



**Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil**

**MÉTODOS PARA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA, UTILIZANDO
MATERIALES TECNOLÓGICOS ACTUALES: ELECTROPANEL,
TABLA YESO, FIBROCEMENTO Y FIBROYESO**

PATRICIA YESENIA ARCHILA ALFARO

ASESORADA POR

ING. JOSÉ SANTIAGO MÉNDEZ ARANA

GUATEMALA, MAYO DE 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MÉTODO PARA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA, UTILIZANDO
MATERIALES TECNOLÓGICOS ACTUALES: ELECTROPANEL,
TABLA YESO, FIBROCEMENTO Y FIBROYESO.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

PATRICIA YESENIA ARCHILA ALFARO

ASESORADA POR
ING. JOSÉ SANTIAGO MÉNDEZ ARANA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERA CIVIL

GUATEMALA, MAYO DE 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	Ing. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. William Ricardo Yon Chavarría
EXAMINADOR	Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
EXAMINADOR	Ing. Jeovany Rudamán Miranda Castañón
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

MÉTODOS PARA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA, UTILIZANDO MATERIALES TECNOLÓGICOS ACUTALES: ELECTROPANEL, TABLA YESO, FIBROCEMENTO Y FIBROYESO.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 11 de noviembre de 2003.

Patricia Yesenia Archila Alfaro

ACTO QUE DEDICO A

DIOS

MI PATRIA

Guatemala

MIS PADRES

Abelino Archila Torres
Rosa Graciela Alfaro Padilla de Archila.

MIS HERMANOS

Blanca Ruth Archila Alfaro
Rocio Celeste Archila Alfaro de Centeno
Marcos Jossué Archila Alfaro

MIS ABUELAS

María Antonia Padilla Suazo (†)
Marcela Torres Monzón de Archila (†)

MI FAMILIA

A MI CASA DE ESTUDIOS

Universidad de San Carlos de Guatemala.
Facultad de Ingeniería.

AGRADECIMIENTO

DIOS Por darme la sabiduría para tomar las decisiones correctas y brindarme la oportunidad de culminar mis estudios.

A MIS PADRES Por el apoyo incondicional y sabios consejos que me dieron en todo momento y por la ayuda que me brindaron para alcanzar esta meta.

A MIS HERMANOS Por su apoyo y comprensión.

A MI ASESOR Y AMIGO Ing. José Santiago Méndez Arana por la ayuda que me brindó para la elaboración del presente trabajo y por su valiosa amistad.

A Inga. Vera Marroquín por la ayuda que me brindó en los primeros años de mis estudios universitarios.

A MI CASA DE ESTUDIOS Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. Por el conocimiento adquirido.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS Por el apoyo y amistad que me brindaron en todo momento.

RECONOCIMIENTO

A LAS EMPRESAS AMANCO Y DURMAN ESQUIVEL, por su valiosa colaboración para la elaboración de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XIX
OBJETIVOS	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. ELECTROPANEL	
1.1. Generalidades y usos	1
1.2. Materiales que lo constituyen	4
1.2.1. Malla soldada	4
1.2.2. Plancha de poliestireno	4
1.2.3. Cemento Portland	6
1.2.4. Agregado	8
1.2.5. Aditivos	9
1.3. Propiedades	9
1.3.1. Propiedades físicas y mecánicas	10
1.3.2. Propiedades térmicas	11
1.3.3. Propiedades acústicas	12
1.3.4. Otras propiedades del electropanel	13
1.4. Normas que satisface el electropanel	14
1.5. Sistema constructivo utilizando electropanel	15
1.5.1. Materiales complementarios	15
1.5.2. Herramientas y equipo complementarios	17
1.5.3. Cimentación	19

1.5.4. Anclaje	20
1.5.5. Escalón guía, trazo y recibidores	21
1.5.6. Levantado y fijación de muros	23
1.5.7. Mortero de rigidización	27
1.5.8. Techos	29
1.5.9. Instalaciones	31
1.5.10. Acabados	32

2. TABLA YESO

2.1. Generalidades	33
2.2. Usos	34
2.3. Materiales que lo constituyen	35
2.3.1. Yeso	35
2.3.2. Papel reciclado	36
2.4. Propiedades	36
2.4.1. Propiedades físicas	37
2.4.2. Propiedades acústicas	38
2.4.3. Otras propiedades de la tabla yeso	38
2.5. Normas que satisface la tabla yeso	39
2.6. Sistema constructivo utilizando tabla yeso	40
2.6.1. Limitaciones de las láminas de tabla yeso	41
2.6.2. Muros de tabique	43
2.6.3. Tratamiento de juntas	52
2.6.4. Tratamiento de esquineros y rebordes	55
2.6.5. Cielos falsos	56

3. FIBROCEMENTO

3.1. Generalidades	65
3.2. Usos	66

3.3.	Materiales que lo constituyen	67
3.3.1.	Cemento	67
3.3.2.	Fibras	68
3.3.3.	Hidrofugantes	69
3.4.	Propiedades	69
3.4.1.	Propiedades físicas, mecánicas y térmicas	70
3.4.2.	Propiedades acústicas	71
3.4.3.	Otras propiedades del fibrocemento	73
3.5.	Normas que satisface el fibrocemento	75
3.6.	Sistema constructivo utilizando fibrocemento	76
3.6.1.	Herramientas y equipo complementarios	77
3.6.2.	Consideraciones mínimas antes de la construcción	78
3.6.3.	Fijaciones	79
3.6.4.	Juntas	81
3.6.5.	Cimiento	84
3.6.6.	Levantado de paredes	85
3.6.7.	Instalaciones	92
3.6.8.	Techos	93
3.6.9.	Acabados	97
4.	FIBROYESO	
4.1.	Generalidades	99
4.2.	Usos	100
4.3.	Materiales que lo constituyen	101
4.3.1.	Yeso	101
4.3.2.	Fibras	102
4.3.3.	Resinas	103
4.4.	Propiedades	101

4.4.1.	Propiedades físicas y mecánicas	103
4.4.2.	Propiedades acústicas y térmicas	104
4.4.3.	Otras propiedades del fibroyeso	105
4.5.	Normas con las que cumple el fibroyeso	106
4.6.	Sistema constructivo utilizando fibroyeso	106
4.6.1.	Herramientas y equipo complementarios	107
4.6.2.	Consideraciones para almacenamiento y manejo del fibroyeso	108
4.6.3.	Fijaciones	109
4.6.4.	Cimiento	110
4.6.5.	Levantado de paredes	110
4.6.6.	Instalaciones	117
4.6.7.	Recubrimiento de paredes	119
4.6.8.	Tratamiento de Juntas	123
4.6.9	Techos	125
4.6.10.	Acabados	125
4.7.	Reglas claves para el uso de planchas de fibroyeso	126
4.7.1.	Sobre la instalación de las láminas	126
4.7.2.	Sobre apoyos y fijaciones	127
4.7.3.	Sobre los elementos de fijación	128
4.7.4.	Sobre aplicaciones en paredes exteriores	129
4.7.5.	Sobre aplicaciones en paredes interiores	130
4.7.6.	Sobre entrepisos y bases para techos	130
4.7.7.	Sobre el tratamiento de juntas	131
4.7.8.	Prevención de deformaciones en cielorrasos suspendidos	132
4.7.9.	Utilización de recubrimientos permeables al vapor de agua	132
4.7.10.	Sobre impregnación de las láminas en obra	133

5. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL FIBROCEMENTO, ELECTROPANEL Y FIBROYESO	
5.1. Electropanel	135
5.1.1. Ventajas	135
5.1.2. Desventajas	137
5.2. Fibrocemento	138
5.2.1. Ventajas	138
5.2.2. Desventajas	139
5.3. Fibroyeso	141
5.3.1. Ventajas	141
5.3.2. Desventajas	143
CONCLUSIONES	145
RECOMENDACIONES	149
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	153
BIBLIOGRAFÍA	155

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Cimentación en muros	20
2	Detalle de anclaje en cimentación y muros	21
3	Puntales para el levantado de pared	25
4	Unión en muros de esquina	26
5	Unión entre paneles	27
6	Detalle de la cimbra interior	30
7	Instalaciones	32
8	Colocación de la estructura del sistema	48
9	Detalle de instalación eléctrica y sanitaria en tabiques	49
10	Detalle de fijación de tabla yeso al piso	51
11	Detalle de la unión de tabique con columna de concreto	51
12	Detalle de los bordes en tabla yeso	54
13	Detalle del perfil “T” principal	57
14	Detalle del perfil “T” secundario	58
15	Detalle del perfil “T” terciario	58
16	Detalle de anclaje del ángulo perimetral	59
17	Detalle de ensamble entre ángulo perimetral y tees	60
18	Detalle de ensamble entre perfiles T	60
19	Detalle de armado de perfilería para cielos falsos	61
20	Detalle de anclajes de tensores a estructuras de concreto	61
21	Detalles de perfiles anclados a tensores	62
22	Detalles de colocación de tabla yeso en cielos falsos	63

23	Detalle de ajuste de tabla yeso en cielos falsos	63
24	Juntas decorativas	82
25	Juntas de control	82
26	Juntas de construcción	83
27	Junta rígida invisible	84
28	Corte de cimentación y anclaje	85
29	Anclajes inferiores a concreto	86
30	Anclajes superiores a concreto	87
31	Amarre de perfiles verticales	88
32	Detalles de ensambles en esquina	89
33	Detalles de ensambles en estructuras de soporte para vanos de puertas y ventanas	89
34	Fijación de las planchas de fibrocemento	90
35	Detalle de colocación de láminas en paredes de esquina	91
36	Colocación correcta de tornillos para fijación de láminas	91
37	Detalle de instalación eléctrica	92
38	Fijación de tuberías sanitarias y pluviales	93
39	Distribución de la estructura de soporte	95
40	detalle de fijación de apoyo	95
41	Colocación de las planchas de fibrocemento en techos	96
42	Colocación del manto o filtro asfáltico	96
43	Colocación de teja asfáltica	97
44	Armado de la losa flotante de cimentación	110
45	Estructura principal	111
46	Soldadura en las uniones de los elementos estructurales	112
47	Detalles de perfiles de acero galvanizado	113
48	Fijación y empalme de los PA	114
49	Colocación de la perfilería	115
50	Fijación de las planchas de fibroyeso	117

51	Instalaciones eléctricas	118
52	Instalaciones sanitarias	119
53	Malla expandida y esquinero metálico	120
54	Colocación de malla expandida sobre planchas de fibroyeso	121
55	Mortero de recubrimiento	122
56	Tratamiento de juntas	124
57	Aplicación de pasta para juntas en las fijaciones	124
58	Colocación de cerámica	126

TABLAS

I	Propiedades físicas y mecánicas del electropanel	10
II	Valores que resiste el electropanel sin refuerzo adicional	11
III	Coefficientes de transferencia de calor de los materiales más utilizados en construcción	12
IV	Reducción de transmisión de sonido de diferentes materiales de construcción	13
V	Normas que debe cumplir el electropanel	15
VI	Usos de tabla yeso en capa sencilla	34
VII	Peso de tabla yeso con alta resistencia al agua	37
VIII	STC de los sistemas de muros de tabla yeso más utilizados	38
IX	Diferentes propiedades de la tabla yeso	39
X	Normas que cumple la tabla yeso	40
XI	Elementos de fijación para tabicación con tabla yeso	46

XII	Separación entre postes metálicos para tabicación capa sencilla	47
XIII	Radio mínimo para curvar tabla yeso húmedo	52
XIV	Separación de bastidores metálicos para cielos falsos	59
XV	Aplicaciones de las planchas de fibrocemento	67
XVI	Propiedades generales de las planchas de fibrocemento	70
XVII	Valores de STC de sistemas de construcción	71
XVIII	Valores de STC y OITC de las planchas de fibrocemento	72
XIX	Reducción sonora	72
XX	Tolerancias de las láminas planas de fibrocemento	74
XXI	Normas y especificaciones que cumple el fibrocemento	75
XXII	Elementos de fijación	79
XXIII	Aplicaciones de las planchas de fibroyeso	101
XXIV	Propiedades físicas y mecánicas del fibroyeso	104
XXV	Normas con que cumple el fibroyeso	106
XXVI	Elementos de fijación para fibroyeso	109
XXVII	Dimensiones de los perfiles de acero galvanizado	113

LISTA DE SÍMBOLOS

ANSI	American National Standards Institute (Instituto Nacional de Normas Americanas)
ASTM	American Standards for Testing and Materials (Normas Americanas para Ensayos y Materiales)
cm.	Centímetros
°C	Grados centígrados
dB	Decibeles
DAFS	Direct applied finish system (Sistema de aplicación directa de acabado final).
EIFS	Exterior Insulation and Finish Systems (Sistema de aislación exterior y acabado final).
fa	Resistencia al corte
f'c	Resistencia del concreto
FSTC	Field Sound Transmission Class (Campo de clase de transmisión de sonido).
Fy	Resistencia del acero
°F	Grados <i>Fahrenheit</i>
ISO	International Standards Organization (Organización Internacional de Normas)
Kcal/Hm²°C	Kilocalorías partido horas metros cuadrados grados centígrados.
Kg/m²	Kilogramos partido metros cuadrados
Kg-m/cm.	Kilogramos metro partido centímetros.
mm	Milímetros
Mpa	Mega pascales
m.	Metros

N	Newton
NRC	Noise Reduction Coefficient (Coeficiente de reducción de ruido).
OITC	Outdoor-Indoor Transmission Class (Clase de transmisión del aire libre hacia el interior)
Pa	Pascales
plg/plg/°F	Pulgadas partido pulgadas partido grados <i>Fahrenheit</i> .
plg/plg*%HR	Pulgadas partido pulgadas por porcentaje de humedad relativa.
P.V.A.	Poli vinil acetato
P.V.C.	Poli cloruro de vinilo
STC	Sound Transmission Class (Clase de transmisión de sonido)
W/m°C	<i>Watt</i> partido metro grados centígrados
°	Grados
'	Pies
''	Pulgadas

GLOSARIO

Aditivo	Sustancia agregada a la mezcla para mejorar alguna propiedad en particular.
Anclaje	La pieza de anclaje es un elemento que se fija a los extremos superiores e inferiores y al muro, a distancias determinadas, que permiten y aseguran la integridad estructural de los muros verticales.
Apuntalar	Sostener, afianzar.
Arriostrar	Colocar piezas inclinadas en los parales del entarimado.
Asbesto	Mineral de fibras muy rígidas que soporta la acción del fuego.
Bastidor	Es la estructura rígida que soporta los paneles, garantizando el enlace entre todos los elementos.
Calibre	Medida de espesores y diámetros internos y externos.
Cielorrasos	Son placas decorativas moldeadas y cortadas, utilizadas para ser suspendidas en los cielos de azoteas, cubiertas de entrepiso, etc. Contribuyen al amortiguamiento de ruidos y vibraciones, proporcionando además un aspecto estético y soporte para la instalación de luminarias.

Cimbra	Estructura de metal o madera que soporta la fundición del concreto en toda obra de construcción durante el tiempo de fraguado.
Curado	Procedimiento utilizado para estimular la hidratación del cemento para obtener un mortero endurecido de buena calidad.
Despiece	Separación de determinadas partes, en el caso del electropanel el despiece se realiza al cortar el panel para la colocación de las instalaciones, etc.
Ferrocemento	Capa de mortero de cemento y arena de espesor delgado reforzado con malla de alambre.
Fibras	Filamentos pequeños y delgados que sirven como refuerzo de una mezcla.
Fraguado	Cambio de estado plástico a sólido.
Matriz	Material adhesivo que normalmente esta compuesto de cemento Portland y arena común de sílice.
Mortero	Mezcla compuesta por cemento, agua y agregado fino (arena) y en algunos casos aditivos para mejorar sus propiedades.
Panel	Estructura prefabricada de forma rectangular usada generalmente para la construcción de muros y losas.

Perfilería	Son barras de diferente sección que permiten soportar los esfuerzos pero disminuyen el peso total de la estructura. Para mejorar el peso de las estructuras se recurre a los perfiles metálicos.
Poliestireno	Material termoplástico utilizado como aislante acústico y térmico.
Puntal	Elemento de fijación de madera o bien de acero que generalmente son utilizados para sostener elementos estructurales por un período de tiempo.
Recibidor de Cortante	Varilla de hierro empleada en la cimentación de una construcción, cuya finalidad es evitar que el panel de estructura tridimensional se mueva en un sismo.
Revestimiento	Recubrimiento de las construcciones para el que se utilizan básicamente como materiales, una mezcla de cal arena cemento y otros. Sirve para proteger las superficies, regularizarlas y decorarlas
Tabique	Pared que no soporta cargas y que sirve como elemento ligero para la división de un espacio cualquiera.

RESUMEN

La investigación de métodos constructivos para viviendas, con diferentes materiales de construcción que se presenta en este trabajo de graduación, tiene la finalidad de realizar un análisis que abarca las ventajas y desventajas que proporcionan, tanto las características de los materiales como el electropanel, fibrocemento y fibroyeso así como las que nos brindan sus respectivos métodos constructivos.

Esta investigación se desarrolla de una manera sencilla y contiene todo lo que se debe considerar para una correcta elección, fácil manejo, una rápida instalación, proporcionar seguridad y efectividad.

Por lo extenso de los temas, en este estudio se consideran únicamente las generalidades de cada uno y por ser materiales muy versátiles, esto es, que los métodos constructivos en los que se pueden aplicar son variados solo se explica un método constructivo para viviendas por cada material.

Además de los tres materiales y sistemas constructivos ya mencionados, también se presenta la tabla yeso y su sistema constructivo, este material no se puede utilizar como muro de carga por lo que su sistema constructivo solo lo emplea, ya sea como acabado o bien para paredes divisorias.

El desarrollo de estos temas, además, del análisis que se realiza, pretende facilitar información tanto a los técnicos en construcción como a las personas que se interesan en estos temas, ofreciéndoles información clara y detallada.

OBJETIVOS

- **General**

Dar a conocer la importancia que tiene la tecnología actual en la Ingeniería Civil, especialmente, en el área de la construcción de viviendas, importancia de primer orden por ser este el patrimonio más importante que poseen las familias.

