



ESCUELA DE TECNOLOGÍAS
TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIÓN Y DOMÓTICA

CONSTRUCCIÓN CON PERFILES METÁLICOS LIVIANOS

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos
para optar por el título de Tecnólogo en Construcción y Domótica

Profesor Guía
Richard Zurita

Autor
André Josafat Hidalgo Cárdenas

Año
2015

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

Richard Zurita

Ingeniero

1709328312

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

André Josafat Hidalgo Cárdenas

1709692014

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a ese tipo de amigos tan cercanos, que los llamo hermanos y a esos familiares tan solidarios, que los llamo amigos.

Amparito Hidalgo

Carolina Bucheli

David Hidalgo

Jahel Hidalgo

Miguel Vélez

Paul Ortega

DEDICATORIA

Para Sofia.

RESUMEN

Este Manual técnico presenta las características y beneficios de construir con perfiles metálicos livianos. Ofrece una guía paso a paso muy fácil de seguir de todo el proceso constructivo. Contiene un lenguaje fácil de seguir complementado con graficas muy detalladas que explican cada etapa del proceso.

ABSTRACT

This Handbook introduces the characteristics and benefits of metal framing construction. It offers a very easy step by step guide through the entire construction process. It is written in a simple easy to follow manner complemented by detailed graphics that explain every step of the process.

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
1.- Información general	2
1.1.- Sistema estructural liviano.....	3
1.2.- Beneficios del sistema.....	4
1.3.- Beneficios en los procesos.....	5
1.4.- Materiales del sistema estructural liviano	5
1.4.1.- Perfiles estructurales ILivianos.....	6
1.4.2.- Tornillos autoperforantes	7
1.4.3.- Sistemas de anclaje	8
1.4.4.- Materiales complementarios	9
1.5.- Conociendo los componentes de la estructura	12
1.6.- Glosario del capítulo 1.....	13
1.7.- Herramientas necesarias.....	13
1.7.1.- Herramientas para mediciones	14
1.7.2.- Herramientas para cortes.....	15
1.7.3.- Herramientas para ensamblaje y montaje.....	16
1.7.4.- Equipos de seguridad personal.....	17
1.8.- Adaptándose al sistema.....	18
1.9.- El proceso constructivo	19
1.10.- Consideraciones para el diseño	19
2.- Cimientos	21
2.1.- Cimientos.....	20
2.2.- Glosario del capítulo 2.....	20
2.3.- Lo Básico de la cimentación	22
2.3.1.- Suelos.....	22
2.3.2.- Dimensionamiento	22
2.3.3.- Hormigón	22
2.3.4.- Refuerzos.....	23
2.3.5.- Barrera de humedad	23
2.4.- Tipos de cimientos	23
2.4.1.- Cimientos flotantes.....	24

2.4.2.- Cimientos superficiales	24
2.4.3.- Losa de cimentación monolítica	25
2.4.4.- Muro zápata	25
2.5.- Anclajes embebidos	26
2.6.- Tipos de anclajes	27
2.6.1.- Escuadra Simpson	27
2.6.2.- Bandas de anclaje	28
2.6.3.- Perno de anclaje	28
2.7.- Cuadrando y revisando los cimientos	29
2.7.1.- Esquina a esquina	29
2.7.2.- 3, 4, 5	30
2.7.3.- Niveles	31
3.- Paredes y particiones	32
3.1.- La estructura	32
3.2.- Glosario del capítulo	33
3.3.- Simbología	34
3.4.- Diagrama de un bastidor	35
3.5.- Replanteo de la estructura	36
3.5.1.- Identificando las paredes y particiones	36
3.5.2.- Tipos de pared	36
3.5.3.- Paredes portantes (PP)	37
3.5.4.- Paredes no portantes (PNP)	37
3.5.7.-Partición portante (ptp)	38
3.5.8.- Partición no portante (ptnp)	39
3.6.- Como replantear una pared en los cimientos	39
3.6.1.- Paredes portantes (PP)	43
3.6.2.- Paredes no portantes (PNP)	44
3.6.3.- Partición portante (ptp)	45
3.6.4.- Partición no portante (ptnp)	45
3.7.- Como marcar las líneas de eje	46
3.7.1.- Distancia entre los studs	47
3.8.- Rigidización	48
3.8.1.- Cruz de San Andrés	48
3.8.2.- Riostras	49

3.9.- Refuerzos para instalaciones	49
3.10.- Secuencia y técnicas para ensamblar los bastidores.....	50
3.10.1.- Corte	50
3.10.2.- Ensamblaje	50
3.11.- Cuadrar los bastidores	53
3.12.- Montaje	54
3.13.- Nivelar	56
3.14.- Plomada	56
3.15.- Anclajes temporales	56
3.16.- Anclajes permanentes	56
3.17.- Como ensamblar correctamente	56
4.- Techos.....	58
4.1.- Techos	58
4.2.- Glosario del capítulo 4.....	59
4.3.- Consideraciones para el diseño de cerchas	59
4.4.- Diagrama de una cercha.....	60
4.5.- Elementos de una cercha.....	61
4.6.- Procedimiento paso a paso para construir el techo	61
4.6.1.- Cortes	61
4.7.- Ensamblaje	65
4.8.- Montaje	67
4.8.1.- Rigidización.....	69
4.8.2.- Soportes temporales	69
4.8.3.- Soportes permanentes.....	70
4.9.- Volados	70
REFERENCIAS.....	72
ANEXOS	73

INTRODUCCIÓN

El Sistema Estructural Liviano es un proceso constructivo nuevo en nuestro país; utiliza perfiles metálicos C y G de acero galvanizado conformados al frío, para ensamblar estructuras tipo cerchas, marcos; utilizando tornillos auto-perforantes. El objetivo de este trabajo es brindar toda la información e instrucciones necesarias para que el profesional de la construcción sea capaz de ensamblar estructuras para viviendas utilizando perfiles metálicos livianos. También podrá ver las ventajas que este sistema estructural ofrece sobre los sistemas de construcción convencionales.

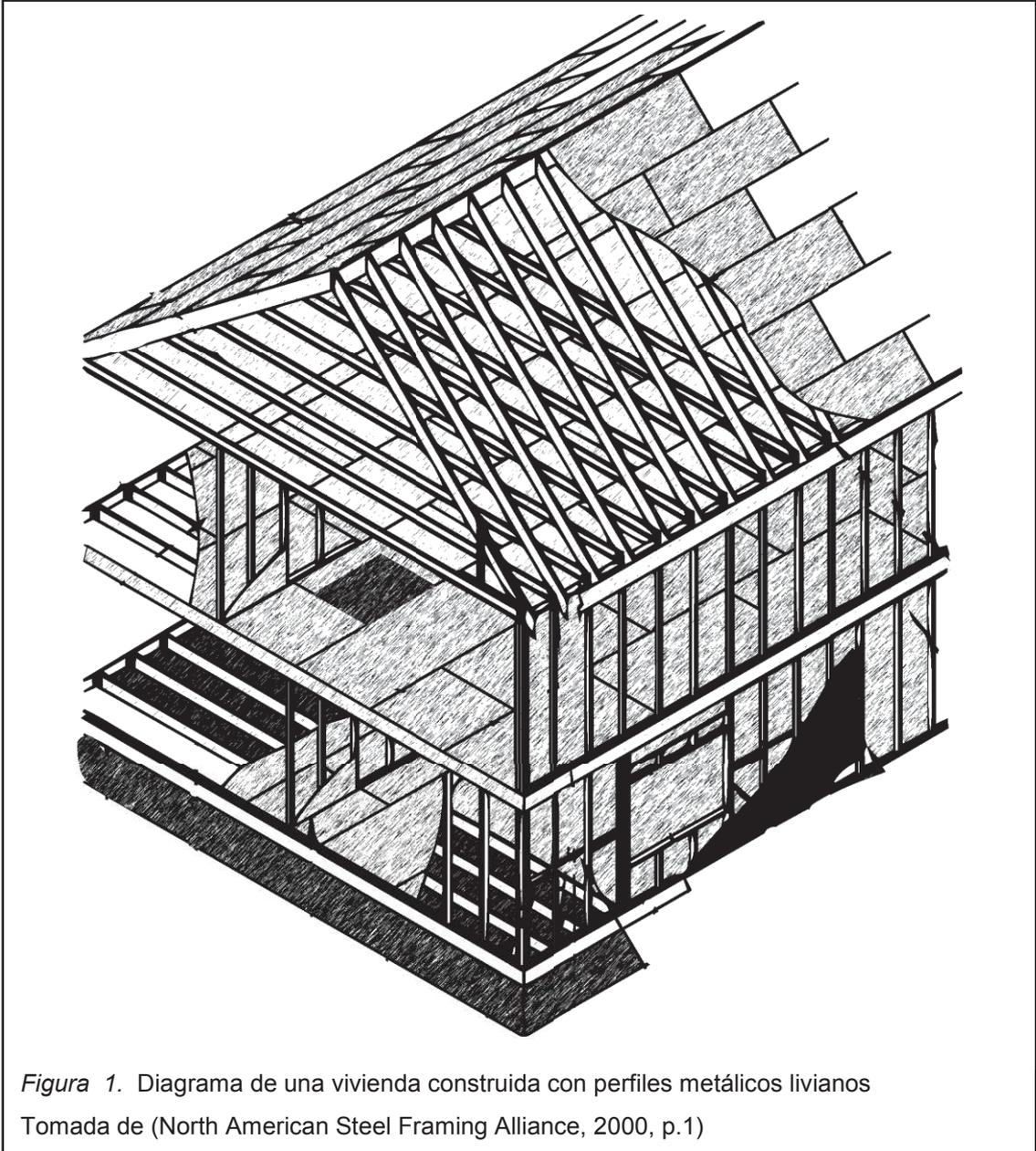
El desconocimiento y la costumbre son muchas veces frenos para el avance de la tecnología. La industria de la construcción se desarrolla a gran velocidad, cada año se inventan nuevas herramientas y se optimizan procesos. Estas páginas le proveerán los conocimientos necesarios para aplicar uno de esos avances tecnológicos. Las estructuras con Perfiles Metálicos Livianos están a la vanguardia de la industria y por eso representan una ventaja competitiva.

Los constructores profesionales tendrán, la oportunidad de abandonar la construcción artesanal y emprender el camino hacia procesos constructivos industrializados, tecnológicamente actualizados, económicos y ecológicos.

Además de los detalles constructivos, se presenta información y guías prácticas que le ayudarán a obtener el máximo rendimiento de este sistema constructivo. Le enseñaremos como utilizar de manera eficiente todos los materiales involucrados en este tipo de construcción, desde el momento de su diseño hasta su correcta instalación.

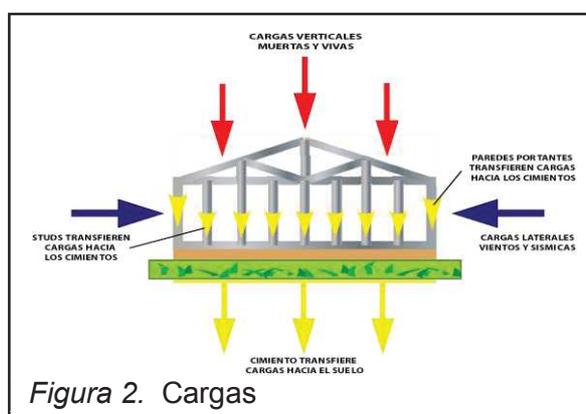
La información que se presenta en este manual está basada en las normas del código internacional para residencias o IRC por sus siglas en inglés International Residential Code, normas AISI, American Iron and Steel Institute.

1.- INFORMACIÓN GENERAL



1.1.- Sistema estructural liviano

El Sistema Estructural Liviano (SEL), es similar al tipo de construcción Americana con bastidores de madera; pero sustituye la madera con perfiles metálicos de acero galvanizado conformados al frío. Los perfiles tienen un espesor entre 0,93mm hasta 1,64mm. Empleando estos perfiles se ensamblan estructuras autoportantes tipo, Balloon Frame, este tipo de estructura consiste en colocar montantes verticales, llamados studs que soportarán las cargas y las repartirán hacia los cimientos.



Los perfiles CAPPA “C” y CRUCERO “G” se complementan para generar las formas necesarias para conformar vigas, cerchas, studs (montantes), con la ayuda de elementos adicionales como anclajes, bandas metálicas para aumentar la rigidez, herrajes para conexiones especiales, tornillos auto perforantes, se consigue como resultado una estructura muy resistente y liviana.



Su uso dentro de la construcción se ha incrementado en Europa, América del Norte, Asia, Australia. En América del sur se está utilizando en Argentina, Brasil, Chile, Colombia. En nuestro país, existe al momento una empresa que produce el material y que ya ha construido algunos proyectos.

1.2.- Beneficios del sistema

1. **Fácil Construcción** Posibilidad de prefabricación y ensamblaje.
2. **Versátil** Integrable con otros métodos de construcción.
3. **Ecológico** Menor desperdicio de material, totalmente reciclable.
4. **Velocidad** Más rápido que los sistemas de construcción tradicionales.
5. **Resistencia** Resiste la corrosión y fuerzas de compresión y flexión.
6. **Peso** Alta relación resistencia-peso, disminuye carga muerta.
7. **Seguridad** Incombustible y sismo resistente.
8. **Calidad** Los perfiles permiten una mejor calidad de acabados
9. **Remodelación** Facilita las remodelaciones.
10. **Arquitectura** Facilita el diseño.
11. **Económico** Menos tiempo, menos materiales y mano de obra.

Es un sistema constructivo muy versátil, actualizado con la realidad tecnológica mundial; permite un acercamiento hacia la industrialización de los procesos constructivos, utiliza materiales estandarizados lo cual reduce las variables que afectan a la construcción con el uso de materiales no normados. La implementación de sistemas constructivos industrializados eleva la calidad del producto final, permiten enfocarse en los detalles, perfeccionar procesos y mejorar la eficiencia de la mano de obra. Este sistema estructural no solo simplifica la construcción de la estructura en sí; también beneficia a todos los procesos que conforman la construcción de una vivienda.

1.3.- Beneficios en los procesos

1. **Cimientos** Permite la utilización de cimientos más simples.
2. **Mamposterías** Ahorro en transporte de materiales y menor desperdicio.
3. **Instalaciones** Mejor espacio para trabajar.
4. **Acabados** Mayor exactitud en los detalles de acabados.
5. **Organización** Mantiene el sitio de obra limpio, menor variedad de materiales en obra, menor cantidad de herramientas.
6. **Seguridad** Ergonomía, es más liviano y fácil de manipular, no es nocivo, como el cemento, no necesita encofrados ni tiempo de curado.
7. **Mano de obra** Reduce la gama de especialistas de construcción, reduce errores de instalación.
8. **Administrativo** Disminuye la cantidad de rubros, simplifica inventarios, facilita la fiscalización e inspección.

1.4.- Materiales del sistema estructural liviano

Conocerá los materiales que están directamente involucrados en el ensamblaje de la estructura autoportante.

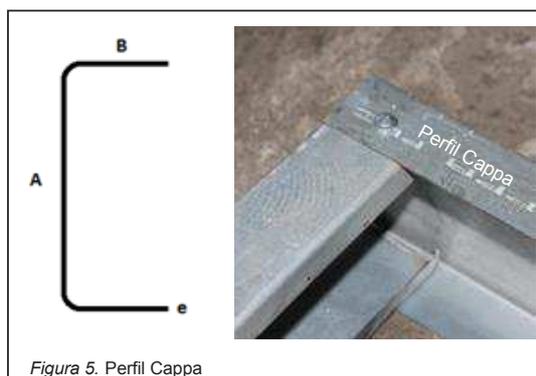


*Figura 4. Vivienda construida con perfiles metálicos livianos
Tomada de (Hunter Douglas, p.8)*

1.4.1.- Perfiles estructurales livianos

Son perfiles metálicos de acero galvanizado G90, conformados al frío por una máquina dobladora y roladora de bobín. Es un material inerte de alta resistencia, estabilidad, incombustible, libre del ataque de plagas o roedores y reciclable. Los perfiles vienen en diferentes dimensiones y calibres.

Perfil Cappa Posee una forma de C, se lo utiliza principalmente en los canales inferiores y superiores de la estructura, posee 3 dimensiones a considerar en el diseño y montaje: Alma (A), viene en medidas desde 91 mm a 203 mm; Ala (B), posee una medida estándar de 35 mm; y Espesor (e), se encuentra en calibres desde 0,9 mm hasta 1,6 mm. En la sección de anexos encontrara tablas con las dimensiones de los perfiles.



Perfil Crucero Presenta una forma comúnmente conocida en la metalurgia como G, es el perfil principal de la estructura; con él se conforman elementos estructurales como, cerchas, dinteles, marcos de puertas y ventanas, columnas y montantes. Presenta cuatro elementos, Alma (A), viene en medidas desde 89 mm hasta 199 mm; Ala (B), medida estándar de 40 mm; Pestaña (a), mide entre 16 mm y 17 mm; Espesor (e), 0,9 mm a 1,6 mm. En el mercado se lo encuentra en una longitud de 6 metros y para obras grandes se lo puede pedir en una longitud determinada para utilizarlo en los montantes. En la sección de anexos encontrara tablas con las dimensiones de los perfiles.

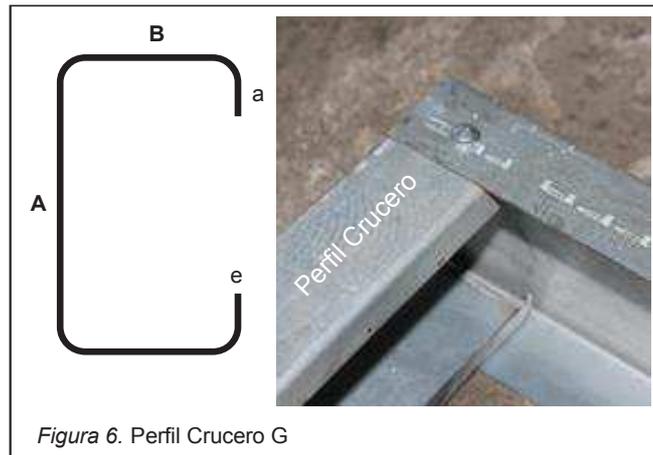


Figura 6. Perfil Crucero G

1.4.2.- Tornillos Auto perforantes

CODIGO DE LOS TORNILLOS

10g	18	19	Plana	Phillips	DP	1000
Calibre	Hilos por pulgada	Largo	Tipo de cabeza	Tipo de Driver	Tipo de punta	Resistencia a la corrosion

EJEMPLO: 10g - 18 x 19mm, Flat, FD, L P, 1000

MINIMO 3 HILOS DEBEN SOBRESALIR

AUTO PERFORANTE DP	
PUNTA DE AGUJA PP	
AVELLANADOR AUTO PERFORANTE WDP	
PHILLIPS	
HEX	
TORX	

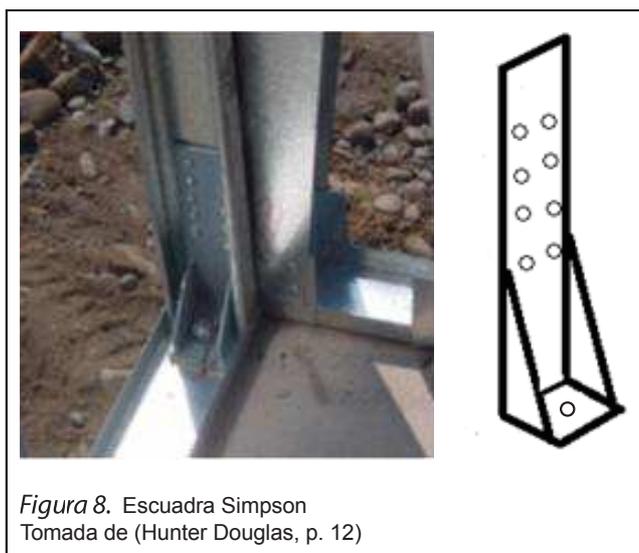
Figura 7. Tornillos Auto perforantes

Deben ser especiales para trabajos con láminas de acero galvanizado; no se debe usar cualquier tornillo auto perforante. Se utilizan tornillos galvanizados de cabeza Phillips o Hexagonales. Los tornillos cabeza Phillips plana se utilizan en perfiles que van a ser recubiertos y lo hexagonales en lugares que no van a ser recubiertos.

