



Steel Framing ***y sus principales usos en Uruguay***

Mauricio Jorajuria - Florencia Servente
Tutor: Raúl Siuciak
Facultad de Arquitectura UdelaR
Febrero 2015

Steel Framing

y sus principales usos en Uruguay

“La idea de la industrialización de la vivienda puede ser llevada a la realidad por la repetición de partes individuales. Esto hace posible la producción masiva promoviendo bajos costos y altas rentabilidades. Solamente por la producción masiva, buenos productos pueden ser ofrecidos. Con los métodos actuales de construcción es cuestión de suerte encontrar artesanos eficientes y capaces. La producción masiva ofrece la garantía de calidad de fábrica para todos sus productos”.

Arq. Walter Gropius 1910

El presente trabajo constituye la tesina para la carrera de grado de Arquitecto en la Facultad de Arquitectura de la Universidad de la República, realizada por los estudiantes Mauricio Jorajuría y Florencia Servente, bajo la tutoría del Prof. Raúl Siuciak a quien le agradecemos su apoyo a lo largo del proceso.

ÍNDICE

1. Introducción	5
a. Objetivo	5
b. Objetivos Específicos y Metodología	5
1.1 Definición	6
1.2. Antecedentes	6
2. Sistema	9
2.1 Componentes	9
a. Perfiles	9
b. Diafragma de Rigidización	10
c. Membrana Impermeable	12
d. Aislación Termo acústica	13
2.2 Terminaciones	14
a. Interiores	14
b. Exteriores	16
2.3 Estructura	20
a. Fundaciones	20
b. Anclajes	22
c. Paneles	25
d. Fijaciones	28
e. Rigidizaciones	30
2.4 Entrepisos	32
a. Entrepiso Seco	33
b. Entrepiso Húmedo	34
2.5 Techos	35
a. Rigidización	36

<i>b. Cabio</i>	37
<i>c. Cabriadas</i>	38
<i>d. Elementos de la estructura de Techos</i>	38
<i>e. Piezas que conforman una Cabriada</i>	39
<i>f. Encuentros y Apoyos para Cabriadas</i>	39
<i>g. Fijaciones</i>	40
<i>h. Cielorraso</i>	40
<i>i. Aislación</i>	41
2.6 Montaje	42
a. Proceso constructivo de la estructura	42
b. Montaje realizado en taller	42
c. Montaje realizado en obra	42
d. Montaje de paneles prefabricados	43
3. Steel Framing en Uruguay	44
3.1 Steel framing vs. Construcción tradicional	45
a. Muro de Steel framing	45
b. Muro Tradicional	45
c. Tiempo de obra	46
d. Costo	46
e. Superficie útil	47
f. Transmitancia Térmica	47
3.2 Vinculación de Steel Framing con tecnologías tradicionales	48
a. Madera como componente tradicional de Steel Framing	48
b. Madera como variante en estructura y terminación	51
c. Cerramiento vertical de steel framing sobre fundación de hormigón armado	52

d. Cerramiento vertical de steel framing sobre losa de hormigón armado	54
e. Cerramiento vertical de steel framing unido a muro de mampostería	55
f. Entrepiso de steel framing sobre muro de mampostería u hormigón armado	55
4. Obras	57
a. Steel Framing	57
b. Ampliación	58
5. Conclusiones	59
6. Bibliografía	62
7. Anexos	
ANEXO 1 - <i>Entrevista</i>. Diario EL PAÍS. Construcción en yeso, más rápida y barata, desafía a los ladrillos.	64
ANEXO 2 - <i>Entrevista</i>. Barbieri. Steel Framing en Uruguay.	69
ANEXO 3 - <i>Catálogo de Componentes metálicos según proveedor Barbieri, consultados 10 de octubre de 2014 con fecha de revisión del documento del 12 de noviembre de 2012.</i>	74
ANEXO 4 - <i>Cálculo de transmitancia térmica de cerramientos verticales</i>	82

1. Introducción:

El presente trabajo tiene como tema principal el steel framing, que si bien no es una tecnología nueva, en Uruguay ha tenido un importante impulso en los últimos 10 años, sobre todo por promotores locales, que han intentando ganar mercado aprovechando algunas características propias de esta tecnología como la rapidez de ejecución, el alto nivel de confort y cierta disminución de costos.

Este impulso es acompañado de un corrimiento general hacia las tecnologías no tradicionales, en una suerte de “pérdida de miedo” de su utilización por parte de los clientes. Las bondades de este sistema han logrado que los usuarios la consideren como una opción válida, especialmente para ampliaciones en viviendas preexistentes, en viviendas de balnearios, y locales comerciales, atraídos por su rápida ejecución.

a. Objetivo:

Este trabajo tiene como objetivo general el desarrollo de las principales características del Steel Framing en nuestro país. Se busca abarcar el estudio de: sus componentes y montaje, su comparación con la construcción tradicional en Uruguay (costos, tiempos de ejecución, confort térmico, etc.) y su vinculación con la construcción tradicional.

b. Objetivos Específicos y Metodología

A través de la investigación teórica, el asesoramiento de las empresas constructoras uruguayas dedicadas a la construcción con steel Framing, y el apoyo del IUCOSE (Instituto Uruguayo de la Construcción en Seco) nos proponemos:

-Definir las características del Steel Framing como sistema constructivo, analizando sus ventajas y desventajas vinculadas a su uso en Uruguay.

-Analizar cómo se vincula el Steel framing con la construcción tradicional, anexo a construcciones preexistentes. Por ser la reforma y ampliación de viviendas uno de los casos en que destaca el uso de esta tecnología en nuestro medio

1.1 Definición:

El Steel Framing es un sistema constructivo, que se basa en la utilización de perfiles de acero galvanizado. Es un sistema liviano y muy resistente. También altamente industrializado, esto explica una de sus principales características, su rapidez de ejecución.

El sistema se basa en una estructura metálica compuesta por grandes cantidades de elementos verticales, aplacada en ambos lados y con aislantes en su interior. Esto hace que los cerramientos verticales sean al mismo tiempo elementos estructurales, lo mismo aplica a los entresijos y cubiertas. De esta manera se logra que los perfiles dispuestos según la modulación indicada resistan una pequeña porción de la carga. Esto permite la utilización de elementos estructurales notablemente más esbeltos que los convencionales y más livianos.

1.2 Antecedentes

El sistema constructivo actualmente conocido como Steel Framing, es el desarrollo del sistema norteamericano de construcción con perfiles de madera denominado Ballon Frame. El Ballon Frame data de las primeras décadas del siglo XIX y posibilitó a los estadounidenses el proceso de conquista del territorio hacia el oeste. El nacimiento de este sistema es consecuencia de la falta de mano de obra calificada, el fácil acceso a la madera, la demanda exponencial de viviendas, y el auge de la industrialización. Su nombre (cuya traducción sería estructura de globo) refiere a la liviandad de este tipo de construcción. Su funcionamiento estructural es similar al del Steel Framing, se basa en listones y pilares (o montantes) ligeros. Su rapidez de ejecución lo convirtió en un éxito y rápidamente se difundió desde Chicago hasta la costa del

Pacífico, donde pequeños pueblos como San Francisco crecieron a una velocidad increíble convirtiéndose en grandes ciudades.

El Platform Frame representa la evolución estructural del Ballon Frame. Mientras el Ballon Frame se constituía de montantes que iban de la fundación hasta la cubierta (independientemente de la cantidad de niveles de la construcción), el Platform Frame divide los montantes por nivel. Este cambio eliminó la excentricidad en la descarga de los entrepisos y mejoró la resistencia al fuego de las construcciones. Ya que el entrepiso funciona como una barrera que corta los montantes impidiendo el ascenso del fuego.

El acero, como material constructivo, surge en Inglaterra a mediados del siglo XVIII convirtiéndose en el material emblemático de los edificios de la era industrial (mercados, estaciones, etc). Pero el inicio de su aplicación para viviendas está relacionado con el incendio de Chicago de 1871.

Chicago, la ciudad pionera en el uso de balloon framing, quedó destruida, se estima que alrededor de 100.000 personas perdieron su hogar. El proceso de reconstrucción de la ciudad dará origen a la Escuela de Chicago. La escuela de Chicago cambiaría el paradigma arquitectónico mediante la aplicación de innovaciones tecnológicas que llevarían al desarrollo de los rascacielos curtain wall. La industria de la construcción estadounidense sería influenciada por los principios del Fordismo: serialización, maquinismo, precisión, economía, sistematización, agilidad.

En 1933, durante la exposición mundial de Chicago se presentó la primera vivienda con estructura de perfiles de acero conformado en frío. La industria metalúrgica en Estados Unidos estuvo en permanente crecimiento durante el siglo XX, pero hasta la década de 1960 la idea de construir una vivienda con acero, en vez de madera, resultaba costosa a los habitantes. El “boom” de la construcción de vivienda en steel framing en esos años, está asociado con el

desarrollo de las herramientas que comienzan a producirse masivamente y facilitan el montaje. Por este motivo, la mano de obra no necesita demasiada capacitación (los perfiles ya no precisan soldarse), y esto permite que se comience a construir a bajo costo, volviéndose más accesible y popular.

2. Sistema

2.1 Componentes

El steel framing se compone de varios elementos que cumplen distintas funciones dentro del conjunto. A continuación se presentan los diferentes elementos que se utilizan en el sistema:

a. Perfiles

Perfil **PGU** (Perfil Galvanizado U)

Es un elemento constructivo cuya función es la de contener los montantes (PGC).

(Ver ANEXO 3)



Perfil **PGC** (Perfil Galvanizado C)

Es un elemento estructural cuya función es transmitir las cargas y ser la base sobre la que se colocan las terminaciones. La diferencia que posee con el PGU son las pestañas que le proporcionan mayor rigidez a la sección.

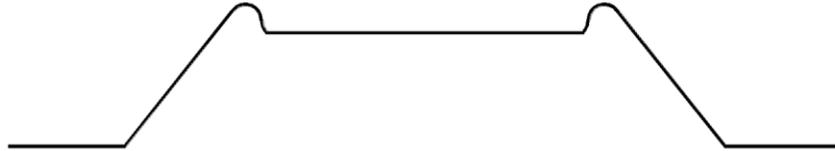
(Ver ANEXO 3)



Perfil **PGO** (Perfil Galvanizado Omega)

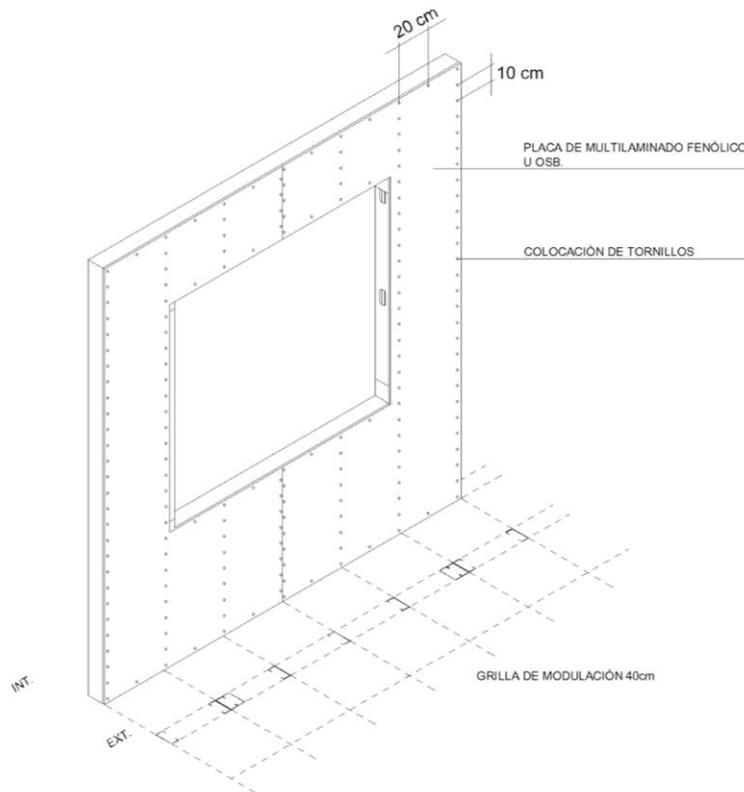
Su función es posibilitar el amure de placas (ej. yeso) a cerramientos preexistentes realizados en sistema constructivo tradicional.

(Ver ANEXO 3)



b. Diafragma de rigidización:

Se le llama a las placas que se utilizan para rigidizar la estructura. Se colocan en la parte exterior del muro y su función es la de resistir las cargas horizontales. La resistencia de estas placas va acorde con su espesor y el material que la componen, los tornillos utilizados, distancia entre ellos, y las dimensiones de la misma.



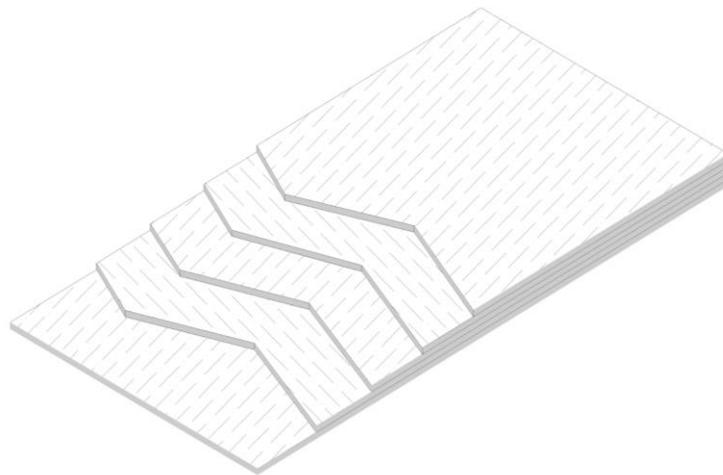
Las más utilizadas son:

Multilaminado Fenólico

Estas placas están compuestas por láminas de maderas orientadas de forma alternada según las vetas de la madera para una mayor resistencia. Estas láminas se unen mediante un adhesivo fenólico.

Dimensiones: 1,22 x 2,44 m.

Espesores: 6 - 8 - 9 - 11,1 - 15,1 - 18 - 25 mm.

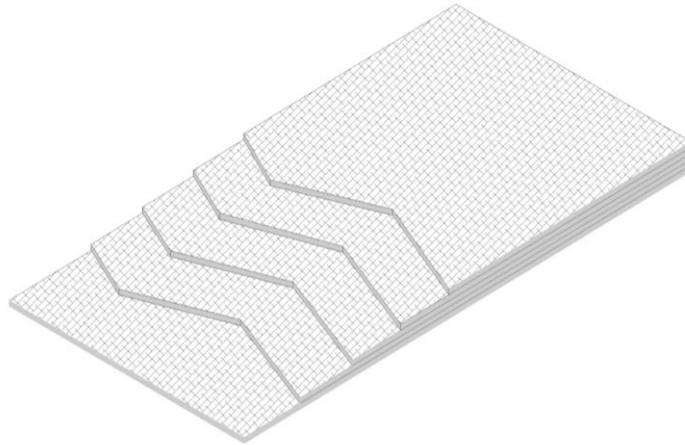


Paneles OSB

Los paneles OSB (Oriented Strand Board) o tablero de virutas orientadas, se compone al igual que el multilaminado fenólico de varias láminas de virutas rectangulares colocadas en dos orientaciones alternadas formando 90° entre sí. Esta forma de conformación también le da la resistencia necesaria para su uso. Se considera superior para uso en paneles exteriores ya que la resina con la que se tratan las virutas ofrece una buena protección contra los insectos.

Dimensiones: 1,22 x 2,44 m.

Espesores: 6 - 8 - 9 - 11,1 - 15,1 - 18 - 25 mm.



En la colocación, las placas no deberán coincidir con los vértices de las aberturas. Los tornillos habitualmente se colocan desfasados entre sí para que no se debilite el montante en el mismo lugar. Otra observación a la hora de colocarlos es que no deberán coincidir con la unión de paneles estructurales para que no se produzca un efecto de bisagra. Las placas deben ir separadas entre sí 1 cm, para permitir que la madera se expanda y se contraiga.

Características: Absorción de tensiones en su plano evitando que se rompan por los tornillos que la mantienen unida a la estructura. La posibilidad de realizar cortes internos en las mismas para aberturas sin que las tensiones por estos cortes la rompan en los ángulos.

c. Membrana Impermeable

Como barrera impermeable se utiliza una membrana colocada sobre el diafragma de rigidización. La membrana evita que ingrese agua de lluvia o por condensación a la estructura. Al ser permeable al vapor, el exceso de humedad escapa a través de la membrana. La marca comercial que se utiliza en el mercado uruguayo es "Tyvek" fabricada por DuPont. Existen dos versiones, la de techo y la de cerramiento vertical. La membrana se coloca engrapada al diafragma de rigidización, solapada hacia abajo y sellada la unión con cinta americana. Se

recomiendo la utilización de grapas plásticas para evitar el óxido producido por las grapas comunes (metálicas).

d. Aislación termo acústica

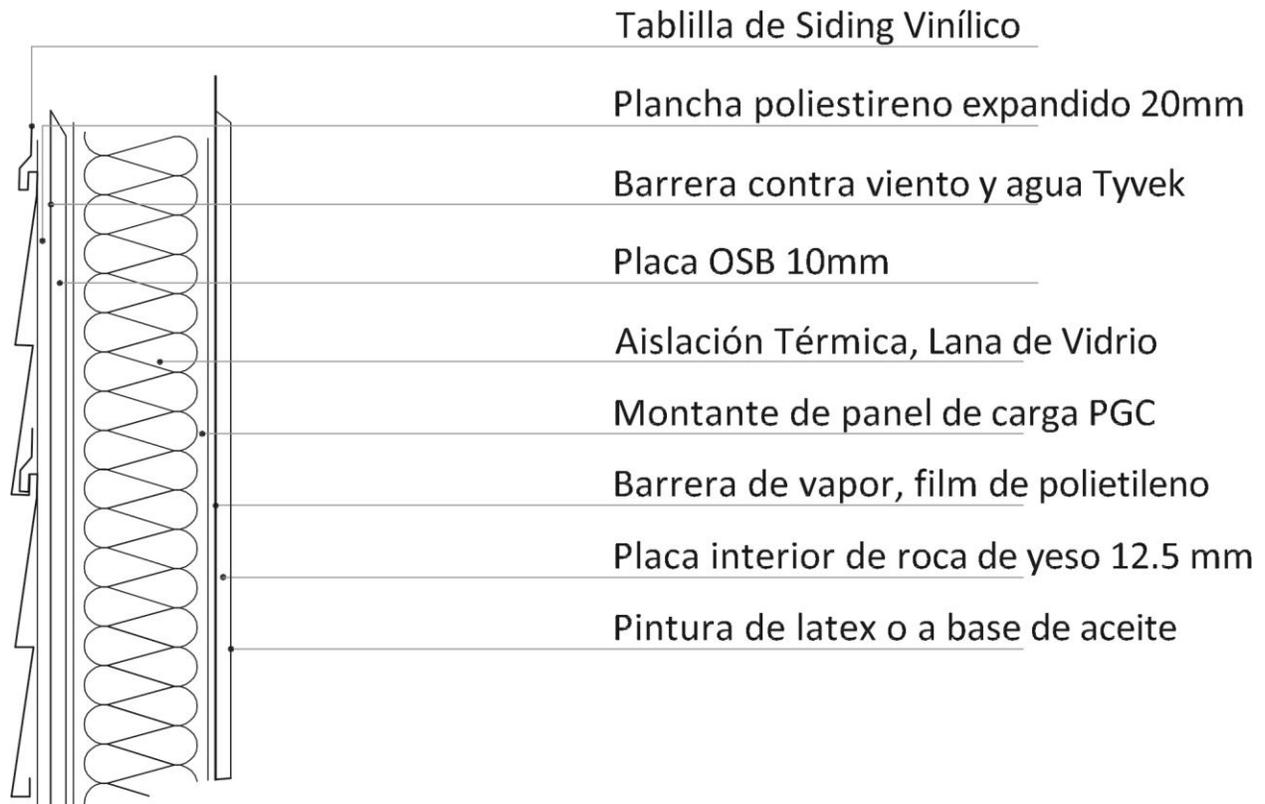
En el interior de la estructura (espacio entre perfiles) se debe colocar un aislante termo acústico. Los más usados en Uruguay son la lana de vidrio y recientemente se comenzó a utilizar celulosa proyectada.