- **Específicos**

1. Dar a conocer los sistemas constructivos para vivienda utilizando electropanel, tabla yeso, fibrocemento y fibroyeso.
2. Conocer el comportamiento y características que posee cada material y como afectan estas propiedades en su utilización y manejo.
3. Mostrar la técnica correcta de aplicación de estos materiales así como de sus sistemas constructivos para vivienda.
4. Estudiar las limitaciones que posee cada uno de los materiales así como las limitantes que poseen los sistemas constructivos con los que son utilizados.
5. Realizar un análisis comparativo de las ventajas y desventajas que se obtienen al utilizar los materiales como el electropanel, fibrocemento y fibroyeso y su respectivo sistema constructivo para viviendas.

INTRODUCCIÓN

Con los avances en los métodos constructivos y la globalización de los mercados, la creación de nuevos materiales en este contexto, hace factible que estos materiales estén al alcance de la mayoría de los países con algún desarrollo tecnológico, tanto para su fabricación como para su importación. Como resultado de la facilidad de adquisición de estos materiales tecnológicos de punta, el sector de la construcción los viene utilizando en forma creciente pues ha venido a facilitar nuevas opciones en diversas áreas de la construcción, especialmente en la construcción de edificios y de viviendas.

Es aquí, donde el ingeniero, como elemento dinámico, técnico-científico juega un papel importante para lograr satisfacer las necesidades requeridas utilizando los recursos que la tecnología actual pone en sus manos.

La incorporación de estas tecnologías en el área constructiva, también abarca el campo de la vivienda familiar, tanto en el diseño como en la construcción de viviendas nuevas, reconstrucciones y remodelaciones. El presente trabajo de graduación, expone las propiedades básicas de cuatro diferentes materiales tecnológicos usados actualmente en nuestro país, también, expone sus respectivos métodos para la construcción de vivienda.

Fundamentalmente proporciona al lector-usuario, la información necesaria para poder aplicarlos según criterios básicos, otorgándoles una herramienta de consulta que les permita seguridad, rapidez y funcionalidad a la construcción de sus proyectos habitacionales.

Actualmente, un alto porcentaje de estudiantes de Ingeniería Civil, al momento de incorporarse al mercado de trabajo, llegan con marcadas debilidades, tanto en conocimientos, como en la práctica de la construcción, estas debilidades se hacen más evidentes cuando se enfrentan al desarrollo de trabajos no tradicionales, tal es el caso de la construcción de viviendas utilizando materiales fabricados con tecnología actual y concebidos, obviamente, con nuevas formas y métodos constructivos que los obligan a someterse a una capacitación previa, o a aprender sobre la marcha.

La carencia de oportunidades reales de contacto con la tecnología actual, es la que genera debilidades en la formación académica del recién egresado. Estas debilidades se deben a un sinnúmero de factores, uno de ellos, quizás el más incidente, es la escasez de bibliografía sobre el tema.

1. ELECTROPANEL

1.1. Generalidades y usos

El electropanel es un material basado en la tecnología del ferrocemento, el que debemos conocer para poder entender el funcionamiento del electropanel.

El ferrocemento es un material compuesto, hecho de mortero de cemento y capas de malla de alambre o de un emparillado de acero de diámetro pequeño, ligados íntimamente para crear una estructura rígida. Los materiales que integran al ferrocemento son generalmente de consistencia frágil, las que se refuerzan con fibras dispersas a través del compuesto, dando como resultado mejores comportamientos estructurales.

Este material que es una forma especial de concreto reforzado, muestra un comportamiento diferente del concreto reforzado común, en cuanto a su funcionamiento efectivo, resistencia y aplicaciones potenciales, por lo que debe ser clasificado como un material distinto.

Debido a la dispersión de las fibras en la matriz frágil, el ferrocemento ofrece posibilidades convenientes y prácticas de lograr mejoras en muchas de las propiedades físicas del material, tales como: fractura, resistencias a la tensión y a la flexión, flexibilidad, resistencia a los esfuerzos de trabajo y al impacto, así como ventajas en su fabricación.

Como es de fácil fabricación, con mano de obra local supervisada, utilizando principalmente materiales regionales parece ser un medio excelente para su fabricación en obra, en lugares donde la madera es muy costosa, las vigas de ferrocemento pueden hacerse en la obra en lugar de estructuras de madera, para sostener los techos.

La diferencia del electropanel con el ferrocemento radica en que la armadura del electropanel es tridimensional, o sea, dos caras de malla electrosoldada de acero calibre 12 o 14 unidas a lo ancho por escalerías de acero en forma de *zig-zag*, formando una estructura tridimensional con apariencia reticular en ambas caras del panel. Además, esta estructura contiene un núcleo de espuma de poliestireno expandido, lo cual da como aparente resultado una placa aislante, con retícula exterior de alambre.

Entre el núcleo de poliestireno y las dos mallas debe existir, por lo menos, un espacio mínimo de 9.5 milímetros para permitir el agarre del mortero que se aplica en ambas caras para su recubrimiento.

Este material tiene una gran versatilidad, la cual es muy apropiada para producir elementos necesarios en la construcción de viviendas, debido a su durabilidad y la resistencia a la intemperie. Contrariamente a los materiales más convencionales, el electropanel es un material que puede ser moldeado fácilmente. Este material puede cubrir grandes luces lo que constituye una ventaja pues disminuye la necesidad de construir más apoyos.

En la construcción de vivienda, el electropanel se utiliza para construir, tanto paredes internas como externas, puede ser utilizado para edificaciones de uno y dos niveles. En las de un nivel pueden ser diseñados como cualquier muro tradicional sin que se necesite refuerzo alguno.

En las edificaciones de dos niveles, se debe incluir refuerzo adicional en los paneles, esto debido a los efectos de las cargas transmitidas desde la losa de techo. Otro de sus usos más generales es la tabicación, esto es más común en las edificaciones de varios niveles ya que proporciona una carga muerta menor a la que producen los materiales tradicionales.

El electropanel se puede utilizar para construcción de losas, tanto para techos donde puede cubrir luces hasta de 4.5 metros sin requerir refuerzo alguno (obteniendo techos durables con estructuras más livianas), como para losas de entrepiso donde puede cubrir luces hasta de 3.5 metros sin requerir refuerzo y que resisten cargas vivas y muertas como las losas hechas con materiales convencionales.

Además puede utilizarse como vigas de soporte, también pueden construirse techos de entrada, techos para *carport*, sillares de ventanas, cornisas, chimeneas, gradas, jardineras, etc. Los elementos de vivienda de electropanel pueden prefabricarse en forma masiva, que es el proceso más adecuado para la demanda actual concentrada en las áreas urbanas.

La idea fundamental de este material, es que el concreto puede sufrir deformaciones importantes en la cercanía del refuerzo y la magnitud de las deformaciones depende de la distribución y subdivisión del refuerzo a través de la masa del concreto. Existen diferentes tipos de electropanel y sus diferencias radican principalmente en la estructura de malla electrosoldada, tanto en el calibre del alambre como en la separación entre las escalerías de acero en forma de *zig-zag*, también existen diferencias en el espesor de la espuma de poliestireno, estas diferencias no producen una variación importante en la resistencia del material.

Generalmente, los paneles de este material tienen un ancho de 1.22 metros y 2.44 metros de largo lo que hace un área por panel aproximada de 3 m², con peso propio del panel en paredes con recubrimiento mínimo de 25mm de mortero en ambas caras es de aproximadamente 124 kg/m².

1.2. Materiales que lo constituyen

1.2.1. Malla soldada

Este es uno de los componentes esenciales de este material. La mallas, consisten en varillas de acero delgado soldados que forman retículas, estas varillas deben ser fáciles de manejar y flexibles para poderlas doblar en las esquinas agudas. La función de esta mallas y de la varilla de refuerzo es en primer lugar actuar como marco para dar forma y sostener el mortero en estado fresco, cuando endurece el mortero la función de la varilla es absorber los esfuerzos de tensión sobre la estructura que el mortero por sí solo no puede soportar. Dependiendo de la concentración y dimensiones del refuerzo será el grado en que se reduzca la fracturación de la estructura. Generalmente, el alambre del que está formado, tanto la malla como las escalerías es de acero que varía entre calibre 12 y 14.

1.2.2. Plancha de poliestireno

El poliestireno es un material cuya base es un líquido llamado estireno el cual contiene un agente de expansión cuyas moléculas se polimerizan y le dan origen a las macromoléculas de poliestireno.

Para producir este material, el estireno se mezcla con agua y después se polimeriza en una caldera, la cual da origen a pequeñas gotas que se preparan en lavado y secado y luego se clasifican por tamaño por medio de tamices.

Estas pequeñas gotas o perlas son manipuladas sometiéndose a la acción del agua caliente o vapor, esto produce que las gotas de poliestireno se ablanden provocando que el agente de expansión se dilate y expanda las perlas hasta un volumen cincuenta veces superior a su tamaño original. Tras un reposo intermedio, durante el cual se inyecta aire en estas partículas, se llevan a un molde donde se someten de nuevo a vapor, lo que provoca que se expandan más y se solden, con este proceso se obtiene los bloques de donde se extraen las planchas que se utilizan en los electropaneles.

La espuma de poliestireno contiene un máximo de 98% de volumen de aire, por lo cual el peso de las planchas es muy bajo, por poseer células cerradas lo que significa que no tiene capilaridad alguna este material es impermeable.

Además de las características mencionadas, podemos decir que el aire en reposo que se encuentra dentro de las celdillas cerradas y la propiedad natural del material en sí, produce que el coeficiente de conductividad térmica sea muy bajo.

Entonces, podemos decir, que el poliestireno es un material termoplástico con estructura celular cerrada, que no es tóxico y es autoextinguible con una densidad aproximada de 12 a 15 kg/m³ y un coeficiente de conductividad aproximado de 0.028kcal/Hm²°C. También posee propiedades mecánicas, térmicas, acústicas, de flotación, es resistente a microorganismos, no es absorbente.

1.2.3. Cemento Portland

El cemento puede describirse como un material con propiedades de adherencia y cohesión. En presencia del agua, el cemento reacciona para formar un gel cementante que con el tiempo produce una masa firme y dura, esta pasta en su estado fresco, aglutina las partículas del agregado que da como resultado un material denso y quebradizo.

Existen diferentes tipos de cemento Portland los cuales satisfacen los campos principales en los que son indispensables propiedades especiales:

- **Tipo I:** este cemento es para usos generales en donde no se requieren propiedades especiales. Se caracteriza por su alta resistencia mecánica y alta generación de calor durante su hidratación, se emplea generalmente en construcciones de pavimentos y banquetas, edificios de concreto reforzado, puentes, tanques y se puede utilizar en la elaboración del mortero para el electropanel siempre y cuando este no este sujeto al ataque de suelos o aguas sulfatadas o donde el calor generado por la hidratación del cemento no cause una elevación de temperatura considerada.
- **Tipo II:** se le conoce también como cemento modificado, el uso de este cemento proporciona resistencias iniciales bajas y resistencias últimas más altas dando como resultado un gel más denso. Tiene mayor resistencia a los suelos y aguas sulfatadas lo que indica que es adecuado para obras hidráulicas.
- **Tipo III:** este cemento adquiere su resistencia más rápidamente y se usa cuando se requiere de una resistencia inicial alta.

La resistencia adquirida al cabo de tres días es del mismo orden que la resistencia de 7 días del cemento tipo I teniendo la misma relación agua/cemento. No es recomendable para concreto en masa si no para estructuras en donde pueda disiparse rápidamente el calor ya que es un cemento que muestra un alto nivel de desarrollo de calor durante la hidratación. Al igual que el tipo I, este tampoco resiste el ataque a los sulfatos. Se utiliza en clima frío para reducir el período de protección contra la baja temperatura.

- **Tipo IV:** este cemento genera menos calor al hidratarse y a menor velocidad, lo que reduce el agrietamiento que resulta de las grandes elevaciones de temperatura y la contracción consiguiente con la caída de la misma. Este se puede usar en grandes masas y posee una resistencia parecida a la de los demás cementos en edades avanzadas.
- **Tipo V:** este cemento se recomienda principalmente para la construcción expuesta a la acción severa de sulfatos. El grado de desarrollo de resistencia puede ser algo más lento en las primeras edades que el del cemento tipo I pero igual o mayor resistencia a edades avanzadas de 6 a 12 meses, la generación de calor también es baja por lo que puede usarse en túneles, sifones, canales, etc.
- **Cemento Portland blanco:** la diferencia de este cemento con los otros, radica en su bajo o nulo contenido de óxido férrico, de ahí su color blanco. Este cemento se emplea generalmente para usos decorativos o arquitectónicos ya que produce menor resistencia que el tipo I.

- **Cemento Portland puzolánico:** esta clase de cemento adquiere su resistencia muy lentamente y requiere curarse durante un tiempo comparativamente largo, pero su resistencia última es aproximadamente la misma que la del cemento Portland ordinario aislado, posee resistencia a sulfatos y a otros agentes destructivos, además tiene un bajo nivel de calor de hidratación.
- **Cemento Portland de escoria de alto horno:** es utilizado generalmente en concretos para obras hidráulicas o marítimas pero puede emplearse en cualquier tipo de estructura, su velocidad de fraguado es menor que la del cemento tipo I. el bajo calor de hidratación del cemento Portland escoria de alto horno junto con un nivel moderadamente bajo de desarrollo de resistencia, puede dar lugar a daños por heladas, por lo que no se recomienda en climas fríos.

1.2.4. Agregado

El agregado es el material inerte disperso dentro de la pasta de cemento, el cual ocupa aproximadamente las dos terceras a las tres cuartas partes del volumen del mortero. El agregado utilizado para el mortero del electropanel es el agregado fino que lo constituye la arena, la mayor parte de esta debe pasar por el tamiz de 5mm de abertura. Debe tenerse mucha precaución en la selección de las arenas ya que las arenas blandas pueden verse seriamente afectadas por la abrasión y reacciones químicas.

Un material poroso permitirá la entrada de humedad dentro de secciones muy delgadas afectando la durabilidad y el comportamiento estructural del mortero.

1.2.5. Aditivos

La función de un aditivo, consiste en modificar alguna propiedad o característica del mortero ya sea en estado fresco o ya endurecido. Existe una gama de aditivos que pueden ser empleados en la elaboración del electropanel, los cuales le proporcionan ciertas características necesarias al mortero.

Se puede utilizar aditivos con inclusión de aire, el cual sirve para mejorar la trabajabilidad, la retención de agua, hacen al mortero resistente a las heladas y mejoran la cohesión. También existen los impermeabilizantes integrales que reducen la absorción del agua, estos deben incluirse en proporciones menores al 2% del peso del cemento.

Se pueden utilizar retardadores o acelerantes de fraguado, los retardantes son útiles en climas muy cálidos o solo en caso necesario de la obra, los acelerantes son recomendados para climas muy fríos debido a que el frío retarda el fraguado del mortero. Además se pueden encontrar aditivos que neutralizan la corrosión. El uso de los aditivos debe ser controlado ya que pueden afectar la resistencia del mortero.

1.3. Propiedades

Al momento de construir una vivienda es importante que el material a utilizar posea ciertas propiedades las cuales son necesarias para el buen funcionamiento del material. Es importante tomar en cuenta que existen variantes en el electropanel debido al tipo de mortero y concreto que se coloque.

1.3.1. Propiedades físicas y mecánicas

Lo anterior hace que algunas de sus propiedades varíen, por lo cual mencionaremos algunas propiedades obtenidas con una proporción general de 1:3. (tabla I).

Tabla I. Propiedades físicas y mecánicas del electropanel

Propiedad generales	Unidad	Valor
Sin mortero		
Ancho	m.	1.22
Largo	m.	2.44
Espesor	m.	0.076
Diámetro de alambre calibre 14	mm	2
Area del alambre calibre 14	cm ²	0.0323
Esfuerzo de fluencia en el alambre del panel Fy	kg/cm ²	3937
Esfuerzo de fluencia en el acero de refuerzo Fy	kg/cm ²	4220
Módulo de elasticidad del alambre	kg/cm ²	2.03*10 ⁶
Peso del panel	Kg	4.2
Esfuerzo permisible del alambre al cortante fa	kg/cm ²	1396
Densidad de la espuma	Kg/m ³	12 a 15
Esfuerzo a compresión de la espuma	kg/cm ²	1.1 a 1.4
Esfuerzo al cortante de la espuma	kg/cm ²	7.0 a 8.0
Resistencia a la flexión de la espuma	kg/cm ²	2.0 a 3.0
Absorción de agua (sumergido)		
después de 8 días	% en volumen	0.65
después de 1 año	% en volumen	5
Módulo de elasticidad de la espuma	kg/cm ²	40
Con mortero		
Resistencia mínima a compresión con mortero 1:3	kg/cm ²	70
Módulo de elasticidad del mortero con proporción 1:3	kg/cm ²	137719
Resistencia a compresión del concreto con agregado máximo de 1/2 (losas)	kg/cm ²	150

Es importante mencionar que con las anteriores características el electropanel sin refuerzo adicional soporta los siguientes valores. (tabla II)

Tabla II. Valores que resiste el electropanel sin refuerzo adicional

Característica	Unidad	Valor
Resistencia al cortante horizontal del muro/m.l.	kg	2586.00
Momento máx. positivo para losa (d =11.31)	kg-m	247.82
Momento máx. negativo para losa (d=9.31)	kg-m	203.17
Resistencia al cortante vertical del alambre/m.l.	kg	816.13
Resistencia al cortante vertical del mortero/m.l.	kg	2091.65
Cortante máx. resistente con f.s.= 1.5	kg	1938.52

1.3.2. Propiedades térmicas

Principalmente en climas extremos es importante poseer una comodidad ambiental, generalmente el incremento de temperatura en una construcción se debe a la transmisión de calor o frío a través de los muros y techos.

Una vivienda que esta construida con material aislante en muros y techos ahorra el consumo de energía por aire acondicionado en un orden del 40% a una casa construida con losa armada y muros de tabique.

El electropanel obtiene capacidad para el aislamiento térmico o coeficiente total de transferencia de calor tanto de la espuma poliestireno la cual es menor, como del mortero utilizado donde obtiene su mejor capacidad.