Es muy importante que los tornillos a utilizarse tenga un largo que permita que por lo menos 3 hilos rosca queden expuestos al atravesar los perfiles metálicos. Al atornillar debe asegurarse de no sobrepasar el torque máximo para evitar esforzar demasiado los tornillos y de esta manera debilitarlos.

1.4.3.- Sistemas de anclaje

Escuadra Simpson o HTT14 Es una escuadra de acero galvanizado que se fija los cimientos mediante un perno de expansión y que sujeta al perfil crucero mediante 10 tornillos auto perforantes. Se lo coloca en todas las esquinas e intersecciones del bastidor, en paredes portantes y sujetando los Jack studs de puertas y vanos, sujetándolo firmemente al cemento. La escuadra mide 45 cm de alto.



Clavos de impacto, varilla roscada y pernos de anclaje Son elementos de anclaje que se utilizan en paredes y particiones, los clavos de impacto son muy utilizados para anclar las particiones y para reforzar los anclajes de paredes. La varilla roscada y los pernos de anclaje son métodos ideales para fijar los bastidores en sitios donde sea necesario una escuadra Simpson.



Figura 9. Clavo de impacto y varilla roscada
Tomada de (Hunter Douglas, p. 12)

1.4.4.- Materiales complementarios

Son todos aquellos materiales que no pertenecen directamente a la estructura pero complementan el sistema constructivo.

OSB (Oriented Strand Board), es un tipo de tablero conformado por astillas de madera prensadas dispuestas en varias capas, cada capa perpendicular a la otra. Esta estructura le brinda una excelente rigidez, los aditivos o resinas le proveen resistencia al fuego y a la humedad. Se presenta en dimensiones de 6mm a 28mm. De 4' (122cm) x 8' (244cm).

Clasificación:

- OSB/1 Interiores y decoración
- OSB/2 Estructural de carga en ambientes secos
- OSB/3 Estructural de carga en ambiente húmedo.
- OSB/4 Estructural de carga de altas prestaciones.

Se utiliza en pisos, paredes internas y externas.



Figura 10. Tablero OSB

Tomada de (<http://www.amesub.com/tablero-aglomerado-OSB3.html>)



Figura 11. Aplicación del tablero OSB en Exteriores.

Tomada de (<http://www.amesub.com/tablero-aglomerado-OSB3.html>)

Drywall Muro seco, paneles de gypsum. Planchas de recubrimiento conformadas por una capa de yeso confinada entre 2 láminas de cartón industrial.



Figura 12. Plancha de Gypsum (Drywall)

Tomada de (<http://baier888.en.made-in-china.com/product>)

Fibrocemento Placas fabricadas a base de cemento Portland, sílice, fibras naturales y aditivos; posee una excelente estabilidad dimensional, dureza y resistencia.



Figura 13. Plancha de fibrocemento.

Tomada de (<http://plaatmateriaalonline.nl/eternit-diverse/eternit-eterboard-hd.html>)

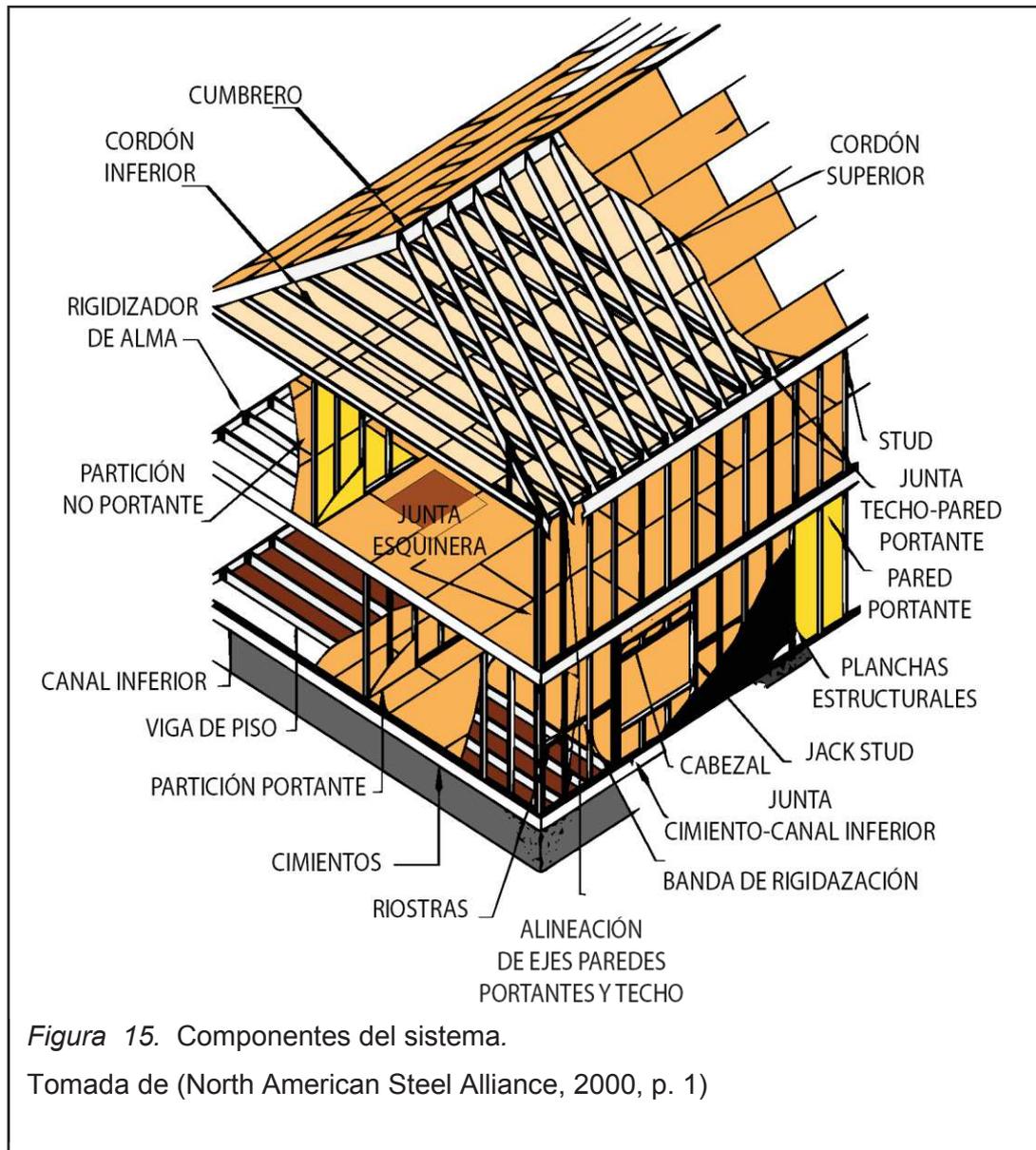
Aislamientos Materiales de lana de vidrio. Proveen aislamiento térmico y acústico.



Figura 14. Aislante térmico Lana de vidrio.

Tomada de (<http://www.thegreenage.co.uk>)

1.5.- Conociendo los componentes de la estructura



1.6.- Glosario del capítulo 1

Cimientos Base de hormigón armado sobre la cual se asienta la estructura.

Paredes Se denomina pared a toda aquella que delimita la edificación con el exterior. Pueden ser Portantes y No Portantes.

Partición Las paredes interiores se denominan particiones, pueden ser Portantes y No Portantes.

Bastidores Marco conformado por Studs y Canales. Una pared puede estar formada por varios bastidores o por uno solo dependiendo del tamaño de la misma.

Studs Elementos verticales de la estructura, formados por perfiles G, según su disposición en los bastidores puede ser, Jack stud, Stud, Stud Parcial, Stud Inicial, Primer Stud.

Canales Elementos horizontales de la estructura, formados por perfiles C, según su disposición en los bastidores puede ser, Canal Inferior, Canal Superior.

Rigidizadores Elementos que mejoran la rigidez de la estructura, pueden ser planchas estructurales como OSB, Fibrocemento, perfiles dispuestos en sentido horizontal o diagonal entre los studs o bandas metálicas en sentido diagonal para conformar la Cruz de San Andrés.

Anclajes Elementos de sujeción permanentes, unen los bastidores a los cimientos.

Bastidor Metálico Steel Framing es el nombre en inglés para la construcción de estructuras con perfiles metálicos livianos.

Bastidores Alineados Método de ensamblaje de los bastidores metálicos en el que los studs de las paredes portantes están alineados con los perfiles horizontales que conforman las cerchas del techo.

1.7.- Herramientas necesarias

Herramientas esenciales para la construcción con perfiles metálicos livianos. El contar con las herramientas adecuadas y de calidad le ahorrara dinero y esfuerzo. La herramienta menor ha sido obviada para mantener el enfoque en las herramientas especializadas.

1.7.1.- Herramientas para mediciones

En la construcción los errores más frecuentes, más costosos y difíciles de corregir son los errores de medición y cálculo. Necesita herramientas de precisión y que soporten el ambiente de trabajo en la obra.

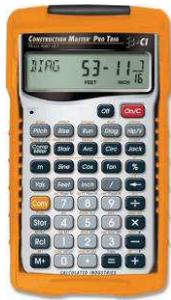
	<p>Calculadora para Constructores</p> <p>Contiene funciones específicas que le evitarán usar fórmulas y cálculos complejos, le ahorrará tiempo y dinero al ejecutar cálculos precisos de cantidad y costo de materiales.</p>	<p>Flexómetro para Enmarcado</p> <p>Presenta marcas específicas para facilitar la medición y replanteo de los bastidores, también facilitara la conversión de medidas. Imantado para facilitar mediciones</p>	
	<p>Niveles</p> <p>Un nivel digital facilitará su trabajo y mejorará su precisión, toma niveles y ángulos; posee una pantalla iluminada y alerta de sonido. Un nivel torpedo magnético es ideal para trabajar con perfiles metálicos.</p>		
	<p>Nivel Laser</p> <p>Giratorios y estáticos, la mejor herramienta para trasladar niveles, escuadras y plomadas. Esenciales para el replanteo de cimientos y paredes. Controle los niveles de su obra sin necesidad de parar para medirlos. A prueba de agua, polvo y golpes. Ahorre tiempo, dinero y alcance una mayor precisión en su obra.</p>		
	<p>Medidores Laser</p> <p>No solo toman medidas, también calculan áreas, ángulos y volumen. Asegúrese de comprar un medidor de alta gama.</p>	<p>Escuadra Rápida</p> <p>Presenta marcas específicas para el trabajo con ángulos, encuentre y márquelos de una manera muy rápida y precisa.</p>	

Figura 16. Herramientas necesarias.

Tomada de (www.stabila.com, www.calculatedindustries.com, www.dewalt.com)

1.7.2.- Herramientas para cortes

Las herramientas de trabajo con metales son las más utilizadas en la construcción de bastidores metálicos, la cortadora adecuada le permitirá ahorrar tiempo y aumentar el rendimiento de su trabajo.

	<p>Sierra Ingleteadora para metales</p> <p>Realiza cortes más limpios que una tronzadora. El disco dura más tiempo, facilita los cortes en ángulos para la fabricación de cerchas. Es indispensable para una obra. Aumenta su rendimiento y ahorra dinero.</p>	
	<p>Tronzadora y Amoladora</p> <p>La tronzadora es muy útil y permite cortar varios perfiles al mismo tiempo, esto ayuda a mantener la simetría. La amoladora sirve para realizar trabajos puntuales de corte o devastado. Una amoladora inalámbrica es ideal en la obra.</p>	
	<p>Sierra Reciproca</p> <p>Ahorre tiempo y esfuerzo al usar una sierra reciproca eléctrica en lugar de una manual. Sirve en todas las etapas de la construcción, fabricación de bastidores metálicos y en las instalaciones hidráulicas y eléctricas.</p>	
	<p>Sierra de Banda</p> <p>Permite cortar metales con gran facilidad, una herramienta como esta le ayudara en cada etapa de la obra desde cortar las varillas de refuerzo para los cimientos hasta el trabajo con los perfiles metálicos e instalaciones hidrosanitarias.</p>	

Figura 17. Herramientas de corte.
Tomada de (www.dewalt.com)

1.7.3.- Herramientas para ensamblaje y montaje

El ensamblaje de los bastidores es una tarea muy fácil, solo se necesita un taladro-atornillador o un atornillador eléctrico. Es indispensable tener taladros inalámbricos y alámbricos. Las fábricas de herramientas han desarrollado productos especiales para el trabajo con perfiles metálicos.



Figura 18. Herramientas para ensamblaje

Tomada de (www.dewalt.com)

1.7.4.- Equipos de seguridad personal

La seguridad en la obra es lo más importante al momento de trabajar, las características de los materiales y las herramientas necesarias para cortar y ensamblar determinan los niveles y medios de protección necesarios para los trabajadores.



Figura 19. Equipo de protección personal.
Tomada de (www.dewalt.com)

1.8.- Adaptándose al sistema

El sistema estructural liviano fue diseñado en pulgadas y pies; para aprovechar mejor el material debemos adaptarnos al sistema realizar la conversión de medidas Imperiales a métricas.

Al considerar estas conversiones de medidas, podrá realizar un trabajo más eficiente; ya que la mayoría de los materiales son fabricados según el sistema imperial de medidas, por ejemplo: En el caso del tablero triplex que tiene exactamente las mismas medidas que el tablero de OSB que se utilizará en este sistema constructivo, las medidas reales son diferentes a las medidas con las cuales se lo comercia. En la siguiente tabla podrá ver las medidas comerciales y las medidas reales.

Tabla 1. Comparación de sistemas de medidas

Medidas del tablero triplex				
Medida	Ancho	Largo	Espesor	
Comercial métrica	120 cm	240 cm	15 mm	
Reales en pies	4' pies	8' pies	5/8" de pulgada	
Reales en pulgadas	48" pulgadas	96" pulgadas	5/8" de pulgada	
Reales métrico	Sistema 121,92 cm	243,84 cm	15,8 mm	

Como puede ver en la tabla anterior las medidas con las cuales se lo comercia no son las medidas reales. Ahora usted ya sabe que las medidas reales son 4' x 8'. Las medidas anteriores también aplican para las planchas de Gypsum y fibrocemento, incluso la medida de los materiales aislantes está diseñada en pies y pulgadas. La estandarización de los materiales facilita todo el proceso constructivo.

1.9.- El Proceso constructivo

El Sistema Estructural Liviano no sólo afecta la forma como construimos la estructura de una vivienda. Este sistema tiene influencia en todo el proceso constructivo de la vivienda desde el diseño, cimientos, instalaciones eléctricas, hidrosanitarias, cubiertas y acabados.

Debido a esto, este manual explica una etapa del proceso constructivo en cada capítulo empezando por la cimentación y terminando en la cubierta. Ya que el objetivo es el ensamblaje de la estructura metálica liviana, no profundiza en temas como cimientos, instalaciones y recubrimientos; sin embargo presenta la información básica de cada uno.

1.10.- Consideraciones para el diseño

Se debe tomar en cuenta las dimensiones de los materiales, es importante usar el Sistema de Medidas Imperial. Trabajar en múltiplos de 4' pies (122 cm) nos ayudará a aprovecharlos al máximo. Al determinar las medidas de su vivienda, es recomendable hacerlo tomando esto en cuenta. Podrá diseñar su vivienda con una altura entrepisos de 8' pies (244cm), de esta manera utilizará un solo tablero de OSB, plancha de Gypsum o fibrocemento. Si desea una mayor altura puede aumentar utilizando múltiplos o submúltiplos de un pie para optimizar la utilización de materiales.

La construcción de cimientos se vuelve más simple debido al bajo peso de la estructura, y al hecho de que no se necesitan columnas de hormigón armado. El sistema estructural se basa en el concepto de muros portantes que se asientan en una zapata corrida, losa de cimentación o vigas de cimentación. Es muy importante que la losa de cimentación esté perfectamente cuadrada, presente una superficie completamente lisa para que los bastidores metálicos se asienten perfectamente sobre ella.

2.- CIMIENTOS

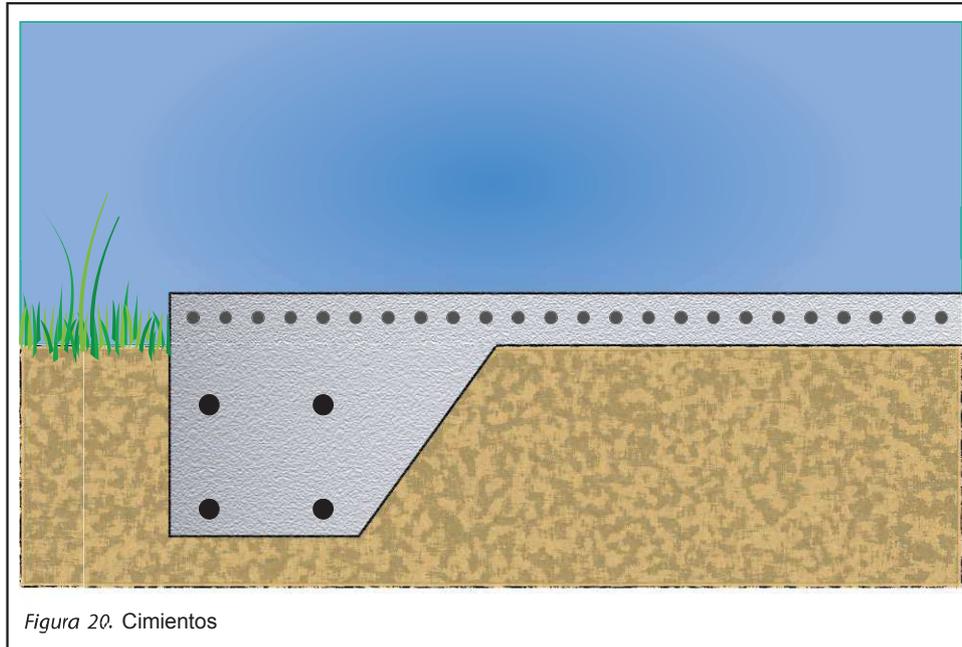


Figura 20. Cimientos

2.1.- Cimientos

Este capítulo le brindará una descripción breve de los diferentes tipos de cimentación que se utilizan con este sistema. Esto le ayudará a entender de mejor manera el conjunto de elementos que componen una edificación de este tipo. No es una guía de construcción para cimientos y contrapisos; el diseño de la cimentación debe ser calculado por un ingeniero estructural. La información aquí presentada constituye sólo una guía para los profesionales. Nunca se debe omitir los estudios de suelo antes de diseñar y construir una vivienda.

2.2.- Glosario del capítulo 2

Cimiento Estructura que soporta el peso de la vivienda y la transfiere hacia el suelo. Suele ser hormigón armado.

Varilla de Refuerzo Varilla de acero corrugado que se utiliza para reforzar el hormigón. Ayuda a que el hormigón armado soporte fuerzas de tracción o flexión.

Kg/cm² Medida que indica el peso sobre el área. Se utiliza para señalar la cantidad de peso o fuerza medida en kilogramos que se ejerce sobre, o que soporta un área que puede estar centímetros cuadrados o metros cuadrados. Cuando hablamos de cargas es el peso que ejerce sobre un área; cuando se habla de la resistencia del hormigón o de suelos es el peso que puede soportar un cm² o m².

Cimentación Flotante Cimentación que descansa sobre el nivel de suelo natural.