La **lana de vidrio** es el aislante más usado en proyectos pequeños (ej. vivienda) viene en rollos de 18 m y su precio es menor que el de la celulosa proyectada (aproximadamente 2,7 dólares + IVA el m²). Su colocación sin embargo insume un tiempo mayor. Es fundamental que la dirección de obra en la etapa de colocación cerciore que en el encuentro de perfiles (dobles o uniones en ángulo) los perfiles se rellenen con lana, ya que al ser trabajoso se suele obviar generando puentes térmicos. Su coeficiente de conductividad térmica es de 0.038 Kcal/hm°C.

La **celulosa proyectada** tiene un costo mayor ya que hay que llevar hasta la obra la maquinaria necesaria para proyectar la celulosa. Generalmente hay empresas que se especializan en proyectar celulosa, esto se realiza de forma muy rápida y brinda mayor seguridad, ya que toda la superficie resulta aislada. Dentro de Montevideo para una vivienda (aprox. 70m²) el costo es de 11 dólares + IVA el m². La colocación se hace en un día y se recomienda esperar entre 24 a 48 hs. antes de seguir trabajando. Su coeficiente de conductividad térmica es 0,027 Kcal/hm°C.

2.2 Terminaciones

Ejemplo de muro de steel framing con terminación interior en yeso y exterior en siding vinílico.



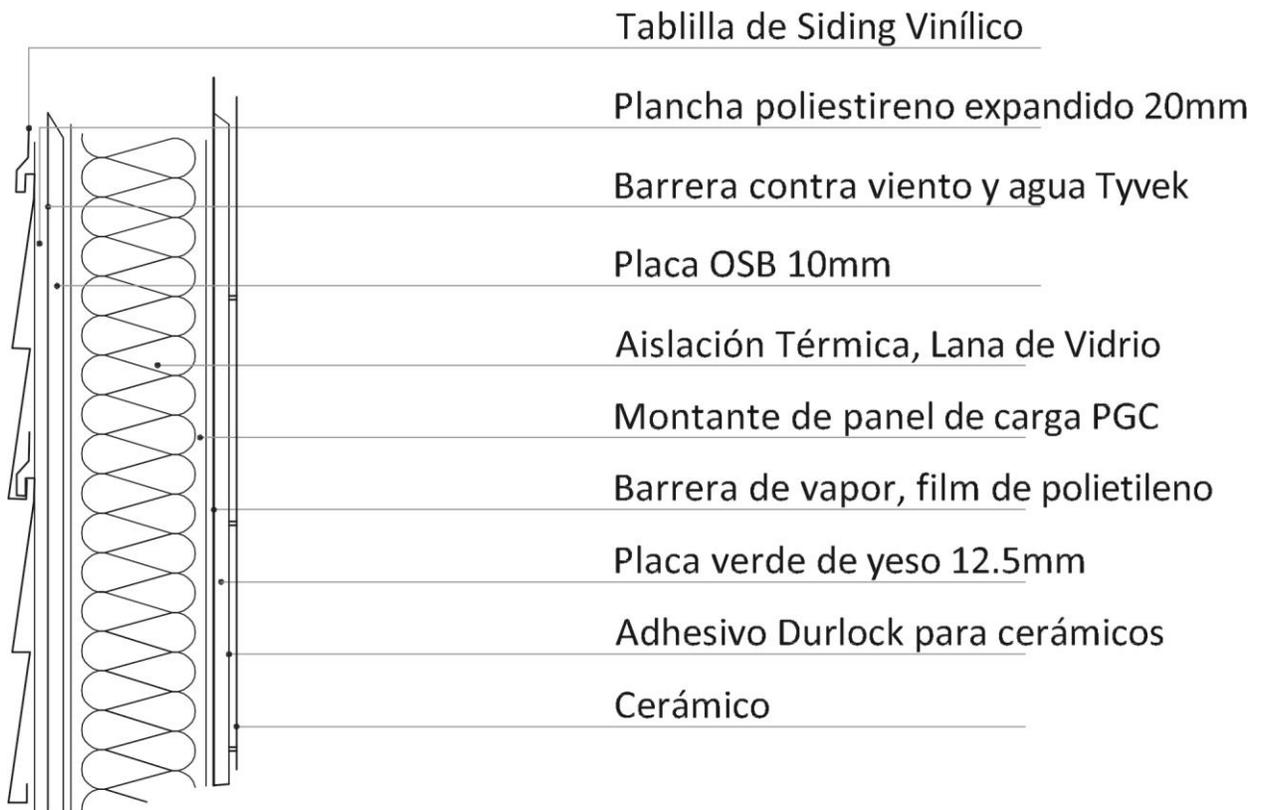
a. Interiores:

La placa de yeso es la terminación interior que más se adecua a las necesidades de prácticamente todos los programas edilicios. Se presenta generalmente de 1.20m de ancho y 2.40 ó 2.60m de largo. Los tipos de placas más comunes son: la placa estándar, la placa resistente a la humedad (se utiliza en baños o ambientes extremadamente húmedos) y la placa resistente al fuego. También se pueden encontrar placas fono absorbentes para paredes y cielorrasos y placas ultra flexibles pensadas para adaptarse mejor a planos curvos. Las placas de yeso para cielorraso desmontable se encuentran en varias medidas siendo las más frecuentes 0.60x0.60 m y 0.60x1.21 m. Algunas presentan propiedades fonoabsorbentes que reducen la reverberación.

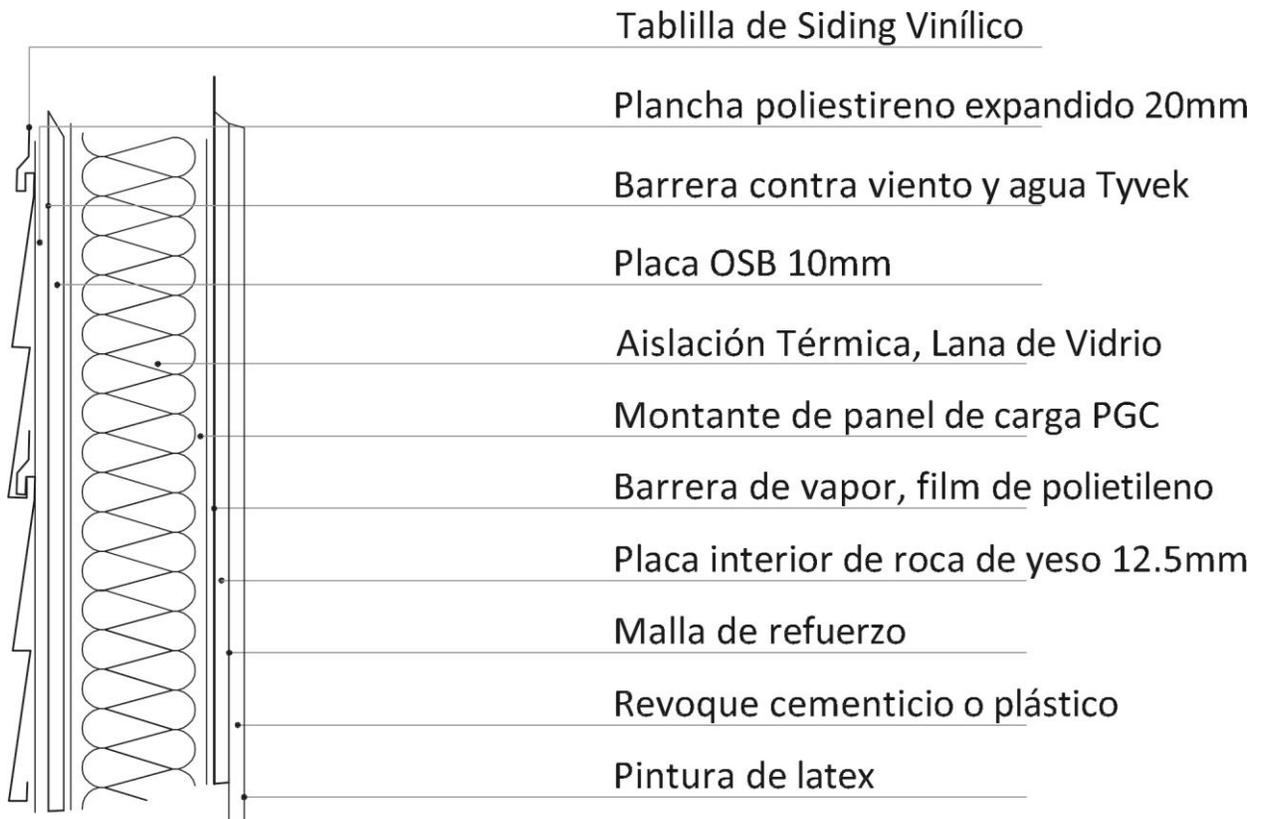
Para su amure se utilizan tornillos para unir la placa de roca de yeso al montante. Éstos serán auto perforantes de cabeza cónica, espaciados 300 mm. Las placas de yeso pueden revestirse

con cerámicas y porcelanatos, obteniéndose un nivel de terminación superior al de la construcción tradicional ya que la placa está perfectamente nivelada. A su vez, se pueden revestir con revoques cementicios o plásticos, terminación que se acerca estéticamente a la construcción tradicional.

En el caso de cerámicas y porcelanatos se utilizan adhesivos especiales sobre los cuales se coloca el cerámico, y luego en las juntas entre estos, sellantes.



En el caso de los revoques sobre placa de yeso, se debe utilizar una malla de refuerzo para mejorar la adherencia, ésta se coloca sobre la placa de yeso mediante un adhesivo, luego de seca la malla se puede colocar el revoque cementicio o plástico.



b. Exteriores:

El Steel Framing permite cualquier tipo de terminación exterior, desde las tradicionales en nuestro país: de mampostería y revoques cementicios, hasta todo tipo de variantes de terminaciones livianas.

Las terminaciones exteriores presentan distinto nivel de costo y dificultad en su colocación. Las más frecuentes en Uruguay son el siding, por su facilidad de colocación y el sistema EIFS por su colaboración térmica a la construcción. Brevemente se mencionan características de distintas opciones de terminación exterior:

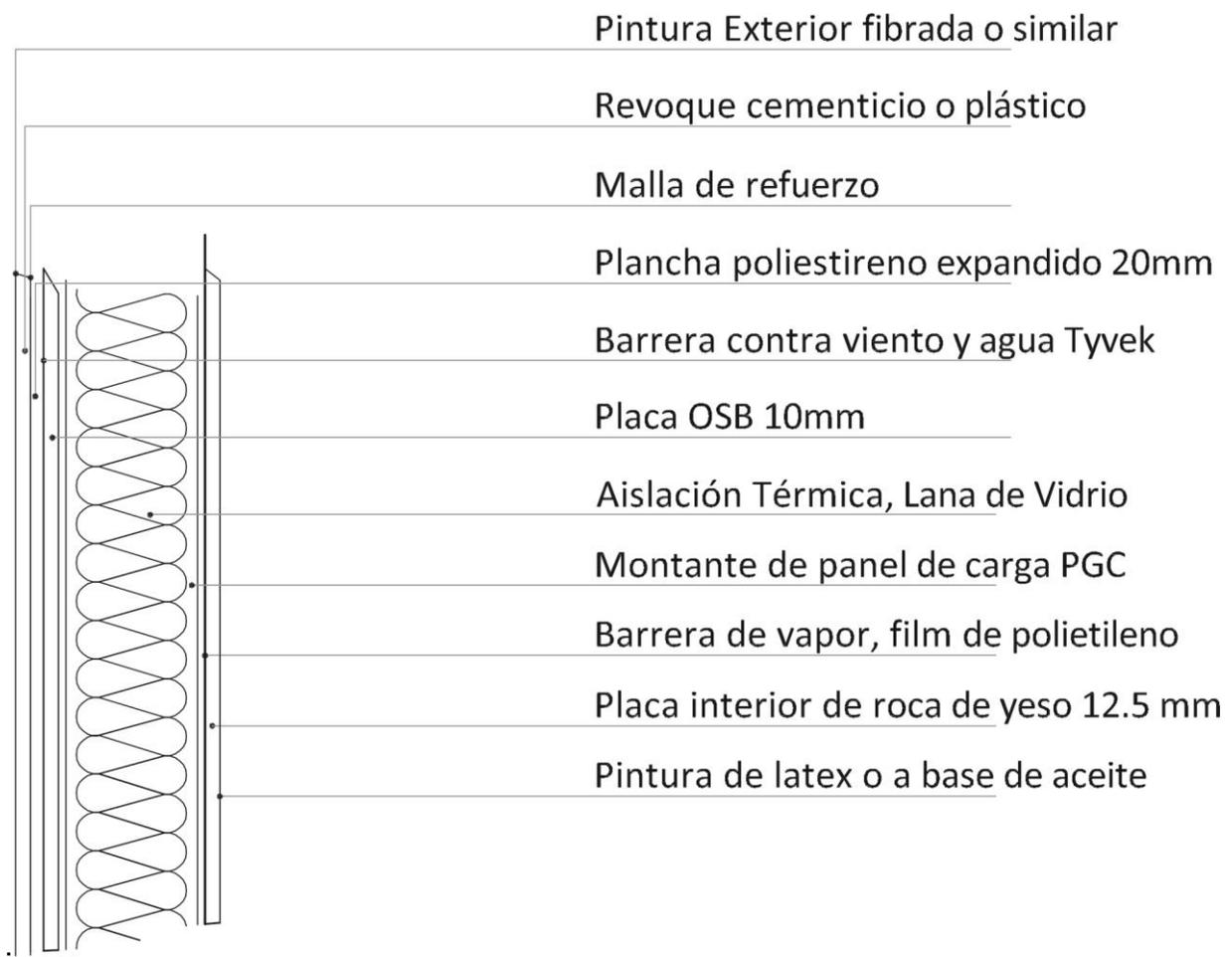
- . Siding: Es una terminación compuesta por tablas de cemento que van atornilladas a la estructura de forma solapada. Sus medidas oscilan entre los 3.60 y 1.80 m de largo y aproximadamente 0.20 m de ancho. En Uruguay se consigue casi exclusivamente con textura de vetas que simula madera. Es de las terminaciones más fáciles y rápidas de colocar.

- . Superboard: Son placas de cemento que van atornilladas a la estructura. Generalmente miden 1.20 x 2.40 metros. Se fabrican con distintos espesores (de 6 a 15 mm) y

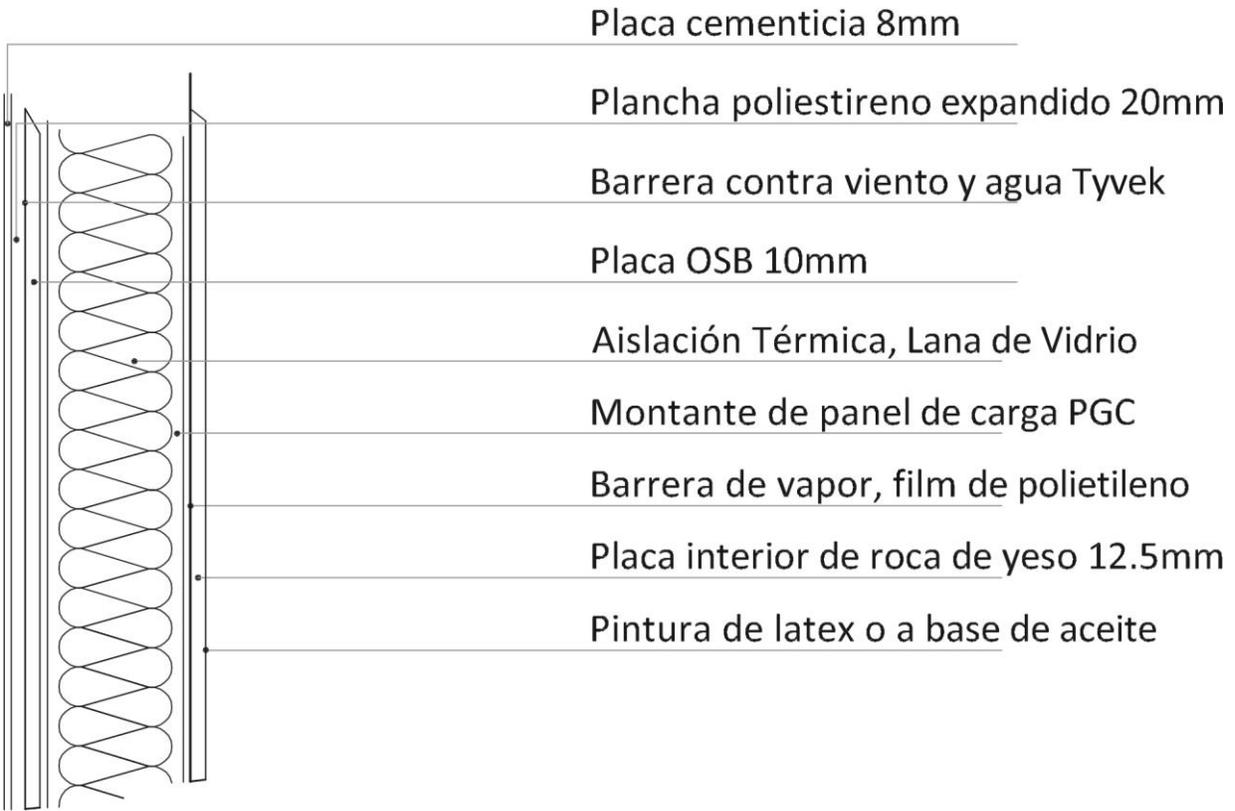
se encuentran variantes como: bordes biselados, escuadría perfecta, mayor resistencia mecánica, superficie perfecta, etc. Estas características aumentan el precio de la placa. Es la opción más usada en la arquitectura comercial.

EIFS: Su nombre proviene de la sigla Exterior Insulation Finishing System que en español sería Sistema de Aislamiento Térmico Exterior. Esta terminación se compone de Poliestireno expandido de alta densidad (al menos 2.5 cm) clavado al diafragma de rigidización, una capa de 3 mm de cemento flexible (Basecoat) aplicado con llana, y una terminación final con pintura para exterior.

En las terminaciones exteriores es muy común en nuestro país que se solicite la apariencia de revoque cementicio pintado. En estos casos, se debe colocar una malla de refuerzo, luego el revoque cementicio o plástico, y por último la pintura.



También se utiliza mucho la terminación con placa cementicia (superboard), que en algunos casos se le aplica una capa de pintura exterior. Su colocación es similar a la del Siding con tornillos amurando sobre la placa OSB.



Por motivos estéticos también es frecuente encontrar en nuestro medio la terminación exterior de muro de mampostería. Este va un poco en contra de una de las ventajas del steel framing, el corto tiempo de ejecución, se utiliza especialmente en ampliaciones en las que se busca reproducir el ladrillo visto de las fachadas existentes.

Para colocarlo se debe dejar bigotes amurados a la placa OSB, para fijar y rigidizar el muro, aproximadamente se colocan cada cuatro mampuestos.



