviene en la rapidez con que las temperaturas altas son alcanzadas y también en la piel humana, dispersando el calor metabólico producido por el cuerpo.

13.3 HUMEDAD EN LA VIVIENDA

La humedad que se produce en el interior de la vivienda se debe a causas diversas y presenta distintas manifestaciones. En primer lugar se puede señalar la humedad que proviene de defectos y filtraciones en cañerías, canalizaciones y sistemas de alcantarillado. Estas situaciones pueden ser detectadas con facilidad, pero se producen en sitios que podrían llevar a confundirlas con el fenómeno de la condensación o con problemas de penetración de humedad desde el exterior por capilaridad.



Figura 13 - 12: Formación de hongos en la superficie que se traduce en manchas, por efecto de la humedad por condensación.

El usuario es un importante productor de vapor de agua, tanto por el metabolismo propio, es decir, los procesos de transpiración y respiración humana como por la humedad generada indirectamente en actividades realizadas en la vivienda. Por ello, incide fuertemente en la humedad ambiente de locales cerrados, ya que al aumentar la temperatura del recinto, lo hace también el proceso humano de transpiración y respiración.

Esta humedad es la que se produce con mayor frecuencia y magnitud en el ambiente interior de la vivienda.



Figura 13 - 13: En un rincón de la habitación que colinda con un pasillo orientado hacia el lado sur de la vivienda, se observan las consecuencias de la humedad por condensación.

Por otro lado, cuando se habla de humedad ambiente, generalmente se hace referencia a la humedad relativa del aire, que corresponde a la cantidad de vapor de agua presente en el aire, expresada como porcentaje de la máxima cantidad que el aire puede contener a una temperatura particular en estado de vapor.

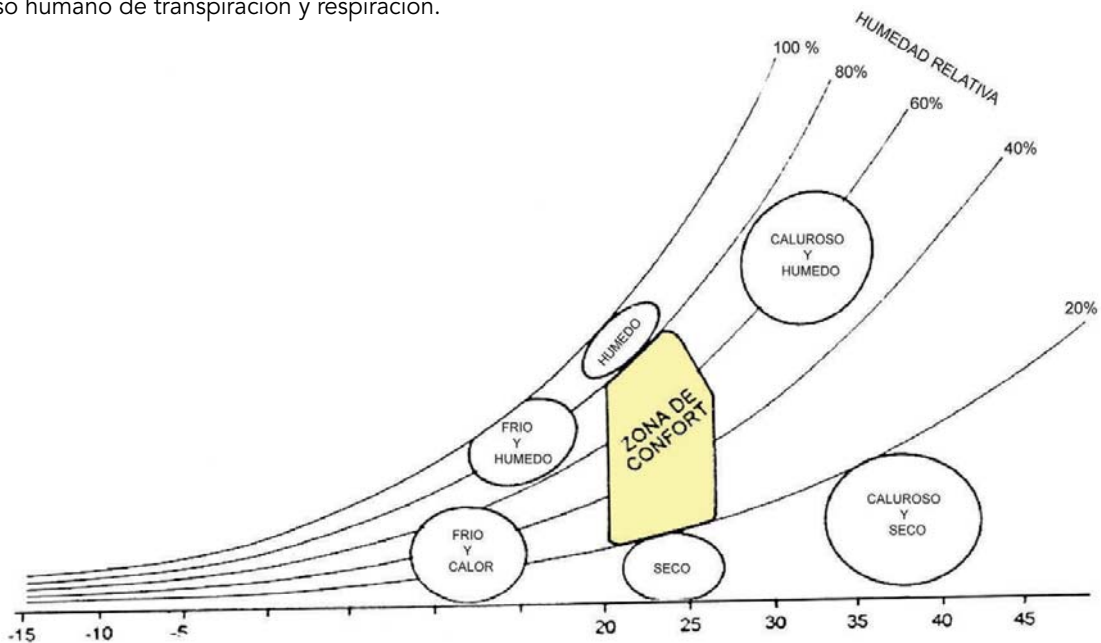


Gráfico 13 - 3: Gráfico psicrométrico. Zona de confort interior. 20 ° - 26 °C y humedad relativa 20 % - 80 %.

Así, la humedad relativa es la razón entre el peso del vapor de agua existente en el aire y el peso que este mismo aire puede contener cuando se encuentra saturado y a la misma temperatura.

En las viviendas, en general, la temperatura de las superficies interiores de la envolvente de la vivienda se encuentra entre los rangos de la temperatura del aire exterior y del ambiente interior, asimismo, la temperatura del interior es mayor que la exterior en invierno, por lo tanto el riesgo de condensación aumenta, más aún si se considera la cantidad de vapor producido por actividades propias de la forma de habitar del ser humano.

Entonces el aire calentado por contacto con las personas y por la calefacción, va admitiendo cantidades cada vez más grandes de vapor, con la consiguiente elevación del punto de rocío (humedad relativa de 100%, saturación), de manera que cualquiera de las superficies interiores que tenga una temperatura por debajo de la del punto de rocío presentará condensaciones.

13.3.1 El fenómeno de la condensación

El fenómeno de la condensación del vapor de agua que se produce en la superficie de los elementos que separan los espacios interiores del exterior y dentro de los mismos materiales que componen los muros y techos, atenta contra las condiciones de habitabilidad y salubridad de los recintos de la vivienda y la durabilidad de los cerramientos interiores y exteriores, ya que provoca o favorece la aparición de hongos y manchas en la superficie, dañando su terminación superficial, ocasionando el deterioro de los componentes del cerramiento y disminuyendo su capacidad de aislamiento térmico.

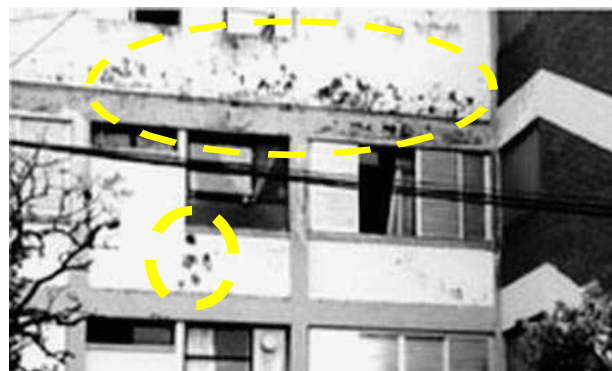


Figura 13 - 14: Manchas en muros exteriores de la vivienda por humedad.

El aire templado puede contener una mayor cantidad de humedad en forma de vapor de agua que el aire frío. Como la humedad relativa es función de la temperatura del aire, cuando éste se enfría sin cambiar su contenido de humedad absoluta, su humedad relativa aumenta.

Por eso a medida que el aire templado se enfría, para el mismo contenido de humedad absoluta aumenta la humedad relativa, pudiendo llegar hasta un 100%, o sea, a la saturación. La temperatura a la cual se produce este fenómeno se conoce como temperatura de rocío o punto de rocío. De este modo, cuando la temperatura de un elemento alcanza un valor inferior a su temperatura de rocío, se produce en esa parte del elemento el fenómeno de la condensación (Figura 13 - 15).

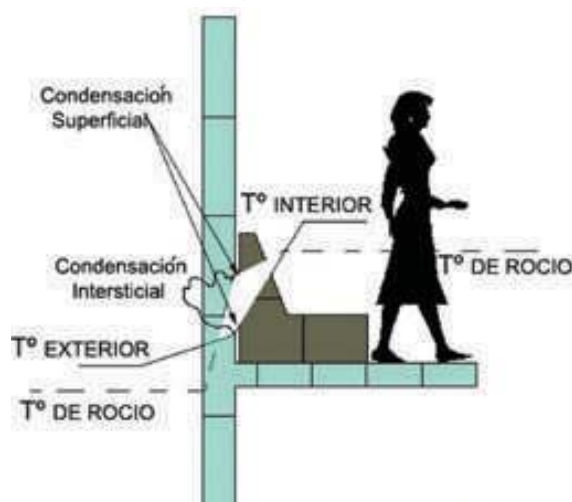


Figura 13 - 15: Condensación superficial e intersticial.

Si el aire húmedo entra en contacto con una superficie interior o exterior, con una temperatura inferior a su punto de rocío, el vapor de agua contenido condensará sobre ella, fenómeno que se denomina **condensación superficial**. Cuando la condensación se produce dentro de paredes, pisos o techos se denomina **condensación intersticial**. Esta resulta ser más seria que la condensación superficial, ya que la humedad puede acumularse en el interior de los elementos constructivos de los cerramientos, sin presentar ningún signo exterior que pueda ser advertido a tiempo.

El mayor o menor riesgo de que se produzca condensación –superficial o intersticial– va a depender de las condiciones climáticas del lugar donde se construye la vivienda (temperatura y humedad relativa en invierno), así como la producción de humedad por uso de la vivienda, de los materiales utilizados y la ubicación de estos en la solución constructiva. En ocasiones, la falta de aislación térmica o la ausencia de barreras de vapor puede originar condensación aún cuando exista una buena ventilación de la vivienda.

La condensación no es necesariamente un problema debido al frío extremo, ya que puede producirse también en climas templados húmedos o en climas compuestos.

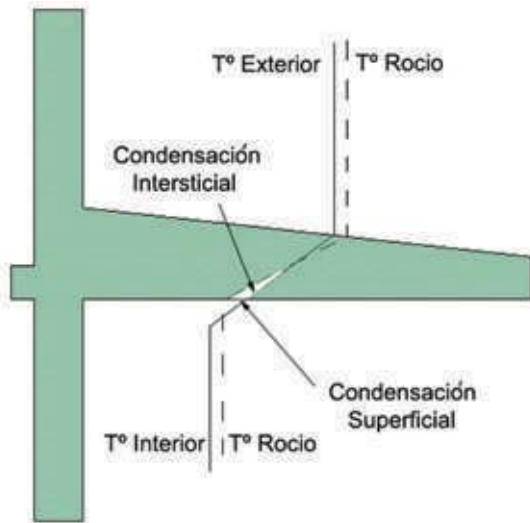


Figura 13 – 16: Condensación superficial e intersticial en cubierta.

También puede producirse condensación sobre las paredes interiores por efecto de la circulación del aire húmedo de recintos calefaccionados hacia otros no calefaccionados y cuyas superficies se encuentran más frías, siendo muy común la aparición de hongos y manchas en las esquinas de locales fríos y poco ventilados como baños, lavaderos, bodegas, y clósets.

Las medidas para prevenir este fenómeno son: evitar que la temperatura de las superficies y de los componentes de los cerramientos (pisos, techos y muros perimetrales) caiga por debajo del punto de rocío, para lo cual será necesario proveerlos de una adecuada aislación térmica, así como evitar la presencia de "puentes térmicos" (Figura 13 - 18) que se definen como la parte de un cerramiento que tiene una resistencia térmica inferior al resto y, como consecuencia, con temperatura también inferior, lo que aumenta la posibilidad de producción de condensación y pérdidas energéticas en esa zona.

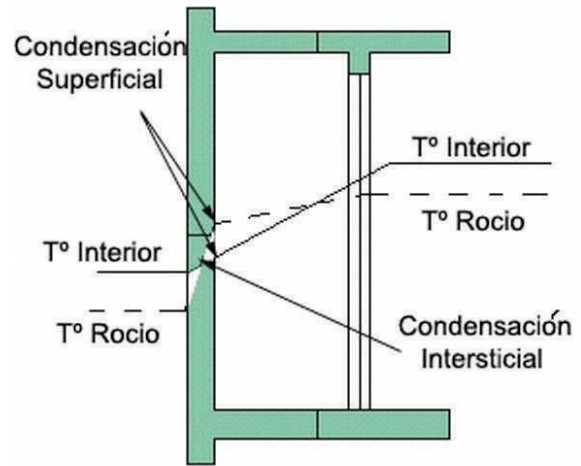


Figura 13 – 17: Condensación superficial e intersticial en clóset.

Junto a lo anterior, se recomienda una ventilación adecuada de los recintos para controlar el contenido de vapor de agua en el aire. Del mismo modo, el uso de barreras de vapor en la cara interior del tabique y en el cielo disminuirán los riesgos de condensación intersticial.

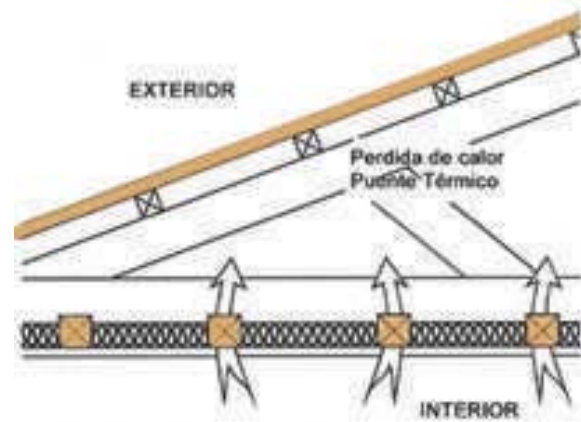


Figura 13 -18: Puente térmico. Por la trascara de la plancha de yeso (interior) el sector donde la plancha no se encuentra aislada presenta franjas oscuras, debido a que la diferencia de temperatura en dicho sector es menor de la plancha de yeso del cielo.

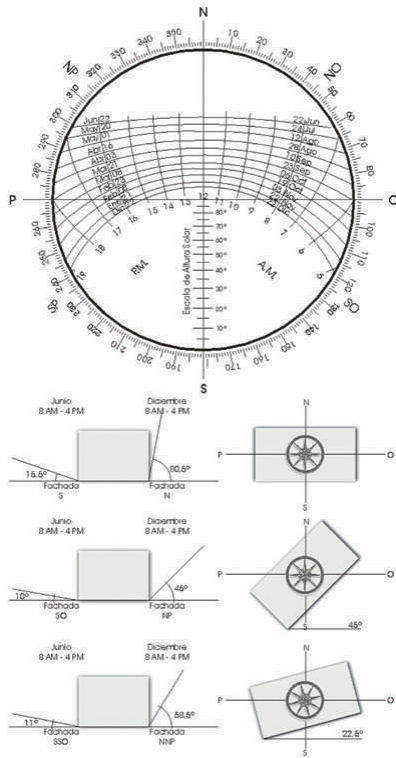


Figura 13 - 20: Angulo de incidencia del sol en fachadas de Santiago.

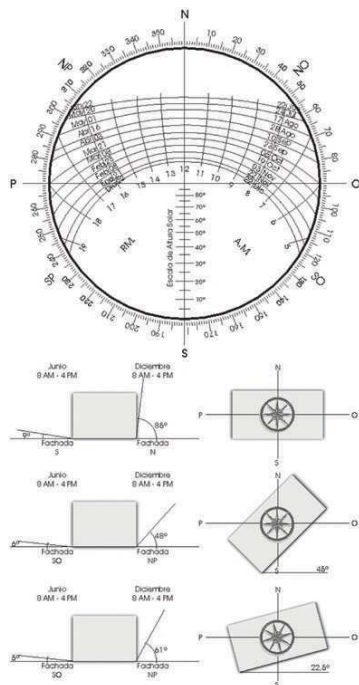


Figura 13 - 21: Angulo de incidencia del sol en fachadas de Puerto Montt.

A continuación, se recomiendan ángulos de los aleros y protecciones con respecto al paramento vertical (según la latitud de Chile), de acuerdo a su orientación, con el objeto de disminuir la incidencia directa de los rayos solares.

13.4.2 Estrategias de calor

13.4.2.1 Captación del calor

Captar el calor consiste en recoger la energía solar y transformarla en calor. La radiación solar recibida por una vivienda depende del clima (de sus variaciones diarias y estacionales), así como de su orientación, naturaleza de sus superficies y materiales, topografía y entorno (sombras) entre otros. La radiación solar captada a través de superficies vidriadas es parcialmente transmitida al ambiente interior y suministra un aporte directo de calor.

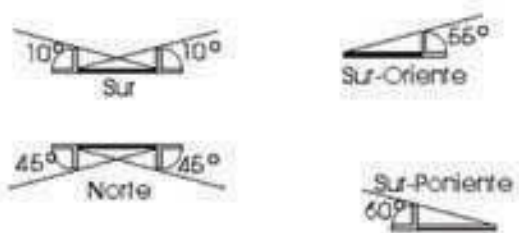


Figura 13 - 22: Angulo de aleros con respecto al paramento vertical en planta.

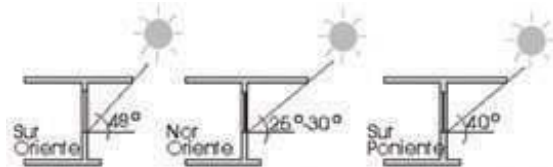


Figura 13 - 23: Angulo de aleros con respecto al paramento vertical.

Las diferentes soluciones arquitectónicas que utilizan la radiación solar se diferencian principalmente por su concepción, por la elección de un modelo o algunos de sus componentes (o ambas cosas). La concepción bioclimática está definida como aquella que no utiliza más que soluciones arquitectónicas para lograr un bienestar térmico.

Hemos visto también que se intenta ante todo conseguir un balance térmico ideal entre el interior y el exterior. La principal fuente de contribución solar directa que concierne a la vivienda es la convección térmica de la radiación, explicada por el calentamiento de un cuerpo absorbente expuesto al sol.

Cuando la radiación solar alcanza una pared vidriada, una parte de ella será reflejada, una parte será absorbida y el resto será directamente transmitido al interior. Esta radiación de onda corta directamente transmitida es parcialmente absorbida por las paredes del local (que se calienta) y luego (re) emitida como radiación de onda larga en todas direcciones. El vidrio es prácticamente opaco a la radiación de onda larga devuelta por las paredes, con lo que ésta queda atrapada en el interior del local provocando un aumento de temperatura. Es lo que se llama **efecto invernadero**.

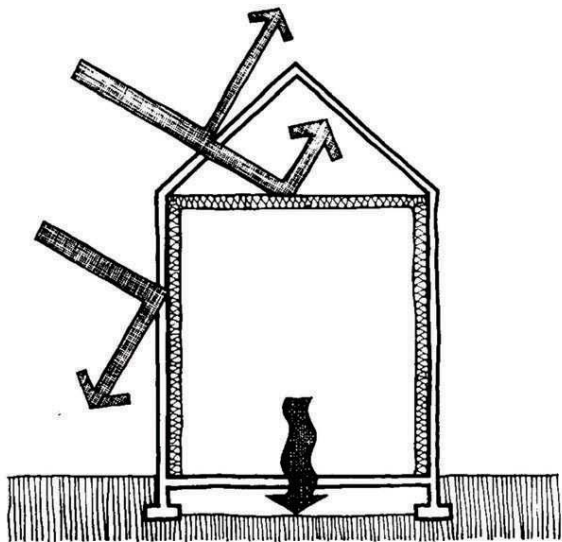


Figura 13 - 24: Vivienda aislada en el interior.



Figura 13 - 25: Efecto invernadero.

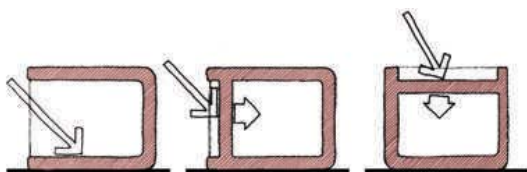


Figura 13 - 26: Sol - masa- espacio.

Las diversas realizaciones se diferencian por los emplazamientos respectivos de la pared translúcida, del cuerpo absorbente, de la masa de almacenamiento y del espacio habitable.

En la figura, la masa de absorción y de almacenamiento puede ser directamente la envoltura habitable y la pared translúcida puede estar constituida por las vidrieras luminosas.

En la figura, uno de los muros exteriores puede estar equipado de tal forma que se caliente o se enfríe a voluntad y mantenga su temperatura con el fin de restituirla hacia el interior. En este caso la captación la realiza una parte de la envoltura y la masa interior hace siempre la función de almacenamiento. El muro hace de intermediario entre el exterior y el interior.

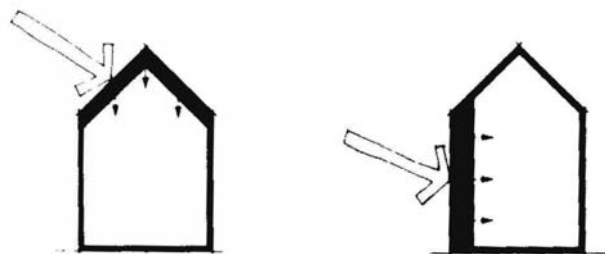


Figura 13 - 27: Sol - masa- espacio.

Esta transmisión de calor depende del ángulo de incidencia de los rayos solares y de la naturaleza del vidrio. La elección de éste, dependiendo de su factor solar (el porcentaje de energía solar incidente transmitida a través de una pared vidriada hacia el interior de un local) influye directamente en la economía energética de una vivienda.

Por ejemplo, un vidrio con factor solar elevado (restringiendo la entrada de radiación solar), reducirá los gastos de climatización (refrigeración y recalentamiento).

Debemos considerar:

- Latitud y estación (posición del sol)
- Orientación e inclinación de la pared vidriada (geometría de la vivienda)
- Propiedades del vidrio utilizado

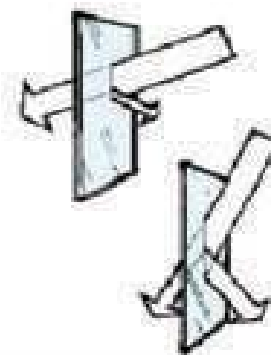


Figura 13 - 28: Reflexión de la superficie vidriada.

13.4.3 Estrategias de enfriamiento

Cuando la temperatura exterior es superior a la interior, es necesario enfriar el aire que rodea a la vivienda, de otra manera ésta se recalentaría al introducirle aire exterior.

Para esto se deben manejar correctamente dos conceptos básicos:

- Protección
- Enfriamiento

13.4.3.1 Protección

Proteger la vivienda del asoleamiento directo se logra mediante la ubicación de pantallas exteriores que entregan sombra a la vivienda. Estas pantallas pueden ser:

- Pantallas estacionales
- Pantallas permanentes
- Pantallas móviles

13.4.3.1.1 Pantallas estacionales

Es necesario limitar los aportes solares que pasan a través de los elementos vidriados, protegiendo la abertura del asoleamiento directo. Este sistema no debería obligar a los ocupantes a recurrir a alumbrado artificial.

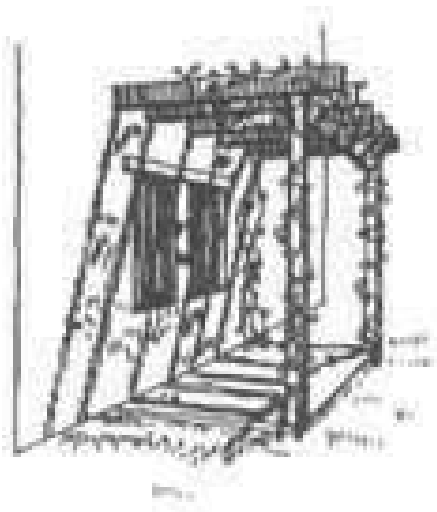


Figura 13 – 29: Protección natural mediante la construcción de estructuras que serán cubiertas en verano por setos verdes, los que darán la sombra prevista.

Al establecer la protección por medio de vegetación, es importante que las plantas sean de hoja caduca, es importante que las plantas sean de hoja caduca (se recomiendan especies con follaje denso y escasa rama, para que proporcionen una máxima protección en verano y un mínimo de sombra en invierno).

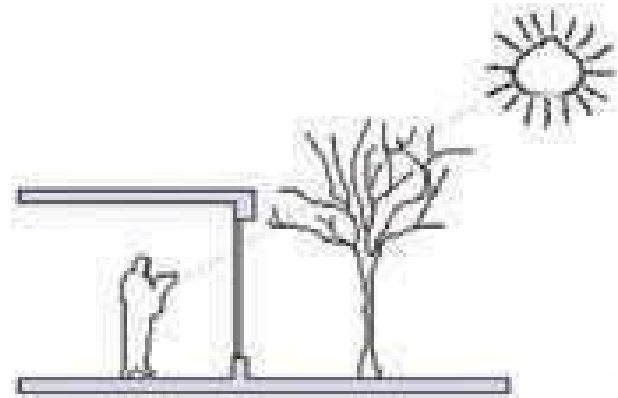


Figura 13 – 30: Protección natural mediante plantación de árboles de hoja caduca ubicada estratégicamente, que permite la sombra deseada.

13.4.3.1.2 Pantallas permanentes

Se constituyen como elementos arquitectónicos fijos incorporados a la vivienda que protegen de la incidencia directa del sol sobre una superficie traslúcida de la vivienda.



Figura 13 – 31: Protección solar fija, instalación de aleros sobre las ventanas, entregando la sombra según la estación.

13.4.3.1.3 Pantallas móviles

Son aquellas en que su característica principal es la flexibilidad de uso, dependiendo de la orientación y la incidencia del sol sobre la superficie vidriada de la vivienda. Se trata de persianas, celosías y toldos móviles, entre otros.

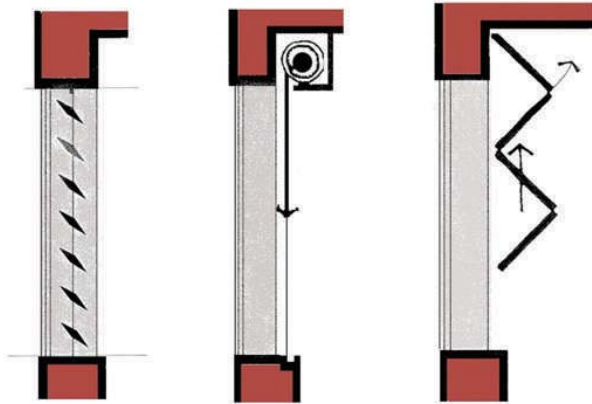


Figura 13 – 32: Diferentes tipos de pantallas móviles que se instalan por el interior de las ventanas, reguladas según necesidad.

13.4.3.2 Enfriamiento

El enfriamiento de un espacio puede conseguirse fácilmente por medios naturales. Algunas consideraciones importantes para favorecer el enfriamiento de la vivienda son:

- Favorecer la ventilación (sobre todo nocturna para evacuar el calor acumulado durante el día)
- Aumentar la velocidad del aire (efecto chimenea)

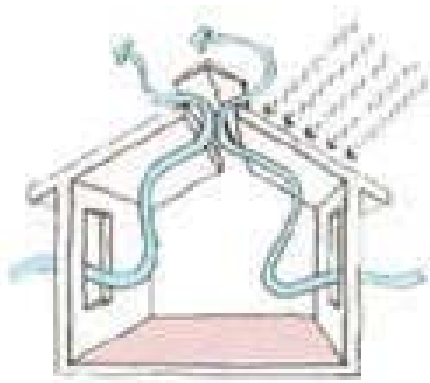


Figura 13 – 33: Enfriamiento mediante ventilación natural, aumentando la velocidad del aire interior (efecto chimenea).

BIBLIOGRAFIA

- Bustamante, W; "Clima y Vivienda: Guía de Diseño", Facultad de Ingeniería, Escuela de Construcción Civil, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile, 1999.
- Canada Mortgage and Housing Corporation, CMHC, "Manual de Construcción de Viviendas con Armadura de Madera – Canadá", Publicado por CMHC, Canadá, 1998.
- Canada Mortgage and Housing Corporation, CMHC, "Woodframe Envelopes in the Coastal Climate of British Columbia", Publicado por CMHC, Canadá, 2001.
- D.F.L. N° 458 y D.S N° 47 Ley y Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU).
- De Herde, A, y González, J; "Arquitectura Bioclimática", Colegio de Arquitectos de Galicia, España, 1998.
- Givoni, B; "Climate considerations analysis and building design guidelines", Van Nostrand Reinhold, 1998.
- Gonzalo, G; "Manual de Arquitectura Bioclimática", Imprenta Arte Color Chamaco, Tucumán, Argentina, 1998.
- Heene, A; Schmitt, H, "Tratado de Construcción", 7° Edición Ampliada, Editorial Gustavo Gili S.A, Barcelona, España, 1998.
- Lechner, N; "Heating, Cooling, Lighting. Design Methods for Architects", John Wiley and Sons, Inc., Nueva York, EE.UU., 1991.
- "Manual de Aplicación Reglamentación Térmica. Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones" Santiago, 1999. Ministerio de Viviendas y Urbanismo (MINVU)
- Neufert, E; "Arte de Proyectar en Arquitectura", 14° Edición, Editorial Gustavo Gili S.A, Barcelona, España, 1998.
- Santamouris, M y D. Asimakopoulus; "Passive Cooling of Buildings" James & James, Londres, 1996.
- Serra, Rafael y Helena Coch; "Arquitectura y energía natural" Ediciones UPC (Universidad Politécnica de Cataluña), España, 1995.
- www.inn.cl (Instituto Nacional de Normalización).

Unidad 14

AISLACIÓN Y VENTILACIÓN



Unidad 14

UNIDAD 14

AISLACIÓN Y VENTILACIÓN



14.1 INTRODUCCIÓN

En esta Unidad se entregan los aspectos generales de especial atención que se deben considerar para la solución de aislación térmica, barreras de humedad, ventilación y protección acústica, tanto en el diseño como en la materialización de las viviendas de madera.

14.2 AISLACIÓN TÉRMICA

14.2.1 Generalidades

La madera, como material principal en la estructura y como revestimiento de terminación de la envolvente de la vivienda, tiene una resistencia relativamente baja a la transmisión del calor. En consecuencia, si se considera la situación del invierno, es necesario colocar aislamiento térmico que permita minimizar las pérdidas de energía, aumentar y maximizar las ganancias internas y, en el caso de mantenerse la necesidad de calefacción, propender a sistemas eficientes, no contaminantes y de bajo costo.

Las construcciones de viviendas con estructuras de madera son fáciles de aislar, ya que cuentan con espacios en su estructura (entramados verticales, horizontales e inclinados que pueden ser rellenos con aislantes relativamente económicos. Por sí mismos, dichos espacios ofrecen una resistencia considerable al flujo del calor, aumentando esa capacidad al ser cubiertos con material aislante.

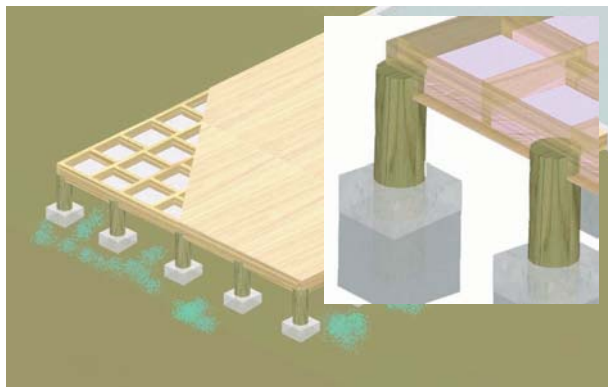


Figura 14- 1: Los espacios de la estructura de entramado de piso han sido rellenos con aislante de poliestireno expandido de 50 mm. El sostenimiento de éste, se especifica con tablero de fibra perforado que permite la ventilación del entramado.

Hoy, con los elevados costos de la energía y la preocupación por conservarla, este sistema constructivo ofrece ventajas importantes en comparación con los sistemas tradicionales de construcción de viviendas.

Mayor información se encuentra en el Manual de aplicación, reglamentación térmica de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, donde se presenta en forma sencilla la reglamentación y desarrollo, paso a paso, de cada artículo y su aplicación práctica.

14.2.2 Materiales y sistemas de aislantes térmicos

Para lograr una adecuada y eficiente aislación térmica es necesario conocer la disponibilidad de diferentes materiales aislantes en el mercado. De esta forma, la especificación entregada por el diseñador será la adecuada para lograr la máxima eficiencia del material y será correctamente interpretada e instalada por el constructor.

A continuación se dan a conocer las características y propiedades más relevantes de los materiales habitualmente utilizados en la aislación térmica de una vivienda.

14.2.2.1 Poliestireno expandido

El poliestireno expandido es una espuma rígida suministrada en forma de planchas de color blanco, de dimensiones volumétricas estables y constituido por un termoplástico celular compacto. Se elabora en base a derivados del petróleo en diferentes densidades, según aplicación y es compatible con el medio ambiente.

Dentro de su estructura, el poliestireno expandido posee un sinnúmero de celdas cerradas en forma de esferas envolventes que mantienen ocluido aire quieto en su espacio interior. Estas esferas, solidariamente apoyadas en sus tangentes e íntimamente soldadas y próximas entre sí, conforman una masa liviana por el volumen de aire encerrado, que permite la alta capacidad de aislamiento térmico (98% de aire y 2% de material sólido).

La estructura celular cerrada del poliestireno expandido permite que no sea higroscópico y tenga una gran estanqueidad, lo que limita la absorción de agua al mínimo, aún en estado sumergido y prácticamente no tiene tránsito de agua líquida por capilaridad. Esta característica hace que el poliestireno expandido mantenga inalterable su capacidad de aislación térmica y a la vez tenga una elevada

resistencia a la difusión de vapor de agua, disminuyendo el riesgo de daño por condensación de agua al interior del material.



Figura 14- 2: Presentación de las planchas de poliestireno en formato de 1000 x 500 x 50 mm.

Los espesores habituales son: 10, 15, 20, 25, 30, 40 y 50 mm. Sus medidas estándar son: 1000 x 500 mm, 2000 x 1000 mm. Las características de las planchas, según su densidad y su uso son las siguientes:

- 1.- **Densidad standard (10 kg/m³):** Material para aislación de entretechos, mansardas, tabiques y otras aplicaciones, donde no se requiere gran resistencia mecánica.
- 2.- **Plancha de 15 kg/m³ o tipo 15:** Para uso en aislaciones domésticas y semi industriales, con exigencia media de resistencia mecánica y cielos falsos a la vista. Aplicable en aislación al ruido de pisadas en pisos livianos y para aislar sistemas de calefacción en pisos de viviendas.
- 3.- **Plancha de 20 kg/m³ o tipo 20:** Densidad mínima recomendada para aislaciones en el rubro de refrigeración y calefacción (hasta 80°C), de excelente estabilidad dimensional, capacidad mecánica mediana, muy buena resistencia a la humedad y al paso de vapor de agua.
- 4.- **Plancha de 25 kg/m³ o tipo 25:** Plancha de alta resistencia mecánica y muy baja absorción de agua. Util en pisos de frigoríficos, de tráfico semipesado (carros manuales) y en aplicaciones náuticas (flotadores, boyas, balsas y otras). Posee muy buena terminación superficial. Usada en la ejecución de piezas volumétricas de forma especial (ornamentales y otras).

5.- **Plancha de 30 kg/m³ o tipo 30:** Plancha de muy alta resistencia mecánica y estabilidad dimensional. Usada en aplicaciones donde se somete a grandes cargas mecánicas, como pisos de frigoríficos con tráfico pesado (grúas horquilla y camiones).

14.2.2.2 Lana de vidrio

La lana de vidrio es un material constituido por fibras entrecruzadas en forma desordenada que impiden las corrientes de convección de aire. La conductividad térmica de la lana de vidrio no es una conductividad sólida real, sino aparente y es balance de los efectos conjugados de varios procesos al cambio de calor.

La lana de vidrio es incombustible e inatacable por agentes exteriores (aire, vapor de agua, y bases no concentradas). El Ph de la composición (7 aproximadamente) asegura a la fibra una estabilidad total, incluso en un medio húmedo, y garantiza al usuario la no existencia de corrosión de metales en contacto con ella.

Se elabora partiendo de tres elementos principales:

- 1.- **Vitrificante:** sílice en forma de arena.
- 2.- **Fundente:** para conseguir que la temperatura de fusión sea más baja (carbonato de sodio y sulfato de sodio y potasio).
- 3.- **Estabilizantes:** principalmente carbonato de calcio y magnesio, cuya misión es conferir al vidrio una elevada resistencia a la humedad.

Un material aislante se caracteriza por el valor de su conductividad térmica. Su poder aislante es elevado cuanto más pequeña sea su conductividad.

