¿Qué es Steel Framing?

Steel Framing es un sistema constructivo liviano, compuesto de perfiles de acero galvanizado que conforman un esqueleto diseñado para dar forma y soporte a una casa o edificio. La tecnología de las estructuras de acero ligero es una tecnología única que ofrece importantes oportunidades de ahorro en todas las etapas de la construcción y a la vez muy alta calidad, resistencia y rapidez de ejecución.

Debe diferenciarse a este sistema del *Steel Frame,* técnica constructiva general que utilizando un esqueleto de columnas y vigas de perfiles de acero medianos o pesados hicieron posible la construcción de rascacielos.

Su nombre, "Steel Framing", en donde "steel = acero" y "framing" que deriva de "frame = estructura, esqueleto, disposición, construcción "(Diccionario Michaelis, 1987), puede ser definido como un proceso por el cual se compone un esqueleto estructural en acero, formado por diversos elementos individuales unidos entre si que funcionan en conjunto para resistir las cargas que solicitan al edificio y a la estructura y le dan su forma. Así, el sistema Steel Framing no está restringido a la estructura. Como un sistema destinado a la construcción de edificios, abarca varios componentes y "subsistemas". Estos subsistemas incluyen además del estructural, aislación termoacústica, de cerramientos interno y externos y de instalaciones eléctricas o sanitarias, por citar algunos ejemplos.

A pesar de ser considerada como una tecnología nueva, el origen del Steel Framing se remonta al inicio del siglo XIX. De hecho, históricamente se inicia con las casas de madera construidas por los colonizadores en el territorio norteamericano en esa época. Para atender el crecimiento de la población hubo que recurrir a métodos más rápidos y productivos en la construcción de viviendas, utilizando los materiales disponibles en la región, en este caso la madera. Ese método consistía en una estructura compuesta de piezas de madera aserrada de pequeña sección transversal, lo que se conoció como Balloon Framing. Apartir de ahí, las construcciones en madera, conocidas como "Wood Frame", se convirtieron en la tipología residencial más común en los Estados Unidos. El crecimiento de la economía norteamericana y la abundante producción de acero en el período post-Segunda Guerra contribuyó al desarrollo de los procesos de fabricación de perfiles conformados en frío, y el uso de los perfiles de acero en substitución de los de madera, que ofrecían las ventajas de la mayor resistencia y eficiencia estructural del acero y la capacidad de la estructura de resistir a catástrofes naturales, tales como terremotos y huracanes. En Japón, las primeras construcciones en Steel Framing comenzaron a aparecer después de la Segunda Guerra Mundial cuando hubo que reconstruir cuatro millones de viviendas destruidas por los bombardeos.

A pesar de que el Steel Framing es un sistema de construcción bastante usado en países donde la construcción civil es predominantemente industrializada, en la mayoría de los países de América Latina donde prevalece el método artesanal, es relativamente poco conocido. El público en general, basados en preconceptos más que en información real aun es bastante reticente a este tipo de técnica constructiva.

Características

· **Es un sistema Versátil**

Es versátil porque se puede combinar con otros materiales dentro de una misma estructura, o ser utilizado como único elemento estructural. Por ejemplo, en edificios en altura es común utilizarlo para las subdivisiones, es decir, la tabiquería interna. En viviendas, y en otros edificios de menor altura, puede ser el único material estructural utilizado, haciendo de base a substratos en cubiertas y fachadas.

· **Es un sistema Racionalizado**

Se lo considera racionalizado por sus características y procesos, ya que establecen desde su génesis la necesidad de pensar y trabajar con 3 decimales, lo cual hace más precisa la documentación de obra, y por consiguiente, su ejecución. Una de sus cualidades más destacadas, es la precisión propia del material en su conformación, permitiendo un mejor control de calidad.

· **Es un sistema Flexible**

El proyectista puede diseñar sin restricciones, planificando etapas de ampliación o crecimiento debido a que no tiene un módulo fijo sino uno recomendado, pautado por la misma disposición de los perfiles, que varía entre 0.40 y 0.60 m. Admite cualquier tipo de terminaciones tanto exteriores como interiores.

· **Confort y Ahorro de Energía**

Es una de sus características más notables, en cuanto minimizar las necesidades de acondicionamiento artificial, aportando eficiencia y ahorro. El sistema permite pensar y ejecutar de una manera más eficaz las aislaciones, las instalaciones y todos los ítems que redundan en un mayor confort. El Steel Framing, es especialmente apto para cualquier tipo de clima y situación geográfica, aun en las extremas.

· **Rapidez de Ejecución y Optimización de Recursos**

Por ser un sistema liviano nos da la posibilidad de rapidez de ejecución incluyendo el panelizado, y posterior montaje. La ejecución de las instalaciones es realmente sencilla y muy eficiente. Esto lo convierte en una muy buena opción tanto para obra nueva como para ampliaciones o reciclajes. Las reparaciones son muy simples y la detección de los problemas (por ejemplo en la instalación sanitaria) son inmediatos.

· Durabilidad

Este es una de los temas que más preocupa a la población en general, a la hora de optar entre construir con Steel Freming o con une técnica tradicional. El Steel Framing utiliza materiales inertes y nobles como el acero galvanizado, lo cual lo convierte en un sistema extremadamente durable a través del tiempo.

FUNDACIONES

Conceptos Generales

Es importante tener en cuenta que el buen diseño y ejecución de las fundaciones significa mayor eficiencia estructural. La calidad final de la fundación está estrechamente vinculada al correcto funcionamiento de los subsistemas que conforman el edificio. Por ello, la eficiencia de una construcción con Steel Framing comienza con el correcto desarrollo de las fundaciones y sus aislaciones, teniendo en cuenta las ventajas que esto otorga:

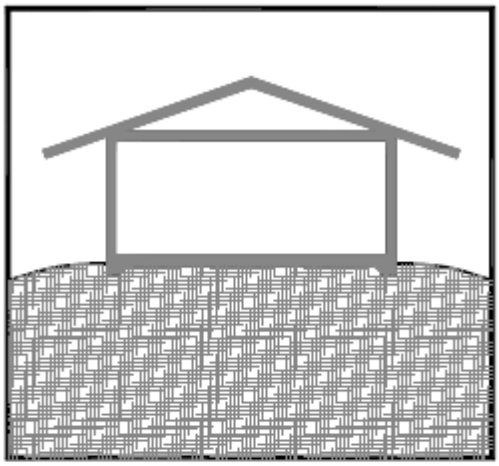
. mayor eficiencia de las estructuras (superficie base nivelada, verticalidad de los paneles),
. posibilidad de evitar problemas de humedad futuros,
. mayor ahorro de energía (reducción de gastos)
. mayor confort en los espacios interiores.

Tipos de Fundaciones

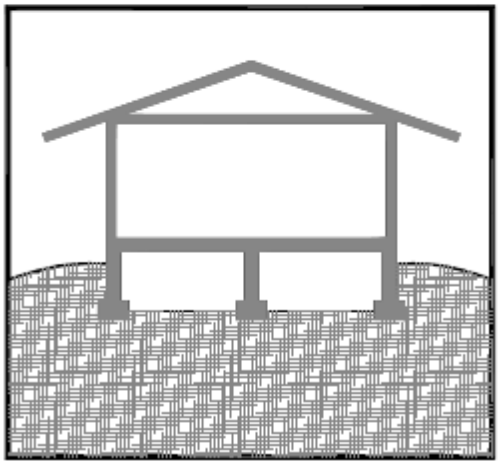
El Steel Framing admite ser ejecutado sobre cualquier tipo de fundación, siempre que éstas cumplan con los requerimientos dados.
Dadas las características de peso propio de este tipo de estructuras, los sistemas de fundaciones más comúnmente utilizados, son los siguientes:

Platea de Hormigón Armado sobre Terreno:
es la fundación más sencilla y rápida de ejecutar. Debido a ello, esta solución es la menos afectada por la acción del clima durante su ejecución.

Zapata corrida:
consiste en muros de fundación elevados para soportar el nivel de planta baja por sobre el nivel del terreno. Esta solución tiene como ventaja principal permitir la circulación de aire debajo de la vivienda.



Platea de Hormigon Armado sobre Terreno



Zapata Corrida Sobrelevada

Elección del Tipo de Fundación

El tipo de fundación y el sistema constructivo a utilizar, se debe elegir considerando los requerimientos estructurales, térmicos, de control de humedad, filtraciones de agua y generación de Gas Radón, específicos de cada lugar y según el tipo de proyecto. Los factores que condicionan la elección, son los que se mencionan a continuación.

. Condiciones del Terreno: La topografía, el nivel de la napa freática, el tipo de suelo y la profundidad del suelo "firme" o resistente afectan la elección del tipo de fundación. Aquellos terrenos en donde el nivel de la napa freática esta a aproximadamente 2,5 metros de profundidad no poseen condiciones favorables para la construcción de sótanos. Bajar el nivel de la napa mediante drenaje y cañerías no suele ser del todo justificado, mientras que la aislación hidrófuga puede no ser suficiente, o ser muy costosa. El nivel de la napa freática cercana a la superficie puede restringir, también, el diseño de plateas o zapatas corridas.

. Clima Las preferencias en el tipo de fundación varían con los diversos climas regionales, sin embargo, en general, en las distintas regiones podrán encontrare variados ejemplos de los distintos tipos de fundaciones.
Uno de los principales factores para la elección de un tipo de fundación por razones climáticas es la profundidad de la línea de congelamiento del agua presente en el suelo. Esta condicionante surge básicamente de la necesidad de ubicar fundaciones a profundidades mayores en climas fríos.

. Pautas de Diseño El tipo de fundación es elegido, también, por aspectos de diseño. A pesar de no ser un elemento mayormente estético, las fundaciones en la base de una vivienda pueden ser elevadas sobre el nivel cero del terreno, por lo que los materiales del muro de fundación afectan la apariencia total del proyecto.
Una construcción con platea tiene una fundación mínimamente visible; el muro de fundación de una zapata corrida o de un sótano, en cambio, puede variar considerablemente desde la no exposición hasta una exposición total sobre el nivel cero del terreno.

Platea de Hormigón Armado sobre Terreno

Los componentes estructurales fundamentales en una platea son la losa y las vigas en el perímetro de la platea, debajo de muros portantes o pilares y donde resulte necesario para lograr la rigidez en el plano de la platea.
En cuanto al movimiento de suelos se recomienda retirar el suelo vegetal y reemplazarlo por suelo seleccionado, convenientemente compactado.
Si el hormigón es colado sobre una membrana impermeable de aislación hidrófuga (film de polietileno) o de aislación térmica, se recomienda utilizar una mezcla de hormigón con menor proporción de agua en su dosificación. Una técnica alternativa, es colar el hormigón sobre una capa de arena o placa de material de desagüe por encima de la barrera impermeable para minimizar las fisuras.

Una de las ventajas de la platea frente a otro tipo de fundación, es que en este caso no será necesario construir un entrepiso de perfiles para el primer nivel dado que la misma platea funciona como base para el contrapiso o carpeta de terminación.
Un aspecto a tener muy en cuenta en este tipo de fundaciones, es la correcta ubicación de las instalaciones sanitarias y eléctricas, dado que éstas generalmente se se ejecutan previamente al colado del hormigón.
Existen distintos tipos de esquemas de platea, que además de obedecer a un criterio estructural, tienen consideraciones del tipo constructivo, y/o de proyecto.

Aislación Térmica

Las pérdidas de calor a la tierra son mayores en el perímetro de la platea y disminuyen rápidamente hacia el centro. Ambos componentes de pérdidas de calor en plateas –en el perímetro y a través de la tierra- deben ser tenidos en cuenta en el diseño del sistema de aislación térmica.
La aislación térmica puede ser colocada en forma continua en el borde inferior de la platea, debiendo colocarse la misma antes del colado del hormigón de modo de quedar por debajo de la fundación.
Otra opción para la aislación térmica es la de colocar la aislación sobre la platea, sobre la cual se ejecuta un contrapiso.

Anclajes

Junto con la elección del tipo de fundación se deberá establecer el tipo de anclaje más conveniente, definiéndose según cálculo estructural. En el caso de la platea de fundación, hay dos tipologías que son las más utilizadas:
. Anclaje químico con varilla roscada
. Anclaje tipo fleje

Zapata Corrida

Los componentes estructurales fundamentales de una zapata corrida son el muro de fundación y la base. Los muros de las zapatas se construyen generalmente de hormigón colado in situ, de bloques de cemento con colado de hormigón, o de mampostería con viga de encadenado. Éstos deben resistir las cargas laterales del terreno, que dependen del tipo de suelo, del porcentaje de humedad y del factor de actividad sísmica propio del lugar donde se encuentra ubicado el edificio, y las cargas verticales de la estructura superior.
La principal ventaja de este tipo de fundación es la posibilidad de permitir la circulación de un volumen de aire por debajo del edificio. De este modo el espacio ventilado que genera la zapata contribuye a una mejor aislación de la vivienda, a su vez separándola del contacto directo con el suelo. El espacio dejado por debajo de las vigas de entrepiso debe ser suficiente como para permitir el acceso a todas las áreas, utilizándose en general para el pasaje de la instalaciones.
En este tipo de fundaciones, se recomienda en muchos casos además de una buena superficie de desagüe, un sistema de drenaje subterráneo. El objetivo de dichas superficies es alejar el agua de las fundaciones y se logra dándole pendiente al terreno y utilizando canaletas de desagüe pluvial. Cuando la base inferior de la zapata corrida se encuentra al mismo nivel o sobre el nivel del terreno, no requiere un sistema de drenaje subterráneo.

Aislación Térmica

El tema de la aislación térmica para una fundación de zapata corrida está más directamente relacionado con la resolución de un entrepiso en planta baja que con la propia fundación, dado que el material aislante se coloca entre las vigas de entrepiso.