Para conocer y comparar la capacidad de aislamiento térmico que tiene el electropanel, es necesario conocer los coeficientes de transferencia de calor (U) de otros materiales utilizados en la construcción. (Tabla III)

Tabla III. Coeficientes de transferencia de calor de los materiales más utilizados en construcción

Material	Espesor cm	U kcal/hm²°C
Muro de electropanel con aplanado de 25mm sobre ambas caras	10.7	0.545
Muro de tabique	14.0	4.428
Muro de bloques de concreto	20.0	4.465
Muro de concreto	10.0	14.870

Fuente : Análisis y diseño de entrepisos y techos utilizando el sistema constructivo Lubow. Pg. 9

Para entender estos valores, decimos que la unidad Kcal/hm²°C es una propiedad que indica que cantidad de calor (kcal) pasa verticalmente en una hora a través de un metro cuadrado de una capa de un metro de espesor cuando la diferencia de temperatura entre ambas superficies es un grado centígrado.

1.3.3. Propiedades acústicas

Como todo material para construcción el electropanel para ser funcional debe poseer además de las propiedades ya mencionadas la capacidad de aislar el sonido, esta característica se mide en decibeles y para conocer su efectividad debe tenerse en cuenta que el nivel de ruido normal en una casa es de 50 decibeles y el de la calle de 70 decibeles.

Al igual que con el aislamiento térmico, para poder estimar su efectividad es necesario conocer la reducción de sonido que producen otros materiales de construcción utilizados en la vivienda. (tabla IV)

Tabla IV. Reducción de transmisión de sonido de diferentes materiales de construcción

Material	Espesor cm	Reducción de sonido
Muro de electropanel con aplanado de 25mm sobre ambas caras	11.0	44.0
Muro de tabique	14.0	33.0
Muro de bloques de concreto	20.0	46.0
Muro doble de tablaroca	8.0	27.2

Fuente : Análisis y diseño de entrepisos y techos utilizando el sistema constructivo Lubow. Pg. 9

El valor de reducción de sonido del electropanel de 44 dB presentado en la tabla anterior esta dado en clasificación FSTC (Campo de Clase de Transmisión de Sonido), la cual representa la capacidad práctica del muro de atenuar la transmisión del sonido, que en el sistema STC (Campo de Clase de Transmisión de Sonido) es equivalente a 49 dB.

1.3.4. Otras propiedades del electropanel

Cuando el electropanel se forra con una buena capa de mortero, según pruebas que se han realizado bajo las normas ASTM este es resistente al fuego por más de una hora, para llegar a esto se le ha sometido a temperaturas del orden de los 850°C sobre una de las caras, al paso de una hora el incremento de temperatura en la cara no expuesta fue de solo 120°C y no mostró señales de deterioro.

El sistema constructivo en cuanto a durabilidad ha sido sometido a pruebas certificadas durante más de 8000 horas a la aspersion salina. El panel resistió dichas pruebas sin señales de manchas superficiales por oxidación u otro deterioro, esto indica una baja probabilidad de que falle por corrosión en la estructura de alambre durante la vida útil de un edificio o una vivienda.

1.4. Normas que satisface el electropanel

Para obtener los valores de las propiedades de los materiales para construcción es necesario someterlos a ensayos los cuales estan especificados en diferentes normas.

Estas normas nos otorgan parámetros los cuales deben ser satisfechos por estos materiales para considerarlos adecuados, certificados y seguros para su utilización.

El electropanel cumple con ciertas normas, algunas de estas consideran sus componentes por separado ya sea el cemento, la arena y aditivos, esto es generalmente en lo relacionado al mortero y a la calidad de sus componentes, aunque el alambre de acero también debe cumplir con algunas normas y especificaciones como también el poliestireno.

En la Tabla V se presentan las normas más importantes que se deben considerar y cumplir al utilizar este material.

Tabla V. Normas que debe cumplir el electropanel

Propiedad	Norma
Expansión de llama	ASTM E-84
Desarrollo de humo	ASTM E-84
Revenimiento	ASTM C-143
Resistencia al fuego	ASTM E-119
Coeficiente de reducción de ruido	ASTM C423
Contenido de humedad	ASTM D-1037
Material	
Cemento para el mortero	ASTM C-150
Cemento para el mortero	ASTM C-175
Cemento para el mortero	ASTM C-205
Arena Natural	ASTM C-35
Poliestireno	ASTM D-1623
Malla electrosoldada	ASTM A-85
Alambre	ASTM A-82 y A-85
Aditivos para trabajabilidad	ASTM C-260

Fuente : Análisis y diseño de entrepisos y techos utilizando el sistema constructivo Lubow

1.5. Sistema constructivo utilizando electropanel

El sistema del electropanel es absolutamente versátil y flexible para construcciones ligeras de un piso o superior, siendo un sistema constructivo cuyo peso propio es considerablemente bajo la cimentación según las condiciones del terreno pueden ser poco profundas lo que facilita las labores de trazo y excavación.

1.5.1. Materiales complementarios

Para el sistema constructivo del electropanel es necesario conocer y contar con todos los materiales complementarios del sistema.

El empleo de éstos nos proporcionará rapidez en la ejecución, efectividad y el buen funcionamiento del sistema, los más importantes y necesarios son:

- **Ancla para cimentación:** esta ancla esta elaborada con varilla lisa de 1.27cm. de diámetro (1/2") con rosca de 5cm. como mínimo en uno de sus extremos y gancho en el otro extremo, debe formar un ángulo de 90°, la longitud total del ancla debe de ser de 25cm. mínimo la cual incluye el gancho, el complemento de esta ancla será una tuerca y rondana plana de 1/2".
- **Recibidor de cortante:** está fabricado de lámina galvanizada calibre 14 o bien de varilla corrugada de 0.95cm de diámetro (3/8") y de 1m de largo, este se utiliza para la unión del panel con la cimentación.
- **Grapa galvanizada:** esta hecha de lámina calibre 20 y se utiliza en la unión de paneles o malla galvanizada amarrada en ambos extremos.
- **Tira de armadura:** es una tira tipo *zig-zag* la cual tiene una medida de 5cm de ancho por 2.44 m. de largo. (2" * 8') la cual esta hecha con alambre pulido calibre 14.
- **Esquinero tipo L:** este esquinero tiene forma de L hecho de alambre pulido calibre 14 el cual lo forman cuadros de 5cm por 5cm, existen dos medidas de este esquinero logrando una L de 10cm* 10cm * 244cm. y la otra de 10cm * 20cm * 244cm.
- **Esquinero galvanizado:** este mide 1.83 m. de largo el cual sirve para reforzar las esquinas en los aplanados.

- **Alambre de sujeción:** tienen un largo de 0.30cm esta fabricado con alambre galvanizado calibre 12 y tiene en uno de sus extremos un gancho corto el cual esta incluido en el largo del alambre, este sirve para sujetar los recibidores de cortante.
- **Alambre de amarre:** es alambre calibre 16.5, el cual viene en rollos de 100 m. y es empleado para hacer los amarres en las uniones.
- **Malla plana:** esta formada por cuadros de aproximadamente 5cm*5cm de alambre pulido calibre 14 y se debe tener en dos medidas, una es de 1.22 m. de ancho por 2.44 m. de largo, y la otra es de 2.44 m. de ancho por 2.44 m. de largo.
- **Malla de metal desplegada:** esta malla es de calibre 800 y sirve para hacer ajustes donde se ha removido la espuma.
- **Perfil troquelado:** este es especial para marcos metálicos en lámina negra, calibre 20.
- **Acero:** se usan de dos tipos, el de resistencia normal para refuerzo según diseño de diámetros 1/4", 3/8", 1/2", y 5/8". El otro acero es de alta resistencia y se usa como refuerzo de losas de techo, el diámetro para necesario en este acero es de 5/32".
- **Roldana:** roldana plana Hilti No. 100.
- **Clavos:** clavos Hilti de percusión.
- **Pistola:** pistola D-350 Hilti.
- **Sellador:** este sellador debe ser microseal para las juntas de los paneles.

1.5.2. Herramientas y equipo complementarios

Para poder trabajar la construcción de una vivienda con electropanel es necesario tener un equipo y herramientas complementarias para todas las actividades a realizar durante la implementación del sistema, la mayoría los describiremos a continuación:

- Guantes de cuero
- Regla metálica de 1 1/2" * 3" * 10'
- Marcador de línea de polvo
- Polvo para marcar
- Cinta métrica de 5m o más
- Marcadores punto grueso
- Cortador de Walt de 16"
- Discos p/corte de 16"
- Gabacha de cuero o lona
- Lentes de protección
- Mesa de 0.71*1.22*2.44 m
- Afilador de discos
- Pistola de corte neumática
- Alicates
- Desarmador grande de línea
- Pinzas eléctricas
- Sierra corta espuma
- Manguera de pistola neumática de 30m con diámetro de 3/8"
- Barra caliente completa con controlador de voltaje
- Pistola para engrapar
- Soplete de gas
- Engrasadora neumática de 3 salidas
- Cubeta porta petróleo de 20 litros
- Estopa
- Compresor
- Pinzas mecánicas
- Juego de llaves
- Desarmador de cruz
- Escuadra
- Pistolas neumáticas para atornillar
- Martillo
- Cincel
- Pistola Hilti
- Escalera

- Tijeras para cortar Lámina
- Ajustador de abrazaderas
- Plomada

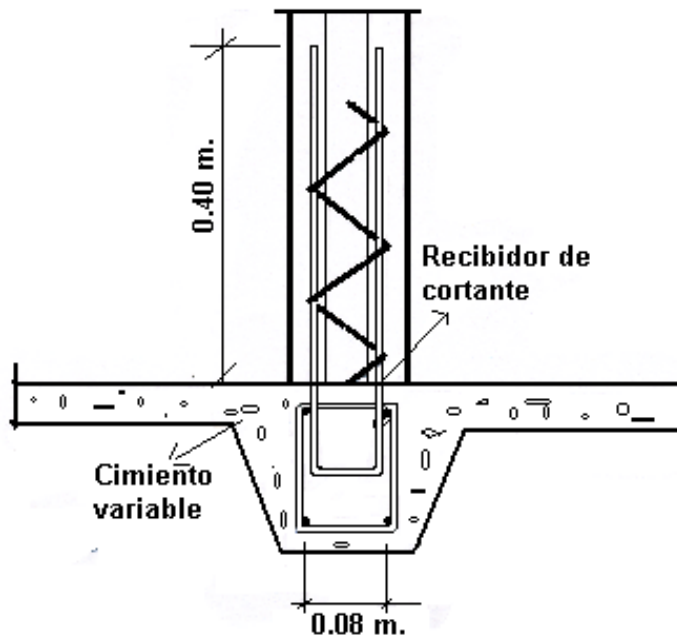
Existen otros equipos y herramientas que pueden ser utilizados como lo es una máquina lanzadora de mortero para facilitar esta actividad la cual a mano es tardada. Además también son importantes los andamios, las palas, carretillas, cubetas, espátulas, botas de hule, etc.

1.5.3. Cimentación

El cálculo de la cimentación debe hacerse con base al estudio de mecánica de suelos, debido a lo liviano del sistema se puede hacer un cimiento corrido en T invertida de forma trapezoidal o bien una losa de cimentación. En el caso en que se construya una losa de cimentación a causa de las condiciones del suelo, esta en la mayoría de casos será una plataforma de concreto doblemente armada con parrillas formadas con varillas de 5/16" o bien electromalla, antes de fundir la losa se colocan al armado trabes intermedias compuestas con 4 varillas de 1/2" y estribos de 1/4" a cada 45cm.

La losa de cimentación esta perimetrada por una viga o solera la cual tiene 45cm de peralte y está armada de 4 varillas de 5/8" y estribos de 1/4" a cada 45 cm., es necesario tomar en cuenta que no siempre se construirá una losa de cimentación con las especificaciones anteriores y esto es debido a que el suelo puede requerir más refuerzo o bien menos. (figura 1).

Figura 1. Cimentación en muros



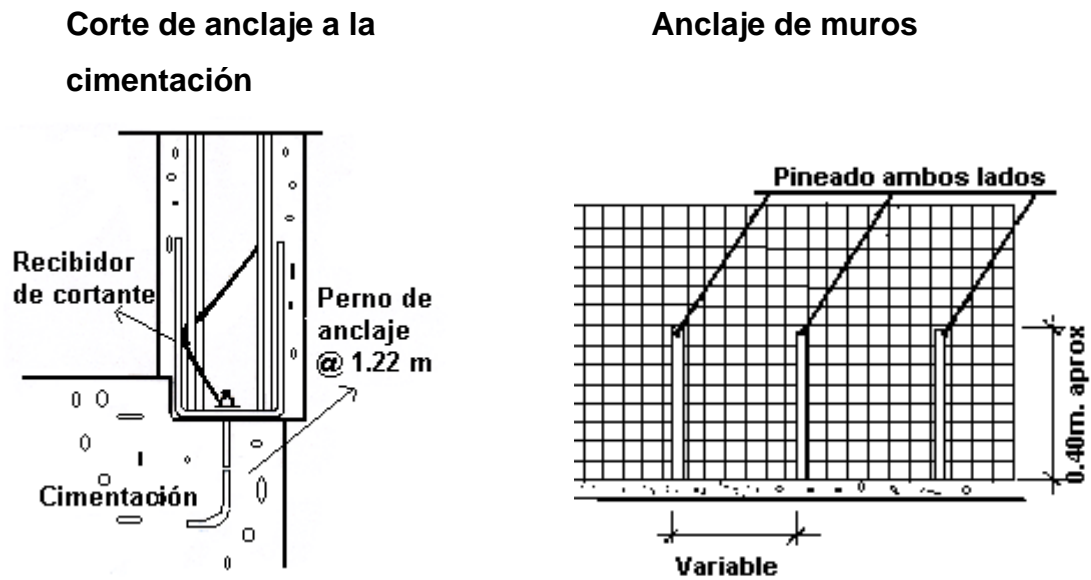
1.5.4. Anclaje

Antes de fundir la losa se colocarán los anclajes con las características mencionadas anteriormente, la separación entre cada anclaje no debe sobrepasar los 1.22 m. de centro a centro, el despiece de los paneles en planta nos formará el criterio de separación entre el anclaje.

La colocación de las anclas debe hacerse sobre bastidores, los cuales son generalmente de madera o bien metal, estos van colgados en ganchos sobre la formaleta de la cimentación circundándola. La función de estos bastidores es proporcionar una forma correcta de poder alinear todo el anclaje y también para usarlos como moldes de separación en todas las cimentaciones constantemente.

La unión de paneles tanto en esquinas como paredes intermedias deben ser reforzadas con anclajes en forma de U y L de varillas de alta resistencia. (figura 2)

Figura 2. Detalle de anclaje a cimentación y muros



1.5.5. Escalón guía, trazo y recibidores

El escalón guía se hace al mismo tiempo que el molde de separación, el cual deja las anclas alineadas y alojadas que al desencofrar la cimentación quedará un escalón con 2.5cm abajo del acabado de la losa de cimentación de 10cm de ancho sobre todo el perímetro de esta. La función de este escalón es aumentar la rigidez de todos los muros exteriores.

El trazo se efectúa después de que la losa haya sido fundida y obtenido su resistencia especificada, este nos sirve para la colocación de recibidores. Para realizar el trazo es necesario seguir los siguientes pasos:

- Limpieza de la losa
- Localización de muros de acuerdo a los planos
- Trazar y marcar donde se colocarán los muros en la cimentación
- Marcar el número de secuencia

Luego de haber trazado la localización de los muros se procede a la colocación de los recibidores de cortante tanto de paredes interiores como exteriores, estos son los que al final unirán los muros a la cimentación, para la colocación de estos se debe seguir los siguientes pasos:

- Revisar la alineación y nivelación de la cimentación
- Revisar la posición de las anclas
- Revisar el estado de las roscas de anclas
- Repartir los recibidores de cortantes, clavos, roldanas y tuercas.
- Trazo y separación de recibidores interiores
- Ajuste de tuercas
- Instalar recibidores interiores y luego los exteriores, esta instalación puede hacerse con pistola neumática.
- Alinear los recibidores interiores y exteriores
- Si algún recibidor está dañado este debe cambiarse.

1.5.6. Levantado y fijación de muros

Para el levantado de paredes los paneles se pueden preensamblar después ser transportados hasta el lugar donde se encuentra la cimentación con todos los recibidores de cortante.

En el momento de ensamblado de los paneles es donde se puede apreciar la rapidez del sistema, asimismo es donde se requiere la mayor supervisión del preensamblado porque no deberá ensamblarse ningún muro o losa que no este cumpliendo correctamente con el trazo, corte del proceso anterior.

Para realizar los cortes en los paneles se utiliza una cortadora eléctrica o manual, equipada con disco de 140cms. y mesa de trabajo donde se combinan a diferentes ángulos. Todos los cortes que se realicen, tanto con la cortadora eléctrica como con la pistola neumática, deberán ser lo más rectos posible, para que esto permita un perfecto ensamblado entre las planchas.

Se deben cuidar los cortes diagonales realizados en el sentido longitudinal del panel y se deberán asegurar todas las barras de poliestireno que queden sueltas con tiras de cinta gris, para evitar que las piezas pre-ensambladas vayan incompletas, provocando aumentos en los detalles posteriores.

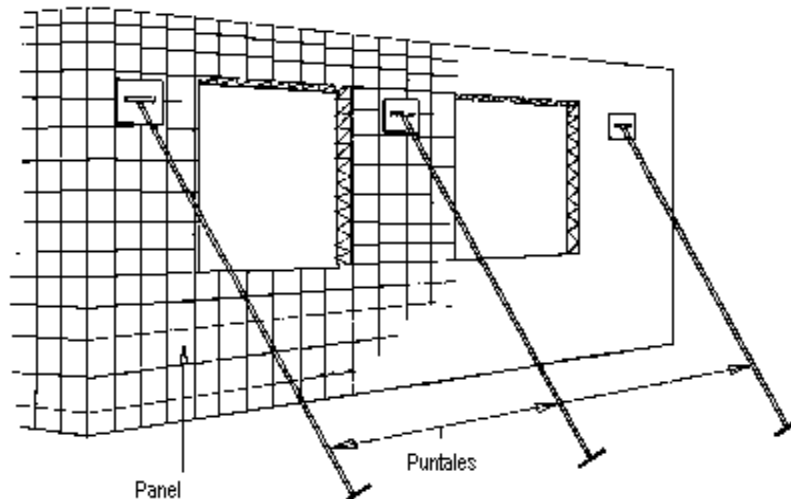
Para que el estibado sea correcto, el acomodo de las piezas preensambladas debe hacerse con el máximo cuidado, ya que se puede correr el riesgo de que algunas mallas se desprendan, sobre todo en las secciones de losas que son de mayores dimensiones.