Muro de Mampostería

Plancha poliestireno expandido 20mm

Barrera contra viento y agua Tyvek

Placa OSB 10mm

Aislación Térmica, Lana de Vidrio

Montante de panel de carga PGC

Barrera de vapor, film de polietileno

Placa interior de roca de yeso 12.5mm

Pintura de latex o a base de aceite

2.3 Estructura

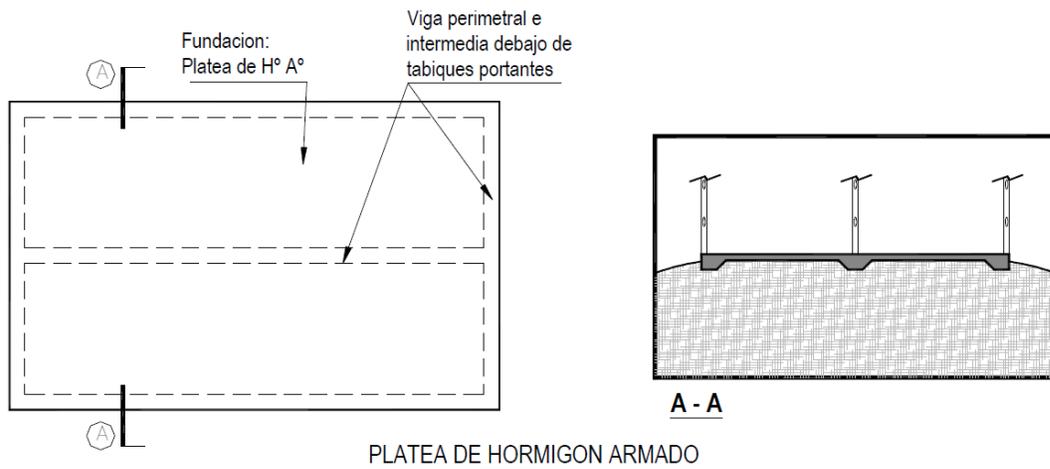
a. Fundaciones

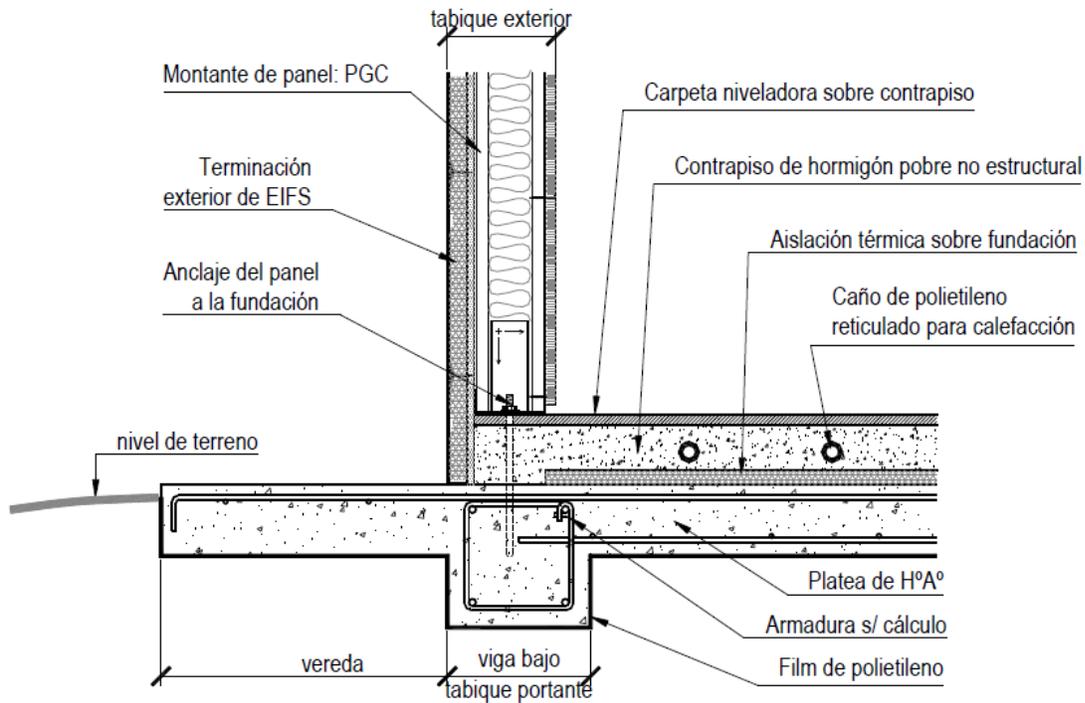
El steel framing es compatible con todos los tipos de fundaciones. La elección dependerá de las características del terreno, el clima y el diseño a construir. Los tipos de fundaciones más frecuentes son la platea de hormigón armado y la zapata corrida.

-Platea de hormigón armado

El dimensionado de la platea dependerá de los cálculos estructurales. La principal ventaja de esta fundación en su combinación con steel framing es que no hay necesidad de construir un entrepiso de perfiles para el primer nivel. El contrapiso se realiza directamente sobre la platea.

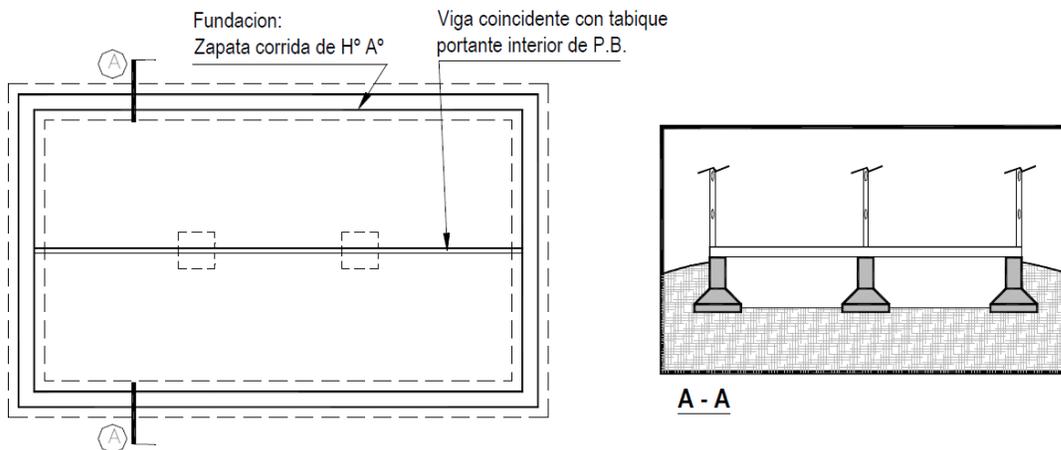
Es fundamental asegurarse la correcta ubicación de las instalaciones que se deben colocar previo al volcado del hormigón.



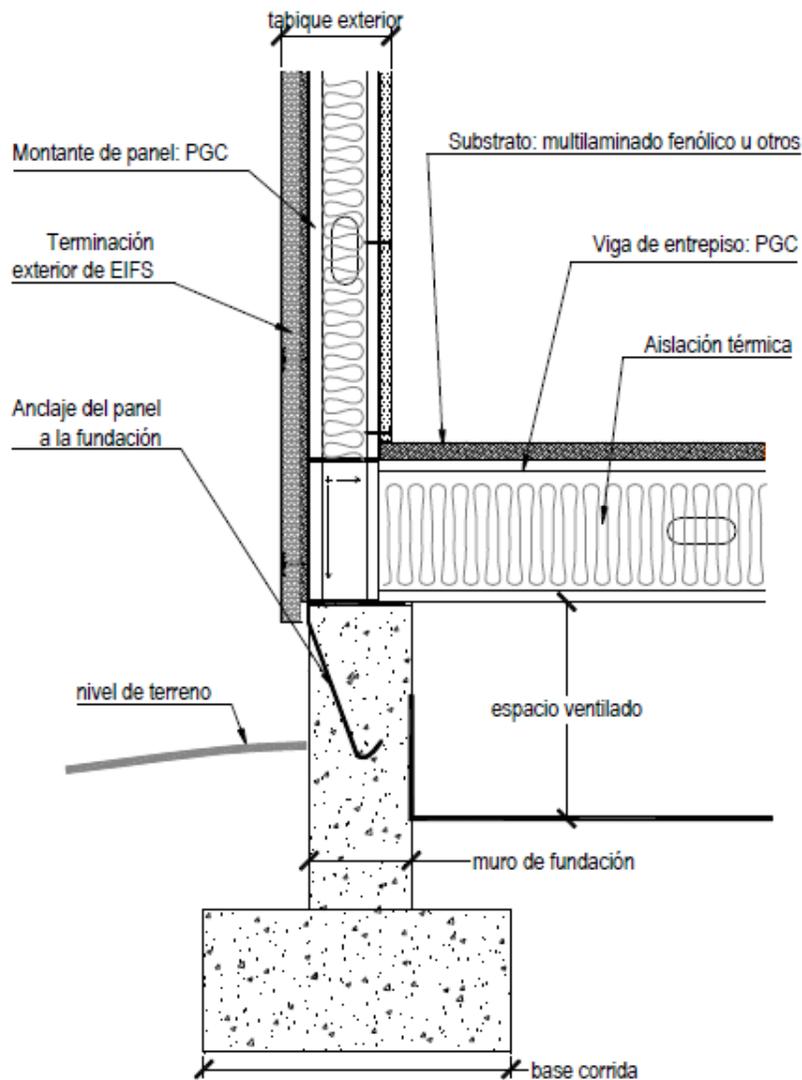


-Zapata Corrida

La zapata posee dos elementos fundamentales la base y el muro de fundación. A diferencia de la platea, esta fundación necesita un entrepiso de perfiles. El espacio libre entre las vigas de entrepiso y el terreno permite maniobrar los pases de las instalaciones. Además la circulación de aire mejora el funcionamiento térmico de la construcción.



ZAPATA CORRIDA DE H⁹⁰ A° CON VIGAS DE ACERO PARA PISO



b. Anclajes

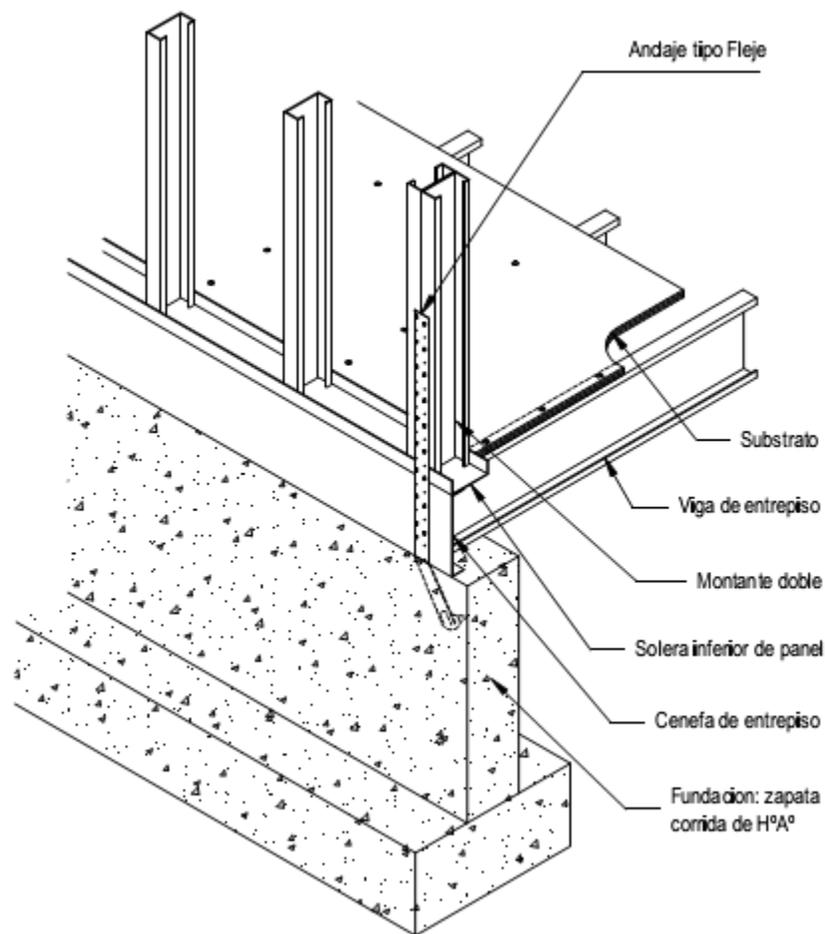
Como en toda construcción, la transmisión de cargas a la fundación de una edificación, y de ésta al suelo, es de suma importancia. El Steel Framing no es la excepción, por ello debe tenerse especial cuidado y verificarse ésta vinculación entre la estructura metálica y la fundación.

El anclaje de la estructura se realiza para contrarrestar los movimientos por el viento, el cual generará movimientos de traslación, o volcamiento con rotación.

Según el tipo de fundación y las solicitaciones en la estructura será el tipo de anclaje que se utilizará. Las dimensiones y separación del anclaje estarán definidas por el cálculo estructural.

Anclaje tipo fleje de acero.

Se utiliza un fleje de acero galvanizado, que se coloca empotrado en la platea. Su colocación se realiza anterior al llenado de la platea. Su ubicación estará dada por el cálculo estructural, y sobresaldrá unos 40 cm por encima de la platea y estará empotrado 20 cm. El espesor de esta pieza es de 2.7mm.



Anclaje solera inferior y montante.

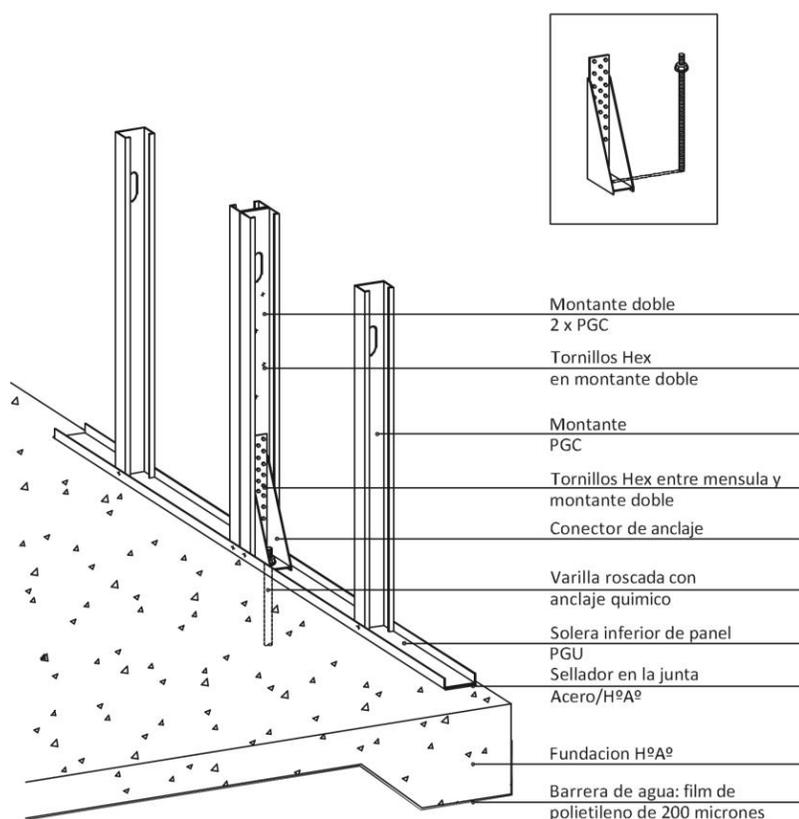
Se utiliza un fleje, para anclar la solera inferior del panel a la platea. Cuenta con un brazo fijo, el montante y otro abraza la solera por medio de un perfil C recortado para poder atornillarlo. Este fleje se colocará empotrado en la platea previo al colado de la misma. Posee menos resistencia

que el anterior, y se coloca en sectores intermedios de paneles externos. La cantidad necesaria de estos estará definida por el cálculo estructural.

Anclaje Químico

Este está formado por una conexión y una barra roscada. Una vez presentado los montantes de la estructura, se perfora la platea y la solera, se inyecta un material epoxi y se coloca la varilla. Su colocación se realiza luego del colado de la platea. Este anclaje es el que posee mayor resistencia a la tracción. Posee una ventaja sobre los anteriores y es su colocación cuando la estructura está ubicada.

CONECTOR Y VARILLA ROSCADA CON ANCLAJE QUIMICO



Anclaje Expansivo

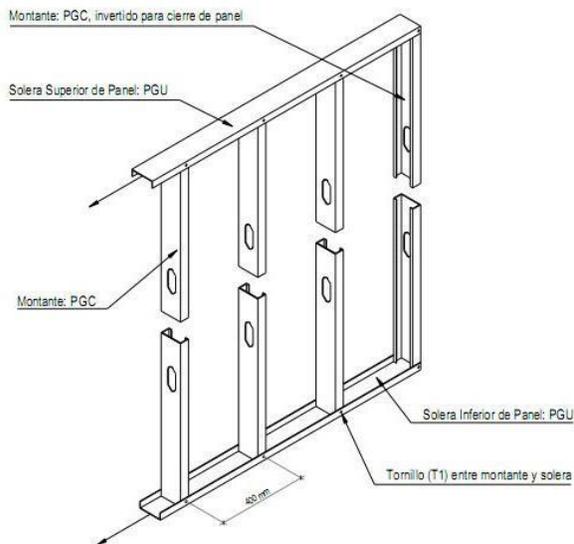
Este anclaje se coloca de forma perimetral a la estructura, vinculándola con la platea. Preferentemente utilizado en paneles interiores, se coloca uno cada dos montantes, normalmente junto a las carpinterías. Posee menor resistencia que el anclaje químico y se coloca previo perforado de la solera y la platea.

c. Paneles

Los paneles son la combinación de piezas que conforman la estructura en steel framing. La configuración de los paneles dependerá de que función cumplan en el proyecto (entrepiso, cerramiento vertical, cabriadas, etc.) y de las características que deberá tener ese elemento (aberturas, pases de instalaciones, etc).

Panel sin vano

En el caso más sencillo, un cerramiento vertical sin vanos, el panel consiste en dos perfiles PGU actuando como solera inferior y solera superior, y la cantidad que corresponda de perfiles PGC dispuestos como montantes. Cada ala de los montantes se une a la solera con un tornillo T1 de punta mecha. Los montantes irán colocados cada 40 o 60 cm, esta distancia se relaciona con las medidas en que se fabrican las terminaciones (placas cementicias, de yeso, etc.).



Panel con vano

Los paneles con vanos tienen los mismos elementos que el anterior (solera inferior, superior y montantes) e incorporan otros que cumplen funciones constructivas y repartirán la carga que debería bajar por los montantes que se han quitado para dar paso a la abertura. Estos son:

-King: Es un PGC que va formando un “doble” (dos perfiles atornillados alma con alma) con un jack. Los jacks son montantes de menor longitud que el resto, son los encargados de sostener la viga dintel. La cantidad de jacks que se coloquen debe ser igual a la cantidad de montantes que se interrumpieron por la abertura. Se coloca la mitad de los jacks necesarios de cada lado de la viga dintel, si fuera un número impar se agrega uno más para que quede simétrica la estructura. La unión de los “dobles” siempre se realiza con tornillo hexagonal punta mecha ya que es un tornillo más cómodo para trabajar. Este tornillo no puede usarse en las partes de la estructura que llevarán placa porque queda sobresaliendo del perfil. Se colocan cada 10 cm formando un zigzag.

-Solera de borde inferior de vano: Es un PGU que forma el antepecho de la abertura, su longitud debe ser 20 cm mayor que el vano que se desea dejar ya que se le corta el ala y se pliega sobre el jack 10cm de cada lado.

-Solera de borde superior de vano: Iguales características que la anterior, se ubica en el extremo superior del vano.