Anclajes

El anclaje más comúnmente utilizado para este tipo de fundaciones es el de tipo fleje.

PANELES

El concepto principal de las estructuras resueltas con Steel Framing es dividir la estructura en una gran cantidad de elementos estructurales, de manera que cada uno resista una porción de la carga total. Con este criterio, es posible utilizar elementos más esbeltos, más livianos y fáciles de manipular.

Así, una pared continua tradicional resuelta, por ejemplo con mampostería se convierte, al construirla con Steel Framing, en un panel compuesto por una cantidad de perfiles "C" denominados montantes, que transmiten las cargas verticalmente, por contacto directo a través de sus almas, estando sus secciones en coincidencia. Esta descripción es la que da origen al concepto de estructura alineada.

Cuando las almas de los perfiles no estén alineadas deberá colocarse una viga dintel de borde continua en el panel inferior, que sea capaz de transmitir las cargas excéntricas.

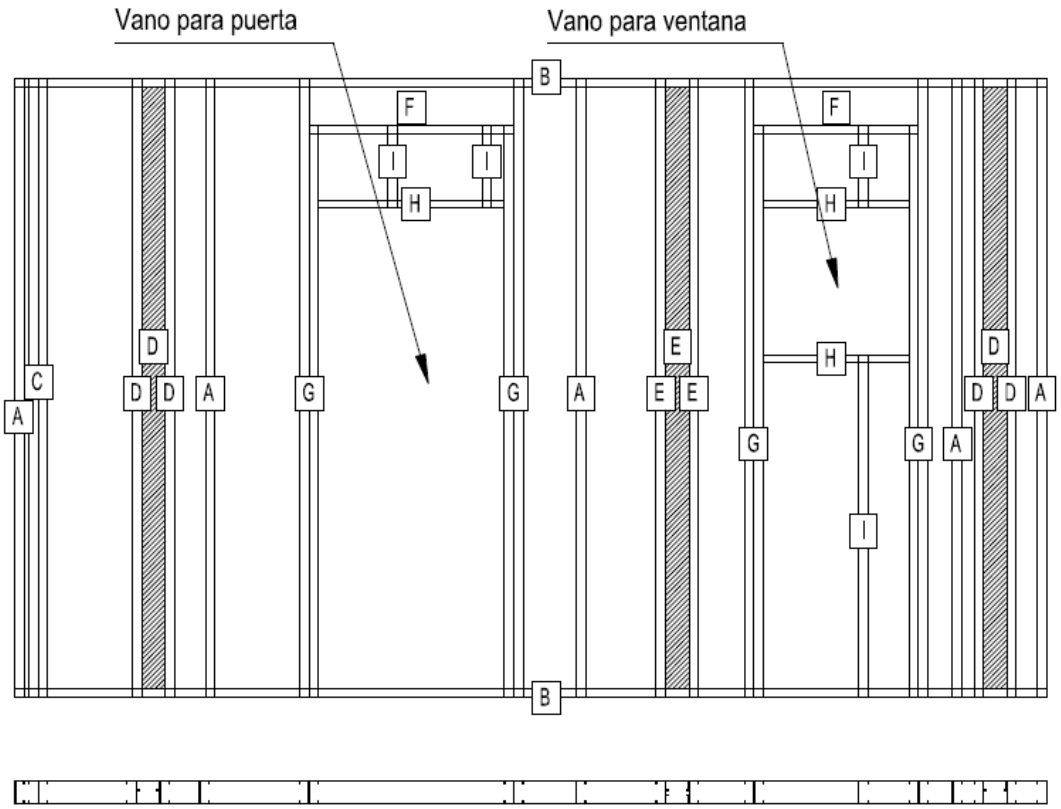
La separación entre montantes o modulación adoptada estará directamente relacionada con las solicitaciones a las que cada perfil se vea sometido. A mayor separación entre montantes, mayor será la carga que cada uno de ellos deberá resistir. En muchos casos, tal modulación depende básicamente de las dimensiones de las placas interiores y exteriores a utilizar, debido a la necesidad constructiva de sujetar las placas a la estructura.

Tanto la disposición de los montantes dentro de la estructura como sus características geométricas y resistentes y los sistemas de fijación utilizados para la propia conformación del panel, hacen que éste sea apto para absorber y transmitir cargas verticales axiales, en la dirección del eje de la pieza, y cargas horizontales, perpendiculares al plano del panel. Para absorber las cargas horizontales paralelas al plano del panel, debidas principalmente a la acción del viento y sismos, es necesario proveer a la estructura de algún otro elemento capaz de resistir y transmitir dichos esfuerzos.

Básicamente existen 2 modos de otorgar resistencia a las cargas laterales a estructuras ejecutadas con Steel Framing:

1– Cruces de San Andrés

2– Placas Estructurales o Diafragmas de rigidización



Elementos básicos

A. Montante: perfil PGC dispuesto en forma vertical entre la solera inferior y la solera superior del panel. El largo de la montante define la altura del panel.

B. Solera de panel: perfil PGU que une los montantes en sus extremos superior e inferior. El largo de las soleras define el ancho del panel.

Una serie de montantes ubicados cada 40 o 60 cm. (según sea la modulación adoptada) y unidos en sus extremos superior e inferior por las soleras, da origen
a un panel.

C. Doble: dos montantes PGC unidos por el alma. El uso más frecuente de esta pieza es en la materialización del encuentro de esquina entre dos paneles.

D. Triple: está compuesto por tres montantes PGC, uno de los cuales (el central) está rotado 90º respecto de los otros dos. De este modo, la superficie del alma del perfil rotado permite la fijación del montante de inicio de una unión en “T”.

E. Cuádruple: cuatro montantes PGC, dos de los cuales (los centrales) están rotados 90º respecto de los otros dos, generando la superficie de fijación de los montantes de inicio de dos paneles a uno y otro lado del panel (encuentro en cruz).

F. Dintel: pieza que se dispone en forma horizontal sobre el vano de un panel portante, para desviar las cargas verticales hacia los montantes más cercanos.

G. King: pieza que se utiliza como apoyo del dintel y que delimita lateralmente el vano en un panel portante.

H. Solera de Vano: perfil PGU dispuesto en forma horizontal para delimitar el vano en su parte superior e inferior.

I. Cripple: perfil PGC que se utiliza para materializar la estructura de un panel por encima y/o por debajo de un vano. El cripple inferior va de la solera inferior de panel a la solera inferior de vano. El cripple superior va de la solera superior de vano a la solera de dintel (en el caso de los paneles portantes) o a la solera superior de panel (en paneles no portantes).

Fijaciones

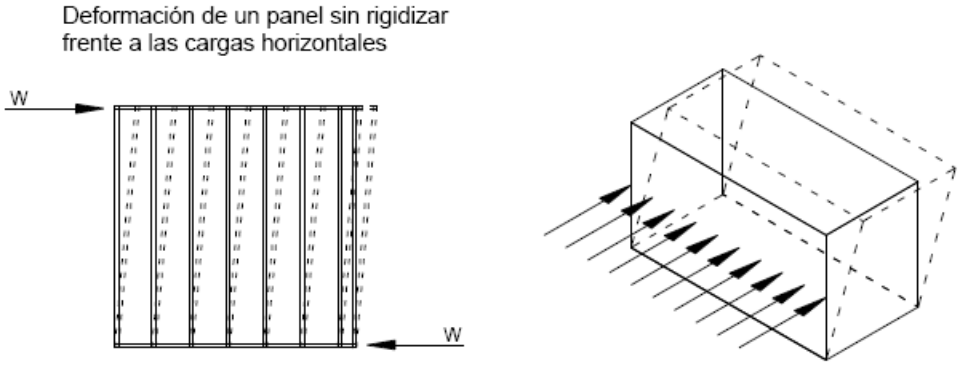
Para completar el armado del panel, es necesario unir entre sí las distintas piezas que lo componen. Entre los distintos tipos de fijaciones aptos para estructuras resueltas con Steel Framing, el de uso más generalizado es el tornillo autoperforante. El tipo específico de tornillo (cabeza, largo, diámetro, mecha) variará según sean las piezas a unir y su ubicación dentro del panel. Otros métodos disponibles para fijación de los elementos de una estructura resuelta con Steel Framing son el Clinching y la Soldadura. La vinculación entre los paneles de acero y su estructura de apoyo (fundaciones, entrepisos, etc.) se realiza por medio de distintos tipos de anclajes y conectores, en función del material al que se esté sujetando la estructura (hormigón, acero, etc.) y las cargas a las que ésta se encuentra sometida.

Vanos

Ante la necesidad de abrir un vano en un panel (colocación de puertas y/o ventanas) deberán redireccionarse las cargas que eran transmitidas a través de los montantes, que ahora se verán interrumpidos por el vano. Esto deberá hacerse únicamente en paneles portantes, ya que en el caso de paneles sin recepción de cargas (o sea, que no sirve de apoyo a ningún otro elemento estructural como vigas, cabriadas y otros paneles portantes en plantas superiores), no hay carga a redireccionar.

Rigidización

Los paneles ejecutados con Steel Framing son incapaces por sí mismos de absorber esfuerzos horizontales en el plano del panel (sólo toman cargas axiales). Es por esto que deberán ser provistos de algún elemento estructural adicional que pueda efectivamente resistir y transmitir tales esfuerzos hacia sus estructuras de apoyo, fundaciones o entrepisos.
Partiendo de la base que el panel está anclado y debido a que la unión entre montantes y soleras de panel es articulada, el panel tenderá a deformarse.



Para evitar esta deformación que además de deteriorar el aspecto de las terminaciones, producirá el colapso de la estructura, es que debe rigidizarse el panel en su plano, ya sea con **Cruces de San Andrés** o con una **placa que sea capaz de actuar como Diafragma de Rigidización.**
Cualquiera sea la alternativa a elegir, no debe subestimarse la importancia fundamental de este componente de la estructura, que debe estar presente en todos los casos, al igual que lo están las cargas laterales que actúan sobre la estructura.
La elección de cuál de estos dos métodos conviene utilizar, está basada en consideraciones tanto técnicas como económicas. Entre las técnicas se debe incluir antes que nada al Proyecto de Arquitectura, sobre todo en lo que se refiere a la cantidad, ubicación y dimensiones de los vanos.

ENTREPISOS

Partiendo del mismo criterio que define a los paneles, el concepto principal de una estructura de entrepiso resuelta con Steel Framing es dividir la estructura en una gran cantidad de elementos estructurales equidistantes (vigas), de manera que cada uno resista una porción de la carga total.
A diferencia de un entrepiso de hormigón, cuya descarga se realiza en forma continua sobre su apoyo (por ejemplo una viga o tabique), un entrepiso resuelto con Steel Framing transmite la carga recibida por cada viga puntualmente al montante del panel que le sirve de apoyo. Para lograr el concepto de estructura alineada, las almas de las vigas deben estar en coincidencia con las almas de los montantes ubicados sobre y/o por debajo del entrepiso. Al igual que para los paneles, la separación entre vigas o modulación adoptada estará directamente relacionada con las solicitaciones a las que cada perfil se vea sometido. A mayor separación entre vigas, mayor será la carga que cada uno de ellos deba resistir, y por lo tanto, mayor será la sección de la viga.

En la mayoría de los casos, se utilizará una misma modulación para todo el proyecto. Es decir que las vigas del entrepiso se modularán con la misma separación que los montantes de los paneles (o viceversa). Al igual que en los paneles, la modulación adoptada para el entrepiso determinará el mayor aprovechamiento de las placas de rigidización (en entrepisos secos) y/o de las placas de cielorraso.

En los casos en que la modulación entre paneles y entrepiso difiera, deberá colocarse una viga dintel corrida (viga tubo), capaz de transmitir la carga de las vigas que no apoyan directamente sobre los montantes.

Tanto la modulación como la luz entre apoyos de la viga, serán los factores que determinen la sección de los perfiles adoptados. Por ello, en general, las vigas se orientan en la dirección que genere la menor distancia entre apoyos, de manera de necesitar perfiles con la menor sección posible.

Además, hay otros factores para tener en cuenta en la dirección de armado de un entrepiso, por ejemplo, la posibilidad de evitar la perforación de las vigas para el pase de las instalaciones. En aquellos casos en que la perforación standard de las vigas no sea suficiente para pasar las cañerías deberá comprobarse la capacidad estructural de la viga y la posibilidad o no de perforarla. En algunos casos, y según indique el cálculo estructural, deberá reforzarse el perímetro de la nueva perforación, de manera de aumentar el momento de inercia.

En ningún caso se debe cortar el ala de un perfil que actúa como viga.