La lana de vidrio tiene distintos usos dentro de una vivienda. De acuerdo a su función y colocación estos son:

- **Como aislamiento acústico**

Es importante considerar el control del ruido en una vivienda como una comodidad adicional, por ejemplo, en dormitorios, baños, y aquellos recintos en el interior donde sea necesario contener el sonido dentro de éste y/o contener el ruido indeseado hacia fuera. La lana de vidrio posee cualidades acústicas aceptables y su elasticidad le permite ser un material que se adapta a la técnica de pisos flotantes. Igualmente, permite mejorar sensiblemente el índice acústico en tabiques interiores.

UNIDAD 14

AISLACIÓN Y VENTILACIÓN



Figura 14- 3: Lana de vidrio como aislación acústica.

- **Como aislamiento térmico**

La fibra de vidrio se utiliza como material aislante, para mansardas o entretechos que tienen un uso habitacional. En el caso de no existir una mansarda habitada, la fibra de vidrio también es colocada en cielos y techumbres de la vivienda.



Figura 14 - 4: Lana de vidrio como aislación térmica en el complejo de techumbre.



Figura 14 - 5: Lana de vidrio como aislación térmica en tabiques.

Los productos de lana de vidrio más utilizados en las viviendas y su forma de comercialización son:

- **Rollo libre**

Es un producto de lana de vidrio que se entrega en forma de rollos, con ancho de 0,60 m o 1,20 m y longitud variable hasta 20 metros (se pueden fabricar largos mayores a pedido). El material no lleva ningún recubrimiento y tiene una extraordinaria flexibilidad durante su instalación. Su gran longitud le permite minimizar el tiempo de instalación y su envasado de alta compresión, permite un excelente comportamiento durante el transporte y manipulación, evitando el deterioro del producto y logrando una disminución considerable de los costos y flete. Su uso principal es en aislamiento de tabiques, cielos modulares, techumbres y muros perimetrales.



Figura 14 – 6: Lana de vidrio como rollo libre.

- **Rollo papel una cara**

Es un rollo libre al que se le adhiere en una de sus caras un recubrimiento en base a papel kraft. La adhesión es permanente y resiste los esfuerzos mecánicos aplicados durante su instalación. Además, gracias al delgado film de polietileno fundido en la zona de contacto de la lana y el papel, sus índices de permeabilidad al vapor de agua son muy bajos, lo que le confiere excelentes propiedades como barrera al vapor. En estos casos, el papel enfrenta el lado de mayor temperatura.

Además, este recubrimiento mejora la autosustentación del producto en las soluciones constructivas en que se utiliza. Su uso principal es en aislamiento de tabiques, cielos modulares, techumbres y muros perimetrales.



Figura 14 – 7: Lana de vidrio como rollo papel una cara.

- **Panel libre**

Corresponde a un producto de lana de vidrio sin ningún revestimiento, con dimensiones estándares de 0,60 m de ancho y de 1,20 m de largo. Puede tener variados espesores y densidades. Los productos se entregan empaquetados con varias unidades mediante plástico termocontraíble, que permiten un óptimo manejo durante su transporte. Dependiendo de su densidad, pueden clasificarse como paneles livianos o paneles rígidos. Su uso principal es en aislamiento de tabiques, muros perimetrales y acondicionamiento acústico de ambientes.



Figura 14 - 8: Lana de vidrio como panel libre.

La utilización de lana de vidrio tiene para el usuario las siguientes ventajas comparativas:

- **Alto poder de aislación térmica**

Presenta una elevada resistencia al paso de flujos calóricos entre un ambiente acondicionado y su entorno, debido a su alto Coeficiente de Resistencia Térmica (R). Lo anterior es válido tanto en invierno como en verano.

- **Gran confort acústico**

Otorga los beneficios de absorción y aislación acústicas, ya que su estructura elástica amortigua las ondas sonoras incidentes, logrando un excelente nivel de acondicionamiento acústico de ambientes y reducción de ruidos desde el entorno.

- **Ahorro de energía**

Favorece la economía del hogar al impedir pérdidas de calor desde los ambientes hacia el entorno, lo cual redundará en menores gastos de calefacción y acondicionamiento térmico. Se presta particularmente bien para la aislación de techumbres de viviendas, pues cubre completamente la superficie sin dejar intersticios.

- **Seguridad para las personas**

No es inflamable ni combustible, no contribuye a la propagación del fuego, ni genera gases tóxicos al entrar en contacto con la llama, los cuales son nocivos para la salud.

- **Durabilidad y confiabilidad**

Es químicamente inerte, presenta alta estabilidad dimensional con el paso del tiempo (no se asienta), es imputrescible, no se ve afectada por humedad y no es atacada por plagas como ratones, pájaros o insectos. Todo lo anterior redundará en que su capacidad de aislación térmica y acústica se mantenga inalterada con el paso del tiempo.

- **Excelente trabajabilidad**

Es liviana, fácil de cortar y manipular, se amolda sin complicaciones a las irregularidades de las construcciones y superficies en las que se instala.

Las características que debe tener la lana de vidrio como aislante térmico para el complejo de techumbre, en cuanto a espesores y densidades para dar cumplimiento al artículo 4.1.10.7 de la Ordenanza, se entrega en el Manual de aplicación de la Reglamentación térmica, Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC).

14.2.2.3 Lana roca

Otro tipo de material es la denominada lana roca, elaborada a partir de rocas diabásicas (rocas basálticas), obteniendo un material de propiedades complementarias a la lana de vidrio.

Es un producto especialmente indicado para el aislamiento térmico en la industria (altas temperaturas).

La mezcla utilizada en la fabricación de la lana de roca tiene características físico-químicas parecidas a los vidrios, es decir, compuesta por silicatos y óxidos metálicos.

Los productos de lana roca más utilizados en las viviendas, y su forma de comercialización son los siguientes:

- **Colchoneta libre**

Producto de fibras minerales con dimensiones predeterminadas y baja densidad, empleado mayoritariamente en edificaciones con fines habitacionales, como aislante térmico y absorbente acústico, cielos falsos, tabiques y muros. Se vende en colchonetas de 0,5 m de ancho y de 1,2 m de largo. Este producto no tiene recubrimientos y es de fácil instalación debido a su gran flexibilidad.

Se utiliza principalmente como aislante térmico y acústico.



Figura 14 - 9: Lana roca como aislación térmica.

- **Colchoneta papel una cara**

Producto similar al anterior, cubierto con lámina de papel kraft impermeabilizado adherida a una de sus caras. Actúa como barrera de vapor y evita las condensaciones de superficie. Por ello, es importante instalar las colchonetas con el papel kraft por el lado de la cara caliente. Se utiliza para aislar térmica y acústicamente losas de hormigón, cielos falsos, tabiques y muros, especialmente en ambientes húmedos. A su facilidad de instalación, se agrega la condición de barrera de vapor; elimina riesgos de condensación en el interior de tabiques perimetrales o en cielos falsos.

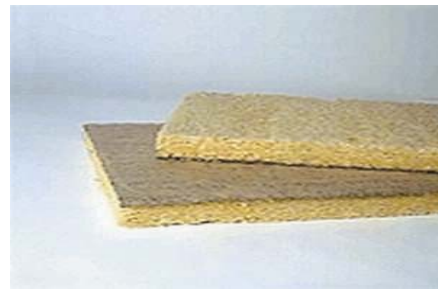


Figura 14 – 10: Lana roca con papel una cara.

- **Colchoneta papel dos caras**

Colchoneta de fibras minerales con láminas de papel kraft adheridas en ambas caras. Sólo una de estas láminas es papel impermeabilizado que actúa como barrera de vapor, evitando condensaciones de superficie, la otra cara es papel común para aportar mayor resistencia mecánica a la colchoneta y facilitar su manipulación.

Se recomienda su uso en aislación térmica y acústica de cielos falsos, tabiques y muros, especialmente en ambientes húmedos.



Figura 14 – 11: Lana de roca con papel dos caras.

La utilización de lana de roca tiene las siguientes ventajas comparativas:

- **Absorción acústica:** La superficie rugosa y porosa de la lana de roca posee extraordinarias características de absorción acústica, lo que contribuye significativamente al acondicionamiento acústico ambiental, debido a la supresión de reverberación de sonidos.
- **Aislación térmica:** Tiene extraordinarias propiedades de aislación térmica por su baja conductividad térmica (conductividad térmica (l) de 0,030 a 0,043 W/m °C a 20°C).
- **Inalterabilidad:** No pierde sus características físicas con el paso del tiempo, es imputrescible, químicamente neutra, inodora, no corrosiva e insoluble en agua. No conduce electricidad y no contiene azufre, álcalis, ni cloro.
- **Estabilidad física:** Resiste fuertes vibraciones sin perder su cohesión interna, aún con altas temperaturas. Tampoco sufre variaciones dimensionales.
- **Flexibilidad:** Las fibras minerales extrafinas utilizadas permiten obtener un material de consistencia esponjosa y suave que se adapta fácilmente a las superficies portantes.
- **Incombustibilidad:** Debido a su origen mineral, es incombustible y no inflamable, por lo que es un excelente retardador del fuego. Además no emite gases tóxicos, aún en caso de incendio.

14.2.2.4 Poliuretano

El poliuretano es la mezcla de dos componentes denominados polioli e isocianato. Según el tipo de cada uno de ellos, se puede obtener espuma para aislación rígida o flexible, espuma semirígida o simplemente elastómero.

La reacción química que genera la formación de enlaces entre el polioli y el isocianato da como resultado una estructura sólida, uniforme y resistente, además, el calor que se desprende de la reacción, se puede utilizar para evaporar un agente expansor que rellena las celdillas y cavidades de la espuma, de tal modo que se obtiene un producto moldeable y uniforme que posee una estructura celular de volumen muy superior al que ocupan los componentes en estado líquido.

En la espuma rígida de poliuretano para aislamiento térmico los componentes están diseñados para conseguir una estructura ligera, rígida y de celdas cerradas. Estas

encierran en su interior al agente expansor, que al estar inmóvil otorga características de aislamiento térmico en su interior diferentes productos (aire, anhídrido carbónico, etc.).

La espuma rígida de poliuretano para aislamiento térmico se caracteriza fundamentalmente por su bajo coeficiente de conductividad térmica (W/m°C). No importa que se aplique por inyección, colocando el material líquido para que rellene una cavidad, por ejemplo, en muebles frigoríficos o que se aplique por proyección, dejando que se expanda libremente sobre una superficie. El resultado siempre será una espuma rígida de baja densidad, con coeficiente de aislación térmica inmejorable. La espuma rígida de poliuretano posee, en general, las siguientes propiedades y ventajas:

- Coeficiente de transmisión de calor muy bajo, menor que el de los aislantes tradicionales (corcho, fibra de vidrio, lana mineral, poliestireno expandido), lo que permite menor espesor de material aislante para una necesidad dada.
- Aplicación *in situ* que permite una rápida ejecución en obra, consiguiendo una capa de aislación continua, carente de juntas, logrando con ello un eficaz aislamiento.
- Duración indefinida. Existen testigos de aplicaciones que han durado más de 30 años.
- Excelente adherencia a los materiales normalmente utilizados en construcción. Se adhiere a cualquier sustrato. No requiere sistemas de sujeción mecánicos ni adhesivos.
- No permite el crecimiento de hongos y bacterias. Tampoco lo afecta el ataque de roedores ni insectos.
- Refuerza y protege la superficie aislada.
- Alta resistencia al ataque de ácidos y álcalis diluidos, así como a aceites y solventes.
- Buena resistencia mecánica en relación con su densidad.
- Buena estabilidad dimensional.
- Aísla e impermeabiliza en un único proceso en cubiertas con densidades alrededor de 45 Kg/m³. Esta característica se debe, por una parte, a su estructura de celdas cerradas y estancas al agua, y por su forma de aplicación en continuo que evita juntas.

- Rapidez de ejecución y movilidad. Posibilidad de desplazamiento rápido a cualquier obra, sin necesidad de transportar y almacenar productos voluminosos, como son normalmente los materiales aislantes.
- El procedimiento de proyección, debido a su forma de aplicación en continuo, está especialmente indicado para el tratamiento de grandes superficies de formas irregulares, como por ejemplo: losas, cubiertas metálicas, fibrocementos y complejo de techumbre.

Hoy en día no es el material más usado en aislación térmica de viviendas, debido a su alto costo en comparación al poliestireno expandido, lana de vidrio y lana de roca.

14.2.3 Aislación térmica de la envolvente

Como se ha expuesto, se debe asegurar un comportamiento higrotérmico eficiente de la vivienda, lo que significa aislación térmica y barreras de humedad de la envolvente. A continuación se entregan soluciones, características y puesta en obra de aislación térmica y barreras de humedad típicas para cerramientos, complejo de techumbre, pisos y fundaciones.

14.2.3.1 Aislación térmica de cerramientos perimetrales

La aislación térmica en los paramentos verticales debe ser colocada entre los pie derecho de la estructura, protegiendo en forma continua la envolvente de la vivienda.

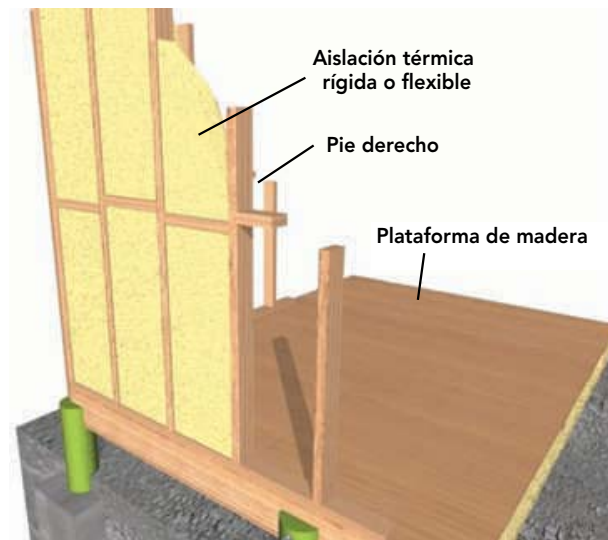


Figura 14 – 12: Aislación típica de un tabique perimetral.

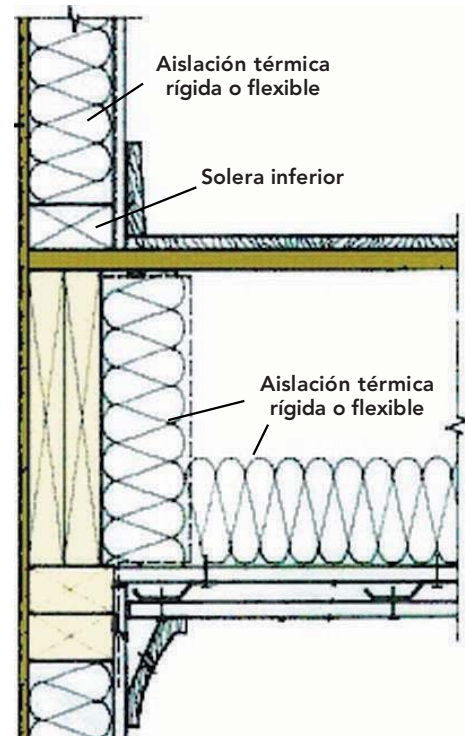


Figura 14 – 13: Aislación de viga perimetral, y entrepiso segundo nivel.

Es importante considerar que se debe aislar la viga perimetral, debido a que por ese punto de la estructura es posible que se produzcan puentes térmicos, que afecten el correcto comportamiento higrotérmico de la vivienda y su estructura.

El procedimiento y los cuidados que se deben tener al instalar la aislación térmica en tabiques exteriores son:

- Colocar aislante contra los pie derecho y llenar bien la abertura hacia arriba y abajo (Figura 14-14).

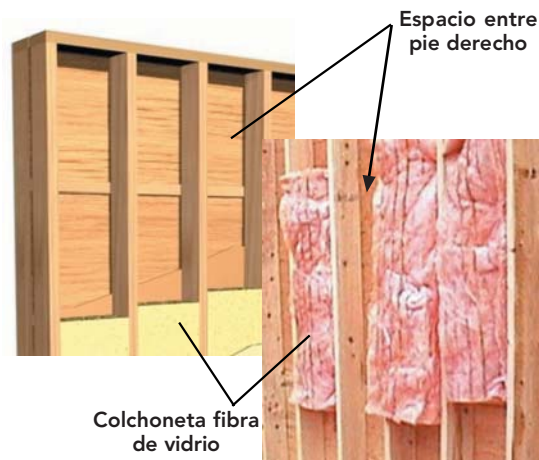


Figura 14 - 14: Presentación del aislante de fibra de vidrio en colchoneta, se debe llenar bien los espacios entre los pie derecho del tabique.

- Cortar el aislante para acomodarlo en los lugares más estrechos por debajo de las ventanas. Siempre se debe hacer sobre una superficie plana y lisa. En el caso de ser fibra de vidrio o lana roca papel una cara, ésta debe ser cortada por el lado que no tiene recubrimiento.

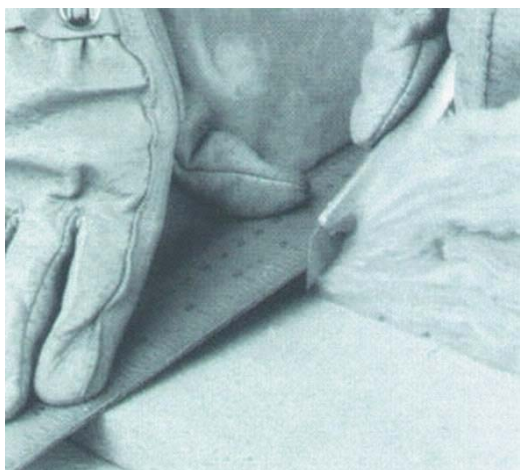


Figura 14-15: Corte del aislante térmico para su correcta colocación.

- Salvo que sea inevitable, no se debe instalar elementos eléctricos o mecánicos en los muros exteriores tales como: cajas de distribución, cañerías y conductos. Si no se puede evitar, se debe colocar el material aislante con precisión alrededor de dichos elementos, entre los mismos y sobre la cara exterior del muro para reducir al mínimo la compresión del material aislante. Se debe envolver con aislante cañerías, cables, cajas y conductos eléctricos. En las paredes exteriores, siempre se debe instalar el material aislante por detrás de las cañerías de agua.



Figura 14 - 16: Material aislante en sectores de cajas y cañerías eléctricas.

14.2.3.2 Aislación térmica del complejo de techumbre

El complejo de techumbre está constituido por todos los elementos que conforman la envolvente superior de la vivienda, delimitada en el interior por el cielo y en el exterior, por la cubierta, frontones y aleros.

Los materiales aislantes deben instalarse de manera tal que calcen en forma ajustada entre los miembros estructurales. Se debe tener especial cuidado en evitar bloquear la circulación de aire, a través de ventilaciones del alero.

14.2.3.2.1 Aislación térmica en cielo horizontal

Es necesario que el material aislante térmico o la solución constructiva especificada cubra de manera continua la superficie del cielo y se prolongue por sobre el listonado de cielo, para que éste no se transforme en puente térmico, debido a que la resistencia térmica de la madera es inferior a la de la aislación térmica, lo que aumenta las pérdidas energéticas por esa zona.

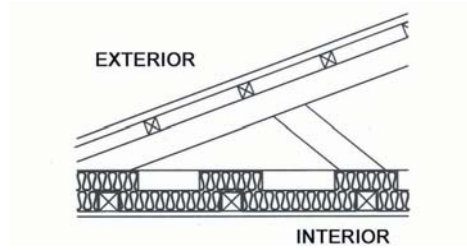
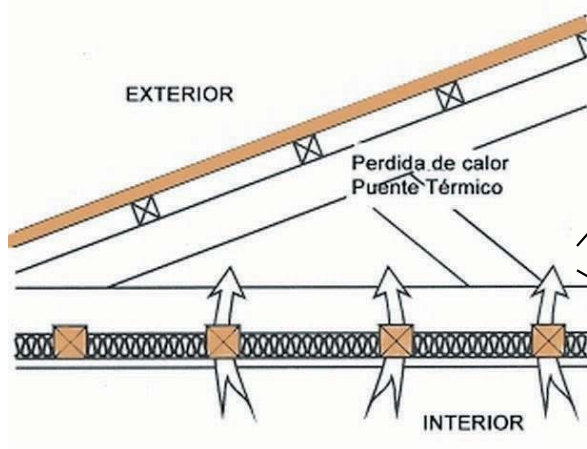


Figura 14 -17a: Material aislante rígido en cielo horizontal.

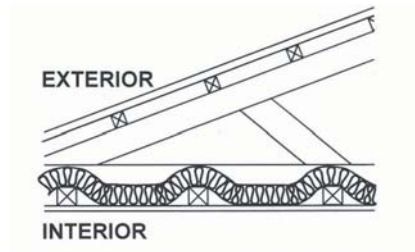


Figura 14 - 17b: Material aislante flexible en cielo horizontal.

Figura 14 - 17: La colocación del material aislante debe ser continua por el cielo (sea éste flexible o rígido), Figura 14 -17a y 14-17b para evitar los puentes térmicos por intermedio de la estructura soportante de éste.

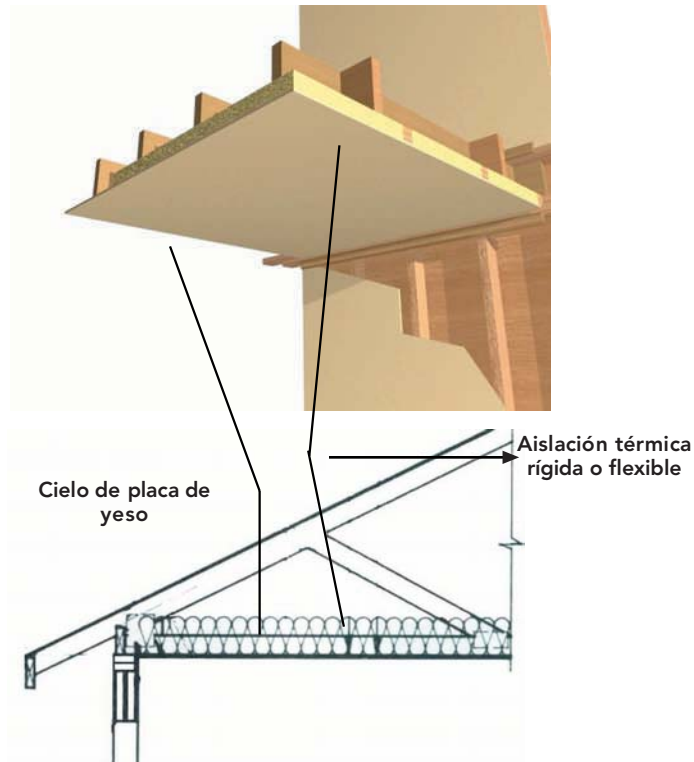


Figura 14 -18: Aislación en cielo, de espesor según norma.

El procedimiento y cuidado que se debe tener al instalar la aislación térmica en el complejo de techumbre es :

- Colocar el aislante en el borde exterior de la superficie del cielo a cubrir (perímetro) y desplegar el rollo (en el caso que sea lana de vidrio y lana roca) hacia el centro.



Figura 14 - 19: Colocación y despliegue del rollo de aislación de lana de vidrio o roca, entre los listones donde irán colocadas planchas de yeso del cielo.

- El aislante debe extenderse lo suficiente para cubrir la parte superior de las paredes exteriores, sin bloquear la ventilación proveniente de los aleros.



Figura 14 - 20: Extender el aislante en forma continua por el entramado de cielo.

- Se debe mantener el aislante como mínimo a 8 cm de las luces empotradas. Si se coloca el aislante sobre un artefacto eléctrico, se corre el riesgo de que se recaliente e incendie. También se debe mantener la misma distancia de 8cm para los artefactos de calefacción o que produzcan calor.



Figura 14 - 21: Se observa el cuidado que se debe tener de no atracar el aislante al foco empotrado en el cielo.

14.2.3.2 Aislación térmica en cielos inclinados bajo vigas

Cuando dichos techos cuentan con aislamiento entre el recubrimiento del cielo raso y el tablero intermedio, se pueden producir problemas de condensación, debido a que el espacio entre el aislamiento y el tablero de recubrimiento queda dividido en pequeños compartimentos difíciles de ventilar, por lo que cualquier humedad puede filtrarse a través de las imperfecciones de la barrera de vapor, la que puede no disiparse, sino acumularse y depositarse en el interior. Para permitir la ventilación, es necesario perforar el alma de las vigas.

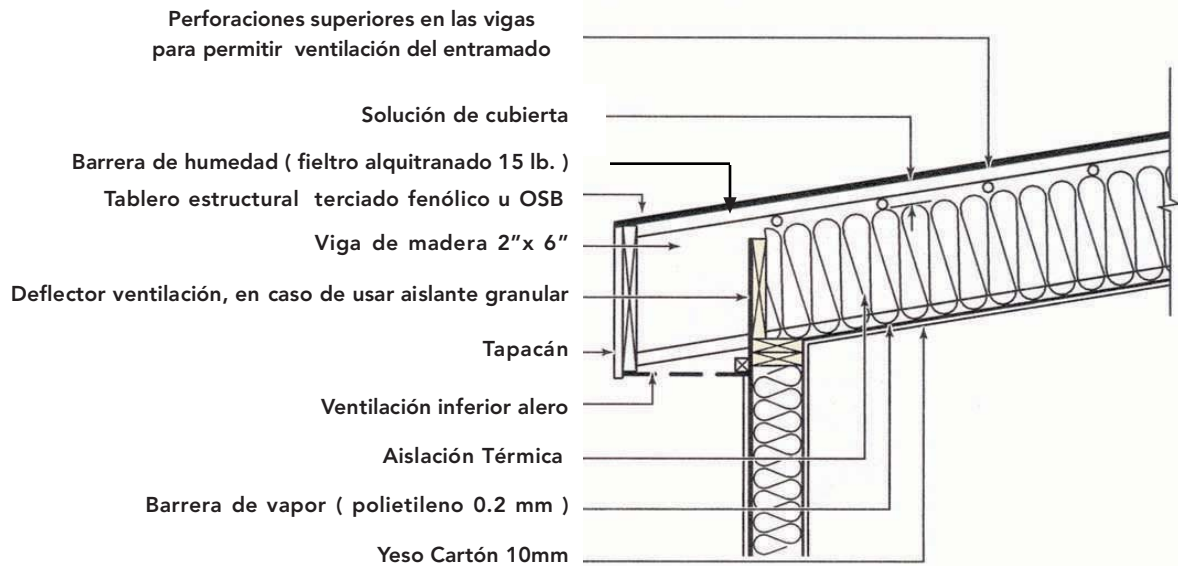


Figura 14 – 22 : Solución de aislación térmica cuando se especifica en el cielo raso y además se debe contar con ventilación entre vigas.

14.3 BARRERAS DE HUMEDAD

Las actividades normales de una casa, tales como cocinar, lavar y uso de baños, genera una cantidad considerable de vapor de agua que es absorbido por el aire interior, lo cual aumenta su nivel de humedad.

Si durante los meses fríos se permite que ese vapor de agua entre en contacto con la envoltura exterior de la vivienda, la baja temperatura en su interior puede causar que el vapor de agua se condense y transforme nuevamente en agua.

Por el daño que puede causar el agua a los materiales de recubrimiento, los elementos estructurales y el material aislante, se deben emplear algunos medios para mantener el vapor de agua dentro de la vivienda.

La mayoría de los materiales de construcción son, hasta cierto punto, permeables al paso del vapor de agua, pero hay algunos clasificados como barreras antihumedad, como el polietileno que presenta una baja permeabilidad, y por lo tanto, resistente a ese proceso de difusión, a los cuales se les denomina barreras de vapor.



Figura 14-23: Flujo de aire y vapor al interior de la vivienda que se puede condensar, dañando el recubrimiento de los paramentos y el material aislante.

La presencia de agua libre también se puede dar por infiltración de la envoltura (agua lluvia, humedad del aire), por capilaridad (suelo de fundación, plataforma de hormigón) o por rotura de las cañerías de agua en el interior de un muro o tabique. El riesgo de daño a la estructura debido a esta acción se puede reducir protegiendo los paramentos con láminas sintéticas, llamadas barreras de humedad.

14.3.1 Barreras de vapor

Generalidades

Existen dos mecanismos que tienden a impulsar el vapor del agua a través de la envoltura de la vivienda:

- la presión del vapor
- el movimiento de aire

En el invierno hay más vapor de agua en el aire interior de la casa que en el exterior. Como resultado, la presión diferencial tiende a difundirlo a través de los materiales que componen la envoltura.

La mayoría de los materiales de construcción son, hasta cierto punto, permeables al paso del vapor de agua, pero aquellos clasificados como barreras de vapor (tales como polietileno), presentan baja permeabilidad y son, por lo tanto, resistentes a ese proceso de difusión.

El segundo mecanismo a través del cual el vapor de agua llega a la envoltura del edificio, es el movimiento de aire. A menudo hay diferencias de presión entre el aire del interior y el exterior de la casa, creadas por efecto de chimenea, operación de ventiladores o acción del viento.

Cuando la presión del aire en el interior es mayor que la presión en el exterior, el aire tiende a fluir hacia fuera, a través de cualquier orificio o grieta en la envoltura de la vivienda, llevando consigo el contenido de agua existente.

Es un hecho que el movimiento de aire juega un papel más importante que el mecanismo de difusión en la transmisión del vapor de agua.

El aspecto más importante de una barrera contra las filtraciones de aire es, entonces, su continuidad, ya que la eficacia de una barrera de vapor está en función directa de la misma. Muchos materiales, como las planchas de yeso-cartón, cumplen con los requisitos para barreras contra filtraciones de aire, aunque no funcionan muy bien como barreras contra el vapor.

La práctica más común es usar polietileno como barrera contra el vapor.

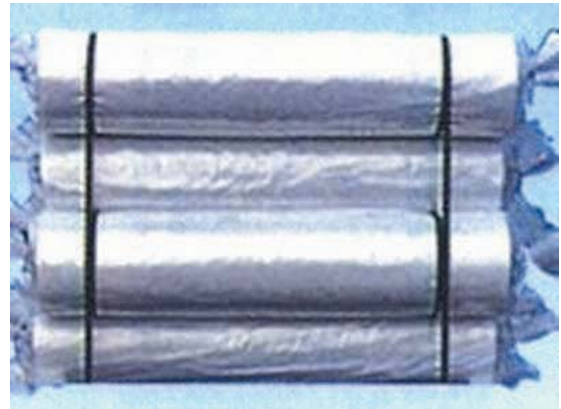


Figura 14 - 24: Polietileno en rollos.

La barrera contra el vapor tiene que ser instalada en la superficie más caliente de la estructura.

El polietileno se comercializa en rollos con anchos y largos adecuados para cubrir grandes extensiones de tabiques, obteniéndose un mínimo de juntas y reduciendo de esta forma, posibles movimientos de aire a través de esas aberturas. Cualquier junta necesaria debe ser traslapada 15 cm (traslape lateral) sobre dos elementos estructurales.

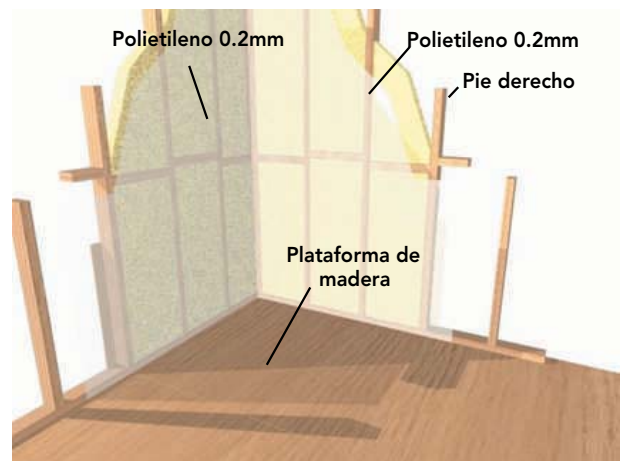


Figura 14 - 25: Fijación de barrera de vapor por el paramento interior del tabique perimetral, luego de colocada la aislación térmica.

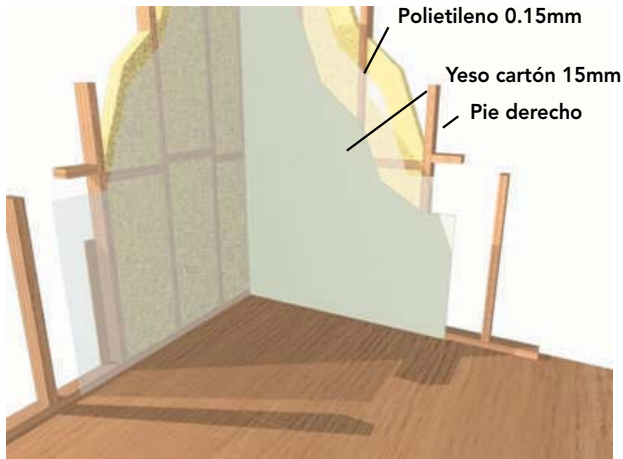


Figura 14 - 26: Colocada la barrera de vapor, se procede a la colocación del revestimiento de plancha yeso cartón.

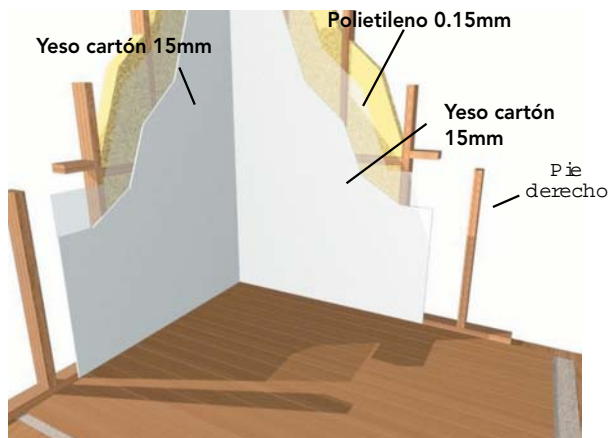


Figura 14 - 27: Fijación de la barrera de vapor en un tabique perimetral.

- La barrera de vapor debe ser traslapada y engrapada (corchetada) a los pie derecho, marcos de puertas y ventanas.
- Debe ser continua, detrás de las cajas eléctricas ubicadas en los muros exteriores. Cubriendo la caja con un trozo de polietileno, dejando sólo la perforación para los cables que entran en la caja de distribución. Este pedazo de polietileno se traslapa con el resto de la barrera de vapor del muro.

Como podemos apreciar en la Figura 14-17, se debe traslapar el polietileno por detrás del primer pie derecho del tabique interior, para así lograr la continuidad de la barrera de vapor.

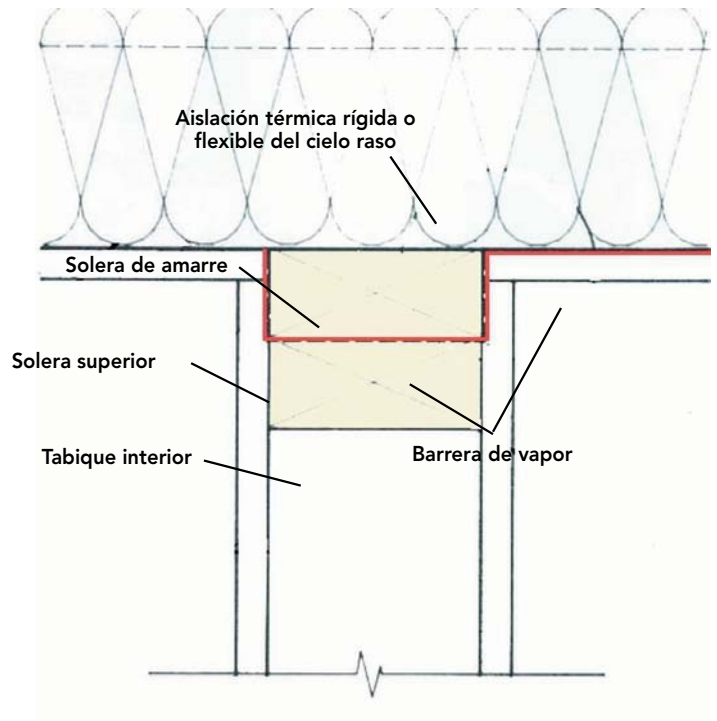


Figura 14 - 28: Continuidad de la barrera de vapor del cielo, se ha considerado entre la solera de amarre y la solera superior.