Cimentación Superficial Tipo de cimientos que alcanzan una profundidad máxima de 3 metros bajo el nivel de suelo natural.

Cimentación Profunda Tipo de cimentación que supera los 3 metros bajo el nivel de suelo natural.

Nivel Natural del Suelo Es el nivel del terreno en el cual se va a construir. Se toma en el suelo no perturbado.

Nivel 0+00 Es nivel desde el cual se toman las medidas de todos los niveles en la construcción.

Nivel de Cimentación Profundidad a la que se encuentre la parte más baja del cimiento.

Nivel de Construcción 1+00 Es el nivel que se utiliza para trasladar medidas dentro de la edificación. Está un metro por encima del nivel 0+00.

Zapata Corrida Estructura de cimentación de hormigón armado que transfiere las cargas hacia el suelo; sirve como base para dos o más plintos.

Viga de Cimentación Estructura de cimentación hormigón armado que transfiere las cargas hacia el suelo; presenta una longitud considerable.

Losa de Cimentación Estructura de cimentación de hormigón armado que transfiere las cargas hacia el suelo; ocupa toda el área de la vivienda reparte las cargas de manera más uniforme hacia el suelo.

Contrapisos Capa de hormigón reforzado con malla electro soldada sobre la cual se asienta el piso de la vivienda.

Piso Capa de recubrimiento del contrapiso, puede ser baldosa, parqué, piso flotante, etc. Es la superficie de acabado sobre la cual caminamos.

Malla Electro Soldada Malla reticular de varilla lisa utilizada para reforzar el hormigón, viene en diferentes diámetros y dimensiones de reticulado.

Hormigón Mezcla de cemento, agregado fino, agregado grueso y agua.

Hormigón Armado Hormigón reforzado con varillas de acero corrugado.

2.3.- Lo Básico de la cimentación

2.3.1.- Suelos

Es muy importante considerar la calidad del suelo para determinar el tipo de cimentación que se debe utilizar. El suelo se clasifica por su capacidad de soportar cargas la cual se mide en kg/cm^2 . Para determinar su resistencia se deben realizar estudios de suelo antes de diseñar la vivienda.

2.3.2.- Dimensionamiento

Las dimensiones de los cimientos están basadas en el tamaño y peso de la edificación tomando en cuenta el tipo de suelo. Existen algunas reglas básicas pero estas nunca deberán sustituir el cálculo estructural y estudio de suelos. Debido al bajo peso de las edificaciones con el Sistema Estructural Liviano, muchas veces se vuelve innecesario la construcción de plintos o cimentaciones profundas. Para edificaciones pequeñas no habitables se puede utilizar solamente un contrapiso reforzado.

2.3.3.- Hormigón

El hormigón es un material isotrópo, diseñado para soportar los esfuerzos de compresión. El tipo de concreto para la cimentación también dependerá de un cálculo de las cargas muertas, sísmicas y cargas vivas. Su resistencia también se mide en kg/cm^2 , siendo más comunes 180, 210, 240, 280, 300. Se recomienda usar hormigón premezclado para garantizar sus propiedades.

2.3.4.- Refuerzos

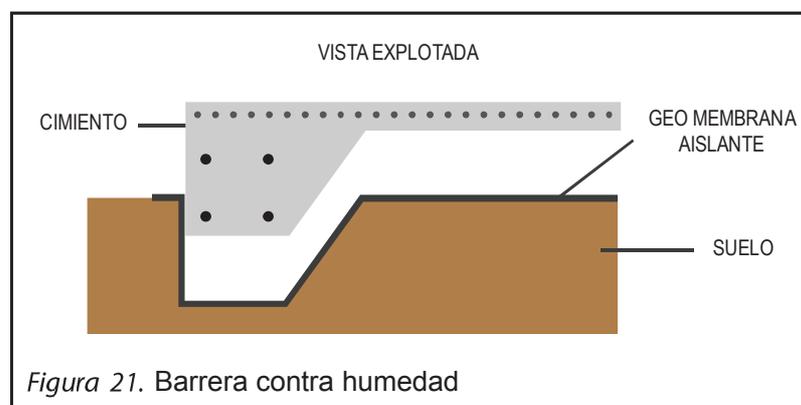
Las varillas de acero corrugado y mallas electro soldadas sirven como refuerzo para el hormigón de los cimientos; estas evitan que el hormigón se fisure cuando es sometido a esfuerzos de tracción o flexión.

2.3.5.- Barrera de humedad

Consiste en la colocación de una geo membrana que aísla a los cimientos de la humedad del suelo. Comúnmente se utiliza plástico para construcción pero no es recomendable, se debe utilizar el material adecuado para prevenir problema de humedad a futuro. Recuerde que los problemas de humedad no se los puede solucionar con ningún método ni pintura especial. El aislar los cimientos del suelo es la única forma de evitar los problemas de humedad.

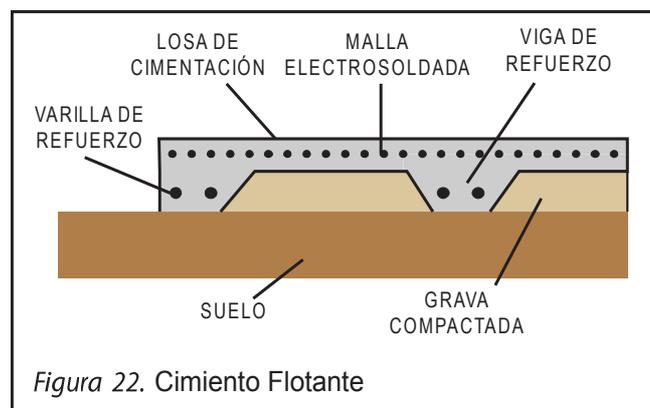
2.4.- Tipos de cimientos

Debido al liviano peso de la estructura sólo se necesitan cimientos superficiales; se utilizarán cimientos profundos sólo en caso de que la edificación se vaya a realizar en un suelo de baja resistencia. En casos de suelos de alta resistencia se puede construir cimientos flotantes.



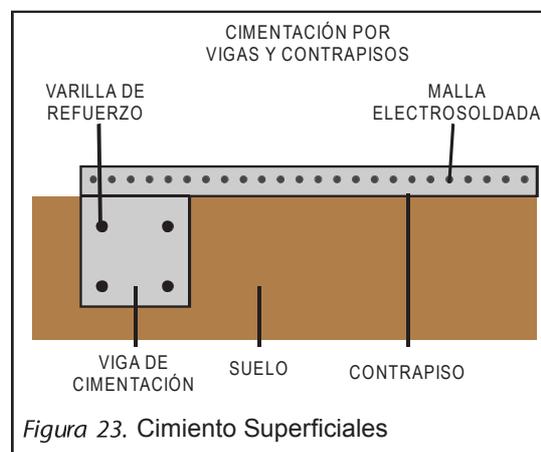
2.4.1.- Cimientos flotantes

Muy utilizada en el sistema estructural liviano, cuando el suelo tiene una resistencia elevada. No requiere excavaciones, solo necesita retirar la capa de vegetación hasta alcanzar suelo no perturbado. No se lo puede usar en zonas donde se presente el congelamiento del suelo, ni sobre arcillas expansivas. Las vigas de refuerzos deben estar en ambos sentidos. Las paredes y particiones portantes deben descansar justo encima de las vigas de refuerzo.



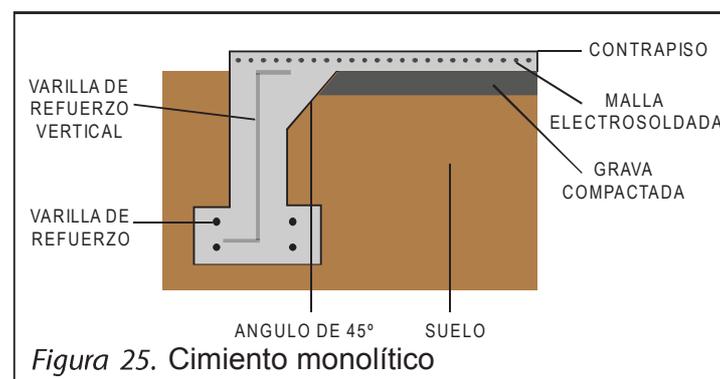
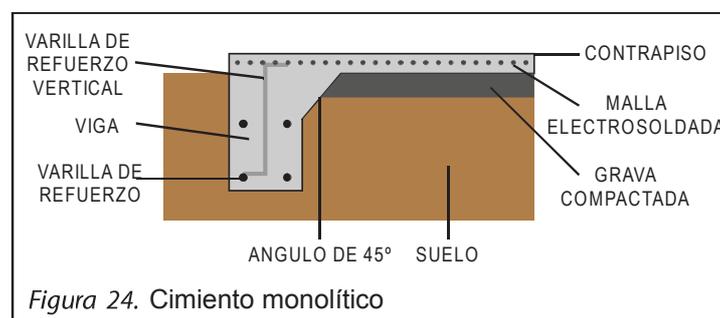
2.4.2.- Cimientos superficiales

Es un sistema reticular de vigas de hormigón armado que se asientan sobre el suelo, estas soportarán las cargas. Las vigas se funden antes de fundir el contrapiso. Se recomienda usarse cuando el nivel de cimentación se encuentre máximo a 50 cm debajo del nivel del suelo natural.



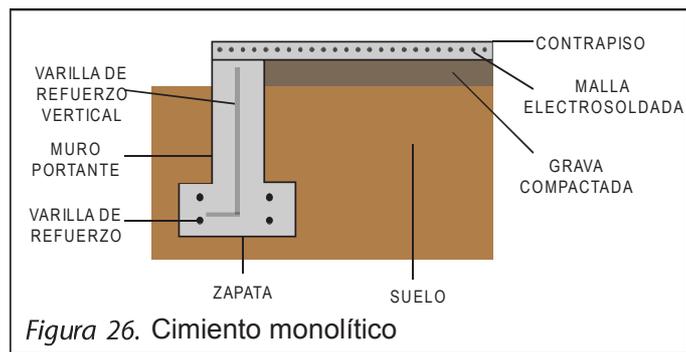
2.4.3.- Losa de cimentación monolítica

Sistema de cimentación superficial, que en la configuración presentada en la figura 24 se lo recomienda hasta una profundidad máxima de 60cm bajo el nivel de suelo natural. En la configuración presentada en la figura 25 se lo recomienda hasta una profundidad de 80 cm bajo el nivel de suelo natural. Conforma un cuerpo monolítico con el contrapiso, se debe fundir simultáneamente y con el mismo hormigón.



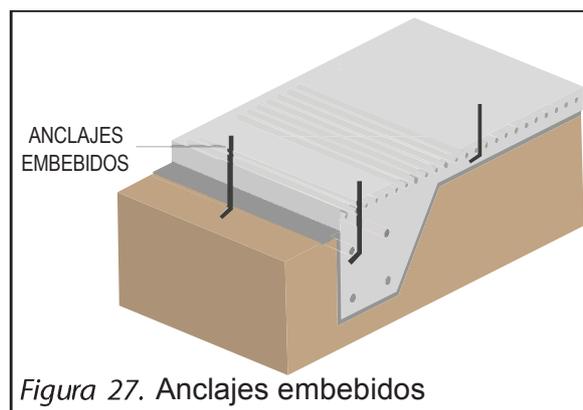
2.4.4.- Muro zapata

Recomendado para profundidades de máximo 150 cm debajo del nivel natural del suelo. La base de la zapata debe medir el doble del ancho del muro que soporta. El grosor o alto de la zapata no debe ser menor que la mitad de su ancho o base. El ancho o base de la zapata debe darse según el cálculo estructural y la resistencia del suelo.

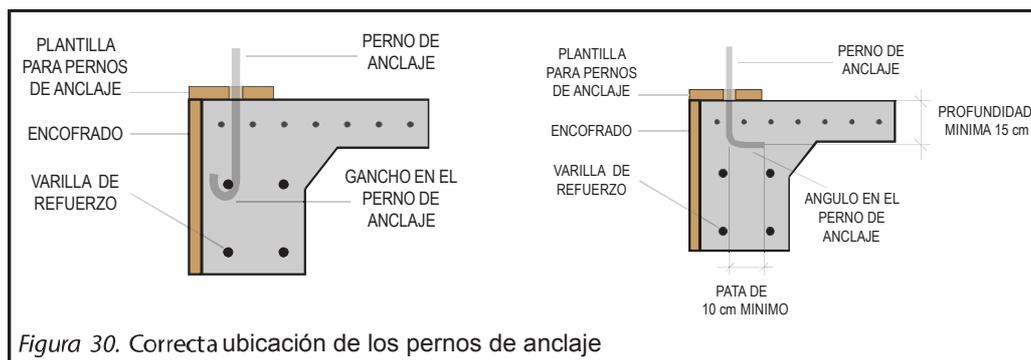
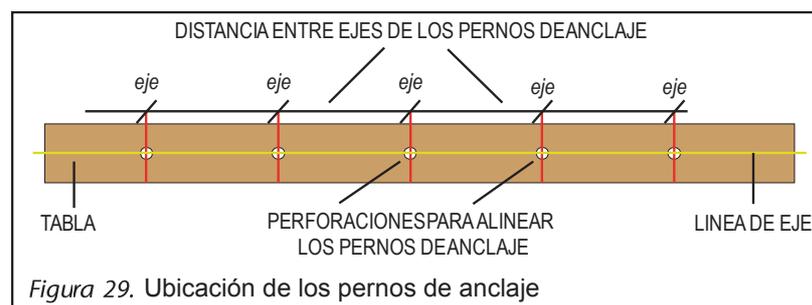
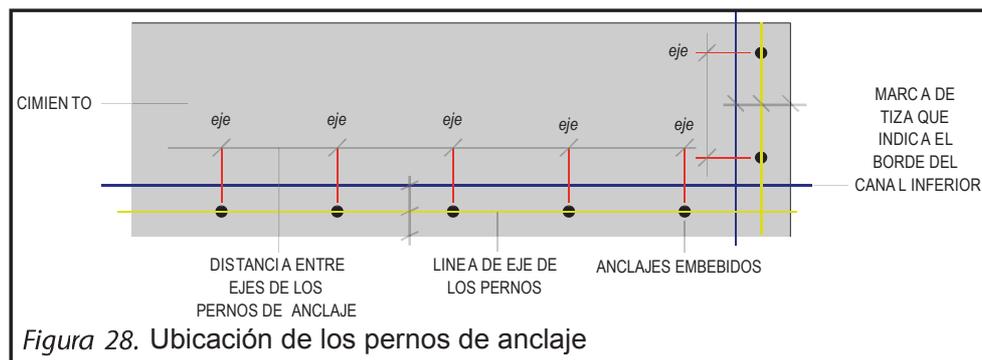


2.5.- Anclajes embebidos

En los planos se debe especificar de manera muy precisa la ubicación de los pernos de anclaje que vayan a ser embebidos en el hormigón. Es muy importante revisar una y otra vez la correcta instalación de los anclajes, esto evitará tener que perforar el hormigón para corregir errores en los anclajes.



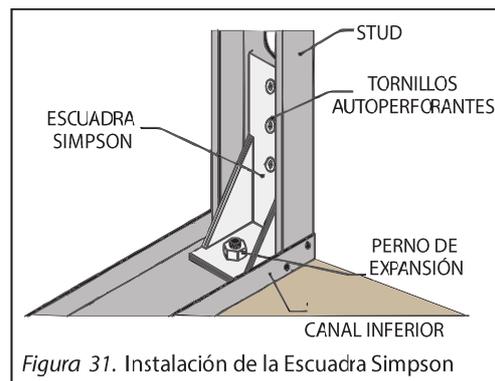
Los pernos de anclaje deben amarrarse a las varillas de refuerzo antes de verter el hormigón de los cimientos. Le recomendamos crear plantillas con madera para asegurarse que todos los pernos se encuentren perfectamente ubicados y aplomados. Las plantillas también ayudarán a mantener una superficie lisa de los cimientos para lograr una excelente unión entre el canal inferior y el cimiento. Si no es posible amarrar el perno a la varilla de refuerzo se puede doblar en ángulo recto la pata debe tener mínimo 10 cm de largo, debe introducirse por los menos 15 cm dentro del hormigón y debe estar dirigida hacia la parte interna del cimiento. Se puede amarrar los pernos a la malla electro soldada.



2.6.- Tipos de anclajes

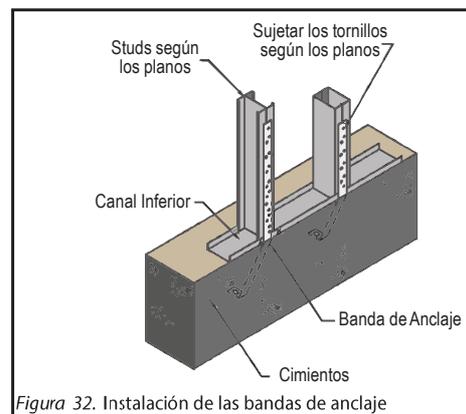
2.6.1.- Escuadra Simpson

Es el principal medio de anclaje para sujetar los bastidores metálicos en sus puntos críticos. Se utiliza en todas las esquinas de la estructura, en paredes y particiones portantes. En marcos de puertas principales y en la intersección entre paredes portantes y particiones no portantes. Se la debe usar para sujetar el extremo flotante de una partición.



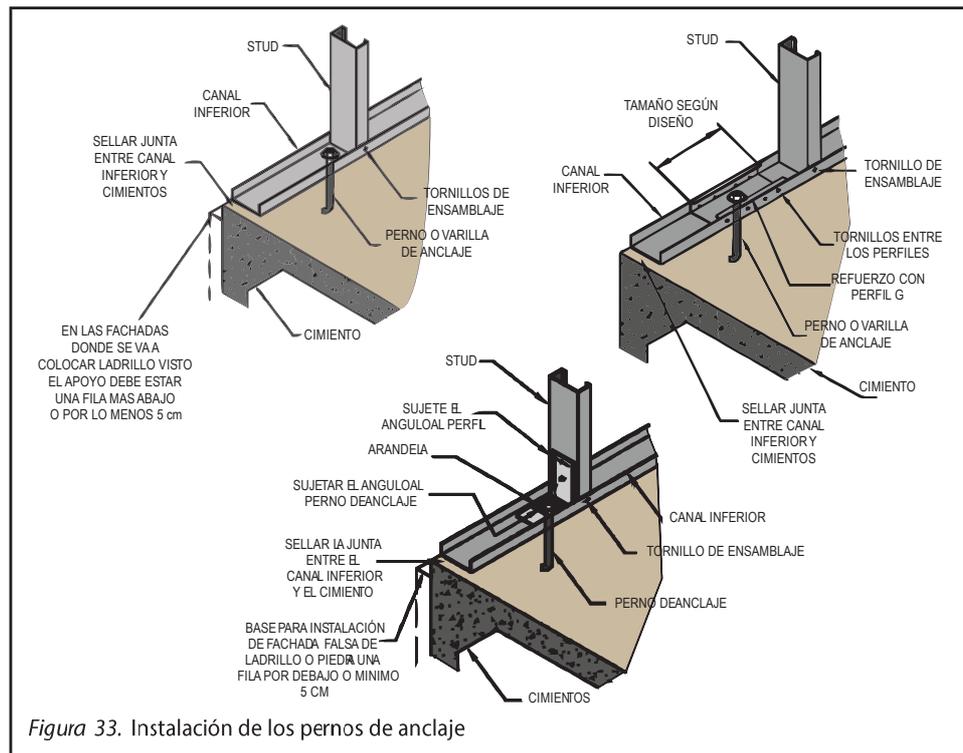
2.6.2.- Bandas de anclaje

Son bandas metálicas que se embeben en el hormigón antes de fundirlo. Deben amarrarse a las varillas de refuerzo o a la malla electro soldada; permiten sujetar los studs al cemento, son muy útiles para soportar cargas de viento.