Las vigas servirán como estructura de apoyo al paquete de materiales que conforman la superficie del entrepiso. La elección del tipo de terminación estará dada principalmente por las pautas materiales, constructivas y de diseño del proyecto de arquitectura. Básicamente existen dos modos de materializar dicha superficie, proveyendo, a su vez, al entrepiso la rigidización que necesita:

1. Entrepiso Húmedo
2. Entrepiso Seco

1. Entrepiso Húmedo

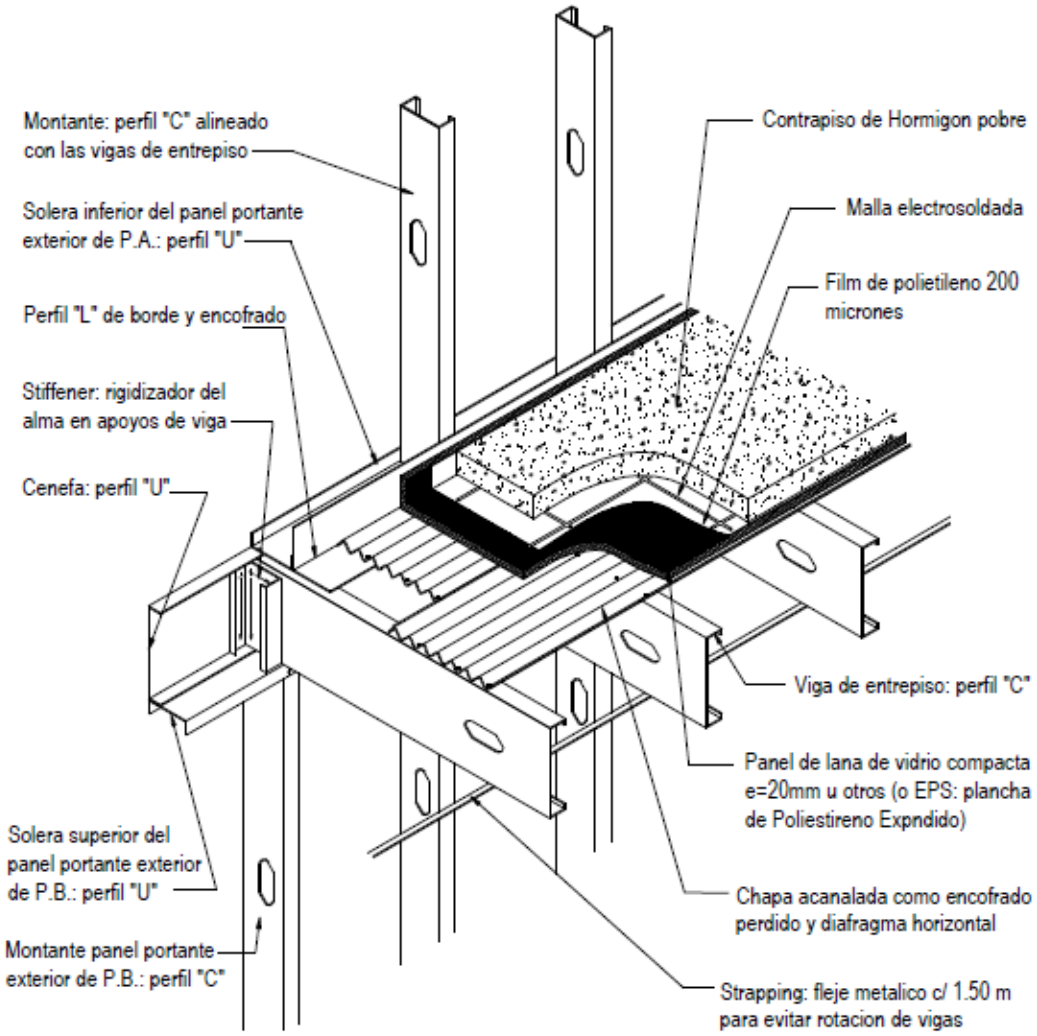
El entrepiso húmedo consta de una chapa ondulada atornillada a las vigas, que funciona como diafragma de rigidización de la estructura y, a su vez, como encofrado perdido para el colado del hormigón no estructural que materializará la superficie o contrapiso. Este contrapiso de entre 4 y 6 cm de espesor, no es estructural, sino que solo actúa como base para la colocación posterior o no, de algún tipo de terminación (por ejemplo revestimiento cerámico). Para evitar posibles fisuras en el hormigón se colocará una malla electrosoldada. Dentro del espesor del contrapiso de hormigón esposible embutir las cañerías de instalación para el caso de calefacción por piso radiante.

El contacto directo entre los distintos materiales del entrepiso produciría una importante transmisión de sonido a través del mismo, y como consecuencia entre un local y otro. El modo de atenuar dicha transmisión, para lograr el acondicionamiento acústico requerido, es mediante una capa de aislación entre la chapa y el contrapiso. Los materiales aislantes utilizados para este fin son: Poliestireno Expandido o Lana de Vidrio compacta.

En el caso de utilizarse **Poliestireno Expandido** como aislante, se deberá completar la concavidad de la onda de la chapa con "pelotitas" del mismo material, para que la plancha apoye en forma homogénea, evitando así que la misma se rompa.
En un entrepiso en el que la aislación sea resuelta con Lana de Vidrio compacta, se deberá colocar un film de polietileno (200 micrones) antes del colado del hormigón, a fin de evitar que se humedezca la lana de vidrio, perdiendo así su capacidad aislante.

Cuando se opte por una aislación de Poliestireno Expandido, el film de polietileno podrá ser colocado o no, dadas las características no absorbentes del mismo.

En la siguiente figura se ve un entrepiso húmedo cuya aislación está resuelta con lana de vidrio compacta. En este ejemplo, como borde del entrepiso húmedo, sirviendo de encofrado lateral al hormigón, se utiliza un perfil "L" de Acero Galvanizado.



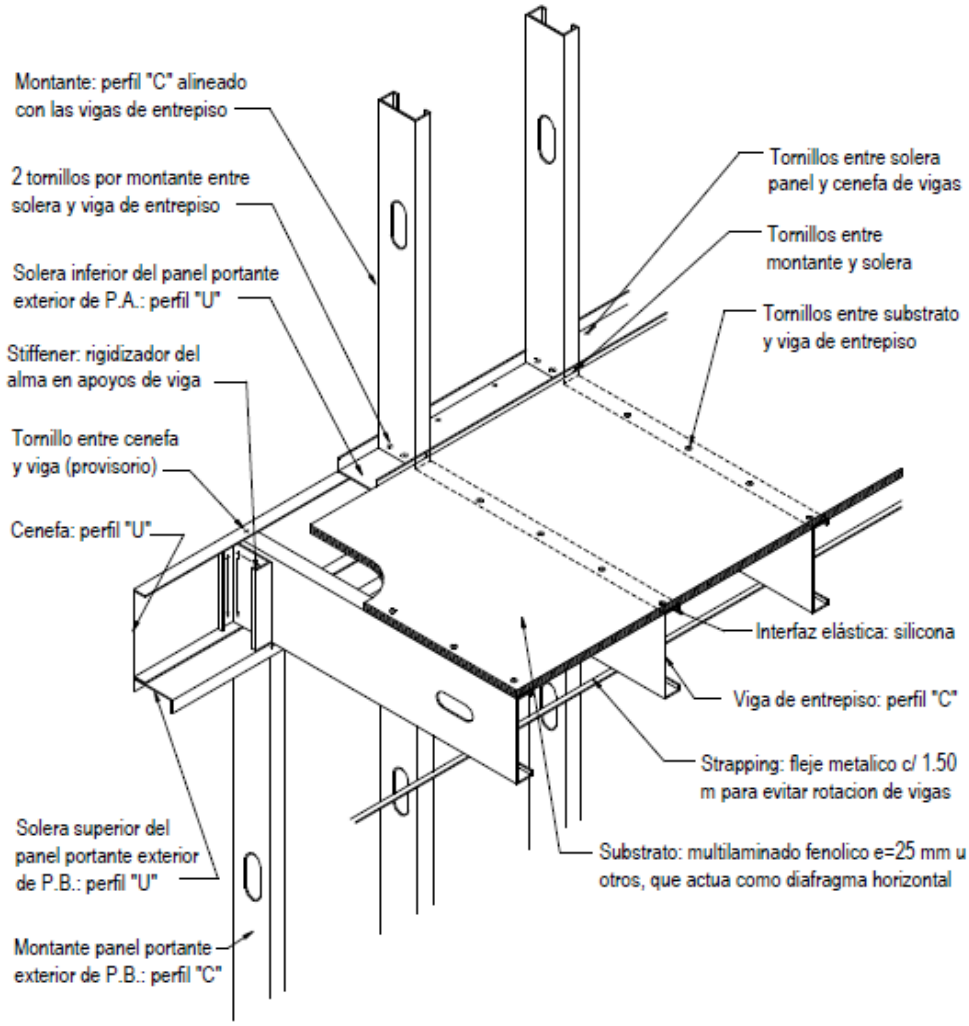
2. Entrepiso Seco

Un entrepiso seco es aquel en el que la rigidización horizontal de la estructura se obtiene mediante placas atornilladas a las vigas, que funcionan a su vez como substrato. Entre las placas de rigidización utilizadas para tal fin se encuentran: los fenólicos, placas cementicias, etc..

La característica principal de los entrepisos secos, en relación a los húmedos, es la menor carga por peso propio.

La utilización de placas de substrato (que también lo sean de rigidización horizontal) facilita y acelera la ejecución del trabajo.

La elección del tipo de placa y el espesor de la misma está relacionado con la deformación requerida por las propias características de la placa, y fundamentalmente con el tipo de solado a utilizar.
Para la colocación de un piso cerámico es necesaria una placa del tipo cementicia o celulósica que permita el pegado directo de los cerámicos utilizando los adhesivos tradicionales. Si se colocó un multilaminado fenólico se deberá colocar por sobre este, una placa de las nombradas anteriormente. Según sean los espesores de los pisos, se pueden variar los espesores de los substratos entre ambientes, de manera de tener un único nivel de piso terminado, o de lograr los desniveles necesarios. En entrepisos de viviendas se recomienda la colocación de lana de vidrio entre vigas, que junto a la masa del solado superior y a la masa de la placa de yeso utilizada como cielorraso, evitan la transmisión del sonido al ambiente de abajo. Además, siempre deberá aplicarse una interfaz elástica, como silicona, sobre el borde superior del perfil, y por debajo de la placa de substrato.



TECHOS

Al igual que para paneles y entrepisos, una estructura de techos resuelta con Steel Framing tiene como concepto principal dividir la estructura en una gran cantidad de elementos estructurales equidistantes, de manera que cada uno resista una porción de la carga total. Para posibilitar la estructura alineada, característica fundamental del sistema, el alma de los perfiles que componen la estructura de techos debe estar alineada al alma de los montantes del panel sobre los que apoyan y sus secciones en coincidencia, de modo que la transmisión de cargas sea en forma axial.
En los casos en los que la modulación de la estructura de techos no se corresponda con la de la estructura de apoyo, y por lo tanto las almas de los perfiles no estén en coincidencia, deberá colocarse una viga dintel corrida capaz de transmitir las cargas de los perfiles no alineados. Una estructura resuelta en acero, como ya hemos visto en entrepisos y paneles, necesita un elemento rigidizador capaz de resistir y transmitir los esfuerzos horizontales debidos por ejemplo a la acción de los vientos.

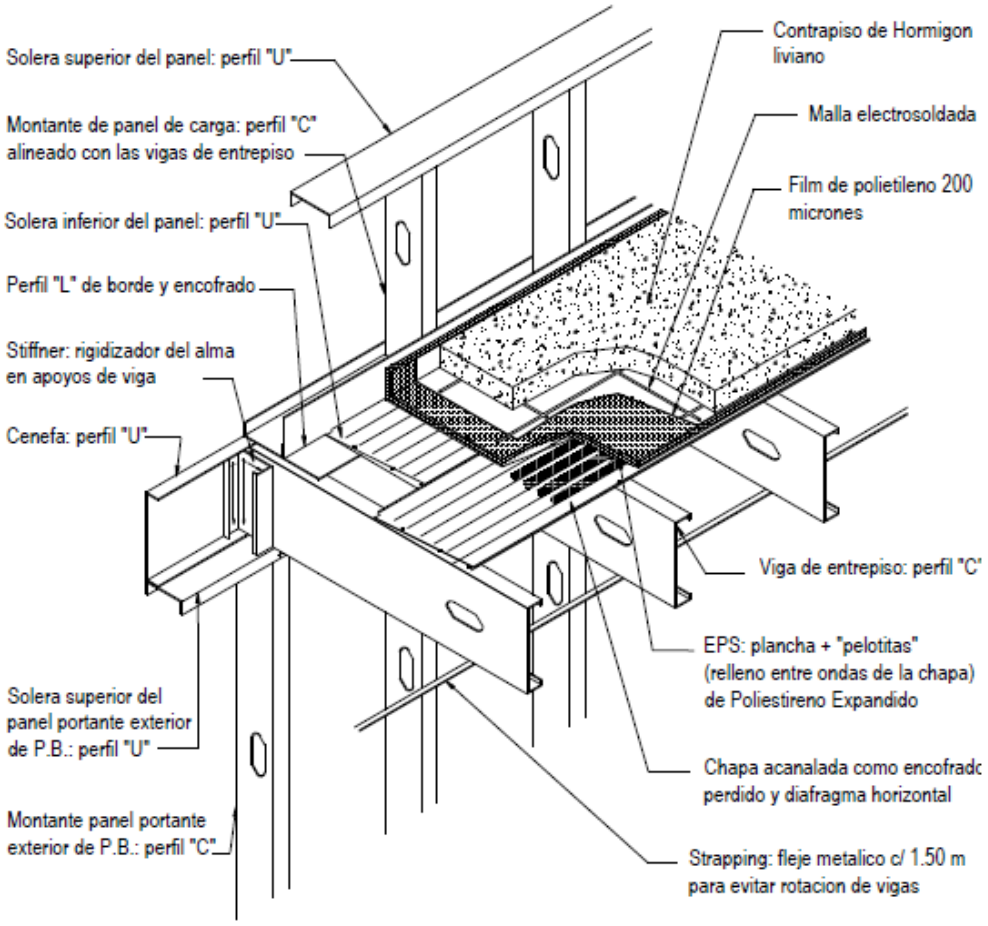
En el caso de los techos ejecutados con Steel Framing la resistencia a las cargas laterales se puede obtener mediante:

- Arriostramiento Longitudinal
- Diafragma de Rigidización

En cuanto al tipo de cubiertas, el Steel Framing admite la materialización de techos tanto inclinados como planos.

• Cubierta Plana

El techo plano, en la mayoría de lo casos, se resuelve como un entrepiso húmedo, variándose el espesor del contrapiso de modo de obtener las pendientes de escurrimiento necesarias. En los techos planos resueltos a modo de entrepiso el rigidizador será el propio substrato, ya sea chapa o multilaminado fenólico.