Nunca se deben recorrer con este material distancias mayores a los 50 m. entre el preensamblado y el lugar de la estiba. Para el levanto de muro se deben seguir las siguientes actividades:

- Distribución de secciones
- Distribución de soportes metálicos
- Aplicación de aceite en los soportes
- Suministrar todo el material interior y exterior requerido
- Levantar y soportar todos los muros
- Colocación de marcos
- Fijación, alineación y plomo de los paneles
- Fijación de refuerzo de muros y marcos

En síntesis podemos decir que para levantar y fijar los muros primero de no haber anclajes en la cimentación bastará con perforar agujeros de 3/8" de diámetro y 2 1/2" de profundidad y fijar con pegamento de epóxico 2 pines de acero de 6.20mm a cada 40cm. El sentido de la escalería del panel al ser utilizado en muros debe quedar vertical y bien apuntalado para mantener su verticalidad, en vez de puntales pueden usarse tensores de alambre de amarre en ambas caras. (figura 3)

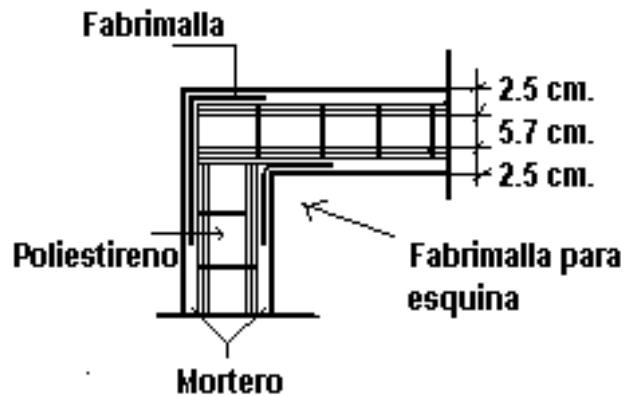
Figura 3. Puntales para el levantado de pared



El panel debe incluir un excedente de electromalla en ambos extremos para su debido empalme longitudinal, para su instalación es recomendable la colocación de 4 varillas de 4.5mm de diámetro por 50cm de largo en ambas caras de la plancha colocadas horizontalmente en toda la altura del panel para evitar un desfase de las planchas durante el repellado.

Para la unión de las planchas en esquinas como en paredes intermedias, estas se reforzarán con malla a escuadra que se coloca por el lado exterior de la pared como refuerzo de confinamiento y también se deben reforzar con anclajes en formas de U y L. (figura 4). Se debe colocar un cordón de aproximadamente 1 cm. de grosor de material elástico y adherente en la unión de dos planchas, el cual sellará la junta existente entre ellos.

Figura 4. Unión en muros de esquina



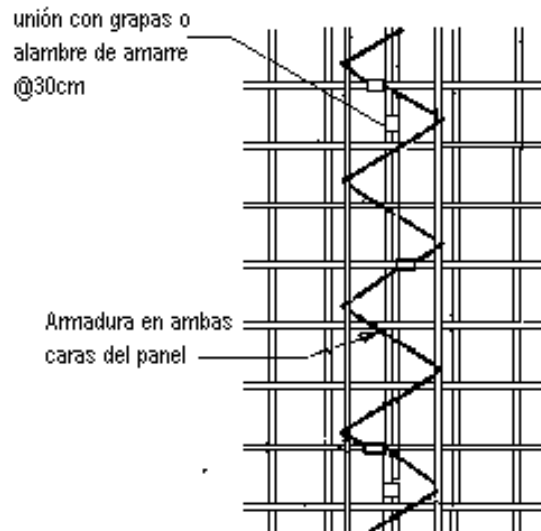
En caso que no se hayan realizado los cortes para puertas y ventanas antes del levantado de muros, los vanos de estas deben ser marcados sobre el panel procediendo a cortar la malla y el poliestireno, en los vértices de cada vano debe colocarse a 45° una electromalla de refuerzo o varillas en los puntos donde se rompió con la continuidad de la estructura.

Para unir pedazos del panel se deberá conservar siempre el sentido de la escalería y traslapar 15 cm. de electromalla para dar continuidad al refuerzo.

Si el muro tiene una altura mayor a los 3 m. se deben poner varillas de 4.5mm de diámetro en ambas caras de la unión transversal del panel para dar mayor rigidez a la instalación. (figura 5).

Siempre se debe chequear el plomo y la alineación de las paredes antes de continuar con el proceso de construcción.

Figura 5 Unión entre paneles



1.5.7. Mortero de rigidización

La mezcla del mortero para que obtenga la resistencia mencionada anteriormente se debe hacer con una proporción de cemento y arena de 1:3 y una relación agua cemento de por lo menos 0.5, a esta mezcla se le puede incluir cal en una proporción de 1:3:0.10 con la misma relación agua cemento de 0.5 para obtener mayor resistencia y menos permeabilidad en la pared.

La aplicación del mortero se puede hacer a mano o con máquina lanzadora de mortero con la cual se realiza un trabajo más rápido que manualmente y el impacto del mortero sobre la superficie mejora la adherencia.

El mortero debe aplicarse en dos o tres capas alternando ambos lados del muro. Es necesario colocar el mortero en las paredes antes de fundir la losa ya que el mortero dará resistencia a los muros para soportarla.

La primera capa de mortero debe aplicarse con un espesor aproximado de un centímetro usando como guía la electromalla, las superficies de concreto o tabiques deben humedecerse sin saturar antes de la aplicación del mortero. La primera capa se deja fraguar durante un día máximo y terminando ese período se aplica la otra capa para obtener mejor adherencia.

La segunda capa de mortero deberá tener un espesor mínimo de 1.5 cm., para aplicarla la superficie de la primera capa debe estar uniformemente húmeda. La superficie de la segunda capa debe nivelarse y terminarse con una regla o arrastre metálico rectangular de 1" * 2" pulgadas y un nivel de mano de 4' el cual sirve para chequear la verticalidad de la pared. Si se aplica una tercera capa para acabado, la superficie de la segunda capa debe dejarse con un acabado rústico para obtener mejor adherencia.

El acabado o tercera capa debe aplicarse con un espesor de 3 mm, un día después de haber aplicado la segunda capa cuya superficie debe estar húmeda antes de la aplicación. Esta tercera capa debe curarse continuamente con agua por lo menos durante 24 horas, este curado mejorará la densidad, resistencia e impermeabilidad del aplanado, reduce la contracción y previene las grietas y fisuras. Es importante recordar mojar la superficie final para el fraguado mínimo durante cinco días.

Debido a los esfuerzos causados por la contracción que pueden ser mayores que la resistencia a tensión del mortero se debe cuidar que las juntas de expansión en superficies sólidas se continúen en el aplicado de este, una forma es que se permita piezas medidas en el mortero.

1.5.8. Techos

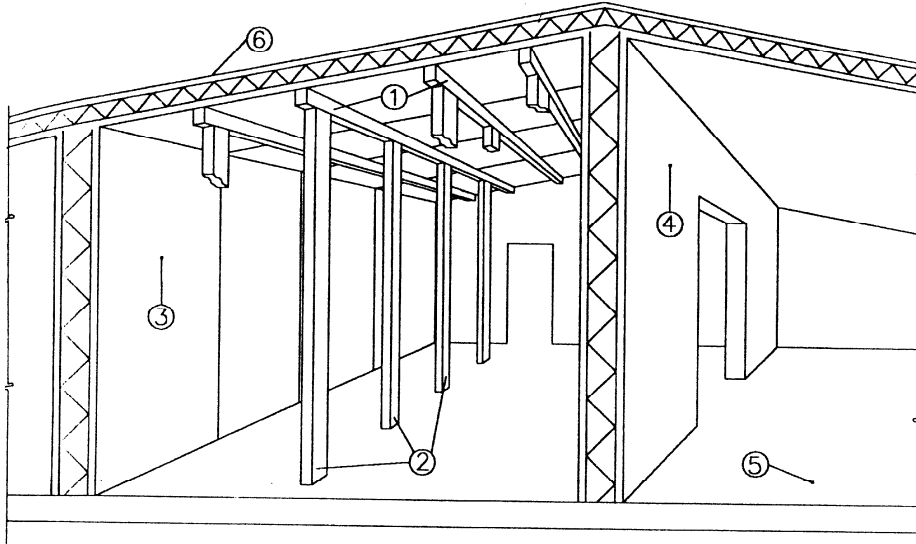
Las losas también pueden ser ensambladas para después ser transportadas al lugar de la colocación. Para la colocación de techos es necesario realizar las siguientes actividades:

- Distribución de secciones
- Colocación de secciones
- Formaleta interior
- Alineación
- Suministro de material
- Nivelación
- Fijación y refuerzo

En síntesis podemos mencionar que para la construcción de una losa con electropanel, este deberá ser reforzado con bastones y acero de refuerzo para cubrir los momentos mayores a los que resiste el electropanel. La distribución de las planchas deberá ser escalonada procurando que no coincidan los empalmes transversales. Las esquinas y uniones de la losa deberán reforzarse con esquineros, escuadra y mallas especiales. Además, debemos tomar en cuenta que la luz máxima para utilizar el electropanel en techos y entrepisos es de 4.50 metros.

Es importante tomar en cuenta que el personal no debe pararse directamente sobre la plancha, sino que deben colocarse tablas para distribuir su peso tanto en la instalación como en la fundición. Después de haber colocado los muros y aplicado su aplanado, se procede a instalar la cimbra interior que soportará la losa hecha de electropanel, esta cimbra consiste en cargadores (polines, medrinas o tendales) de 4" * 4" colocados perpendicularmente al sentido de la escalería del panel, los cuales son soportados por paraleles con una separación mínima entre si de 1 metro y máxima de 1.5 metros. (figura 6).

Figura 6. Detalle de la cimbra interior



En la figura anterior están enumeradas las partes de la cimbra interior las cuales son:

- | | |
|---------------------------------------|------------------------|
| 1. Tendales 2" , 3" * 4" ó
4" * 4" | 4. Muro interior |
| 2. Parales de 4" * 4" | 5. Losa de cimentación |
| 3. Muro exterior | 6. Losa de techo |

Es necesario un ligero aumento en la altura de los parales para obtener una contra flecha aproximada de 1 a 1.5 cm. en luces de 3 m. Al mismo tiempo que se coloca la cimbra se debe alinear el techo, esto consiste en poner hilos de esquina a esquina en la parte superior de los muros para que estos sean puestos rectos y anclados a la losa y esta a su vez, es nivelada con la formaleta interior anclándose entre sí las secciones del techo.

Antes de fundir la losa, la cara inferior de la plancha deber ser cubierta con un mortero de cemento y arena por lo menos de 3 cm. de espesor, para este mortero se puede utilizar la misma proporción que se utilizó en los muros. Esta parte inferior debe llevar un tratamiento de curado mínimo de tres días.

Para fundir la cara superior primero se debe extraer el poliestireno de las uniones de losa con muro para permitir un adecuado colado del concreto, después de haber reforzado la losa y retirado el poliestireno se funde esta con una capa de concreto de 5cm de espesor. Una proporción adecuada para obtener un concreto resistente como el mencionado anteriormente es de 1:2:3 utilizando agregado grueso de 3/8". Debe recordarse que al igual que toda losa de concreto esta deberá llevar su debida impermeabilización y fraguado.

Es recomendable no retirar los parales en un tiempo mínimo a 15 días.

1.5.9. Instalaciones

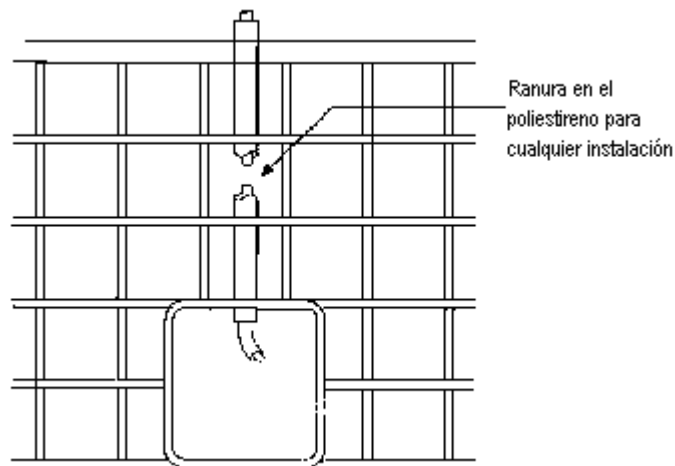
Las instalaciones se deben hacer antes de la aplicación del mortero, estas consisten en:

- **Instalación eléctrica:** para su colocación, primero se traza sobre el panel la línea guía donde irán la instalación para luego perforar el poliestireno en ese lugar con una barra caliente. Se debe evitar cortar la malla del panel. Este tipo de instalaciones se realizan con tubería P.V.C. (Poli cloruro de vinilo) o conduit ligero, pudiendo alojar dentro del panel diámetros hasta de 5cm en tubería P.V.C. Es importante tomar en cuenta que las conexiones especiales como curvas y conectores deben ser de P.V.C. y las cajas eléctricas de lámina galvanizada.

- **Instalaciones hidráulicas y sanitarias:** Se coloca en el panel de la misma manera que la instalación eléctrica. Esta instalación se realiza con tubería de cobre y P.V.C.

Es importante recordar que si se ha roto la malla del panel para introducir alguna instalación, se debe restituir la parte seccionada con fabrimalla. (figura 7).

Figura 7. Instalaciones



1.5.10. Acabados

Se puede colocar cualquier tipo de acabado ya sea floteado, rústico o rugoso, para recibir posteriormente un acabado final a base de pintura y yeso.

También se le puede aplicar una capa de impermeabilizante, si este no hubiera formado parte de la mezcla del mortero.

2. TABLA YESO

2.1. Generalidades

En la actualidad, la tabla yeso es utilizada para paredes divisorias o tabicaciones, las cuales son paredes ligeras no sustentantes, que pueden tener como soporte una estructura de madera o metálica. Actualmente existe en el mercado una gran gamma de planchas de yeso, las cuales varían de tamaño, constitución y formas de uniones.

Las planchas de yeso constituyen, además, excelentes aislantes contra el frío y el calor, proporcionando un resultado térmico cuatro a cinco veces superior a las paredes de ladrillo.

Tienen gran facilidad de manipulación y trabajabilidad, su ventaja es que pueden ser cortadas a la medida que se requiera ya sea con sierra manual o eléctrica. Las láminas de tabla yeso se pueden colocar en forma horizontal o vertical dependiendo de las dimensiones del muro, buscando la forma que tenga menor número de juntas de extremos.

La utilización de tabla yeso como material en la construcción ya sea para tabicación o bien para cielos falsos proporciona diversas ventajas, una de las principales es que por ser un material liviano aumenta solamente un pequeño porcentaje a la carga muerta utilizada en el diseño de una estructura lo que redundaría en disminución del costo en la cimentación.

Generalmente los paneles de tabla yeso tienen un ancho de 1.22 metros y 2.44 ó 3.05 metros de largo lo que hace un área por panel aproximada de 3 m² ó 3.75 m² respectivamente, aunque se pueden encontrar variedad de tamaño y espesores.

2.2. Usos

El uso de la tabla yeso se ha incrementado en los últimos años no solo como muros de tabique sencillos, sino que en cielos falsos, para forro de muros, protección de columnas contra fuego, etc. La aplicación de estas planchas depende del espesor de ellas y de las características que estas posean ya que en el mercado existe una gran variedad de planchas con diferentes características y espesores. (tabla VI)

Tabla VI. Usos de tabla yeso en capa sencilla

Aplicación de las Planchas	Espesor recomendado en mm					
	Tipo Normal		Alta resistencia al fuego		Alta resist. a la humedad	
	9.6	12.7	12.7	15.9	12.7	15.9
Muros Interiores (capa sencilla)						
Sobre muros existentes	X					
Mampostería (forrada)		X	X	X		
Bastidor de madera		X	X	X	X	X
Bastidor metálico		X	X	X	X	X
Concreto (directo)		X			X	X
Interior de muros exteriores (capa sencilla)						
Mampostería (forrada)		X	X	X	X	X
Bastidor metálico		X	X	X	X	X
Placas aislantes rígidas		X			X	X
Cielos falsos (capa sencilla)						
Bastidor de madera	X	X	X	X		
Bastidor metálico	X	X	X	X		

Las láminas de tabla yeso también puede ser utilizadas en capas dobles para las funciones anteriormente mencionadas, en este caso se puede omitir el uso de las planchas con alta resistencia a la humedad, según sea conveniente.

2.3. Materiales que lo constituyen

2.3.1. Yeso

El mineral de yeso (sulfato de calcio dihidratado) se deshidrata para hacer diferentes tipos de yesos, algunos de los cuales se transforman en material de construcción.

El yeso evita los fenómenos de condensación superficial y la humectación de las paredes y techos gracias a su poder de absorción. Su estructura permite acumular gran cantidad de agua cuando la concentración de la misma en el ambiente es alta y devolverla cuando éste se reseca.

Podemos decir que su grado de permeabilidad a la humedad es alto por lo cual para fabricar láminas de este material se le debe agregar un aditivo que resista la humedad. Las paredes de yeso transpiran haciendo más frescas las habitaciones en verano y más cálidas en invierno.

La reacción del yeso ante el fuego es de inercia total, es decir, es completamente incombustible. Tampoco emana gases tóxicos, sólo vapor de agua. Esta evaporación de agua permite que la temperatura del material no suba por encima de los 100°C cuando es sometido a calor por un máximo de cuatro horas.

Tiene importantes aportaciones como material de construcción, tanto por su capacidad de absorción del ruido producido por un impacto, como por la baja capacidad de transmisión del mismo. El yeso rompe la onda sonora impidiendo de esta manera la progresión y avance de la misma, reduciendo así en gran medida los efectos de eco y de ruido tan molestos para la audición. Además otorga a los tabiques una mayor capacidad de aislamiento térmico, similar a la madera.

2.3.2. Papel reciclado

La tabla yeso se compone de un núcleo de yeso contra fuego encapsulado en papel grueso reciclado de acabado natural en la cara aparente y un papel duro reciclado, para recubrimiento en la parte posterior.

Las características del papel reciclado son similares a las del cartón comercial calibre No. 14, una de las cuales es que confina sus fibras no definidas en ninguna dirección, otorgándole mayor resistencia. El papel reciclado es el elemento que le proporciona la flexibilidad necesaria a la plancha de tabla yeso. El papel de la cara aparente va doblado sobre los bordes para reforzar y proteger el núcleo y los extremos.