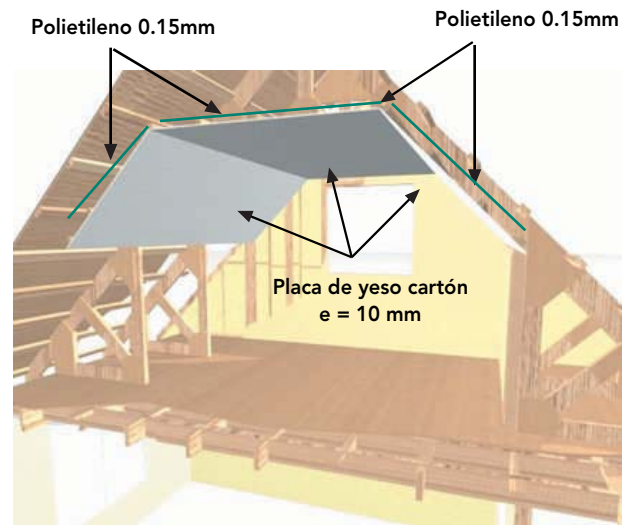


Figura 14 - 29: Fijación de la barrera de vapor en el cielo. Se debe considerar un traslape de a lo menos de 10 cm.

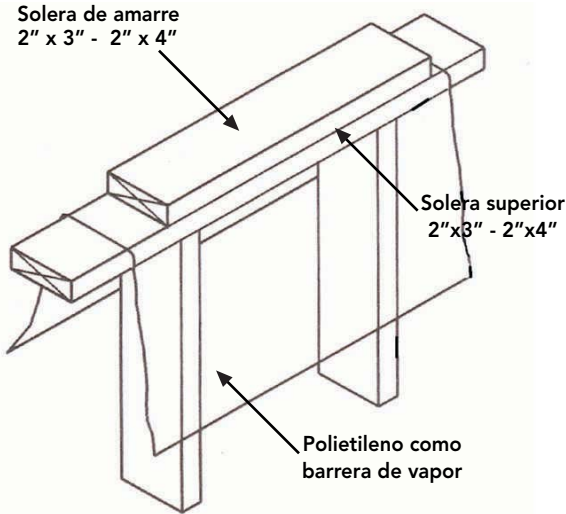


Figura 14 - 30: Sección de polietileno colocado sobre el tabique interior entre la solera de amarre y la solera superior, para el posterior traslape con la barrera de vapor colocada en el cielo.

También es necesario mencionar que la continuidad de la barrera de vapor debe ser cumplida también en el cielo de la vivienda. Es por esto que se debe colocar una sección de polietileno como barrera de vapor de al menos 45 cm de ancho, entre la solera superior y de amarre, la que a continuación debe ser traslapada sobre la barrera de vapor del cielo, generando una barrera continua sobre las divisiones interiores (Figura 14-30).

14.3.2 Instalación de la barrera de humedad

La barrera de humedad es una lámina sintética, colocada por la cara exterior del tabique y en la cubierta, cuya función es aislar la envolvente de humedad y de posibles infiltraciones de agua lluvia.

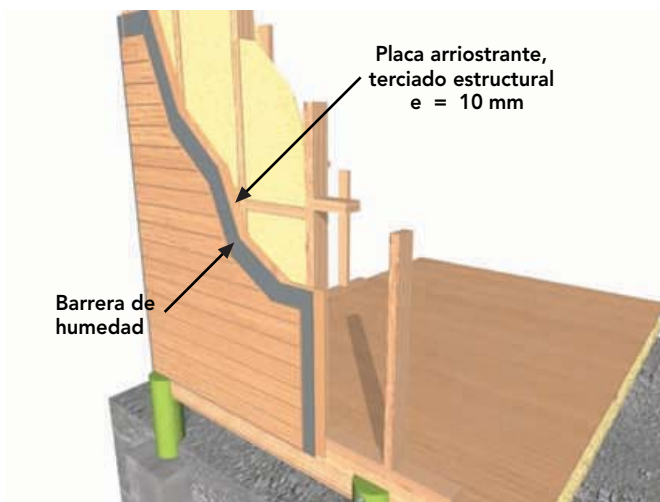


Figura 14 - 31: Fijación de la barrera de humedad.

Se debe colocar en forma continua sobre toda la superficie de la placa estructural de cubierta, antes de colocar la solución de cubierta correspondiente. Se debe comenzar en la base de la estructura de techumbre y traslaparla 10 a 15 cm en el sentido contrario a la dirección del viento.

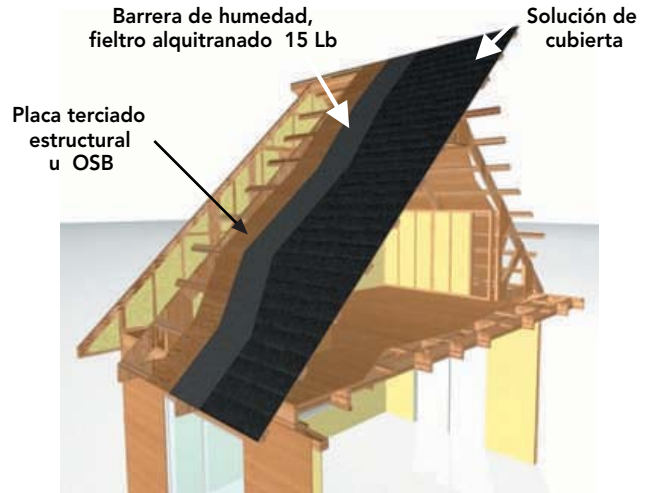


Figura 14 - 32: Colocación continua de la barrera de humedad en la cubierta.

Se debe envolver la vivienda completa, incluyendo la superficie de vanos de puertas y ventanas.

- La sujeción de la barrera de humedad se debe hacer con clavos con una cabeza plástica o con sujetadores especiales, para prevenir el rompimiento de ésta, colocando como mínimo tres en la parte superior, media e inferior.



Figura 14 - 33: Fijación de la barrera de humedad (lámina sintética).

- En los perímetros de tabiques y alrededor de vanos de puertas y ventanas, las fijaciones deben ir cada 10 cm.



Figura 14 - 34: Colocación de la barrera de humedad en el rasgo de ventana desde el paramento exterior hacia el interior.

Una vez colocada la barrera de humedad en puertas y ventanas, se deben doblar las aletas del lado y fondo hacia el interior del vano de la ventana y sujetar cada 15 cm (Figura 14-34).

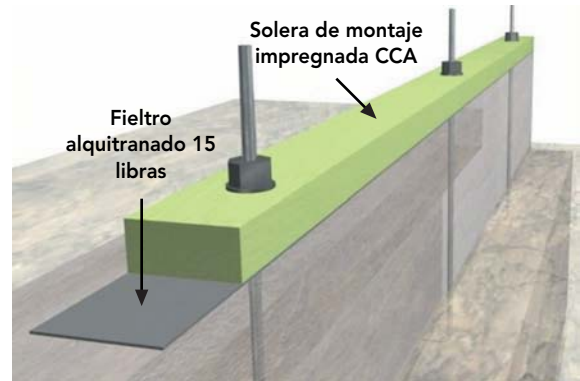


Figura 14 - 35: Barrera de humedad, fieltro alquitranado de 15 libras, que protege la solera de montaje instalada en la fundación continua.

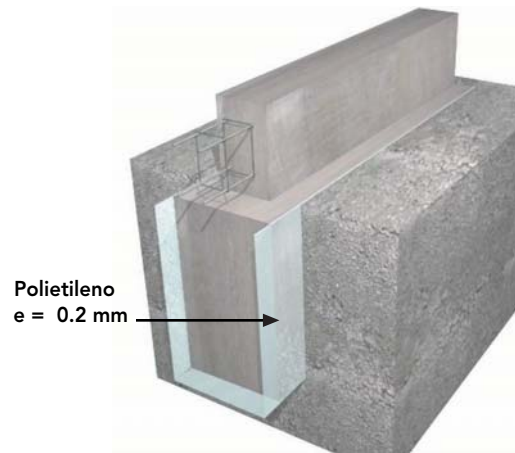


Figura 14-36: Es conveniente colocar polietileno en las paredes de la excavación, lo que permite no contaminar el hormigón cuando se está colocando y proteger a la fundación de la humedad por capilaridad del terreno.

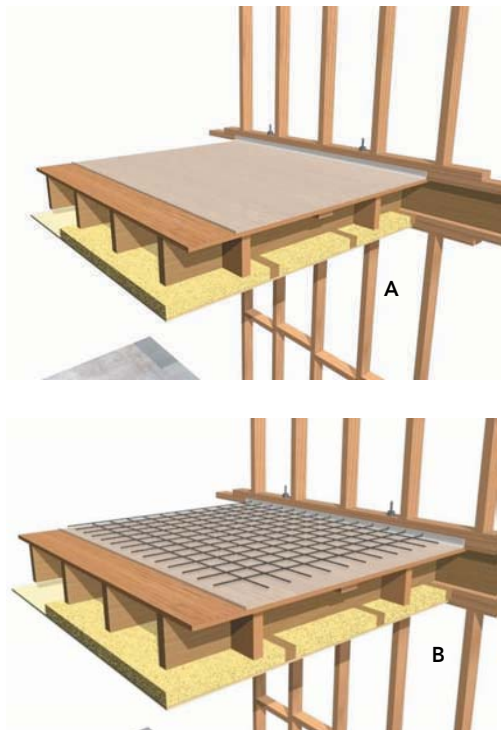


Figura 14-37: **A** Instalación de barrera de humedad de polietileno especial, espesor 10 mm, sobre el entrepiso que cumple el objetivo de impedir el paso de humedad y de barrera acústica. **B** Instalación de malla electro soldada, fierro de diámetro de 4.3 mm como refuerzo de la loseta acústica. **C** Loseta de hormigón gravilla de H18, solución de piso, moldura Pino radiata de 1x4 machihembrada.

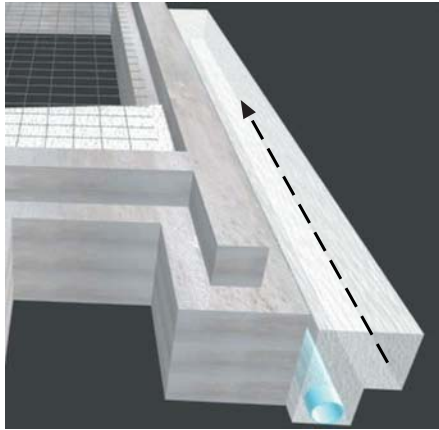


Figura 14-38: En terrenos con presencia de agua es recomendable instalar en el fondo de la excavación un tubo de P.V.C. perforado que evacúe las aguas al punto más bajo y rellenar la excavación con material granular. Además, de incorporar un aditivo hidrófugo al hormigón de fundación.

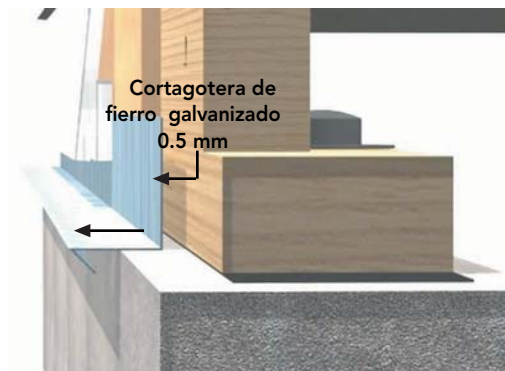


Figura 14-39: Como complementación a la protección de la solera de montaje y revestimiento exterior en el caso de fundación continua, es recomendable instalar cortagotera de hierro galvanizado, que permite eliminar el agua lluvia de dicho sector.

14.4 VENTILACIÓN EN LA VIVIENDA

14.4.1 Generalidades

La ventilación en la vivienda o en cualquier lugar habitable resulta fundamental para mantener una calidad de aire interior aceptable y control de los niveles de humedad interna, en beneficio de la salud y bienestar de sus ocupantes.

Si no se controlan los niveles de humedad interna se está promoviendo la presencia de hongos y mohos, que pueden repercutir también en la salud. Un aspecto tan importante como lo anterior, es la preocupación por preservar la envolvente de la vivienda, ya que la humedad que migra desde el interior hacia el exterior puede condensarse en la superficie interior de la envolvente o en los intersticios de la estructura, pudiendo causar serios daños a la madera.

En caso de climas cálidos y húmedos es uno de los factores de mayor importancia que permite facilitar el acercamiento a las condiciones de confort.

Como se deduce, la necesidad de ventilar resulta fundamental para el confort al interior de la vivienda y para asegurar un adecuado comportamiento higrotérmico. Cabe señalar que la ventilación por sí sola no asegura un buen comportamiento frente a los fenómenos de condensación. La ventilación debe acompañar una buena aislación térmica a la envolvente de la vivienda.

La ventilación se realiza principalmente por dos medios:

- Ventilación natural (generalmente abriendo ventanas)
- Ventilación forzada, a través de algún sistema mecánico de ventilación que extrae aire desde el interior

Las causas más comunes de una ventilación deficiente son:

- Mal emplazamiento de la vivienda con respecto a los vientos predominantes
- Presencia de una sola abertura, lo cual no permite movimiento de aire en toda la vivienda, sólo en las cercanías de la ventana
- Incorrecta ubicación de ventanas y elementos constructivos de la misma que impiden al aire circular en el interior de la vivienda

Para obtener una buena ventilación en el interior de una vivienda, debemos disponer de ventilación "cruzada", es decir, con entrada y salida de aire.

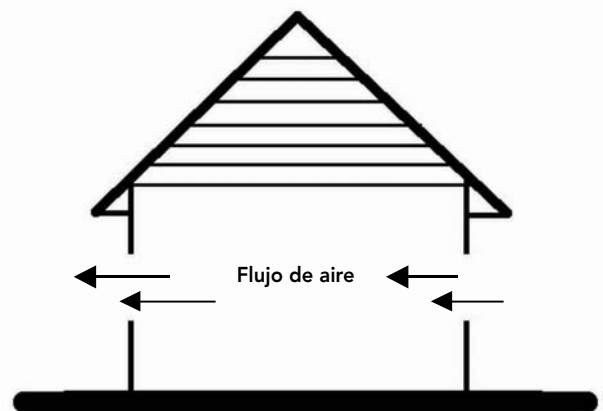


Figura 14 - 40: Ventilación cruzada natural.

En muchas viviendas, el problema se resuelve abriendo puertas intermedias, lo que implica un problema del punto de vista de la intimidad y funcionalidad de los ambientes. La ubicación de ventanas y aleros va a determinar también el comportamiento del flujo de aire en el interior de la vivienda, de acuerdo a la ubicación y tamaño de las ventanas.

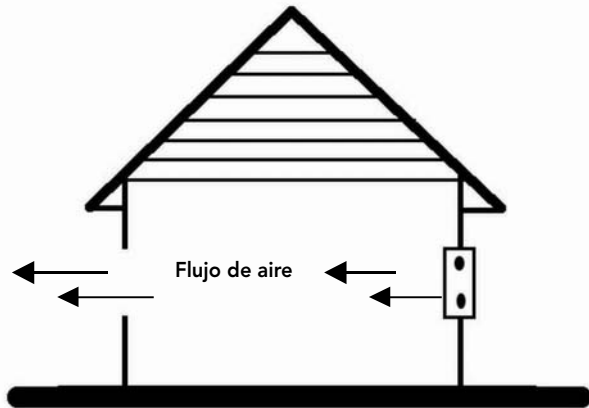


Figura 14 - 41: Ventilación forzada.

14.4.2 Comportamientos esperados en la ventilación natural

La posición de la abertura de entrada y alero de la vivienda ejerce una influencia determinante sobre la trayectoria vertical del aire.

Como podemos apreciar en la Figura 14-42, el viento no penetra por la abertura debido a que la fuerza resultante en ese punto tiene una componente vertical muy fuerte, ya que no existe alero en esa posición.

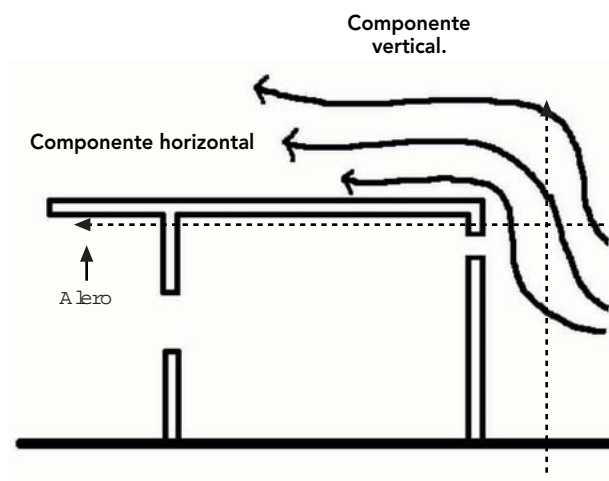


Figura 14 - 42: Posición de la abertura y alero y su implicancia en las componentes verticales y horizontales del viento (A).

En la Figura 14 – 43 se ha modificado la dirección de la fuerza resultante, mediante un alero de 40 a 50 cm ubicado en la parte superior. Eso hace que el viento penetre por la abertura, conservando una trayectoria cercana al techo.

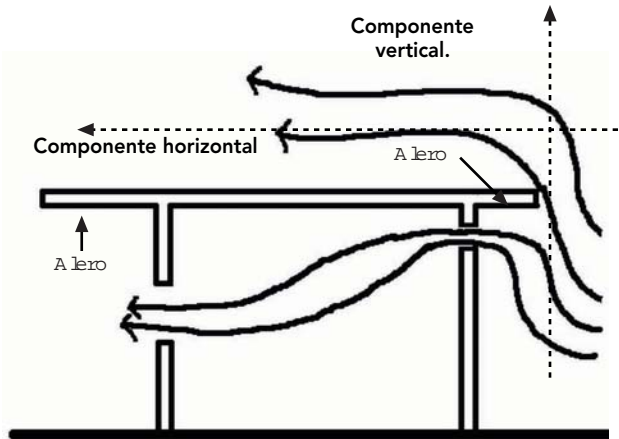


Figura 14 - 43: Posición de la abertura y alero y su implicancia en las componentes verticales y horizontales del viento (B).

Si se analiza en planta la vivienda (Figuras 14 - 44 y 45), la posición de las aberturas de muro ejerce una influencia determinada sobre la trayectoria horizontal del aire.

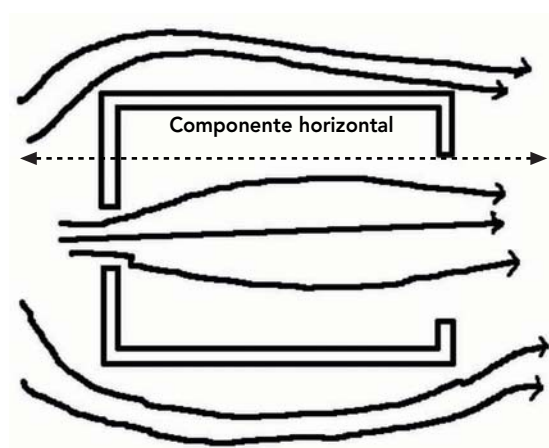


Figura 14 - 44: Trayectoria en planta de las corrientes de aire con ventilación cruzada. Buena ventilación interior.

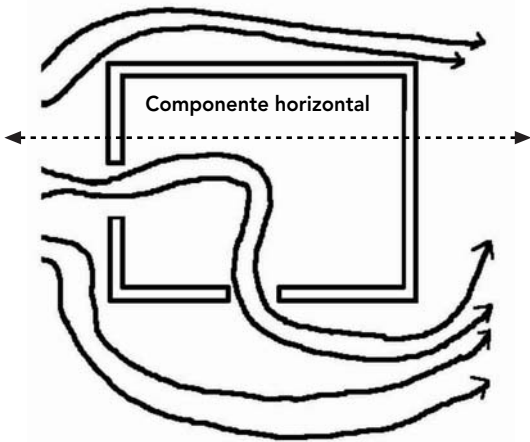


Figura 14 - 45: Trayectoria en planta de las corrientes de aire con ventilación lateral. Mala distribución interior de la ventilación.

El diseño de las ventanas es uno de los factores que más incide en la dirección final del aire.

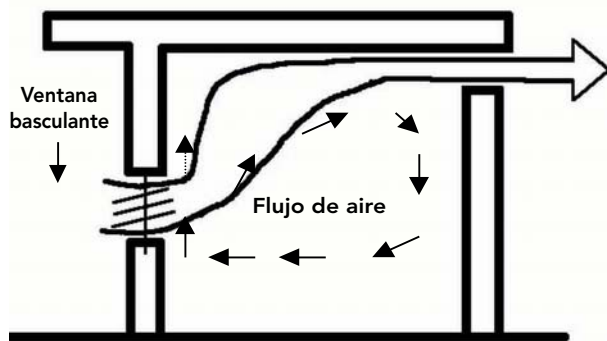


Figura 14 - 46: Ventilación por medio de una ventana basculante.

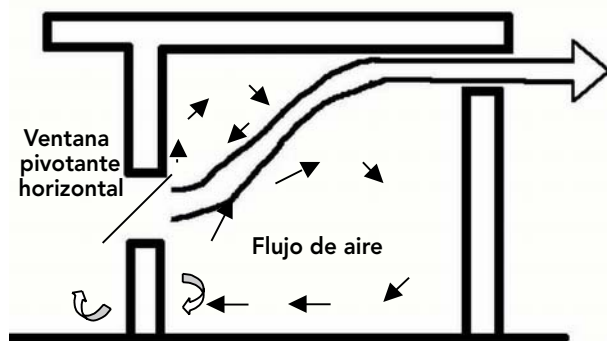


Figura 14 - 47: Ventilación por medio de una ventana pivotante horizontal.

Cuando el alero está despegado de la fachada, el aire se dirigirá hacia abajo, siempre y cuando no intervengan otros factores que modifiquen su trayectoria.

En un ambiente de estar, en que los usuarios están sentados en diversos puntos, la situación más desfavorable es la que logra una velocidad igual en todos los puntos, y el flujo afecta a una capa de 0,60 a 1,30 metros por encima del piso.

En los dormitorios debería mantenerse el flujo de aire en movimiento a una altura levemente superior al nivel de las camas, entre 0,40 y 0,80 metros sobre el nivel del suelo.

Como conclusión, se puede distinguir en relación con la posición de las ventanas, los siguientes casos:

- Ventanas bajas de ingreso y egreso, producen buena ventilación a nivel de los ocupantes.
- Ingreso bajo y egreso alto, determinan un buen comportamiento del flujo.
- Ingreso alto, producen mala distribución a pesar del egreso bajo.
- Ingreso al medio del muro, producen una distribución aceptable a nivel de las personas.
- Ingreso bajo y egreso a medio nivel, provee una aceptable ventilación cruzada.

Para situaciones climáticas con baja velocidad de vientos se puede reforzar la ventilación, convirtiendo algunas paredes en ventanas y si es necesario, utilizando apoyo mecánico.

14.4.3 Soluciones generales para la ventilación de la vivienda

- Se debe incluir la colocación de protecciones para los vientos en aberturas cuando el clima es menos templado o muy frío. Estas protecciones deben considerar la orientación de los vientos dominantes.

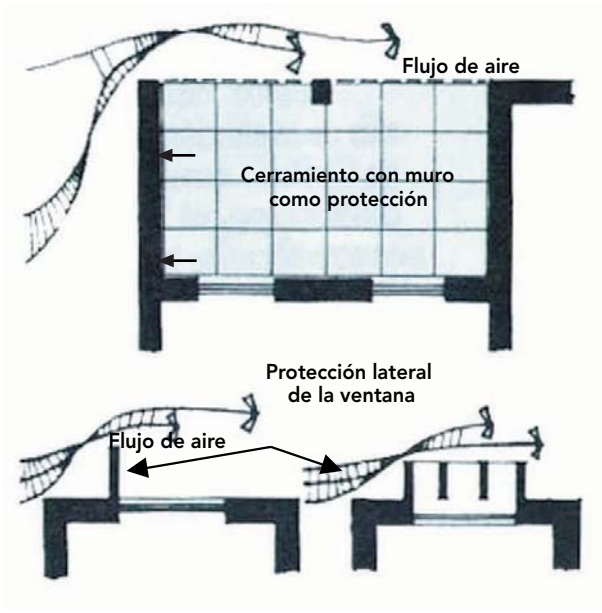


Figura 14 – 48: Protección de las aberturas.

- En lugares muy expuestos al viento, se aconseja organizar las viviendas alrededor de patios amplios, para reducir los efectos del viento y facilitar el adecuado ingreso solar. Esto permite realizar actividades al exterior en esa área protegida.

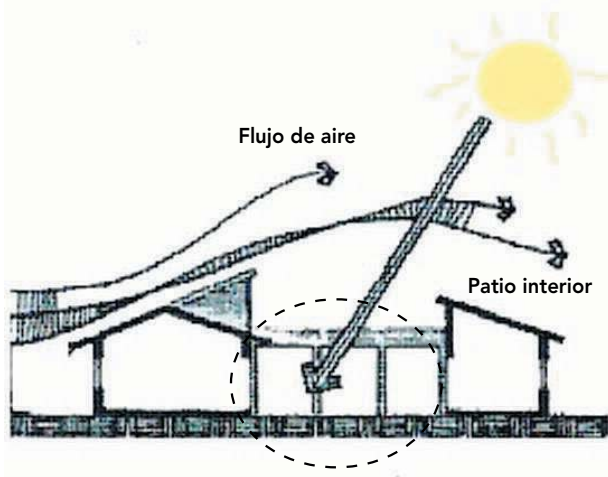


Figura 14 – 49: Utilización de patios para la protección de los vientos.

- Ubicar el acceso de la vivienda a sotavento, es decir, en el área de protección del viento dada por la vivienda.

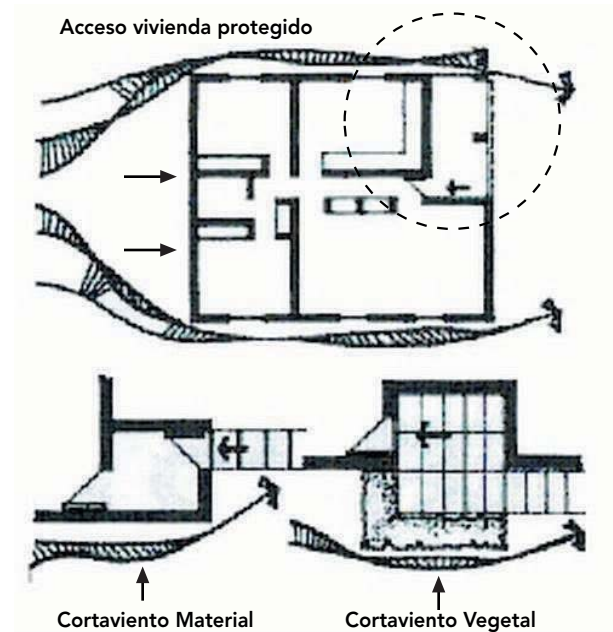


Figura 14 – 50: Ubicación y protección del acceso a la vivienda.

- Tener en cuenta la orientación de las pendientes de techos, a fin de que no se opongan a vientos dominantes, sino que faciliten su flujo laminar, permitiendo el mínimo intercambio de energía.

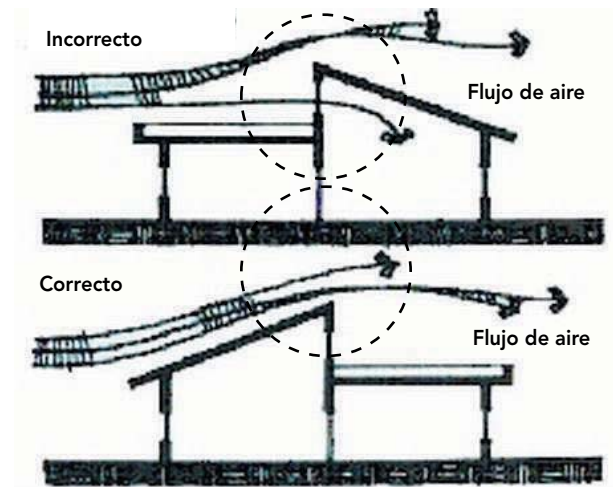
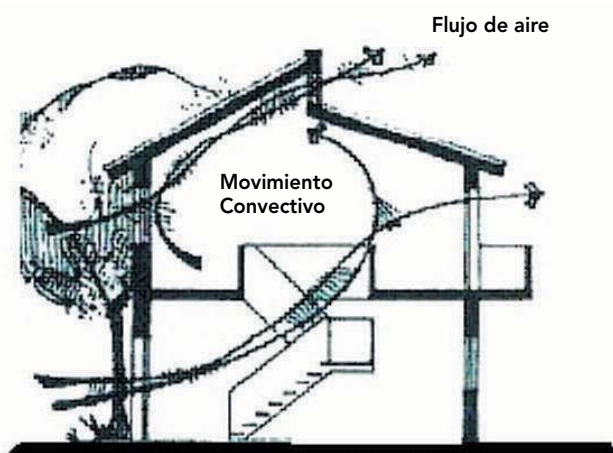


Figura 14 – 51: Orientación y pendientes de los techos.

- Dejar prevista la extracción de aire caliente, que se estratifica por debajo de la cubierta, mediante diseños que facilitan el efecto chimenea, el cual por diferencia de densidad del aire genera un movimiento convectivo, introduciendo aire fresco y eliminando el caliente estratificado.



14.4.4 Ventilación del complejo de techumbre en una vivienda

En una vivienda, los respiraderos de alero y techo (a dos aguas) combinados crean una circulación positiva de aire, siempre que se proporcione, por lo menos, dos aberturas de ventilación, una de entrada y otra de salida (Figura 14-55).

Los respiraderos instalados en cumbresras, cuando se usan en forma adecuada con las aberturas bajo el alero, son la forma más eficaz de ventilar, porque permiten el movimiento uniforme de aire caliente y húmedo del entretecho (Figura 14-56).

Figura 14 – 52: Orientación y pendientes de techos.

- No colocar tabiques internos en lugares próximos al acceso del viento, ya que reducirá su velocidad al cambiar bruscamente de dirección. Con el objeto de incrementar la capacidad de enfriamiento por ventilación cruzada, situar las entradas de aire cerca del piso y las salidas próximas al techo.

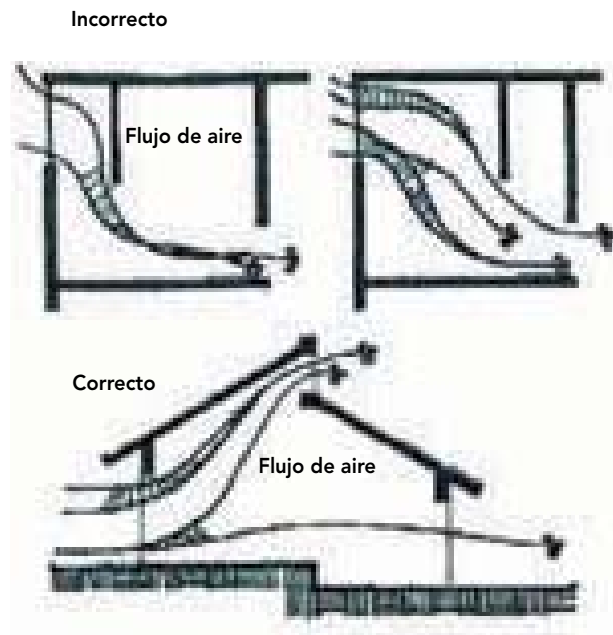


Figura 14 – 53: Incrementar la capacidad de ventilación cruzada.

Flujo de aire

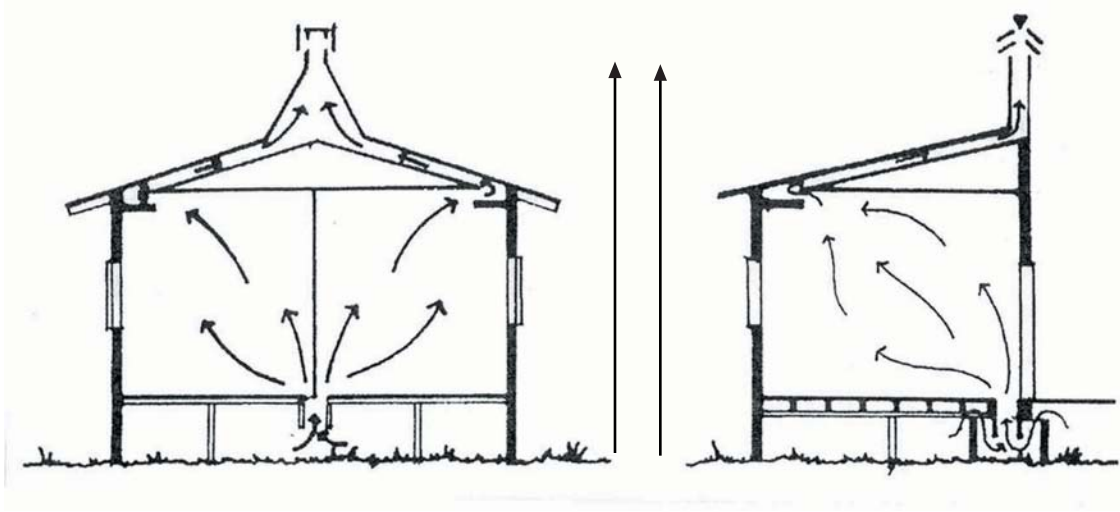


Figura 14 – 54 : Efecto chimenea.

Podemos utilizar la propia conformación de la vivienda para reforzar el “efecto de chimenea solar ” (Figura 14-54), ingreso de aire fresco y extracción del caliente por diferencias de temperatura y presión.

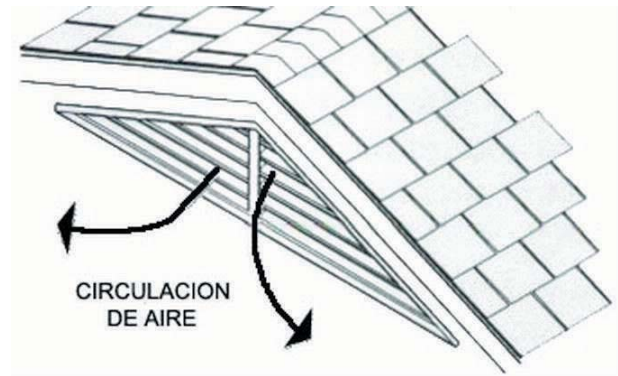


Figura 14 – 57: Flujo de aire por frontón de la techumbre.



Figura 14 – 55: Ventilación en la estructura de techumbre.

Para que una ventilación de cumbrera funcione correctamente, ésta debe diseñarse de manera que cree un flujo que extraiga el aire del entretecho en la cumbrera e introduzca aire por los aleros (Figura 14 - 58).



Figura 14 – 56: Flujo de aire por la cumbrera de la techumbre.