- **Cubierta Inclinada**

La utilización de cerchas en la construcción con Acero, es una metodología muy rápida y sencilla, siendo esa una de las razones por las que se la utiliza con relativa frecuencia. Las cerchas están compuestas por un conjunto de elementos (perfiles galvanizados) que unidos entre sí, permiten cubrir grandes luces libres entre apoyos, sin necesitar puntos de apoyo intermedios. Además, la estructura de cerchas otorga la posibilidad de generar un espacio en el ático que permita la circulación de un volumen de aire, favoreciendo así la ventilación del mismo y como consecuencia de la vivienda.

Elementos de una Cercha

A. Cordón superior: perfil PGC que le da la forma y la pendiente a la cubierta de techo exterior.

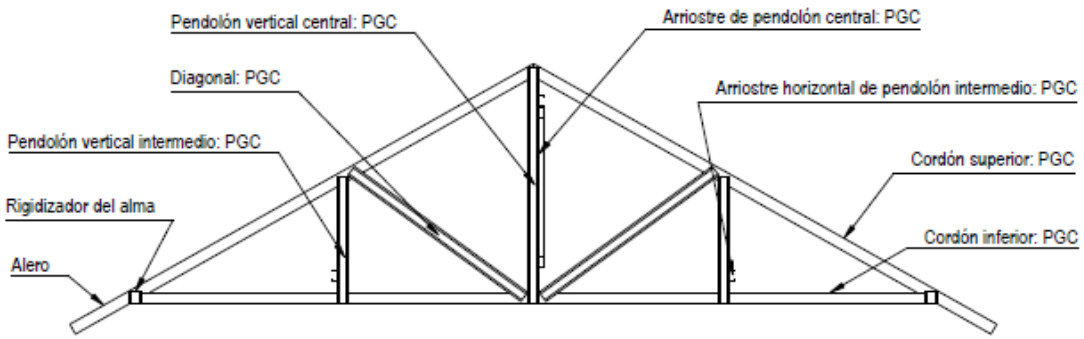
B. Cordón inferior: perfil PGC que le da la forma y la pendiente al cielorraso del espacio a cubrir.

C. Pendolones: perfiles PGC dispuestos en forma vertical que vinculan el cordón superior con el cordón inferior.

D. Diagonales: perfiles PGC inclinados que vinculan el cordón superior con el cordón inferior.

E. Rigidizadores de apoyo: recorte de perfil PGC colocado en los puntos de apoyo de la cabriada, en donde se produce la transmisión de los esfuerzos, de manera de evitar la abolladura del alma de los perfiles del cordón superior e inferior.

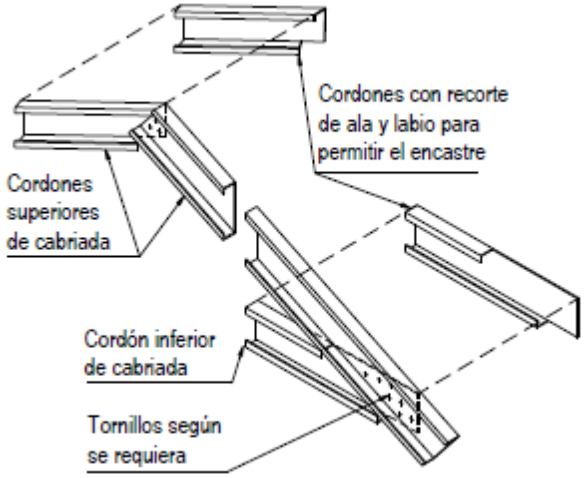
F. Cenefa: perfil PGU que une los extremos de los cordones de cabriada que conforman el alero.



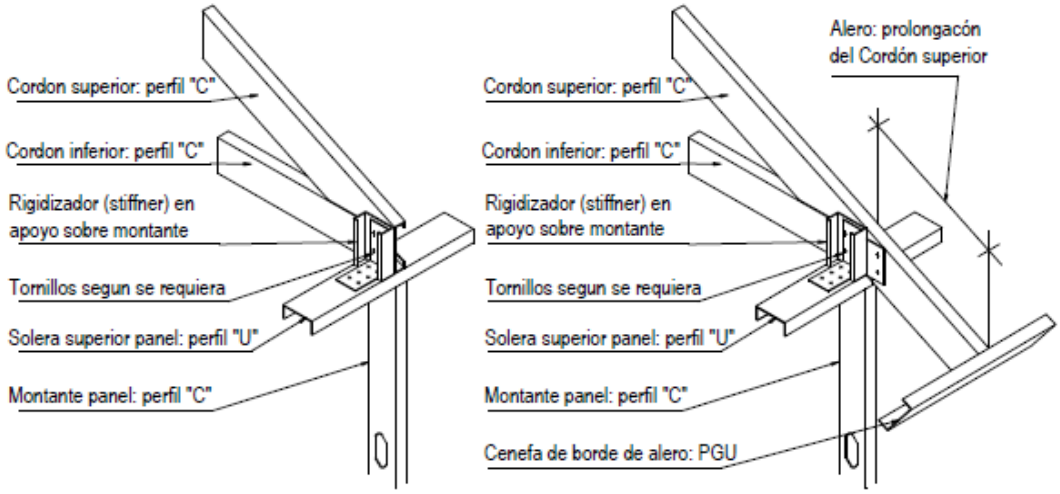
Encuentros y Apoyos para Cerchas

Para el armado de una cercha se tendrá en cuenta que los labios de los perfiles de los cordones superiores e inferiores se disponen hacia el mismo lado. Los pendolones y diagonales se unen a los cordones de la cercha por el alma, de modo que sus labios quedan dispuestas hacia el otro lado.
El plano definido por las almas de las piezas coincide con las almas de los montantes que sirven de apoyo, para poder cumplir con el concepto de estructura alineada. La disposición de los pendolones y diagonales dentro de la silueta de la cercha estará dada fundamentalmente por condiciones estructurales.

Al unirse dos cordones por el alma se deberá recortar el ala y el labio de uno de los perfiles para permitir el encastre, como se ve en la siguiente imagen.



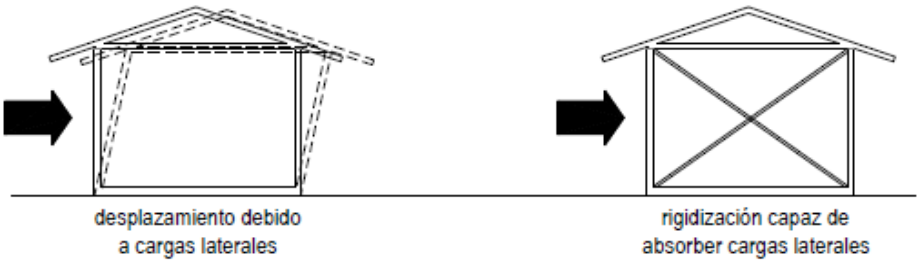
El encuentro entre la cercha y el panel presenta dos variantes, que se muestran en las siguientes imágenes. En el primer caso (izquierda), la cercha termina “al ras” del panel. En el segundo caso el cordón superior se prolonga conformando un alero.



Rigidización de las Cerchas

Dadas las características geométricas de la cercha, la misma posee una rigidez tal que no se deformará al recibir cargas laterales en la dirección de su plano.

Sin embargo, como las cerchas están vinculadas a los paneles mediante nudos no rígidos, estas mismas cargas provocarán el desplazamiento de toda la estructura, como lo esquematiza la figura de abajo.



Debido a ello, los paneles que le sirven de apoyo a las cerchas, siempre deberán vincularse a paneles que se encuentren en la dirección de las cargas y que, a su vez, estén rigidizados para poder absorberlas, como se ha visto en el capítulo de paneles.
Ante las cargas laterales perpendiculares a su plano, las cerchas tenderán a rotar alrededor del eje definido por la línea de sus puntos de apoyo.
El modo de evitar el efecto de volcamiento, y lograr que las cerchas trabajen en conjunto, es colocando un elemento rigidizador que, además de vincular las cerchas entre sí, sea capaz de impedir las posibles deformaciones y/o desplazamientos de la estructura de techos.
Tal rigidización, que deberá ser aplicada en el plano paralelo a la carga, es decir, en el plano del faldón, podrá estar dada por:

- Cruces de San Andrés y riostras transversales al plano de la cercha
- Placas estructurales capaces de actuar como Diafragma de Rigidización

Cerchas sobre muro tradicional existente

La manera de resolver el encuentro entre un techo de perfiles y un muro tradicional es generando sobre el tabique una viga de distribución que redistribuya la carga de la cubierta directamente sobre la estructura existente.
La unión entre la cercha y la viga se materializa mediante un perfil “L” de acero galvanizado fijado al hormigón con brocas químicas o expansivas, según sea la carga que deban transmitir.

AISLACIONES

Antiguamente, los principios de aislación en las construcciones se basaban en el uso de materiales con gran masa y con grandes espesores. Sin embargo, los avances de la técnica, y la consecuente evolución de los sistemas constructivos, conducen a un inevitable cambio conceptual y tecnológico de las aislaciones en un edificio.
Ante el tradicional concepto de "aislación por masa" aparece ahora un nuevo concepto de "aislación multicapa", mediante el cual el subsistema de aislación se compone de distintos materiales, y su correcto funcionamiento depende de la disposición y características de los mismos.
Otro factor que determina el desarrollo de las aislaciones es la importancia de la actual crisis energética y sus costos, que obligan a considerar seriamente las posibilidades de ahorro de la energía. Sin embargo, no parece posible una reducción drástica e indiscriminada del consumo energético, ya que esto afectaría gravemente la calidad de vida, y el confort de la vivienda. No se trata por tanto de no consumir energía, sino de consumirla mejor, mediante la adopción de técnicas que permitan gastar menos para el mismo fin. El ahorro en costo de mantenimiento, observado en forma anual, muestra claramente la conveniencia de la utilización de estos conceptos.

¿Cómo se puede actuar para conseguir una economía de energía en la vivienda?
De varias formas:

- Evitando las infiltraciones de viento y lluvia.
- Evitando la penetración y formación de humedad.
- Procurando la circulación de aire necesaria dentro de la vivienda.
- Reduciendo las pérdidas de calor de la vivienda hacia el exterior (en invierno).
- Reduciendo la entrada de calor del exterior al interior de la vivienda (en verano).

Para ello se recurrirá a la utilización de los siguientes sistemas de aislación:

- Barrera de Agua y Viento
- Aislación Térmica
- Barrera de Vapor
- Acondicionamiento Acústico

Barrera de Agua y Viento

Conceptos Básicos

El flujo de aire es uno de los principales factores que determinan las pérdidas de energía de una vivienda, permitiendo la infiltración de humedad dentro de la cámara de aire del cerramiento perimetral (paredes exteriores y techos) de la misma. Por lo tanto, si se desea obtener una construcción energéticamente eficiente es esencial la colocación de una membrana que envuelva la vivienda, funcionando como barrera de agua y viento. Dicha membrana debe cumplir las siguientes funciones:

- Reducir el flujo de aire a través de las paredes exteriores
- Prevenir la formación de humedad en la cavidad de la pared exterior, dejando "respirar" a la pared desde adentro hacia fuera
- Proveer resistencia a la penetración de agua desde el exterior al interior de la pared
- Proteger la estructura y los otros materiales de las inclemencias del tiempo durante el periodo de construcción.

• Control del Aire y la Humedad

El aire atrapado en un medio determinado es un excelente aislante, siempre y cuando se encuentre en estado estacionario. La aislación térmica de las paredes cumple dicha función al atrapar dentro de si una determinada masa de aire. Mientras que el aire retenido dentro de la aislación permanezca quieto y seco, la aislación trabajará a su valor "R" especificado ("R"=resistencia térmica) y como resultado proveerá una vivienda confortable.
Sin embargo, los materiales aislantes deben ser protegidos de la intemperie, dado que el aire exterior, agresivo por su carga de humedad, puede en determinadas circunstancias condensar sobre la aislación térmica, humedeciéndola y reduciendo su propiedad aislante. Si consideramos que en una casa de 230 m2 existen más de 800 metros cuadrados de superficie de paredes y techos con posibles fisuras y hendiduras que permiten la entrada de aire y agua dentro de las paredes, la aislación térmica dentro de las mismas puede verse seriamente afectada. Aunque el viento sople tenuemente, el aire exterior es forzado dentro de la vivienda.
Por ello, se requiere una barrera de aire que:

- Mantenga quieto el aire atrapado en las paredes
- Retenga el agua por fuera de la pared
- Permita escapar los excesos de humedad ambiente hacia el exterior

Controlar el aire que ingresa en las paredes y en los techos, es más efectivo que agregar espesores adicionales de aislación, y más eficiente que aumentar el gasto de calefacción o refrigeración para mantener una vivienda confortable.

La barrera de agua y viento debe proteger a la aislación térmica de la intemperie, y otorgar al sistema una gran capacidad de secado en caso de producirse puntos de rocío por vapor migrante del ambiente.
Para ello, debe cumplir con las siguientes condiciones:

- Resistir la penetración de agua.
- Resistir la penetración de aire.
- "Respirar", permitiendo el escape de humedad (permeable al vapor).

Por lo tanto, la barrera de agua y viento, reduce la infiltración de aire externo dentro de la casa y, a su vez, protege la estructura contra el agua que pueda infiltrarse por detrás de la fachada (revestimiento exterior) dentro de las paredes o bajo la cubierta.
La membrana también debe poder "respirar"; esto significa que si se generase humedad de condensación dentro de las paredes (construidas por el medio seco), la barrera permitirá su eliminación hacia el exterior. Así, evitando la entrada de aire o agua y permitiendo que la humedad ambiente escape al exterior, soluciona el problema de condensación en la estructura (capacidad de secado).