2.4. Propiedades

La tabla yeso posee propiedades y características aptas para la construcción, dichas propiedades nos proporcionan la ventaja para crear módulos divisorios en ambientes livianos o bien un acabado arquitectónico a la estructura.

Además, que lo hacen un material resistente al fuego, humedad y al ambiente.

2.4.1. Propiedades físicas

- **Dimensiones**

Existen una gran variedad de tamaños, espesores, y anchos para las planchas de tabla yeso, aunque las medidas estándar son 2.44*1.22 metros también comercialmente se encuentran las siguientes dimensiones:

Largo: 2.40, 2.60, 2.80, 3.00, 3.20, 3.40 y 3.60 metros

Ancho: 0.60 y 1.20 metros

Espesor: 9.6, 12.7 y 15.9 milímetros

- **Pesos**

El peso de las planchas de tabla yeso depende del espesor y la densidad de estas, generalmente la densidad de las planchas es la misma por lo cual su peso solo varía por el espesor. (tabla VII)

Tabla VII. Peso de tabla yeso con alta resistencia al agua

Espesor (mm)	Peso (Kg/m²)
12.7	8.9
15.9	11.7-12.20

2.4.2. Propiedades acústicas

Generalmente el aislamiento acústico que presenten las planchas de tabla yeso depende del sistema de colocación que se utilizará en la vivienda, el cual se escogerá de acuerdo a las necesidades que se deseen cubrir. (tabla VIII).

Tabla VIII. STC de los sistemas de muros de tabla yeso más utilizados

Descripción del sistema	Espesor del muro (cm)	STC
Muro divisorio con bastidor metálico, con capa sencilla de tabla yeso de 12.7 mm en ambos lados y aislante de 1 1/2"	8.90	45
Muro divisorio con bastidor metálico, con capa sencilla de tabla yeso de 15.9 mm en ambos lados	12.38	38
Muro divisorio con bastidor metálico, con capa doble de tabla yeso de 15.9 mm en ambos lados	10.46	48

2.4.3. Otras propiedades de la tabla yeso

Las láminas de tabla yeso poseen además de las anteriores otras características importantes como lo son sus propiedades mecánicas, recordando que estas planchas se diseñan generalmente para trabajar a flexión.

Entre otras propiedades que son necesarias conocer sobre este material existen los coeficientes de expansión, de absorción, etc. (tabla IX)

Tabla IX. Diferentes propiedades de la tabla yeso

Propiedad	Unidad	Valor
Resistencia a flexión perpendicular a las fibras		
láminas de 9.6mm	Kg	36.2
láminas de 12.7 mm	Kg	47.5
láminas de 15.9 mm	Kg	65.9
Resistencia a flexión paralela a las fibras		
láminas de 9.6mm	Kg	15.24
láminas de 12.7 mm	Kg	22.7
láminas de 16 mm	Kg	27.3
Coeficiente de expansión térmica entre 4 a 38° C	plg/plg/°F	$9 \cdot 10^{-6}$
Coeficiente de expansión higrométrica de 5-90% de HR sin confinar	plg/plg*%HR	$7.2 \cdot 10^{-6}$
Absorción de agua		
Por inmersión toat en 2 horas	%	5
Por superficie expuesta	gr.	1.6
Coef. de transferencia de calor	Kcal/hm ² °C	4.428
Propagación de Flama		0
Generación de humo		0

2.5. Normas que satisface la tabla yeso

Es muy importante que todo material para construcción cumpla con ciertas normas las cuales nos dan la seguridad de que estos funcionarán de acuerdo a las necesidades que deseamos cubrir, tomando en consideración que no podemos utilizarlos sin riesgo en casos para los cuales no están diseñados. En el caso de la tabla yeso también esta debe cumplir con normas y especificaciones relacionadas con sus aplicaciones. (tabla X)

Tabla X. Normas que cumple la tabla yeso

Propiedades	Norma
Resistencia a flexión	ASTM C-473
Combustión	ASTM E-84
Resistencia al fuego	ASTM E-119
Accesorios metálicos	ASTM C-645
Aislamiento acústico	ASTM E-90
Reducción de ruido en cielos falsos	ASTM E-413
Coeficiente de reducción de ruido	ASTM C-423
Conductividad térmica	ASTM C-518

2.6. Sistema constructivo utilizando tabla yeso

Como se mencionó anteriormente, la tabla yeso es utilizada para tabicación y colocación de cielo falso, siendo estas sus aplicaciones más comunes. La tabla yeso es un material que se puede instalar totalmente en seco o bien húmedo y constituye una excelente barrera contra el fuego, debido al núcleo de yeso.

Para la instalación tanto de muros divisorios como de cielos falsos es necesario contar con ciertos accesorios, herramientas y materiales, entre los más importantes ya sea para bastidores de madera o bien de metal están:

- Panel de tabla yeso
- Postes metálicos de 4.1, 6.35 y 9.2 cm. de ancho y de 2.44 a 3.05 m. de largo
- Canales de amarre de 4.0 metros
- Regla T
- Listones metálicos de 4.0 metros
- Cinta de refuerzo
- Tornillos autorroscantes
- Esquineros metálicos de 2.44 y 3.05 metros
- Navaja multiusos

- Atornillador eléctrico
- SERRUCHO de punta
- Lija núm. 00
- Espátulas o Llanas de 4" y 10"
- Martillo de carpintero
- Clavos
- Remachador de esquineros
- Reventón o hilo y lápices
- Doblador de esquinas
- Tijeras para lámina
- Cortador de tiras
- Escofina
- Plomada
- Cinta métrica

2.6.1. Limitaciones de las láminas de tabla yeso

Todo material para construcción tiene limitaciones, las cuales es necesario conocer para no correr riesgo en su utilización. El seguir estrictamente las normas por las cuales están regidos estos materiales es esencial para obtener los resultados que deseamos, las siguientes son recomendaciones que se deben tomar en cuenta al momento de utilizar este material:

- Se debe evitar la exposición continua o excesiva de humedad y temperatura extrema. Los tableros de yeso no se recomiendan en sistemas de calefacción solar, en donde los tableros estén en contacto con superficies que excedan los 52°C.
- La separación máxima de los bastidores para tabla yeso de 12.7 y 15.9 mm debe ser de 61cm., para tableros de 9.6 mm la separación máxima de bastidores debe ser de 40.6 cm., sin embargo estos no se recomiendan para aplicaciones de capa sencilla.
- La tabla yeso debe estar adecuadamente protegidos contra el agua cuando se usan como base para azulejo de cerámica.

- Tanto en muros como en cielo falso cuando se usa tabla yeso sobre bastidores con separación máxima de 61 cm. y juntas reforzadas, no es necesario poner refuerzos transversales adicionales.
- Cuando se utiliza una textura con base de agua sobre cielos falsos con bastidores de 61 cm., deberán usarse tableros de 12.7 ó 15.9 mm para evitar pandeos.
- No se recomienda la colocación de tabla yeso sobre placas aislantes que han sido instaladas en forma continua por encima del bastidor. Las placas aislantes deberán colocarse en los huecos del bastidor y fijarse a los lados de postes o vigas.
- Para prevenir pandeo en cielos rasos de tabla yeso nuevos, el peso del material aislante no deberá exceder de 6.3kg/m^2 para láminas de 12.7 mm de espesor con separación de canales listón de 61 cm.; 10.7Kg/m^2 para tableros de 12.7 mm sobre canales de listón separados 40.6 cm. y para tableros de 15.9 mm con separación de canales listón de 61 cm.
- No se deberán colocar tableros de 9.6 mm de espesor con aislante sin soporte independiente. Deberá instalarse una barrera de vapor en los cielos falsos exteriores, y el espacio del ático deberá contar con ventilación adecuada.
- Para minimizar el pandeo en las láminas de tabla yeso de los cielos rasos, producido por los materiales de acabados interiores y condiciones de humedad en el ambiente se puede utilizar una barrera contra vapor en condiciones de climas fríos, cuya temperatura deberá estar por arriba de la temperatura interior del aire con la cual se forma el rocío durante y después de la instalación de tableros y materiales de acabado.

- Otra precaución que debemos considerar para evitar el pandeo producido por la humedad del ambiente consiste en que el espacio interior deberá estar adecuadamente ventilado y deberá permitirse la circulación del aire para eliminar vapores de agua de estructura.
- La colocación de una barrera contra vapor deberá ser recomendada por un ingeniero mecánico calificado, y se deberá tener la precaución de no crear una doble barrera contra vapor, esto es, usar cubiertas resistentes al agua y vapor cuando un muro ya tiene una barrera contra vapor.
- Los recubrimientos resistentes al vapor de agua en la parte interior de muros exteriores no se deben aplicar en climas húmedos y calientes.

2.6.2. Muros de tabique

El tabique es un muro ligero que inicialmente fue usado para cubrir exteriormente e interiormente grandes edificios, actualmente son utilizados en edificios públicos, habitacionales, comerciales, industriales, así como en escuelas, hospitales, etc.

Un muro de tabique debe ser diseñado para soportar esfuerzos provocados por el viento y por lo tanto tiene la capacidad de resistir cargas relativamente livianas provenientes del techo.






El utilizar un muro de tabique nos provee de algunas ventajas como lo son: protección térmica y acústica, protección del viento, protección del fuego, rapidez de montaje y ejecución, simplificación de almacenamiento, larga duración, mantenimiento económico, flexibilidad en la aplicación, economía en la construcción.

Además de las ventajas que nos proporciona el muro de tabique es necesario tomar en cuenta algunas desventajas como: algunas veces se debe invertir en equipo especial, dificultad del diseño de juntas, necesidad de una supervisión cuidadosa, pérdidas por rotura de paneles durante su transporte. Para la colocación de muros de tabique con bastidores metálicos es necesario contar con los siguientes componentes:

- **Canales de amarre:** son canales en forma de U para fijar muros divisorios tanto al piso como al techo, son de lámina galvanizada conformados en frío, en la mayoría de casos de calibre 26. Los anchos de estos perfiles generalmente son de 4.1, 6.35 y 9.2 cm. con una altura de la ceja 2.4cm. y un largo de 3.05 y 4.00 metros.
- **Postes metálicos:** son perfiles en forma de C que se usan para formar bastidores, son fabricados en lámina galvanizada calibre 26 conformada en frío. Las medidas más comunes son para los anchos 4.1, 6.35 y 9.2 cm., el patín mide 3.2 cm., la ceja alzada es de 8 mm, con un largo de 2.44 y 3.05 metros.
- **Canales de listón:** son perfiles en forma de omega utilizados en cielos falsos y en recubrimientos de muros, son de metal resistente a la corrosión conformados en frío, estos canales pueden ser de calibre 26 cuando se utilizan para láminas de tabla yeso de 12.7 y 15.9 mm y calibre 20 para separaciones y capacidad de carga mayores en cielos falsos. Tienen un ancho de la cara de 3.18 cm. una profundidad de 2.22 cm. y un largo de 3.66 metros.

- **Ángulos metálicos:** son resistentes a la corrosión de 3.49*2.22 cm., utilizados como canales de amarre para asegurar y abrazar el núcleo de los tableros de 2.54 cm. en divisiones de yeso laminadas y tienen un largo de 3.05 metros.
- **Canales amortiguadores de sonido:** son canales metálicos resilientes calibre 26 resistentes a la corrosión usados para fijar la tabla yeso a bastidores de madera y metálicos. Reducen la transmisión del sonido a través de las divisiones con bastidores y en estructuras de entrepisos. Tienen un ancho de 6.35 cm., profundidad de 12.7 mm y largo de 3.66 m. No se debe usar bajo vigas para pisos altamente flexibles, deberán estar sujetas a muros y cielos falsos con tornillos para bastidores metálicos, no debe usarse con más de 2 capas de tabla yeso de 15.9 mm de espesor.
- **Elementos de fijación:** la forma de fijación de la tabla yeso es de gran importancia por lo cual es necesario utilizar los elementos especificados por el fabricante. (tabla XI)

Tabla XI. Elementos de fijación para tabicación con tabla yeso

Tornillo	Figura
Tipo S-1 de 25.4 mm fija capas sencillas de tabla yeso de 12.7 y 15.9 mm a postes metálicos, canales de amarre y canales listón; el tipo S-1 de 41.3 mm fija las capas dobles de tabla yeso.	
Tipo S-2 de 635 mm fija 3 capas de tabla yeso de 15.9 mm a postes metálicos	
Tipo TEK BROCA para fijar tabla yeso de 12.7 y 15.9 mm a postes y canales hasta calibre 14.	
Tipo FRAMER Tipo S DE 12.7 mm utilizado para fijar postes metálicos a canales metálicos de amarre calibre 26 y canales amortiguadores de sonido a postes calibre 26	
Tipo TEK PLANO de 127 mm utilizado para fijar postes metálicos a canales metálicos calibre 20 y elementos metálicos calibre 20 hasta calibre 18 entre sí.	

La instalación de muros de tabique es sencilla y rápida. En un sistema de capa sencilla con bastidores metálicos se deben seguir los siguientes pasos primero para la colocación de los bastidores:

- El primer paso es trazar sobre el piso y en el techo el lugar donde se colocará el muro, este trazo deberá marcar el ancho de los canales chocando con el plomo o nivel.

- Después de haber trazado el lugar donde se colocarán los tabiques se colocan los canales metálicos en el piso y techo en intersecciones con muros de carga los cuales se deben fijar alineándolos con clavos y tornillos u otros fijadores recomendados por el fabricante los cuales no deberán estar distanciados a más de 60 cm. a centros.
- Ya fijados los canales en techos y piso se colocan los postes metálicos insertándolos dentro de los canales, se debe cerciorar de que queden plomeados con una longitud de un centímetro menor a la altura total entre piso y techo. La distancia a la cual se coloquen los postes dependerá del espesor de lámina que se usará en la tabicación ya sea si esta se pondrá paralela o perpendicular a la dirección de los postes metálicos. (tabla No. XII).

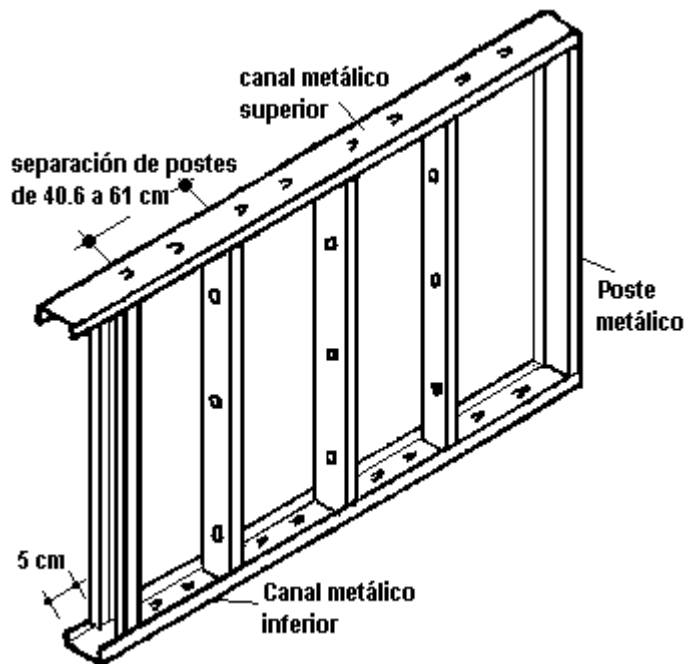
Tabla XII. Separación entre postes metálicos para tabicación de capa sencilla

Espesor de tablero en mm	Método de aplicación	Separación máxima de perfiles de soporte a centros en cm.
9.6	paralelo	40.6
9.6	perpendicular	40.6
12.7	paralelo	61.0
12.7	perpendicular	61.0
15.9	paralelo	61.0
15.9	perpendicular	61.0

- No es necesario asegurar mecánicamente la unión del canal y el poste excepto cuando estén en intersecciones de muros y esquinas o sean adyacentes a marcos de ventanas y puertas, en estos casos los postes deberán ser asegurados en la parte inferior y superior por tornillos o remaches a través de los costados de los postes y canales metálicos.

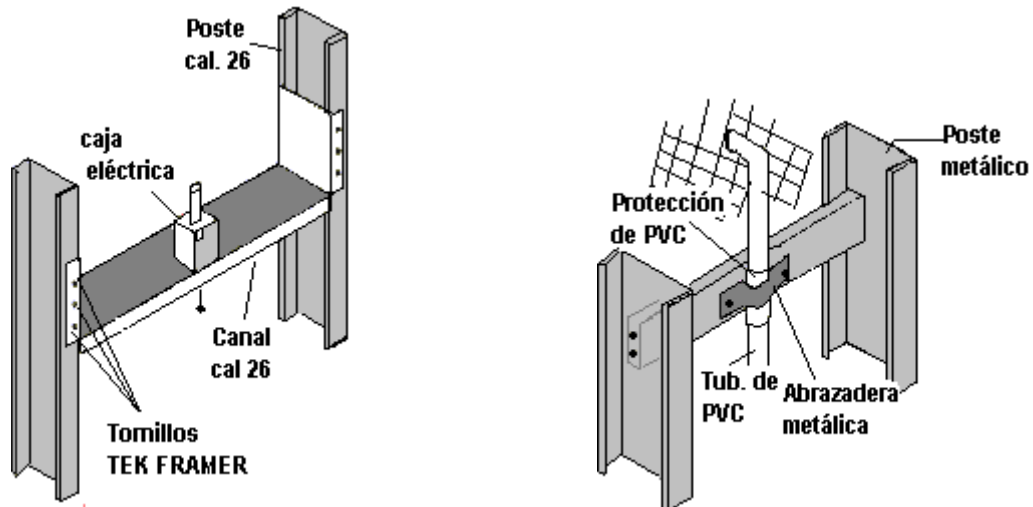
Deberán colocarse postes a una distancia no mayor de 5 cm. de marcos de puertas, esquinas, intersecciones, etc, y estos pueden ser también de aluminio o madera. (figura 8)

Figura 8. Colocación de la estructura del sistema



- Si es necesario, los postes y canales pueden empalmarse, este empalme debe hacerse insertando un elemento dentro del otro con un traslape mínimo de 20 cm., asegurando los costados con 2 tornillos o remaches en cada lado.
- En el caso de que el muro lleve instalaciones, estas deben colocarse usando las aberturas de los postes, fijando a los postes las salidas y cajas de instalaciones que se requieran por medio de tornillos o remaches. También se pueden utilizar los canales metálicos como elemento de apoyo para las instalaciones. (figura 9).