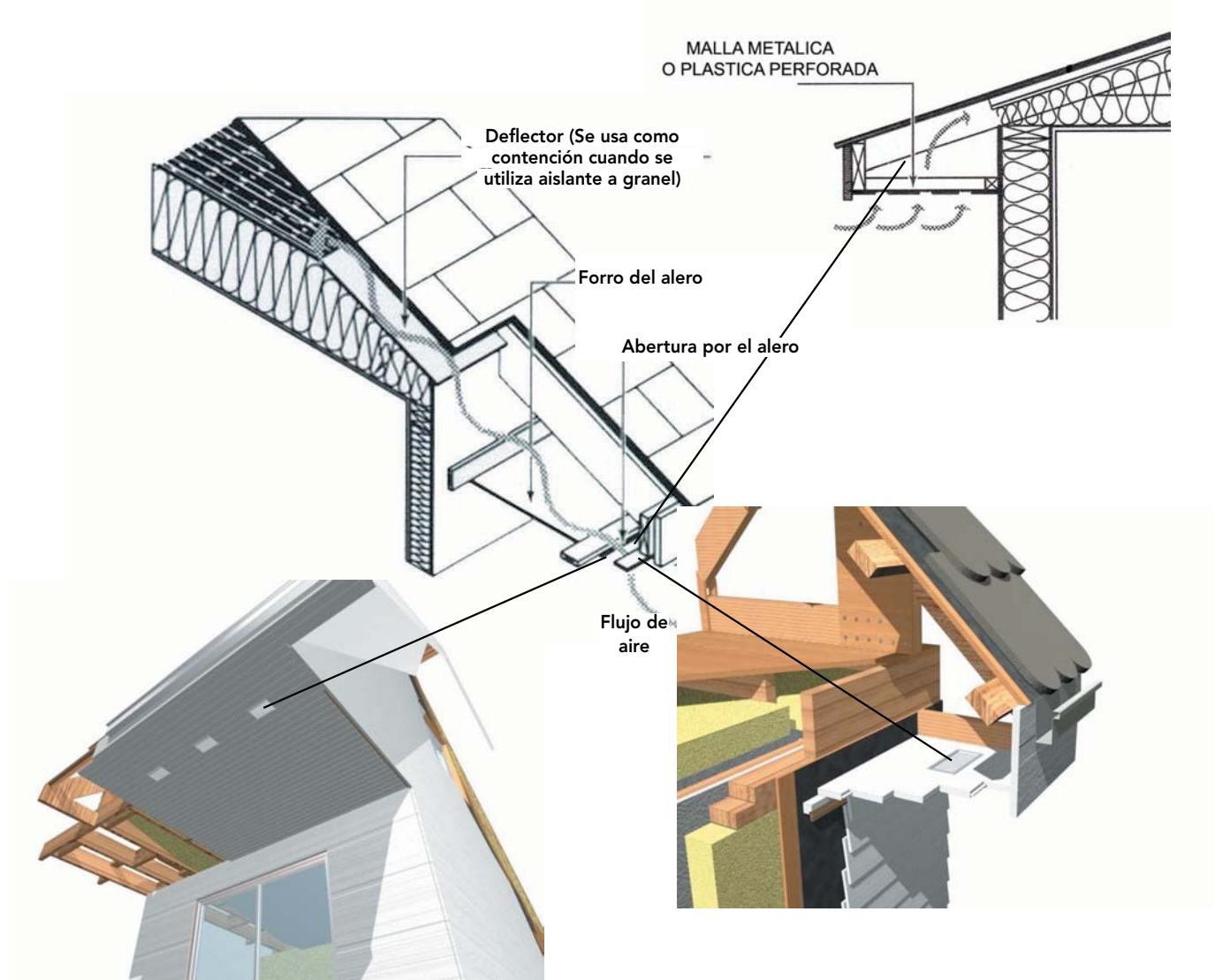


Figura 14 – 58: Ventilación por el alero.

Como regla general, cuando se usa barrera de vapor (polietileno colocado en la cara interior del tabique), debe haber un (1) metro cuadrado de abertura para ventilación por cada 28 m² de superficie del entretecho.

Cuando no se requiere una barrera de vapor, se recomienda un metro cuadrado de abertura para ventilación por cada 14 m² de superficie del entretecho.

Las salidas de ventilación y aislamiento del cielo falso del alero deben instalarse de forma tal, que el aire fluya libre entre las ventilaciones y alcance todas las áreas de la techumbre.

Las ventilaciones de techumbre tienen que impedir la entrada de agua, nieve o insectos al mismo tiempo y deben estar construidas de metal o plástico, equipadas con rejillas de ventilación.

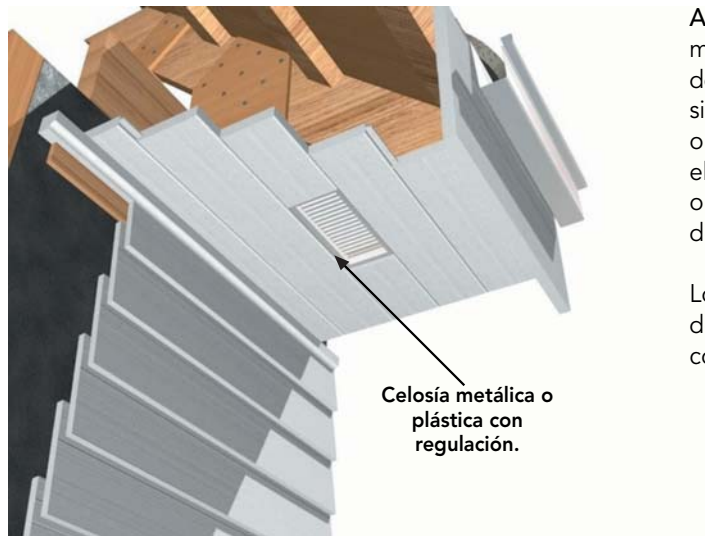


Figura 14 -59: Celosía colocada en el alero cada 50 cm, lo que permite ventilar el entretecho.

14.4.5 Consideraciones generales de ventilación en un recinto, según la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC)

La OGUC en el Título 4 de Arquitectura, Capítulo 1, condiciones de habitabilidad, en su artículo 4.1.1, menciona que en las edificaciones o parte de ellas destinadas a vivienda se considerarán:

- **Locales habitables:** destinados a la permanencia de personas, tales como dormitorios o habitaciones, comedores y salas de estar, en el caso de viviendas.
- **Locales no habitables:** destinados al tránsito o estadía esporádica de personas, tales como baños, cocinas, salas de vestir, lavaderos, vestíbulos, galerías o pasillos.

Los locales habitables tendrán una altura mínima de 2,35 m de piso a cielo, medida en obra terminada, salvo bajo pasadas de vigas, instalaciones horizontales y áreas menores de recintos, ubicadas directamente bajo techumbres inclinadas.

La medida vertical mínima de pasadas peatonales bajo vigas o instalaciones, será de 2 m, en obra terminada.

El estándar de terminaciones de edificaciones que contemplen locales habitables, no podrá ser inferior al definido en la Ordenanza como obra gruesa habitable.

Artículo 4.1.2. Los locales habitables deberán tener al menos una ventana que permita la entrada de aire y luz del exterior. Sin embargo, se admiten ventanas fijas selladas, siempre que contemplen ductos de ventilación adecuados o sistemas de aire acondicionado conectados a un grupo electrógeno automático, y que no se trate de dormitorios o recintos en los que se consulten artefactos de combustión de cualquier tipo.

Los locales no habitables sin ventanas o con ventanas fijas, deben ventilarse a través de un local habitable, o bien, contemplar algún sistema de renovación de aire.

14.5 AISLACIÓN ACÚSTICA

14.5.1 Generalidades

En Chile, la mayor parte de las construcciones carece de protección acústica, fundamentalmente debido a la mayor utilización de formas más ligeras de construcción.

Una suficiente protección acústica de los recintos de las viviendas se hace cada vez más indispensable si se desea mantener una buena calidad de vida, debido al constante aumento de contaminación acústica en las ciudades.



Figura 14 – 60 : Transferencias de sonido al interior de una vivienda.

14.5.2 Conceptos fundamentales

14.5.2.1 Sonido

El sonido es entendido como oscilaciones y ondas de un medio elástico propagadas en forma de movimientos ondulatorios, moviéndose las células del material estimulado en torno a su posición inicial, lo que produce una sensación auditiva.

14.5.2.2 Tono

Es la oscilación acústica en forma de senoide.

14.5.2.3 Frecuencia

Número de oscilaciones por segundo. Cuando aumenta la frecuencia crece la altura del tono. La unidad en que se mide la frecuencia es el Hertzio (Hz):

$$1 \text{ Hz} = 1 \text{ oscilación por segundo.}$$

El hombre puede percibir en un umbral de frecuencia que abarca desde los 16 Hz hasta 16.000 Hz.

La propagación del sonido se produce en forma de movimiento ondulatorio, moviéndose las moléculas del material estimulado en torno a su posición inicial. Estas chocan contra las partículas contiguas, que a su vez comienzan a oscilar, por lo tanto, el sonido no es un desplazamiento de partículas, sino la transmisión de un movimiento vibratorio.

14.5.2.4 Ruido

Conjunción de sonidos de frecuencia irregular. Se distinguen:

- **Ruido aéreo:** sonido transmitido por el aire.
- **Ruido sólido:** sonido transmitido por cuerpos sólidos.
- **Ruido de impacto:** sonido transmitido por el impacto de dos o más cuerpos sólidos.

Un sonido transmitido por el aire al llegar a un material sólido lo hará oscilar, con lo que se habrá realizado una conversión en ruido sólido. Al devolverse esta oscilación del material al aire del espacio adyacente vuelve a originarse un ruido aéreo, aunque más reducido, ya que la estructura del material atravesado actúa como un freno.

Es por esto que se recomienda proyectar elementos constructivos pesados o compuestos por varias capas.

En el caso del ruido por impacto (por tratarse de un ruido sólido), puede efectuarse un desacoplamiento introduciendo capas blandas elásticas en la materialización de la plataforma, que impide la propagación de la onda acústica, ya que ésta sólo se transmite a través de materiales sólidos.

14.5.2.5 Nivel de presión acústica

En el nivel físico de intensidad sonora (medida a través de la presión sonora acústica), el oído transforma las presiones sonoras en sensaciones auditivas, siendo su sensibilidad limitada, es decir, no percibe de la misma forma todas las frecuencias.

El nivel de presión acústica se mide en decibeles. Un decibel (db) es el más pequeño cambio de sonido audible para el oído humano y 120 decibeles es el límite máximo o punto sensible.

Como información general, en la siguiente tabla se entrega la intensidad de algunos sonidos:

INTENSIDAD	(db)	ORIGEN
Ensoydecedor	120	Umbral del dolor
	110	Frenada de auto
	100	Martillo neumático
Muy fuerte	90	Vehículo sin silenciador
	80	Bocina de automóvil
Fuerte	70	Taller ruidoso
	60	Calle comercial con tráfico
Moderado	50	Calle con poca circulación
	40	Vivienda
Débil	30	Vivienda en barrio de baja densidad
	20	Conversación moderada
Muy débil	10	Conversación en voz baja

Tabla 14 - 1: Intensidad de los sonidos.

El control del ruido se puede realizar dentro de un ambiente determinado, lo que se designa como corrección acústica. Cuando se controla su transmisión a otro recinto se llama **Aislación Acústica**.

La aislación acústica en una vivienda de madera situada en un sector urbano de regular intensidad sonora se resuelve con los materiales comúnmente conocidos que se utilizan para su materialización. Sin embargo, contribuye sustancialmente la cámara de aire que queda incorporada en el interior de los entramados verticales, horizontales e inclinados que se aprovecha para la incorporación del material aislante y las instalaciones sanitarias, gas y eléctrica.

Cuando el nivel sonoro externo es mayor y excede la capacidad de aislación del sistema constructivo empleado, pueden usarse materiales absorbentes para reforzar la obtención de un adecuado nivel acústico al interior de la vivienda.

14.5.2.6 Corrección acústica

La corrección acústica se realiza una vez resuelto el requerimiento de aislación acústica con el exterior de la vivienda.

Consiste básicamente en establecer la utilización de materiales adecuados al interior de la vivienda, de modo que la superficie expuesta de ellos mantenga las condiciones de agrado respecto de un determinado nivel acústico.

Para ello se debe tener presente, que las superficies duras y lisas son por lo general muy reflexivas a las ondas sonoras, como lo son, por ejemplo, los pavimentos o muros revestidos con cerámica, estucos y baldosas.

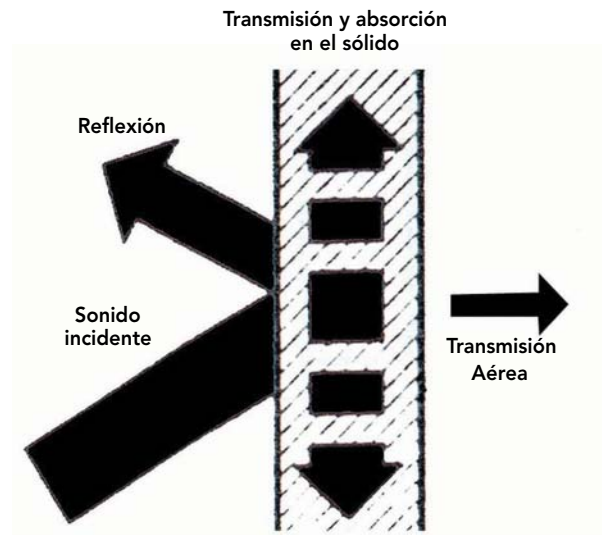


Figura 14 - 63 : Transmisión del sonido en un sólido.

Por el contrario, una superficie puede ser muy absorbente si su revestimiento es poroso, como lo puede ser la utilización de alfombras o aislantes de tipo fibroso.

Dado que los materiales absorbentes del sonido son por lo general blandos o fibrosos, se recomienda especificarlos para cielos rasos o en la zona superior de los muros.

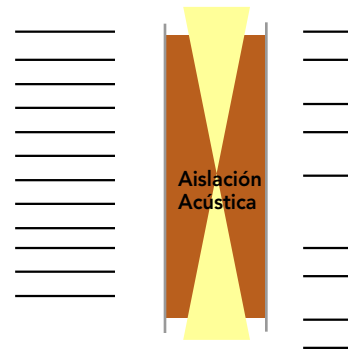


Figura 14 - 64: Aislación acústica en un tabique.



Figura 14 - 65: Absorción acústica.

La velocidad del sonido depende principalmente de la densidad y compresión del medio, mientras que la velocidad de propagación de las ondas de flexión, depende de la altura del tono, también de la relación entre la rigidez a flexión y la masa del material en oscilación.

14.5.3. Normativa Acústica

La Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones clasifica los locales en relación a sus condiciones acústicas. Se establece que los espacios construidos deberán regirse por las normas chilenas oficiales correspondientes.

La NCh 352 se refiere a condiciones acústicas que deben cumplir las edificaciones:

- El aislamiento acústico que debe considerarse en fundaciones, muros, pisos, tabiques e instalaciones de edificios.
- Supresión o amortiguación de los ruidos dentro y fuera de edificios que puede obtenerse mediante ciertas restricciones que los eliminan en su origen o mediante el empleo de materiales absorbentes convenientemente dispuestos y,
- La correcta conservación de diversos sonidos durante su propagación dentro de las salas destinadas a la audición, mediante la disposición de formas arquitectónicas adecuadas o el empleo de materiales y elementos que aseguren la mayor igualdad posible entre un sonido emitido por el orador o instrumento, y la sensación sonora percibida por cada uno de los auditores.

Se expone una idea general del problema acústico, sin fijar niveles correspondientes.

Se especifica un valor de 35 dB como recomendable para entrepisos de una vivienda:

- Los muros de fachadas y los medianeros de edificios, lo mismo que tabiques interiores, establecen límites entre las diferentes casas, departamentos u oficinas. Deben consultarse a fin de asegurar un aislamiento acústico de 35db como mínimo.
- Los entrepisos y cielos del último piso que no llevan losa de hormigón armado, deben consultarse para asegurar el mismo grado mínimo de aislamiento acústico, o a lo menos, el mismo aislamiento que los tabiques del edificio.

En el Anexo II, de la norma de aislamiento del sonido se establece que el valor de aislamiento acústica de 48dB en una losa se considera insuficiente, 49dB es suficiente y 50dB bueno.

14.5.4 Soluciones generales de aislamiento acústica en viviendas de madera

La construcción en madera presenta las siguientes ventajas en relación a su sistema constructivo como:

- Flexibilidad
- Durabilidad
- Elasticidad

Es necesario consignar que, debido a la poca masa estructurante e intersticios que genera, se produce una débil aislamiento acústica en los recintos, por lo que es necesario dar soluciones acústicas de acuerdo a las solicitudes, según su ubicación en:

a) Entramados horizontales

- Aislación acústica entre pisos habitados.

b) Entramados verticales

- Aislación y absorción acústica entre ambientes.
- Aislación acústica con el medio externo.

14.5.4.1 Soluciones constructivas para entramados horizontales y verticales

La aislamiento acústica de un entramado de madera aumenta proporcionalmente a su masa y a la elasticidad de los materiales componentes.

A continuación, se exponen algunas soluciones constructivas para una correcta aislamiento acústica de los entramados verticales y horizontales en una vivienda estructurada con madera.

14.5.4.1.1 Entramados horizontales

Este aumento de masa debe ser entregado por los recubrimientos de cielo y piso, con su correspondiente forma de fijación.

Podemos dividir las soluciones de entramados horizontales en tres tipos:

- Entramado estructural de piso
- Revestimiento del cielo
- Recubrimiento del piso

Se debe considerar la incorporación de otros elementos al entrepiso, donde cada componente se irá sumando al valor base.

En el caso del revestimiento de cielo, generalmente la placa se fija al envigado por medio de clavos y tornillos,

por lo que la transmisión sonora ocurre por medio del envigado. Se debe buscar soluciones en base a uniones más flexibles, logradas por medio de un listoneado perpendicular al envigado, al cual se fija el revestimiento del cielo. Esta solución facilita la colocación de aislación en la estructura.

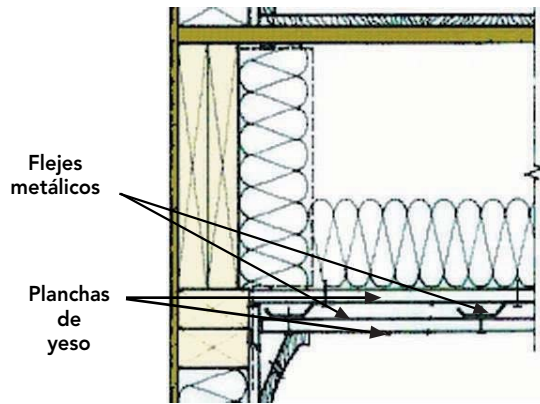


Figura 14-66: Solución acústica para cielo de yeso, instalación de flejes separadores de fierro galvanizados cada 20 cm, que separan las dos planchas de yeso, de espesor 15 mm.

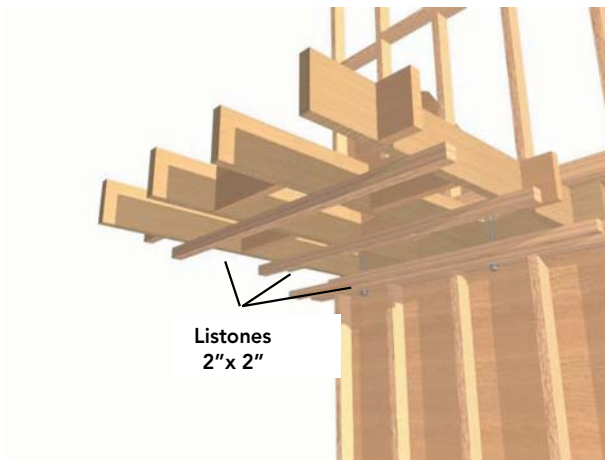


Figura 14 - 67: Entramado estructural de cielo.

Los materiales más usados en revestimientos de cielo son:

- Yeso cartón
- Madera, entablados
- Placas de partículas o fibras

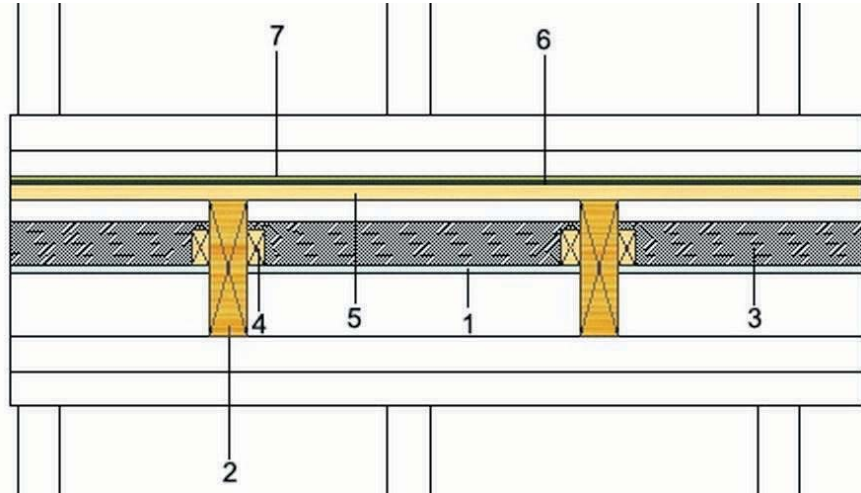
Es necesario considerar que, a medida que aumenta el espesor del elemento, aumenta también el peso de éste. Por esta razón, para aumentar la masa es recomendable multiplicarla con espesores menores y diferentes, debido a que se obtiene la flexibilidad de efectuar traslapes en la colocación de la placa.

En el caso del revestimiento de piso, los sonidos aéreos también son transmitidos por los tabiques laterales, en los cuales se apoya el envigado. Es por eso que para efecto de recubrimientos de piso, una buena solución acústica son los pisos flotantes, debido a que no están sujetos a los tabiques laterales.

Un buen diseño del recubrimiento de piso permitirá un mejoramiento de la aislación acústica en aproximadamente 9 a 15 dB.

Se presentan a continuación algunas soluciones de aislación acústica para entramados horizontales, en las que se privilegia el envigado a la vista, al que se le puede incorporar además un aislante termo-acústico y cielo con placa de yeso e = 10 mm asegurándose una mejor acústica.

14.5.4.1.1 Solución 1:
 Envigado a la vista, piso base, placa terciada estructural



- 1.- Placa de yeso cartón, e = 15 mm, 1,20x 2,40m.
- 2.- Viga estructural 2"x10" Pino radiata
- 3.- Aislación termo-acústica, lana mineral e = 50mm, entre vigas.
- 4.- Pieza de madera 1" x 2" Pino radiata
- 5.- Placa terciado fenólico e = 15 mm
- 6.- Pañete lana de 10 a 12 mm.
- 7.- Alfombra de lana o draylon acrílico, espesor mínimo 10 a 12mm.
- 8.- Solera de amarre
- 9.- Solera superior del tabique soportante

Figura 14 - 68: Representación técnica de la estructura de entrapiso, envigado a la vista y piso con revestimiento.

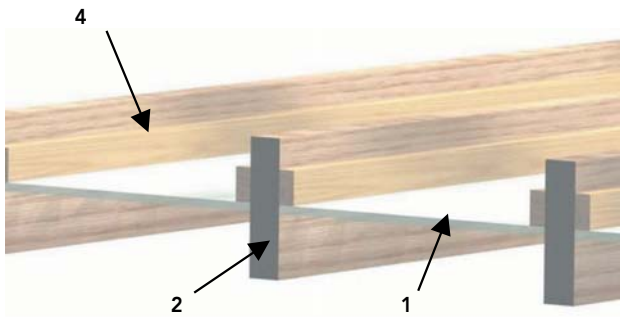


Figura 14 - 69: Colocación de plancha de yeso cartón como revestimiento de cielo soportado por listones de 1"x 2", fijadas a las vigas del entramado de entrapiso.

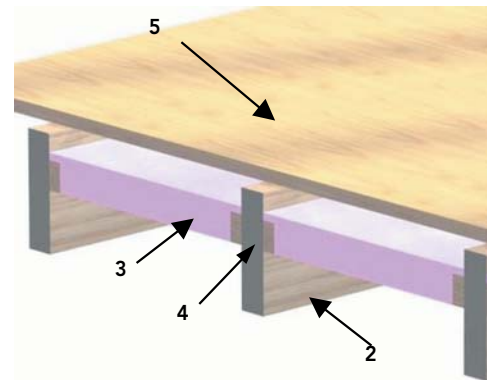


Figura 14 - 70: Colocación de aislación termo-acústica entre el listoneado de cielo sobre la plancha de yeso cartón, para luego colocar el tablero estructural, arriostrando la estructura de plataforma del entrapiso.

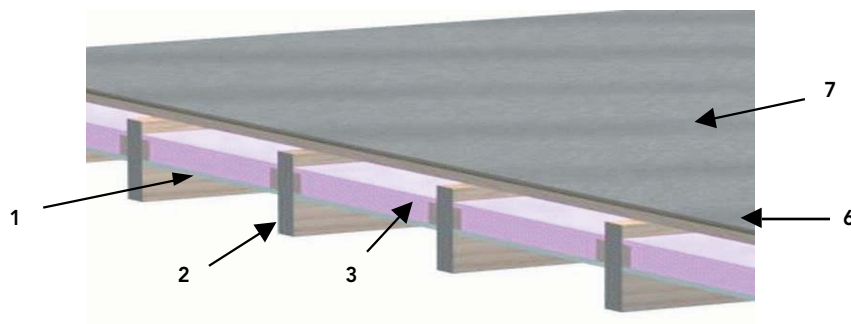
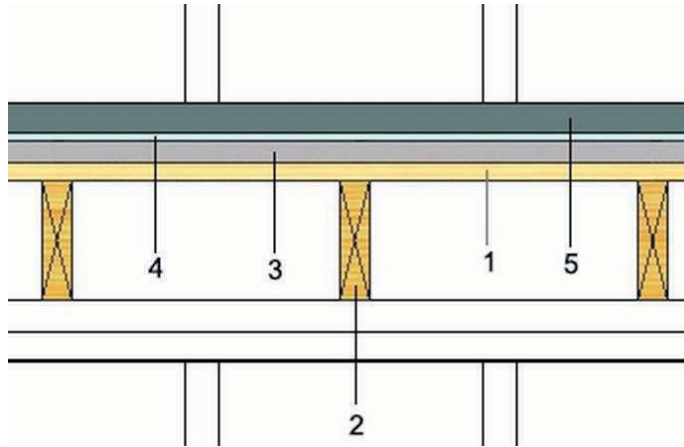


Figura 14 - 71: Vista general del entramado de entrapiso, utilizando como terminación sobre el tablero de piso estructural, un pañete de lana de un espesor mínimo de 8 a 10 mm y alfombra de lana o draylón acrílico, de un espesor mínimo de 10mm.

14.5.4.1.1 Solución 2:
 Envigado a la vista, piso base de hormigón gravilla



- 1.- Placa terciado fenólico de $e = 15 \text{ mm}$.
- 2.- Viga estructural 2"x10"
- 3.- Placa de fibra de madera prensada con cemento 30mm.
- 4.- Polietileno 10mm.
- 5.- Hormigón gravilla H18 de espesor $e = 50 \text{ mm}$.
- 6.- Solera de amarre
- 7.- Solera superior

Figura 14 – 72: Representación técnica de la estructura de entepiso, envigado a la vista y piso con revestimiento.

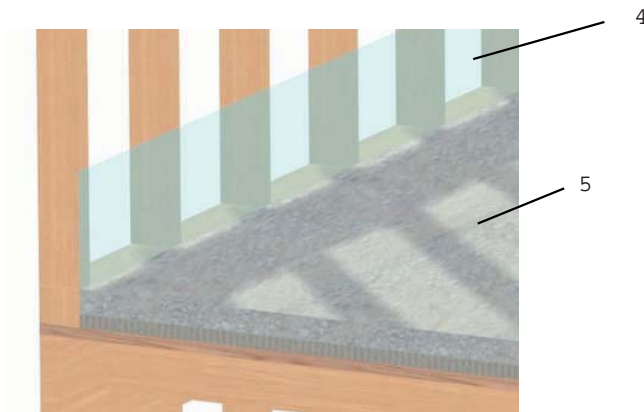


Figura 14- 73: Colocación de polietileno de 10 mm sobre la placa de fibra de madera prensada con cemento, el que debe retornar por la cara interior del tabique.

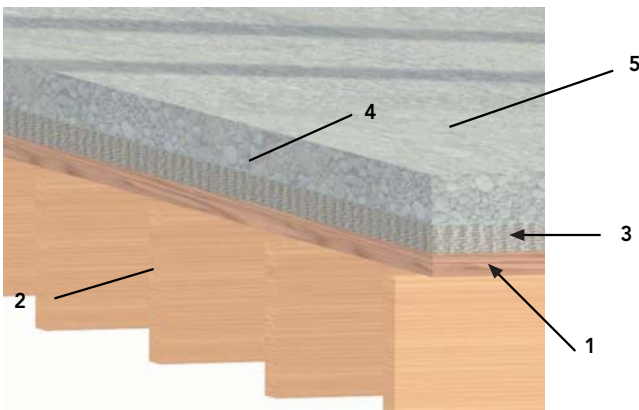


Figura 14 – 74: Corte estructura de entepiso.

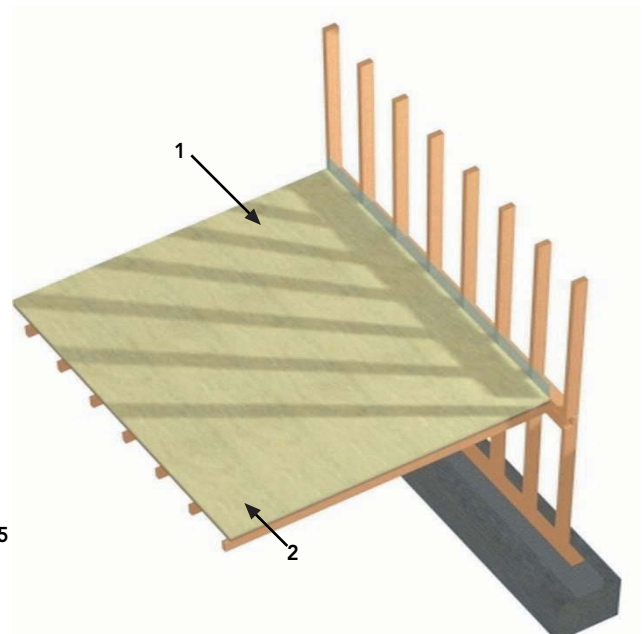
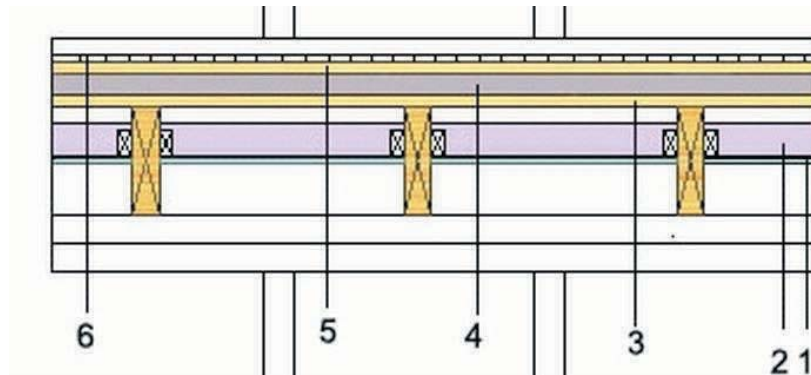


Figura 14 – 75: Vista general de plataforma de entepiso.

14.5.4.1.1 Solución 3:

Envigado a la vista, piso base placa estructural fenólica



1.- Placa de yeso cartón, e = 15 mm, 1,20 x 2,40 m.

2.- Aislación termo-acústica, lana mineral e = 50mm, entre vigas.

3.- Placa terciado fenólico e = 15 mm.

4.- Placa de fibra de madera prensada con cemento, e = 30mm.

5.- Placa terciado fenólico e = 15 mm.

6.- Piso de madera

7.- Vigas estructurales 2" x 10"

Figura 14-76: Representación técnica de la estructura de entrepiso, envigado a la vista y piso con revestimiento en madera.

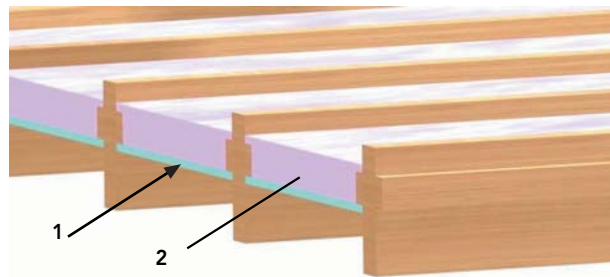


Figura 14-77: Colocación de aislación termo-acústica, entre el listoneado de cielo sobre la plancha de yeso cartón para luego colocar el tablero estructural, arriostrando la estructura de plataforma del entrepiso.

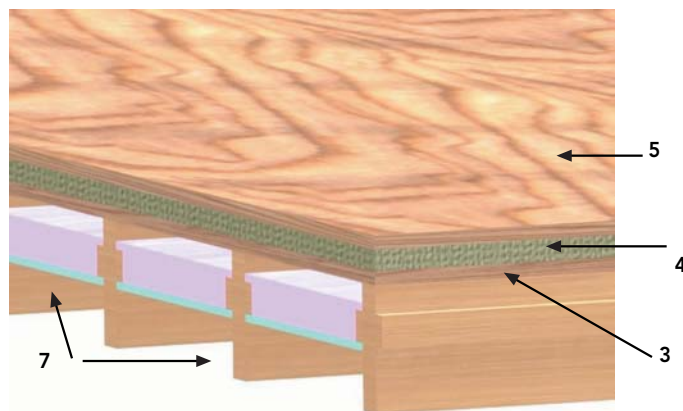


Figura 14-78: Vigas de Pino radiata estructural de 2"x10" para el entramado a la vista.

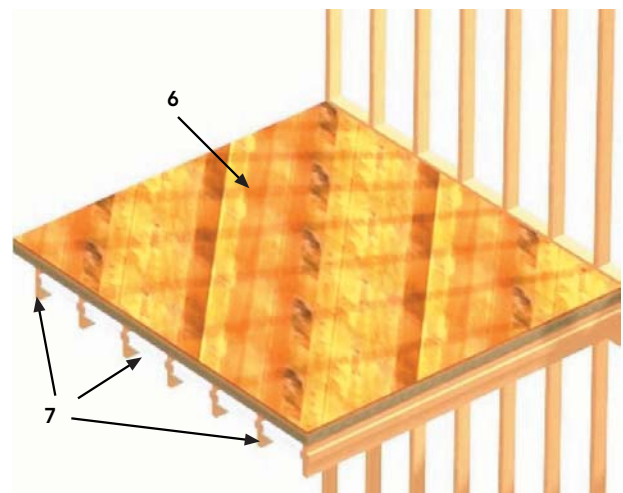


Figura 14-79: Vista general de entrepiso.

14.5.4.1.2 Entramados verticales

Podemos dividir las soluciones acústicas de tabiques en:

- Tabiques exteriores
- Tabiques interiores

Generalmente, en los tabiques se toman precauciones relativas a la aislación térmica, no así a la aislación acústica.



Figura 14-80: Estructura del tabique.

Como está descrito en capítulos anteriores, los tabiques en construcciones de madera constan de una estructura soportante y revestimientos por ambos lados, que pueden estar constituidos por una o dos placas.



Figura 14-81: Vista entramado y revestimiento estructural de tabiques.

La aislación acústica en un tabique dependerá de:

- Forma de fijación de los revestimientos
- Distanciamientos entre los elementos estructurales
- Material aislante entre pie derecho

Como ya se expuso, a mayor masa, corresponde mayor aislación, es por eso que al duplicar el revestimiento interior, la aislación mejora.

Las soluciones típicas de aislación acústica para tabiques interiores y perimetrales, básicamente contemplan doble revestimiento de placas de yeso cartón de espesor de 15 mm, las que pueden ir en ambos paramentos o sólo en el interior.

En otros casos, para tabiques medianeros separadores de roles y cortafuego, la solución eficiente es la materialización de un doble tabique estructurado en dimensión de 2" x 4", desplazado en 200 mm, adicionado a otros materiales como se muestra en las soluciones.

A continuación, se entregan como planos técnicos y vistas en perspectiva las soluciones típicas y más eficientes que se han puesto en práctica.