Materiales y Características

La barrera de agua y viento es una membrana flexible de estructura no tejida, constituida por fibras continuas de polietileno de alta densidad, que se encuentran aglomeradas por presión y calor. La misma cuenta con las siguientes características:

- Permeable al vapor.
- Alta resistencia mecánica.
- Bajo peso.
- Alta durabilidad.
- Reciclable.
- Facilidad y rapidez de instalación.
- No es atacado por insectos ni roedores y no se torna quebradizo una vez protegido de los rayos UV.

Ubicación habitual

La barrera de agua y viento debe envolver la totalidad del exterior de la vivienda en forma continua: tanto paredes de cerramiento exterior como techos.
Dependiendo del tipo de terminación
exterior, tanto para las paredes como para la cubierta, la barrera se instalará de dos modos distintos:

- **sobre el diafragma/ substrato exterior**: se instala sobre el emplacado exterior inmediatamente después de la colocación del mismo, de manera de proveer una protección a las inclemencias climáticas durante la construcción.

- **directamente sobre los perfiles de la estructura**, antes del diafragma o substrato. En algunos casos, deberá colocarse directamente sobre la estructura, por ejemplo cuando no se

utilice ningún tipo de substrato para la terminación exterior o en aquellos casos de terminación exterior tipo EIFS en los que la colocación del EPS sea mediante adhesivo.

Debe solaparse, entre 15 a 30 cm, en todas sus juntas para crear una superficie continua y efectiva que minimice las infiltraciones de aire. Una vez colocada la totalidad de la barrera se encintará en todos los solapes horizontales o verticales, como así también eventuales discontinuidades provocadas por roturas accidentales durante la aplicación.
En ciertas zonas críticas deberá preverse el solapado y/o prolongación de la barrera de modo de asegurar su correcto funcionamiento. En paredes exteriores orientadas en forma desfavorable al agua y al viento, terminadas en ladrillo común, por ejemplo, podría filtrarse agua dentro de la cámara dada la porosidad del material. En estos casos, la barrera se solapa con la pared, pasando por debajo de la mampostería.

Aislación Térmica

Conceptos Básicos

El propósito básico de la aislación térmica en un edificio es controlar las pérdidas de calor en invierno y las ganancias de calor en verano. Este concepto puede reducir drásticamente la cantidad de energía requerida para acondicionar los edificios respetando los parámetros de confort de las personas que lo habitan.
Obviamente esto también repercute en el dimensionamiento de los equipos de acondicionamiento, reflejándose en la reducción de los costos y en la disminución de la contaminación ambiental.
Así mismo, la correcta ubicación e instalación de los mismos contribuirá a obtener la mejor ecuación respecto de los conceptos anteriormente mencionados.
En cualquier instante, un edificio tiene simultáneamente ganancias y pérdidas de calor. Las ganancias de energía solar se producen principalmente a través de la cubierta, paramentos y aberturas. Cuando está más frío el exterior, se invierte el proceso, y las ventanas, paredes, techos y pisos son lugares de pérdidas de calor, que se completan con las infiltraciones de aire y pérdidas por Ia envolvente del edificio.
Al acondicionar térmicamente una vivienda, aumenta la diferencia de temperatura entre el ambiente interior y el exterior, produciéndose transmisión de calor desde el ambiente más caliente hacia el ambiente más frío, de dos formas distintas:

- A través de las paredes, techos, y suelos no aislados.
- Por renovación del aire (ventilación e infiltración a través de las rendijas de puertas, ventanas, etc.).

Modos de transmisión del calor

Cuando una pared opaca y homogénea se coloca entre dos ambientes a diferente temperatura, se produce una transferencia de calor de la cara caliente a la cara fría.

Dicha transmisión se produce en varias fases:
1. Del aire interior (ambiente más caliente/invierno) a la cara interna de la pared.
2. A través de la pared.
3. De la cara externa de la pared al aire exterior (ambiente más frío/ invierno).

La transmisión a través de la fase 2 se produce por conducción y en las fases 1 y 3, por convección y radiación.

Materiales y Características

Existen distintos tipo de materiales que, dadas sus características, son aptos para la aislación térmica. Los más comúnmente utilizados son los siguientes:

- Poliestireno Expandido (EPS)
- Lana de Vidrio en Rollo
- Lana de Vidrio Proyectable
- Espumas Celulósicas Proyectables
- Espumas Poliuretánicas Proyectables

Cada uno de estos materiales posee ventajas y desventajas distintas respecto de los otros, diferenciándose a partir de ello en el tipo de uso y aplicación.

• Poliestireno Expandido

La base del Poliestireno es el estireno, un líquido cuyas moléculas se polimerizan, dando origen a las macromoléculas de poliestireno. El estireno se mezcla íntimamente con agua y un agente de expansión.

- Conductividad Térmica: El poliestireno expandido, contiene hasta un 98,5% de su volumen en aire, por lo tanto siendo que la densidad de la espuma es muy baja tiene muy poco peso. El aire en reposo dentro de las células cerradas es resistente al flujo del calor. Ello, junto a la baja conductividad térmica del material básico, da un coeficiente de conductividad térmica muy bajo para el conjunto.
- Efectos de la humedad: Dada su estructura celular cerradas el poliestireno expandido absorbe solo cantidades minúsculas de agua líquida y posee una elevada resistencia a la difusión de vapor de agua. Dicha resistencia disminuye la posibilidad de daños debidos a la condensación intersticial de vapor de agua, bajo condiciones normales.
- Comportamiento ante el Fuego: El poliestireno expandido estacionado no puede ser inflamado por chispas o escorias candentes. Solamente llamas ajenas al material en sí, y aplicadas sobre el mismo, pueden llegar a encenderlo.

El aire contenido en la estructura celular del poliestireno expandido no posee suficiente oxígeno para la combustión, siquiera incompleta del material ya que para ello la necesidad de aire es 130 veces mayor, en volumen, que el que ocupa el material. Ello significa que no puede haber combustión del material, cuando el mismo se halla protegido por un elemento constructivo, como la placa exterior de roca de yeso, que impida la llegada de oxígeno, aun cuando una llama externa (por ejemplo un cortocircuito) sea aplicada al mismo.

- Absorción Acústica

- Tipologías utilizadas habitualmente:

- Poliestireno Expandible Standard: Tipo básico utilizando en todas las ramas de Ia construcción.
- Poliestireno Expandible Difícilmente Inflamable: También denominado "autoextinguible". Responde a materia prima para material clasificado como "difícilmente

inflamable" según normas DIN 4102 o como RE2 de "muy baja propagación superficial de llamas" según normas IRAM 11575-1.
Las planchas con bajo peso específico aparente (15/20 kg/m3), tienen menor resistencia a la compresión y se emplean preferentemente en casos de solicitaciones pequeñas, por ejemplo, bajo techos o cubiertas y entre elementos constructivos diversos. En casos de mayores solicitaciones, sobre todo en la aislación térmica de techos planos, se deben emplear las densidades de 20 y 25 kg/m3.

- Lana de Vidrio

La lana de vidrio está compuesta básicamente por arena y vidrio mezclados con un proceso especial de modo de obtener fibras tipo lanosas.

- Conductividad Térmica: Las pequeñas bolsas de aire atrapadas en la lana de vidrio, resisten el paso del calor, la pérdida de calor en el invierno y el ingreso de calor en el verano.
- Efectos de la Humedad: La aislación perderá su capacidad aislante cuando se moje. La lana de vidrio no es un material absorbente, por lo tanto en caso de verse expuesta a la humedad, no retendrá el agua. Se secará, siempre que recupere el espesor requerido por el diseño.
- Comportamiento ante el Fuego: La lana de vidrio en si misma es inorgánica, y por lo tanto, incombustible. Sin embargo, la mayoría de los revestimientos que funcionan como barrera de vapor son inflamables. Por esta razón, se deberá evitar la exposición de aislantes con revestimiento, siendo necesaria la colocación de un material de terminación no inflamable inmediatamente después de la instalación de la aislación (placa de yeso).
- Absorción Acústica

- Tipologías utilizadas habitualmente:

- Lana de Vidrio Inyectada: aplicada en forma de espuma mediante un mecanismo que mezcla las fibras aislantes comunes con aire comprimido y un adhesivo para crear una crema espuma. Las burbujas actúan primero como transporte y luego encapsulan la fibra. Una vez secas, éstas adhieren entre sí a su entorno, constituyendo una superficie aislante hecha a medida.
- Lana de Vidrio en rollo: Los rollos de lana de vidrio pueden incluir una membrana que cumple la función de barrera de vapor. Dicha membrana puede ser de papel kraft o de aluminio, y su propósito es resistir el movimiento de la humedad hacia superficies frías donde pudiera condensarse.

- Espumas Celulósicas Proyectadas (ACP)

Está compuesta por fibras de celulosa con tratamiento ignífugo combinados con un adhesivo especial. Es un material autoportante que, al combinarse con agua y adhesivo, se adhiere firmemente a la superficie proyectada requiriendo aproximadamente 48 horas de espera para que el producto este completamente seco.
Entre las principales características de la ACP está su forma de aplicación proyectada, que le permite mediante un proceso rápido y seguro cubrir el 100% de la superficie a aislar sin

cortes, hasta en lugares difíciles de acceder como rincones, etc. Cumple con las normas ASTM de los Estados Unidos certificado por UL Underwriters Laboratories.

- Conductividad Térmica: Su estructura es de celdas cerradas que no dejan pasar el aire y su método de aplicación proyectada garantiza el cubrimiento del 100% de la superficie. Térmicamente trabaja no solo en conducción, sino también en radiación y en convección. Tiene una gran densidad, que varía según la distancia de proyectado.
- Efectos de la Humedad: Actúa como control de condensación. En la mayoría de los casos, no requiere una barrera de vapor adicional.
- Comportamiento ante el Fuego: La celulosa es un material orgánico derivado de la madera con agregados químicos, tales como el Bórax, que lo convierten desde el momento mismo de su fabricación en un material resistente al fuego. Sus celdas cerradas evitan el paso del aire y la oxigenación del fuego, impidiendo así que los muros y/o techos aislados se conviertan en un conducto por el cual se efectúe la propagación del fuego. La ACP es considerada como material "CLASE 1". Para que se pueda calificar así debe, según las normas ASTM E-84, tener un desarrollo de llama menor a 25. La celulosa tiene un desarrollo de llama de sólo 10 y su desarrollo de humo es nulo.
- Absorción Acústica

- Tipologías utilizadas habitualmente:

Su aplicación puede ser "a la vista", "no a la vista" o en el interior de tabiques. Se puede aplicar sobre cualquier superficie limpia, nueva o existente, que pueda ser pintada con pintura látex.

Ubicación habitual

Como pauta básica la aislación térmica deberá colocarse en el perímetro del edificio, en todas aquellas zonas que separan un espacio interior acondicionado de uno no acondicionado o del exterior.

- Fundaciones:

- Platea

Para la platea de hormigón armado, la ubicación de la aislación estará determinada por la presencia o no de calefacción por piso radiante.
En el caso de una platea sin calefacción, la aislación se coloca antes del colado del hormigón de modo de quedar por debajo de la platea, protegiendo la totalidad del perímetro inferior de la misma.
En una platea con calefacción por piso radiante, la ejecución de un contrapiso para el pase de las cañerías, posibilita la colocación del material aislante entre la platea y el contrapiso.

En ambos casos el material más comúnmente utilizado para la aislación térmica es el poliestireno expandido en planchas.

- Zapata Corrida

La aislación en este tipo de fundación se coloca entre las vigas de entrepiso. El material más comúnmente utilizado es la lana de vidrio en rollo, siendo el más apto debido al modo de instalación.
Para permitir el apoyo de los rollos de lana de vidrio, deberán colocarse unos flejes en el ala inferior de las vigas y transversalmente a las mismas.
El volumen de aire que circula por debajo del entrepiso contribuye a un mejor rendimiento de la lana de vidrio.

- Paredes:

Una de las características fundamentales del Steel Framing es el complemento entre los diferentes subsistemas que hacen al funcionamiento del sistema en su totalidad. En el caso de las aislaciones de paredes exteriores, al igual que el entrepiso, se aprovecha la cámara de aire generada por la propia estructura para la colocación del material aislante.
Los materiales más aptos para la aislación de paredes son: lana de vidrio (en rollo o proyectada) y espuma celulósica proyectada.
El mayor problema con el que se encuentra este sistema es la discontinuidad de la aislación. Dado que el material aislante se coloca entre los montantes, inevitablemente será interrumpido por los perfiles, siendo el acero un material altamente conductor.
De modo de reducir el puente térmico, y así aumentar la eficiencia de la aislación, deberá colocarse otro material aislante por fuera de la estructura.

Para tal fin, se recurrirá a la colocación de planchas de poliestireno expandido (EPS) en la cara externa de las paredes exteriores.

La colocación del EPS sobre el substrato dependerá del tipo de terminación exterior.

- Entrepisos

La utilización de un material que cumpla la función de aislante térmico en un entrepiso será necesaria en aquellos entrepisos húmedos que cuenten con un sistema de calefacción por piso radiante. En estos casos, la colocación de un material aislante por debajo del contrapiso por el que pasan las cañerías de la instalación, disminuye las posibles pérdidas de calor a través del propio piso flotante.
De todos modos, el material aislante en la conformación del multicapa de un piso flotante, cumple además la función de barrera de sonido. Por ello, aunque el entrepiso no cuente con un sistema de calefacción por piso radiante, la aislación no será omitida. Los materiales más comúnmente utilizados para tal fin son el poliestireno expandido y la lana de vidrio compacta.
La colocación de un material aislante entre las vigas de entrepiso, cuya función específica es la de acondicionamiento acústico, también contribuirá al control de la transmisión de calor de un espacio a otro.