2.6.3.- Perno de anclaje

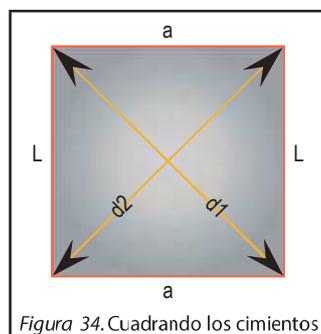
Para este tipo de anclaje se puede utilizar varilla roscada de acero galvanizado de $\frac{1}{2}$ " como mínimo. Este medio de anclaje se utiliza para sujetar la parte media de los bastidores al cemento, puede sujetar solo al canal inferior como lo muestran las figuras o con un ángulo como lo muestra la figura puede servir como escuadra Simpson para rigidizar los studs, este método es empleado para anclar los bastidores de las particiones no portantes.



2.7.- Cuadrando y revisando los cimientos

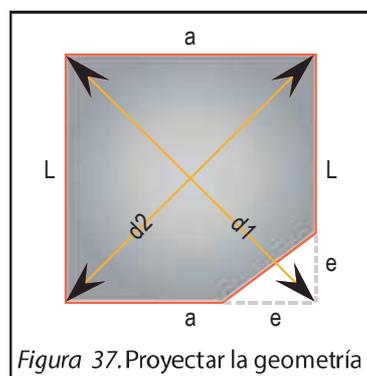
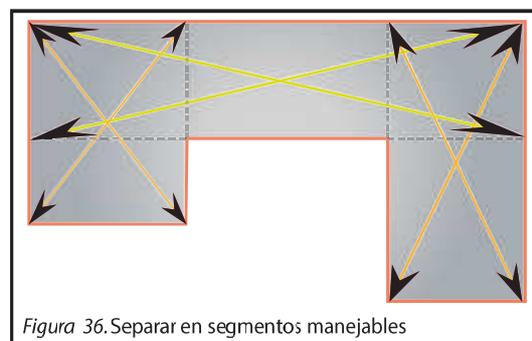
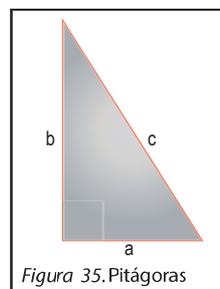
2.7.1.- Esquina a esquina

La manera más fácil de confirmar si un área está perfectamente cuadrada, es tomar las medidas del perímetro tanto de ancho como longitud, deben ser las mismas en ambos extremos. Mida la distancia desde una esquina a la opuesta, confirme si la medida es la misma entre las otras dos esquinas. Si todas las medidas coinciden el área se encuentra cuadrada.



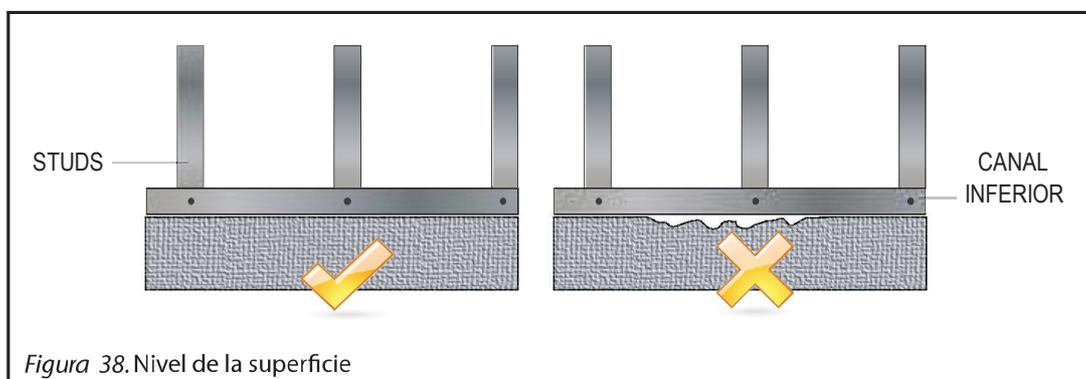
2.7.2.- 3, 4, 5

El famoso 3, 4, 5 es la forma más común de revisar la escuadra en la construcción. Es muy importante que se mantenga la escuadra durante todo el proceso de elaboración de los cimientos; desde el replanteo, excavación y encofrado. Al concluir la fundición de los cimientos es necesario revisar de nuevo que el cimiento este en escuadra. Si cuenta con una calculadora para la construcción podrá realizar la operación de una manera muy simple y precisa. Cuando trabaje con un área que presente formas geométricas variadas, divídala en secciones rectangulares o cuadradas más pequeñas de esta manera puede revisar cada área por separado.

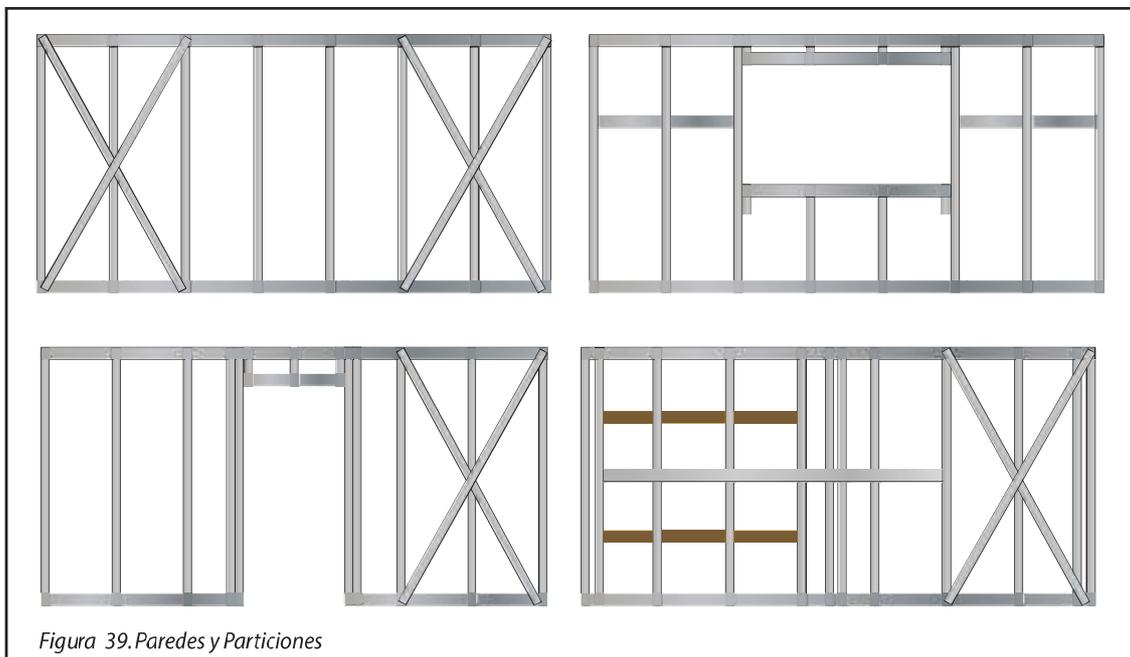


2.7.3.- Niveles

Es muy importante mantener los niveles de construcción en cada paso de la obra, esto asegura la calidad del trabajo y la resistencia de la estructura. Con lo que concierne a los cimientos es muy necesario que la superficie quede lisa y nivelada, esto asegurara que los canales inferiores no se deformen a ajustar los pernos de anclaje. También asegura la hermeticidad de la junta entre el hormigón de los cimientos y los canales inferiores.



3.- PAREDES Y PARTICIONES



3.1.- La Estructura

Este capítulo explica el procedimiento para ensamblar y montar los bastidores que conforman las paredes y particiones. Para entender mejor el sistema estructural liviano, explorará el método de ensamblaje y montaje en obra, ya que ésta es la mejor manera de analizar paso a paso todo el proceso constructivo. Una vez que el constructor se sienta más cómodo con este tipo estructuras podrá emplear procesos constructivos industrializados como armar los bastidores en una fábrica fuera del lugar de obra y transportarlos ya ensamblados para su montaje al sitio de construcción. Los detalles y descripciones de este capítulo toman en cuenta la característica sísmica de nuestro país, por ello encontrara que los anclajes, las uniones esquineras, intersecciones, marcos de ventanas y puertas se encuentran reforzados.

3.2.- Glosario del capítulo

Canal Inferior Es el perfil C que se encuentra en la base del bastidor sirve como soporte para los perfiles G que conforman los studs y se encuentra anclado a los cimientos o contrapiso.

Abrazaderas Elementos de soporte estructural diagonales. Puede ser temporales o permanentes dependiendo de las circunstancias.

Línea de Eje Línea que corre por el centro de un elemento, pared, vano, determina los ejes de las paredes, particiones.

Stud Inicial Es el stud que se coloca al extremo de los canales y desde el cual se toman las mediciones de distancia entre ejes y líneas de ejes. No debe confundirse con el “primer stud”.

Primer Stud Es el primer stud después del stud inicial. Es de vital importancia ya que la distancia entre el eje de esté y el stud inicial varía dependiendo del tipo de pared o partición.

Stud Parcial Es un stud de tamaño pequeño que por lo general se encuentra bajo el marco de una ventana o sobre un cabezal. Se lo marca con una C en el replanteo.

Cabezal Perfil colocado de manera horizontal sobre una abertura. Debe ser lo suficientemente fuerte para soportar el peso está sobre él. Se encuentra en los marcos superiores de ventanas, puertas y vanos.

Stud Jack Es un stud que soporta al cabezal. Se lo debe representar con una J en el replanteo.

Stud Stud de recorrido completo, piso-techo, desde el canal inferior hasta el canal superior. Se lo representa con una X en el replanteo.

Portante Elemento estructural ya sea una pared o partición que soportan las cargas que están sobre ellos.

No Portante Tipo de pared o partición que no soporta cargas sobre sí misma.

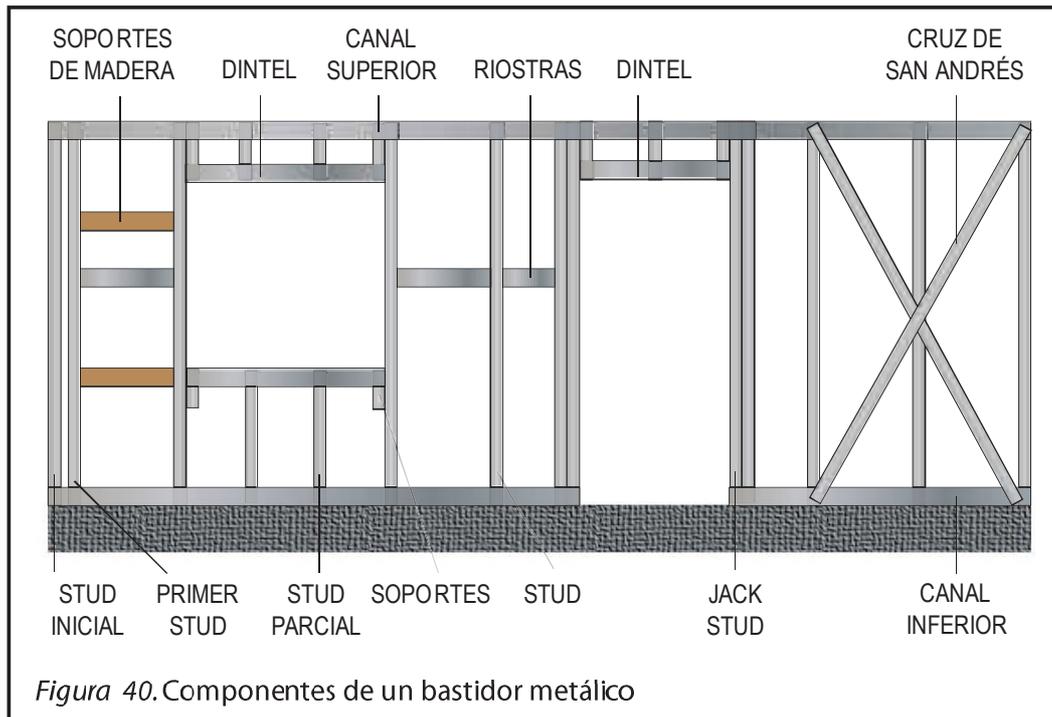
Distancia entre ejes Se refiere al espacio entre los componentes de los bastidores, es la distancia entre el centro de los miembros de los bastidores.

Partición Son las paredes o divisiones interiores. Puede ser portantes y no portantes.

Plomada Perfectamente vertical, se refiere a la verticalidad de un elemento.

Canal Superior Es el perfil C que se encuentra la parte superior de una pared partición, se encuentra ensamblado a la parte superior de los studs.

Pared Se refiere a las paredes exteriores de la edificación pueden ser portantes y no portantes.

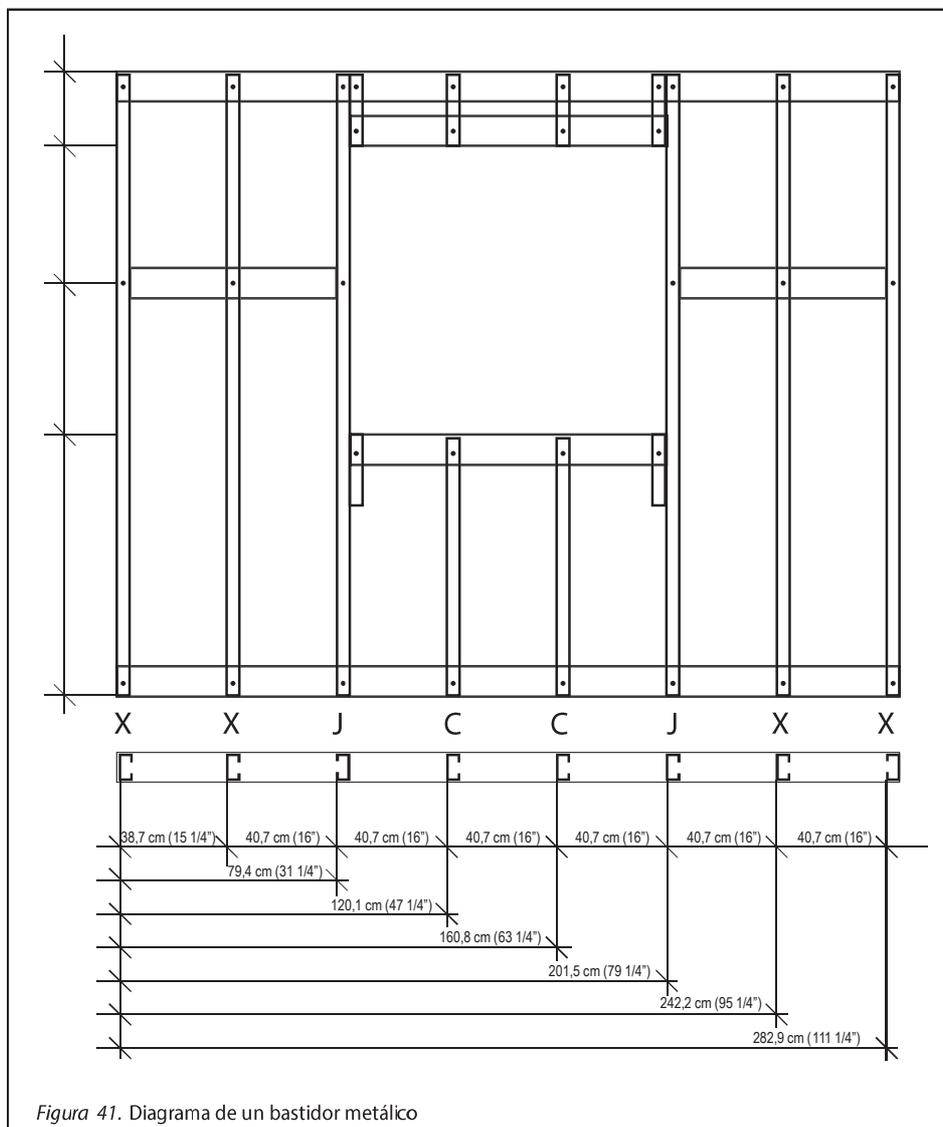


3.3.- Simbología

- Stud inicial (**X**)
- Primer stud (**X**)
- Stud cortado (**C**)
- Jack Stud (**J**)
- Línea de eje (**LE**)
- Línea central (**LC**)

3.4.- Diagrama de un bastidor

Además de los planos de la vivienda, cada bastidor que conforma una pared o partición se lo arma basándose en un diagrama muy simple que indica las distancias entre ejes y los tipos de perfiles a usarse. Los planos de la vivienda indican donde instalar cada bastidor. Con este sistema de diagramas solo se necesita una carpeta con todos los esquemas de los bastidores que van a ser ensamblados, lo que facilita el trabajo en obra, eliminando los pliegos de planos. El diagrama presenta un corte de planta y un levantamiento. Si es necesario se incluirá un detalle de algún ensamblaje más complejo.



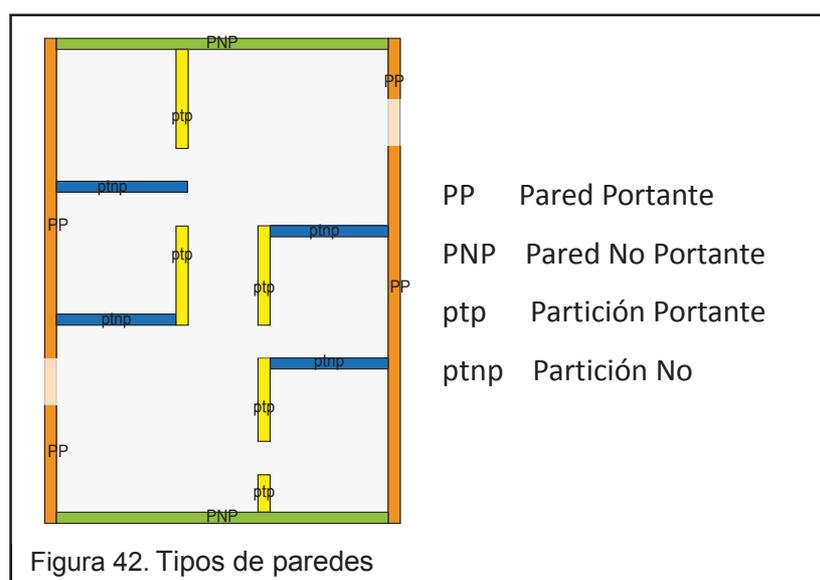
3.5.- Replanteo de la estructura

El replanteo es una parte muy importante del proceso de construcción. Los errores de medición y cálculo son los más costosos. Es necesario revisar las escuadras y niveles de los cimientos, se debe corregir los errores antes de anclar los bastidores metálicos a los cimientos. El replanteo de las paredes es diferente ya que hay cuatro tipos de paredes y particiones y cada una tiene características singulares. La clave es trazar correctamente los ejes, colocar correctamente el stud inicial y el primer stud; luego de esto el proceso es el mismo para todos los tipos de paredes y particiones. (Brackett, 2012)

3.5.1.- Identificando las paredes y particiones

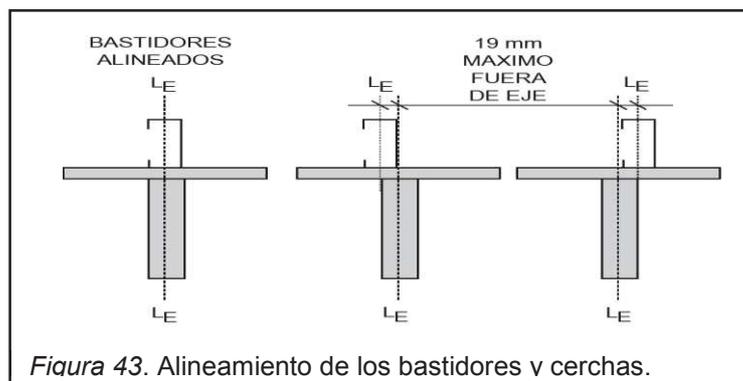
El primer paso para replantear una pared es determinar su tipo. Recomendamos seguir la nomenclatura que se presenta en este manual, al dibujar los planos y en la obra. Las paredes y particiones portantes se pueden reconocer fácilmente ya que sobre estas se asientan las vigas o cerchas del techo.