14.5.4.1.2 Solución 1:

Tabique interior (muro medianero, cortafuego)

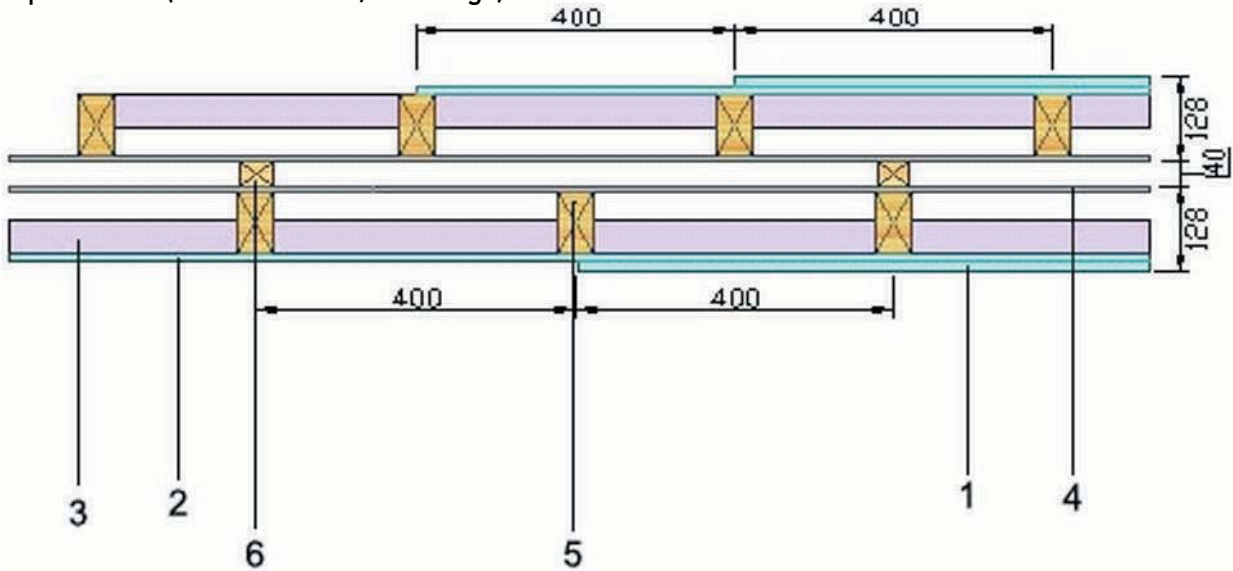


Figura 14 - 82: Representación técnica en corte de la solución propuesta de un tabique interior, medianero y cortafuego.

- 1.- Doble Placa de yeso cartón $e = 15$ mm, 1.20×2.40 m, traslapada por ambos paramentos
- 2.- Barrera de vapor, lámina de polietileno de 0.2 mm
- 3.- Aislación termo-acústica, lana mineral $e = 50$ mm.
- 4.- Doble placa fibrocemento 1.20×2.40 m, $e = 8$ mm.
- 5.- Doble pie derecho Pino radiata 2"x4", traslapado en 200 mm.
- 6.- Suple pieza 2" x 2" a 800 mm Pino radiata

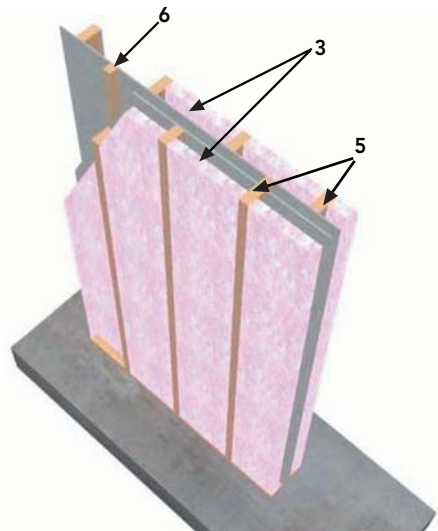


Figura 14-83: Doble aislación termo-acústica entre pie derecho.

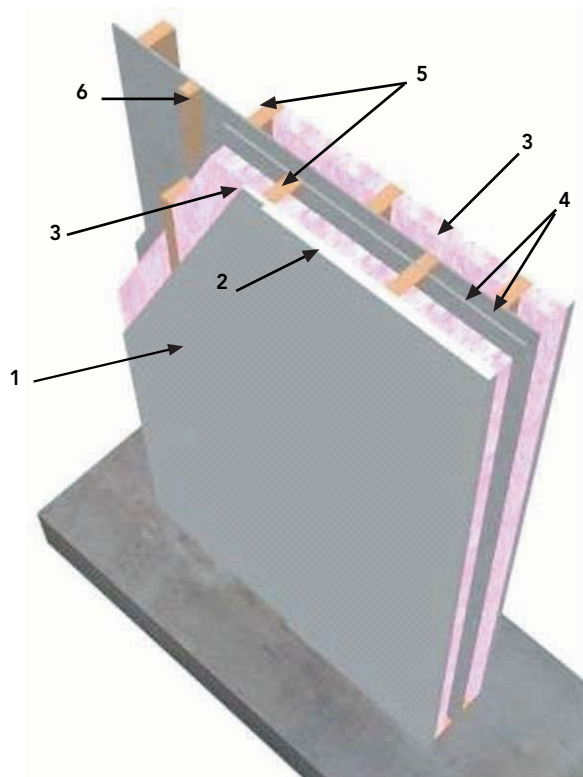


Figura 14-84: Vista general en perspectiva de los componentes que conforman el tabique.

14.5.4.1.2 Solución 2:
Tabique interior

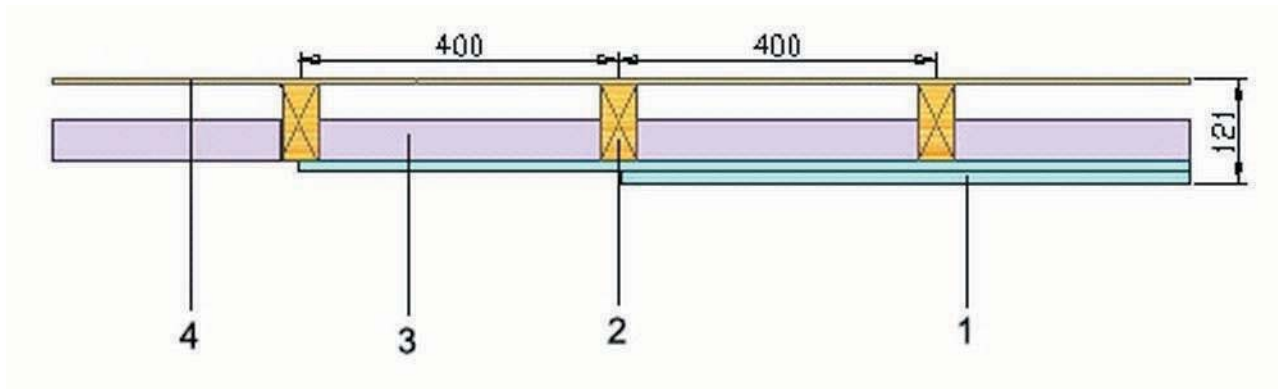


Figura 14 - 85: Representación técnica en corte de la solución propuesta para el tabique interior.

- 1.- Doble placa de yeso cartón e = 15 mm, 1.20 x 2.40m, traslape de 400 mm
- 2.- Pie derecho Pino radiata 2"x 4"
- 3.- Aislación termo-acústica, lana mineral e = 50mm
- 4.- Revestimiento con moldura de madera
- 5.- Solera inferior

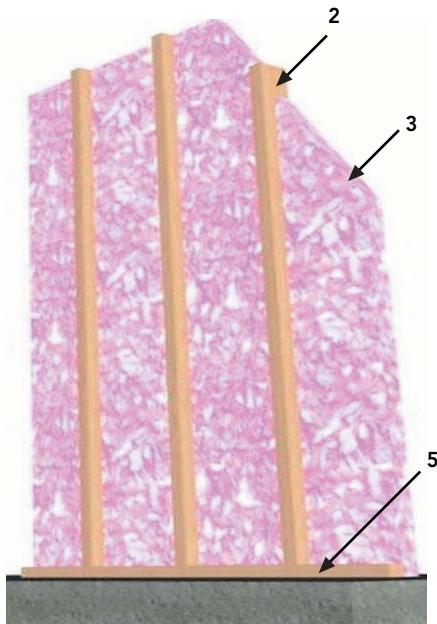


Figura 14 - 86: Vista interior de la disposición de la aislación termo-acústica entre pie derecho.

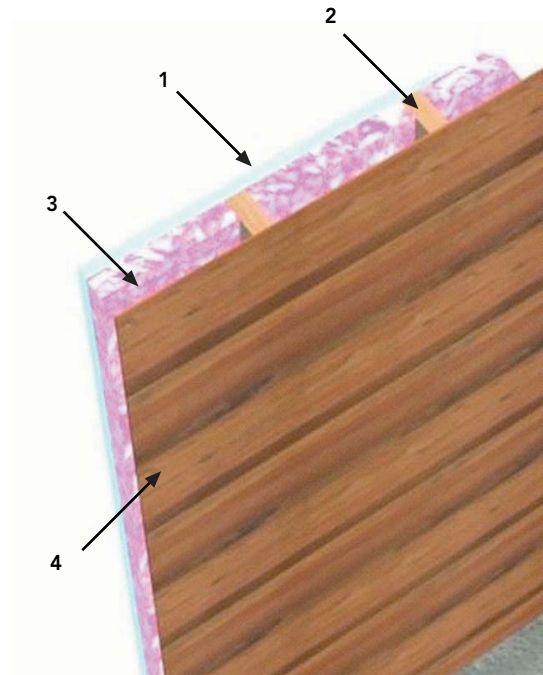


Figura 14 - 87: Vista interior del revestimiento con moldura de madera del tabique.

14.5.4.1.2 Solución 3:
Tabique interior (muro medianero)

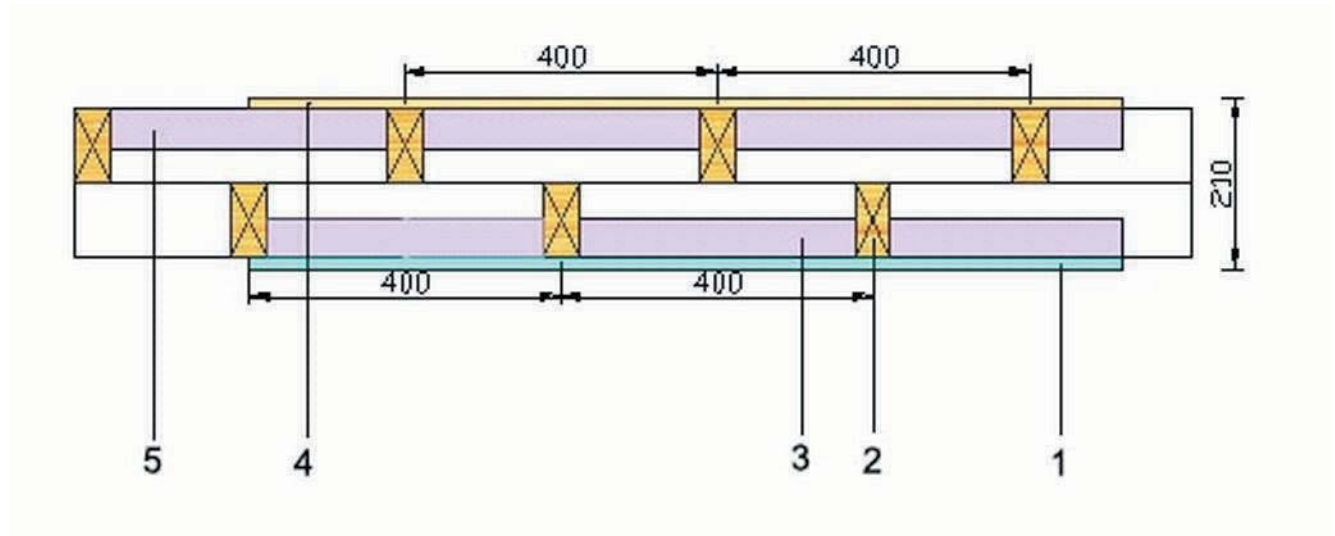


Figura 14 - 88: Representación técnica en corte de la solución propuesta para tabique interior como muro medianero.

- 1.- Placa de yeso cartón, $e = 15 \text{ mm}$, 1,20x 2,40m.
- 2.- Doble pie derecho Pino radiata 2"x4", con traslape 200mm.
- 3.- Aislación termo-acústica, lana mineral $e = 50\text{mm}$.
- 4.- Revestimiento con moldura de madera.
- 5.- Aislación termo-acústica, lana mineral $e = 50\text{mm}$.

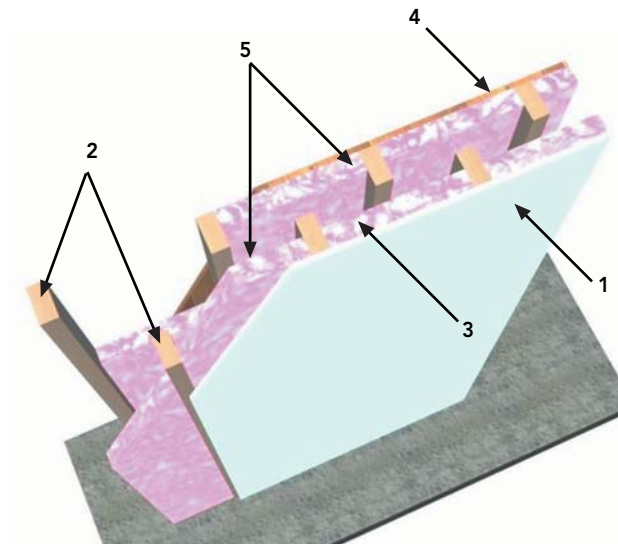


Figura 14 - 89: Disposición de la aislación termo-acústica, entre los doble pie derecho.

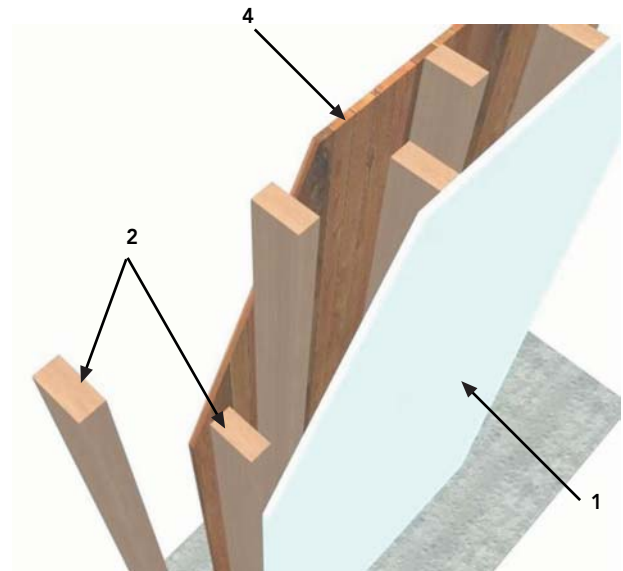


Figura 14 - 90: Vista general de la disposición de los doble pie derecho que conforman la estructura del tabique.

14.5.4.1.2 Solución 4:
Tabique perimetral

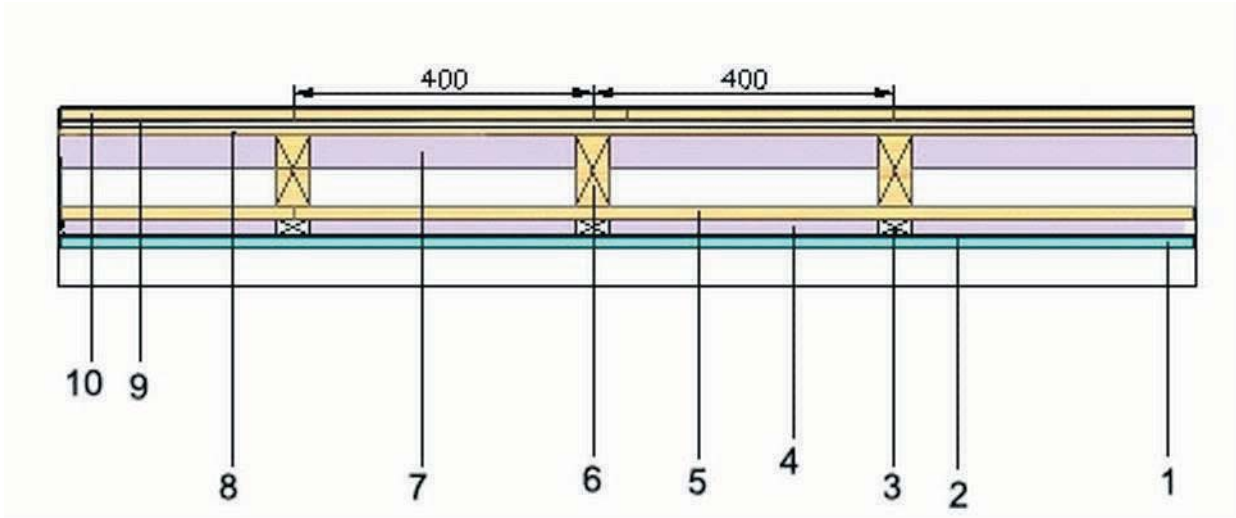


Figura 14 - 91: Representación técnica en corte de la solución propuesta para un tabique perimetral.

- 1.- Placa de yeso cartón e = 15 mm, 1,20 x 2,40 m.
- 2.- Barrera de vapor, polietileno e = 0,5 mm.
- 3.- Suple de madera 1"x 2".
- 4.- Aislación termo-acústica, (lana mineral e = 25mm).
- 5.- Tablero terciado fenólico e = 15 mm.
- 6.- Pie derecho pino radiata 2"x 4" a 400 mm.
- 7.- Aislación termo-acústica, lana mineral e = 50 mm
- 8.- Tablero terciado fenólico e = 15 mm.
- 9.- Barrera de humedad, fieltro alquitranado de 15 lb.
- 10.- Revestimiento con moldura de madera.

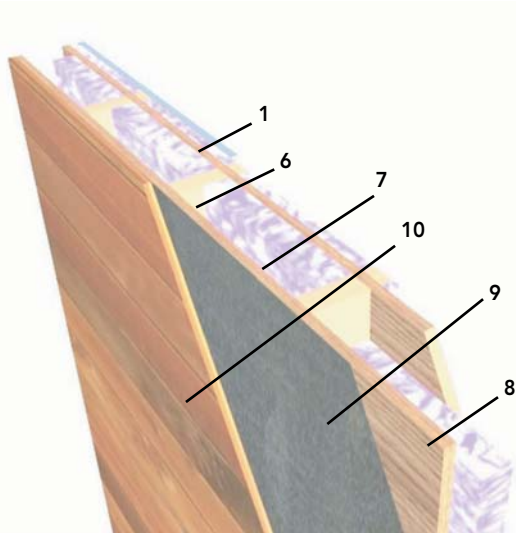


Figura 14-92: Vista exterior del tabique perimetral.

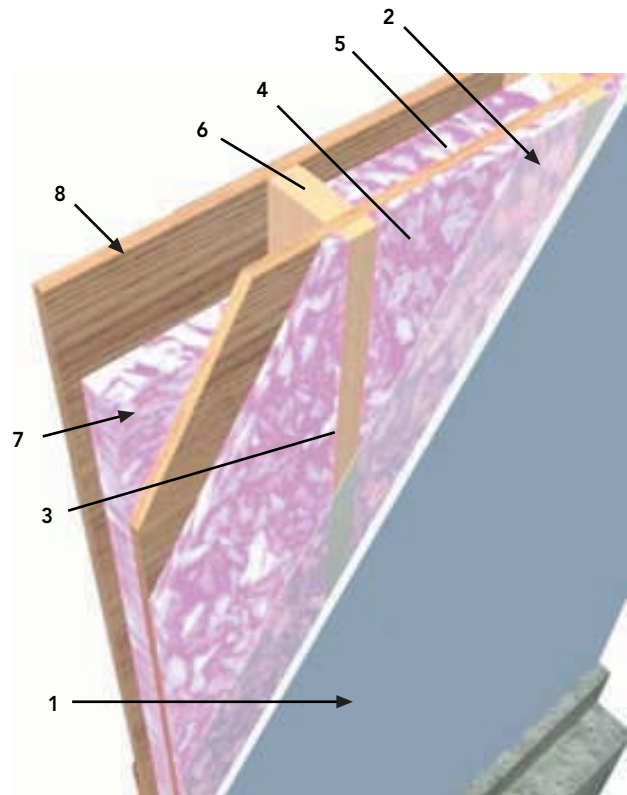


Figura 14-93: Vista interior del tabique perimetral.

14.5.4.1.2 Solución 5:
Tabique perimetral

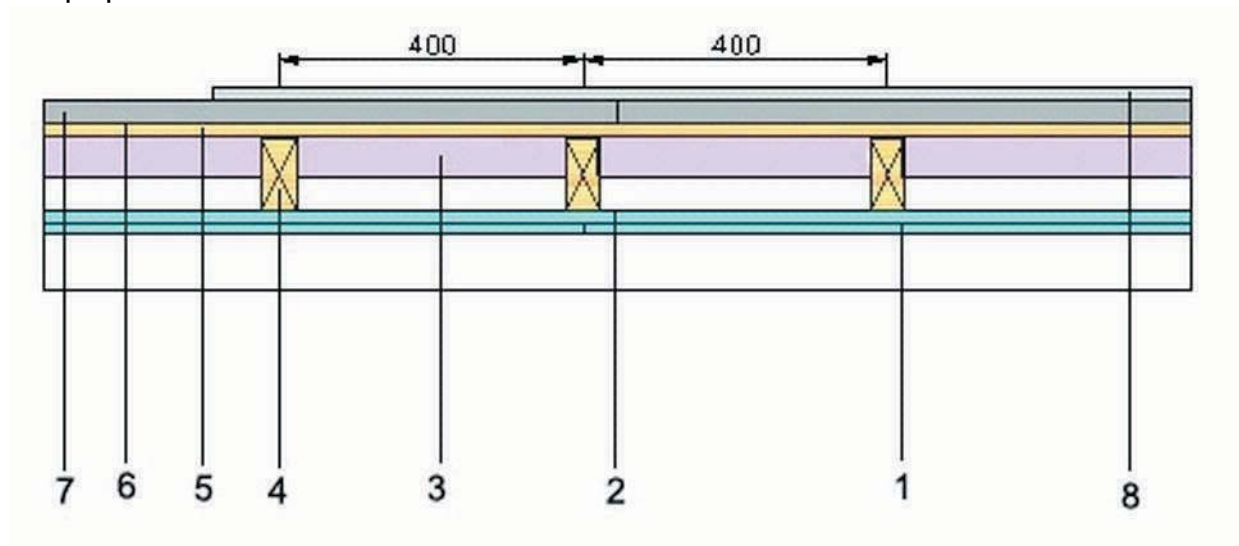


Figura 14-94: Representación técnica en corte de la solución propuesta de un tabique perimetral.

- 1.- Doble placa de yeso cartón, $e = 15 \text{ mm}$, $1,20 \times 2,40 \text{ m}$.
- 2.- Barrera de vapor, polietileno $e = 0.5 \text{ mm}$.
- 3.- Aislación termo-acústica. Lana de vidrio $e = 50 \text{ mm}$.
- 4.- Pie derecho Pino radiata $2'' \times 4''$, a 400 mm .
- 5.- Tablero terciado fenólico $e = 15 \text{ mm}$.
- 6.- Barrera de humedad. Filtro alquitrinado de 15Lb
- 7.- Placa fibra madera prensada con cemento $e = 30 \text{ mm}$.
- 8.- Mortero cemento, razón 1: 3 $e = 2 \text{ cm}$.
- 9.- Cortagotera de fierro galvanizado $e = 0,5 \text{ mm}$.

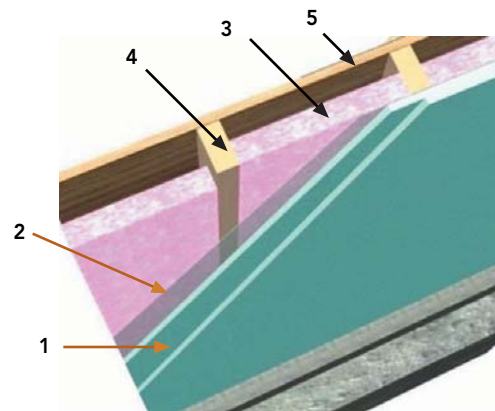


Figura 14-96: Vista de los componentes del paramento interior del tabique.

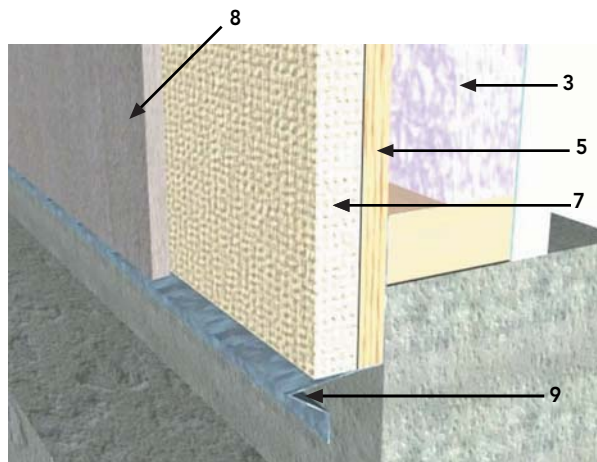


Figura 14-95: Vista exterior de la zona baja del tabique perimetral con los diferentes componentes.

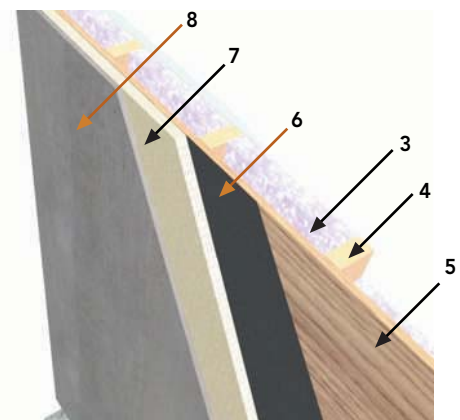


Figura 14-97: Vista de las diferentes pieles que conforman el revestimiento exterior del tabique.

BIBLIOGRAFÍA

- American Plywood Association, "Wood Reference Handbook", Canadian Wood Council, Canadá, 1986.
- Bustamante, W; "Clima y Vivienda: Guía de Diseño", Facultad de Ingeniería, Escuela de Construcción Civil, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile, 1999.
- Branz, "House Building Guide", Nueva Zelanda, 1998.
- Canada Mortgage and Housing Corporation, CMHC, "Manual de Construcción de Viviendas con Armadura de Madera – Canadá", Publicado por CMHC, Canadá, 1998.
- Canada Mortgage and Housing Corporation, CMHC, "Woodframe Envelopes in the Coastal Climate of British Columbia", Publicado por CMHC, Canadá, 2001.
- D.F.L. N° 458 y D.S N° 47 Ley y Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU).
- Gonzalo, G; "Manual de Arquitectura Bioclimática", Imprenta Arte Color Chamaco, Tucumán, Argentina, 1998.
- Goring, L.J; Fioc, LCG, "First-Fixing Carpentry Manual", Longman Group Limited, Inglaterra, 1983.
- Grupo técnico de ventanas, Corporación de desarrollo tecnológico C.D.T, "Recomendaciones para la Selección e Instalación de Ventanas", Publicado por Cámara Chilena de la Construcción, Santiago, Chile, Julio 1999.
- Hempel, R; "Aislación Acústica de Entramados de Pisos" Cuaderno N°6, Universidad del Bío-Bío, Editorial Campus Chillán, Concepción, Chile.
- Hempel, R; Pozo M; "Aislación Acústica en Tabiques" Cuaderno N°9, Universidad del Bío-Bío, Editorial Aníbal Pinto S.A, Concepción, Chile.
- Heene, A; Schmitt, H, "Tratado de Construcción", 7° Edición Ampliada, Editorial Gustavo Gili S.A, Barcelona, España, 1998.
- Lechner, N; "Heating, Cooling, Lighting. Design Methods for Architects", John Wiley and Sons, Inc., Nueva York, EE.UU., 1991.
- Lewis, G; Vogt, F, "Carpentry", 3° Edición, Delmar Thomson Learning, Inc., Nueva York, EE.UU., 2001.
- Manual de Aplicación Reglamentación Térmica, Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.
- Neufert, E; "Arte de Proyectar en Arquitectura", 14° Edición, Editorial Gustavo Gili S.A., Barcelona, España, 1998.
- Spence, W; "Residencial Framing", Sterling Publishing Company, Inc., Nueva York, EE.UU., 1993.
- Stungo, N; "Arquitectura en Madera", Editorial Naturart S.A Blume, Barcelona, España, 1999.
- Primiano, J; "Curso Práctico de Edificación con Madera", Editorial Construcciones Sudamericanas, Buenos Aires, Argentina, 1998.
- Thallon, R; "Graphic Guide to Frame Construction Details for Builder and Designers", The Taunton Press, Canadá, 1991.
- Villasuso, B; "La Madera en la Arquitectura", Editorial El Ateneo Pedro García S.A., Buenos Aires, Argentina, 1997.
- Wagner, J; "House Framing", Creative Homeowner, Nueva Jersey, EE.UU., 1998.
- www.inn.cl (Instituto Nacional de Normalización).
- www.romeral.cl (Sociedad Industrial Romeral S.A.).
- www.basf.cl (Home Basf Chile S.A.).
- www.volcan.cl (Compañía Industrial El Volcán S.A.).

Unidad 15

PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO



Unidad 15

UNIDAD 15

PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO

15.1 GENERALIDADES

Cuando se consulta al común de las personas por la elección para su vivienda definitiva, entre una de hormigón o albañilería y una comparación con la de madera, en la mayoría de los casos existe marcada tendencia por las viviendas, según ellas, más sólidas y que ofrecen mayor seguridad.

Uno de los argumentos mayoritariamente utilizados para dicha elección, es la percepción de mayor ocurrencia de incendios que tiene la vivienda de madera por sobre las otras. Sin embargo, la probabilidad de que ello ocurra no es mayor en uno ni otro caso. El incendio en una vivienda no se genera porque se trate de una casa de madera o "material ligero", como en equivocadas ocasiones se le llama, sino que se produce por una serie de factores independientes de la materialidad de la edificación.

La madera, siendo un material inflamable, presenta una serie de ventajas en caso de un eventual incendio. Sin embargo, existe una serie de falsas creencias que actúan en desmedro de las variadas cualidades que presenta este material.

En su forma más básica, un incendio se produce por la generación del denominado triángulo del fuego, el cual se inicia a partir de la acción y presencia de calor, oxígeno y combustible.

a) Fuente de calor

Es aquella que genera una temperatura suficiente para iniciar la combustión y que puede presentarse por causas tan recurrentes como:

- Descuido de moradores u ocupantes de la vivienda que resulta en restos de cigarrillos encendidos, mal apagados o en la inadecuada manipulación de fósforos.
- Sobrecargas en la instalación eléctrica.
- Falta de mantenimiento y falla de artefactos a gas, como cocinas y estufas, principalmente.
- Descuido en la manipulación y ubicación de estufas a parafina y braseros.

b) Oxígeno

Presencia de oxígeno en el aire que se respira en toda vivienda.

c) Combustible

Existencia de materiales combustibles en el interior de la vivienda, lo que constituye la carga de fuego.



Figura 15 – 1: Incendio declarado en el interior de una vivienda de un piso.

Como es de suponer, los elementos que componen el triángulo del fuego están presentes en toda vivienda; sin embargo, para que la combustión se inicie, es necesario que los materiales generen gases o vapores (producidos por altas temperaturas), para luego inflamarse.

En consecuencia, para cada material se puede identificar una temperatura de gasificación e ignición, en la que éste se enciende y propaga llamas.

Una vez iniciado, un incendio se desarrolla y propaga a través de los materiales que componen la carga de fuego: enseres, ropa, muebles, alfombras, adhesivos, cortinas y otros materiales inflamables de uso común en viviendas.

En general, un siniestro jamás se inicia en los materiales que conforman la estructura resistente cuando se utilizan técnicas adecuadas de construcción y materiales resistentes a la acción del fuego (vivienda segura).

15.2 FASES DE DESARROLLO DE UN INCENDIO

Entre el inicio y el término de un incendio, pueden distinguirse tres fases claramente diferenciadas.

La rapidez con que dichas fases se producen, depende directamente de dos variables ya conocidas:

- Carga de fuego (combustible) que se encuentra al interior de la vivienda.
- Sistema constructivo empleado, el que se opondrá en mayor o menor medida al avance de las llamas, dependiendo de los revestimientos de protección y barreras físicas utilizadas.

Las tres fases que se pueden identificar son:

15.2.1 Fase de inicio

Es aquella en que se inicia localizadamente la combustión, cuando alguna zona de la vivienda o un material comienza a generar gases tóxicos e inflamables, producidos por su cercanía a una fuente de calor. Los gases se acumulan progresivamente en la zona superior del recinto en que se produce la combustión.

15.2.2 Fase de crecimiento y desarrollo

Los gases inflamables generados por los materiales descritos en la fase anterior, y por un aumento violento de la temperatura, comienzan a inflamarse y a propagar las llamas a otros materiales componentes de la vivienda. En esta fase, el incendio es difícil de controlar y se desencadena una rápida combustión de los elementos inflamables en el interior de la vivienda. También se produce una disminución de la capacidad resistente en la estructura en forma acumulativa.

15.2.3 Fase de declinación

Es la fase final del desarrollo de un siniestro, la estructura resistente de la vivienda ha colapsado y las llamas comienzan a declinar, dado que el material combustible, en general, ha sido consumido.



Figura 15 – 2: Gráfico de fases de un incendio.

Si bien la madera, en forma aparente, presenta desventajas ante elementos constructivos tradicionales, tales como albañilería y hormigón, hay una importante cantidad de materiales que convierte a los sistemas constructivos de madera en viviendas estables y seguras, frente a la eventualidad de un incendio.

Para que ello se cumpla, a continuación se detalla cada uno de los parámetros descritos que forman parte de la protección pasiva de las estructuras en viviendas de madera, con el objeto de efectuar un diseño adecuado y seguro que haga frente a la eventual acción del fuego.

UNIDAD 15

PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO

15.3 CONSIDERACIONES TÉCNICAS Y REGLAMENTARIAS

Para realizar un diseño adecuado de viviendas resistentes y seguras a la acción del fuego, se debe tener presente los parámetros definidos en los siguientes documentos legales y normativos:

- Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC).
- Listado oficial de elementos de construcción resistentes al fuego (Ministerio de la Vivienda).
- Normas nacionales relacionadas y en vigencia.



Figura 15 – 3: Una vivienda de madera, sin técnicas ni materiales adecuados de construcción, presenta una alta probabilidad de decesos personales y escasas posibilidades de recuperación.

En general, las viviendas de madera no presentan un criterio de seguridad que permita lograr un razonable y adecuado comportamiento frente al fuego.

Para lograr este objetivo, y como punto de inicio para el diseño, se debe atender a dos métodos de protección para las estructuras:

- Protección pasiva
- Protección activa

15.3.1 Protección pasiva

La protección pasiva de las estructuras consiste en reducir el riesgo de incendio a través de la utilización de componentes, materiales y elementos de construcción, que por sus características y propiedades reducen la generación de gases y limitan la propagación del fuego, retardando su acción durante un determinado lapso. De esta forma, se busca tener el tiempo necesario para efectuar una rápida evacuación o salvamento de los ocupantes de la vivienda, antes del eventual colapso de la estructura.

La protección pasiva debe cumplir con tres objetivos fundamentales:

- **Permitir el rápido escape y salvamento de los ocupantes de la edificación**

Una vez declarado un incendio al interior de una vivienda, sus ocupantes deben salir del lugar siniestrado en forma inmediata.

Una vivienda resistente al fuego no es aquella que no se incendia, sino la que permite la evacuación de sus ocupantes en un tiempo razonable, sin que se produzcan lesiones o decesos por la generación de gases tóxicos y por caída o desplome de las estructuras afectadas.



Figura 15 - 4: La protección pasiva consiste fundamentalmente en el resguardo de las personas en caso de incendio, permitiendo su escape rápido desde el interior de la vivienda, evitando la propagación de las llamas y facilitando el accionar de bomberos.

- **Que las llamas no se propaguen con facilidad a otros recintos de la vivienda y edificaciones vecinas**

Los materiales utilizados en los elementos de construcción que conforman una vivienda deben proporcionar una resistencia adecuada a la acción del fuego, de manera que contengan el avance de las llamas entre dependencias adyacentes dentro de ella, y hacia construcciones vecinas.