-Cripple inferior: Son PGC recortados que van desde la solera inferior hasta la solera de vano

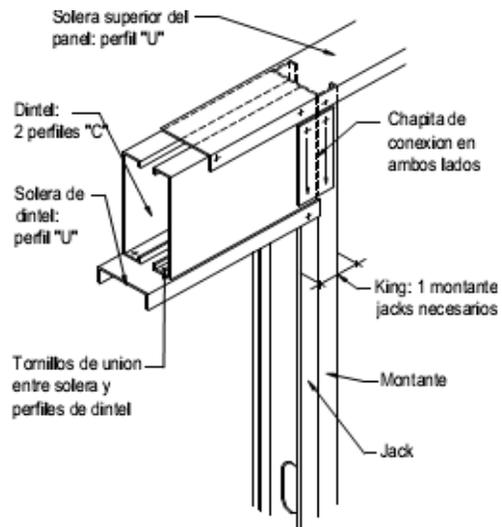
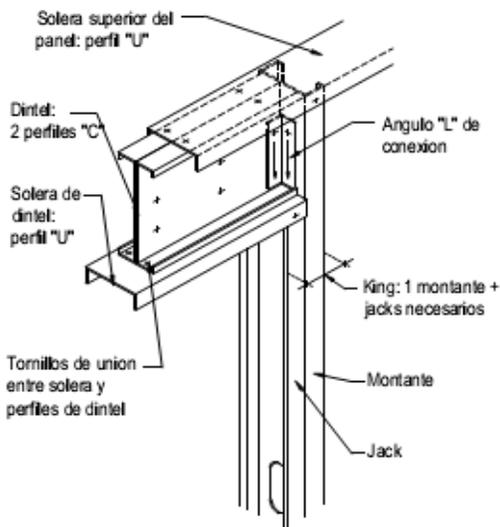
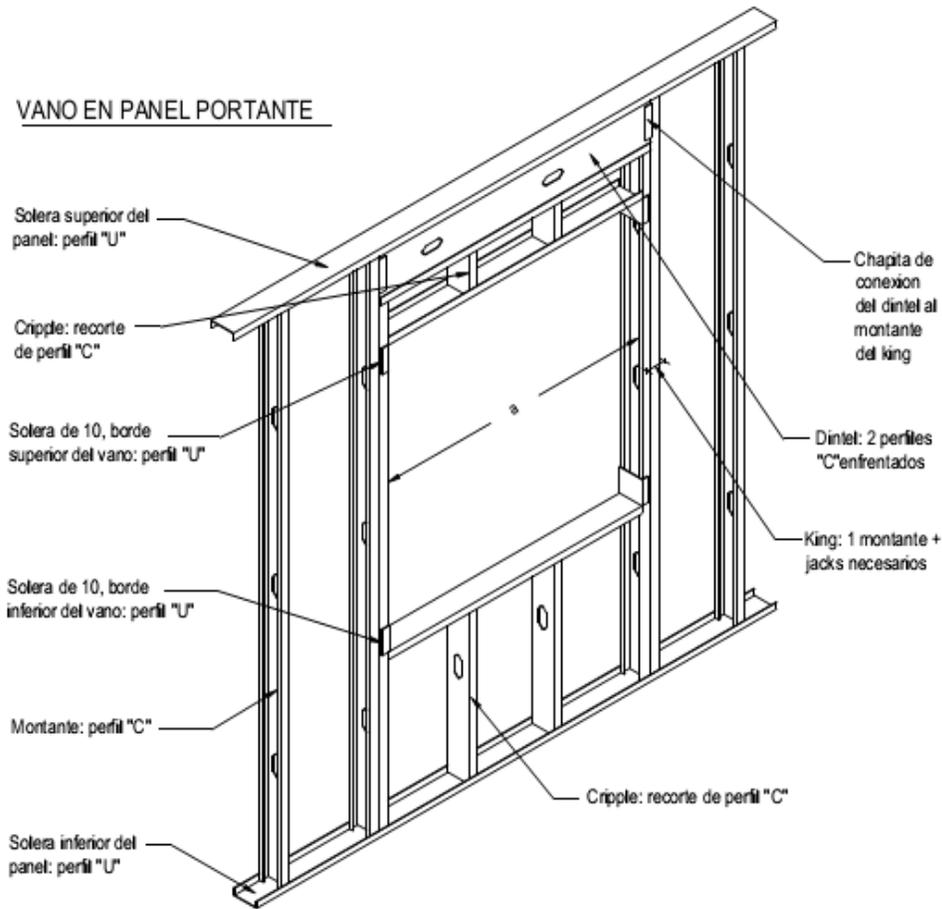
-Cripple superior: Son PGC recortado que van desde la solera de viga dintel.

-Solera de viga dintel: Es un PGU que se coloca sobre los jacks. Es la pieza que está en contacto con la viga.

-Viga dintel: Son dos PGC enfrentados. Suelen ser de mayor tamaño por ej. En una estructura realizada con PGC 100 y PGU 102, estos podrían ser PGC 150.

Tapa de viga dintel: Son dos recortes de PGU que sostienen los perfiles que conforman la viga con la separación indicada. Conectan el dintel con el montante del king.

VANO EN PANEL PORTANTE



d. Fijaciones

Para steel framing se utilizan tornillos de acero con protección zinc-electrolítica o epoxídica para evitar la corrosión.

A continuación mencionaremos brevemente los tipos de tornillos de uso normal:

-Tornillo hexagonal mecha

Este tornillo se utiliza para unir perfiles entre sí en las zonas que no habrá que colocar placas, por ej. lado interior de encuentros dobles o king y jack. El ancho de su cabeza exige que quede siempre ubicado en el interior del panel.



-Tornillo T1 mecha

Se utiliza para unir perfiles, principalmente soleras con montantes. Su perfil chato permite colocar placas encima sin generar desniveles en la superficie.



-Tornillo T2 mecha

Posee cabeza con forma de trompeta, esto permite obtener una superficie final sin relieve, ya que queda al ras del sustrato. Se usa para amurar placas de yeso y fenólicos de hasta 12 mm de espesor.



-Tornillo para placa cementicia con alas

Se utiliza para amurar placas cementicias. Las alas realizan un agujero mayor para que la placa no toque los filamentos y se empaste. Al entrar en contacto con el perfil metálico las alas se quiebran por ser de menor dureza.



-Tornillo con alas para placa fenólica de 25 mm

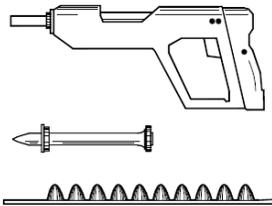
Se utiliza para fijar placas de por lo menos 25 mm de espesor a la perfilería de entrepisos.



(Perfiles de espesor de chapa al menos 1,6 mm)

-Clavos de acero

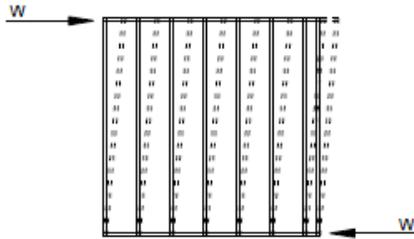
Se colocan con pistola y se utiliza principalmente como anclaje temporario de los paneles estructurales a la fundación de hormigón. Se acostumbra primero presentar todos los paneles antes de colocar el anclaje definitivo para detectar si es necesario realizar correcciones.



e. Rigidizaciones

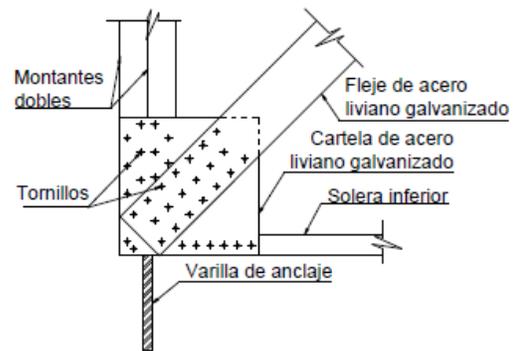
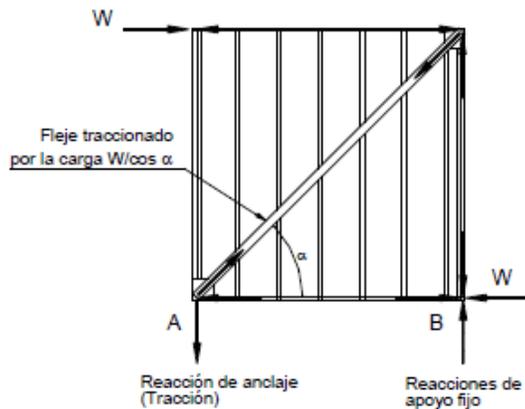
Los paneles descritos realizados en steel framing no son capaces de resistir cargas horizontales en el plano del panel.

Si no se prevén elementos estructurales que colaboren con el panel, el mismo tenderá a



deformarse como muestra la imagen.

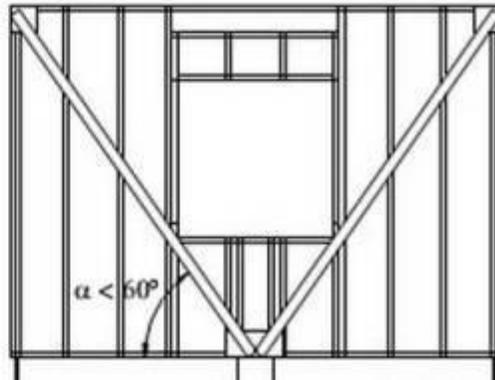
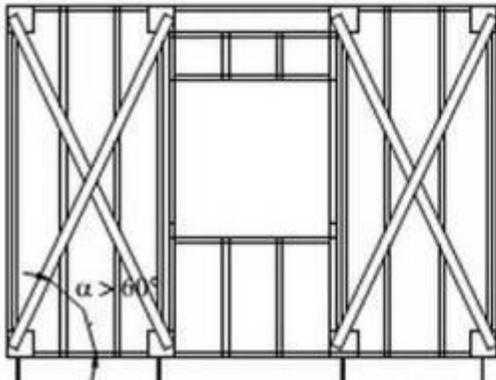
La rigidización del panel se logra a través de dos elementos: el diagrama de rigidización (ya mencionado entre los componentes) y las cruces de San Andrés. Las cruces de San Andrés consisten en flejes colocados de forma diagonal con un anclaje que impide la rotación y deformación del panel.



Los flejes deben colocarse en ambas diagonales con un ángulo α que oscila preferentemente entre 30° y 60° , fuera de este rango el fleje comienza a perder efectividad. Es fundamental al momento de la fijación del fleje que el mismo se encuentre tenso para no permitirle al panel la más mínima deformación.

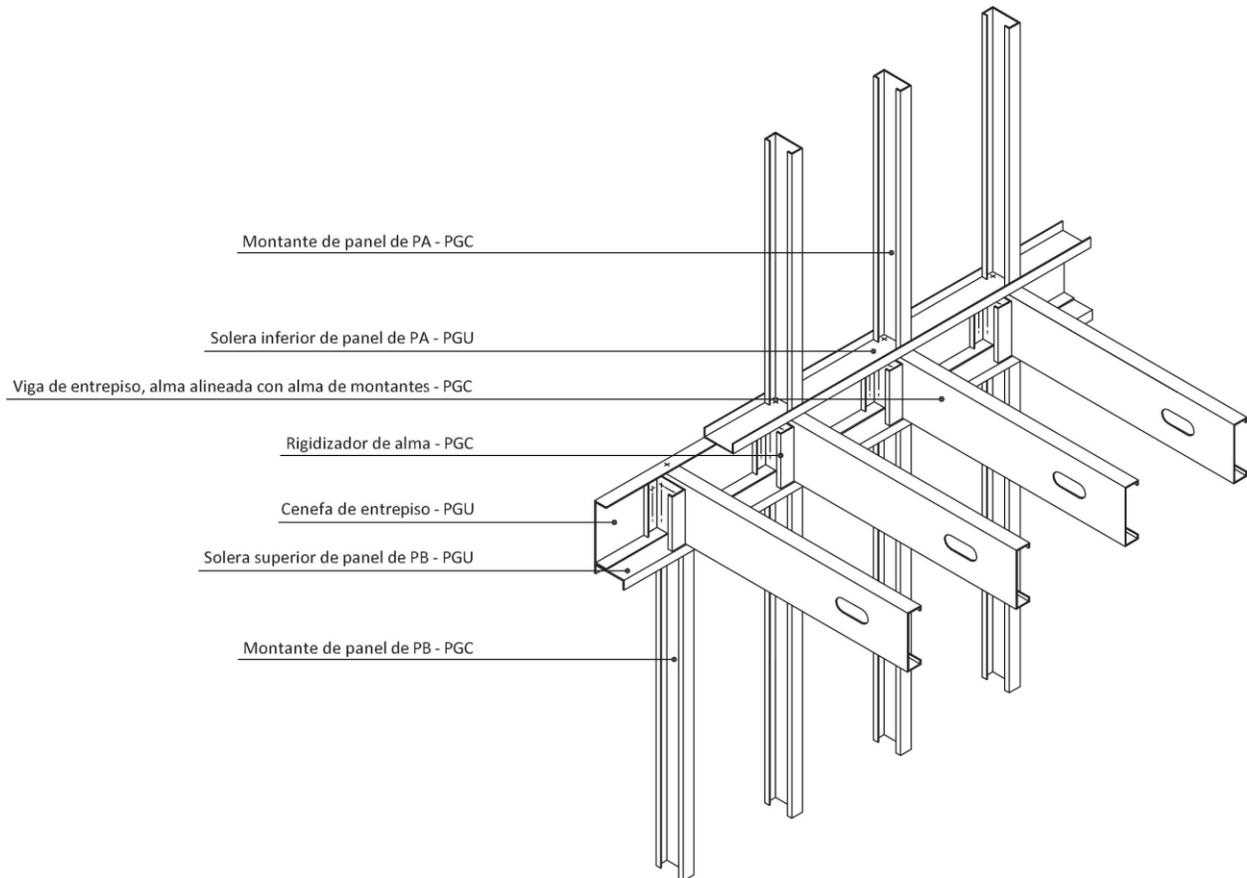
El diseño del panel (sus proporciones, aberturas etc.) condicionará la disposición de las cruces.

A continuación se muestran dos opciones de rigidización válidas para el mismo panel.



2.4 Entrepisos

Los entrepisos se conciben al igual que los muros, por medio de montantes, equidistantes y que coinciden con los de los muros, por lo que sus descargas son puntuales, esto en lo que a la estructura respecta.

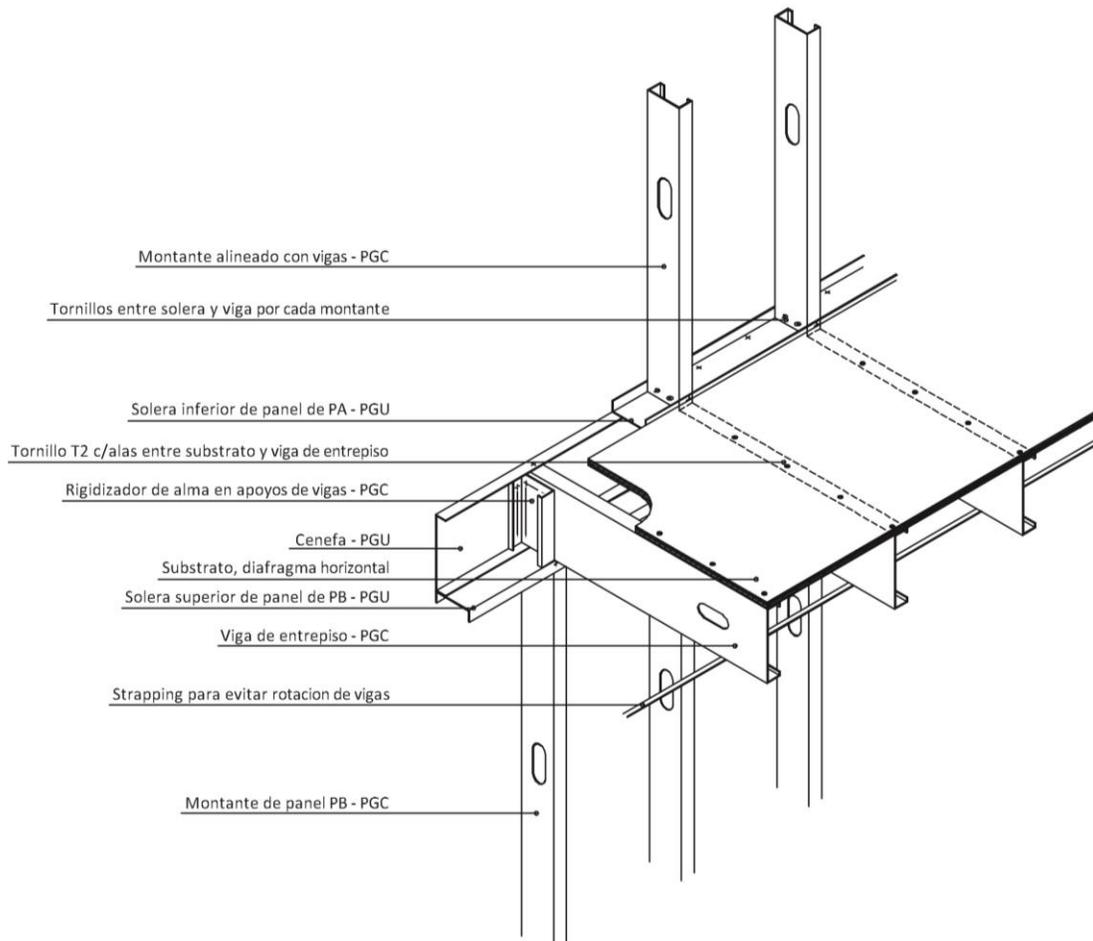


a. Entrepiso seco.

El entrepiso seco se denomina así por realizarse la rigidización con placas que se atornillan a las vigas de acero. Estas placas pueden ser multilaminados fenólicos, placas cementicias, placas celulósicas, entre otras. Estos componentes le proveen al entrepiso menor peso, esto es particularmente deseable en situaciones donde se desea construir un segundo piso y el peso de la construcción debe disminuirse. Otra característica de este tipo de entrepiso es que su ejecución es más rápida que los entrepisos húmedos.

Las placas de rigidización más utilizadas son multilaminados fenólicos de 25mm. En caso de un piso cuya terminación sea un cerámico, se deberá utilizar una placa cementicia, o celulósica, ambas permiten el pegado directo de los cerámicos.

En cuanto a la aislación acústica, de ser necesaria se deberá colocar bajo la placa utilizada, Poliéstireno Expandido o Lana de Vidrio.

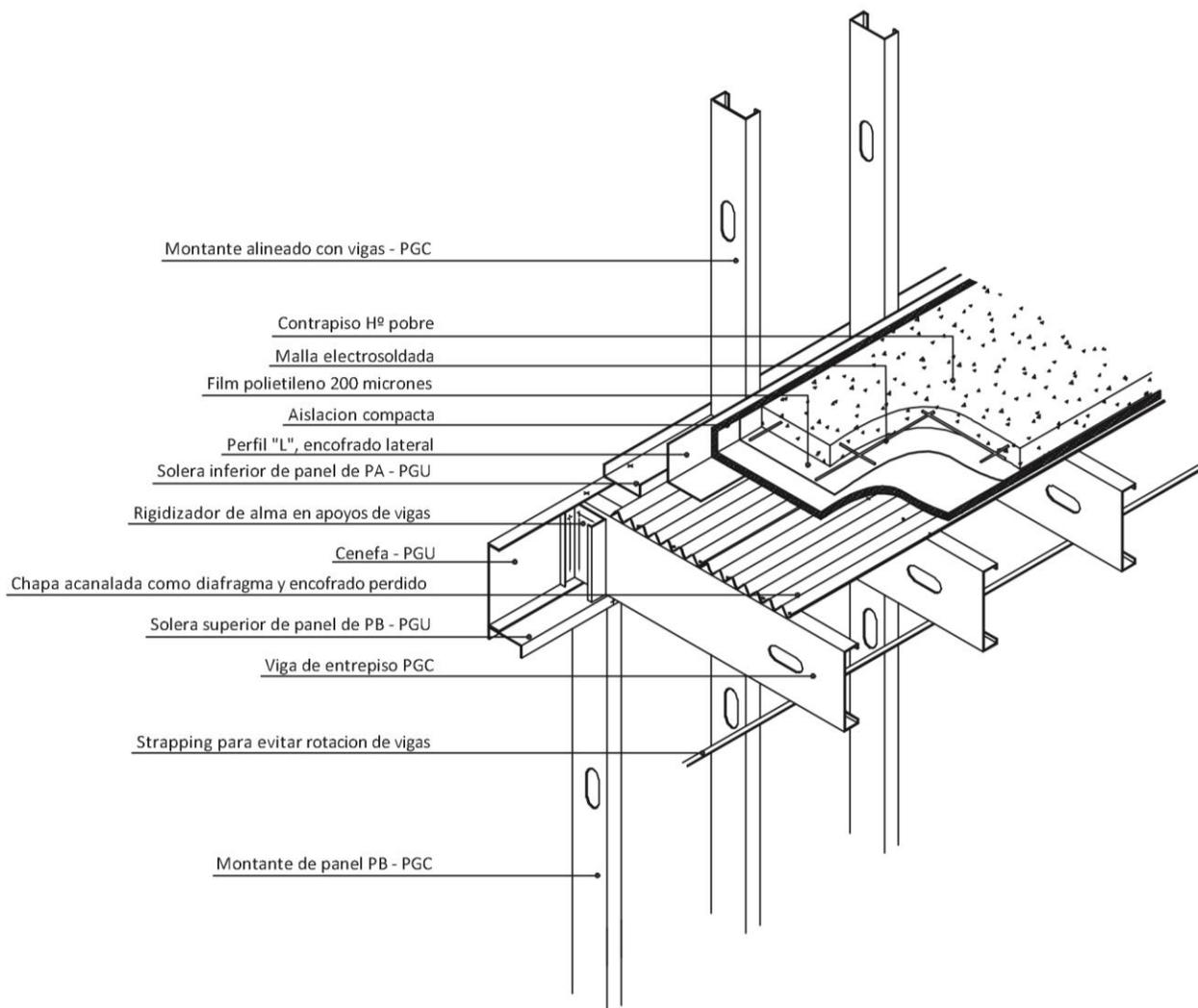


b. Entrepiso húmedo.