- Cubiertas

La cubierta es la zona de mayor pérdida y/o ganancia de calor para un edificio, por lo que el correcto estudio de su aislación es de particular importancia.

El sistema de aislación térmica adoptado puede surgir de la combinación de varios materiales y sus ubicaciones, dependiendo básicamente de la estructura de techos y del tipo de terminación exterior de la misma.

- Cielorraso horizontal

La estructura de techos conformada por cerchas cuenta con una gran ventaja: la posibilidad de generar un espacio ventilado por el cual circule un volumen de aire, contribuyendo así a un mejor rendimiento de la aislación en el edificio. Dado que se trata de un espacio no acondicionado, deberá aislarse la zona que separa éste del espacio interior, aprovechándose el plano horizontal generado por el cordón inferior de las cerchas, para la colocación del material aislante.
La lana de vidrio en rollo se coloca generalmente "apoyada" por sobre los cordones inferiores de las cerchas, en sentido transversal a las mismas. Para evitar el paso del calor que se produce dada la discontinuidad del material, entre rollo y rollo podrá optarse por:

- disponer una segunda capa de rollos sobre la primera y en sentido perpendicular a la misma
- generar continuidad mediante un material del tipo proyectable colocado sobre los rollos.

Otras precaución a tener en cuenta es que la aislación térmica, un vez colocada, permita el paso de aire para ventilar el ático.
Los materiales del tipo lana de vidrio inyectada y espuma celulósica proyectada podrán utilizarse siempre y cuando se materialice previamente una superficie por encima de los cordones inferiores de las cerchas sobre la cual aplicarlos.

- Cielorraso con pendiente

En el caso de ser un cielorraso inclinado no visto, la aislación, tanto del tipo rollo como proyectado, se puede colocar entre los perfiles de la estructura de techos.
Siempre que el cielorraso sea visto, como de madera por ejemplo, la aislación inevitablemente deberá colocarse por encima de la estructura.

- Sobre cubierta

La aislación sobre el techo está ligada a la conformación exterior de la cubierta, dependiendo de los materiales de terminación utilizados.

Barrera de Vapor

Conceptos Básicos

Las diferencias de temperatura entre los ambientes interiores y los exteriores pueden generar condensación en los cerramientos que separan dichos ambientes, dándose las mayores condensaciones en invierno, debido al aumento de la diferencia entre las temperaturas.
A su vez, a través de las penetraciones de la envolvente exterior de una construcción, por ejemplo de cañerías, conductos, cajones de cortinas, aberturas, etc., se producen importantes infiltraciones de aire. La presencia de aire húmedo aumenta la probabilidad de condensación.

Se denomina **humedad relativa** (HR), a la humedad contenida en una cierta cantidad de aire comparado a la máxima cantidad de humedad que el aire puede contener, a la misma temperatura.

El **punto de rocío** es aquella temperatura en donde el vapor de agua comienza a condensarse y se determina a partir de una temperatura dada y de la humedad relativa.

El aire ambiental contiene siempre un porcentaje de vapor de agua en equilibrio gaseoso con el aire, dando lugar a una presión parcial de vapor de agua representada en gramos de agua por kilogramo de aire seco.
La cantidad de vapor de agua máxima admisible en el aire, depende de la temperatura, y es creciente con ella: a medida que el aire se calienta, aumenta su capacidad de contener mayor cantidad de vapor de agua; por el contrario, a medida que se enfría, la capacidad del aire de retener humedad disminuye.
Cuando el aire contenga una cantidad de vapor de agua menor que el máximo admisible, se mantendrá en equilibrio indefinidamente. Sin embargo, si la cantidad de vapor tendiera a ser mayor que la admisible, el exceso no puede mantenerse en equilibrio y se condensa.

- **Condensaciones en el Interior de Cerramientos**

Dado que la cantidad de vapor de agua contenida en el ambiente de mayor temperatura, es más elevada que la contenida en el ambiente más frío existe una diferencia de presiones de vapor.
Éstas tratan de equilibrarse mediante la difusión a través de las porosidades del cerramiento, en el sentido de la zona de presión de vapor más elevada hacia la de menor presión de vapor, es decir del lado caliente al lado frío.
El vapor de agua condensará en la primera superficie fría que encuentre. Si dicha superficie se
encuentra dentro de la cavidad de un muro exterior, hay una gran posibilidad de que se humedezca la aislación térmica en el mismo, perdiendo así su capacidad aislante y además se deteriore la estructura.
Debe tenerse en cuenta que todos los materiales, ofrecen una resistencia al paso del vapor de agua, por lo que la cantidad de vapor que pasa a través de cada elemento del cerramiento es menor que la incidente.

La característica que mide la resistencia al paso del vapor de agua, es la «resistividad al vapor». Los materiales porosos son de resistividad es baja; mientras que los materiales impermeabilizantes tienen una resistividad elevada, y constituyen las «barreras de vapor».

Materiales y Características

Las barreras de vapor son membranas o revestimientos que reducen el nivel y el volumen de difusión de vapor de agua a través del cielorraso, paredes y pisos de una construcción.

Aquellos materiales como la aislación térmica rígida, los plásticos reforzados, el aluminio y el acero inoxidable son relativamente resistentes a la difusión del vapor de agua. La mayoría de estos tipos de barreras de vapor se fijan mecánicamente; al sellar las juntas, restringen efectivamente la infiltración de aire.
Las membranas son de un material delgado y flexible. Generalmente vienen en rollos o integradas a la aislación térmica, como por ejemplo el aluminio o papel Kraft que reviste una cara de la lana de vidrio en rollo.
El polietileno es un material muy apropiado para la resistencia a la difusión de vapor de agua.
Las pinturas u otros revestimientos, también pueden retardar la difusión del vapor cuando son aplicadas a una pared o cielorraso terminado.

Ubicación habitual

La barrera de vapor debe ser aplicada de manera completa y continua en toda la envoltura exterior del edificio.

Para su mejor rendimiento, la barrera debe estar en la cara de mayor temperatura del cerramiento.

Siendo que en general las mayores condensaciones se dan en invierno, en aquellos casos la barrera se coloca en la cara interior. En climas cálidos, en cambio, puede ser omitida.

La ubicación habitual de la barrera de vapor es la siguiente:

. cielorrasos bajo cubierta, inclinados u horizontales
. paredes exteriores
. entrepisos sobre espacios abiertos y sobre fundaciones de zapata corrida sobreelevada ventilada.

En todos los casos, como barrera se utiliza un film de polietileno que se coloca sobre la estructura, una vez instalada la aislación térmica. El film se fija provisoriamente al ala de los perfiles mediante tornillos que son retirados al colocarse la placa de terminación interior.
Para crear una superficie continua y efectiva que evite el paso del vapor de agua, deberá solaparse entre 15cm y 20cm en todas sus juntas.
Cuando se utilice como aislación térmica lana de vidrio en rollo, la misma podrá incluir en una de sus caras un revestimiento de papel kraft o aluminio que funcione como barrera de

vapor. Sin embargo, siendo que este material se ve interrumpido por la estructura, ésta no podrá ser adoptada como única solución.
Podrá utilizarse siempre que se combine con el film de polietileno, material que asegura la continuidad de la barrera, contribuyendo a aumentar la resistencia al paso del vapor.

Acondicionamiento Acústico

Conceptos Básicos

El acondicionamiento acústico consiste en impedir Ia propagación del sonido desde una fuente sonora hasta el oyente.

Si el emisor sonoro y el oyente se encuentran en el mismo local, ello se logra por absorción del sonido.
Si están en distintos locales, se consigue por aislación acústica.

En el acondicionamiento acústico se distingue, según sea el tipo de ruido, la aislación del sonido aéreo y la aislación del sonido de impactos. La condición para vivir confortablemente en una vivienda, radica en que exista un acondicionamiento acústico suficiente contra los ruidos producidos por los vecinos, las instalaciones domésticas y los de Ia calle.

• Propagación Directa en Elementos Constructivos

La propagación del sonido a través de elementos constructivos se compone de los siguientes fenómenos físicos:

. Sonido por el aire: Es Ia vibración transmitida por eI aire que intenta poner en vibración Ia pared, el piso o el techo. Al tratar de vencer Ia Ilamada resistencia a la excitación, una parte del sonido es rechazada. La pared excitada vibra transversalmente, el sonido se convierte ahora en sólido incorporado a Ia pared. La pared irradia este sonido hacia el interior del local vecino. Además, el sonido llega al oyente a través de recorridos secundarios.

. Sonido a través de Sólidos: El elemento se excita directamente, sin capa de aire interpuesta. Así, para Ia misma energía de excitación, se produce en el elemento mucho más ruido.

• Aislación del Sonido transmitido por el Aire

El sonido transmitido por el aire es lo que normalmente se llama ruido aéreo. El aislamiento a ruidos aéreos se mide por la diferencia entre el nivel de ruido del local de emisión y el de recepción. El índice de reducción acústica R es dado en decibeles, y cuanto mayor sea el R mejor será el aislamiento del cerramiento.
Si colocamos una barrera entre dos locales para conseguir un aislamiento al ruido aéreo, la transmisión del ruido de un local a otro se puede realizar por distintos caminos:

. Por vía directa , que se puede descomponer en dos causas principales.
1) La porosidad a través de fisuras e intersticios.
2) El efecto de diafragma, es decir, flexión bajo el efecto de la presión sonora, como en una membrana.

. Por vías indirectas, como conductos y paredes adyacentes.
. Efecto masa- resorte- masa Si a una pared de masa «m» la dividimos en dos hojas de masas m1 + m2 = m y las separamos una distancia «d», el conjunto ofrece una aislación acústica superior al de la pared simple de masa (m) equivalente (es decir que no esté separada la distancia «d»).

Este sistema de masa-resortemasa, basado en la no solidarización de los paramentos, se compone de un conjunto de masas m1 y m2, unidas resorte de rigidez K con la capacidad de vibrar, que posee una frecuencia de resonancia propia.
Para suprimir las ondas estacionarias que tienden a acoplar los dos paramentos, es necesario colocar un aislante elástico que juegue el papel de resorte (elasticidad dinámica). El efecto del elemento absorbente en el interior de la cámara de aire, es conseguir un desacople de ambas hojas y una absorción de la energía acústica que se transmite de la hoja excitada por la vibración sonora, hacia la segunda.

- **Aislación del Sonido transmitido por Cuerpos Sólidos**

En el sonido transmitido por cuerpos sólidos, fundamentalmente se habla de sonido de impactos, que se propagan por la estructura del edificio y llegan al oído mediante ondas aéreas.
Otro tipo de transmisión es el de las vibraciones, que se propaga y se transmite por la estructura.
Entre los sonidos de impacto, uno de los de mayor importancia en Ia vivienda es el provocado por eI caminar de las personas, comúnmente llamado ruidos de paso.

Para evitar la propagación de estos ruidos de choque e impedir así, su recepción por vía aérea en otros recintos distintos del de emisión, se debe realizar un «corte elástico» entre el revestimiento del suelo y la estructura del piso, mediante una capa resistente o amortiguadora de sonido.

- **Absorción o Corrección Acústica**

El comportamiento de los ruidos dentro de un ambiente depende de la porosidad de cada una de las superficies. Las ondas sonoras serán absorbidas o reflejadas según sea el coeficiente de absorción.
Cada material tiene un coeficiente de absorción a que va de 0 a1. Un material = 0 es totalmente reflejante mientras que un material = 1 es totalmente absorbente.
La corrección acústica consiste en reducir el tiempo de reverberación del local.

Materiales y Características

. Lana de Vidrio para paredes interiores y pisos flotantes. La lana de vidrio, constituida por fibras finas y largas, responde perfectamente a las exigencias de amortiguación acústica elevada y de gran elasticidad solicitadas en estas aplicaciones.
. Poliestireno Expandido para pisos flotantes.
. Espumas celulósicas: dadas sus características y su modo de aplicación, este material recubre por completo los perfiles de la estructura y las instalaciones, otorgándoles rigidez y un mayor control de las vibraciones.
. Espumas Poliuretánicas: La espuma de poliuretano se proyecta en estado cremoso y expande de 2 a 3 veces su volumen inicial en el caso de los monocomponentes y 6 a 8 veces el volumen de aplicación para los bicomponentes. Por lo tanto, al igual que la espuma celulósica, este material se adhiere a la estructura y rellena cavidades, reduciendo así las vibraciones, el puente acústico, y las zonas de infiltración de aire y sonido.

Ubicación habitual

En lo que al sonido refiere, el modo de lograr un nivel de confort requerido en un ambiente, éste deberá estar aislado acústicamente en todo su perímetro. En el caso de aquellos cerramiento que limitan el exterior y sean aislados térmicamente, el mismo material cumplirá una doble función: termoacústica. Por lo tanto, el acondicionamiento acústico referirá específicamente a la aislación de paredes y entrepisos que delimiten ambientes interiores contiguos.

- **Paredes Interiores**

De modo de obtener el efecto masa- resorte- masa en las paredes interiores, se colocará en la cavidad entre los montantes un material flexible, en general lana de vidrio (en rollo o proyectada) o espuma celulósica.

La instalación de la lana de vidrio en rollo debe ejecutarse previamente a la fijación de las placas de terminación interior. En el caso de los materiales proyectables, en cambio, será necesario colocar las placas de una de las caras de la pared para obtener una superficie sobre la cual proyectar.
Una vez colocadas las placas interiores se aplicará una junta de sellador, por ejemplo del tipo espuma poliuretánica, en la junta inferior entre placa y piso.

En cuanto a las instalaciones que pasan por el interior de la pared, deberá evitarse la formación de "puentes térmicos". Esto se logra alternando la ubicación en la pared los distintos elementos de las instalaciones, por ejemplo las cajas de electricidad, de modo que nunca estén en coincidencia (enfrentadas entre si).