Figura 15 - 5: Corte longitudinal que ilustra el esqueleto de la estructura soportante y divisiones interiores de la vivienda.



Figura 15 - 6: El diseño arquitectónico de una vivienda debe considerar materiales resistentes a la acción del fuego, que al mismo tiempo, favorezcan la construcción de la vivienda.

- **Que en caso de incendio, se facilite su extinción**

El diseño arquitectónico de una vivienda debe considerar todas aquellas variables necesarias para permitir el accionar de bomberos en un incendio declarado.

Este aspecto consiste en no obstaculizar los accesos de la vivienda y contar con medidas básicas de seguridad para la extinción de incendios.

15.3.2 Protección activa

Consiste en utilizar sistemas que, conectados a sensores o dispositivos de detección, entran en funcionamiento automáticamente frente a determinados rangos de partículas y temperatura del aire, descargando agentes extintores de fuego como agua, gases, espumas o polvos químicos.

Estos sistemas se proyectan normalmente en edificios públicos, comerciales, oficinas y viviendas de dos pisos de madera de gran superficie.



Figura 15 - 7: Sistema activo para el combate de incendio, consistente en dispositivo sprinkler (rociador) que requiere una instalación de red con agua a presión, independiente a la red de agua de abastecimiento del edificio. Se activa automáticamente ante un aumento desmedido de la máxima temperatura aceptada para el medio.

15.3.3. Listado oficial de elementos constructivos resistentes al fuego

Corresponde a un listado de soluciones constructivas confeccionado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, o por la entidad que éste determine, en el que se registran mediante valores representativos, las cualidades de los materiales, elementos y componentes utilizados en la construcción frente a la acción del fuego.

Las características de comportamiento al fuego de los materiales, elementos y componentes utilizados en la construcción, exigidos expresamente por la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, que no se encuentren incluidos en el listado oficial de comportamiento al fuego, deben acreditarse mediante el certificado de ensayo correspondiente, emitido por alguna institución oficial de control técnico de calidad de materiales y elementos industriales para la construcción.

Los edificios que, conforme a lo indicado en la Ordenanza, requieran protegerse contra el fuego, deberán proyectarse y construirse según alguno de los cuatro tipos que se señalan en la **Tabla 15-1** y los elementos que se utilicen en su construcción deberán cumplir con la resistencia al fuego que se indica en ella.



Figura 15 – 8: Detector de humo, alarma que se activa ante la presencia de humo en un recinto. Es autónomo y funciona con pilas convencionales, de fácil instalación en cualquier lugar de la casa (sin necesidad de cables), con 24 horas de protección continua.

RESISTENCIA AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS DE CONSTRUCCION									
TIPO	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
a	F-180	F-120	F-120	F-120	F-120	F- 30	F- 60	F-120	F- 60
b	F-150	F-120	F- 90	F- 90	F- 90	F- 15	F- 30	F- 90	F- 60
c	F-120	F- 90	F- 60	F- 60	F- 60	-	F- 15	F- 60	F- 30
d	F-120	F- 60	F- 60	F- 60	F- 30	-	-	F- 30	F- 15

Tabla 15 - 1: Resistencia al fuego de los elementos de construcción.

Elementos verticales:

- (1) Muros cortafuego
- (2) Muros zona vertical de seguridad y caja de escalera
- (3) Muros caja ascensores
- (4) Muros divisorios entre unidades (hasta la cubierta)
- (5) Elementos soportantes verticales
- (6) Muros no soportantes y tabiques

Elementos verticales y horizontales:

- (7) Escaleras

Elementos horizontales:

- (8) Elementos soportantes horizontales
- (9) Techumbre incluido cielo falso

En edificios con destino habitacional de hasta dos pisos son aplicables las resistencias de los elementos constructivos establecidos para el tipo d. Sin embargo, para efectos de sistemas constructivos en madera, deberán considerarse las siguientes condiciones reglamentarias para desarrollar el diseño de la vivienda:

- 1.- Las viviendas aisladas, pareadas o continuas de hasta dos pisos, cuya superficie edificada sea inferior o igual a 140 m², deberán tener una resistencia al fuego a lo menos F-15 en todos sus elementos y componentes soportantes, siempre que el muro de adosamiento o muro divisorio, según corresponda, cumpla con las exigencias de muros divisorios entre unidades, establecidas en la columna signada con el número (4) en la **Tabla 15 - 1**.

- 2.- Las resistencias al fuego que se indican para muros no soportantes y tabiques (6) en la **Tabla 15 -1**, deben exigirse sólo cuando dichos elementos separan de piso a cielo recintos contiguos dentro de una unidad y no contienen puertas o superficies vidriadas.
- 3.- Para muros perimetrales, se exigirá el cumplimiento de la resistencia al fuego que corresponda, según **Tabla 15 - 1**, ya se trate de elementos soportantes o no soportantes, cualquiera sea el destino de la edificación, con la excepción señalada anteriormente para viviendas de hasta 140 m². Las superficies vidriadas, los antepechos y dinteles no estructurales, están exentos de exigencias con respecto al fuego.
- 4.- Los elementos soportantes inclinados en 20 o más grados sexagesimales respecto de la vertical, serán considerados como elementos soportantes horizontales para establecer su resistencia al fuego.
- 5.- Las escaleras (7) que comunican hasta dos pisos dentro de una misma unidad estarán exentas de exigencias de resistencia al fuego.



Figura 15 – 9: La protección pasiva persigue, como primer objetivo, implementar sistemas que permitan la rápida evacuación de personas que habitan una vivienda.

- 6.- Los muros cortafuego (1) deberán prolongarse a lo menos 0,50 m más arriba de la cubierta del techo más alto y 0,20 m hacia adelante de los techos voladizos, aleros u otros elementos combustibles. No obstante, dichas prolongaciones serán innecesarias cuando se emplee otra solución que garantice el cumplimiento de la resistencia mínima al fuego establecida en **Tabla 15 - 1**.
- 7.- En los muros cortafuego (1) no podrán traspasarse elementos ni empotrarse materiales que rebajen su resistencia al fuego a un valor menor al exigido en la **Tabla 15 - 1**, salvo en el caso de los ductos de instalaciones, que deberán cumplir, a lo menos, con la mitad de la resistencia al fuego requerida para los elementos que traspasan.

En este tipo de muros, sólo estará permitido abrir vanos para dar continuidad a circulaciones horizontales, siempre que en ellos se instale un sistema de cierre que asegure, como mínimo, una resistencia al fuego correspondiente a la clase F-60. El sistema de cierre deberá ser automático en caso de incendio y permitir su fácil apertura en forma manual, debiendo volverse a cerrar en forma automática.

- 8.- Todo ducto de humo deberá salir verticalmente al exterior y sobrepasar la cubierta en al menos 1,5 m, salvo que se trate de viviendas unifamiliares en las que dicha altura podrá ser no menos de 0,50 m.



Figura 15–10: El no cumplimiento de las disposiciones mínimas en lo que a protección pasiva se refiere, provocará que la estructura de un edificio presente escasa resistencia al avance de las llamas y propagación de gases, siendo altamente probable la muerte de personas.

15.4 RECOMENDACIONES DE DISEÑO PARA LA APLICACIÓN DE PROTECCIÓN PASIVA

En la actualidad, la construcción de viviendas en madera ha desarrollado un importante campo en la prefabricación e industrialización de sus elementos, partes y componentes. Sin embargo, aún carece de un claro concepto técnico, aplicable al diseño y especificaciones técnicas, para considerar en todos los casos aquellas variables que permitan obtener un producto de mayor calidad y seguridad frente a este tema.

Por lo anterior, al diseñar tanto arquitectónica como estructuralmente una vivienda de madera, es necesario considerar el concepto de subdivisiones, definidas como compartimentos.

Estos compartimentos se conforman por medio de elementos constructivos como muros, tabiques, entrepisos y puertas, entre otros, de manera que sean lo suficientemente estancos ante la acción del fuego por un lapso determinado.

La compartimentación permite que, en tanto no se hayan iniciado las acciones de combate y extinción de las llamas, el fuego se vea obstaculizado en su avance hacia otras dependencias, recintos o edificios contiguos.

Para cumplir con los objetivos fundamentales de protección pasiva de la estructura para viviendas de madera, se aplican parámetros de protección al diseño, los que se detallan a continuación:

15.4.1 Barrera física de madera

La madera juega un papel preponderante como material retardador en la propagación de llamas, ya que por naturaleza es un buen aislante térmico y puede actuar, momentánea pero eficientemente, como una barrera física que impide la movilización de los gases y la propagación de las llamas.

Ante la acción directa del fuego, la madera de Pino radiata se carboniza en promedio a razón de 0,7 a 0,9 mm/minuto, dependiendo de la calidad superficial. Al mismo tiempo, la capa carbonizada de madera se transforma en un escudo resistente que retarda aún más el avance de las llamas.

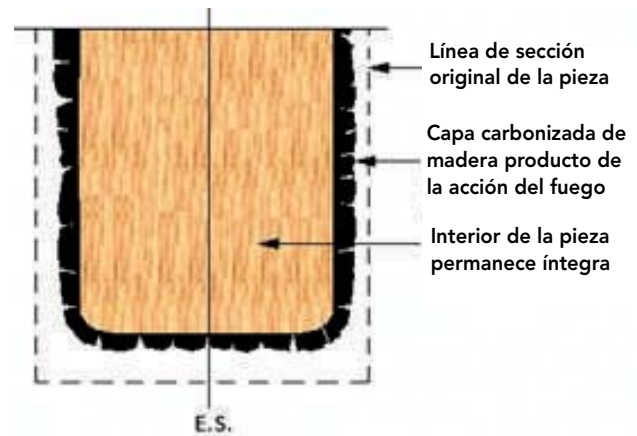


Figura 15 – 11: Sección transversal de una pieza maciza de madera de Pino radiata sometida a la acción del fuego. Capa carbonizada superficial que sirve de coraza para que no avance el fuego.

Las barreras físicas o barreras de fuego corresponden a un conjunto de piezas y componentes de madera estratégicamente ubicados e incorporados en el interior de la estructura resistente y en elementos verticales autosoportantes de la vivienda. Las funciones de los denominados “parallamas” son:

- Obstaculizar la ascensión o desplazamiento de gases tóxicos e inflamables.
- Retardar el avance de las llamas, evitando así que la estructura resistente se vea afectada al punto de colapsar, antes de asegurar la evacuación de personas o moradores de la vivienda y la propagación del fuego por el interior de los paneles a otros recintos.

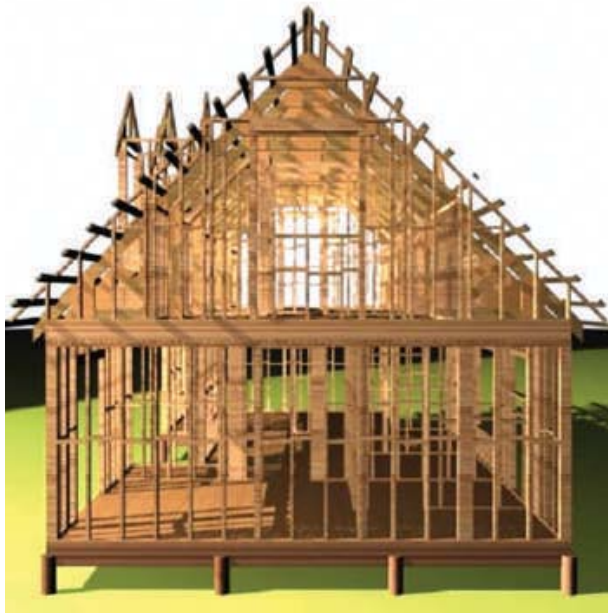


Figura 15 – 12: Los parallamas son incorporados directamente a la estructura de la vivienda actuando como bloqueo y barrera contra la propagación de gases, y llamas.

Los “parallamas” se pueden distinguir según el elemento constructivo que es utilizado:

15.4.1.1 Tabiques de primer piso

En elementos verticales (sean o/no resistentes) deben ser incorporados los siguientes componentes:

- Transversal cortafuego**
 Su función es bloquear la ascensión de gases y el avance vertical de las llamas por el interior del tabique hacia estructuras superiores.
- Solera basal y solera inferior**
 Impiden que los gases y llamas penetren con facilidad al interior de las estructuras.
- Jamba-pie derecho**
 La importancia de que el vano de una puerta o ventana esté estructurado con dos piezas de igual escuadría, en ambos costados verticales (jamba-pie derecho), radica en la vulnerabilidad que presentan ambos elementos cuando se produce el denominado “flashover”, que es el escape explosivo del fuego a través de puertas y ventanas como reacción ante la falta de oxígeno en el recinto donde se produce el incendio.

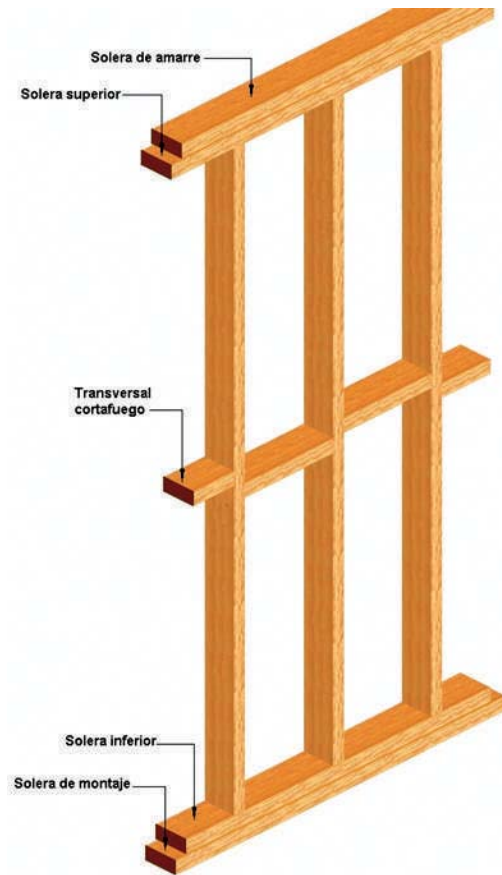


Figura 15 – 13: Tabique de 1º o 2º piso con sus componentes de resistencia al fuego.

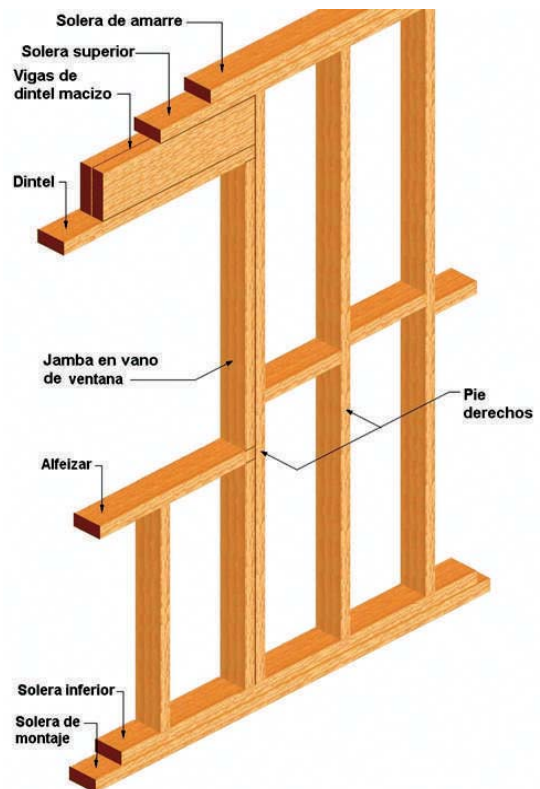


Figura 15 – 14: Tabique de 1º piso con vano de ventana y sus componentes de resistencia al fuego.

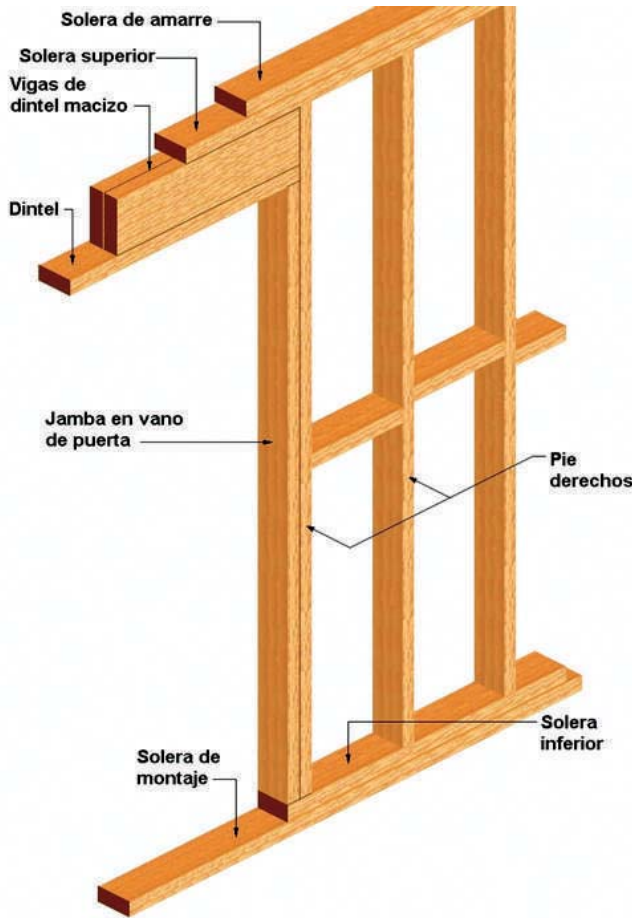


Figura 15 – 15: Tabique de 1º piso con vano de puerta y sus componentes de resistencia al fuego.

• **Vigas de dintel macizo**

En vanos de luz superior a 80 cm de tabiques soportantes perimetrales es recomendable diseñar piezas macizas de madera, con el objeto de aumentar la resistencia del elemento, cuando las llamas escapan por dichas aberturas al momento de producirse el denominado “flashover”.

15.4.1.2 Estructuras de piso y entrepisos

La estructura de entrepiso cumple una función preponderante en la resistencia al fuego de la vivienda. Para tal efecto, su diseño debe considerar la colocación de algunos componentes destinados a mejorar dicha condición.

• **Cadeneta de compartimentación**

Corresponde a piezas de madera de igual escuadría de las vigas secundarias que estructuran los envigados de piso y entrepiso. La principal función de estos componentes es retardar la propagación horizontal de las llamas por el interior de la estructura. Es recomendable que las cadenetas de compartimentación se coloquen cada 120 cm de distanciamiento, dejando entre ellas una cadeneta de apoyo de menor escuadría para no incrementar el peso propio de la estructura completa.

• **Cadeneta de apoyo**

Cumple la función de servir de apoyo en los bordes de los tableros de piso. Una cadeneta de apoyo puede ser al mismo tiempo una cadeneta de compartimentación y se coloca en forma alineada y alternada entre las vigas.

• **Viga cortafuego**

Los tabiques que dividen interiormente los recintos de una vivienda deben tener igual condición que la estructura de entrepiso, de modo de evitar el salto o paso de las llamas por encima de él.

Cuando las vigas secundarias, cuya disposición establece el diseño estructural, van en forma paralela a un tabique perimetral o interior, debe colocarse una viga adicional montada y paralela en toda la extensión del tabique, justo encima de la solera de amarre correspondiente. De este modo, se dificulta el paso de las llamas a nivel de estructura en entrepiso desde un recinto a otro.

• **Cadeneta cortafuego**

Se utiliza para resolver la misma condición anteriormente descrita. La diferencia es que el componente (cadeneta cortafuego) se ubica cuando las vigas secundarias que conforman la estructura de entrepiso se distribuyen de manera ortogonal al o a los tabiques ubicados bajo aquellos.

Un aspecto importante de considerar es el sello contra fuego que se debe realizar en toda unión entre tableros estructurales base de piso. Es decir, todo borde de unión entre dichos tableros debe ser obturado o sellado por medio de vigas secundarias, cadenetas de compartimentación o de apoyo, según corresponda.

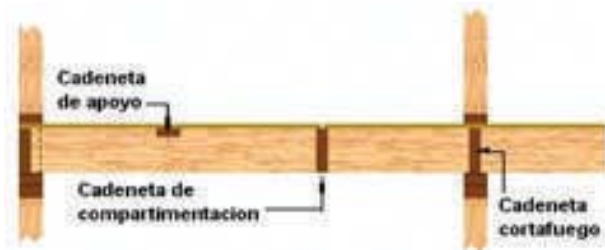


Figura 15 – 16: Perfil de distribución en componentes estructurales de entrepiso.

El montaje de envigados de entrepiso considera los siguientes pasos para la colocación de parallamas:

- Montaje del friso y vigas principales
- Montaje de vigas secundarias
- Montaje de cortafuegos y parallamas

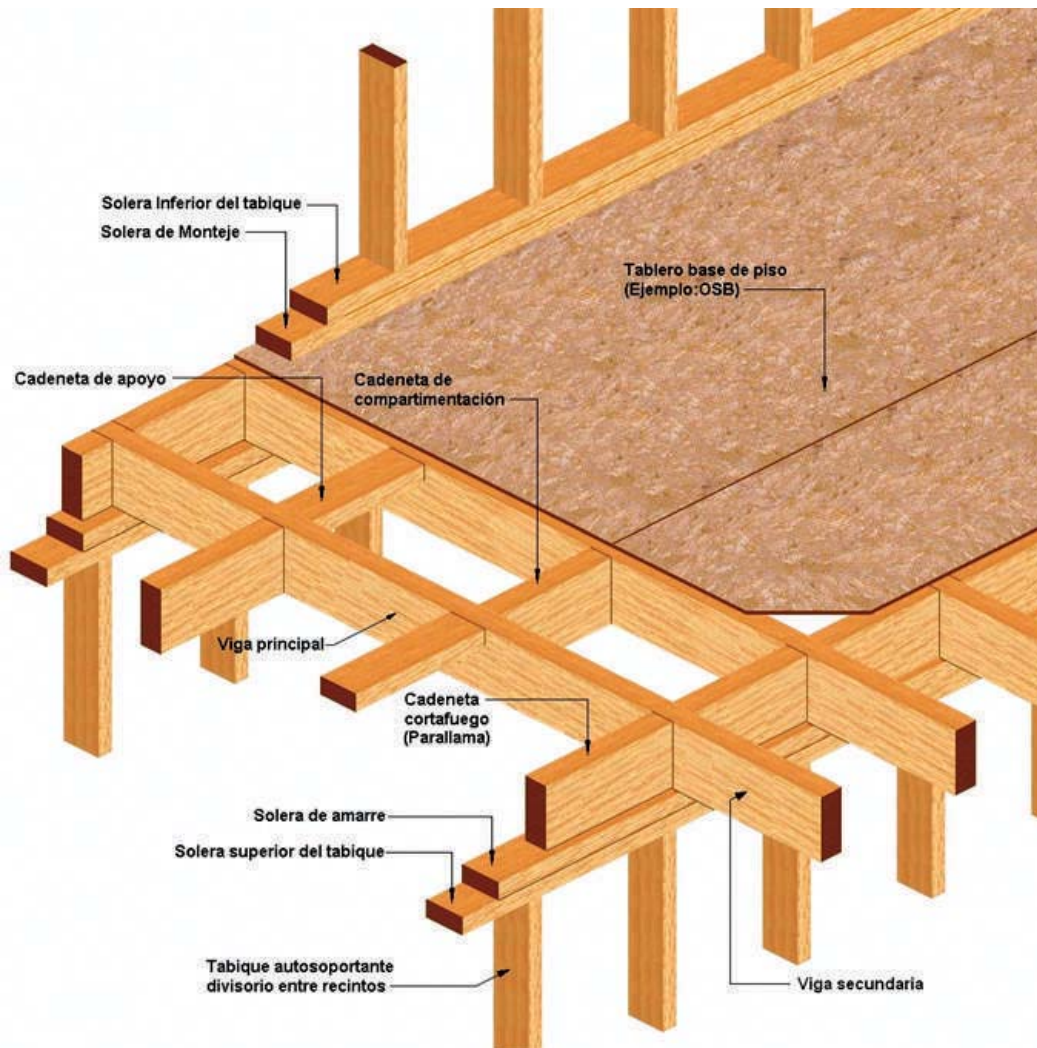


Figura 15 – 17: Estructura de entrepiso y distribución de sus componentes que mejora la resistencia al fuego del elemento completo.



Figura 15 – 18: Etapa 1, montaje del friso y vigas principales en la estructura de entrepiso.

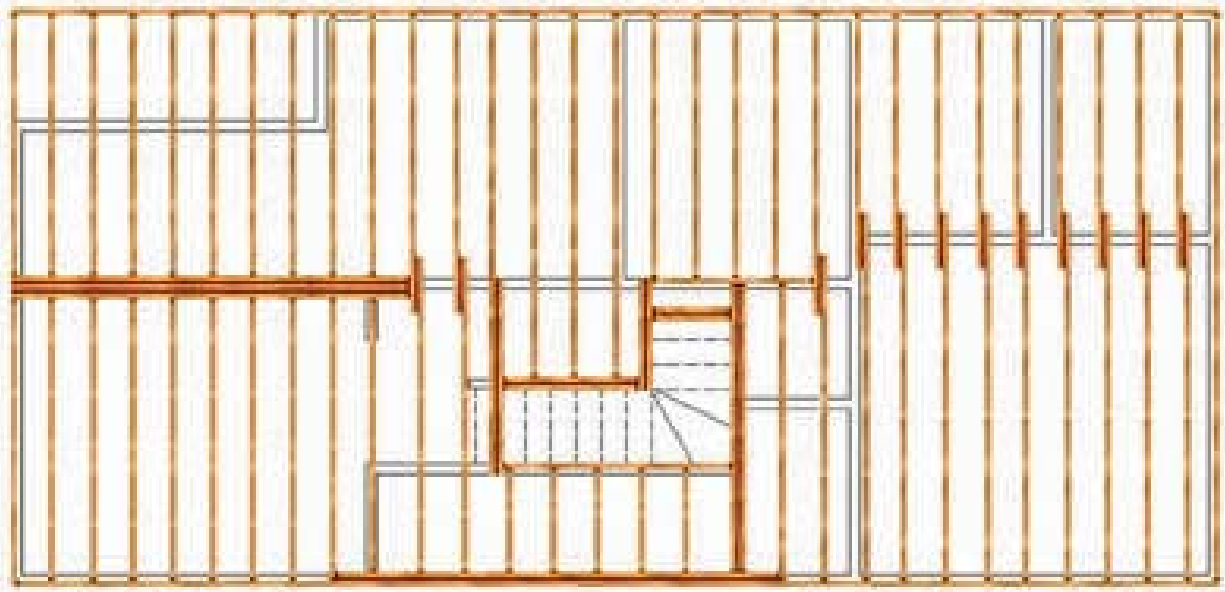


Figura 15 – 19: Etapa 2, montaje vigas secundarias en la estructura de entrepiso.

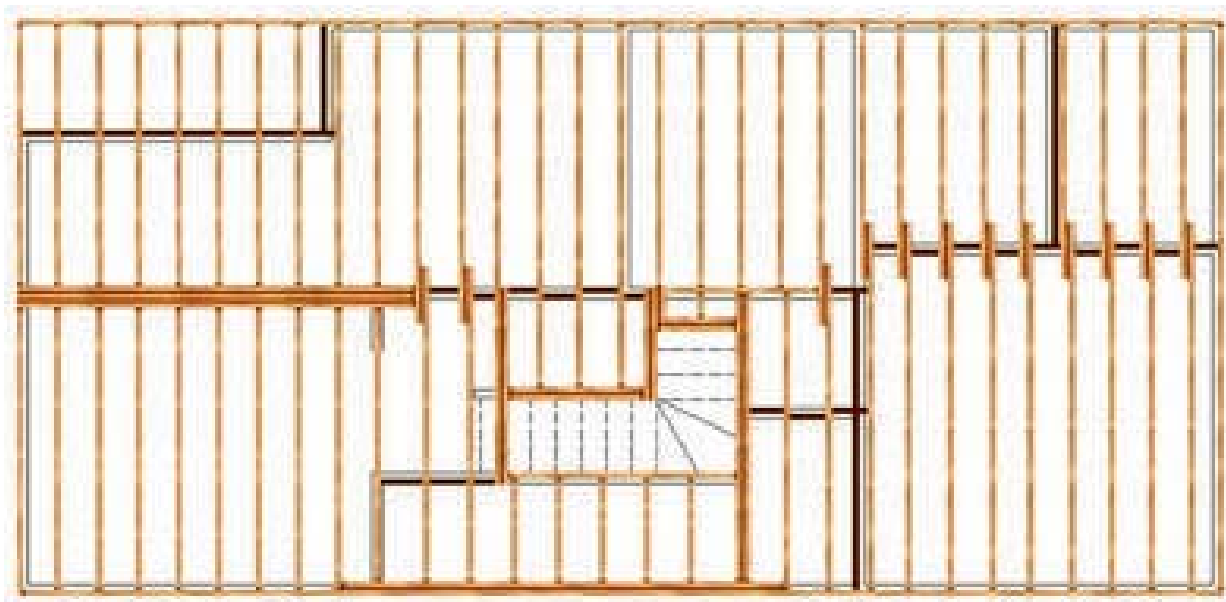


Figura 15 - 20: Etapa 3, colocación y fijación de vigas cortafuego sobre tabiques paralelos y ortogonales a vigas secundarias.

15.4.1.3 Tabiques de segundo piso

Para los tabiques de niveles superiores en la vivienda (2° piso o más) deben considerarse en el diseño las mismas condiciones establecidas para los tabiques del primer piso.

No obstante lo anterior, se debe tener especial precaución con los antepechos de ventanas en niveles superiores, cuando inmediatamente en el piso inferior también se presenta un vano, independientemente que se trate de una puerta o ventana.

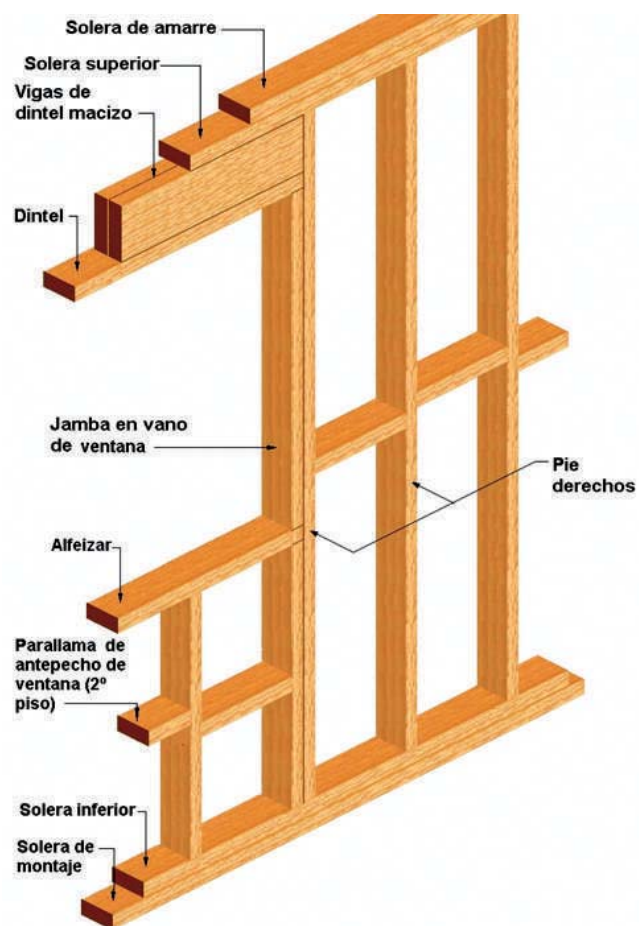


Figura 15 - 21: Tabique de 2° piso con vano de ventana y sus componentes de resistencia al fuego.

De lo anterior se puede afirmar que mientras mayor sea la sección transversal de las piezas utilizadas, mejor será el comportamiento de la estructura resistente en los tiempos de contención al avance de las llamas.

15.4.2. Uso de materiales de construcción no combustibles

Antes de definir los materiales de construcción que por sus características y composición presentan propiedades de incombustibilidad, es necesario nombrar aquellos materiales de uso común que sí son combustibles.

En primer lugar, se debe diferenciar entre:

- Revestimientos
- Recubrimientos
- Elementos de alhajamiento

Si los materiales especificados poseen una alta carga de combustible, tanto en el alhajamiento como en las terminaciones de la vivienda, en caso de un incendio declarado es de esperar una alta probabilidad de desgracias personales, una rápida propagación de las llamas, y una acelerada destrucción y colapso de la estructura.

Los denominados materiales de recubrimiento y elementos de alhajamiento en viviendas son los que aportan la mayor cantidad de gases tóxicos y favorecen la propagación de las llamas por su alta inflamabilidad.

Los **materiales de recubrimiento** que requieren especial atención al momento de ser especificados son:

- Revestimientos de madera como tableros, entablados de muro y cielos de poco espesor (menor a $3/4''$), etc..
- Papeles murales
- Cubrepisos y alfombras
- Adhesivos con solventes volátiles o aromáticos
- Pinturas base oleosa
- Barnices
- Linóleos

Por su parte, los elementos de alhajamiento que presentan mayor peligro frente a la exposición de calor son:

- Tapices de muebles
- Cortinajes
- Muebles
- Enseres
- Ropa de cama y personal
- Papeles y cartones
- Clóset
- Artículos y líquidos de aseo, etc..

Se debe tener presente que:

- Los elementos de alhajamiento anteriormente descritos están presentes en mayor o menor medida en casi todas las viviendas unifamiliares.
- La voracidad de un incendio no depende del tipo de material predominante en la estructura soportante, sino de la cantidad y características de los materiales y elementos antes citados.
- Los gases tóxicos son los que provocan la mayor cantidad de decesos en un incendio y no la acción directa de las llamas, como comúnmente se cree.

Por todo lo anterior, deben considerarse en el diseño **revestimientos de protección** que se fijan a los entramados de madera y cuya misión es complementar y mejorar el tiempo de resistencia al fuego en la estructura o esqueleto soportante, durante un lapso determinado para la evacuación de las personas que habitan en ella.

Los materiales que se presentan a continuación pueden denominarse **revestimientos de protección**, ya que presentan adecuadas propiedades para retardar la acción de las llamas y evitar que afecten en forma inmediata la estructura resistente de la vivienda. Entre los más utilizados están:

15.4.2.1 Plancha de yeso cartón

Es un material sólido, durable y estable. Al mismo tiempo, presenta características de ductilidad y trabajabilidad (fácil de cortar, clavar y atornillar).

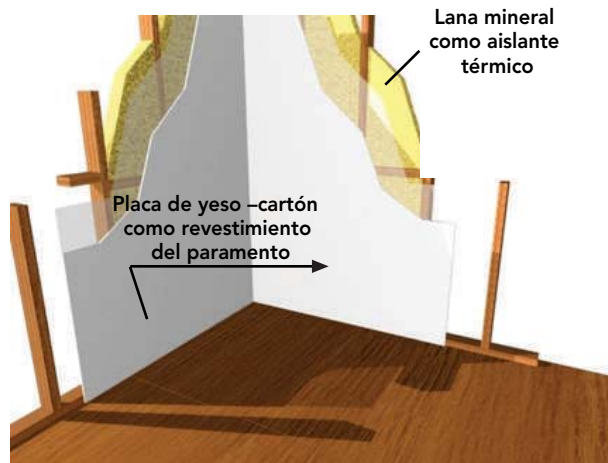


Figura 15 – 22: Muro interior revestido con placas de yeso cartón.

Se utiliza principalmente como revestimiento protector de muros, tabiques y cielos protegidos de la intemperie en proyectos de construcción de viviendas.

Su principal característica es su flexibilidad e incombustibilidad, lo que lo convierte en un material recomendado para aplicaciones constructivas resistentes al fuego.

El núcleo de yeso y el revestimiento de cartón le confieren convenientes cualidades de aplicación y manipulación.

En la actualidad se comercializan placas de tres tipos:

- Plancha de yeso cartón con características estándar.
- Plancha de yeso cartón con especiales características de resistencia al fuego.
- Plancha de yeso cartón con especiales características de resistencia a la humedad.