3.5.2.- Tipos de pared



3.5.3.- Paredes portantes (PP)

Las paredes portantes, PP, son las primeras en ser montadas. Generalmente están orientadas en el sentido del eje más largo de la edificación. Los studs de las paredes portantes deben estar alineados con las cerchas o vigas del techo; esta alineación es muy importante ya que, la carga es transferida directamente por los studs hacia los cimientos; también facilita la instalación de conductos para cables y tuberías.

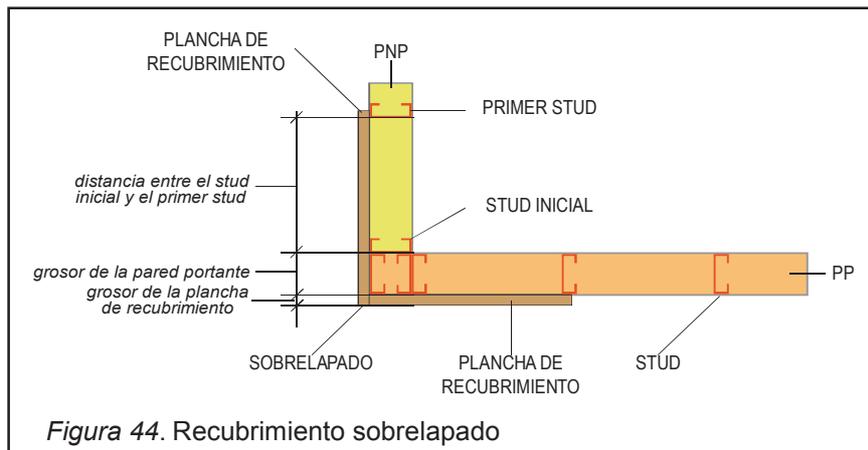


3.5.4.- Paredes no portantes (PNP)

Las paredes no portantes, PNP, son las que corren paralelas a las vigas o cerchas del techo. No soportaran peso sobre ellas. Por lo general se encuentran en el sentido del eje más corto de la edificación; y se encuentran perpendiculares a las paredes portantes. Existen dos métodos para el replanteo de estas paredes, pero solo hay una sutil diferencia entre ambos.

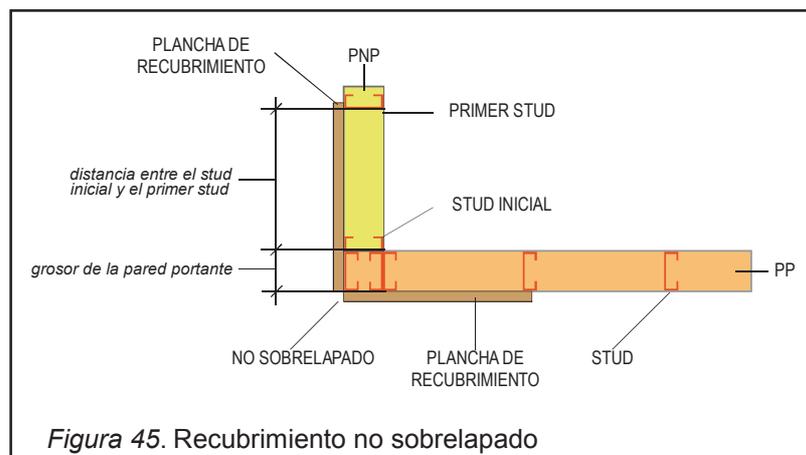
Método sobrelapado

Con este método se logra sobrelapar el recubrimiento de la pared portante. Se debe calcular la distancia entre los ejes del stud final y el primer stud para permitir que la plancha de recubrimiento sobrelape al recubrimiento de la Pared Portante.



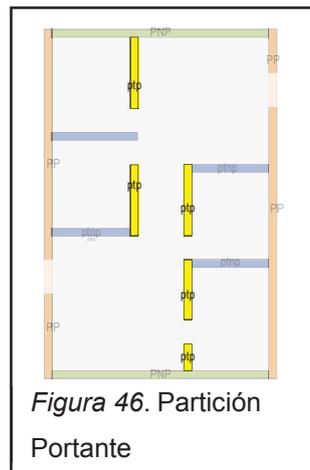
Método no sobrelapado

Con este método no se sobrelapa el revestimiento de la pared portante; esto deja una abertura en la esquina donde convergen los revestimientos. Este método es utilizado cuando se va a recubrir las paredes con fachaletas.



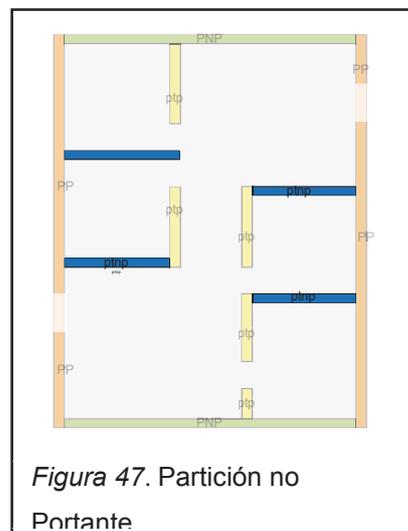
3.5.7.-Partición portante (ptp)

Este tipo de partición está localizada cerca del centro de la casa, corre paralela a las paredes portantes. Es muy importante alinear los studs para que estén en plomada con las vigas o cerchas del techo.



3.5.8.- Partición no portante (ptnp)

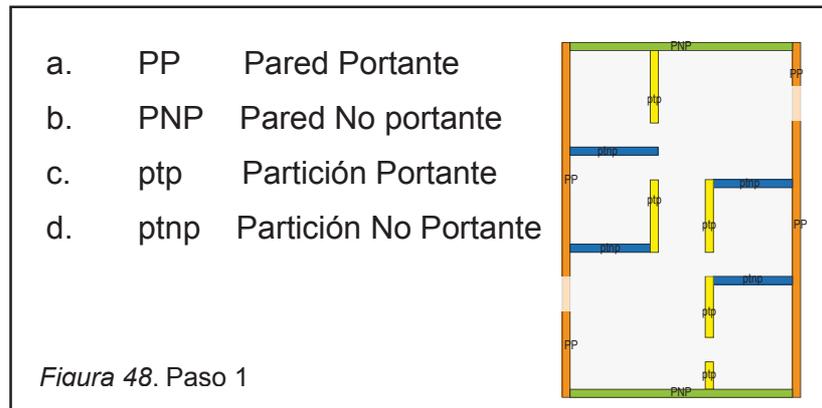
Estas particiones corren en sentido paralelo a las paredes no portantes. Se replantean empezando desde la intersección con la pared perpendicular a esta.



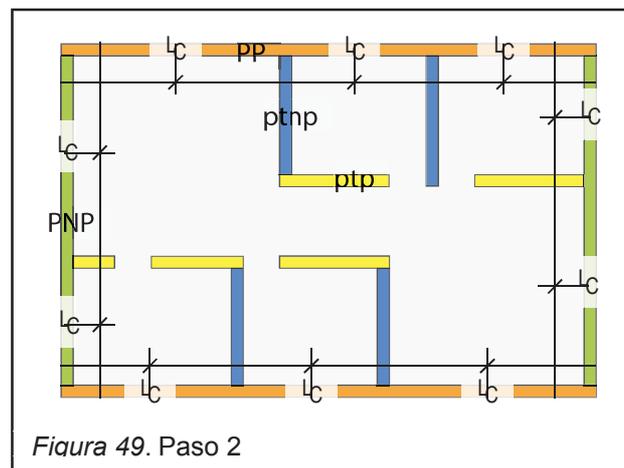
3.6.- Como replantear una pared en los cimientos

En los planos se debe determinar el punto de arranque para el replanteo de las paredes empezando por la esquina de una pared portante, asegurándose que esté alineada con los pernos de anclaje. Como ejemplo usaremos 40,7 cm (16") como distancia entre los ejes de los studs. (Brackett, 2012)

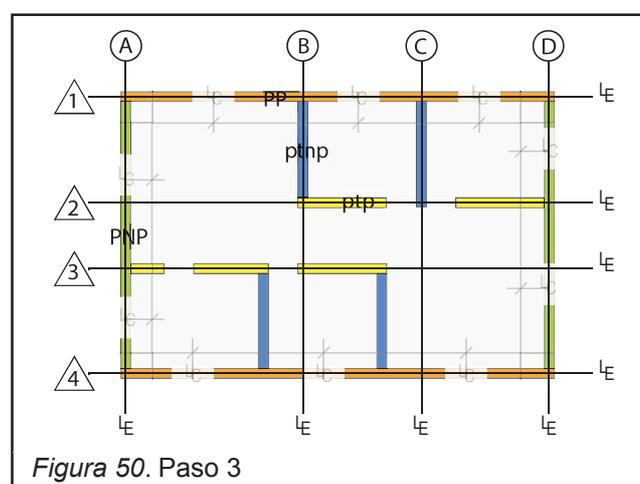
1.- Determinar el tipo de pared.



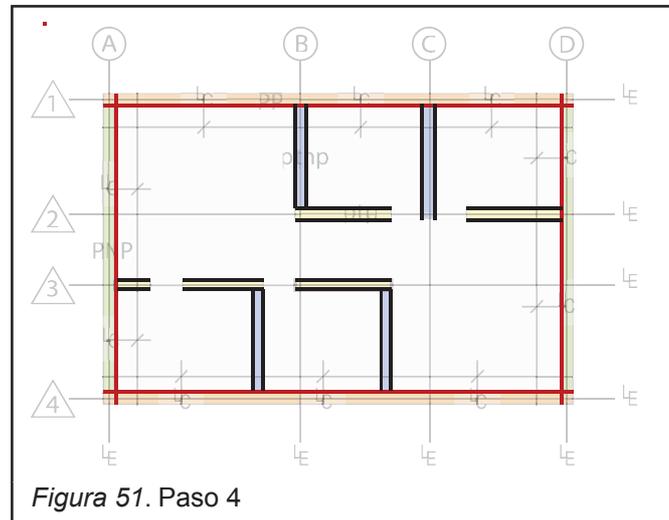
2.- Ubique y marque los espacios para ventanas y puertas.



3.- Ubique y marque las intersecciones entre paredes y particiones.



4.- Utilice la trazadora para marcar una línea de tiza en los cimientos que señale donde quedaría el borde interno del canal inferior de todas las paredes y particiones.



Los siguientes pasos debe repetirlos en cada pared y partición siguiendo lo indicado para cada tipo. Recuerde el orden de replanteo, PP, PNP, ptp y ptnp.

5.- Mida, marque y corte según los planos los canales inferiores y superiores que van a conformar los bastidores metálicos. Corte al mismo tiempo los dos canales para asegurar la simetría.

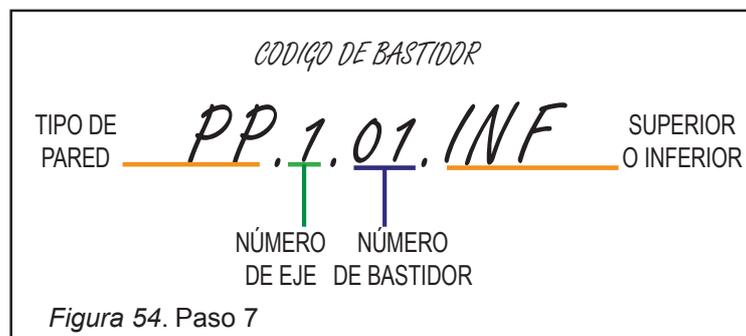


6.- Mida y marque en los canales según los planos la distancia a la línea central de puertas, ventanas e intersecciones. Marque los dos canales al mismo tiempo para asegurar la simetría.

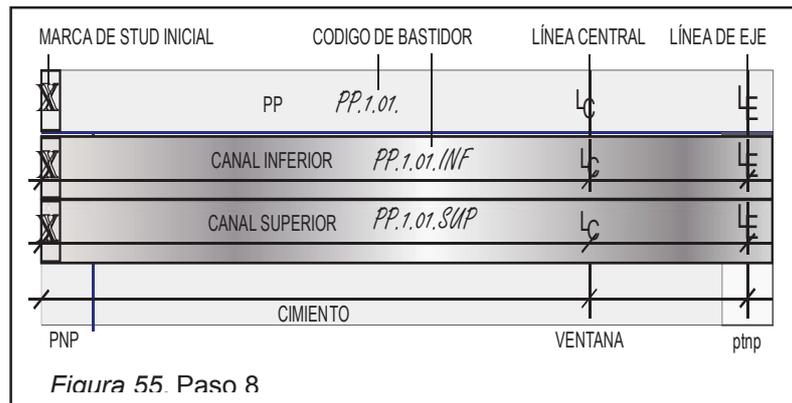


Figura 53. Paso 6

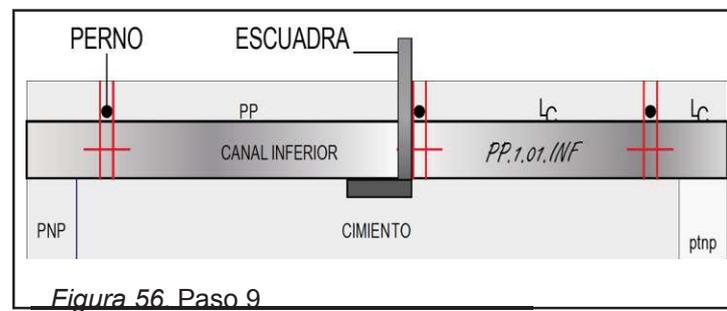
7.- Marque en los canales y cimiento la ubicación del stud inicial para saber la dirección en la que se debe ensamblar y montar los bastidores. Es recomendable marcar un número en los canales que conformaran los bastidores y copiar el número en la parte del cimiento donde va a ser montado.



8.- Coloque los canales sobre el cimiento alineado con la marca de tiza que indica el borde del canal inferior. Verifique que las marcas en los canales, de stud inicial, líneas centrales de puertas o ventanas y líneas de ejes de intersecciones; coincidan con las marcas en los cimientos.

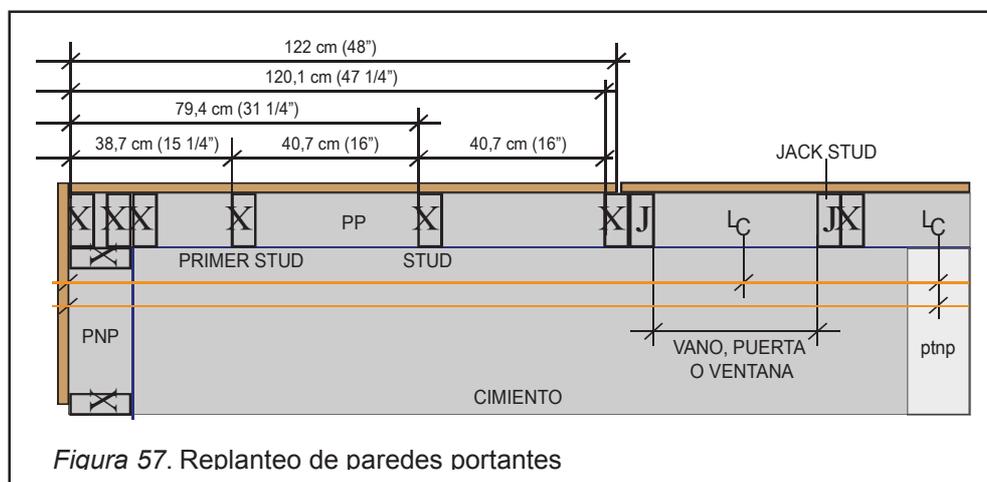


9.- Retire el canal superior, con el canal inferior alineado sobre el cimiento, con una escuadra traslade los ejes de los pernos embebidos.



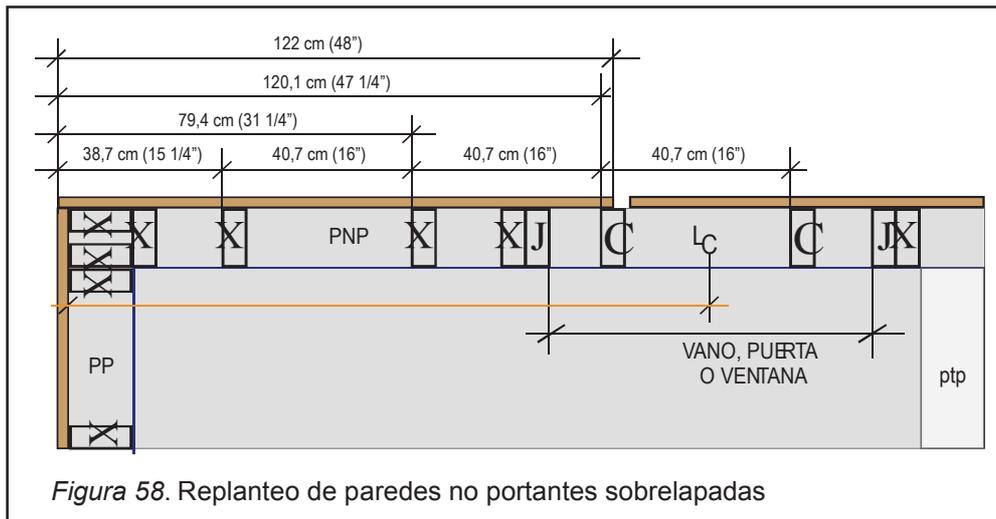
3.6.1.- Paredes portantes (PP)

Mida la separación entre ejes de los studs y ejes de aberturas o vanos desde el borde interno de la placa de recubrimiento de la pared perpendicular a esta.

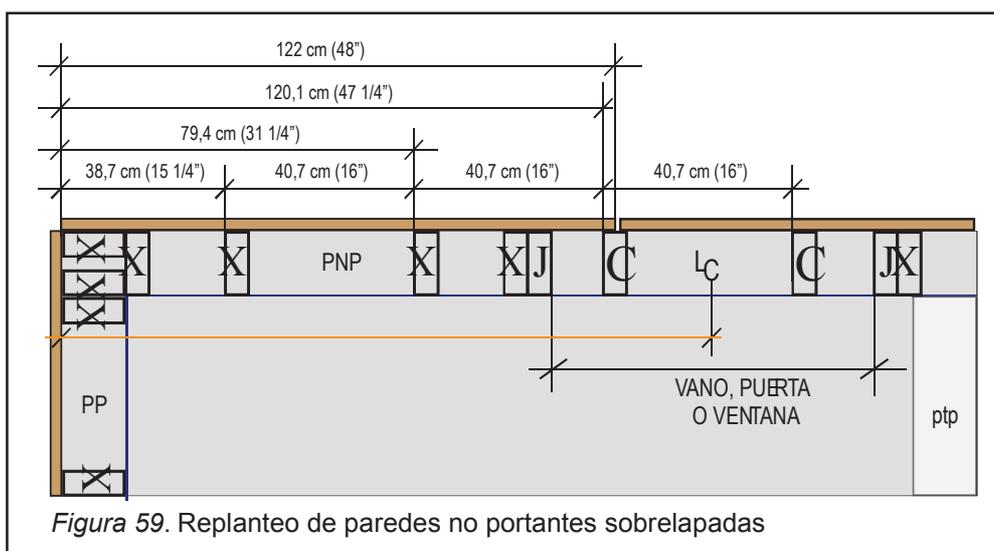


3.6.2.- Paredes no portantes (PNP)

Para el método sobrelapado mida la distancia entre ejes de los studs incluyendo grosor de la pared y del recubrimiento. La línea de ejes para aberturas o vanos se debe medir incluyendo sólo el grosor de la pared sin el del recubrimiento.