Figura 9. Detalle de Instalación eléctrica y sanitaria en tabiques

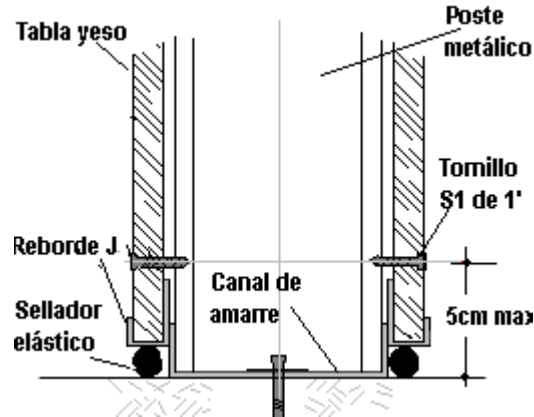


Ya colocados los bastidores y las instalaciones, se procede a preparar y colocar las planchas de tabla yeso, la cual es fácil de ajustar a cualquier medida que necesitamos en la obra, los pasos que se deben seguir son los siguientes:

- Si necesitamos cortar las láminas de tabla yeso únicamente necesitamos cortar el cartoncillo que cubre el núcleo de yeso, y con una ligera presión el panel se quiebra siguiendo el corte. Las medidas se deben tomar sobre la cara manila del panel y el corte del cartoncillo debe hacerse con una navaja multiusos usando una guía recta. Después de quebrar el panel se corta el cartoncillo de la cara posterior.
- Es conveniente lijar los extremos del panel en donde el núcleo de yeso ha quedado expuesto, a manera de obtener una superficie lisa y recta en todos los bordes del panel. El panel se debe cortar un cm. más corto que la altura de piso a techo del muro.

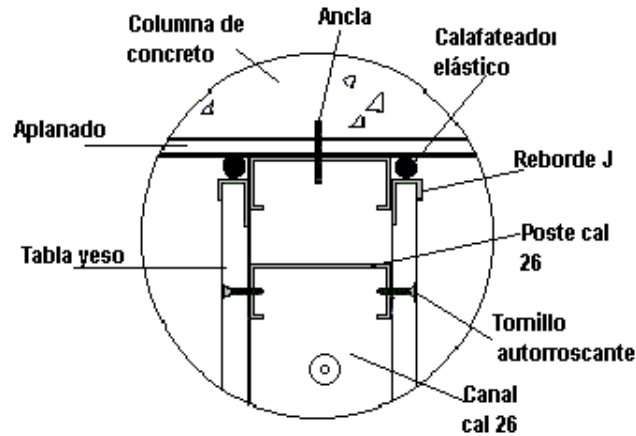
- Si el panel se va a instalar sobre un bastidor que tenga instalaciones eléctricas, es necesario cortar los agujeros para las cajas eléctricas antes de fijar el panel. Para esto, puede usar un serrucho de punta con el que se corta el panel de lado a alado o bien con una navaja con la que se corta el agujero en la cara manila y después en la posterior, se hace una marca en forma de cruz y se saca el pedazo con un golpe de martillo. Se debe medir con todo cuidado la localización del agujero para la caja eléctrica y asegurarse que no sea mayor a la tapa del contacto o apagador.
- Como se sabe la tabla yeso puede colocarse horizontal o verticalmente, esto depende de las dimensiones del muro, buscando la forma que tenga menor número de juntas de extremos o sea los lados cortos del panel. en ambos casos se deberán alternar todas las juntas en ambos lados del bastidor, de tal manera que ningún poste reciba juntas por ambos lados.
- Si se tiene un sistema de tabicación junto con un sistema de cielos falsos es conveniente colocar primero la tabla yeso del cielo falso y después la de los muros.
- Se deben sujetar los tableros a los bastidores por medio de clavos, tornillo o adhesivos a cada 40 cm. Primero se introduce los fijadores al centro de los tableros, trabajando hacia los extremos y los bordes.
- El tablero debe estar en contacto directo con el bastidor al introducir los fijadores, la cabeza de los fijadores se debe colocar ligeramente bajo la superficie del tablero haciendo agujeros uniformes y sin romper el papel.
- Nunca debe fijarse el panel apoyándole en el piso, la tabla yeso debe quedar con una holgura máxima de 1cm. arriba del piso soportado únicamente por los tornillos que lo fijan.(figura 10)

Figura 10. Detalle de fijación de tabla yeso al piso



- Es recomendable que siempre la estructura del sistema de tabicación trabaje independiente a la estructura principal no uniendo los postes colindantes a las columnas o muros y colocando un sellador en la junta entre ambos, todo esto con el objeto de evitar fisuras y desplomes en donde se aplique el sistema.(figura 11)

Figura 11. Detalle de la unión de tabique con columna de concreto



- Las juntas de bordes y extremos entre placas nunca deben quedar sin preparación alguna.

- Para proteger las esquinas del muro de golpes y deterioro es recomendable instalar esquineros y rebordes metálicos después de haber terminado la colocación del panel. En el caso de muros el esquinero debe cortarse 13 mm menos que la altura del tabique, los rebordes protegen los bordes expuestos del panel.

Las láminas de tabla yeso se pueden adaptar a casi cualquier superficie cilíndrica. Estos tableros se pueden colocar tanto secas como húmedas lo cual depende el radio de curvatura que se desee. Para evitar áreas rectas y planas entre los postes se requiere una separación de los postes metálicos menor que el normal. Mojando muy bien la cara del panel antes de la colocación estos se pueden doblar con un radio pequeño, cuando estos se secan completamente recobran su dureza original. (tabla XIII)

Tabla XIII. Radio mínimo para curvar tabla yeso húmedo

Espesor del tablero	Radio	No. de postes sobre el arco	Separación máx. entre postes	Lts. de agua por c/lado
9.6	0.91	9	20	1
9.6	1.00	11	20	1
12.7	1.20	8	30	1 1/4
12.7	1.40	9	30	1 1/4

2.6.3. Tratamiento de juntas

Habiendo colocado todas las láminas de tabla yeso se procede al tratamiento de juntas, las cuales son la parte más delicada del sistema de tabicación. Para diseñar una buena junta, debe tomarse en cuenta su forma, el sellante que se va a utilizar, los ganchos o medios mecánicos para darle la firmeza.

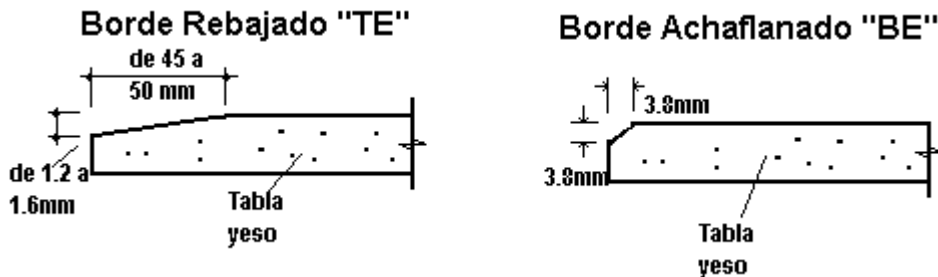
Existen diferentes juntas y generalmente en las tabicaciones podemos encontrar las siguientes:

- **Juntas operables:** estas son el tipo más común de juntas y se encuentran entre un elemento móvil y otro fijo, estas se pueden observar junto a las ventanas.
- **Juntas fijas abiertas:** este tipo de junta se emplea entre elementos fijos del tabique. Entre esta clase de juntas no se coloca material sellante.
- **Juntas fijas selladas:** son similares a las anteriores su única diferencia radica en que si emplean un material sellante. El tipo de sellante puede ser a granel que es el que se aplica después de que los elementos de bordes se encuentran montados, y el sellante preformado el cual se aplica con antes de colocar los bordes que unirán el panel.

La tabla yeso tiene una gran estabilidad dimensional lo que hace que las juntas queden permanentemente ocultas. Para este fin, los bordes de la tabla yeso son rebajados formando una depresión poco profunda para recibir el compuesto P.V.A. y la cinta cubre juntas, los cuales proporcionan una superficie totalmente lisa. Cuando las juntas van a ser tratadas es recomendable una aplicación de tres capas de compuesto deben seguirse los siguientes pasos:

- Como ya mencionamos se crea una depresión en el lugar donde se tratará la junta en bordes, esta depresión dependerá del tipo de borde que se desee, siendo los más comunes el borde rebajado en “TE” y el borde achaflanado “BE”. (figura 12)

Figura 12. Detalle de los bordes en tabla yeso



- Después con una espátula de 10 cm. se aplica una buena cantidad de compuesto para juntas en el canal que forman los bordes rebajados de los paneles de yeso. La capa debe ser uniforme y delgada y se aplica a todas las juntas y ángulos que se van a reforzar.
- A continuación se aplica una tira continua llamada cinta cubre juntas hecha con papel especial, la cual se coloca centrada a lo largo de toda la junta. Se debe presionar ligeramente con espátula, deberá haber suficiente compuesto bajo la cinta para que esta pegue bien.
- Después de colocar la cinta es necesario aplicar una capa delgada del compuesto para ocultar la cinta, esta capa no funcionará como una segunda aplicación, luego se tienen que quitar el exceso de compuesto dejando secar esta primera aplicación de compuesto, esto es después de 16 horas mínimo.
- Ya secada la primera mano de compuesto se aplica una segunda capa rellenando la depresión de la plancha de tabla yeso y nivelando la superficie. Esta capa deberá ser por lo menos 5 cm. de cada lado más ancha que la primera.

- En juntas sin rebaje se debe cubrir y desvanecer por lo menos 10 cm. a cada lado de la cinta. Es necesario esperar a que esta segunda mano seque para la tercera aplicación o acabado.
- Al secar la segunda capa se aplica una tercera, esto con una espátula de 25 cm., esta capa debe ser extendida de forma uniforme y alisada hasta desvanecerla, el ancho total del tratamiento de juntas debe ser de 30 cm.
- No debe permitirse que la junta acabada sobresalga de la superficie. Después de que la tercera capa este perfectamente seca se debe lijar suavemente la junta, limpiando el polvo producido por el lijado. Al lijar se tiene que cuidar no maltratar el papel de la cara aparente.
- Para los lugares donde se encuentren fijaciones ya sean tornillo o clavos el tratamiento se hará de la misma manera colocando las tres capas y alisándolas de manera que la depresión quede al nivel de la superficie.

2.6.4. Tratamiento de esquineros y rebordes

Las esquinas son reforzadas con un esquinero metálico y acabadas con compuesto P.V.A. (Polivinil acetato), cuando los extremos o bordes de tabla yeso quedan expuestos como en las ventanas, el borde se protege con un reborde metálico en forma de L y se le da un tratamiento similar con el compuesto para juntas. Como se mencionó anteriormente, los esquineros y rebordes sirven para proteger las esquinas de golpes, para la colocación y tratamiento de estos es necesario seguir los siguientes pasos:

- Los esquineros y rebordes se colocan en el momento que se hace el tratamiento de las juntas, aplicando el compuesto para juntas sobre la tabla yeso en el área que va a ser ocupada por el esquinero rebasándola ligeramente. Para las esquinas exteriores extienda el compuesto unos 5 cm. por ambos lados de la esquina, para las interiores unos 4 cm. por ambos lados de la esquina.
- Coloque el esquinero o reborde presionando para fijarlo en su lugar, el esquinero debe quedar a tope con el techo. Con presión uniforme pase la espátula a lo largo de ambos flancos en un ángulo de 45° al compuesto para juntas.
- Con una espátula de 10 cm. se extiende una capa de compuesto de 8 a 10 cm. sobre cada flanco del esquinero.
- Se debe quitar el exceso de compuesto eliminando las burbujas de aire debajo del papel del esquinero, después se deja secar para poder terminar el tratamiento de las juntas en esquinas y bordes. Una vez seca completamente esta capa se aplica una segunda con un ancho de 5 a 6 cm. más grande que la anterior.

2.6.5. Cielos falsos

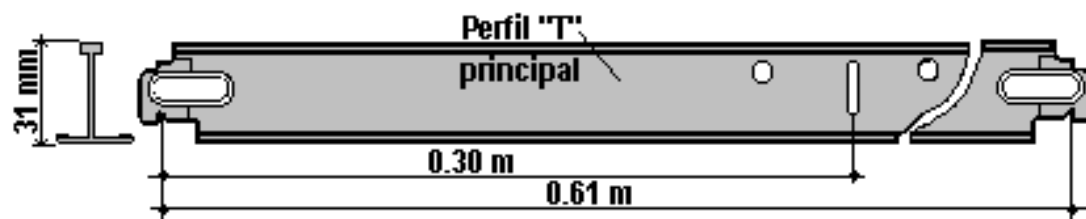
Los cielos falsos o rasos son elementos constructivos que definen visualmente la superficie superior de un local, reduciendo su altura, ocultando estructuras como tuberías y otras instalaciones, mejorando de esa manera el confort térmico e integrándose como un elemento decorativo. La tabla yeso es un material muy efectivo en su utilización para este tipo de elementos ya que provee de aislamiento tanto térmico como acústico.

Los cielorrasos se pueden colocar de dos maneras, ya sea anclados que son aquellos en que una estructura de madera sirve de soporte directo a las láminas que van ancladas por la parte inferior; o bien suspendidos el cual será el método que explicaremos y que consiste en que desde la estructura principal se suspende una estructura liviana y modulada que sirve de soporte a las láminas que conforman el cielorraso.

Los componentes que se necesitan para la colocación del cielo falso además de la tabla yeso dependen del método que se utilice, para un cielo raso suspendido se utilizan los siguientes:

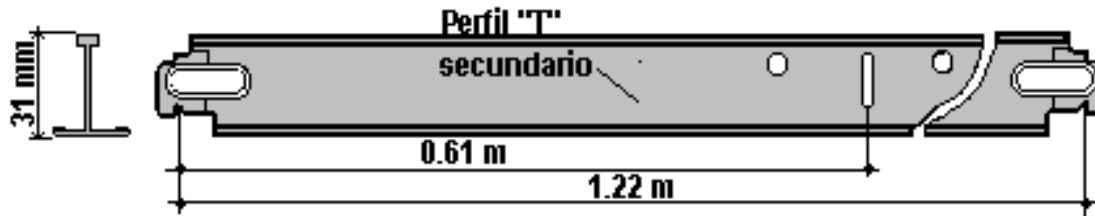
- **Tees principales:** son perfiles prepintados electrolíticamente, troquelados en forma modular para permitir su ensamble automático, entre estos perfiles se encuentran los ángulos perimetrales los cuales se colocan en las paredes en todo el perímetro del área a cubrir y son los que soportan los perfiles principales miden 3.66 metros de longitud con extremos de ensamble automático troquelado a cada 0.30 metros para permitir el ensamble perpendicular con la estructura secundaria. (figura 13)

Figura 13. Detalle del perfil "T" principal



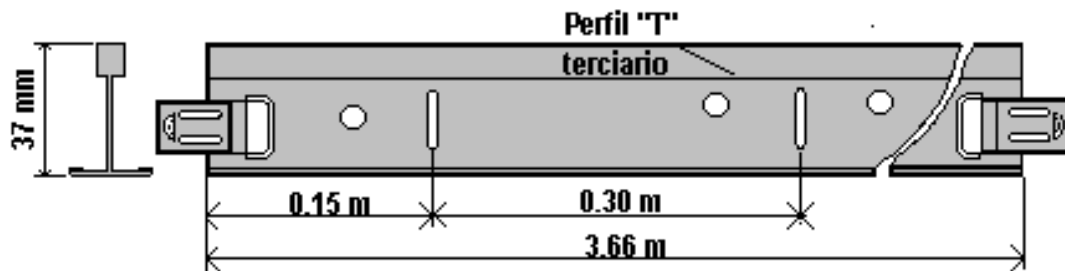
- **Tees secundarias:** estas son perfiles en forma de T que miden 1.22 metros de longitud y están troquelados a cada 0.61 metros para permitir el ensamble perpendicular de los perfiles terciarios. (figura 14)

Figura 14. Detalle del perfil "T" secundario



- **Tees terciarias:** estos perfiles son similares a los anteriores solo que miden 0.61 metros de longitud. (figura 15)

Figura 15. Detalle del perfil "T" terciario



- **Fijaciones:** generalmente son clavos de acero, tornillos y tacos plásticos, anclas sintéticas y ángulos de anclaje, se debe tener en cuenta que es necesario utilizar elementos protegidos contra la corrosión.
- **Tensores:** estos son accesorios diseñados para suspender o colgar el cielorraso, estos tensores deben soportar el peso de los perfiles y de las láminas y garantizar la nivelación permanente, en muchas ocasiones se utiliza alambre galvanizado ya que es muy funcional pero debemos mencionar que no garantiza la estabilidad a largo plazo.