- **Entrepisos**

Para lograr el acondicionamiento acústico de un entrepiso será necesario, además de la aislación a los sonidos transmitidos por el aire, amortiguar los sonidos de impacto.

Para la absorción del ruido aéreo se colocará, al igual que en los paneles, un material flexible entre los perfiles de la estructura, en este caso las vigas de entrepiso. Los materiales que se utilizan habitualmente para tal fin son la lana de vidrio (en rollo o proyectada) y la espuma celulósica.

Como ya se ha mencionado anteriormente, para el control del sonido por impacto deberá aislarse la superficie transitable del entrepiso. El modo en que se materializa dicha aislación dependerá del tipo de terminación del entrepiso, sea éste húmedo o seco, como se explica a continuación.

. Húmedos: Pisos Flotantes

El contrapiso no debe apoyar directamente sobre la estructura si se desea disminuir la transmisión del sonido de impacto. Una solución adecuada para Ia aislación de los ruidos de paso en un entrepiso húmedo es la ejecución de un piso flotante que apoye sobre una capa amortiguadora, conformada por un material acústicamente aislante.

Los materiales más comúnmente utilizados para tal fin son el poliestireno expandido y la lana de vidrio compacta.

Además, para evitarse los "puentes acústicos" a través de Ia capa elástica, generalmente producidas al colarse el mortero, se colocará un film de polietileno, entre Ia capa aislante y el contrapiso. Igualmente, es necesario evitar que el contorno del contrapiso esté en contacto con los muros, para que el sonido no se propague a través de éstos. Para ello se colocan a Ia altura del contrapiso, tiras del mismo material también aisladas mediante un film.

. Secos

En el caso de los entrepisos secos también será conveniente interponer un material aislante entre la estructura y el diafragma de rigidización. El material habitualmente utilizado es a base de espuma poliuretánica que se coloca sobre el ala superior de las vigas de entrepiso. Del mismo modo que en el entrepiso húmedo, para evitar el contacto directo entre diafragma y pared, se colocarán tiras verticales del mismo material.

TERMINACION INTERIOR

Conceptos Generales

Dadas las características propias del material y su facilidad de aplicación, las placas de roca de yeso son el material más comúnmente utilizado para la terminación interior en paredes y cielorrasos de un edificio ejecutado con Steel Framing.
El yeso es uno de los materiales de construcción más antiguos que existen y por sus características ofrece importantes ventajas en lo que se refiere a la protección contra incendio, el aislamiento acústico y el aislamiento térmico.
Fundamentalmente, la característica principal de este material es su alta resistencia al fuego. Además, es un material estable, no tóxico y químicamente neutro. Su efecto regulador de humedad crea ambientes cálidos y comfortables. Las placas se producen en fábrica en línea continua de producción, proceso que comprende desde la molienda y calcinación del yeso hasta el corte de las placas y el embalaje.
Las placas son de aplicación aprobada en tabiques, cielorrasos y revestimientos y permitan obtener superficies lisas con juntas tomadas. De esta manera se obtiene una base perfecta para la posterior aplicación de pinturas, papel, revestimientos cerámicos y de otros tipos.
Dado que este material está listo para ser montado, se reducen los tiempos de construcción como así también los costos. Las placas se montan fácil y rápidamente, lo que optimiza el trabajo del instalador.
La placas se atornillan sobre la estructura metálica, conformando la terminación interior de paredes y cielorrasos. Se utilizan tornillos tipo parker con cabeza Phillips, chatos, fresados, autorroscantes, galvanizados.
En síntesis, la utilización de placas de roca de yeso para la terminación interior de una construcción ejecutada en Steel Framing tiene las siguientes ventajas:
. Racionalidad constructiva con eliminación de las mezclas húmedas.
. Resistencia al fuego.
. Programabilidad para mayor aislación térmica y acústica.
. Reducción del plazo de obra.
. Facilidad en el pasaje de instalaciones.
. Costo final inferior a la construcción tradicional.

Características de las Placas

- **Resistencia a los esfuerzos**

La natural dureza de la roca de yeso, unida a la resistencia de la celulosa de las Iáminas de recubrimiento (que actúa como una verdadera armadura de tracción), confiere a las placas una particular solidez.

- **Aislación Térmica**

Presenta un coeficiente de conductibilidad térmica = 0,38 Kcal/m hºC. La aislación térmica total estará dada por la composición del multicapa de pared.

- **Aislación Acústica**

El control del ruido es el primer medio para lograr un ambiente acústico satisfactorio. Este puede ser controlado por absorción del sonido y por aislación del mismo. La aislación propiamente dicha, es función de los elementos separatorios. Es aquí, donde les paredes de roca de yeso muestran un excelente comportamiento acústico comparado con otros materiales tradicionales, teniendo en cuenta su reducido peso.
Le incorporación de aislantes como lana de vidrio o láminas de plomo, permite obtener las variantes de reducción acústica que se desean.

- **Resistencia a la combustión**

Las placas de roca de yeso son incombustibles porque su núcleo de yeso bihidratado retarda la acción del fuego a causa de las dos moléculas de agua de su composición cristalográfica. Al estar expuesta a la llama, el agua comienza a desprenderse lentamente. Durante el proceso de evaporación, que se verifica del lado opuesto a la llama, se mantiene una baja temperatura.

Tipos de Placas

Se fabrican placas comunes y placas especiales.

A. Placas comunes: son las utilizadas en locales secos. La placa está formada por un núcleo de roca de yeso bihidratado (Ca 004 + 2 H50), cuyas caras están revestidas con papel de celulosa especial. Al núcleo de yeso se le adhieren láminas de papel de fibra resistente de un espesor de 0,6 mm y de un gramaje aproximado de 300 grs.1m2. La unión de yeso y celulosa se produce como "amalgama" de moléculas de sulfato de calcio que fraguan, penetrando en el papel especial durante el proceso de fragüe en el tren formador.
B. Placas Resistentes a la Humedad: también llamadas comúnmente "placas verdes" por el color característico del papel que las recubre. Se usan en locales con humedad (baños y cocina). La placa de roca de yeso se comporta correctamente en los locales con grado higrométrico elevada, tales como cocinas, baños, lavaderos, etc.
Para aumentar aún más la resistencia a la humedad de la placa que se colocará en estos ambientes húmedos, se fabrica una placa especial. Para combatir la penetración de humedad, el papel multicapa de ambas caras está químicamente tratado y la mezcla de yeso presenta un agregado de componentes siliconados. La placa es fácilmente reconocible porque el color del papel es verde. Ofrece una excelente base para la aplicación de cerámica, azulejos y revestimientos plásticos. No se recomienda usarla en cielorrasos
C. Placas Resistentes al Agua: se recurre a este tipo de placas en lugares con gran contenido de humedad y/o agua (duchas, bañeras, lavatorios, etc.). Las placas que cumplen con este requisito son placas del tipo cementicia o placas que por su composición interna y externa no absorben la humedad ni el agua. Su núcleo está formado por un compuesto resistente al agua, revestido por fibras de vidrio y/o cobertura plástica (no de papel), que son, al igual que el núcleo, incombustibles. Por sus características puede ser utilizada en locales con gran contenido de humedad y también como substrato exterior no estructural.
D. Placas Resistentes al Fuego: Combina todas las ventajas de le placa de roca de yeso standard con lo resistencia al fuego adicional, ya que contiene en la mezcla aditivos especiales y mayor cantidad de fibra de vidrio que cuidan la integridad de la placa bajo la acción del fuego.

Acabados Superficiales

- **Pintura**

Se realiza de acuerdo a los métodos y normas tradicionales, siendo las superficies resultantes aptas para recibir cualquier tipo de pintura. Se recomienda la aplicación de una primera mano de sellador previa a la pintura. En el caso de utilizarse pinturas tipo epoxi, esmalte o similares, y/o si se prevé una iluminación rasante, se recomienda realizar un enduído total, a cargo del pintor. Este masillado no será necesario si se emplean pinturas látex.

- **Empapelado**

Se procede igual que sobre superficies tradicionales.

- **Cerámico**

El pagamento cementicio se aplica con una llana dentada directamente sobre la placa. La aplicación de la carámica se realiza en la forma habitual, cuidando el empastinado de las juntas entre cerámicas, porcelanato, etc.

Instalaciones

Si la pared aloja cañerías de instalaciones, éstas deben preverse y colocarse antes del emplacado. Las cañerías corren a través de los orificios estampados en el alma de los montantes. Para facilitar el pase de las cañerías, deberá preverse que los orificios de los montantes queden alineados a la misma altura.
Luego de la fijación de las placas, con un sacabocado o serrucho de punta, se ejecutan los orificios en las mismas para las conexiones.
Deberán preverse refuerzos y estructura de sostén que permitan apoyar o colgar los distintos artefactos. Para una caja de luz o de toma, por ejemplo, se utilizan recortes de perfil PGU o perfiles tipo “L” que, fijados a los montantes, generan una superficie para el atornillado de la misma.

Carpinterías

En este punto nos referiremos a carpinterías de vanos para puertas en tabiques interiores. Los marcos pueden ser de madera o metálicos y deben ser fijados a los montantes laterales del vano como mínimo en tres puntos. La carpintería metálica debe colocarse antes del emplacado. Los marcos de madera se atornillan a la estructura después del emplacado, vinculándose a la pared con un contramarco de madera.

TERMINACIÓN EXTERIOR

Conceptos Generales

Una de las características que diferencia al Steel Framing respecto de otros sistemas constructivos es que las posibilidades de sus terminaciones exteriores son totalmente abiertas. El sistema admite cualquier tipo de envolvente exterior, no solo las tradicionales que utilizan a la mampostería y los revoques cementicios, sino también, otros sistemas de cerramiento exterior.
Fundamentalmente, una de las condiciones que debe cumplir un sistema de terminación exterior apto para el Steel Framing, es poseer gran capacidad de aislación térmica por fuera de la estructura, evitando los puentes térmicos que se podrían producir en el ala de los perfiles, para determinadas condiciones de temperatura. Aunque el interior de la pared perimetral habitualmente contiene algún tipo de aislación térmica, esta no aísla la cara exterior del perfil, por lo que se hace necesario colocar algún tipo de aislación por fuera de los mismos.
Los acabados mas comunes que resuelven este problema son : Sidings (cualquiera sea su tipo), colocado por sobre planchas de EPS, o una pared de mampostería separada por una cámara de aire de la pared metálica. Esta ultima podrá ser a la vista o revocada, con el inconveniente que para lograr la terminación de revoque se debe efectuar la base de mampostería (ladrillo común o cerámico). Si bien esta pared mixta no tiene grandes problemas de puentes térmicos para la mayor parte de los climas de nuestro País, esta no solo es una tarea "húmeda" sino que además es "pesada y lenta" comparada con los otros componentes habituales del Steel Framing.
Para aquellos Proyectos con acabados tipo revoque que por una razón u otra deban ser ejecutados en forma seca, liviana, rápida, con formas exteriores elaboradas y con posibilidad de tener grandes superficies sin juntas, la mejor opción a lo tradicional es la aplicación de una piel multicapa. Esta "piel" que por sobre el E.P.S. conforman el Base Coat, la Malla y el Finish Coat, tiene la capacidad de resistir el paso del agua exterior, permitir el paso del vapor de agua a través de ella, y la capacidad de absorber las tensiones que por dilatación y contracción se producen en su plano, sin necesidad de juntas de trabajo y sin que aparezcan micro fisuras.
En cuanto a la terminación exterior de techos, al igual que en las paredes, el Steel Framing puede adaptarse a cualquier tipo de cubierta, admitiendo las mismas variantes que un sistema tradicional.
Teniendo en cuenta que los techos o cubiertas de techo son la primera línea de defensa contra el clima, los mismos cumplen un papel muy importante en la protección del interior del edificio contra lluvia, nieve, viento, sol y demás agentes climáticos. Así mismo, colaboran en la aislación térmica y el control de la condensación en el edificio, mediante la ventilación. Visto que el techo es la parte más expuesta del edificio a las condiciones climáticas, deberá tenerse especial cuidado en la materialización de la cubierta, sea cual sea el sistema adoptado.

Fundamentalmente, lo techos pueden ser clasificados en dos grupos: aquellos que tienen pendiente para escurrimiento rápido y los que tienen poca pendiente, comúnmente identificados como techos “planos”. Según la solución adoptada, se presentarán diferencias básicamente del tipo constructivas y materiales.
En el caso de las cubiertas con pendiente, la propia inclinación de la cubierta genera una superficie en la que es poco probable que el viento y el agua traspasen hacia el interior. De todos modos, la eficacia de la cubierta dependerá de la correcta conformación del subsistema de multicapa. Los componentes del mismo, es decir, los materiales adoptados, sus características y disposición, podrán variar como en el caso de cualquier sistema tradicional. Otros factores a tener en cuenta son minimizar los efectos de expansión y contracción y generar en la misma cubierta un espacio para la ventilación de los materiales del multicapa. Por otro lado, los techos de escasa pendiente o planos tienen drenaje de agua en forma relativamente lenta respecto de su superficie y por lo tanto las posibilidades de filtración del agua son mayores. En este caso, los movimientos de dilatación y contracción son sumamente relevantes pudiendo deteriorar los materiales hidrófugos, membranas y demás materiales y como consecuencia determinar un mal funcionamiento de la cubierta. Sin embargo, este tipo de techos poseen ciertas ventajas como la posibilidad de cubrir grandes superficies de un modo económico, o bien de generar superficies de cubiertas que además sean transitables. La resolución de una cubierta plana con Steel Framing es básicamente igual a la del entrepiso húmedo.
Para los techos inclinados existen diversos materiales de terminación exterior y, a su vez, una gran variedad de formas de resolver el multicapa de cubierta. De entre los materiales más comúnmente utilizados, chapa, tejas cerámicas y tejas asfálticas, nos dedicaremos a este último dado que es un material muy interesante y probablemente el menos conocido.