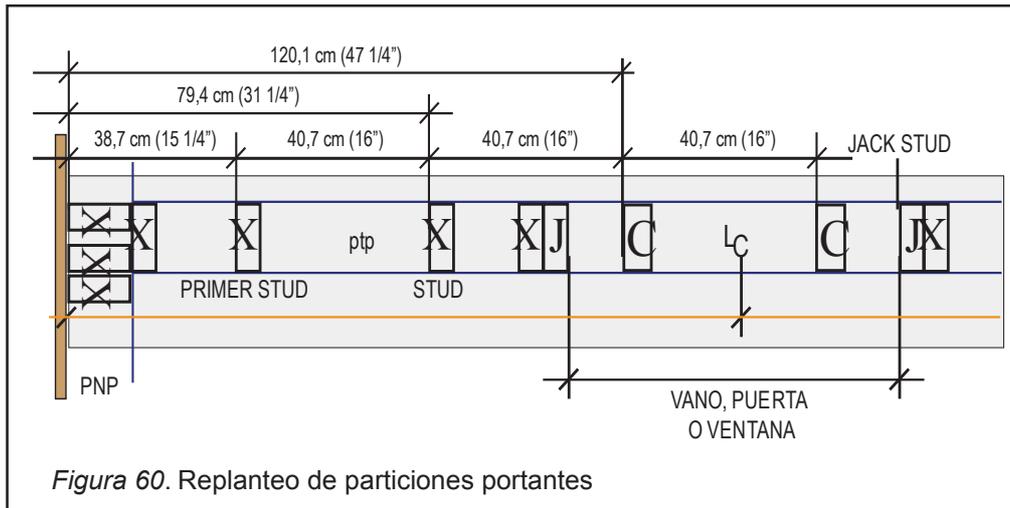


Para el método de no sobrelapado, mida la distancia entre ejes de los studs incluyendo solo el grosor de la pared, para medir la distancia a la línea de eje para aberturas y vanos incluya también el grosor de la pared.



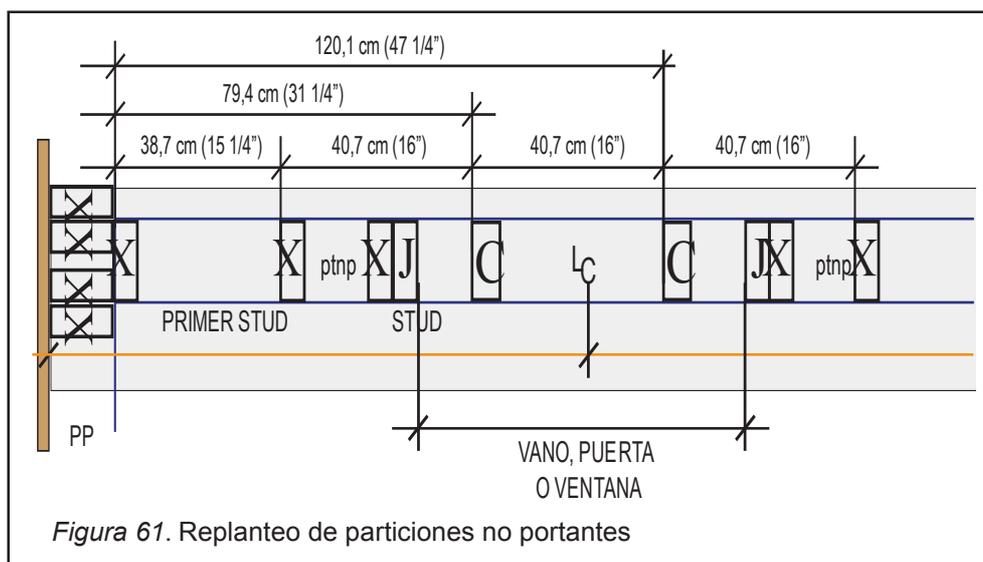
3.6.3.- Partición portante (ptp)

Marque el espacio entre ejes de los studs y las líneas de eje de aberturas y vanos, incluyendo el grosor de la pared a la cual se adjunta. Esto permitirá alinear los studs con las vigas o cerchas del techo.



3.6.4.- Partición no portante (ptnp)

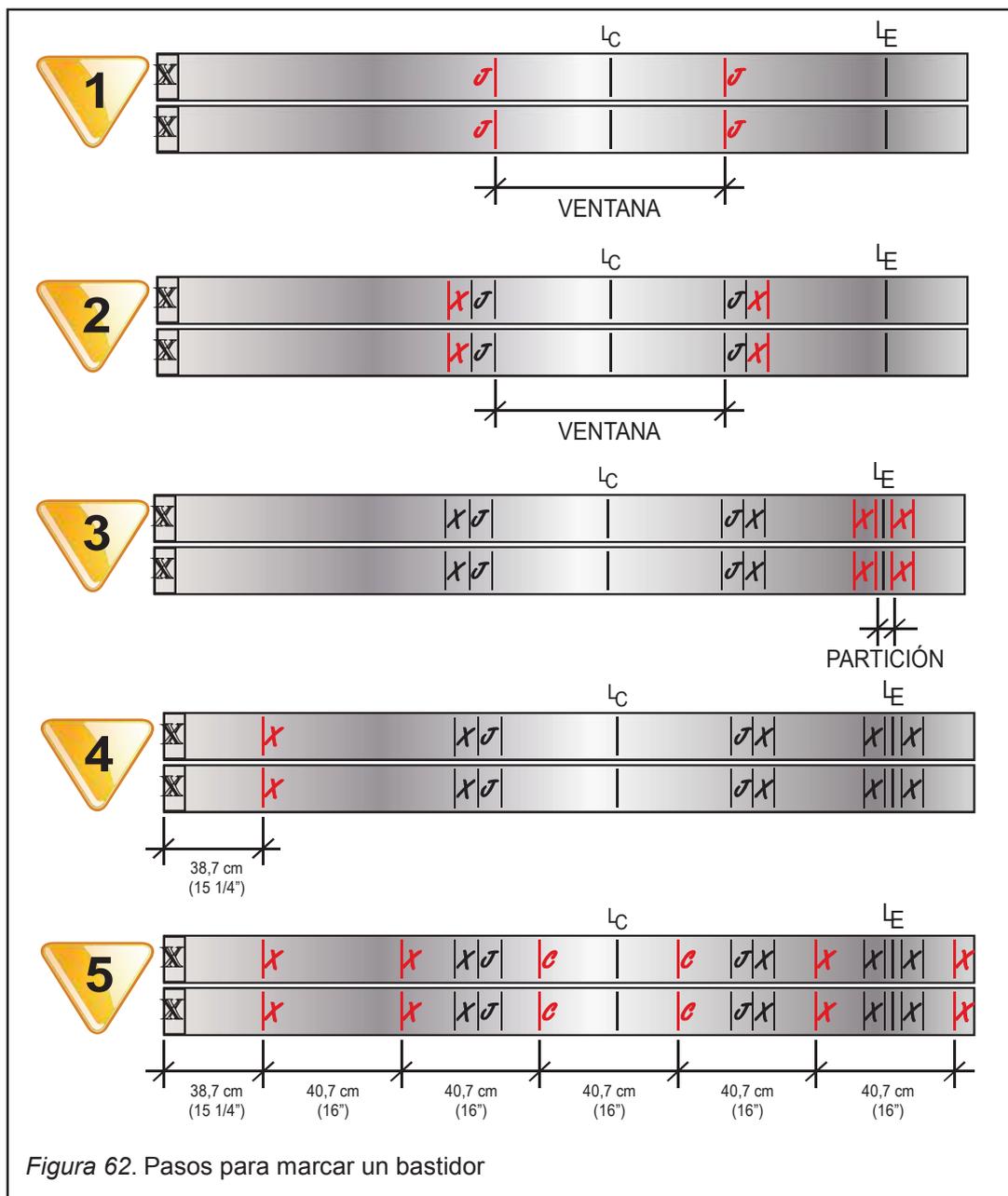
Marque las líneas de ejes incluyendo el espesor de la pared adyunta. Marque la distancia entre ejes midiendo desde el borde interior de la pared adyunta.



3.7.- Como marcar las líneas de eje para ensamblar un bastidor

Marcar de manera simultánea los canales inferiores y superiores de esta forma se asegura la simetría. Para esto debe seguir los siguientes pasos.

1. Desde la línea central del espacio para la ventana mida y marque a cada lado la mitad de la distancia de la abertura, marque la ubicación del stud con una J, ya que este es un stud Jack.
2. Marque a cada lado externo del stud Jack la ubicación del stud con una X.
3. Mida y marque la distancia al eje de la partición, marque los studs a cada lado del eje tomando en cuenta el grosor del stud de la partición.
4. Mida y marque la distancia entre ejes del stud inicial y el primer stud; marque con una X la ubicación del primer stud.
5. Mida y marque la distancia entre ejes de los studs restantes. Marque con una X los studs completos y con una C los studs que se encuentren en el espacio de abertura bajo una ventana.



3.7.1.- Distancia entre ejes de Studs

La distancia entre los ejes de los studs depende del cálculo estructural y del tipo de pared. Los más utilizados son: 24", 16", 12". La distancia entre el stud inicial y el primer stud es la única que requiere algo de cálculo. Debe restar la mitad del ancho del ala del stud del espacio nominal entre ejes de los studs.

Tabla 2.

Fórmula para determinar la distancia al primer stud		
Ancho del ala	A	40 mm
Mitad del ancho del ala	a	20 mm
Distancia nominal entre ejes de los studs	LE	40,7 cm
Distancia al primer stud	LE - a	38,7 cm

3.8.- Rigidización

Con el fin de reforzar la estructura se emplea perfiles o bandas metálicas para reforzar la rigidez de las paredes y particiones, en especial en lugares que soportan cargas verticales y laterales.

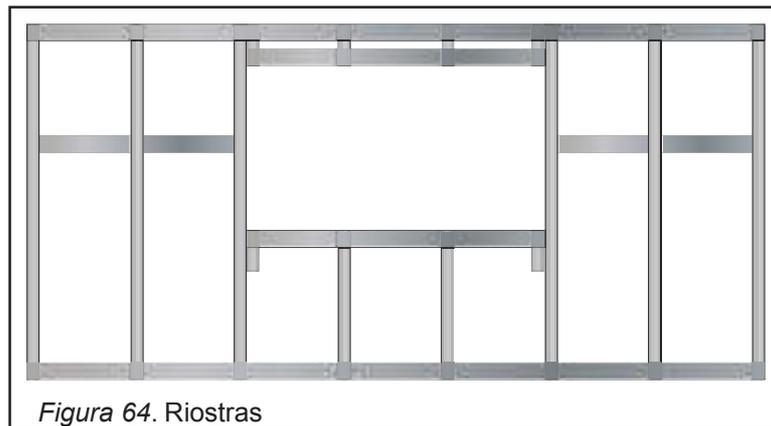
3.8.1.- Cruz de San Andrés

Se lo utiliza las esquinas las paredes portantes y no portantes, consiste en instalar bandas metálicas en sentido diagonal que forman una equis en las esquinas de la edificación.



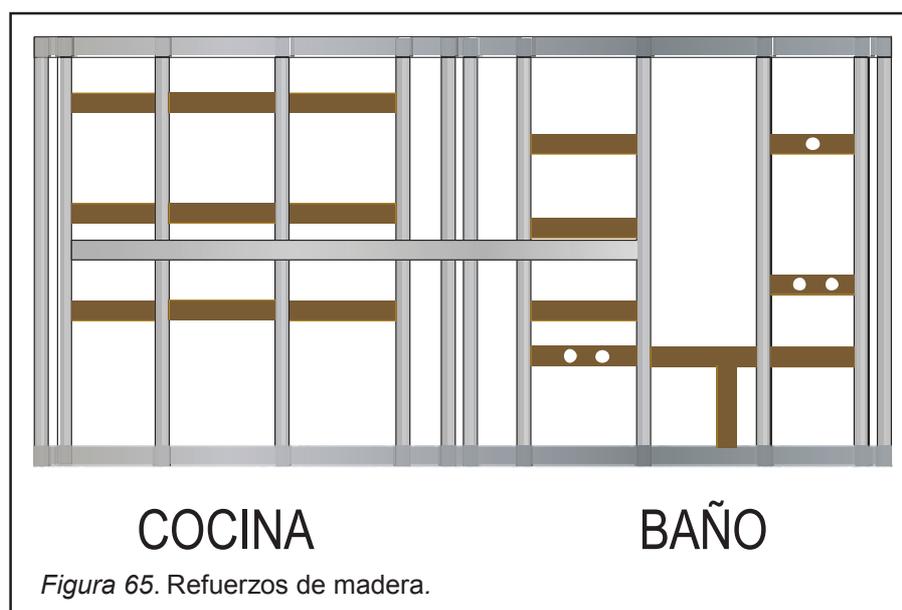
3.8.2.- Riostras

Con el fin de evitar la flexión de los studs, se debe instalar soportes horizontales entre cada stud. La ubicación de las riostras dependerá de cálculo estructural y del tipo de pared.



3.9.- Refuerzos para instalaciones

Debido a las características de la estructura y los materiales que la recubren, es necesario instalar soportes de madera o perfiles metálicos que sirvan para anclar muebles y accesorios, en baños, cocinas, dormitorios, salas y cuartos de máquinas.



3.10.- Secuencia y técnicas para ensamblar los bastidores

El proceso constructivo sigue un orden específico que empieza con la fundición de los cimientos y sigue con el ensamblaje de bastidores, montaje los bastidores y conformación de las paredes y particiones. Primero se replantean en los cimientos, los ejes de todas las paredes y particiones; luego se marcan, ensamblan y montan los bastidores uno por uno. Empezando por las paredes portantes y terminando con las particiones pequeñas.

3.10.1.- Corte

Cortes los perfiles metálicos según lo especificado los planos. Verifique dos veces las medidas antes de cortar.



3.10.2.- Ensamblaje

El ensamblaje se lo realiza en el piso, debe tener un área despejada para trabajar con comodidad.

- 1.- Ubique el canal superior o inferior en su lugar.



Figura 67. Paso 1

2.- Ensamble los studs de los extremos, inicial y final.



Figura 68. Paso 2

3.- Revise que las marcas concuerden con las medidas de los planos.

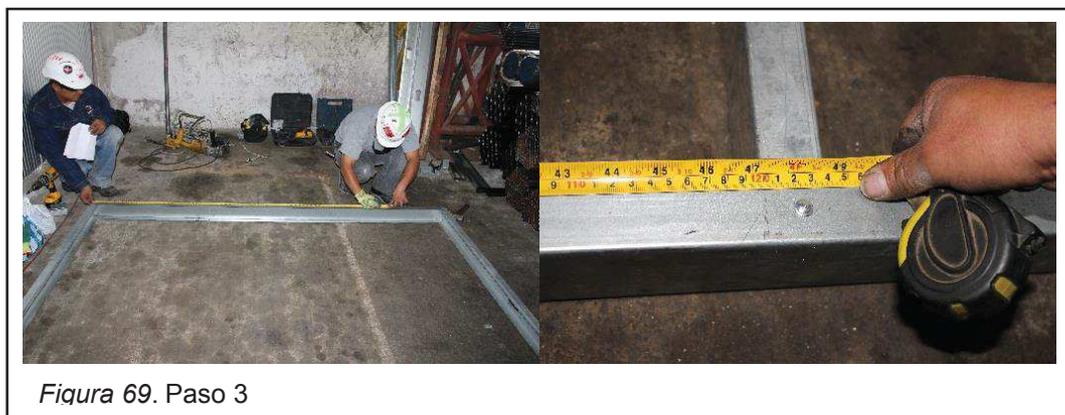


Figura 69. Paso 3

4.- Ensamble el primer stud.



Figura 70. Paso 4

5.- Ensamble los studs restantes.



Figura 71. Paso 5

6.- Ensamble marcos de puertas y ventanas.



Figura 72. Paso 6

7.- Una vez que estén colocados todos los tornillos auto perforantes de un cara, gire el bastidor para colocar los tornillos del otro lado.



3.11.- Cuadrar los Bastidores

1.- Coloque la placa inferior del bastidor junto a la línea de replanteo en el cemento.

2.- Revise la escuadra del bastidor.

- a. Verifique las medidas del bastidor con lo que se especifica en los planos.
- b. Revise la altura de los extremos del bastidor.
- c. Revise la longitud de los dos lados del bastidor.
- d. Revise que la longitud de las diagonales sea igual y concuerde con los planos.



Figura 74. Paso 1

3.- Cuando se haya comprobado que el bastidor está cuadrado, puede instalar los elementos de rigidización permanentes, Cruz de San Andrés.

4.- Coloque un perfil en sentido diagonal para mantener escuadra durante el proceso de montaje. Este refuerzo es sólo temporal.



Figura 75. Paso 2

3.12.- Montaje

1. Asegúrese que el borde interior del canal inferior se encuentre sobre la línea de replanteo en el cimiento.

2. Revise que las perforaciones en el canal inferior coincidan con los pernos de anclaje embebidos en los cimientos.
3. Eleve el bastidor desde el canal superior hasta colocarlo en su sitio perpendicular al cimiento.
4. Utilice un anclaje provisional para mantener al bastidor en su sitio.



3.13.- Nivelar

1. Asegúrese que los perfiles horizontales se encuentre nivelados.
2. Revise el nivel en los dinteles, marcos de ventanas y cabezales.

3.14.- Plomada

1. Revise que el bastidor se encuentre perfectamente vertical.
2. Revise el nivel cada uno de los studs.
3. Utilice dos o más soportes para mantener el bastidor vertical mientras instala los anclajes permanentes.

3.15.- Anclajes temporales

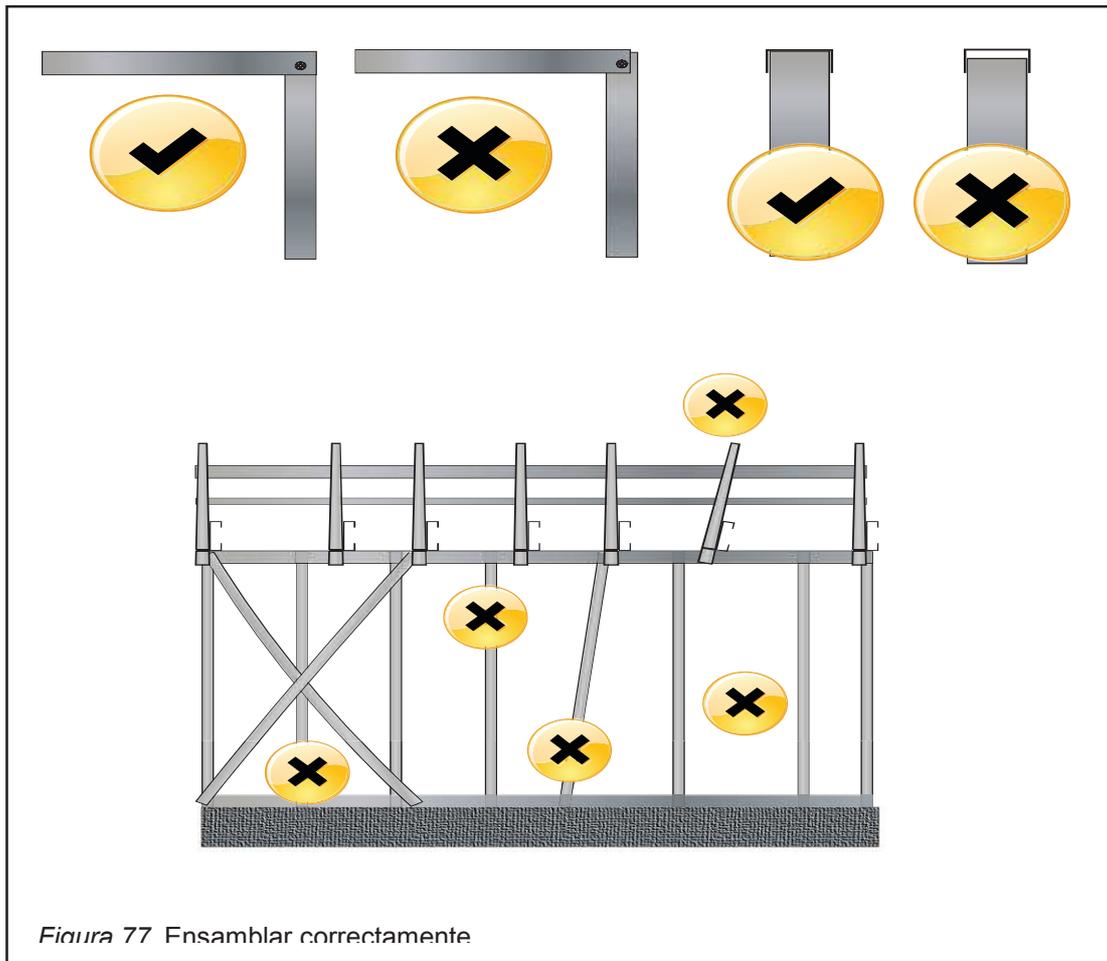
Son todos los dispositivos que sirven para sostener los bastidores durante el proceso de construcción. Se los retirará con los anclajes permanentes se encuentren instalados.