Las placas de yeso cartón son fabricadas por la industria en los siguientes espesores:

- Planchas estándar (ST): 8; 10; 12,5; 15; 25; 30 y 45 mm.
- Planchas resistentes al fuego (RF): 12,5 y 15 mm.
- Planchas resistentes a la humedad (RH): sólo en 15 mm.

Para efectos de resistencia al fuego la plancha de yeso cartón tipo RF, posee mejores propiedades frente a la acción de las llamas, dado que en su fabricación se incorpora fibra de vidrio al núcleo de yeso para aumentar su resistencia.

Estas fibras permiten retardar el colapso de las planchas sometidas al fuego, por lo tanto actúan como barrera efectiva, protegiendo en forma adicional las estructuras revestidas con ella.

15.4.2.2 Planchas de fibrocemento

Como revestimientos de protección representan una buena solución para recintos húmedos como baños, cocinas, muros a la intemperie, ambientes salinos o alcalinos. Poseen propiedades impermeables, imputrescentes e incombustibles.

Es un material comercializado con formatos específicos, según requerimientos particulares de recintos húmedos o a la intemperie:

- **Planchas de fibrocemento estándar:** Son aquellas que en su superficie recibirán recubrimientos simples como pinturas o láminas vinílicas. Son aplicables como revestimiento de tabiques, especialmente donde se requiere incombustibilidad, y al mismo tiempo, resistencia a la humedad.
- **Planchas de fibrocemento de alta densidad:** aplicables en muros estructurales y ambientes con humedad constante y en zonas expuestas a la lluvia.
- **Planchas de fibrocemento de superficie texturada:** para recibir recubrimiento de terminación, por ejemplo, palmetas cerámicas e incluso enchapes de ladrillo.

Las placas de fibrocemento son fabricadas por la industria nacional en los siguientes espesores:

- Planchas de fibrocemento estándar: 4, 5, 6, 8 y 10 mm.
- Planchas de fibrocemento de alta densidad: 4 y 6 mm.
- Planchas de fibrocemento texturado: 6 mm.

Una de las aplicaciones más convenientes de las placas es como barrera de protección bajo aleros de la estructura de techumbre, dado su poco espesor e incombustibilidad, en zonas donde está presente un vano de puerta o ventana. En efecto, es precisamente en dichos lugares, donde el fuego ataca y destruye con mayor violencia la estructura de una vivienda, debido principalmente a que los aleros presentan la permeabilidad necesaria (ventilación) para la rápida propagación de llamas hacia la estructura de techumbre (entretecho).

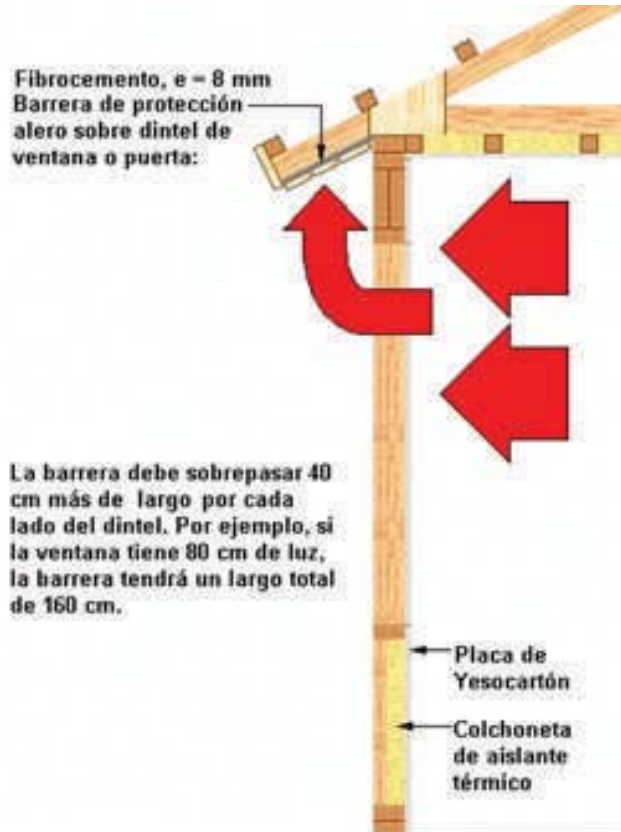


Figura 15 – 23: Barrera de protección en placa de fibrocemento de 8 mm de espesor bajo alero para evitar penetración de llamas hacia la estructura de techumbre bajo la cubierta.

15.4.2.3 Aislantes térmicos

En Chile se comercializan principalmente cuatro tipos de productos destinados a la aislación termo-acústica:

- Planchas de poliestireno expandido
- Lámina de fibra sintética
- Planchas o rollos de lana mineral
- Planchas o rollos de lana de vidrio

a) Poliestireno expandido

El poliestireno expandido posee la ventaja de ser un material de muy bajo peso y relativamente económico. Además, bien protegido de la acción del calor, no reviste peligro inmediato para la estructura soportante de una edificación. Sin embargo, en contacto con el fuego, se consume casi instantáneamente, no sin provocar la aparición de llamas residuales de corta duración.

b) Fibra sintética

Tiene un comportamiento similar al poliestireno expandido.

c) Lana mineral

Es un material compuesto por fibras minerales blancas, largas y extra finas obtenidas al someter rocas ígneas con alto contenido de sílice a un proceso de fundición. Estas fibras son aglomeradas con resinas de tipo fenólico, formando colchonetas, rollos, bloques y caños premoldeados.

Debido a su origen, la lana de fibra mineral es incombustible y no inflamable, por lo que tiene las características de material retardador del fuego. No emite gases tóxicos y posee baja conductividad térmica (del orden de 0,030 a 0,043 W/m °C a 20 °C).

d) Lana de vidrio

Es un producto fabricado fundiendo arenas a altas temperaturas con alto contenido de sílice y con adición de otros componentes.

Gracias a diferentes procesos de fabricación adicionales, es posible obtener productos en múltiples formatos como rollos, paneles u otros, de variados espesores, densidades y que pueden tener diferentes revestimientos adicionales.

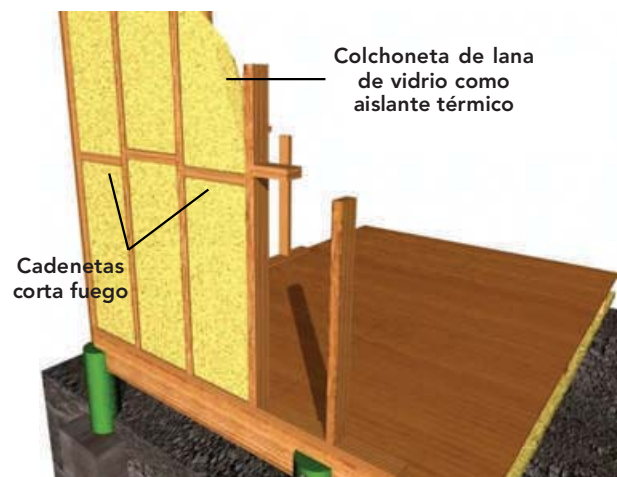


Figura 15 - 24: Tabique perimetral con aislante térmico tipo lana de vidrio.

Dado su proceso de fabricación, es un material capaz de soportar elevadas temperaturas en caso de incendio. Se puede afirmar que ayuda a retardar la propagación de las llamas.

15.4.2.4 Barnices retardantes e ignífugos

a) Barnices retardantes

Son aplicables como recubrimiento de terminación en forma superficial, en muros, tabiques y cielos revestidos en madera. Tienen la particularidad de dar una terminación muy similar a la aplicación de barnices y su función principal es retardar la aparición de llamas y disminuir la generación de gases tóxicos.

Estos barnices o pinturas están compuestos en base a emulsiones de caucho modificado con aditivos especiales, los que confieren a la madera importantes propiedades de retardo a la propagación de las llamas.

b) Ignífugos para madera

A diferencia de los anteriores, son utilizados con métodos de vacío y presión, especialmente recomendables para aplicar a la estructura resistente de una vivienda.

Como agente químico, su principal propiedad es reducir la aparición de llamas en la superficie de la madera, evitando su carbonización acelerada durante un incendio declarado.

15.4.3 Utilización, disposición y ordenamiento de los elementos que conforman la estructura de la vivienda

Se refiere a un conjunto de materiales y/o componentes de construcción, cuya disposición y ordenamiento metódico cumple con objetivos de armado, estructuración o división de los diferentes recintos que conforman una edificación. En viviendas de madera corresponden a los diferentes elementos verticales y horizontales que la estructuran y que en caso de incendio, retardan el colapso de éstas, durante el tiempo establecido en la legislación vigente.

Dicha resistencia o retardo se expresa en minutos, asociada al uso específico del elemento en la estructura de la vivienda y los materiales que lo conforman.

Una vivienda de madera debe ser diseñada y proyectada con ciertos parámetros de resistencia al fuego, de todos y cada uno de los elementos de construcción que la componen.

En una vivienda unifamiliar aislada se recomienda que los tabiques soportantes, tanto perimetrales como interiores, posean una resistencia mínima al fuego de 30 minutos (F-30) y sus tabiques autosoportantes interiores, 15 minutos (F-15) Figura 15 - 25.

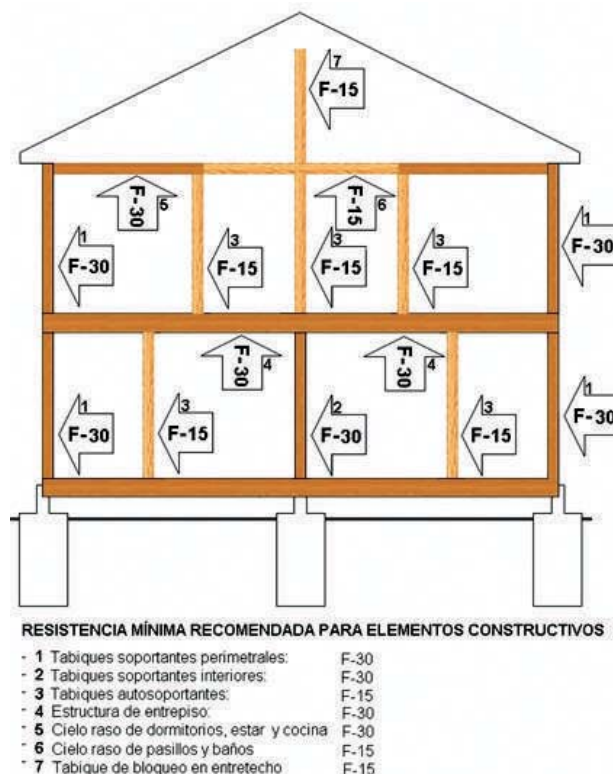


Figura 15 – 25: Requerimiento mínimo de resistencia al fuego por tipo de elemento de construcción y servicio, para viviendas unifamiliares no pareadas ni adosadas.

A continuación se presenta la solución mínima de resistencia al fuego requerida para cada tipo de tabique según uso o destino:

15.4.3.1 Tabique soportante perimetral

Los componentes y materiales mínimos para el diseño de este tipo de tabique son:

- OSB de 9,5 mm o contrachapado fenólico de 10 mm de espesor por la cara exterior del elemento.
- Yeso cartón RF de 15 mm de espesor por la cara interior del elemento.
- Entramado vertical de madera en piezas de Pino radiata de 2" x 4" (41 x 90 mm).
- Aislante térmico de lana mineral o fibra de vidrio, 60 mm de espesor.

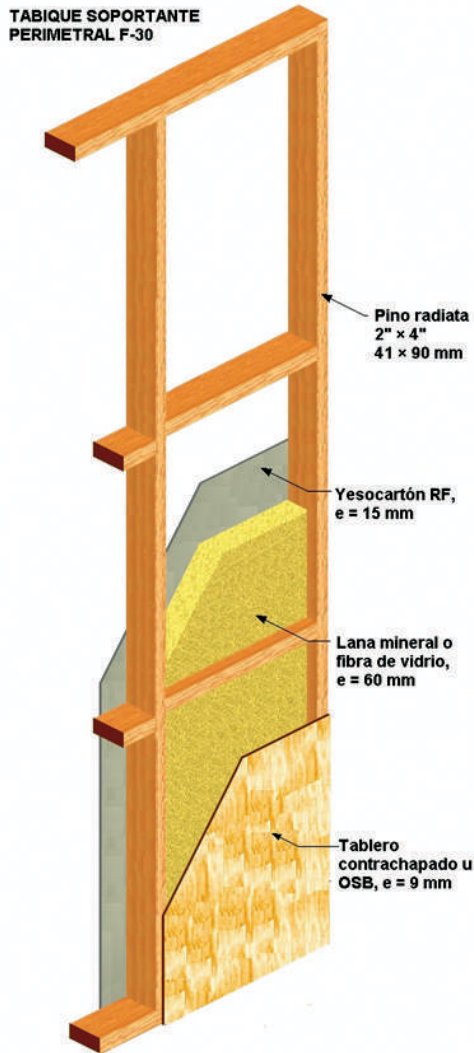


Figura 15 – 26: Solución mínima F-30 para tabiques soportantes perimetrales. Una o dos filas de transversales cortafuego son opcionales.

15.4.3.2 Tabique soportante interior

Los componentes y materiales mínimos para el diseño de este tipo de tabique son:

- Yeso cartón estándar 15 mm de espesor, por ambas caras del elemento.
- Entramado vertical de madera, en piezas de Pino radiata de 2" x 3" (41 x 69 mm).
- Aislante térmico de lana mineral o fibra de vidrio, 40 mm de espesor.
- Como se trata de un tabique soportante (en interior), por una de sus caras debe ser incorporado además un tablero arriostrante de OSB o contrachapado estructural, de 9 mm de espesor mínimo.

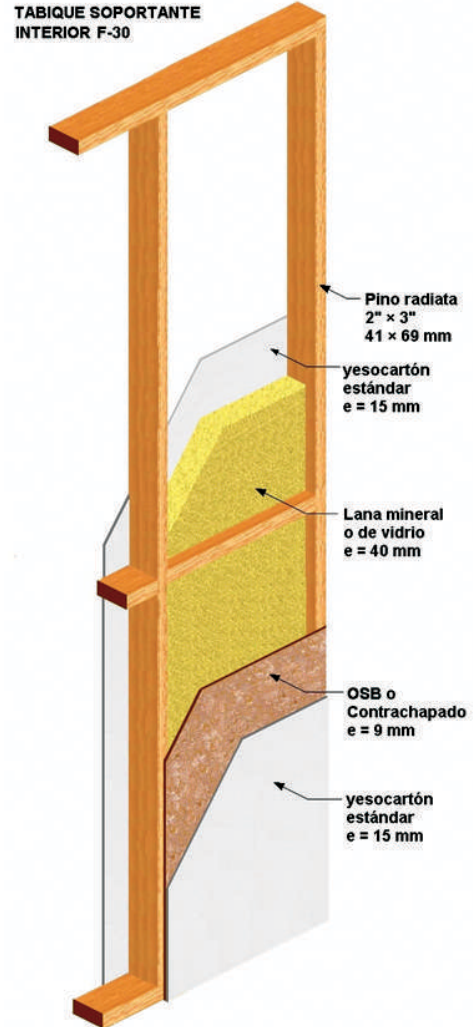


Figura 15 - 27: Solución mínima F-30 para tabiques soportantes interiores. Una o dos filas de transversales cortafuego son opcionales.

15.4.3.3 Tabique autoportante

Los componentes y materiales mínimos para el diseño de este tipo de tabique son:

- Yeso cartón estándar de 10 mm de espesor por ambas caras del elemento.
- Entramado vertical de madera, en piezas de Pino radiata de 2" x 2" (41 x 41 mm).

TABIQUE AUTOSOPORTANTE INTERIOR F-15

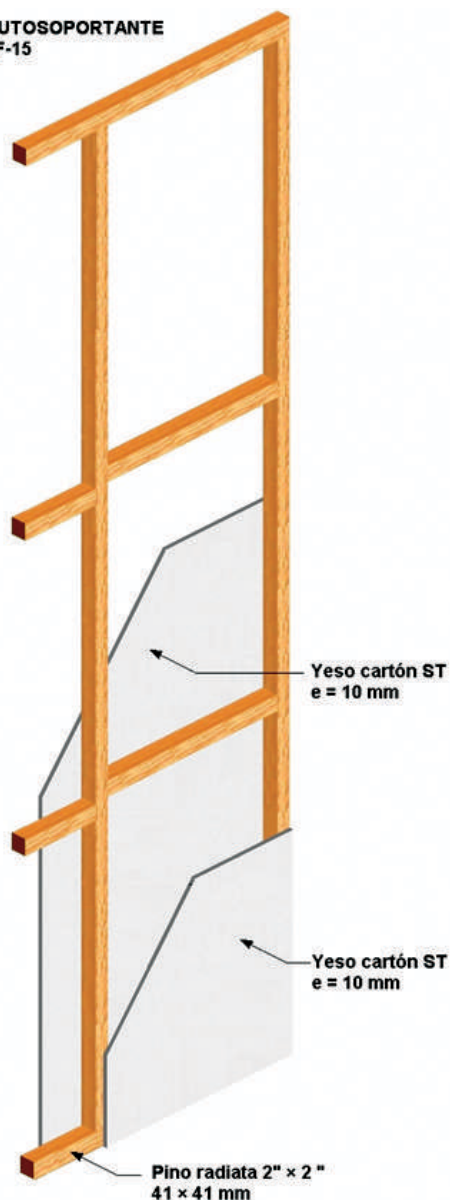


Figura 15 - 28: Solución mínima F-15 para tabiques autosoportantes interiores. Una o dos filas de transversales cortafuego son opcionales.

15.4.3.4 Cielo raso de 1° piso y dormitorios de 2° piso F - 30

Los componentes y materiales mínimos para el diseño de este tipo de cielo raso son:

- Yeso cartón RF de 12,5 mm de espesor.
- Entramado horizontal de madera, en piezas de Pino radiata de 2" x 2" (41 x 41 mm), distanciadas como máximo a 40 cm.

ENTRAMADO DE CIELO RASO F-30

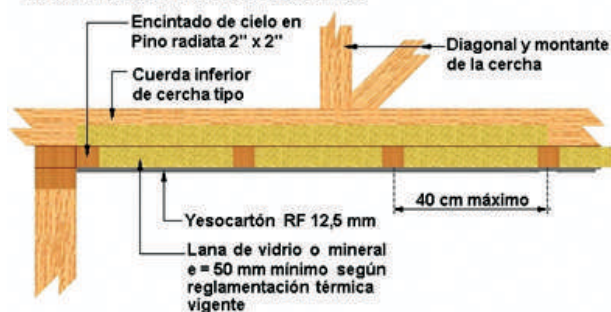


Figura 15 - 29: Solución mínima F-30 para cielo raso en cielos bajo estructura de entrepiso o dormitorios de 2° piso.

15.4.3.5 Cielo raso de segundo piso y otros recintos

Los componentes y materiales mínimos para el diseño de este tipo de cielo raso son:

- Yeso cartón estándar de 10 mm de espesor.
- Entramado horizontal de madera en piezas de Pino radiata, de 2" x 2" (41 x 41 mm), distanciadas como máximo a 60 cm.

ENTRAMADO DE CIELO RASO F-15

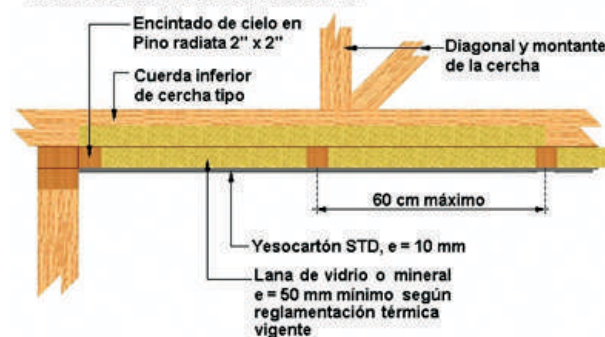


Figura 15 - 30: Solución mínima F-15 para cielo raso en cielos de segundo piso, excepto dormitorios.

15.4.4 Muro cortafuego

Es un elemento constructivo vertical que logra una discontinuidad física entre viviendas pareadas o aisladas con adosamiento a otra, cuya función principal es bloquear el paso de las llamas de una vivienda a otra.

A nivel de estructura de techumbre, debe obstaculizar por completo el paso de corrientes de aire entre espacios ocultos a nivel de entretechos y lucarnas de ventilación.

En resumen, un muro cortafuego delimita viviendas, recintos y espacios en compartimientos estancos, evitando la propagación de gases inflamables y llamas en forma directa entre ellos.

Para tal efecto, debe considerarse en el diseño las soluciones establecidas en el "Listado de elementos constructivos resistentes al fuego" del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU).

Tal como se establece en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, dicho elemento constructivo debe tener una resistencia mínima al fuego de 1 hora (F-60).

A continuación se presenta una serie de cuatro soluciones tipo, que pueden ser aplicadas dependiendo del servicio que el elemento preste:

15.4.4.1 Panel doble muro F-60

Los componentes y materiales mínimos para el diseño de este tipo de tabique cortafuego son:

- Dos tabiques de Pino radiata 2"x 3" (41 x 69 mm), paralelos entre sí.
- La cara interna enfrentada de ambos tabiques va revestida con un tablero contrachapado estructural de 9 mm de espesor, separado por un listón central de Pino radiata de 1"x 2".
- La cara externa o a la vista de ambos tabiques (siempre protegida de la intemperie) va revestida con placas de yeso cartón RF, de 12,5 mm de espesor.

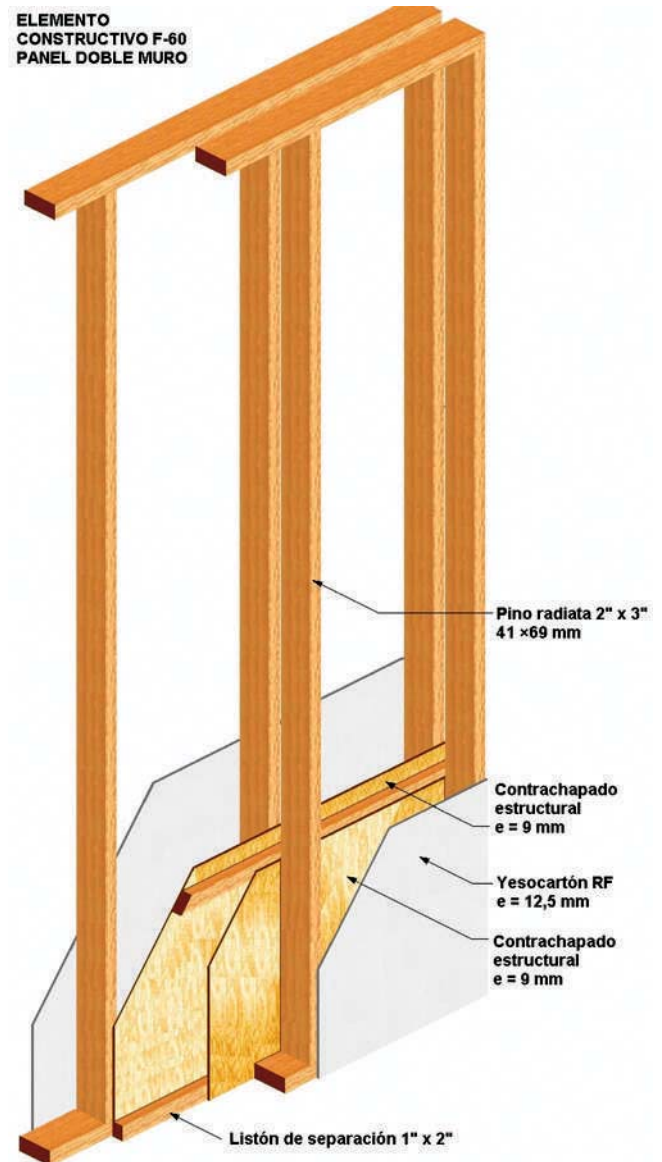


Figura 15 - 31: Elemento constructivo cortafuego tipo panel doble muro F-60, Fundación Chile.

- Este tipo de tabique sólo puede ser utilizado como elemento divisorio entre unidades de viviendas.

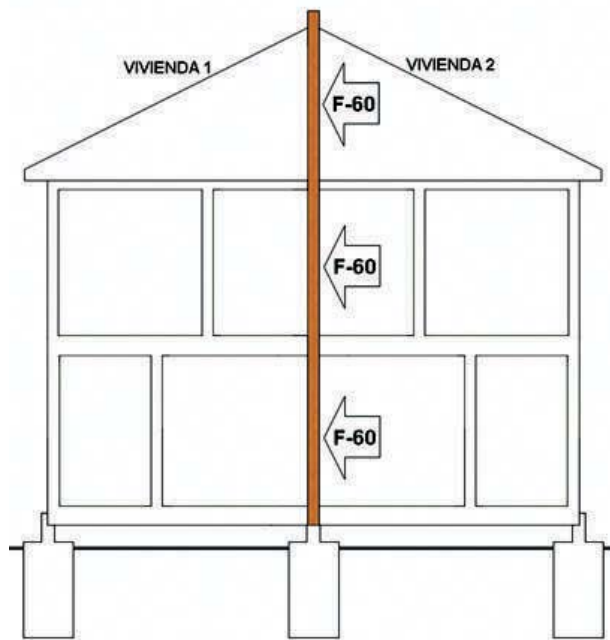


Figura 15 - 32: Corte esquemático de utilización del panel doble muro F-60, Fundación Chile.

Las características más importantes de este tipo de muro cortafuego son:

- Resistencia mínima al fuego, 60 minutos (F-60).
- Es utilizable sólo como tabique cortafuego entre unidades de viviendas.
- La distancia máxima entre pie derecho es 60 cm.
- Pueden incorporarse cualquier tipo de aislante térmico o acústico.
- Puede incorporarse transversales cortafuego en ambos muros.
- El muro debe ser continuo, desde la fundación hasta la cumbrera.

15.4.4.2 Tabique Promatect F-60

Los componentes y materiales mínimos para el diseño de este tipo de tabique cortafuego son:

- Tabiques de Pino radiata 2" x 3" (41 x 69 mm).
- Ambas caras revestidas con placas de fibrosilicato (fibrocemento) de 8 mm de espesor.
- Doble colchoneta de aislante térmico de fibra de vidrio, 40 mm de espesor.

ELEMENTO CONSTRUCTIVO F-60 PROMATECT H-86

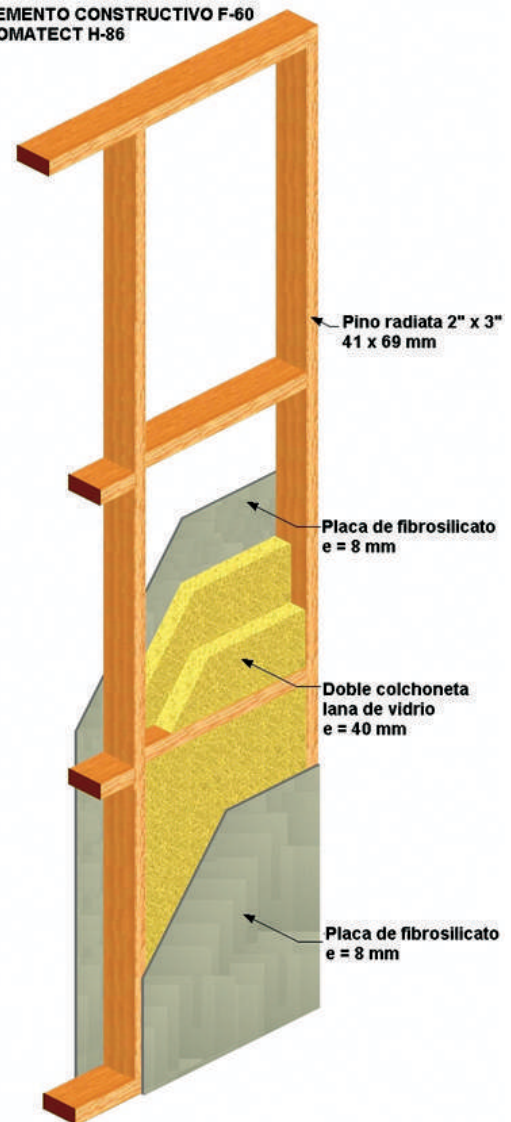


Figura 15 - 33: Elemento constructivo F-60 Promatect H-86.

- Este tabique puede ser utilizado también como tabique soportante perimetral:

Las características más importantes de este tipo de elemento son:

- Resistencia mínima al fuego 60 minutos (F-60).
- Es utilizable como tabique cortafuego entre unidades de viviendas.
- Es utilizable como tabique soportante perimetral, incorporando un tablero estructural en una de sus caras.
- La distancia máxima entre pie derecho es 60 cm.
- Utiliza dos filas de transversales cortafuego en los tercios de la altura del elemento cada 80 cm aproximadamente.

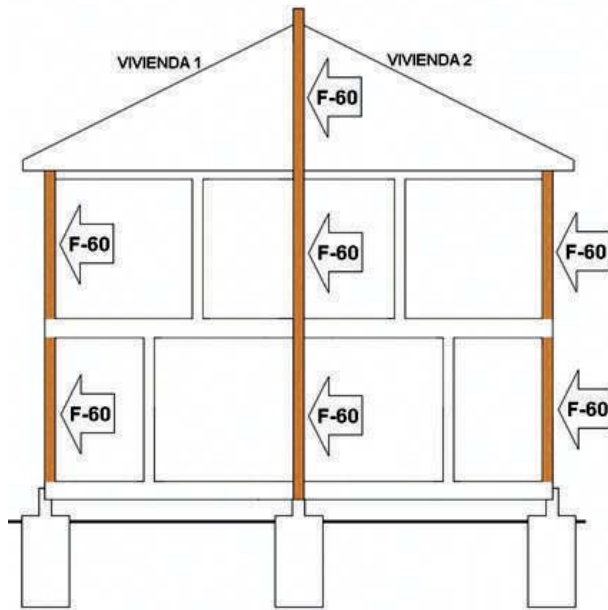


Figura 15 - 34: Corte esquemático de utilización del tabique cortafuego Promatect H-86.

15.4.4.3 Tabique Superboard Pizarreño

Los componentes y materiales mínimos para el diseño de este tipo de tabique cortafuego son:

- Tabiques de Pino radiata 2" x 4" (41 x 90 mm).
- Ambas caras revestidas con placas de fibrocemento, 8 mm de espesor.
- Colchoneta de aislante térmico de fibra de vidrio, 90 mm de espesor.

ELEMENTO CONSTRUCTIVO F-60 Superboard Pizarreño 8-60-M

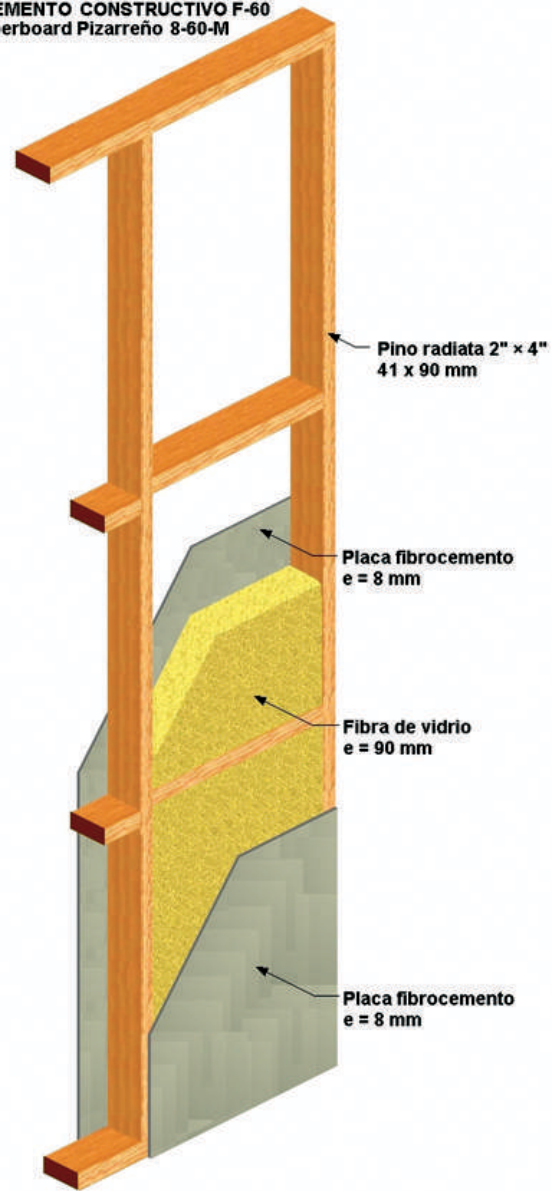


Figura 15 - 35: Elemento constructivo F-60 Superboard Pizarreño 8-60-M.

Las características más importantes del tabique Superboard son idénticas al anteriormente descrito, en cuanto a la configuración de armado, utilización y servicio en la vivienda.

15.4.4.4 Tabique Owens Corning

Los componentes y materiales mínimos para el diseño de este tipo de tabique son:

- Tabiques de Pino radiata 2" x 2" (41 x 41 mm).
- Ambas caras revestidas con placas de yeso cartón RF, 12,5 mm de espesor.
- Colchoneta de aislante térmico de fibra de vidrio, 50 mm de espesor.

SISTEMA CONSTRUCTIVO OWENS CORNING STD F-60

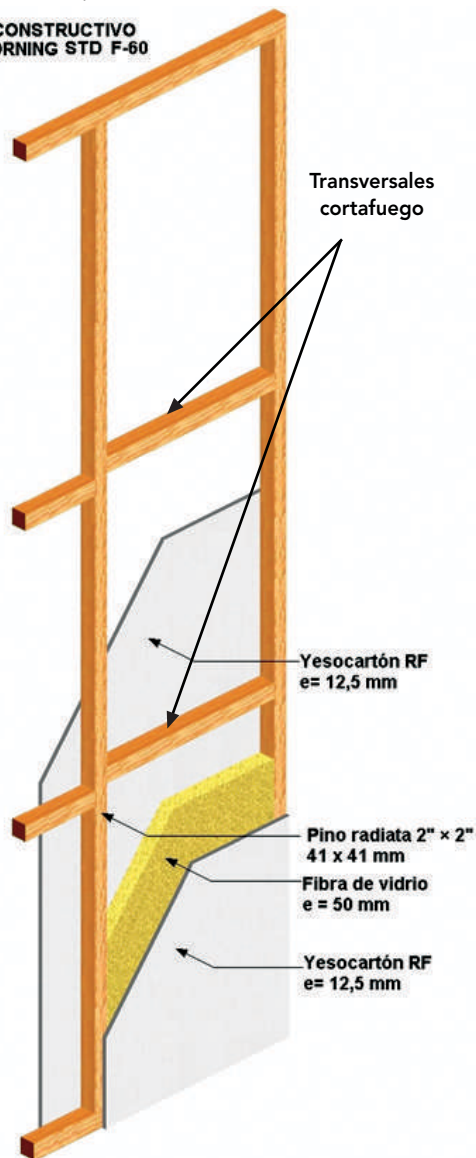


Figura 15 - 36: Elemento constructivo F-60 Owens Corning STD.

Las características más importantes del tabique Owens Corning son:

- Resistencia mínima al fuego 60 minutos (F-60).
- Es utilizable como tabique cortafuego autosoportante (a nivel de entretecho de la vivienda).
- Puede ser utilizado como tabique divisorio interior en una vivienda, cuando se requieren condiciones especiales de resistencia al fuego.
- Los pie derecho van distanciados cada 60 cm como máximo.
- El sistema utiliza dos filas de transversales cortafuego en los tercios de la altura del elemento.
- Este tipo de elemento no es utilizable como tabique soportante, aún incorporando tableros estructurales.