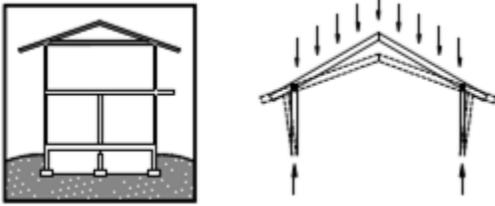
El entrepiso húmedo se denomina así por llevar una carpeta de hormigón.

Está conformado por una chapa acanalada que se atornilla a las vigas de acero. Esta funciona como diafragma de rigidización.

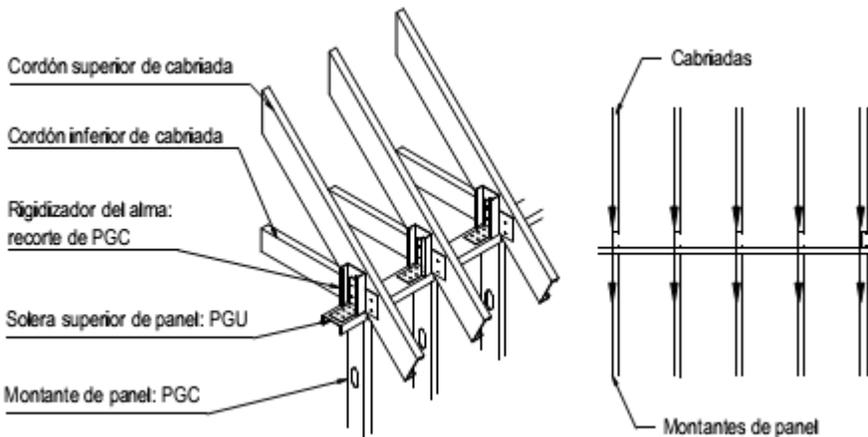
El contrapiso que forma la carpeta de hormigón, se realiza de entre 4 y 6 cm de espesor. Generalmente se coloca una malla electro soldada para evitar fisuras en el hormigón. Es una solución que se utiliza mucho en Uruguay apelando a la sensibilidad del cliente, puesto que disminuye el ruido por impacto del entrepiso seco y por esto es más aceptado que el entrepiso seco. De todos modos para aislar acústicamente se utiliza entre la chapa y el contrapiso una capa de aislación de Poliestireno Expandido o Lana de Vidrio.



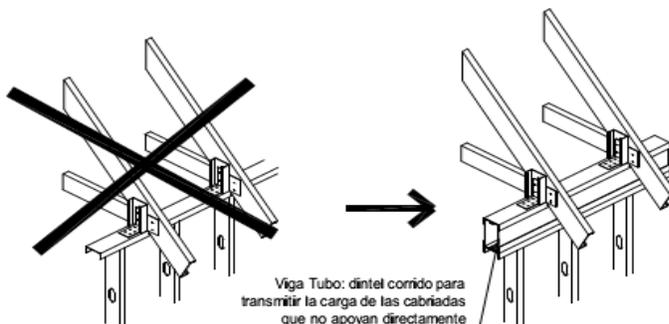
2.5 Techos



Como en todo el resto de la estructura en Steel Framing, el concepto principal es el de dividir la estructura de techos en muchos elementos estructurales de forma equidistante de manera que estos resistan una fracción de la carga total. Estos elementos estructurales que conforman el techo son de acero galvanizado, generalmente en espesores de entre 0,85 mm y 1,6 mm.



En la estructura, los perfiles que componen el techo se alinean perfectamente con los montantes de los paneles, para que las cargas se transmitan de forma axial. En el supuesto de que la estructura de los techos no pudiese coincidir con la de los montantes, se deberá colocar una viga a modo de dintel que logre transmitir las cargas a los perfiles que no se encuentren alineados.

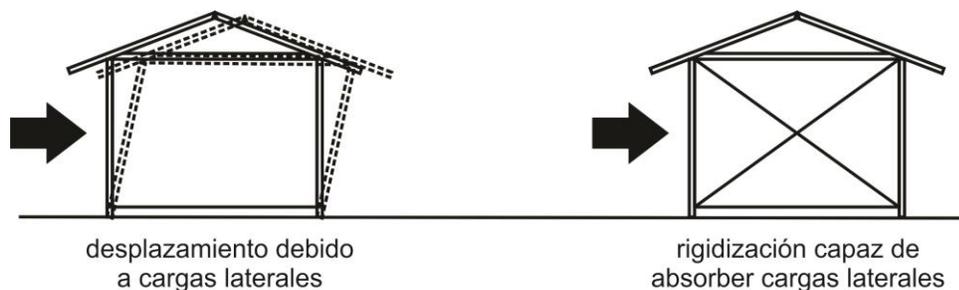


a. Rigidización.

Las fuerzas que deben resistir los techos son por acción del viento y el propio peso del techo, para ello se utilizan elementos rigidizadores que se obtienen mediante:

- Arriostramiento Longitudinal
- Diafragma de Rigidización

Por sus características geométricas, las cerchas, no se deformaran al recibir cargas laterales en la dirección de su plano.



El vínculo de estas cerchas con los paneles es por medio de nudos no rígidos, estas cargas harán que toda la estructura se desplace en dirección de las cargas. Para ello, los paneles en que se apoyan las cerchas, deberán estar vinculados a paneles rigidizados, con la misma dirección de las cargas de la cercha para poder absorberlas.

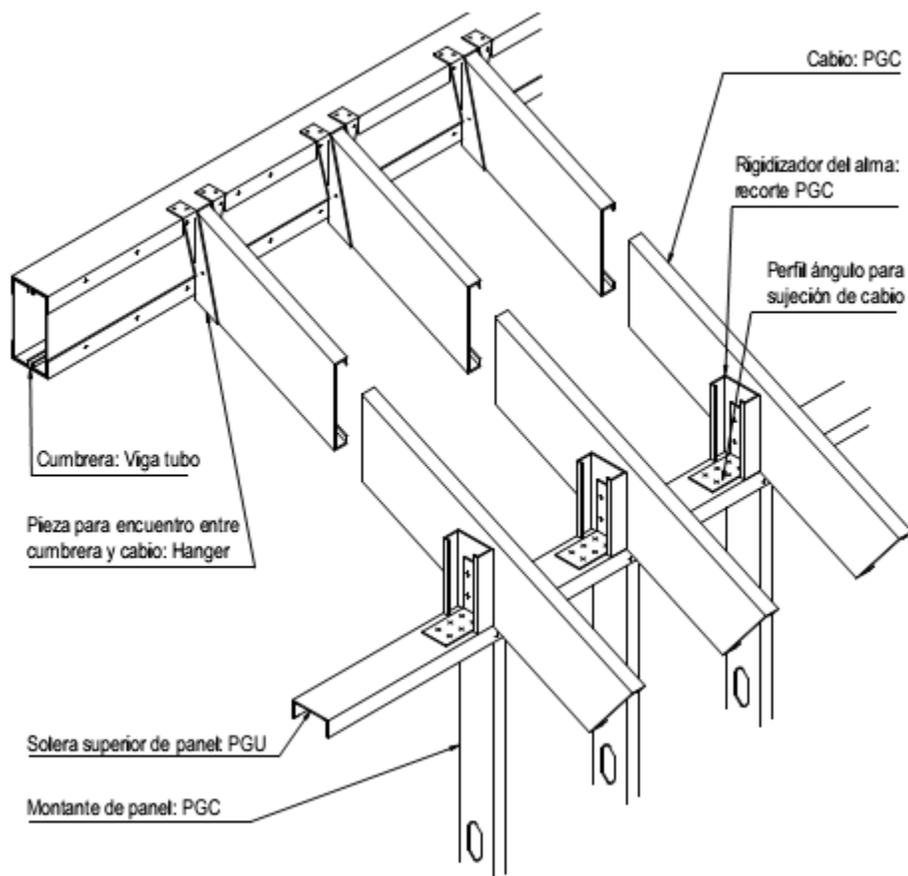
En el caso de cargas laterales, es decir, cargas perpendiculares a su plano, se deberá colocar un elemento rigidizador que las vincule entre sí, impidiendo las deformaciones y desplazamientos del techo en el caso en que las cerchas tiendan a rotar sobre su eje por sobre sus puntos de apoyo. Los elementos rigidizadores, estarán colocados en un plano, paralelo a las cargas, pudiendo utilizarse Cruces de San Andrés y arriostramiento transversal a la cercha, o Placas estructurales a modo de Diafragma de Rigidización.

b. Cabios.

Los cabios de Acero son perfiles C que funcionan como vigas, apoyándose en ambos extremos. En caso de no existir apoyo en ambos extremos se deberá recurrir a una viga tubo de cumbrera.



Sujeción de cabios a la cumbrera.



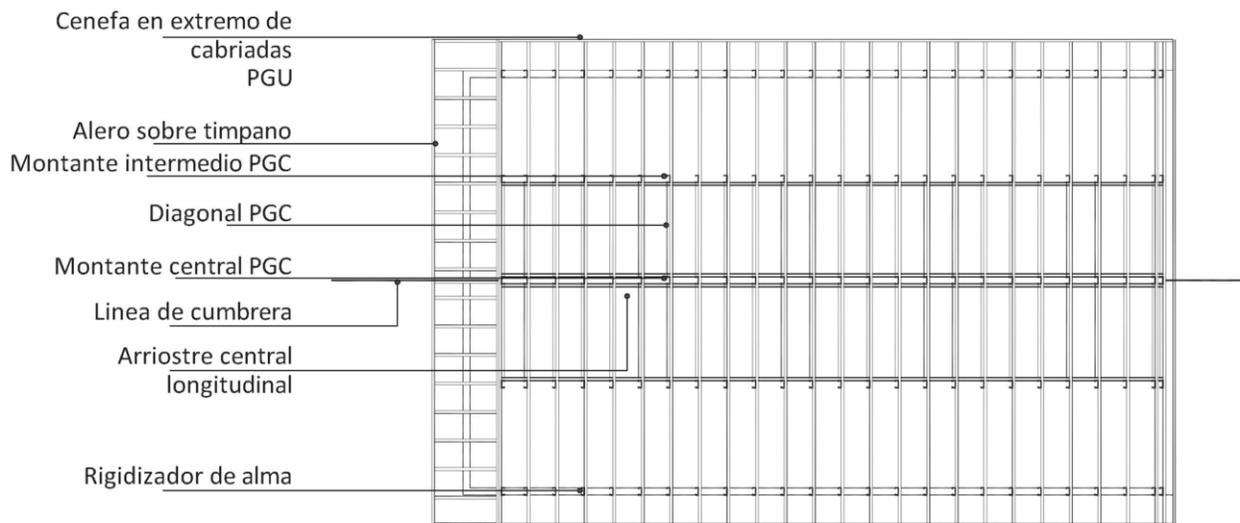
c. Cabriadas.

Las cabriadas de Acero, es la metodología más utilizada en nuestro país, en sistema de techos en Acero. Esto es por su rápida y sencilla colocación, ya que son construidas en taller, y colocadas en obra. Permiten cubrir grandes luces sin la necesidad de apoyos intermedios.

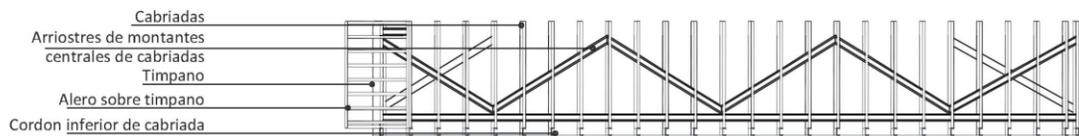
d. Elementos de la estructura de Techos.

- Planta de Techos con Cabriadas

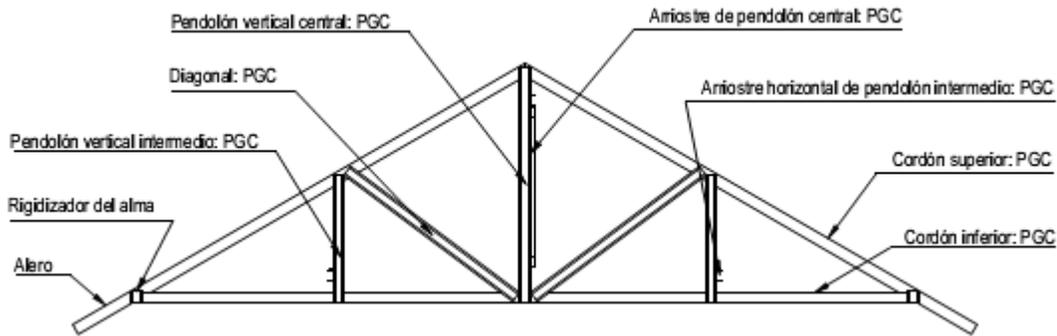
Planta de estructura de Cabriadas



Vista lateral de estructura de cabriadas

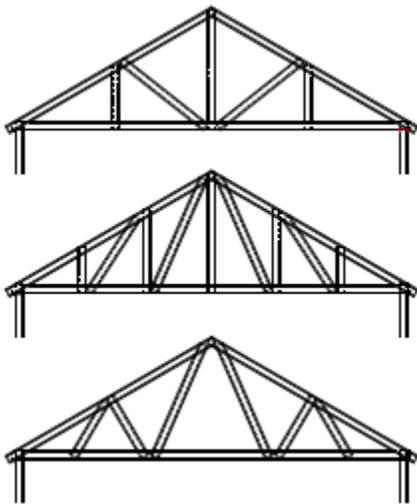


e. Piezas que conforman una Cabriada.

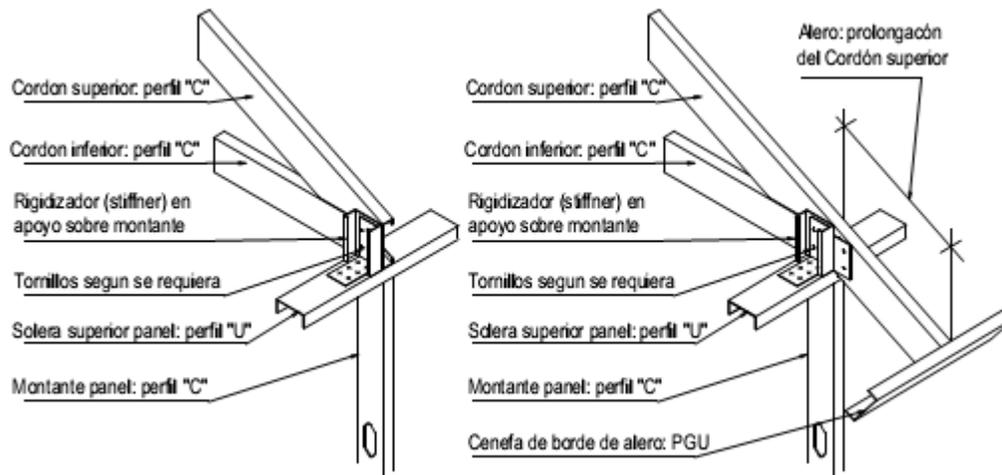


f. Encuentros y Apoyos para Cabriadas.

Los labios de perfiles, tanto de los cordones superiores como de los inferiores se colocarán hacia el mismo lado. Los pendolones deberán unir a los cordones de la cabriada por el alma, así como también las diagonales; de modo que los labios quedan dispuestos hacia el otro lado. Estas cabriadas, deberán coincidir con los montantes para su apoyo y descargas, cumpliendo con la alineación antes descrita.



Existen dos tipos de terminaciones de la cabriada y el panel del muro. Una es cuando ésta termina al ras y la otra cuando el cordón superior se extiende para generar un alero.



g. Fijaciones.

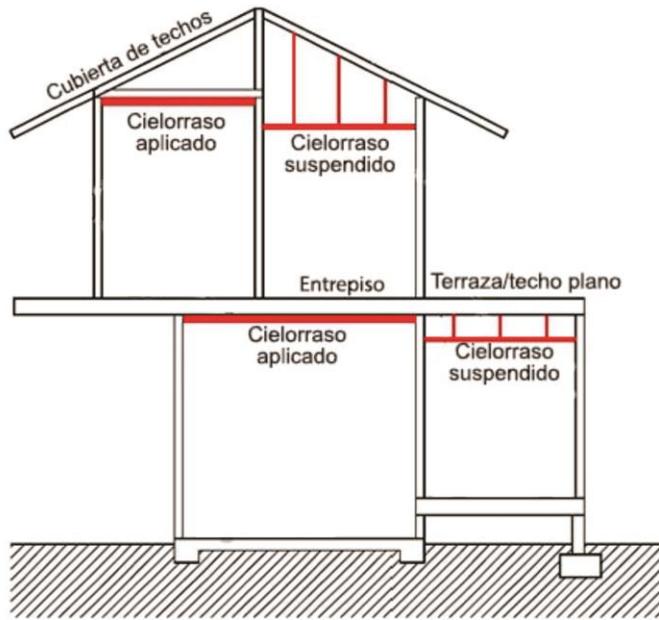
La unión de las piezas en la cabriada, es mayormente mediante tornillos auto perforantes, al igual que entre la cabriada y su apoyo. En la vinculación entre la cabriada y el apoyo se usa un perfil L de acero galvanizado, y tornillos.

h. Cielorraso.

Los cielorrasos son muy utilizados básicamente bajo la cubierta superior inclinada en Steel Framing y debajo de los entresijos como terminación.

En el caso de las cubiertas superiores, se debe de tener en cuenta la aislación sobre el cielo raso.

Los materiales utilizados usualmente son placas de roca de yeso, y posee cualidades en cuanto al aislamiento acústico y térmico. Estos cielos rasos permiten obtener superficies lisas para luego la aplicación de pinturas. A su vez colaboran con la rapidez en su colocación en obra, y la facilidad en la colocación de las instalaciones por sobre las mismas.



i. Aislación.

Por ser la cubierta el área de mayor pérdida y ganancia de calor, se debe tener especial cuidado en su aislación.

En el caso de los cielorrasos horizontales, permiten espacios de circulación de aire que contribuyen con la ventilación. Igualmente deberá aislarse, por ser un espacio interior no acondicionado.

Lo más utilizado es rollos de lana de vidrios apoyados sobre el cordón inferior de la cercha.

En el caso de cubiertas inclinadas sin cielorraso, la aislación deberá colocarse sobre la estructura, donde se utiliza principalmente Poliestireno expandido de alta densidad de 4 cm.

2.6 Montaje

a. Proceso constructivo de la estructura

El montaje de la estructura en steel framing puede realizarse de diversas formas, teniendo cada una de ellas características diferentes en cuanto a proyecto, costos, tiempo de obra, personal en obra y/o taller. Las más frecuentes son:

b. Montaje realizado en taller

En esta modalidad los obreros reciben en el taller los perfiles (ya cortados o no) y los atornillan según el proyecto, formando los paneles que requiere la obra. Luego los mismos son transportados hasta el terreno donde se instalarán sobre la fundación. La principal ventaja de esta modalidad es que permite trabajar durante la duración del armado de paneles en un sitio cerrado, y el clima deja de ser un factor influyente en la duración de la obra. El montaje en taller suele brindar a los obreros mejores condiciones de trabajo, ya que es más frecuente contar con equipamiento necesario para poder cortar y atornillar los perfiles de manera correcta.

c. Montaje realizado en obra

En el montaje en obra los perfiles se reciben a pie de obra (cortado o no) y los obreros arman los paneles acostados sobre el terreno según el proyecto. Cuando todos los paneles están terminados se puede comenzar el proceso de instalación sobre la fundación. Este sistema es usado frecuentemente en la construcción de obras exentas y de pequeñas dimensiones (ej. viviendas). También es frecuente su uso para autoconstrucción ya que no implica contar con un taller. En general se considera una modalidad desventajosa en relación con la anterior. En este caso el clima es un factor importante, ya que no se puede estar armando los paneles bajo la

lluvia, ni es recomendable dejarlos sobre el pasto humedeciéndose por periodos largos. El trabajo en obra suele ser más inexacto e incómodo que el trabajo realizado en taller.

d. Montaje de paneles prefabricados

Hoy en día ya se puede encontrar en Uruguay empresas que trabajan bajo esta modalidad. Las mismas suelen contar con un software al cual se le ingresa el anteproyecto, y éste elabora el proyecto ejecutivo con los planos de paneles correspondientes. Luego una máquina vinculada al software corta los perfiles, identificándolos y marcándolos en los puntos que van atornillados. Estas empresas ofrecen generalmente entregar los perfiles en distintos paquetes correspondientes a cada muro con su plano de armado, o entregar los paneles ya armados a pie de obra.