3.16.- Anclajes permanentes

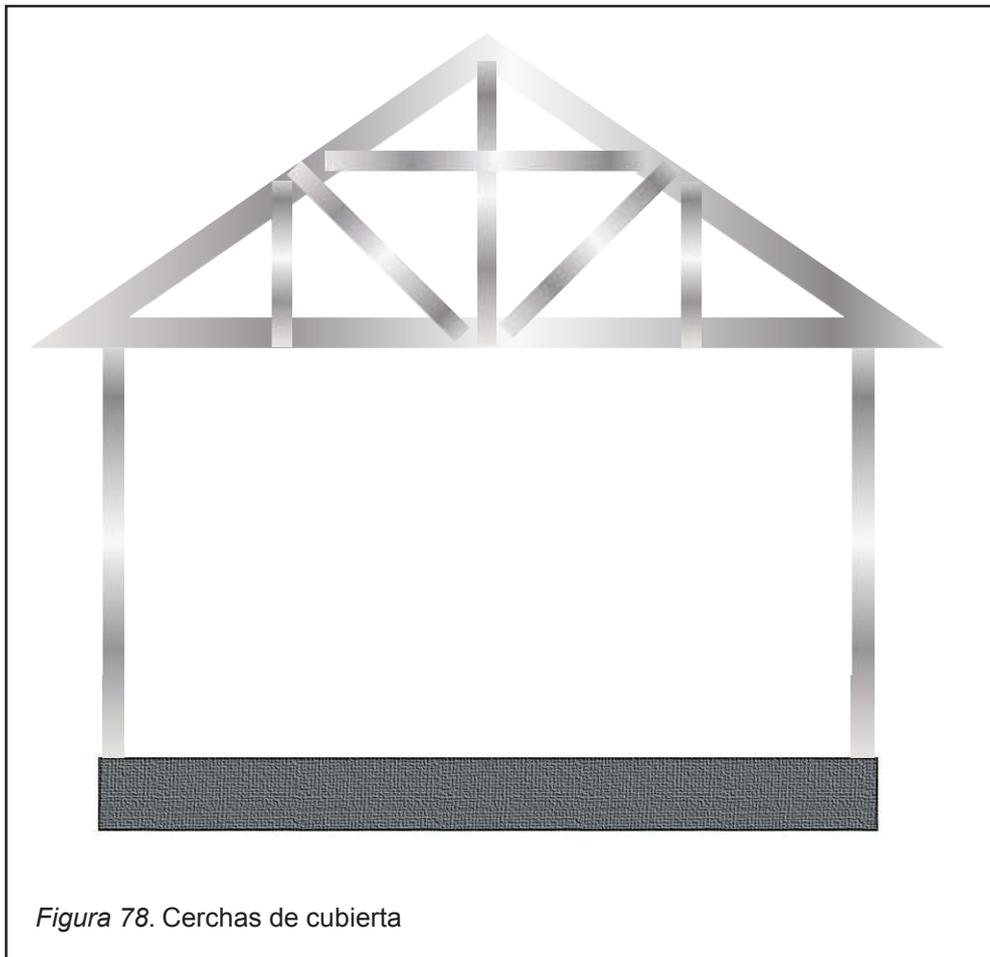
1. Instalar las escuadras Simpson.
2. Instalar los pernos de anclaje.
3. Verificar la correcta instalación de los anclajes.
4. Retirar los anclajes temporales.

3.17.- Como ensamblar correctamente

En los diagramas y planos puede ver la disposición de los studs, canales y tornillos. Aquí le presentamos unas reglas básicas para lograr un correcto ensamblaje.



4.- TECHOS



4.1.- Techos

En este capítulo analiza todo lo concerniente al ensamblaje y montaje de las cerchas que conforman la estructura del techo. Debido a la inmensa variedad de diseños para techos, se escogió un diseño simple y muy común, se utilizará como ejemplo un techo de dos aguas; conformado por perfiles G con su alma orientada en sentido vertical.

Muy importante que los planos estén bien detallados y que presenten las medidas de todos los elementos. Los soportes temporales son muy importantes

al momento de construir un techo. La seguridad de los trabajadores es de vital importancia en etapa del proceso constructivo. Dependiendo del tamaño de la edificación, es aconsejable que se cuente con una grúa.

4.2.- Glosario del capítulo 4

Viga Elemento estructural horizontal que soporta cargas verticales y las transfiere hacia las paredes portantes.

Cercha Estructura conformada por perfiles metálicos, dispuestos de manera que formen triángulos. Se utiliza para cubrir grandes luces.

Cumbrero Miembro estructural de un techo que une las cerchas entre sí.

Luz Distancia horizontal entre dos apoyos verticales.

Correas Miembro rigidizador de la estructura de un techo, evita la flexión lateral de las cerchas.

Volados de techo Prolongación del techo que sobresale del área de la vivienda.

4.3.- Consideraciones para el diseño de cerchas

Las cerchas son elementos estructurales conformados por la unión de varios perfiles ensamblados triangularmente. El triángulo es una forma geométrica indeformable. La función de las cerchas es soportar las fuerzas de compresión, flexión y transmitir las hacia las paredes y particiones portantes. Por su forma geométrica existen innumerables tipos de cerchas.

Para obtener una cercha indeformable, isostática, el número de perfiles tienen que ser igual al doble de la cantidad de nudos menos tres y deben estar correctamente distribuidos en la cercha.

$$P = 2n - 3 \text{ isostático}$$

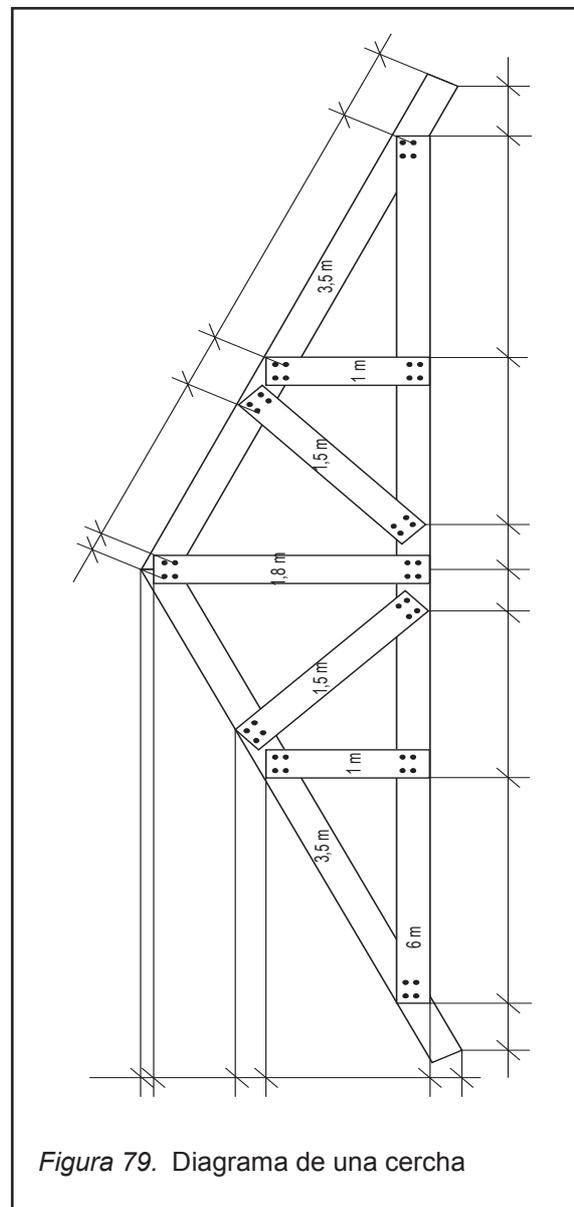
Si se requiere un diseño más fuerte se puede conformar una cercha hiperestática. En la cual el número de perfiles sea mayor que el doble del número de nudos menos tres.

$P > 2n - 3$ hiperestático

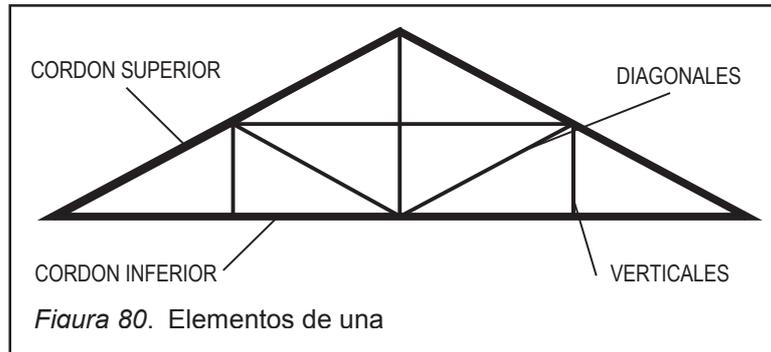
El diseño isostático es el más utilizado mientras que el hiperestático se lo utiliza para cubrir grandes luces o soportar mayores esfuerzos. (Diez, 2011)

4.4.- Diagrama de una cercha

Las distancias se deben especificar en los planos. La longitud de cada perfil se debe anotar en el perfil o en un detalle aparte.



4.5.- Elementos de una cercha



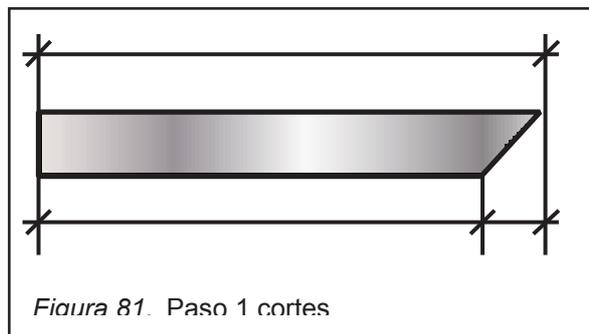
4.6.- Procedimiento paso a paso para construir el techo

4.6.1.- Cortes

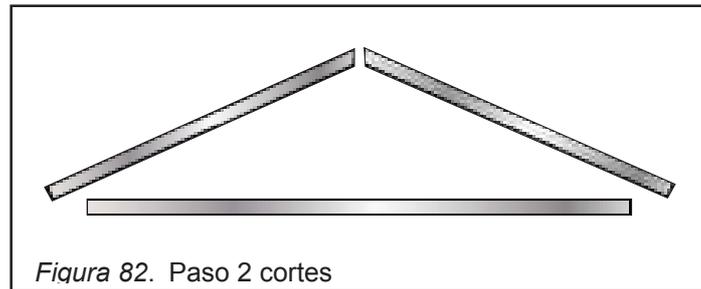
Es una etapa muy crítica en la construcción del techo. Las medidas y cortes deben ser realizados con exactitud. Recomendamos la elaboración de matrices para asegurarse que todos los elementos que conforman las cerchas tengan las mismas medidas

.

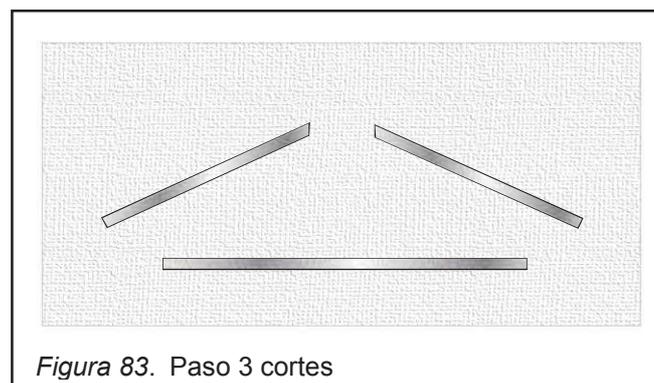
1.- Estudie los planos antes de realizar cualquier medición o corte. Revise si existen perfiles con cortes en ángulos diferentes a 90°



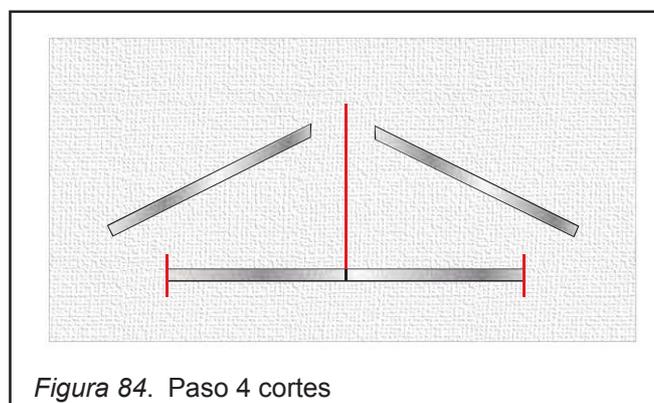
2.- Mida y corte los elementos más grandes primero. Cordones superior e inferior



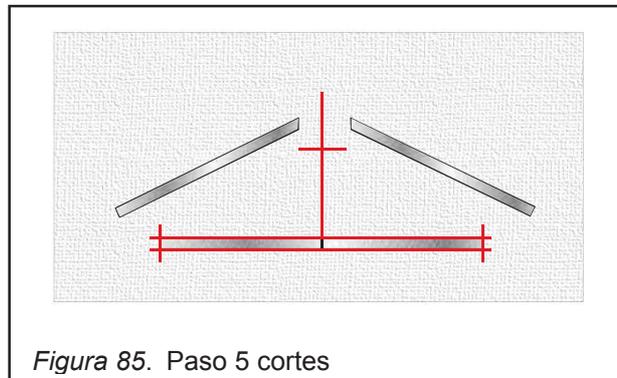
3.- Despeje un área del piso de la vivienda para realizar el ensamblaje de las cerchas. Coloque los elementos grandes en el piso de la misma manera cómo va a ensamblarlos.



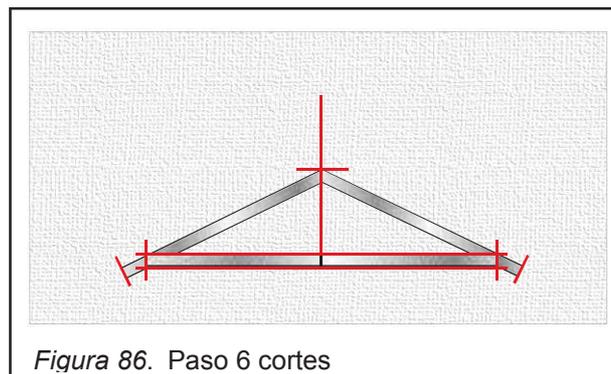
4.- Marque el centro del cordón inferior, trace en el piso una línea perpendicular que se extienda sobre la altura de la cercha, marque en el piso los extremos del cordón inferior.



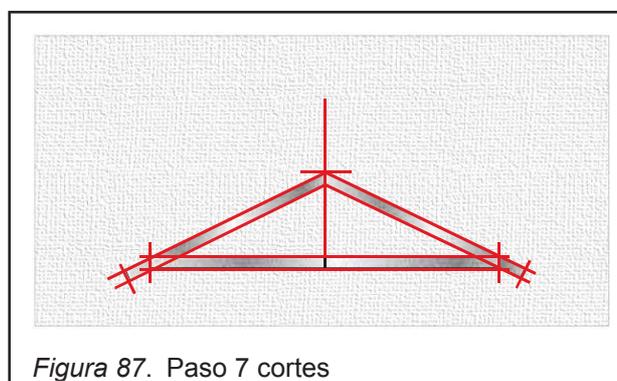
5.- Marque en el piso la altura externa de la cercha y marque los bordes del cordón inferior.



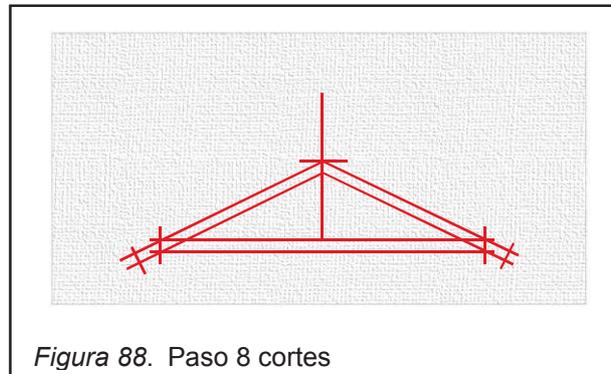
6.- Utilice una escuadra rápida para verificar el ángulo entre el cordón superior y el inferior mientras los coloca en su posición. Marque en el piso el extremo inferior del cordón superior.



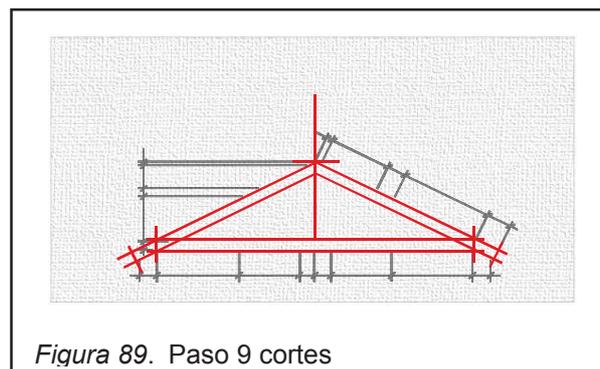
7.- Marque los bordes del cordón superior en el piso.



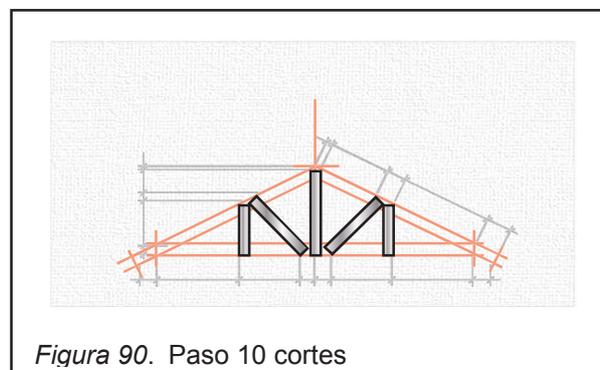
8.- Retire los perfiles y quedaran las marcas en el piso, esta plantilla le servirá para ensamblar las cerchas.