Placas Exteriores

A excepción del cerramiento de mampostería, los sistemas de terminación mencionados anteriormente requieren de un substrato que posibilite su aplicación sobre la estructura de acero.
Para tal fin, será necesario colocar placas exteriores por fuera de la estructura, pudiendo ser éstas :
.**placas estructurales**, que son aquellas que a su vez rigidizan la estructura.
.**placas no estructurales**, si sólo cumplen la función de substrato.

Placas Estructurales

En aquellos casos en los que la rigidización de la estructura se resuelva con un **Diafragma de Rigidización**, éste mismo cumplirá la función de substrato.

Dentro de las placas estructurales se encuentran:

- **Multilaminado Fenólico (Plywood)**

Las placas de multilaminado fenólico están compuestas por delgadas láminas de madera denominadas “plies”. Los plies o capas están dispuestos de forma alternada en cuanto

a la orientación de las vetas de la madera, conformando el panel “multilaminado”.
La conformación se efectúa mediante tratamientos de la madera para otorgarle las distintas características de resistencia, humedad, etc. Los plies se unen entre sí por un adhesivo fenólico totalmente resistente al agua.

- **Placas OSB**

El Tablero de Virutas Orientadas, conocido como OSB (por sus siglas en inglés), es un panel estructural de madera, técnicamente elaborado y compuesto de virutas de madera rectangulares colocadas en capas que forman ángulos rectos unas con otras. Las virutas no son producto de desecho de otro proceso de fabricación de productos de madera; se crean específicamente para obtener el máximo rendimiento de la construcción del panel de OSB. Por lo tanto, como el tablero contrachapado, el OSB tiene las características de resistencia de la laminación cruzada de las capas.
El OSB se une con adhesivos totalmente resistentes al agua. La mayoría de los tableros también son tratados con un agente sellante en los bordes de los paneles para proteger contra la penetración de la humedad durante el transporte.
Como una característica adicional, con frecuencia los paneles son texturados por lo menos en un lado para proporcionar una superficie antideslizante.
El primer intento de lo que hoy se conoce como OSB comenzó en 1963. Las primeras placas de OSB datan de 1983.

- **MDF hidroresistente (fibro fácil)**

El tipo de conformación y características de estas placas no difiere en gran medida del multilaminado fenólico. El Fibro- Fácil es un tablero de fibra de madera de densidad media conocido como MDF, de composición homogénea a través de todo su espesor. Posee características de resistencia estructural, estabilidad y uniformidad de su superficie además de su condición de resistencia a la humedad.

Placas no Estructurales

La utilización de placas no estructurales en paneles exteriores será posible **sólo** cuando la rigidización de la estructura a las cargas laterales esté dada por otro elemento, como las **Cruces de San Andrés**. Las placas no estructurales que funcionan como substrato para exterior son:

- **Placa Cementicia**

Estas placas están conformadas mediante un proceso continuo de agregado de lechada de cemento con polímeros recubiertos, una malla de fibra de vidrio rodeando completamente los bordes y las dos caras. Dado su comportamiento resistente al agua, las placas cementicias pueden utilizarse como substrato exterior o en locales húmedos. En el caso de utilizarse en el exterior, la fijación del EPS puede ser mediante adhesivo o fijación mecánica. Deberá preverse una pequeña separación (2mm) entre placa y placa para permitir la dilatación de las mismas sin dañar el material.

- **Placa Resistente al Agua**

Este tipo de placas están conformadas por una composición uniforme de yeso y fibras. Las caras externas de estas placas pueden terminar con el mismo material interno o bien con fibras. Por lo tanto, a diferencia de aquellas placas que tienen un papel como terminación, la placa resistente al agua no tiene delaminación, dada su conformación homogénea.
Dadas sus condiciones de buena resistencia al agua, es una placa apropiada para uso en exteriores y en locales húmedos, recordando que a pesar de utilizarse como substrato exterior de ningún modo cumple la función de diafragma de rigidización. En este caso, no será necesario prever un espacio entre las placas para la dilatación.

EIFS

Conceptos Básicos

El significado de las siglas E.I.F.S. en ingles corresponden a : "Exterior Insulation and Finish System", que en una traducción libre al Castellano seria : "Sistema de Aislación Exterior y Acabado Final". El EIFS es un sistema multicapa que permite realizar cerramientos exteriores en construcciones nuevas, tanto como renovación de las existentes.

La denominación del sistema nos da una idea de sus características mas destacables : Aislación Exterior (cuanto mas afuera de la pared exterior se encuentre la aislación, mas eficiente será su performance), y Acabado exterior (piel con textura y color ilimitados, que agrega características mecánicas e hidrófugas).

Características del Sistema:

Los sistemas EIFS a base de polímeros (P.B) se los denomina "sistemas" porque están compuestos por un conjunto de elementos aplicados en varias capas, no siempre todas necesarias para los diferentes usos y aplicaciones que se les puede dar.
. Substrato
. E.P.S.(Poliestireno Expandido)
. Base Coat (Capa de Base)
. Malla de Refuerzo (Mesh)
. Finish Coat (Revestimiento Final)
Al conjunto de capas formado por el Base Coat, la Malla y el Finish Coat se lo denomina "Piel".

- **Substrato**

Es aquella superficie sobre la que se aplicaran las demás "capas" del sistema, debiendo este tener la suficiente capacidad estructural como para resistir los empujes laterales con una deflexión menor a L/240 (ej.: viento), y soportar sobre si, el peso propio del nuevo revestimiento.

- **E.P.S.**

Son planchas de Poliestireno Expandido que se adhieren al substrato, para luego aplicar sobre estas el Base Coat y el Finish Coat.

- **Base Coat (capa de base)**

Es una mezcla partes iguales por peso de Polímeros Acrílicos con Cemento Portland tipo I, que aplicados en forma continua sobre el EPS, forman una barrera contra el paso del agua a través del sistema. Sobre esta capa se aplica el Finish Coat o Revestimiento Final. En muchos casos este material es el mismo que se utiliza también como adhesivo del EPS al substrato.
Esta capa de 2 a 5 mm de espesor se compone de la mezcla (realizada en obra) de: el balde que viene de fabrica con Polímero Acrílicos y Cemento Portland tipo I (50% de cada uno en peso).
.Resistencia al paso de agua: si bien todas las capas que forman el sistema tienen características hidrofugas, es el Base Coat la verdadera y principal barrera contra el paso del agua a través del sistema.
.Resistencia al impacto: la componente de cemento y la malla de refuerzo que se encuentra embebida en la Capa de Base le otorgan una gran resistencia al impacto, dependiendo del espesor de malla utilizada, el espesor final y la resistencia de esta capa.
.Superficie Lisa: dada su gran plasticidad es posible lograr durante su aplicación una superficie continua y lisa sobre la que se aplicara el Finish Coat o Revestimiento Final.
.Adhesivo: esta misma mezcla de Polímeros acrílicos y cemento portland tipo I se utiliza también como adhesivo para fijar el EPS al substrato.

- **Malla de Refuerzo (Mesh)**

Tramado balanceado de fibras de vidrio que embebidas en el Base Coat le otorgan capacidad de absorber impactos, al mismo tiempo que distribuyen en toda la superficie las tensiones que se generan en ese plano.
Estos tramados no anudados y con igual cantidad de fibras en ambas direcciones vienen en forma de rollo de distintos largos, brindando al sistema una resistencia al impacto según sea su peso por unidad de superficie.

- **Finish Coat (Revestimiento Final)**

Mezcla de áridos de distinto tipo y diámetro, pigmentos que le otorgan color, y Polímeros Acrílicos que actúan de ligantes. Las distintas combinaciones de áridos, pigmentos y formas de aplicación, brindan una gran variedad de texturas y colores a esta capa que, por ser la final, es la que queda a la vista. Si bien la mayoría de estos se aplica con llana de acrílico, existen algunos que se pueden aplicar con pistola de aire, deibiéndose poner especial atención a la cantidad de material proyectado por unidad de medida.

Siding Vinílico

Conceptos Básicos

Actualmente, existen varios tipos de Siding tales como el de madera maciza, el de madera compensada, el de fibra celulósica, el cementicio y el vinílico. Por cuestiones practicas nos referiremos únicamente a este ultimo.
El Siding Vinílico es una alternativa económica y de bajo mantenimiento, constituida por un material resistente y liviano que puede ser manipulado y cortado muy fácilmente, permitiendo una instalación sin mayores complicaciones.
Debido a que toda la masa del material tiene un mismo color, el Siding Vinílico no requiere ser pintado al instalarse, ni tampoco a lo largo del tiempo.

Características del Sistema

.Facilidad de Mantenimiento: las bondades del material permiten su lavado con agua y detergente, con el consiguiente en pinturas y/o tratamientos exteriores.
.Durabilidad: buena resistencia a los rayos ultravioleta.
.Expansión y Contracción: El vinilo es un material que se expande y se contrae con los cambios de temperatura provocados por el ambiente exterior al que esta expuesto. Para asegurar la eficiencia de la instalación del Siding Vinílico hay que colocar las tablillas de manera de no restringir dicho movimiento.
Es conveniente tener en cuenta la temperatura ambiente al momento de la instalación del Siding para determinar el espacio requerido entre las tablillas y los accesorios de forma de permitir la dilatación del material.
.Comportamiento ante el Fuego: El Siding Vinílico esta constituido por materiales orgánicos que se queman muy fácilmente si se los expone al fuego, por lo tanto hay que tomar las precauciones necesarias, manteniendo a las fuentes generadoras de fuego lo mas alejadas posible.
En contacto con el fuego el vinilo se ablanda, pierde su forma, se derrite o se quema, dejando expuestos los materiales que se encuentran por debajo del mismo. Sin embargo, es un material que no propaga la llama y se autoextingue cuando la misma desaparece.
.Facilidad de Corte: El Siding Vinílico se puede cortar muy fácilmente con tijera y trincheta. Los cortes mas precisos se ejecutan con una sierra circular sobre una mesa de corte.
.Facilidad de Instalación: las tablillas se clavan o atornillan sobre el substrato exterior.

La instalación del Siding es muy sencilla y se ejecuta en el siguiente orden:
1) Aplicación del EPS sobre el substrato
2) Determinación de la Línea de Nivel Inferior
3) Instalación de los Accesorios
4) Instalación de las Tablillas

Mampostería

Conceptos Básicos

La terminación con mampostería cuenta con una diferencia fundamental respecto de los dos sistemas mencionados anteriormente, EIFS y Siding. Mientras que ambos sistemas necesitan de un substrato de aplicación que va fijado a la estructura, la mampostería, al tratarse de una pared “independiente”, la misma deberá vincularse al panel de Steel Framing en vez de aplicarse sobre el mismo. En este caso ya no es necesario el substrato, lo cual de ningún modo implica la ausencia de un elemento de rigidización estructural, y por lo tanto podrá optarse por una rigidización del tipo Cruces de San Andrés
La ventaja de este sistema es la posibilidad de generar una cámara de aire entre el panel de estructura y la pared de terminación, con el fin de mejorar la aislación térmica y de reducir el puente térmico. La colocación de algún material aislante dentro de la cámara aumentará la efectividad de la misma.

Características del Sistema

Al igual que en una construcción tradicional la utilización de mampostería ofrece una serie de variantes de ladrillos o mampuestos, que se diferencian básicamente por el tipo de

tratamiento final y su consecuente terminación superficial. Siendo que la elección del mismo determinará la apariencia exterior final del edificio, ésta será una decisión del tipo proyectual.
Las tres tipologías más comúnmente utilizadas son: ladrillo común, ladrillo hueco y bloques de cemento.
Respecto de la mampostería de ladrillos comunes su terminación final dependerá según una decisión de proyecto, si es ladrillo enrasado, ladrillo visto, el tipo de traba, etc.
La elección de ladrillos cerámicos huecos determinará el uso de un revoque para el acabado final de la pared. Si los revoques de terminación son cementicios se ejecutará un revoque grueso con mordiente (llaneado) para lograr su adhesividad.
En cambio, en el caso de un revoque de terminación elastoplástico con color, el revoque grueso se ejecutará fratazado y sobre el mismo se aplicará una imprimación con color del tipo revoque final.
Finalmente, en la utilización de los bloques de cemento se tienen en cuenta las juntas de control que éstos requieren y debido a la variedad de bloques y sus terminaciones las decisiones también serán del tipo proyectual.

Tejas Asfálticas

Conceptos Básicos

La teja asfáltica es una alternativa económica y de bajo mantenimiento, constituida por un material resistente y liviano que puede ser manipulado y cortado muy fácilmente, permitiendo una instalación sin mayores complicaciones.
La teja asfáltica está compuesta por fibras orgánicas o inorgánicas saturadas con asfalto y recubiertas por material mineral de granulometría pequeña.

Componentes y Características del sistema

.Durabilidad: Durabilidad garantizada entre 20 y 40 años, dependiendo del tipo de tejas.
.Comportamiento ante el Fuego: Resistencia ante el fuego clase A.
.Facilidad de Corte
.Facilidad de Instalación: Liviana, fácil de transportar y colocar. Las tejas se clavan sobre el substrato exterior de la cubierta.
.Resistencia ante el viento: resistencia de hasta 60 mph.

Componentes de las Tejas Asfálticas

.Lámina de fibra de vidrio/orgánica: protege las tejas de las inclemencias del clima brindándole mayor resistencia ante el fuego y mayor durabilidad.
.Membrana asfáltica: contiene el granulado de la teja y funciona como barrera para el agua.
.Granos minerales: de variados colores que ayudan a reflejar los rayos del sol además de brindar al techo una terminación estética.
.Material adhesivo: activado mediante el calor; sella firmemente las tejas en una única unidad resistente al agua.