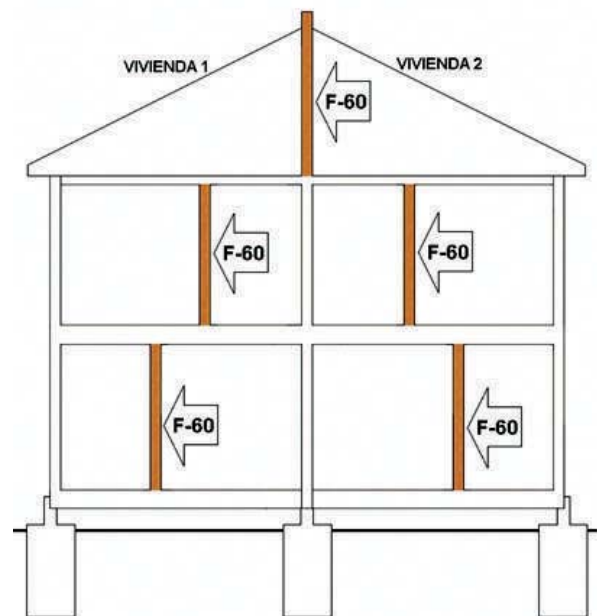


Figura 15 - 37: Corte esquemático de utilización del tabique cortafuego Owens Corning STD.

BIBLIOGRAFIA

- American Plywood Association, "Wood Reference Handbook", Canadian Wood Council, Canadá, 1986.
- Branz, "House Building Guide", Nueva Zelanda, 1998.
- Canada Mortgage and Housing Corporation, CMHC, "Manual de Construcción de Viviendas con Armadura de Madera – Canadá", Publicado por CMHC, Canadá, 1998.
- Canada Mortgage and Housing Corporation, CMHC, "Woodframe Envelopes in the Coastal Climate of British Columbia", Publicado por CMHC, Canadá, 2001.
- D.F.L. N° 458 y D.S N° 47 Ley y Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU).
- Goring, L.J; Fioc, LCG, "First-Fixing Carpentry Manual", Longman Group Limited, Inglaterra, 1983.
- Jiménez, F; Vignote, S, "Tecnología de la Madera", 2° Edición, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Secretaría General Técnica Centro de Publicaciones, Madrid, España, 2000.
- Lewis, G; Vogt, F, "Carpentry", 3° Edición, Delmar Thomson Learning, Inc., Nueva York, EE.UU., 2001.
- Spence, W; "Residencial Framing", Sterling Publishing Company, Inc., Nueva York, EE.UU., 1993.
- Stungo, N; "Arquitectura en Madera", Editorial Naturart S.A Blume, Barcelona, España, 1999.
- Wagner, J; "House Framing", Creative Homeowner, Nueva Jersey, EE.UU., 1998.
- www.inn.cl (Instituto Nacional de Normalización).
- NCh 630 Of 1998 Madera – Preservación – Terminología.
- NCh 631 c.R2002 Madera Preservada – Extracción de muestra.
- NCh 933 Of.85 Prevención de incendios en edificios – Terminología.
- NCh 935/1 Of.84 Prevención de incendio en edificio – Ensayos de resistencia al fuego – Parte 1: Elementos de construcción en general.
- NCh 935/2 Of.84 Prevención de incendio en edificio – Ensayos de resistencia al fuego – Parte 2: Puertas y otros elementos de cierre.
- NCh 1914/1 Of.84 Prevención de incendio en edificio - Ensayos de resistencia al fuego – Parte 1: Determinación de la no combustibilidad de materiales de construcción.

Unidad 16

CONSIDERACIONES EN EL DISEÑO
Y EJECUCION DE LAS
INSTALACIONES EN UNA VIVIENDA



Unidad 16

Centro de Transferencia Tecnológica

UNIDAD 16

CONSIDERACIONES EN EL DISEÑO Y EJECUCION DE LAS INSTALACIONES EN UNA VIVIENDA

16.1 GENERALIDADES

Una de las ventajas que ofrece el sistema de construcción de vivienda con estructura en madera, es utilizar espacios libres en cualquier tipo de entramado para ubicar ductos y cañerías de instalaciones sanitarias, eléctricas y de gas, que se requieren en toda vivienda. Además, estos espacios son aprovechados para el aislamiento térmico, que permite asegurar un ambiente cálido en invierno con ahorro significativo de energía y fresco en el período estival. Al materializar las instalaciones en estas condiciones se logra un ahorro de materiales, de mano de obra y disminución en plazos para la ejecución y puesta en servicio.

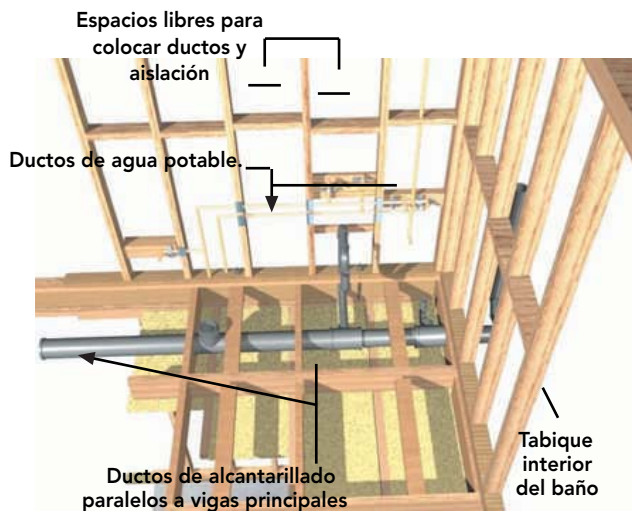


Figura 16-1: Colocación de ductos de alcantarillado y agua potable en los espacios que generan las estructuras de madera.

En el caso de viviendas de mayor valor, se consideran además de las anteriormente nombradas, instalaciones de calefacción, aire acondicionado, telefonía, TV cable, seguridad y renovador de aire, entre otras, las que también pueden ser materializadas al interior de las estructuras.

Para garantizar el correcto funcionamiento en cada una de las instalaciones, éstas deben ser ejecutadas por técnicos calificados que se ciñan estrictamente al plan de gestión de calidad impuesto por el mandante o proyectista.

Para lograr el máximo beneficio del sistema constructivo, es conveniente que el desarrollo y solución de los trazados definitivos de las instalaciones, sean realizados en forma conjunta con los proyectos de arquitectura y estructura, lo que permite considerar aspectos que benefician al proyecto, tanto técnica como económicamente:

- La disposición de los artefactos de baño por arquitectura debe ser proyectada en línea, con el objeto que la o las cañerías de descarga del alcantarillado, se dispongan en forma paralela a las vigas principales o secundarias de la plataforma de piso, entrepiso y pie derecho de tabiques. De lo contrario, habrá que estudiar específicamente el caso.

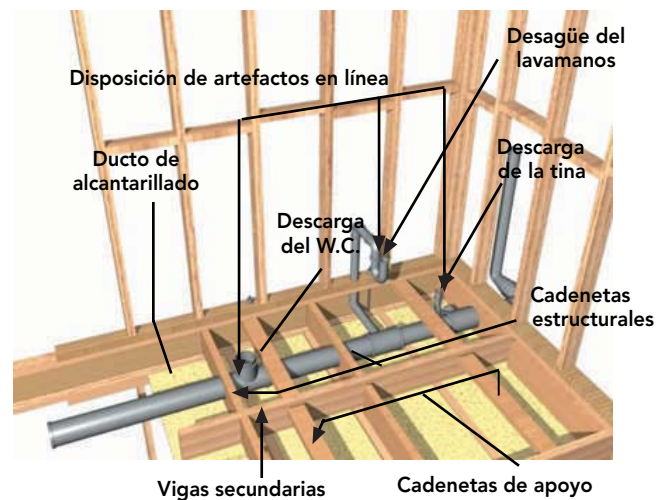


Figura 16-2: En la figura se observan las descargas de artefacto de W.C., lavamanos y tina dispuestos en línea. La descarga perfora las cadenas de la estructura de plataforma. Las vigas y cadenas del ejemplo son de escuadría 2" x 10".

- En el caso de alcantarillado para dos baños en segundo piso, se deben estudiar la disposición de los artefactos, las líneas de descargas y la forma de evacuar las aguas servidas por una sola cañería registrable al primer piso, directo a cámara.
- En caso de no existir alternativa de solución en los espacios que se disponen en la estructura para las cañerías de alcantarillado, se debe considerar proyectar cielo, viga, o pilar falso.

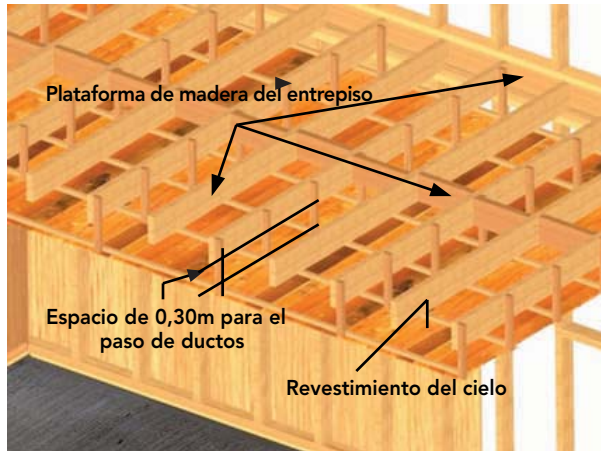


Figura 16-3: Cielo falso para el paso de ductos de alcantarillado.

- Determinar diámetros de perforaciones o calados necesarios en los elementos estructurales como: vigas principales y secundarias, cadenetas, soleras o pie derecho, según criterios estructurales permitidos.
- Identificar el o los elementos de la estructura (vigas, soleras o pie derecho) que requieran ser reforzados debido a perforaciones, cortes, rebajes o para fijación y anclaje de los artefactos sanitarios.
- Diseñar e instalar piezas especiales que deben ser incorporadas a la estructura para instalación de elementos eléctricos y/o artefactos.
- Colocación de pletinas metálicas en pie derecho de tabiques, que requieren ser perforadas en una instalación de ductos eléctricos, como se observa en Figura 16-5. La finalidad de instalar estas pletinas es proteger el ducto de posibles perforaciones que se requieran para instalación de revestimientos u otros.

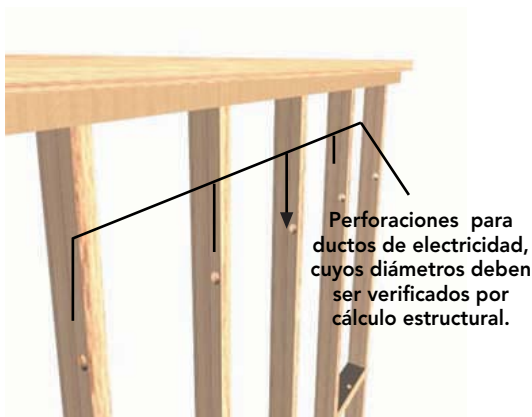


Figura 16 - 4: Ubicación y tamaño de perforaciones según ducto definido por proyecto, considerando las restricciones correspondientes.

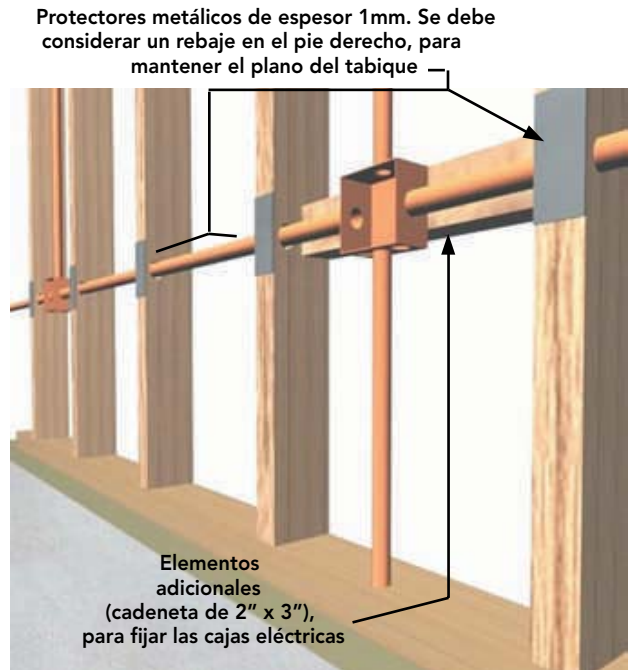


Figura 16 - 5: Consideraciones para la instalación, fijación y protección de ductos y accesorios.

- Programar plazo necesario de la ejecución de cortes, perforaciones y refuerzos en las estructuras. Fundamental para evitar retrasos en la materialización de las instalaciones, como en la ejecución de las partidas precedentes, según programa de obra.

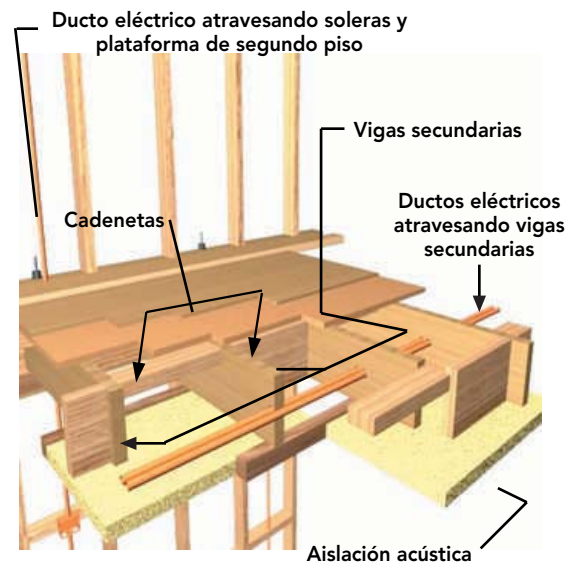


Figura 16-6: Es necesario saber la ubicación de ductos, elementos que deben ser perforados o cortados y planificar la secuencia y momento en que debe ser realizada su colocación.

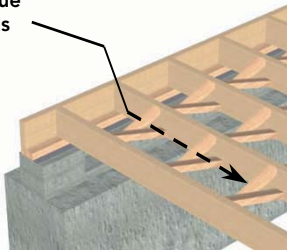


UNIDAD 16

CONSIDERACIONES EN EL DISEÑO Y EJECUCION DE LAS INSTALACIONES EN UNA VIVIENDA

Como alternativa a las perforaciones en las cadenas tradicionales y evitar seccionarlas, se pueden utilizar cadenas dispuestas en cruz de San Andrés, que no requieren ser perforadas para el traspaso de los ductos.

Los ductos se colocan sin tener que perforar cadenas



Cruz de San Andrés

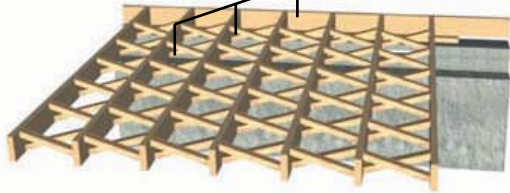


Figura 16-7: La utilización de cruz de San Andrés permite colocar ductos paralelos a vigas secundarias, sin tener que perforar cadenas.

En el caso en que los ductos no puedan ser dispuestos paralelos a elementos estructurales, se pueden perforar teniendo presente las consideraciones estructurales que se exponen en el punto 16.4. Los ductos de gran diámetro, que no pueden ser dispuestos paralelos a los elementos estructurales, deben colocarse bajo el entramado, en cielo falso, como normalmente se soluciona en la construcción de sistemas tradicionales o utilizar vigas reticuladas.

16.2 CONSIDERACIONES EN LA COLOCACIÓN DE DUCTOS Y ARTEFACTOS

La perforación de elementos en la estructura de la vivienda para el paso de cañerías e instalación de las mismas, junto con protecciones y elementos extras para dar soporte a cajas eléctricas, grifería, y artefactos sanitarios, entre otros, debe ser iniciada inmediatamente luego de la instalación de los tabiques y envigado, pero antes de la colocación de la aislación, revestimientos y tableros arriostrantes en las plataformas.

En el caso de plataforma de hormigón, la colocación de ductos deberá ser antes que se proceda a hormigonar el radier, asegurando que estén bien fijos para evitar su desplazamiento durante la colocación y vibrado del hormigón.

En los tabiques, los ductos se instalan previo a la colocación de la aislación y barrera de vapor

En la plataforma los ductos deben ser instalados antes de colocar los tableros estructurales

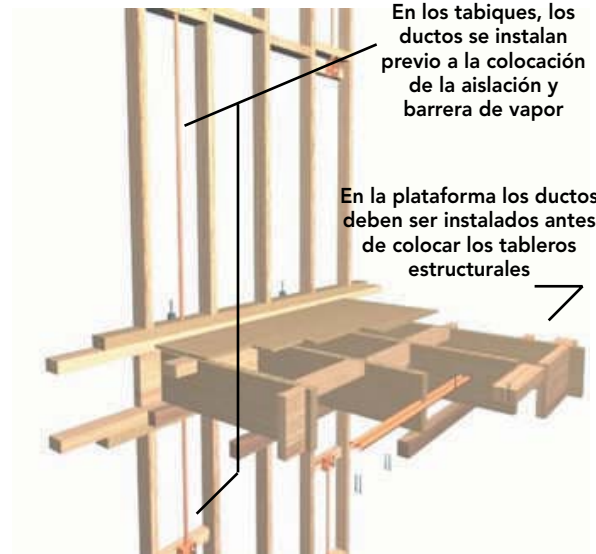


Figura 16-8: Para una fácil y segura colocación de ductos, ésta se debe realizar antes de cerrar los tabiques y plataformas, lo que requiere planificación y programación de la actividad correspondiente.

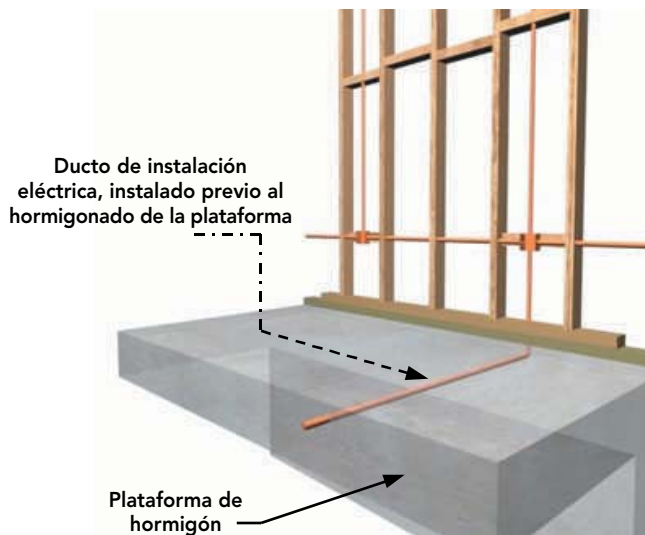


Figura 16-9: Cuando se proyecta una plataforma de hormigón, previo a hormigonarla, los ductos determinados por los proyectos de instalaciones, deben estar ya instalados y recibidos por la inspección técnica.

En caso de existir cañerías expuestas al exterior, éstas deberán ser aisladas para evitar su calentamiento en verano y su congelamiento en invierno. Los ductos de alcantarillado deben ser envueltos con lana mineral papel dos caras para evitar propagación de ruidos, producto de descargas y circulación de líquidos y sólidos.

Los refuerzos de madera necesarios para la colocación de la grifería y artefactos sanitarios, deben ser fijados a las estructuras de la vivienda, para luego ubicar en su posición definitiva los artefactos. La tina se coloca antes que el revestimiento de muros, a fin de asegurar y evitar filtraciones a la estructura por mal sellado. La grifería se debe conectar después de haber terminado con el revestimiento interior de los tabiques. Los demás artefactos se instalan después de los revestimientos, pero se debe prever la colocación de los refuerzos necesarios para su fijación.

Refuerzo de cañerías de agua potable y sostén de lavamanos

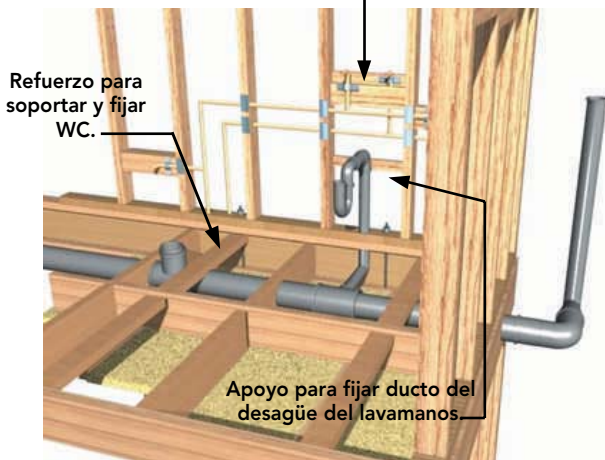


Figura 16-10: Ubicación de refuerzos a considerar en el diseño para fijar los ductos de las instalaciones.

El sellado de contornos de los artefactos es un aspecto que pocas veces es considerado en la instalación, sobre todo en aberturas que se realizan en revestimientos, para dar salida a llaves, enchufes interruptores, y lámparas, entre otros. Si no se tiene cuidado al sellarlos y controlar su ejecución, el aire que proviene del interior en la vivienda, con humedad y una temperatura mayor a la del exterior en invierno, ingresará por los bordes no sellados, pudiendo tener contacto con el paramento que da al exterior, el que al estar a temperatura inferior al aire que ingresó, se condensará, afectando los elementos que forman la estructura de la vivienda y potenciando la existencia de agentes bióticos.

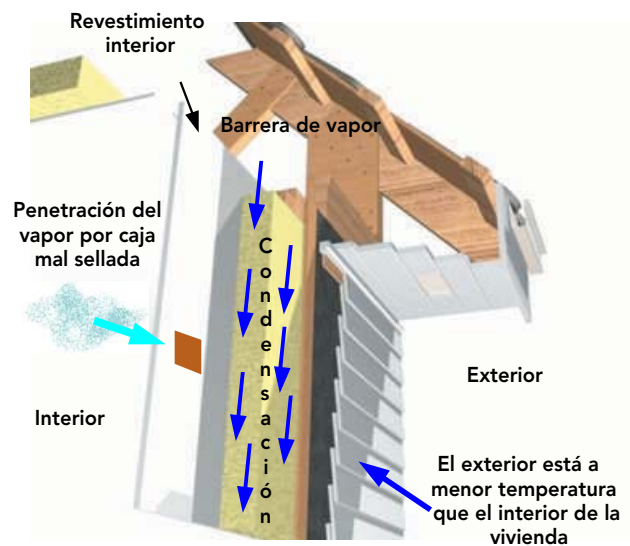


Figura 16-11: Figura que muestra situación de riesgo de condensación.

16.3 CIELOS, VIGAS Y PILARES FALSOS

Para cañerías y ductos que no pueden ser colocados, ya sea entre elementos de la plataforma de piso superior o a través de ellos, está la opción de generar un cielo falso, por el cual pueden proyectarse.

En este caso, se debe considerar que la altura de piso a cielo se verá disminuida, por lo que habrá que tomar las consideraciones pertinentes, determinando un cielo más bajo o aumentar la altura de muros. Recordemos que la Ley General de Urbanismo y Construcciones establece que la altura mínima de piso a cielo es de 2,35m.

Para el cielo falso, una opción de materialización es fijar piezas de madera de 2" x 3" cepilladas, secas en cámara, con contenido máximo de humedad de 12% al envigado del entrepiso (Figura 16-15 (1)), debiendo quedar perpendiculares a las vigas y, por consiguiente, también al sentido que tendrá este cielo falso. Luego se fijan piezas de 2" x 2" (Figura 16-15 (2)) que cumplen con las mismas

características anteriormente señaladas de las piezas de 2" x 3" (2), debiendo quedar paralelas al sentido que tendrá el revestimiento de cielo.

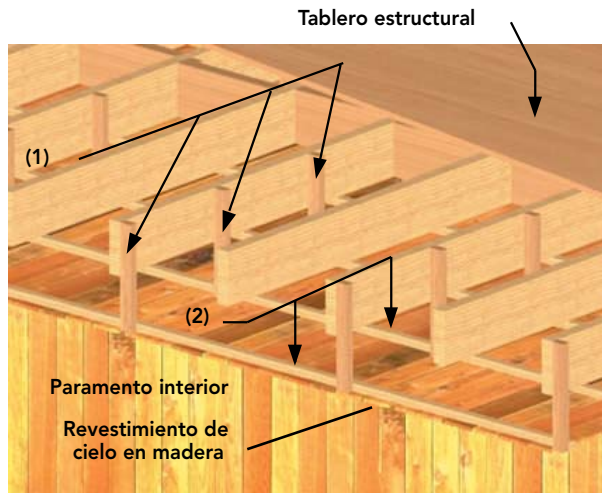


Figura 16-12: Cielo falso en el cual se pueden desarrollar instalaciones sin intervenir estructuralmente los elementos de la plataforma del segundo piso.

Asimismo, se pueden utilizar pilares y vigas falsas para las bajadas de cañerías, las que quedan ocultas en la estructura.

A continuación, se presenta una secuencia para materializar un pilar falso, el que permite realizar descargas del segundo piso al alcantarillado del primer piso.

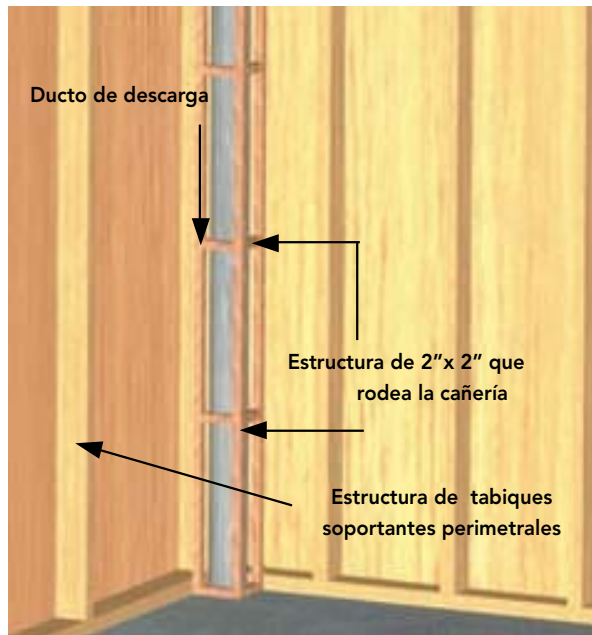


Figura 16-13: En el ejemplo, la cañería baja en una esquina a la cual se adosa una estructura de madera simple de 2" x 2", que será revestida quedando oculta, aparentando un pilar.



Figura 16-14: Cañería envuelta con lana de vidrio papel una cara.



Figura 16-15: Finalmente, se reviste la estructura de madera con el mismo material de los muros. En este caso se ha especificado plancha de yeso cartón de e = 15 mm.

16.4 CORTES Y PERFORACIONES EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Se debe distinguir entre cortes que se realizan a elementos horizontales y a elementos verticales, ya que las consideraciones estructurales varían en función de las cargas a que se ven sometidas (compresión, tracción, flexión), al ser distinto el comportamiento de la madera, según el sentido de la fibra.

16.4.1 Elementos estructurales horizontales

Los cortes y perforaciones en elementos estructurales horizontales para los ductos que no pueden ser dispuestos paralelos al envigado, deben considerar los siguientes aspectos:

- El borde de las vigas sometido a tracción no puede tener ningún tipo de corte o perforación, ya que ante un esfuerzo de flexión, estará debilitado, pudiendo ceder y colapsar.

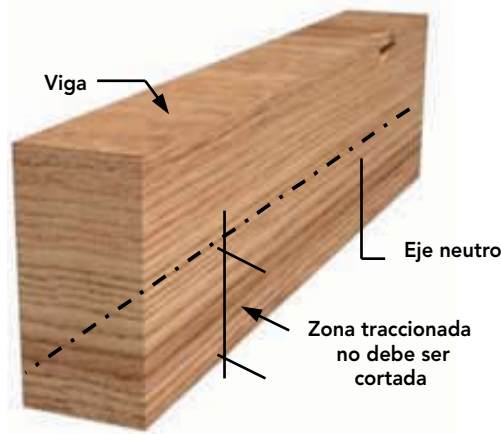


Figura 16-16: Las vigas no deben ser debilitadas con cortes en la zona traccionada.

Los cortes ubicados en el borde superior de la viga:

- No deben estar distanciados del borde apoyado a más de 3 veces el alto de la viga y pueden tener como largo máximo la mitad de la altura de la viga (Figura 16-17 (1)).
- La profundidad del corte no debe superar un quinto de la viga (Figura 16-17 (2)).
- Para cortes ubicados en otras zonas de la viga, se debe considerar el alto de la viga, de forma tal que su altura aumente proporcionalmente a lo que se requiere cortar (Figura 16-17 (3)).

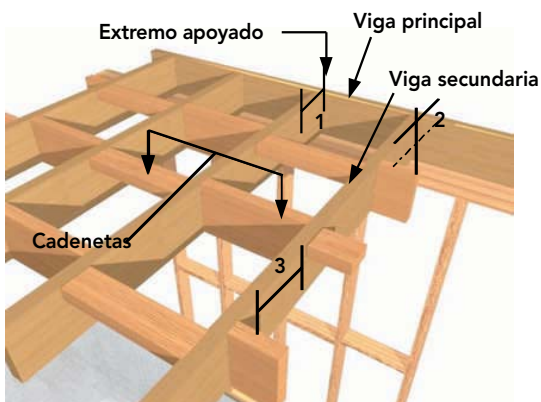


Figura 16 - 17: Condiciones de los cortes que se pueden realizar a elementos horizontales, considerando ubicación y lugar de apoyo.

- Toda perforación puede tener como diámetro máximo 1/5 del alto de la viga o 32 mm (considerar el menor valor) y debe ser realizado en el eje de la viga o sobre éste. Si son varias perforaciones quedarán distanciadas horizontalmente una de otra, como mínimo en una altura de la viga.
- La distancia mínima desde una perforación al borde más cercano de la viga es 50 mm.

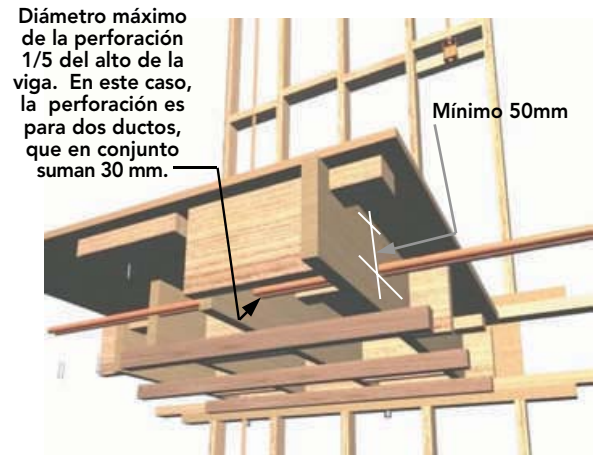


Figura 16-18: Plataforma de entpiso que tiene perforadas las vigas secundarias.

- La solera superior de tabiques soportantes se debe reforzar con piezas de 2" x 2" en zonas donde la sección remanente de ésta (sección maciza de la pieza que no ha sido alterada luego del corte), sea menor a 50 mm. Si el refuerzo debe ser colocado sobre la superficie de la solera, se recomienda utilizar conectores metálicos.

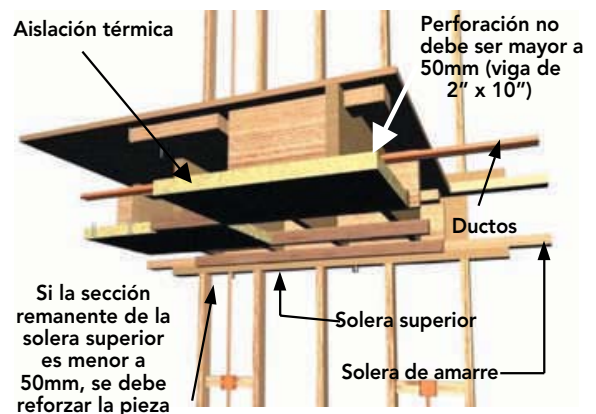


Figura 16 - 19: La perforación en soleras debe efectuarse en el eje central, con un diámetro no mayor de 1/3 del ancho de la pieza.

16.4.2 Elementos estructurales verticales

Los pie derecho de los tabiques soportantes pueden ser perforados o cortados como máximo un 1/3 de su ancho. En caso de requerir una sección mayor, deben ser reforzados con una pieza de madera de 2" de ancho a cada lado del pie derecho, clavada a éste y extendiéndose 30 cm por sobre y bajo el centro de la perforación o corte.

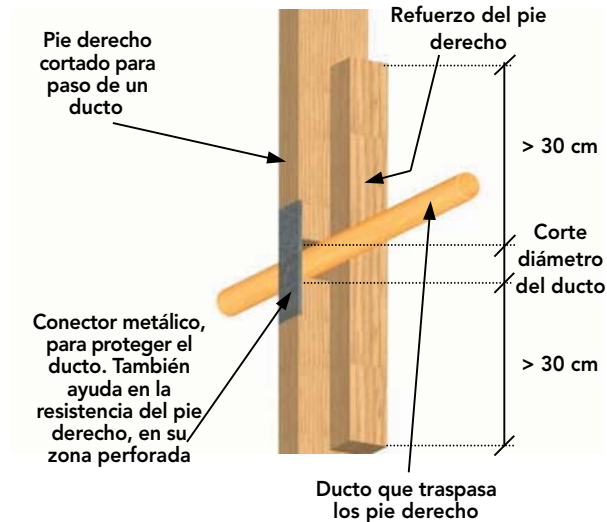


Figura 16 - 20: Refuerzo de pie derecho, al cual se le ha hecho un corte para el paso de ducto eléctrico.

16.5 CORTES Y PERFORACIONES EN LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

Los pie derecho de tabiques autoportantes, no es necesario reforzarlos si cumplen con tener una sección remanente mínima de 40 mm.

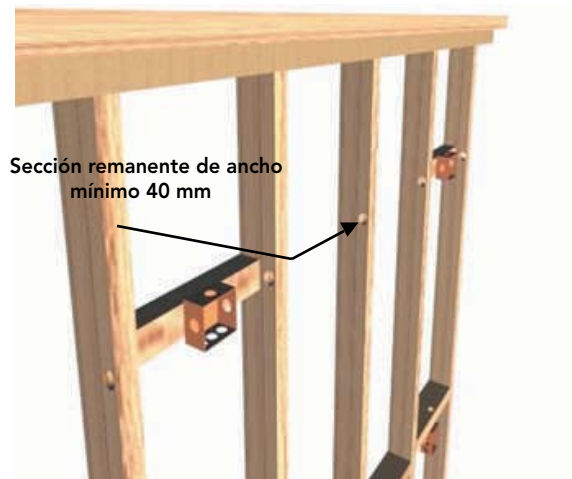


Figura 16 - 21: Consideraciones para cortes o perforaciones en tabique autoportante.

BIBLIOGRAFIA

- American Plywood Association, "Wood Reference Handbook", Canadian Wood Council, Canadá, 1986.
- Branz, "House Building Guide", Nueva Zelanda, 1998.
- Canada Mortgage and Housing Corporation, CMHC, "Manual de Construcción de Viviendas con Armadura de Madera – Canadá", Canadá, 1998.
- Goring, L.J; Fioc, LCG, "First-Fixing Carpentry Manual", Longman Group Limited, Inglaterra, 1983.
- Lewis, G; Vogt, F, "Carpentry", 3ª Edición, Delmar Thomson Learning, Inc., Nueva York, EE.UU., 2001.
- Neufert, E; "Arte de Proyectar en Arquitectura", 14ª Edición, Editorial Gustavo Gili S.A, Barcelona, España, 1998.
- Reader's Digest, "New Complete do-it yourself Manual", Canadá, 1991.
- RIDAA :Reglamento de instalaciones domiciliarias de agua potable y alcantarillado. Superintendencia de Servicios Sanitarios, SISS.
- Spence, W; "Residencial Framing", Sterling Publishing Company, Inc., Nueva York, EE.UU., 1993.
- Stungo, N; "Arquitectura en Madera", Editorial Naturart S.A Blume, Barcelona, España, 1999.
- Thallon, R; "Graphic Guide to Frame Construction Details for Builder and Designers", The Taunton Press, Canadá, 1991.
- www.inn.cl (Instituto Nacional de Normalización).
- NCh 173 Of.73 Madera –Terminología general.
- Nch 1198Of 1991 Madera – Construcciones en madera – Cálculo.
- NCh 2824Of 2003 Maderas – Pino radiata – Unidades, dimensiones y tolerancias.