La colocación de las láminas de tabla yeso se puede hacer en tanto en forma paralela como perpendicular, de esto dependerá la distancia a la que se deben colocar los perfiles que sostendrán estas planchas. (tabla XIV)

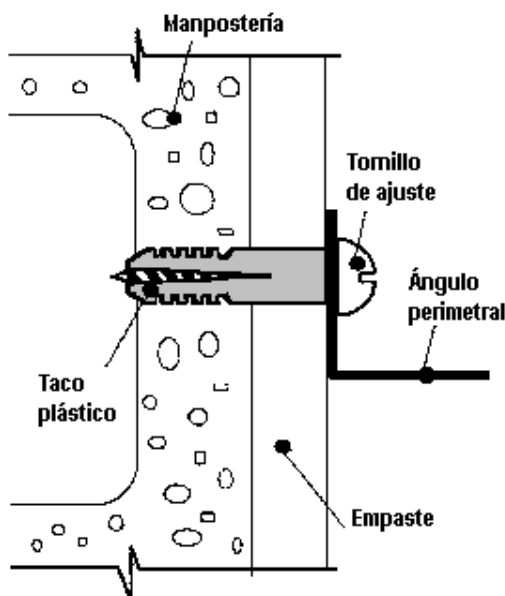
Tabla XIV. Separación de bastidores metálicos para cielos falsos

Espesor de tablero en mm	Método de aplicación	Separación máxima de perfiles de soporte a centros en cm.
9.6	paralelo	40.6
9.6	perpendicular	40.6
12.7	paralelo	40.6
12.7	perpendicular	61.0
15.9	paralelo	40.6
15.9	perpendicular	61.0

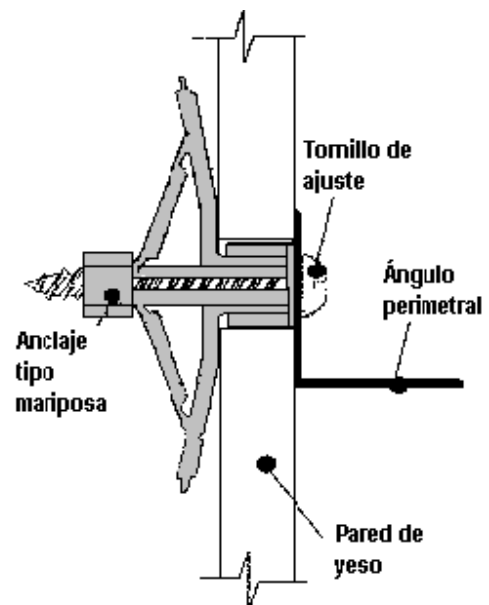
La instalación del panel para cielo falso es muy sencilla primero se realiza la colocación del ángulo perimetral, la cual depende del tipo de pared al que anclaremos el cielo falso. (figura 16)

Figura 16. Detalle de anclaje del ángulo perimetral

Detalle en mampostería

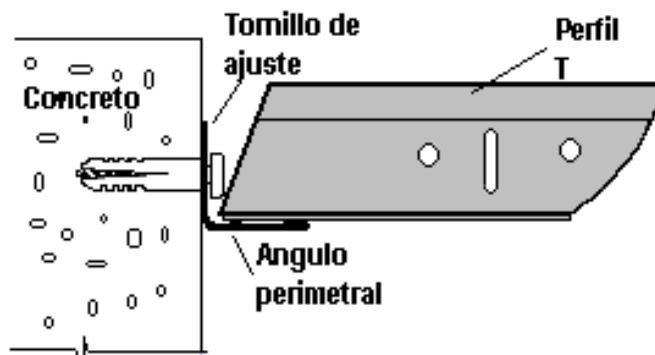


Detalle en tabla yeso



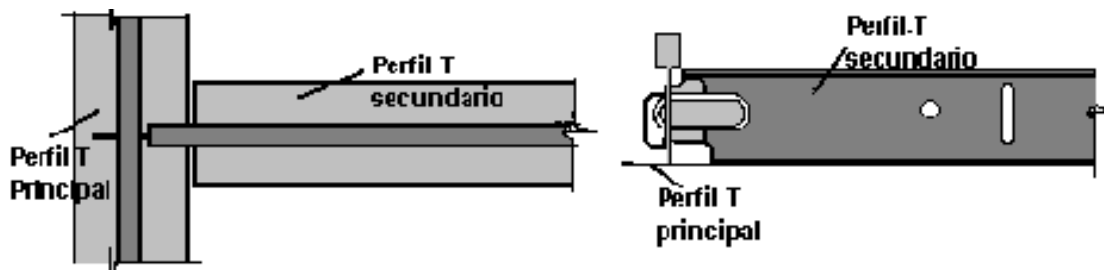
Después de fijar el ángulo perimetral en todas las paredes se procede a ensamblar las tees ya sean las principales, secundarias o terciarias al ángulo perimetral. (figura 17)

Figura 17. Detalle de ensamble entre ángulo perimetral y tees



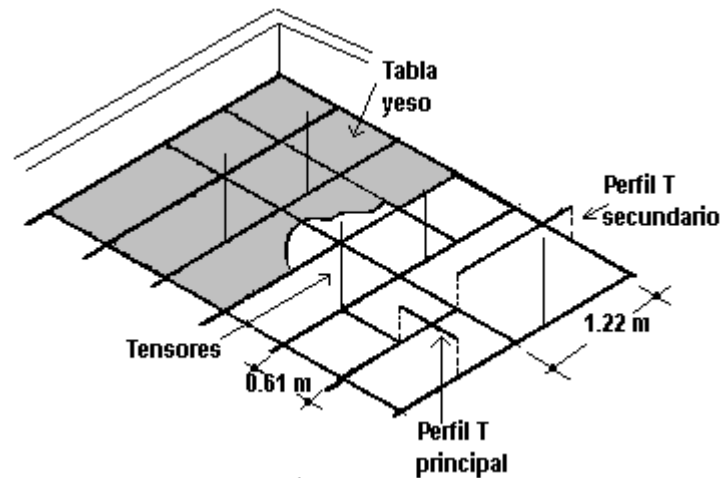
Ya fijado las tees al ángulo perimetral es importante ensamblar correctamente los perfiles unos con otros de manera que queden bien sujetos. (figura 18)

Figura 18. Detalle de ensamble entre perfiles T



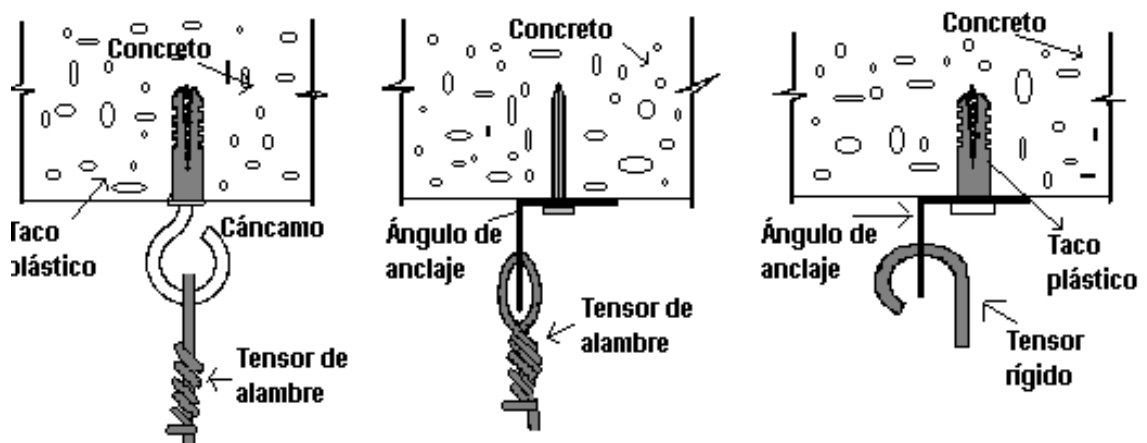
El armado total de la perfilería para cielos falsos debe quedar como se presenta en la figura 19.

Figura 19. Detalle de armado de perfilería para cielos falsos



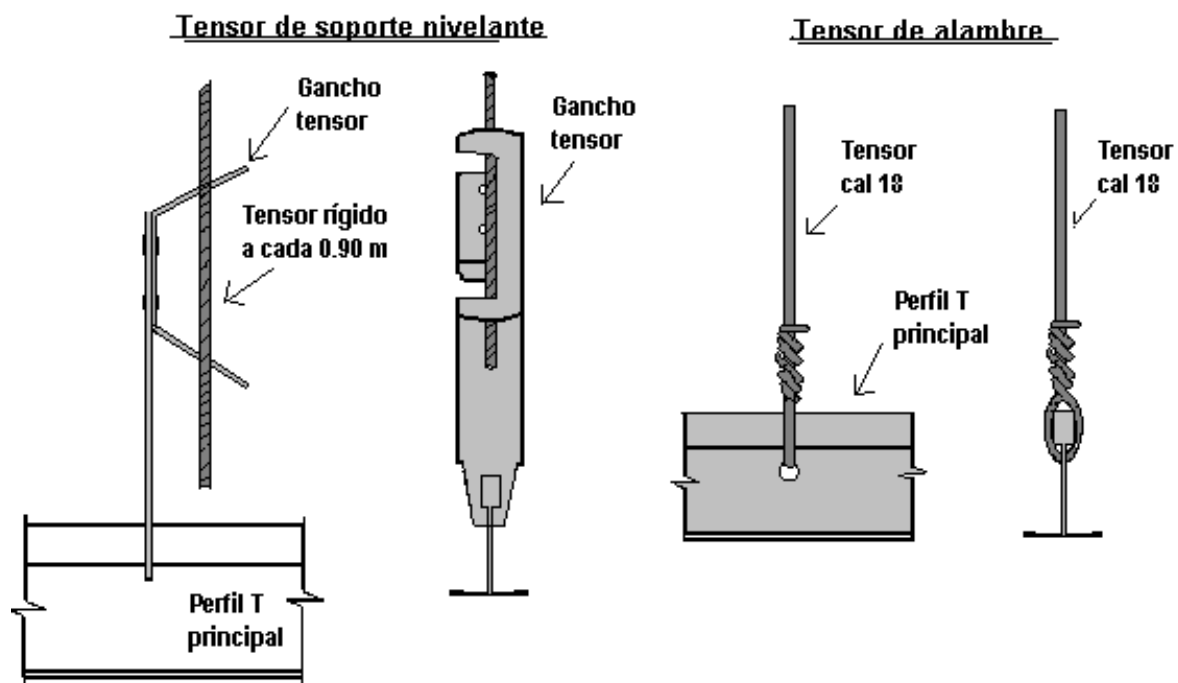
Una de las partes más importante del armado de la estructura para el sostenimiento de cielos falsos son los tensores, los cuales pueden estar sujetos a estructuras de madera, hormigón o bien estructuras metálicas. Existen diferentes formas de anclar los tensores a una losa de concreto, aunque en las más comunes son tres. (figura 20)

Figura 20. Detalles de anclajes de tensores a estructuras de concreto



Los tensores que soportan los perfiles T además de tensores de alambre rígido los cuales son de alambre galvanizado calibre 18, también pueden ser tensores de soporte nivelante los cuales utilizan un gancho tensor. Es indispensable recordar que los tensores únicamente se colocan sobre los perfiles principales. (figura 21)

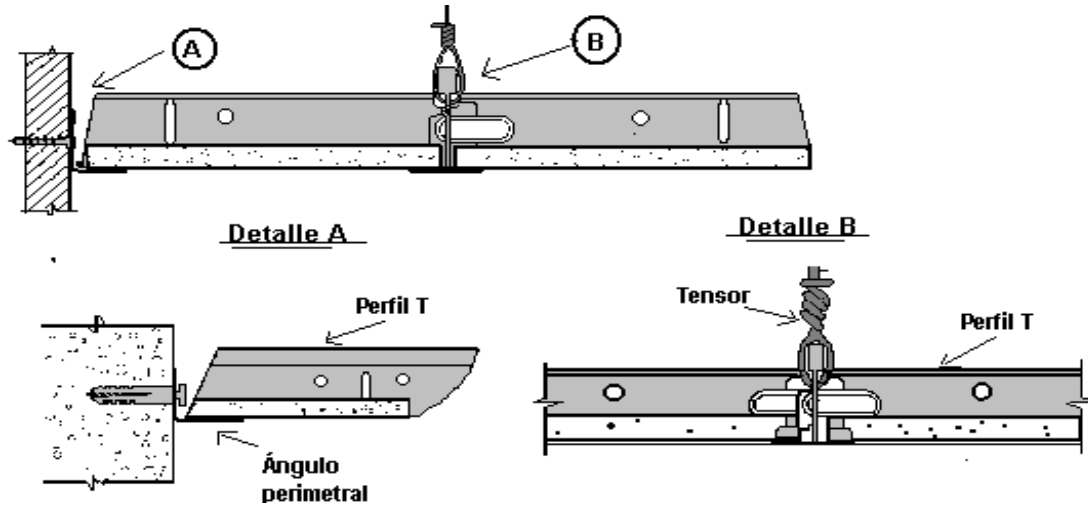
Figura 21. Detalles de perfiles anclados a tensores



Antes de la colocación de las láminas debe pintarse el lado posterior de esta, primero se retira el polvo de lámina y luego se le aplica la pintura acrílica si se desea se puede empastar con un estuco, opcionalmente se puede aplicar la pasta acrílica para texturizar.

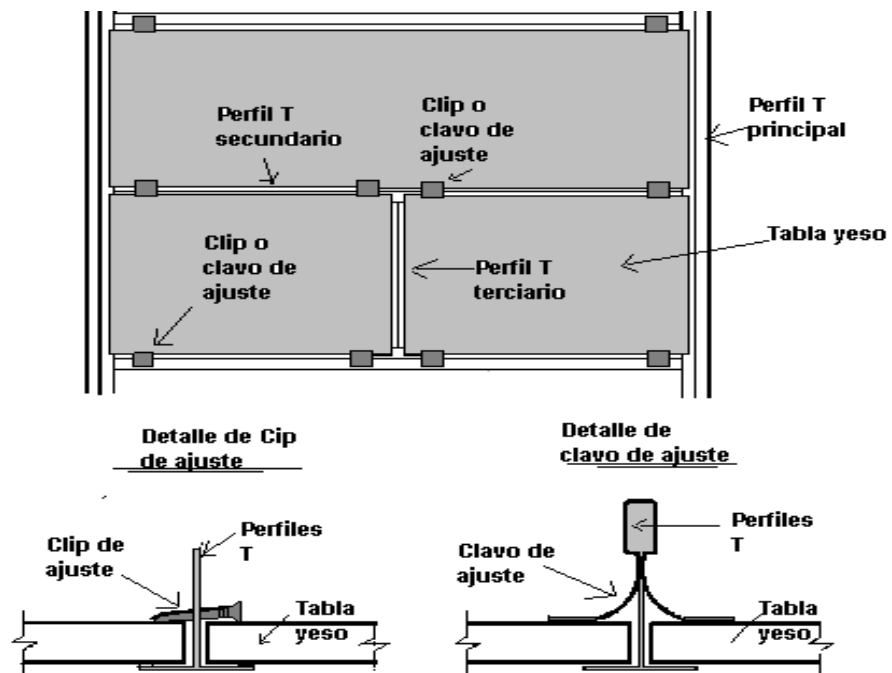
Luego de pintar y texturizar las láminas de tabla yeso se procede a colocarlas, el estilo en que utilizaremos será biselado. (figura 22).

Figura 22. Detalle de colocación de tabla yeso en cielos falsos



El ajuste de las láminas de tabla yeso en cielos falsos es de suma importancia y debe hacerse con supervisión, este ajuste puede realizarse ya sea con clip de ajuste o bien con clavos de ajuste. (figura 23)

Figura 23. Detalle de ajuste de tabla yeso en cielos falsos



3. FIBROCEMENTO

3.1. Generalidades

El fibrocemento representa un significativo avance en la tecnología de láminas para la construcción, cumple con los requisitos de resistencia, seguridad y durabilidad exigidos en esta área.

Los materiales con que es fabricado provienen de materiales de uso común, es una mezcla homogénea de cemento generalmente Portland y fibras de celulosa mineralizadas los cuales son procesados durante un complejo sistema industrial, que al final produce una lámina rectangular de color gris claro el cual varía de tonalidad según el origen del cemento, una de sus superficies es lisa, la cual es la que se expone al ambiente y la opuesta que es de textura rugosa es interior.

Este material debido a sus características y propiedades es muy versátil cuando es usado adecuadamente para la construcción doméstica, comercial, industrial y agrícola, ya sean estas nuevas, reconstrucciones o remodelaciones.

Es un material que puede ser usado en condiciones internas y externas de extrema humedad residual. Es resistente al ataque de termitas e insectos y no se deteriora por la aplicación de fungicidas y sustancias parecidas. Algunas de las características más sobresalientes del fibrocemento son:

- Es libre de asbesto.
- No contiene productos volátiles peligrosos.

- Puede ser cortado, lijado, perforado, clavado y atornillado tanto con maquinaria, como con herramientas convencionales.
- Puede ser usado en la construcción de sistemas resistentes al fuego.
- Presenta un excelente grado de atenuación acústica.
- Se puede realizar cualquier tipo de acabado.
- Es resistente a los efectos de la humedad, no se deshace ante la presencia del agua.
- Es un buen aislante eléctrico, etc.

3.2. Usos

Debido a las características que posee el fibrocemento y a su facilidad de manipulación, se le ha encontrado una gran diversidad de usos, esto en lo referente a láminas planas como una solución definitiva. Dependiendo del uso final que se le de a las láminas planas estas se clasifican en dos categorías:

- Láminas sin hidrofugar:** son las que se usan para interiores que no estén expuestas al agua, generalmente las de espesor de 5, 6 y 8 mm.
- Láminas hidrofugadas:** son las que se usan para exteriores o en zonas húmedas, generalmente las de espesor de 11 mm en adelante.

Debe mencionarse que existen también, láminas onduladas que son utilizadas generalmente para techos. En la tabla XV se indican las aplicaciones para las que se han creado las diferentes láminas de fibrocemento, las cuales están relacionadas con el espesor de estas.

Tabla XV. Aplicaciones de las planchas de fibrocemento

Aplicación	Espesor recomendado en (mm)									
	5	6	8	11	14	17	20	22	25	30
Cielo raso suspendido	X	X								
Cielo raso artesonado			X	X						
Cielo raso clavado	X	X	X							
Forro de closets		X								
División de interiores			X							
Paredes Interiores livianas			X	X						
Paredes interiores de alto tráfico				X	X					
Paredes interiores húmedas				X	X					
Persianas Cortasol				X	X					
Vallas Publicitarias				X	X					
Paredes exteriores livianas				X	X					
Fachadas bajas					X					
Fachadas altas						X	X	X		
Guardaescobas				X	X					
Tapamarcos				X	X					
Ductos				X	X					
Construcciones antifuego				X	X	X	X	X	X	
Base de tejas				X	X	X				
Base de techo asfálticos					X					
Mesones para baños y cocinas					X					
Entrepisos livianos						X				
Marcos para ventanas							X			
Entrepisos Residenciales							X	X	X	X
Entrepisos Industriales							X	X	X	X
Paneles autoportantes							X	X	X	X

3.3. Materiales que lo constituyen

3.3.1. Cemento

El cemento utilizado en la fabricación de este material es el cemento Portland el cual se clasifica en varios tipos, cuyas características se han mencionado en el capítulo del electropanel en la página 6. Por ser el cemento su principal componente el fibrocemento posee una estructura monolítica y densidad favorable con alta resistencia a la humedad

3.3.2. Fibras

Se entiende por fibra a los filamentos delgados tales como fibras de vidrio, filamentos de polipropileno, fibras de carbón, y fibras orgánicas que sirven como refuerzo de una mezcla y que tienen un parámetro numérico utilizado para su descripción. Los parámetros numéricos son la proporción existente entre la longitud y el diámetro de la sección recta y que tiene que conservarse en el rango de 30- 150. El fibrocemento que estamos analizando está elaborado con fibras orgánicas, o sea celulosa la cual está mineralizada.