Esta modalidad puede considerarse un paso más en la evolución del steel framing por dos motivos:

- 1- reduce el error humano al momento de realizar el proyecto ejecutivo
- 2- reduce la inexactitud de los cortes de perfiles e indica el lugar exacto donde se debe atornillar
- 3-la forma en la que viene presentado cada grupo de paneles resulta muy sencilla de interpretar para el obrero
- 4- La posibilidad de entregarlo ya ensamblado es un paso en la industrialización del proceso constructivo, ya que permite la especialización de obreros, reduciendo costos y errores en obra.

3. Steel Framing en Uruguay

Este sistema constructivo se encuentra en Uruguay desde la década de 1990. Llega impulsada por la construcción de grandes superficies de locales comerciales como fueron los shoppings durante esa época.

El desarrollo de la tecnología no ha sido fácil, la inevitable comparación de los clientes con la arquitectura tradicional de nuestro país, hace que se vea al Steel Framing como una construcción endeble, tanto por su materialidad, como por su aislamiento acústico. Estos mitos han costado que el steel framing como opción para programas domésticos haya tomado casi veinte años en popularizarse. Principalmente se aprecia un incremento de su uso hacia el este de nuestro país en viviendas de veraneo y barrios privados.

El mercado uruguayo de la construcción en seco se ha ido desarrollando de a poco convirtiendo al steel framing en una alternativa rentable. En la actualidad existen institutos que realizan cursos de formación de instaladores, proporcionando la mano de obra necesaria para la implementación de esta tecnología, así como también hay varios proveedores con los cuales se puede contar para adquirir la tecnología. Esto ha propiciado su utilización por parte de jóvenes que desean adquirir su primera vivienda o pequeños inversores, que mediante la autoconstrucción, se ven atraídos por su facilidad de montaje y reducido costo.

Varios estudios de arquitectura en Montevideo se han especializado en la proyección con steel framing demostrando la capacidad que se ha adquirido en el medio local de poder realizar cualquier tipo de obra, sin importar el diseño que se deseé. La popularización de esta tecnología se atribuye a una serie de causas entre ellas el aumento de los laudos en la construcción tradicional, lo que vuelve al Steel Framing, por su rápida ejecución, una opción

atractiva. La mejora en la mano de obra calificada y la disponibilidad de la misma también han contribuido a su popularización.

De todos modos, el mercado local aún presenta carencias, no existe una normativa para este sistema constructivo (ni para la fabricación de perfiles, ni para su montaje), lo que permite la informalidad y la construcción fuera de las normas establecidas por los manuales internacionales perjudicando de este modo al sistema y a las empresas que se encuentran abocadas a la tarea de imponer esta opción en nuestro medio. En setiembre de 2014 se fundó el IUCOSE Instituto Uruguayo de la Construcción en Seco. El mismo está conformado por profesionales y comerciantes del rubro e incluye entre sus objetivos la normalización del steel framing en el mercado uruguayo. El cumplimiento de ese objetivo garantizaría a los consumidores y a los técnicos la posibilidad de contar con productos de calidad en todas las etapas de la construcción con steel framing.

3.1 Steel framing vs. Construcción tradicional

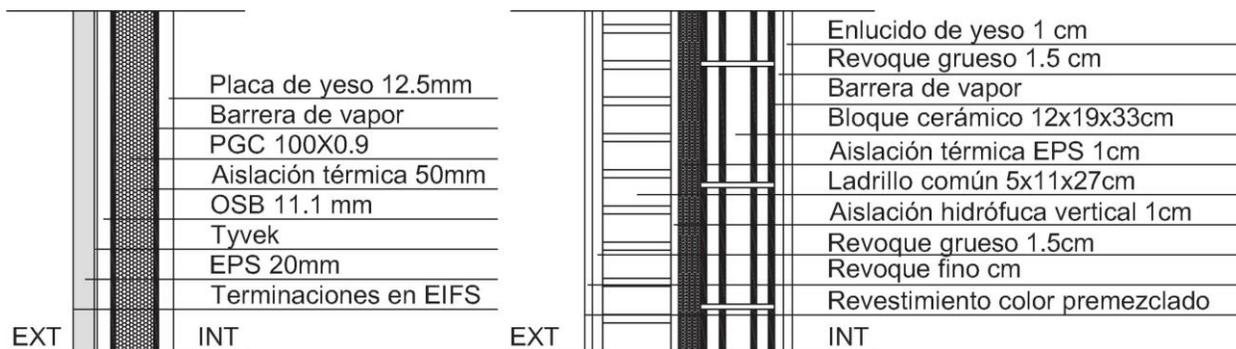
Para comparar el sistema steel framing con la construcción tradicional en Uruguay tomamos como ejemplo una vivienda con fundación platea y cubierta plana, considerando los dos muros que se describen a continuación:

a. Muro de Steel framing:

Terminación interior de placa de yeso, estructura de paneles galvanizados, aislación térmica de lana de vidrio, placas OSB como rigidizador, barrera impermeable, polietileno expandido y basecoat como terminación exterior.

b. Muro tradicional:

Muro doble con ladrillo hueco y macizo, revocado con aislación térmica de polietileno expandido entre los mampuestos, y yeso interior.



c. Tiempo de obra

Considerando un equipo de cuatro operarios los tiempos de construcción para cada vivienda serán:

- Tradicional: 6 meses (1,7 jornales/m²)
- Steel framing: 2 meses (0,6 jornales/m²)

d. Costo

-Según la Arq. Ana Cristina Rainusso en su publicación mensual “Costos de componentes de Obras”

El coto de obra para construcción tradicional es de \$29080 (1210 dólares el m²) que se reparten porcentualmente en los distintos rubros de la siguiente forma:

Mano de Obra.....	30,24%
Leyes Sociales.....	22,66%
Materiales.....	35,81%
Beneficios de Empresa.....	11,29%

-Steel framing: entre 800 y 1100 dólares el m² en modalidad de contrato llave en mano (según precios ofrecidos). Si el armado de paneles se realiza en taller no aplican las leyes sociales de la Construcción, sino de la Industria, cuyos aportes son significativamente menores.

e. Superficie útil

- En la construcción tradicional el muro doble considerado posee 30 cm de espesor. Esto invade hacia el interior 14 cm en relación al muro de steel framing, reduciendo la superficie útil resultante.

-El muro considerado de Steel framing tiene un espesor de 16 cm (libera el 46% del área ocupada por muro tradicional)

f. Transmitancia térmica

Para los muros ejemplificados realizamos el cálculo de transmitancia térmica según la norma UNIT-ISO 6946:2007. En la normativa municipal de Montevideo sobre edificios destinados a vivienda, se exige un máximo admisible de 0,85 W/m²K. Ambos muros cumplen con la normativa:

-Tradicional: 0,66 W/m²K

-Steel framing: 0,41 W/m²K

(Ver anexo 4 “Cálculo de transmitancia térmica de cerramientos verticales”)

Sin embargo el muro de steel framing muestra mayor eficiencia térmica.

3.2 Vinculación de Steel Framing con tecnologías tradicionales.

En Uruguay hay una fuerte presencia de construcción tradicional (mampostería y estructura de hormigón armado realizado de forma no industrializada), si bien, cada vez se observan más casos de nuevas tecnologías aplicadas incluso a los programas más conservadores como la vivienda. El requerimiento de reformas o ampliaciones realizadas en steel framing en construcciones de mampostería es muy frecuente en nuestro medio.

En las áreas urbanas de alto costo el m² de terreno se están realizando ampliaciones sobre la azotea de viviendas unifamiliares o edificios residenciales, obteniendo un nivel superior de steel framing. La decisión de combinar estas tecnologías se basa en el bajo peso estructural que el steel framing aporta, la rapidez de ejecución (factor fundamental en edificaciones en uso) y como ya se ha mencionado: factores económicos y de confort.

Como veremos a continuación, también hay elecciones basadas en preferencias puramente estéticas, vinculadas a la idiosincrasia local, que caracterizan al steel framing en Uruguay.

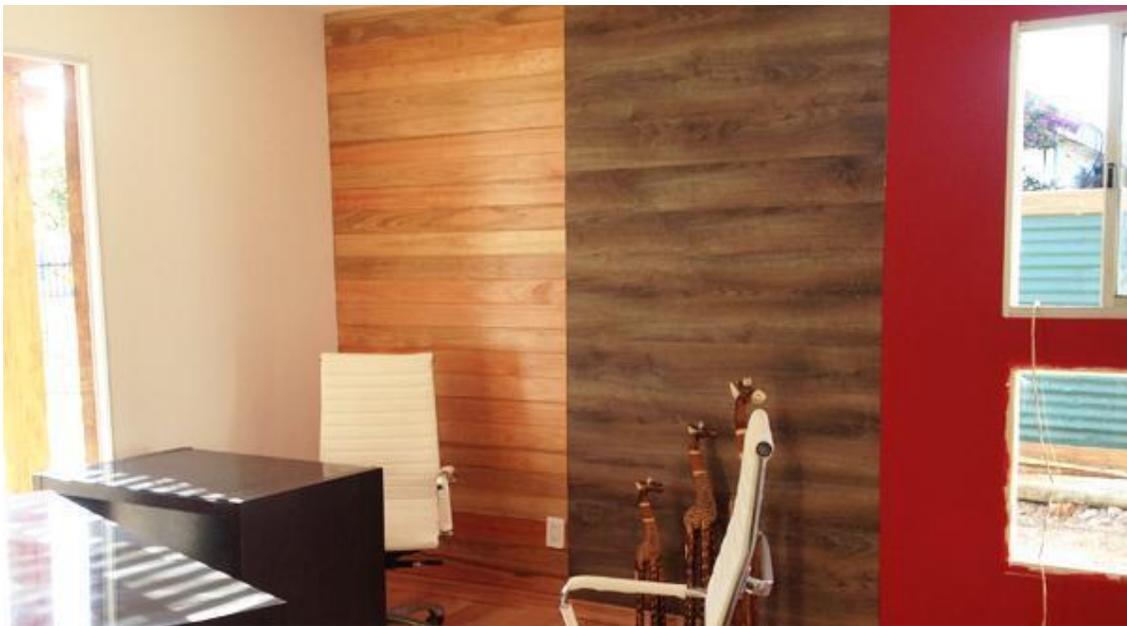
a. Madera como componente tradicional de steel framing

La madera es un material de uso tradicional en el steel framing, su utilización incluye:

- Diafragma de rigidización, ya que tanto las placas de Multilaminados Fenólicos, como las placas OSB están compuestas por madera.
- En terminaciones interiores como reemplazo de las placas de yeso según si el cliente así lo solicita.
- En exteriores, en Siding de madera.
- En entresijos, donde también se utilizan como diafragma de rigidización placas de Multilaminados Fenólicos, o placas OSB.



Madera que compone el diafragma de rigidización.



Terminación interior de muros en Madera.



Terminación Exterior en madera en forma de listones.



En entrepisos antes de colocar la terminación final.

b. Madera como variante en estructura y terminación

La madera en los sistemas de construcción tradicional en Uruguay, es utilizada como elemento estructural y de terminación para pisos y cubiertas livianas principalmente. También otro uso preponderante es en escaleras. En Steel Framing, el uso es el mismo que en la construcción tradicional, las variantes que se pueden ver son similares.

Entrepiso en madera



Cubierta liviana en Madera.

Una opción muy solicitada en nuestro país es la realización de la cubierta en madera. Para el diseño de la misma, se deben tener una serie de consideraciones:

En cuanto a los tirantes de madera, estos poseen mayor peso propio, por lo que los montantes deberán soportar mayores cargas, esto cambiará sustancialmente el costo de la obra, sobre todo en estructuras que superen un solo nivel, puesto que estas cargas deberán ser conducidas a los cimientos soportadas por la continuación de los montantes de todos los niveles.

En el caso de que existan muros que se desee que continúen hasta la estructura en madera, se podrá solucionar de dos maneras. Una colocando una viga dintel debajo de los tirantes para poder amurar este muro a los tirantes. Y la otra será continuar los muros hasta el nivel de la

terminación de la cubierta, colocando dos tirantes a ambos lados de los montantes del muro. Ésta última solución generará mayores cargas por el peso propio de los tirantes, sobre los montantes de los muros laterales, los cuales deberán ser recalculados para soportarlas.



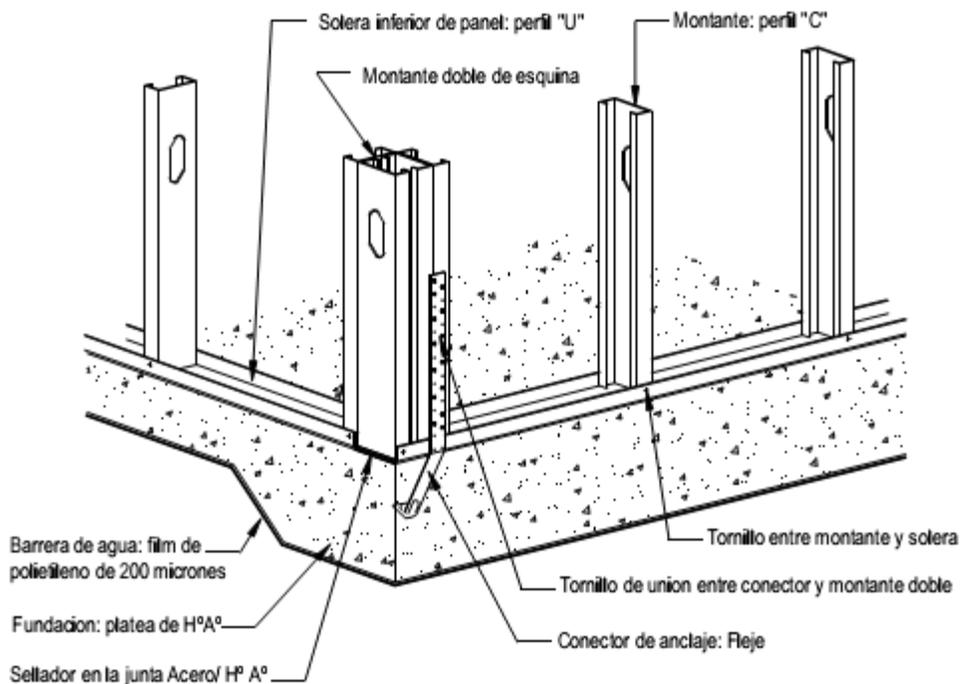
c. Cerramiento vertical de steel framing sobre fundación de hormigón armado

La platea de hormigón armado es la fundación más usada en nuestro país para la construcción con steel framing. La forma en que la estructura de steel framing puede vincularse a la platea es a través de anclajes (como ya se mencionó previamente). A continuación abordaremos los dos tipos principales de anclajes en relación al uso que se les da en Uruguay:

-Anclajes colocados antes del fraguado del hormigón

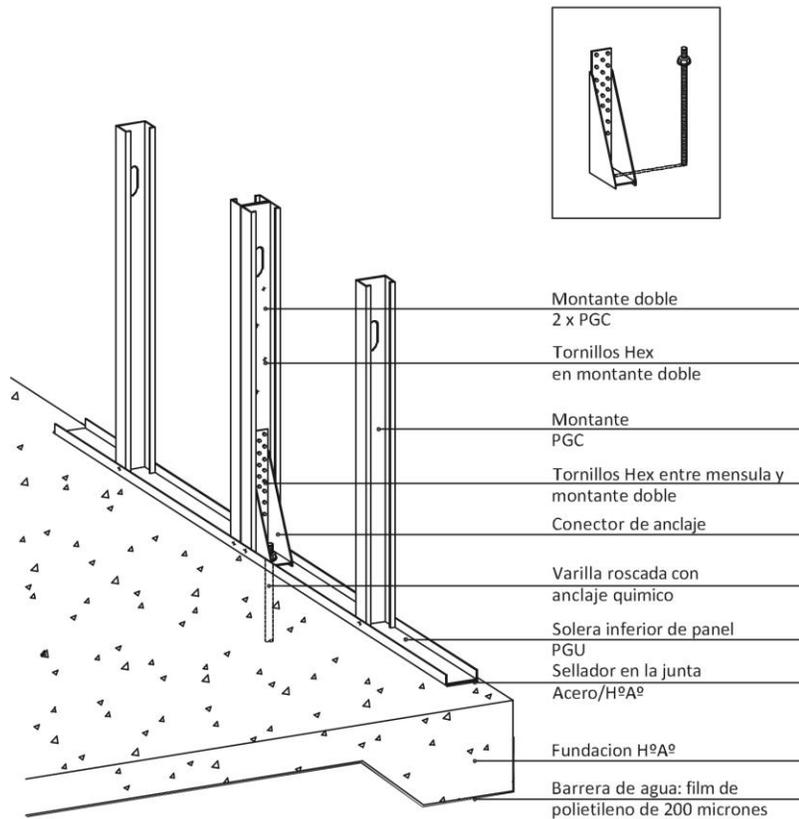
El fleje funciona como conector de anclaje, se deja fijado al encofrado y con un extremo suelto que será fijado luego a los perfiles de steel framing. Este tipo de anclajes condiciona la

ubicación que tendrán los cerramientos. Por este motivo se suele preferir el otro método de anclaje ya que permite mayor flexibilidad al momento de fijar definitivamente la estructura a la fundación.



-Anclajes colocados luego del fraguado del hormigón

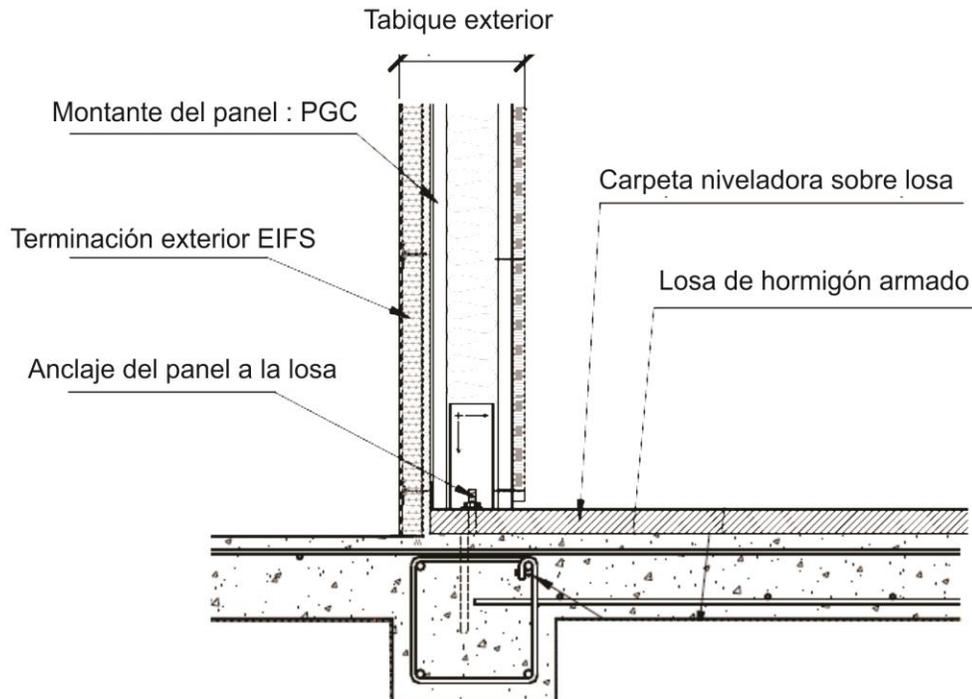
Este es el método más utilizado en Uruguay, consiste en una varilla roscada fijada con Epoxi. Este tipo de anclaje se coloca con una ménsula de anclaje previamente atornillada al montante del panel. Se realiza una perforación en el hormigón, se inyecta con Epoxi, y finalmente se inserta la varilla roscada.



d. Cerramiento vertical de steel framing sobre losa de hormigón armado

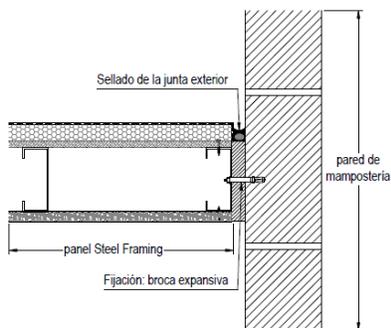
Esta situación se encuentra comúnmente en Uruguay cuando se desea construir un nivel más sobre una edificación existente de construcción tradicional. Presenta similares características a los cerramientos verticales de steel framing sobre plateas de hormigón. Aunque en este caso no se puede contar con anclajes colocados previamente al fraguado del hormigón.