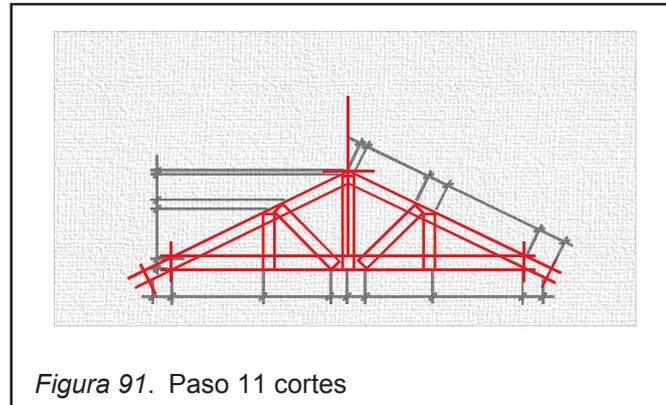
9.- Mida y marque en el piso y la ubicación de las diagonales y verticales.



10.- Colóquelas sobre la matriz según lo detallado en los planos



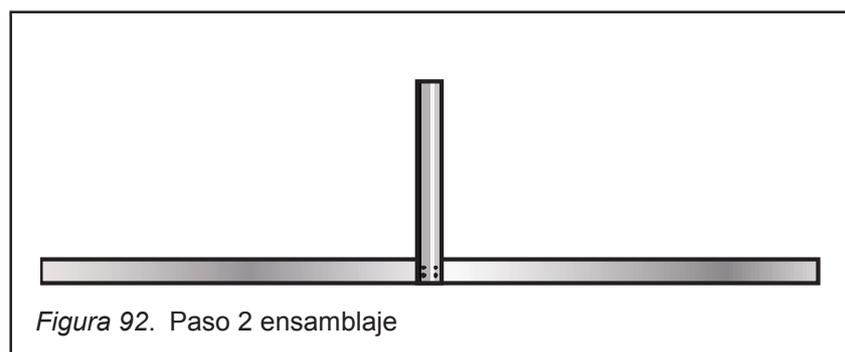
11.- Verifique que las distancias y ángulos concuerde con lo especificado en planos. Replantee su ubicación en el piso.



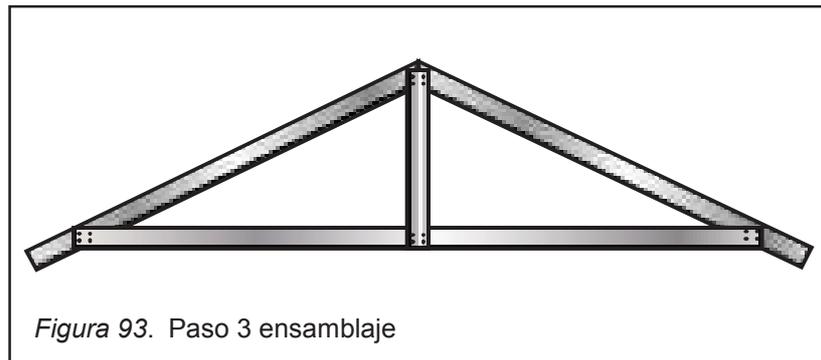
4.7.- Ensamblaje

1.- Coloque todos los elementos a un lado de la matriz que replanteo en el piso

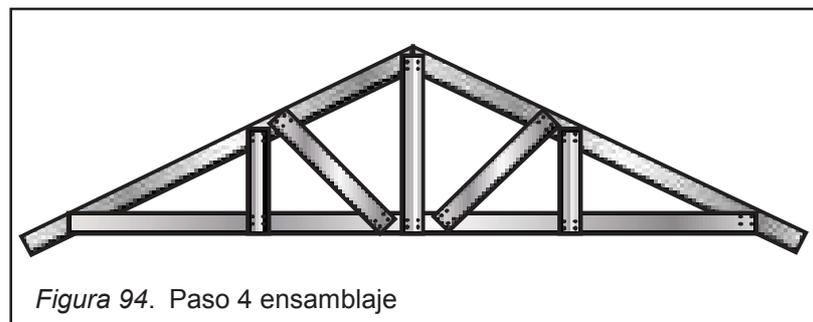
2.- Empiece ensamblando el cordón inferior y la vertical principal. Verifique los ángulos usando una escuadra rápida. Utilice abrazaderas para evitar que los perfiles se muevan durante el ensamblaje. Coloque los tornillos



3.- Ensamble los cordones superiores.



4.- Ensamble las diagonales y verifique los ángulos con la escuadra rápida.

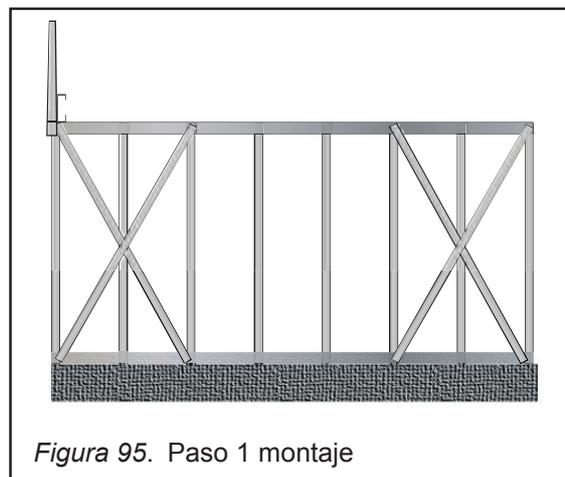


1. Verifique que todos los tornillos estén instalados en esta cara de la cercha.
2. Gire la cercha.
3. Verifique ángulos y distancias antes de colocar los tornillos.
4. Al terminar de colocar todos los tornillos, revise ángulos y distancias por última vez, corrija sí es necesario.
5. Atornille un rigidizador temporal, para mantener la forma hasta el montaje.
6. Ensamble la primera cercha y utilícela como guía para verificar que todos las demás cerchas queden igual que está.
7. En las tres cerchas de cada extremo del techo debe marcar la distancia entre ejes para los perfiles que soportarán los volados. Recuerde que la regla para los volados es $\frac{1}{4}$ de la longitud total sin soporte y $\frac{3}{4}$ de la longitud total con soporte.

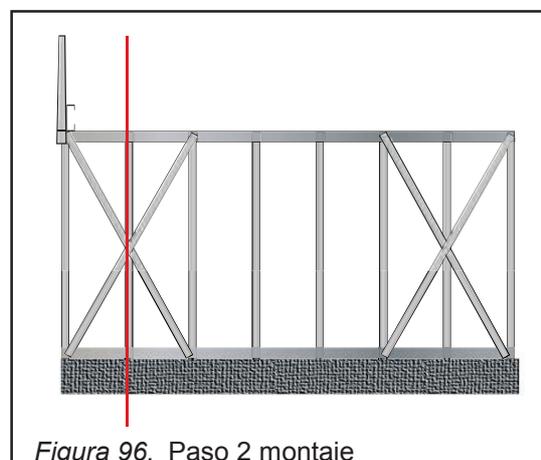
4.8.- Montaje

Asegúrese de tener todos los elementos de seguridad para sus trabajadores, andamios, escaleras, y una grúa de ser necesario. Tenga suficientes andamios para que el trabajo sea más rápido y seguro. Recuerde que los volados son lo último en ensamblarse, por eso lo trataremos de manera individual. *Vea Volados.*

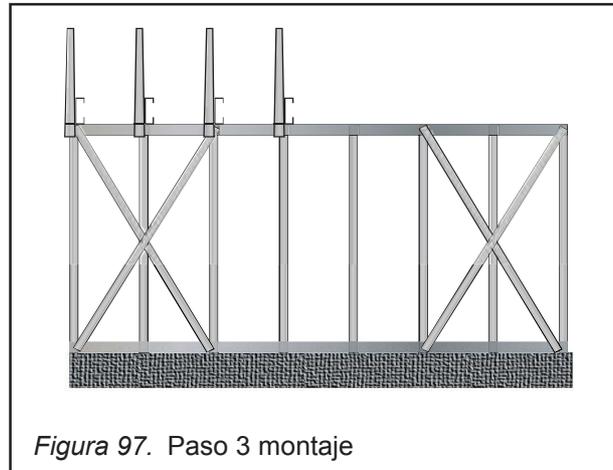
1.- Eleve la cerchas una por una sobre las paredes portantes y ubique las directamente sobre los studs.



2.- La línea de eje de las cerchas debe alinearse con la línea de eje de los studs de las paredes portantes.



3.- Repita este proceso hasta cubrir 6 metros de

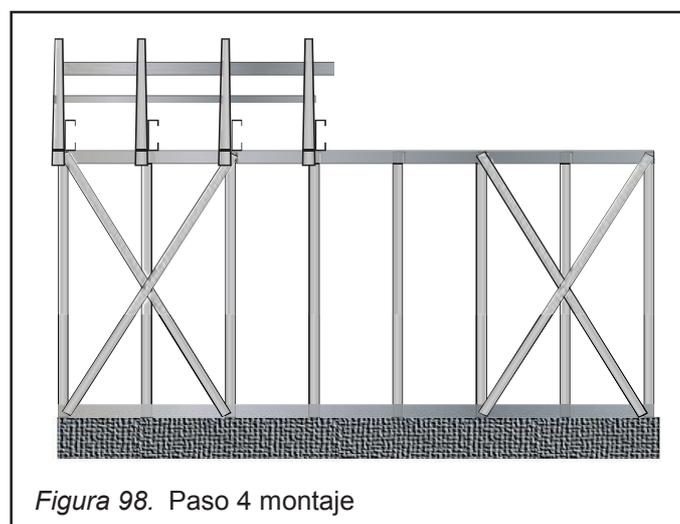


Verifique la plomada de la cercha en su parte más alta. Este es un proceso muy sencillo si se cuenta con un nivel laser con plomada.

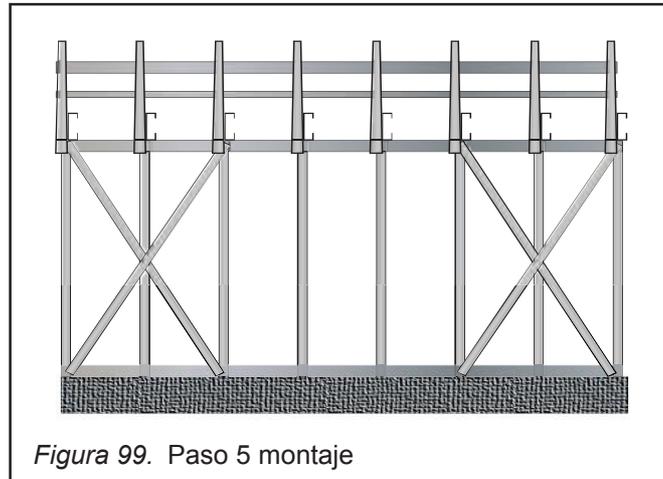
Atornille la cercha al canal superior de las paredes y particiones portantes según se especifica en los planos

Instale soportes temporales para mantener la cercha en su sitio mientras se montan el resto de cerchas.

4.- Cuando tenga cubierta una distancia de seis metros instale el cumbrero entre las cerchas., puede retirar los soportes temporales de las cerchas interiores.



5.- Repita este proceso hasta cubrir todo el techo.



4.8.1.- Rigidización

Verifique que las cerchas estén aplomadas.



Atornille las correas entre las cerchas verificando que se mantenga la distancia entre sus ejes.



Instale los perfiles C que cubrirán los extremos inferiores de los rafters. Tome en cuenta los volados.

4.8.2.- Soportes temporales

Verifique la estabilidad, niveles y plomadas de la estructura del techo.



Remueva los soportes temporales según necesite. Manténgalos en su sitio mientras no estorben.

4.8.3.- Soportes permanentes

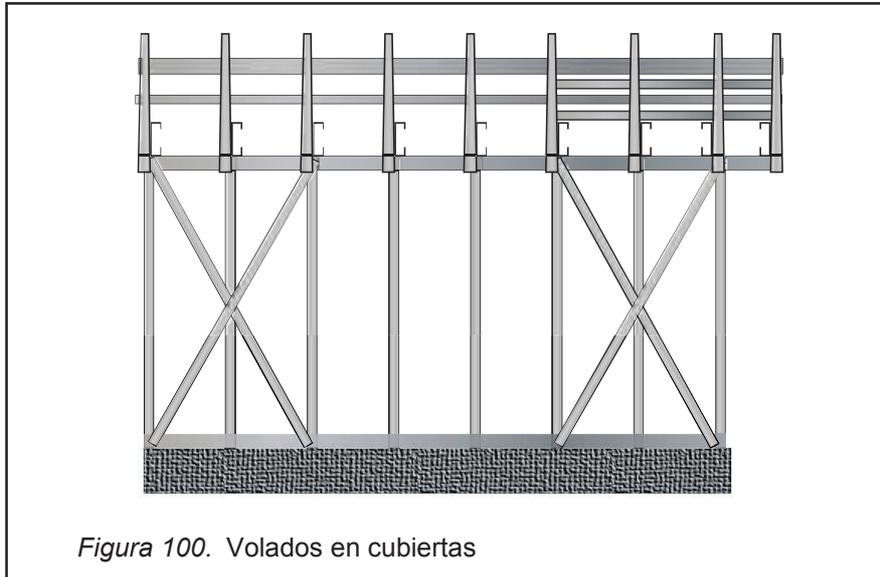
Utilice perfiles G para formar cruces entre las cerchas. Proceso similar a la Cruz de San Andrés.

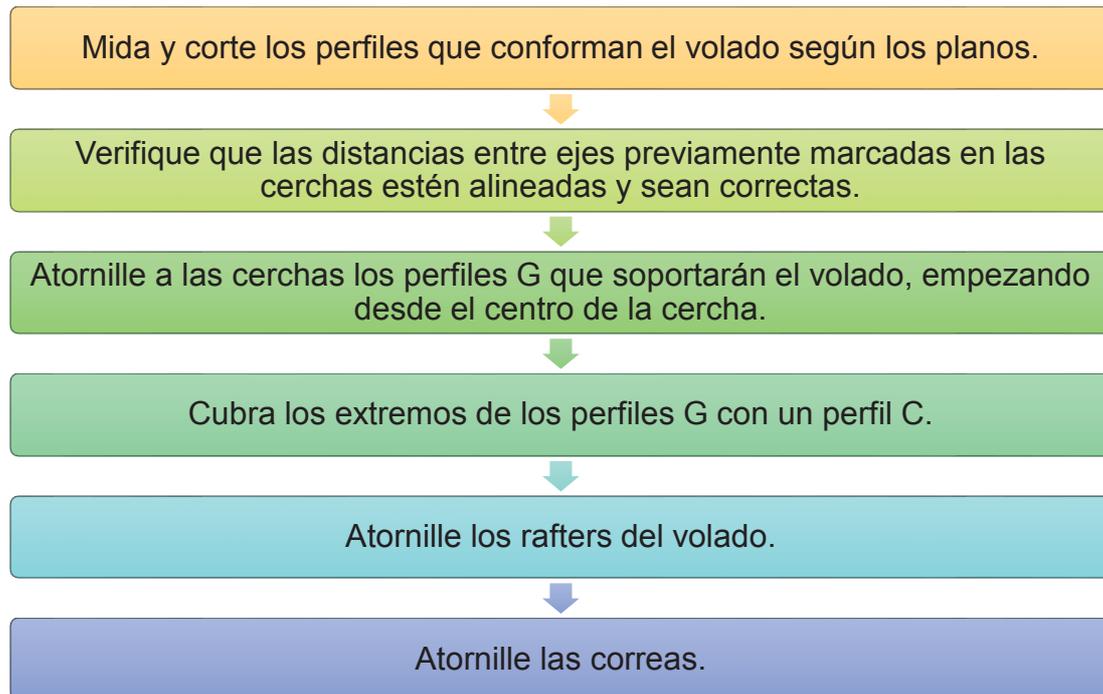


Asegúrese que todas las cerchas estén correctamente atornilladas a los canales superiores de las paredes portantes.

4.9.- Volados

Recuerde que la regla para volados es $\frac{1}{4}$ de la longitud total sin soporte y $\frac{3}{4}$ de la longitud total con soporte. Esto quiere decir que, si quiere un volado de un metro, éste debe estar soportado 3 metros dentro de las cerchas.





REFERENCIAS

Brackett, G. (2012). *DeWalt CARPENTRY AND FRAMING COMPLETE HANDBOOK*. Clifton Park, New York: DELMAR Cengage Learning.

Creative Publishing International. (2006). *The Complete Guide to Landscape Construction*. Chanhassen, Minnesota: R.R. Donnelley.

Diez, G. (2011). *Nociones prácticas de diseño estructural*. Bogotá, Colombia: Nobuko.

Rosenberg, P. (2005). *DeWalt CONSTRUCTION PROFESSIONAL REFERENCE*. POTTSTOWN, PENNSYLVANIA: PAL Publications.

TUGALT. (2012). *Informativo TUGALT*. CUENCA: Grupo Industrial GRAIMAN.

Entrevista con el Ingeniero Carlos Cueva, Asesor Técnico, TUGALT. Junio 2013.

ANEXOS

Anexo 1

(Creative Publishing International, 2006)

Tabla de Conversiones más Comunes

Para convertir:	En:	Multiplique por:
Pulgadas	Milímetros	25,4
Pulgadas	Centímetros	2,54
Pies	Metros	0,305
Yardas	Metros	0,914
Pulgadas cuadradas	Centímetros cuadrados	6,45
Pies cuadrados	Metros cuadrados	0,093
Yardas cuadradas	Metros cuadrados	0,836
Onzas	Mililitros	30
Pintas (USA)	Litros	0,473 (Imp. 0,568)
Cuartos (USA)	Litros	0,946 (Imp. 1,136)
Galones (USA)	litros	3,785 (Imp. 4,546)
Onzas	Gramos	28,4
Libras	Kilogramos	0,454
Milímetros	Pulgadas	0,039
Centímetros	Pulgadas	0,394
Metros	Pies	3,28
Metros	Yardas	1,09
Centímetros cuadrados	Pulgadas cuadradas	0,155
Metros cuadrados	Pies cuadrados	10,8
Metros cuadrados	Yardas cuadradas	1,2
Mililitros	Onzas	0,033
Litros	Onzas	2,114 (Imp. 1,76)
Litros	Pintas (USA)	1,057 (Imp. 0,88)
Litros	Cuartos (USA)	,264 (Imp. 0,22)
Gramos	Onzas	0,035
Kilogramos	Libras	2,2

Anexo 2

(TUGALT, Informativo
TUGALT, 2012)

TABLA DE DATOS DEL PERFIL C Cappa

NOMBRE DEL PERFIL	ACERO	ESPEJOR mm	PESO	
			Kg/m	Kg/6m
PGC 90 X35	SS37 G90	0,93	1,15	6,9
PGC 100 X35	SS37 G90	0,93	1,22	7,32
PGC 150 X 35	SS37 G90	0,93	1,585	9,51
PGC 90 X35	SS37 G90	1,28	1,565	9,39
PGC 100 X35	SS37 G90	1,28	1,67	10,02
PGC 150 X 35	SS37 G90	1,28	2,17	13,02
PGC 200 X 35	SS37 G90	1,28	2,675	16,05
PGC 150 X 35	SS37 G90	1,64	2,755	16,53
PGC 200 X 35	SS37 G90	1,64	3,4	20,4

Anexo 3

(TUGALT, 2012)

TABLA DE DATOS DEL PERFIL C Cappa

NOMBRE DEL PERFIL	ACERO	ESPESOR	PESO	
		mm	Kg/m	Kg/6m
PGG 90 X 40 X 17	SS37 G90	0,93	1,395	8,37
PGG 100 X 40 X 17	SS37 G90	0,93	1,465	8,79
PGG 150 X 40 X 17	SS37 G90	0,93	1,83	10,98
PGG 90 X 40 X 17	SS37 G90	1,28	1,9	11,4
PGG 100 X 40 X 17	SS37 G90	1,28	2	12
PGG 150 X 40 X 17	SS37 G90	1,28	2,5	15
PGG 200 X 40 X17	SS37 G90	1,28	3,015	18,09
PGG 150 X 40 X 17	SS37 G90	1,64	3,15	18,9
PGG 200 X 40 X17	SS37 G90	1,64	3,9	23,4