Se deberá realizar un contrapiso de hormigón pobre, y una carpeta de nivelación. Sobre esta última irán anclados los perfiles. Los paneles que sean portantes (sobre los que descargara el techo) se ubican preferentemente alineados con las vigas de hormigón armado. El tipo de anclaje a utilizar es el de varilla roscada con Epoxi, de forma igual a como se describió para el caso anterior.



e. Cerramiento vertical de steel framing unido a muro de mampostería

Para recostar un muro de steel framing contra un muro de mampostería se recomienda revocar una faja del ancho del panel para alisar la superficie del muro que quedara en contacto con el perfil. Se fija con una broca expansiva y se coloca silicona para sellar el lado exterior.

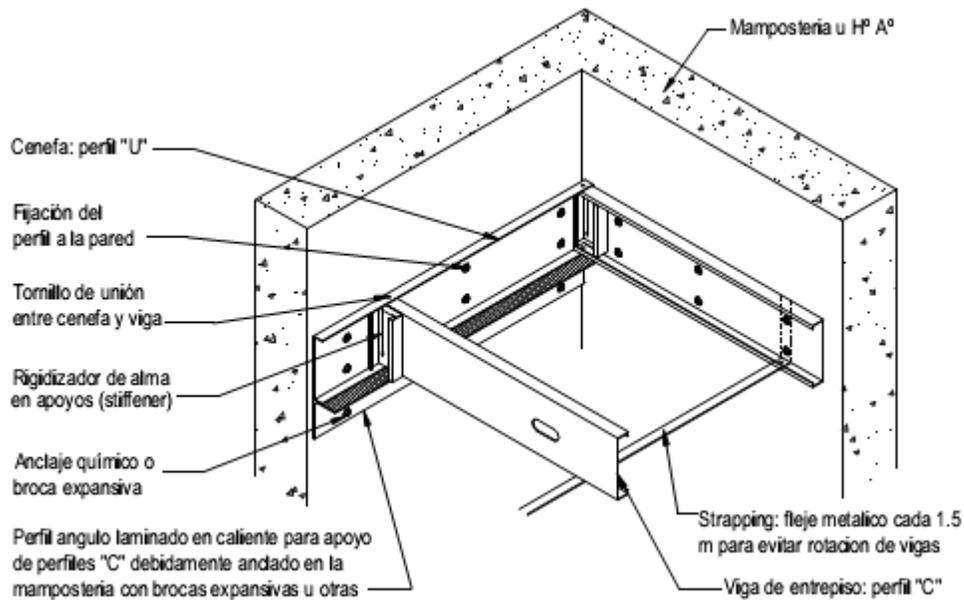


f. Entrepiso de steel framing sobre muro de mampostería u hormigón armado

Al momento de diseñar un entrepiso de steel framing vinculado a un muro de mampostería u hormigón armado existen dos opciones:

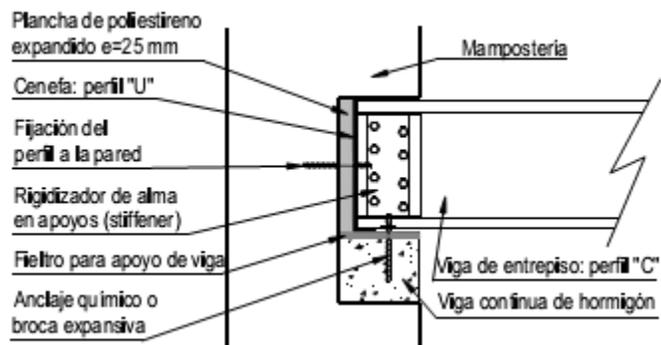
Apoyado sobre perfil ángulo

El entrepiso se apoya en un perfil en ángulo amurado al muro de mampostería mediante brocas expansivas.



Empotrado en el muro

Los perfiles de steel framing se insertan en una reducción realizada al muro, quedando apoyados sobre una pequeña viga de hormigón. Los perfiles irán anclados a la viga mediante anclaje químico (Epoxi) o broca expansiva.



4. Obras realizadas en Uruguay

Las siguientes imágenes corresponden a obras realizadas por la empresa uruguaya Steel framing .com.uy

a. Steel Framing.

Vivienda de 200 m² en Colonia (zona rural) construida en su totalidad con steel framing. La misma se distribuye en dos dormitorios, dos baños, cocina living comedor, oficina, despensa, galería techada con parrillero y cochera con espacio para dos autos. Todas las aberturas cuentan con vidrio doble, persianas en monoblock, e instalación de losa radiante por agua.



b. Ampliación.

El segundo ejemplo es la ampliación de una vivienda en El Pinar. La ampliación constituye la segunda planta de la vivienda, es de 80 m², e incluye 3 dormitorios, dos baños y un vestidor. Esta revestida en ladrillo, piedra y madera, la combinación de estos materiales en colores cálidos respeta la estética original de la vivienda. Se colocó un calentador solar en la azotea y losa radiante en la construcción.



5. Conclusiones

De acuerdo a lo desarrollado en este trabajo, creemos que el sistema steel framing en comparación con la construcción tradicional ofrece ventajas y desventajas para su utilización en Uruguay. En gran medida esto dependerá del tipo de programa que se desea realizar, la ubicación, el grado de complejidad, etc. pero algunas características son comunes a todo tipo de casos. Las ventajas, como ya se ha desarrollado a lo largo de este informe, abarcan aspectos ambientales, de ejecución, costos y terminaciones. Las desventajas se vinculan a la mano de obra y a los conceptos previos de los posibles consumidores.

A diferencia de la construcción tradicional es un sistema ecológico ya que su principal componente, el acero, puede ser reutilizado. Este aspecto debería ser especialmente valorado por la industria de la construcción, ya que existe una tendencia y una toma de conciencia en la actualidad, que ha llevado al consumo de estos recursos con posibilidad de reutilización.

La reducción de costos, vinculada a la suba de los laudos de la construcción es otro aspecto atractivo del steel framing. El menor tiempo de ejecución afecta directamente a uno de los principales costos de una obra, los aportes sociales. Si además consideramos la variación que el costo del yeso ha tenido en los últimos quince años debido a su popularidad, es tentador proyectar que como toda tecnología en crecimiento, los costos del steel framing en nuestro país continúen bajando.

La rapidez del montaje siempre es un factor positivo, pero si además consideramos que el sistema permite acopiar paneles, y así reducir aún más el tiempo de obra, notamos que es un sistema muy adecuado para cooperativas de vivienda de ayuda mutua. Ya que el ritmo de trabajo de las mismas suele ser muy lento y realizado por personas que no siempre están físicamente preparadas para el gran esfuerzo físico que implica la construcción tradicional. Esto

también es aplicable a proyectos de autoconstrucción guiada como por ej. el Plan Lote de la Intendencia de Montevideo.

La calidad de las terminaciones suele ser superior a las de la construcción tradicional, debido a que los componentes del steel framing, como las placas cementicias, los paneles de yeso, etc. son productos industrializados que cubren grandes superficies. Esto reduce el error humano notablemente.

Desde el punto de vista del arquitecto el steel framing facilita la dirección de obra ya que en todas las etapas los componentes están a la vista.

A lo largo de este trabajo buscamos no solo comparar el steel framing con la construcción tradicional, sino también analizar los casos en que ambas tecnologías pueden combinarse. Sobre este punto destacamos especialmente el uso de steel framing para reformas y ampliaciones, especialmente en el segundo nivel de construcciones existentes. Con el uso de esta tecnología se pueden lograr proyectos interesantes sin comprometer la estructura, e interfiriendo mínimamente con los usuarios en el caso de construcciones habitadas.

En cuanto a las desventajas, concluimos que aún es difícil en Uruguay encontrar mano de obra capacitada, especialmente en el interior del país. Sí bien el público en general acepta y reconoce el confort que esta tecnología brinda, continúa existiendo una pequeña dosis de prejuicio de parte de la población en relación a la durabilidad de este tipo de construcciones. Probablemente este aspecto resulte perjudicial a la hora de intentar vender una vivienda de este tipo.

Por otro lado no todos los técnicos cuentan con el conocimiento necesario para realizar un

proyecto ejecutivo en steel framing. Esto lleva a realizar improvisaciones en obra, que no se resuelven bien, porque la carpintería metálica, sus encuentros, los espesores de las placas, y demás detalles constructivos, deben estar contemplados antes de comenzar el proceso de montaje. Esto sería aplicable a la construcción con todo tipo de tecnologías, pero observamos que en la construcción tradicional, hay en general mayores posibilidades de corregir detalles sin necesidad de ir hacia atrás en el proceso, que en el caso del steel framing.

Por todo lo expresado anteriormente consideramos que el steel framing tiene grandes posibilidades de continuar creciendo en popularidad en Uruguay, especialmente en su uso para viviendas o reformas. También que la creación del IUCOSE (Instituto Uruguayo de la Construcción en Seco) es un gran paso, y esperamos pueda cumplir con los objetivos que se propone, ya que beneficiaría tanto a comerciantes como a consumidores finales y técnicos.

6. Bibliografía

"Steel Framing: Arquitectura" Arlene Maria Sarmanho Freitas, Renata Cristina Moraes de Crasto; editado por Instituto latinoamericano del fierro y el acero ILAFA, Santiago de Chile, 2007.

"Manual de Ingeniería de Steel Framing" Roberto G.C. Dannemann; ILAFA, Santiago de Chile 2007.

"Manual de procedimiento, Construcción con steel framing" equipo técnico de Consulsteel, Argentina.

"Introducción al sistema constructivo Steel Framing" Arq. Alejandra Nuñez Berté, INCOSE.

"Procesos Constructivos - Sistema Steel Framing" Cremaschi, Marsili, Saenz, Universidad de la Plata, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, 2013.

Steel Framing. Proyectos [En línea]. <<http://steelframing.com.uy/proyectos-constructivos-steel-framing/>>.

[consulta: 25 de Enero 2015].

Consulsteel. [En línea]. <www.consulsteel.com>.

[consulta: 25 de Enero 2015].

Durlock. Documentación. [En línea]. <<http://www.durlock.com/documentacion/>>.

[consulta: 25 de Noviembre 2014].

Steel Framing Uruguay. Sistema Steel Framing. [En línea].

<<http://www.steel framinguruguay.com/sistema-steel-framing.html>>.

[consulta: 16 Noviembre 2014].

Seco House. Construir Casas Prefabricadas. [En línea].

<<http://www.secohouse.com.uy/construcciones/construir-casas-prefabricadas/>>.

[consulta: 20 Octubre 2014].

INCOSE. Documentación Técnica. [En línea]. <<http://www.incose.org.ar/documentacion-tecnica.html>>.

[consulta: 20 Octubre 2014].

Steel Framing Industry Association. [En línea]. <<http://www.steel framingassociation.org/>>.

[consulta: 05 Diciembre 2014].

Steel Framing Argentina. Steel Framing. [En línea]. <<http://steel framingargentina.com/>>.

[consulta: 20 Enero 2015].

7. Anexos

ANEXO 1

Entrevista. Diario EL PAÍS. Construcción en yeso, más rápida y barata, desafía a los ladrillos.

[En línea]. <http://historico.elpais.com.uy/suplemento/empresario/construccion-en-yeso-mas-rapida-y-barata-desafia-a-los-ladrillos/elempre_660595_120831.html>.

[consulta: 21 septiembre 2014].

Construcción en yeso, más rápida y barata, desafía a los ladrillos.

Aunque la mayoría aún se decanta por la opción tradicional, algunos uruguayos ya optan por esta alternativa, sobre todo parejas jóvenes o extranjeros que construyen en el este

POR DIEGO FERREIRA | dferreira@elpais.com.uy

El techo propio es uno de los sueños recurrentes que desvelan al uruguayo promedio. Usualmente, en su cabeza, la casa es la síntesis perfecta de varillas, hierros, kilos de mezcla, cientos de ladrillos y una planchada adornada con tejas. Aunque ese hogar en el imaginario colectivo no cambió su aspecto, cada vez son más los que se animan a romper con la tradición para optar por construir «en seco». Esto es, con vigas metálicas de acero galvanizado, paredes armadas con placas cementicias por fuera, lana de vidrio como aislante y placa de yeso por dentro.

Esta técnica, conocida como steel framing (construcción sobre esqueleto de acero galvanizado) que nació en EE.UU. hace varias décadas, se ha expandido en Uruguay en los últimos años acompañando el auge que vive la construcción. Obras de este tipo se pueden ver en

Montevideo, barrios privados de Ciudad de la Costa, la zona de La Barra de Punta del Este y en balnearios de Rocha. Las parejas jóvenes que buscan una solución económica y rápida para construir su casa, y los extranjeros que residen en Uruguay están impulsando la demanda de este sistema.

El uso de yeso en la construcción se difundió en el mercado local a partir de la década de 1990, con el desarrollo de grandes proyectos como los shoppings; la tendencia se expandió además a locales comerciales, oficinas y luego a la vivienda. El sistema se basa en materiales premoldeados -cementicia, siding, entre otras terminaciones- que forran el esqueleto de acero galvanizado. El núcleo del tabique lo constituyen los panes de lana de vidrio u otros aislantes. En el interior se emplea yeso o madera, de acuerdo al gusto del propietario.

La técnica se viene perfeccionando desde su propio origen, hace unos 80 años. «Antes estaba la máquina de escribir, ahora está la computadora. Esto es lo mismo», comparó Javier Cristino, titular de la empresa que lleva su nombre.

Quienes se dedican a este sistema aseguran que la gran ventaja que aporta es la rapidez de todo el proceso, ya que reduce un 40% los tiempos de la obra en relación a la construcción con mezcla.

En ese sentido, Líber Trindade, director de la empresa Casa Abierta, señaló que «En 45 días, dos meses, puedes tener una casa pronta contra seis o siete meses (del sistema tradicional), que también depende del clima».

Otro diferencial hace al gasto de energía. Cada placa, fabricada con lana de vidrio o lana mineral, está armada para facilitar la aislación acústica y la conservación del calor. Según los expertos, se calcula que este sistema reporta una ganancia térmica cuatro veces mayor que una casa de material ya que las aberturas cuentan con vidrios acondicionados para reducir la transferencia de calor.

También destaca que la obra en yeso es más limpia, no desperdicia materia prima -las placas se adecuan a las necesidades de espacio de cada cliente- y no requiere de maquinaria pesada; los paneles se montan a los perfiles de acero mediante el ajuste de tornillos.

A la hora de hacer números de la inversión que supone construir una casa, las empresas de construcción en yeso aseguran que existe una diferencia variable de algunos miles de dólares, a favor del steel framing.

En Master Home, otra firma del ramo, el precio del metro cuadrado de yeso asciende a US\$ 1.300 contra los US\$ 1.800 del concreto, afirmó Miguel Suárez, uno de los constructores que trabajan en esa firma. La web de la empresa sostiene que «el costo de las construcciones realizadas con steel framing es un 30% más económico que las construcciones tradicionales».

Si bien el jornal es más elevado, como el sistema en yeso demanda no más de cinco operarios, menos mano de obra que el tradicional, la inversión final se abarata.

Un técnico que se desempeña en esta categoría puede ganar unos \$ 2.000 por día, una cifra que supera largamente los \$ 900 que percibe un oficial de albañilería.

«El costo de la hora hombre es igual o más alto que hace un tiempo atrás; en este caso al ser un sistema bastante industrializado -es decir los materiales llegan casi prontos para ser colocados- el plazo (de trabajo) es menor y el uso de mano de obra es menor, lo que induce a un costo más bajo», resaltó Damián Britos, director de Steel Framing Uruguay.

SALTAR EL MURO

El interés por la construcción en yeso ha despertado la inquietud de varios emprendedores. Pese a este impulso, las empresas no encuentran siempre suficiente mano de obra capacitada para atender los proyectos que llegan.

En general, quienes se dedican a la construcción en seco son empresas medianas aunque también hay pintores y carpinteros que ven esto como un complemento de su actividad

principal, contó Trindade, quien además enseña en el Centro de Capacitación Técnica (Cecatec).

Del curso de interiorismo en yeso, iniciado en 2003 y que consta de ocho clases de tres horas, ya egresaron 500 alumnos. El mes pasado, las clases de steel framing congregaron a otras 20 personas.

El objetivo es aprender el oficio para trabajar localmente, aprovechando la alta demanda de viviendas. Sin embargo, esto no siempre fue así. Durante la crisis de 2002, muchos trabajadores se formaron para emigrar y poder insertarse laboralmente en otros mercados.

Suárez trabajó 15 años en EE.UU. en dos etapas; cuando estalló la crisis de 2008 en aquel país, consideró que era tiempo de regresar definitivamente. Cristino, en tanto, trabajó seis años en España, antes de retornar para abrir su empresa.

Los tiempos también inciden en la sustentabilidad del sector. El sistema tradicional da «seis meses de laburo y con este son dos y ya entregué una casa», admitió Trindade. Para subsistir «tenés que entender que a largo plazo tu objetivo es el posicionamiento, ser referente y no comer hoy y los próximos seis meses», planteó.

Por otra parte, el gran desafío de la categoría es superar la barrera cultural que hace que los que van a construir lo hagan a la vieja usanza, afirmó Britos. La tradición pesa, más allá de que el sistema se aplica con éxito desde hace años en EE.UU. y Europa. Todavía «a los uruguayos nos cuesta salir del ladrillo, por más que salga más caro», concluyó Cristino.

Los propietarios temen que «se escuche todo»

Las firmas constructoras no ven al steel framing como un rival directo. Ese sistema «está enfocado a viviendas de poca altura y nuestra empresa apunta a edificios de cierta altura», explicó Francisco Striewe, del departamento técnico de Campiglia Construcciones. El técnico opinó que el uso del yeso crece aunque no se ha dado un «salto» cuantitativo. Aún se cree que

con el yeso «se va a escuchar todo», afirmación que ha quedado obsoleta, agregó. El arquitecto Ernesto Kimelman, uno de los desarrolladores del WTC, dijo que el uso de yeso empezó con grandes proyectos en 1990 y resaltó sus bondades, siempre que se respeten las exigencias de armado.

ANEXO 2

Entrevista. Barbieri. Steel Framing en Uruguay.

[En línea]. <<http://blog.adbarbieri.com/2012/09/26/steel-framing-en-uruguay/>>.

[consulta: 21 septiembre 2014].

Steel Framing en Uruguay

Esta semana hemos hablado con Federico Cal, Country Manager de USG Uruguay y nos ha redactado una interesante nota, donde nos explica la evolución en Uruguay del sistema Steel Framing y de la necesidad de una normativa y control.

Editorial La potencia sin control no sirve de nada USG URUGUAY Set 2012

STEEL FRAMING en URUGUAY

“La potencia sin control no sirve de nada”

En 1994, Young & Rubicam, plasmo este que ponemos como título, como slogan en su campana de Pirelli. Sabia frase que aplica a un sinfín de rubros, y que aplica sobre los procesos de gestión, o dirección, cualquiera sea la actividad.

Un vehículo potente, con un gran piloto, pero con una mala base de agarre a la pista, es pasible de vuelco.

Potencia de un sistema constructivo, es potencial desarrollo de “algo”, posibilidad futura, oportunidad latente, herramientas en la mano para hacerlo, que ya tenemos (y que no estamos utilizando adecuadamente); pero que a su vez nos está diciendo, hagámoslo con sus reglas y

siguiendo los procedimientos correctos, utilizando las técnicas y conocimientos adecuados, pues estos, ya existen.

Si no lo hacemos, volcaremos.

Hoy, casi a fines de 2012, consideramos es el momento para hacer esta “alerta” en Uruguay.

Estamos a tiempo.

A prácticamente 10 años de las primeras y tímidas construcciones iniciales en el sistema constructivo Steel Framing en Uruguay, este noble sistema ha tomado volúmenes históricos y con curvas exponenciales en su volumen de aplicación en la construcción en nuestro país.

Los números los muestran..., en Uruguay, prácticamente dos viviendas de cada cien, ya se construyen en Steel Framing.

Solo basta hacer una resta para darse cuenta cual es el potencial de desarrollo por delante; sin dejar de mirar el vaso lleno, que lo que ya tenemos, es mucho.

Solo podríamos nombrar algunas pocas causas de porque se ha dado este crecimiento y darnos cuenta del por qué ha sido así su evolución:

§ El sistema se ha vuelto viable económicamente. La suba de los laudos de la mano de obra en la construcción tradicional en los últimos tiempos, sumado a la competitividad de los materiales del sistema en los últimos años son las causas fundamentales. Hoy una placa de Yeso ya no vale veinte dólares como valía en 1998, hoy vale la mitad.

§ El tiempo vale hoy más que antes, y es el parámetro principal para las empresas que construyen y necesitan ganar competitividad en sus ofertas. Si logramos un producto de mayor performance térmica, húmedica y acústica, y además lo producimos en tres meses y no en ocho, queda claro cuál es la opción: Steel Framing.

§ *El mundo hoy es más chico. La posibilidad de acceder a la información técnica cualquiera sea esta, conocer experiencias de otros países, viajar y ver; nos ha vuelto parte de un mismo universo en las posibilidades de tener a mano lo que ya han utilizado otros desde hace décadas con éxito. Aplicable es este achicamiento del mundo a profesionales y al consumidor final.*

§ *La profesionalización de parte del mercado proveedor de insumos. Fabricantes y distribuidores.*

§ *El conocimiento, en ascenso, pero aún insuficiente, de arquitectos y otros decisores.*

§ *La búsqueda de la solución, de una manera rápida y eficiente, de satisfacer la necesidad básica de tener un techo. El Steel Framing lo permite, el ladrillo no (no rápido y eficientemente).*

Quizá, parezca poco inteligente generar una “alerta” de parte quienes tenemos intereses creados en que el sistema se desarrolle. Es probable, desde una perspectiva meramente comercial que así sea, o se lea al menos.

Pero desde nuestro lugar (que es muy chico), la distribución de insumos y servicios; lo tratamos de llevar de una manera responsable, aun con errores y aciertos, pero mirando mucho hacia adelante. Por dos razones, la primera y fundamental es que estamos convencidos de que lo que ofrecemos es la mejor opción para construir; la segunda, es que vivimos de esto.

Esta responsabilidad de “desarrollar sustentablemente” el sistema Steel Framing, es de fabricantes y distribuidores en parte, pero estos son solo una porción demasiado pequeña actuando en el conjunto de tomas de decisiones y reglas de juego, de cómo esta sociedad elije construir su vivienda en este caso.

La tendencia está clara, esta pista no tiene retorno, no lo hay. Los números sustentan esta afirmación.

Pues siendo así como es, quizá sea hora de que quienes construyen “la pista”, y nos referimos a organismos públicos (Intendencias y Ministerios), instituciones académicas, sindicatos, organismos legislativos, de contralor y de normalización, sepan visualizar cual es la tendencia.

Ellos son los principales responsables de generar el marco adecuado para que el producto final construido cumpla con los mínimos estándares de calidad. La información esta accesible a todos, las experiencias regionales y mundiales también. No hay excusas.

Esta tendencia, que enseguece, es necesario verla, sin burocracias, con visión amplia hacia el futuro, más allá de intereses corporativos del momento.

Quienes analizan antes, y después aprueban proyectos, quienes desarrollan políticas habitacionales, son responsables luego de controlar lo aprobado. Quien gestiona, genera normas y procederes, luego debe de hacer el seguimiento. Ni lo uno ni lo otro.

Hoy en Uruguay, no hay control de ningún organismo de lo poco que se ha homologado en el sistema. El Steel Framing y demás sistemas en seco han pasado a ser “la gallina de los huevos de oro” para el rubro de la construcción y quienes lo pueden ofrecer como producto opcional.

Cualquiera no siendo idóneo, construye hoy en Steel Framing, en muchos casos, no cumpliendo los estándares internacionales mínimos de construcción en este sistema.

No existe una normativa, como debemos hacerlo; y no existe control, porque no hay norma que controlar.

Estamos a tiempo.

USG Uruguay como principal actor en la distribución y asesoramiento técnico en el rubro y como vehículo en compartir los más de 100 años de desarrollo de conocimiento de USG en estos sistemas, Barbieri como líder en la fabricación de acero y desarrollo para el sistema en la región, Consul Steel como consultor y asesor, están trabajando todos los días en generar servicios y proveer de los elementos que permitan un “desarrollo sustentable” y sano del sistema constructivo.

Pero no alcanza con esto.

Ni alcanzara, si quienes debemos de estar atentos a cuáles son las tendencias constructivas en Uruguay, nos seguimos tapando el sol con un dedo.

Arq. Federico Cal

USG Uruguay.

Setiembre 2012.

ANEXO 3

Catálogo de Componentes metálicos según proveedor Barbieri, consultados 10 de octubre de 2014 con fecha de revisión del documento del 12 de noviembre de 2012.

Perfiles de acero galvanizados para uso en estructura portante de edificios.

Generalidades:

- a. *Definición: perfil conformado en frío producido mediante el pasaje de un fleje de acero galvanizado por inmersión en caliente a través de una conformadora continua de rodillos que produce en el mismo deformaciones permanentes. Sus formas y dimensiones varían de acuerdo con la función que cumple.*

Materia prima:

- a. *Acero galvanizado por inmersión en caliente. Responde al grado ZAR 250 de la Norma IRAM IAS U 500-214, equivalente al Grado 37 de la ASTM A653.*
 - i. *Composición química del acero en frío base.*

Elemento	Contenido (%)
Carbono	0,20 máx.
Manganeso	0,60 máx.
Fósforo	(1)
Azufre	0,040 máx.

(1) *El contenido de Fósforo es el suficiente para asegurar las propiedades.*

Podrán utilizarse otros grados de galvanizado a pedido del cliente.

ii. *Características mecánicas*

ZAR 250	Fluencia mínima (Mpa)	Resistencia a la tracción mínima (Mpa) (1)	Alargamiento a rotura (%)
	250	330	18

(1) A los efectos prácticos de utilización, 10MPa equivalen a 1kg/mm².

iii. *Aspecto superficial*

La chapa galvanizada presenta superficialmente una cristalización bien visible del zinc en forma de estrella, denominada flor. El crecimiento irrestricto de estos cristales durante su solidificación conduce a que tomen una orientación aleatoria y alcancen un tamaño final homogéneo, dando un aspecto uniforme a la totalidad de la superficie.

iv. *Recubrimiento*

1-Z275 (275 gr/m² de zinc en ambas caras, TST), equivalente a un espesor de 0,04 mm promedio como suma de ambas caras.

Perfiles con otros recubrimientos se podrán fabricar a pedido del cliente.

Medidas y tolerancias dimensionales de forma

a. *Espesor*

Espesor chapa base (mm)	Espesor de la chapa con recubrimiento (mm)	Recubrimiento según IRAM IAS U 500-43
0,7	0,74	Z 275
0,9	0,94	Z 275

1,25	1,29	Z 275
1,6	1,64	Z 275
2	2,04	Z 275
2,5	2,54	Z 275

(*) Disponible para exportación únicamente.

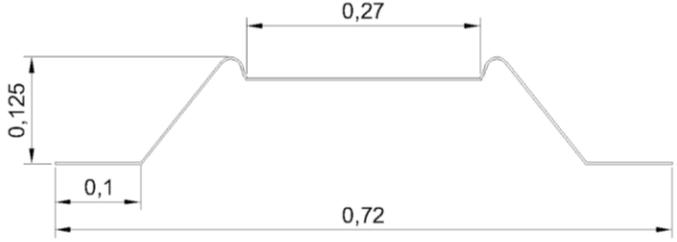
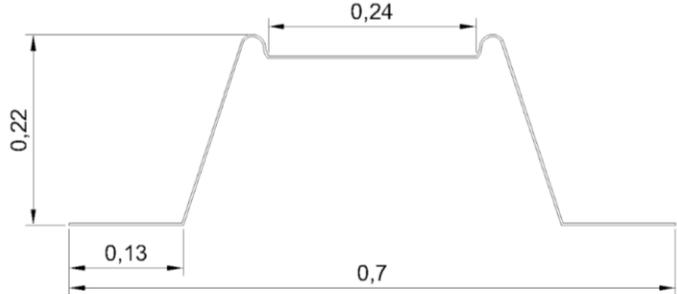
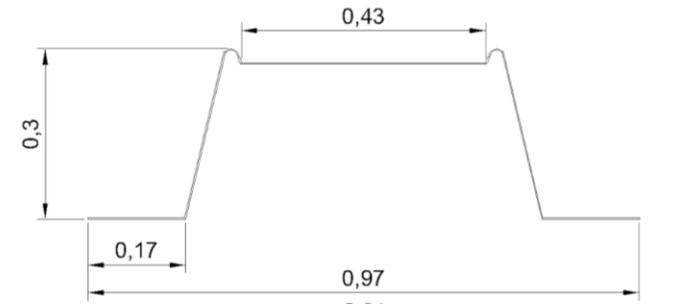
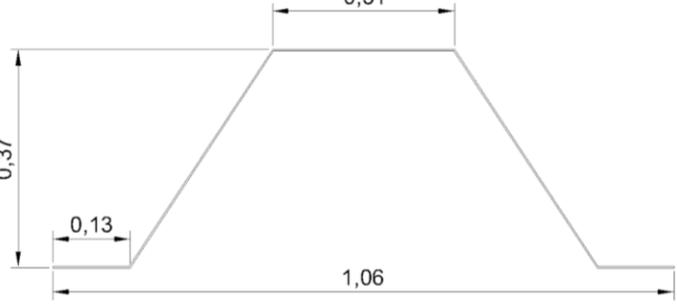
Espesor standard por producto (chapa base)

Denominación	0,7 mm	0,9 mm	1,25 mm	1,6 mm	2,0 mm	2,5 mm
PGO 12,5		x				
PGO 22		x				
PGO 30		x				
PGO 37	x	x	x			
PGU 70	x	x	x	x		
PGU 90	x	x	x	x	x	x
PGU 100	x	x	x	x	x	x
PGU 140		x	x	x	x	x
PGU 150		x	x	x	x	x
PGU 200	x	x	x	x	x	x
PGU 200		x	x	x	x	x
PGU 300		x	x	x	x	x
PGC 70	x	x	x	x		
PGC 90	x	x	x	x	x	x
PGC 100	x	x	x	x	x	x
PGC 140	x	x	x	x	x	x
PGC 150	x	x	x	x	x	x
PGC 200	x	x	x	x	x	x
PGC 250		x	x	x	x	x

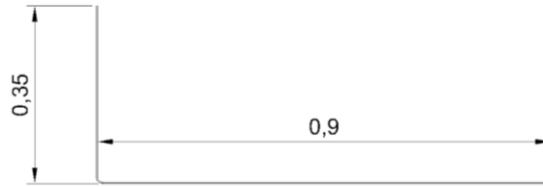
PGC 300		x	x	x	x	x
---------	--	---	---	---	---	---

Perfiles con otros espesores podrán ser fabricados a pedido del cliente.

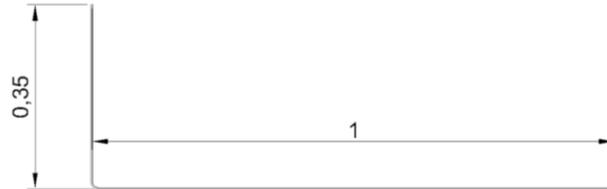
Las tolerancias en el espesor de los perfiles se muestran en la siguiente tabla:

PGO 12,5	
PGO 22	
PGO 30	
PGO 37	
PGU 70	

PGU 90



PGU 100



PGU 140



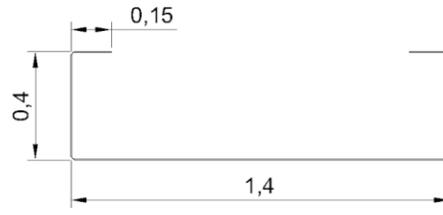
PGU 150



PGU 200



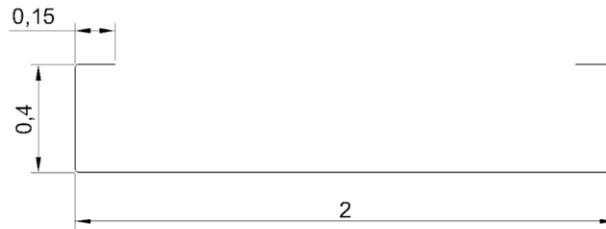
PGC 140



PGC 150



PGC 200

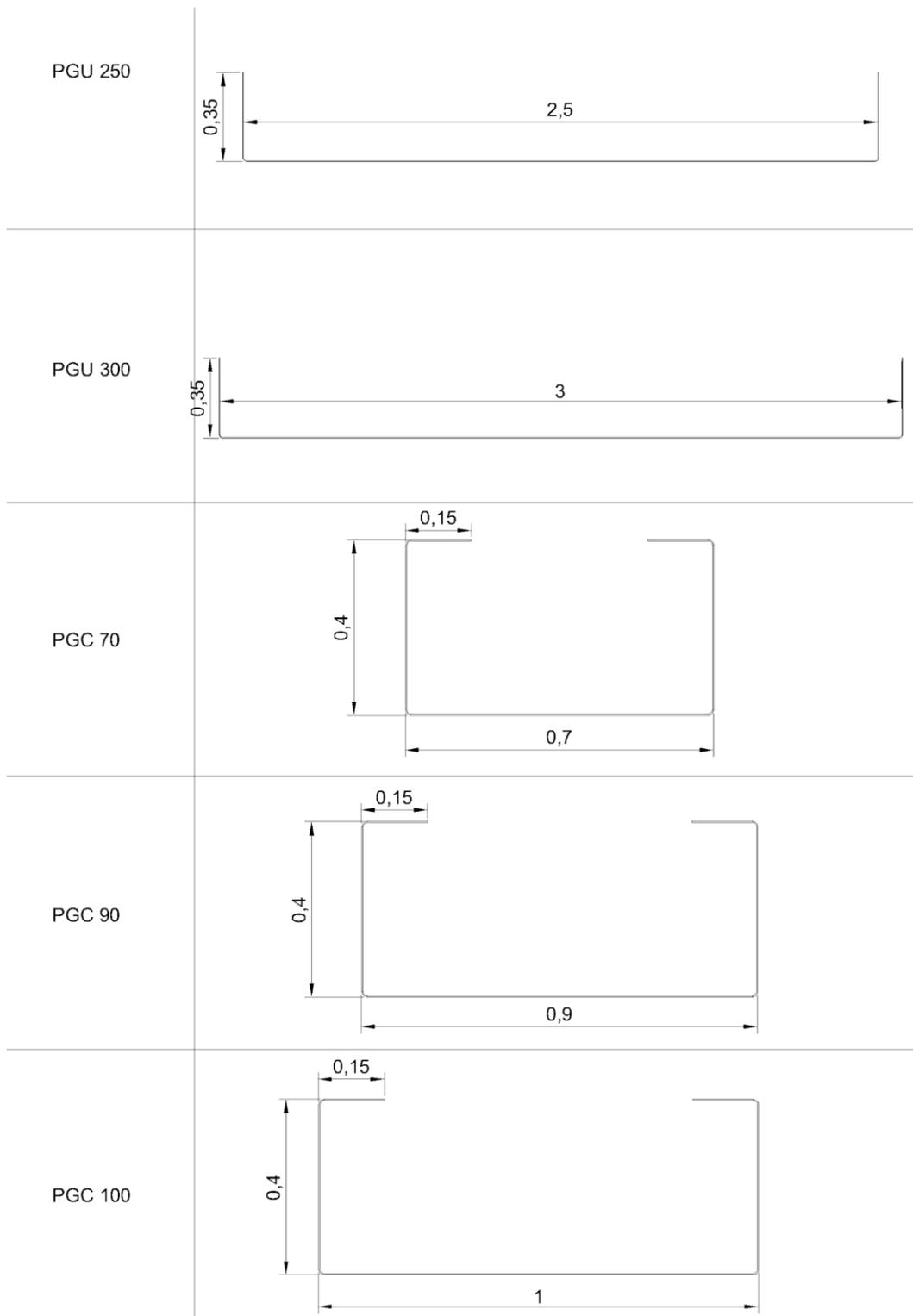


PGC 250



PGC 300





ANEXO 4

CALCULO COEFICIENTE TRANSMITANCIA TERMICA MURO DOBLE Método UNE EN 6946

DEFINIR TIPO

- FACHADA
 CUBIERTA
 SUELO
 BUHARILLA MUY PERMEABLE AL AIRE (Tejas sin tablero ni film de estanqueidad)
 BUHARDILLA RELATIVAMENTE ESTANCA AL AIRE (Con tablero o lamina de estanqueidad)
 BUHARDILLA MUY ESTANCA AL AIRE (Con tablero y lamina de estanqueidad)

CAPAS EXTERIORES

		Espesor (m)	Lambda (W/m-K)	R.Termica	m²K/W
1	AISLANTE/EPS I (9-10 kg/m3)	0,03		0,05	0,64
2	MORTERO/De 1900 kg/m3	0,03		1	0,03
3	FABRICA/Ladrillo macizo	0,11		0,87	0,13
4	FABRICA/Bloque hormigon hueco 1400kg/m3	0,19		0,56	0,34
5	MORTERO/De 1900 kg/m3	0,03		1	0,03
6		0		0	0,00
7				0	0,00
8				0	0,00 1,15

CAMARA DE AIRE

De 100 mm R.Termica 0,18
 NO Ventilada
 LIGERAMENTE ventilada
 MUY Ventilada

CAPAS INTERIORES

		Espesor (m)	Lambda (W/m-K)	R.Termica	m²K/W
1		0		0	0,00
2		0		0	0,00
3				0	0,00
4				0	0,00
5				0	0,00
6				0	0,00
7				0	0,00
8				0	0,00 0,00

RESULTADO

COEFICIENTE TRANSMISION TERMICA "U" **0,66** **W/m²K**

CALCULO COEFICIENTE TRANSMITANCIA TERMICA STEEL FRAMING
Método UNE EN 6946

DEFINIR TIPO

- FACHADA
- CUBIERTA
- SUELO
- BUHARILLA MUY PERMEABLE AL AIRE (Tejas sin tablero ni film de estanqueidad)
- BUHARDILLA RELATIVAMENTE ESTANCA AL AIRE (Con tablero o lamina de estanqueidad)
- BUHARDILLA MUY ESTANCA AL AIRE (Con tablero y lamina de estanqueidad)

CAPAS EXTERIORES

	Esesor (m)	Lambda (W/m-K)	R.Termica	m²K/W
1	AISLANTE/EPS I (9-10 kg/m3)	0,04	0,05	0,85
2	METAL/Acero	0	50	0,00
3	AISLANTE/Lana Roca LM-1 (>22 kg/m3)	0,05	0,05	1,11
4			0	0,00
5		0	0,9	0,00
6	MADERA/Aglomerados de 500 kg/m3	0,01	0,14	0,07
7			0	0,00
8			0	0,00
				2,03

CAMARA DE AIRE

De 100 mm R.Termica 0,18

NO Ventilada
 LIGERAMENTE ventilada
 MUY Ventilada

CAPAS INTERIORES

	Esesor (m)	Lambda (W/m-K)	R.Termica	m²K/W
1	YESO/Placa de carton-yeso	0,02	0,25	0,06
2		0	0	0,00
3			0	0,00
4			0	0,00
5			0	0,00
6			0	0,00
7			0	0,00
8			0	0,00
				0,06

RESULTADO

COEFICIENTE TRANSMISION TERMICA "U"

0,41

W/m²K