Aunque las fibras de celulosa proporcionan a la mezcla de cemento menor resistencia a tensión que el asbesto, incrementan la resistencia al impacto en láminas planas o corrugadas.

De las fibras de celulosa mineralizada podemos mencionar que son un carbohidrato, que forma naturalmente un polímero (cadena de unidades químicas iguales, más de 2000 eslabones en el caso de la celulosa), esta se obtiene a partir de la separación de las fibras naturales, las que son mantenidas unidas en la estructura de las plantas por un material conocido como lignina. La celulosa se puede obtener a partir de un proceso de cocción química de la madera a altas temperaturas y presiones, cuyo objetivo es disolver la lignina contenida en la madera con una solución alcalina, liberando las fibras.

Dependiendo de los aditivos químicos usados en la cocción, existen celulosas químicas kraft y al sulfito, siendo la primera la más utilizada a nivel mundial. La celulosa química se caracteriza por tener un rendimiento total relativamente bajo, es decir, sólo entre un 40% y un 60% del material original (madera) queda retenido en el producto final (fibras).

Estas celulosas son más resistentes que las procesadas mecánicamente, ya que las fibras quedan intactas, son menos propensas a perder sus cualidades en el tiempo.

Debido al origen de las fibras que refuerzan a este material, el fibrocemento obtiene características de trabajabilidad muy especiales, por lo cual pueden ser trabajadas fácilmente con las herramientas convencionales de uso común en carpintería.

3.3.3. Hidrofugantes

Se emplean en la fabricación de la mayoría de paneles de fibrocemento dependiendo de su espesor, generalmente en paneles de 11mm de espesor en adelante. Son utilizados en los paneles que estarán expuestos a humedad, ya que este aditivo reduce el nivel de absorción de agua, lo que le otorga al panel más durabilidad.

3.4. Propiedades *

Todos los materiales de construcción poseen características y propiedades las cuales los diferencia de otros y nos dan la información necesaria para conocer su comportamiento y efectividad. Estas nos servirán para escoger adecuadamente el material de acuerdo a las necesidades y características que deseamos obtener en nuestro proyecto.

* Toda la información acerca de las propiedades fue proporcionada por Amanco

3.4.1. Propiedades físicas, mecánicas y térmicas

Las planchas de fibrocemento poseen propiedades físicas, mecánicas, térmicas y acústicas aptas para la construcción de viviendas de un nivel, la mayoría de estas propiedades están señaladas en la tabla XVI.

Tabla XVI. Propiedades generales de las planchas de fibrocemento

Propiedad	Unidad	Valor
Coefficiente de expansión térmica lineal	cm/°C	
Paralela	cm/°C	6.9 E-6
Perpendicular	cm/°C	6.4 E-6
Conductividad térmica	W/m°C	0.203
Contenido de humedad	%	6 al 8
Densidad	g/cm ³	1.1
Incombustibilidad		
Propagación de llama		0.00
Contribución al fuego		0.00
Desarrollo de humo		0.00
Módulo de ruptura	Mpa	
Paralela	Mpa	10.20
Perpendicular	Mpa	9.00
Módulo elástico	Mpa	
Paralela	Mpa	4610.00
Perpendicular	Mpa	3926.00
Resistencia a la compresión	Mpa	
Paralela a la superficie	Mpa	40.40
Perpendicular a la superficie	Mpa	26.70
Resistencia a la tracción	Mpa	
Paralela	Mpa	4.80
Perpendicular	Mpa	3.50
Resistencia al cortante	Mpa	8.16
Resistencia al impacto	Kg-m/cm	
láminas de 11mm	Kg-m/cm	0.031
láminas de 17mm	Kg-m/cm	0.033
Transmisión de vapor de agua	g/h-m ²	1.91
Variación lineal con cambios de humedad de 30-90% H.R.	%	
Paralelo	%	0.13
Perpendicular	%	0.10

Fuente: Amanco. Manual de Soluciones Constructivas Integrales.

3.4.2. Propiedades acústicas

Entre las propiedades que poseen las planchas de fibrocemento se encuentran las acústicas, éstas se han estudiado con dos sistemas, uno de ellos es el **STC** que es el determina el aislamiento de una barrera para el sonido transportado por aire. El otro sistema es el **OITC** (clase de transmisión del aire libre hacia el interior), el cual tiene como objetivo usarse para comparar diseño de fachadas de edificios incluyendo paredes puertas, ventanas y combinaciones de ellas, reflejando así la capacidad de los elementos al reducir el volumen total de ruido transportado por el aire o el suelo.

Para poder comparar el sistema del fibrocemento con otros sistemas constructivos es necesario conocer los valores de aislamiento que sus materiales poseen, en la tabla XVII se encuentran los valores de aislamiento de los materiales más utilizados en la construcción.

Tabla XVII. Valores de STC de sistemas de construcción

Sistema	STC
Lámina de vidrio de 6mm	25
Madera de plywood 19mm	26
Pared de foros de yeso de 13mm con estructura de madera de 5*10cm	33
Placa de acero 6mm	35
Muro de concreto armado 20cm	51
Muro de bloques de concreto 15 cm	42
Muro de bloques de concreto 30cm	53

Para minimizar la transmisión de sonido en las paredes de fibrocemento se puede colocar una tela porosa entra las planchas de este la cual amortigua el sonido provocando que las ondas estacionarias en la capa de aire se reducen al mínimo y también aminora la rigidez del aire absorbiendo la energía de este.

Debido a lo anterior podemos analizar los valores obtenidos de las paredes de fibrocemento las cuales se conforman de dos planchas tanto con material aislante como sin el, y estos compararlos con los valores de la tabla anterior. La tabla XVIII contiene los valores de aislamiento de paredes hechas con dos planchas de 8 ó 11 mm las cuales son del espesor mínimo usado para paredes tanto interiores como exteriores.

Tabla XVIII. Valores de STC y OITC de las planchas de fibrocemento

Tipo de Pared	STC	OITC
Pared 8-8mm sin aislamiento	39	24
Pared 8-8mm con aislamiento	46	30
Pared 8-11mm sin aislamiento	46	30
Pared 8-11mm con aislamiento	50	52

Fuente: Amanco. Manual de Soluciones Constructivas Integrales.

Estos datos nos indican que entre mayor sea el espesor de las planchas mejor será su comportamiento en la reducción del sonido. Cuando las planchas de fibrocemento son usadas en divisiones o paredes compuestas por una estructura de lámina galvanizada y forros laterales, la reducción que se logra puede sobrepasar los 60 decibeles.

A continuación en la tabla XIX se presenta los valores promedios de aislamiento en sí de las planchas de fibrocemento más utilizadas en la construcción y que se mueve en un rango entre 30 y 40 decibeles.

Tabla XIX. Reducción sonora

Espesor (mm)	5	6	8	11	14	17	20	22	25
Reducción sonora (dB)	30	31	31	32	33	34	35	37	39

Fuente: Amanco. Manual de Soluciones Constructivas Integrales.

3.4.3. Otras propiedades del fibrocemento

Las planchas de fibrocemento poseen otras propiedades las cuales mencionaremos a continuación:

- **Congelamiento y descongelamiento**

Ciclos: 50 **Resultado:** ninguna fisura ni delaminación.

Radio: 1.12

- **Envejecimiento acelerado**

Tiempo: 500 horas **Resultado:** ningún deterioro.

Tiempo: 1000 horas **Resultado:** ningún deterioro.

Tiempo: 1500 horas **Resultado:** ningún deterioro.

Tiempo: 2000 horas **Resultado:** ningún deterioro.

Puede decirse que 2000 horas en la prueba de envejecimiento acelerado equivale a 6 años de un clima natural adverso.

- **Resistencia al agua**

Tiempo: 24 horas **Resultado:** no se forman gotas debajo de la lámina.

- **Dimensiones**

Las láminas de fibrocemento se pueden crear en diferentes tamaños, en la actualidad se encuentran el mercado en una variedad de dimensiones, hasta de 1.22 metros de ancho por 3.05 metros de longitud.

En la mayoría de casos las láminas tienen una medida estándar de 1.22 metros de ancho y 2.44 metros de largo, todas con espesores variables que se encuentran entre 5 milímetros y 30 milímetros.

- **Tolerancias**

Como todo material de construcción las planchas de fibrocemento deben ser manufacturadas teniendo en cuenta las tolerancias permitidas por las normas respectivas sobre las dimensiones de estas. En la tabla XX se encuentran los rangos establecidos en la Norma ISO (Organización Internacional de Normas) 8336, Artículo 5.1.3 que habla sobre láminas planas Tipo B, Categoría 2.

Tabla XX. Tolerancias de las láminas planas de fibrocemento

Dimensión	Tolerancia
Longitud	± 8.0 mm
Ancho	± 6.1 mm
Escuadra	± 4.0 mm
Espesor < 6mm	± 0.6 mm
Espesor > 6 mm	± 10%

- **Peso**

Debido a la densidad que este material posee, las láminas son livianas ya que pesan entre 1.10 y 1.15 Kg por cada metro cuadrado de superficie y cada milímetro de espesor, este peso puede variar en función de la humedad.

3.5. Normas que satisface el fibrocemento

Para conocer las propiedades de los materiales es necesario someterlos a ensayos los cuales estan especificados en diferentes normas, las cuales nos otorgan parámetros que deben satisfacer estos materiales durante los ensayos para que estos sean certificados y seguros para su utilización. Las normas que las láminas de fibrocemento satisfacen para utilizarse en la construcción de viviendas, están contenidas en la tabla XXI.

Tabla XXI. Normas y especificaciones que cumple el fibrocemento

Propiedades	Norma
Tolerancia de espesor y ancho	ISO 8336
Coeficiente de expansión térmica lineal	ASTM E-228
Coeficiente de reducción de ruido	ASTM C-423
Conductividad térmica	ASTM C-518
Congelamiento y descongelamiento	ASTM C-1185 y C-1186
Contenido de humedad	ASTM D-1037
Densidad	ASTM D-1037
Envejecimiento acelerado	ASTM E-773 y G-53
Expansión de llama	ASTM E-84
Desarrollo de humo	ASTM E-84
Contribución a la combustión y al calor en un ambiente de fuego	ASTM E-136
Módulo de ruptura	ASTM C-120
Módulo elástico	ASTM C-120
Prueba de agua tibia	ASTM C-1185 y C-1186
Prueba de calor - lluvia	ASTM C-1185 y C-1186
Resistencia a la compresión a 20% de deflexión	ASTM C-170
Resistencia a la tracción	ASTM D-209
Resistencia al agua	ASTM C-1185 y C-1186
Resistencia al cortante	ASTM D-732
Resistencia al impacto	ASTM D-256
Transmisión de vapor de agua	ASTM E-96
Variación lineal con cambios de humedad de 30% al 90% H.R.	ASTM C-1185
Aislamiento acústico	ASTM C-423-90a y ASTM E-90-90

Fuente. Amanco. Manual de Soluciones Constructivas Integrales.

3.6. Sistema constructivo utilizando fibrocemento

Generalmente el sistema constructivo más utilizado con materiales como el fibrocemento es el sistema de módulos abiertos, este sistema difiere al cerrado en que en el sistema de módulos cerrados cada módulo lleva una posición específica y si se cambia alguna medida se cambiará cada módulo.

En cambio el sistema de módulos abiertos en el que sus módulos también poseen una posición específica, cuando se cambia una medida no se cambia ningún módulo.

El sistema de módulos abiertos nos proporcionan algunas ventajas sobre el sistema de módulos cerrados entre los cuales podemos mencionar: mayor flexibilidad y versatilidad, buen comportamiento estructural, facilidad de instalación, mayor rapidez de instalación, poco desperdicio, etc.

Dado que las láminas son autoportantes, siempre se debe diseñar una estructura de soporte adecuada, parte de esta estructura debe estar localizada alrededor del perímetro de las láminas de fibrocemento. Cuando las láminas están sometidas a esfuerzos estructurales, se debe efectuar un análisis sobre la calidad, tipo y espaciamiento entre fijaciones.

Aunque la expectativa de durabilidad de las láminas de fibrocemento utilizadas sin ningún recubrimiento exceden los 25 años de duración cuando son expuestas a efectos climáticos externos muy severos, el sistema constructivo en si es más duradero, ya que si alguna plancha de fibrocemento sufre algún daño esta se puede reemplazar sin que afecte a la estructura del sistema.

3.6.1. Herramientas y equipo complementarios

Para trabajar adecuadamente con las láminas de fibrocemento es necesario poseer equipo y herramientas básicas las cuales son:

- Cinta métrica
- Lápiz, o tiza
- Cuerda de nivel
- Regla metálica
- Escuadra metálica de 0.60 m.
- Falsa escuadra
- Nivel 122 cm.
- Martillo de uña
- SERRUCHO de punta
- SERRUCHO corriente
- Taladro manual
- Destornillador plano
- Destornillador Phillips
- Tenazas
- Alicata
- Espátula
- Pistola de calafateo
- Llana lisa y dentada
- Tijera para lámina metálica
- Escofina o lima gruesa
- Overol amplio
- Casco
- Guantes
- Gafas de seguridad
- Cinturón de herramientas
- Cinturón de seguridad
- Escalera

Además del equipo y herramientas básicas que debemos tener al momento que implementar el sistema, en muchos casos es necesario contar con otro equipo:

- Cepillo de carpintero #5
- Taladro liviano 3/8"
- Sierra circular de bajas revoluciones
- Caladora pendular

- Lijadora
- Brocas para metal
- Extensión eléctrica
- Atornillador eléctrico 2500 rpm., clutch y torque ajustable, etc.

3.6.2. Consideraciones mínimas antes de la construcción

Las láminas de fibrocemento deben transportarse sobre una plataforma plana firme y protegida de la humedad. Nunca deben transportarse mal apoyadas, porque pueden romperse. Para manipularlas, deben tomarse por los bordes más largos y transportarlas verticalmente.

Deben ser almacenadas bajo techo, en lugares con piso plano, sobre entablados o tarimas planas construidas con soportes levantados del piso, nivelados y distanciados como máximo 0,60 metros.








El almacenamiento a la intemperie no es recomendable, solo debe ser temporal, por períodos muy cortos de tiempo, y siempre y cuando, las tarimas sean protegidas de la humedad mediante el uso de una envoltura de plástico, una lona o un manto de hule.

Antes de instalar las láminas, deben airearse en la obra, bajo techo, por un período de 24 a 48 horas, esto permitirá que las láminas equilibren su humedad respecto al medio ambiente, las láminas deben ser almacenadas horizontalmente, colocando separadores que permitan que las dos caras queden expuestas a la humedad ambiental.

3.6.3. Fijaciones

El éxito de una aplicación depende en gran parte de la fijación de los tableros a las estructuras. Se debe usar los sistemas de fijación apropiados a cada necesidad. Cuando utilice estructuras de acero galvanizado es aconsejable que los elementos de fijación sean como los que se ilustran en la tabla XXII y cumplan con las especificaciones de cada uno.

Tabla XXII. Elementos de fijación

Tornillo	Figura
Tornillo # 8*1/2" cabeza extraplana, punta fina Rosca tipo H-L	
Tornillo # 8*1/2" cabeza extraplana, punta de Broca rosca tipo S	
Tornillo # 6*1 " cabeza de trompeta con estrías, punta fina rosca tipo H-L	
Tornillo # 8*1 1/4" cabeza de trompeta con estrías, punta fina rosca tipo H-L	
Tornillo # 8* 1/4" cabeza de trompeta con estrías, punta fina rosca tipo S12	
Tornillo #10*1 1/2" cabeza de trompeta con estrías, punta fina rosca tipo S12	
Tornillo # 12* 1/2" de 3/4" de longitud, cabeza hexagonal, rosca S4 Tornillo # 12* 1/2" de 1 1/2" de longitud, cabeza hexagonal, rosca S4	

- Tornillos de acero galvanizado # 8x1/2" ó 3/4", cabeza extraplana antideslizante, punta fina autoperforante. Usados para ensamblar estructuras de acero galvanizado de hasta 0.8 mm. de espesor.

- Tornillos de acero galvanizado # 8x1/2" ó 3/4" cabeza extraplana antideslizante, rosca tipo "S", punta broca autoperforante. Usados para ensamblar estructuras de acero galvanizado de espesor comprendido entre 0.8 mm. y 1.4 mm.
- Tornillos de acero galvanizado # 6x1" cabeza de trompeta con estrías autoavellanantes, rosca H-L, con punta fina autoperforante. Usados para fijaciones de láminas de fibrocemento o un material similar de hasta 8 mm., a estructuras de madera ó galvanizada de espesor inferior.
- Tornillos de acero galvanizado # 8x1-1/4", cabeza de trompeta con estrías autoavellanantes, rosca H-L, con punta fina autoperforante. Para fijación de láminas de fibrocemento o un material similar de hasta 11 mm., a estructura de madera ó estructura galvanizada de espesor inferior a 0.8 mm.
- Tornillos de acero galvanizado # 8x1-1/4", cabeza de trompeta con estrías autoavellanantes, rosca S12, con punta broca autoperforante y aletas para perforaciones dilatadas. Usados para fijación de láminas de fibrocemento de hasta 11 mm. y 14 mm. a estructuras de acero galvanizado de espesor comprendido entre 0.8 mm. y 2 mm.
- Tornillos de acero galvanizado # 10 x 1-1/2" y # 10 1 3/4" cabeza de trompeta con estrías autoavellanantes, rosca S12, punta broca autoperforante, aletas para perforaciones dilatadas. Usados en fijación de láminas de fibrocemento de 20, 22 y 30 mm. a estructuras de acero galvanizado de espesor comprendido entre 0.8 mm y 2 mm.
- Tornillos de acero galvanizado # 12 x 1/2", 3/4" y 1 1/2" de longitud, cabeza hexagonal, rosca S4, punta broca autoperforante.

Usados para ensamble de vigas, cerchas y otros elementos estructurales de acero galvanizado de hasta 2 mm. de espesor.

3.6.4. Juntas

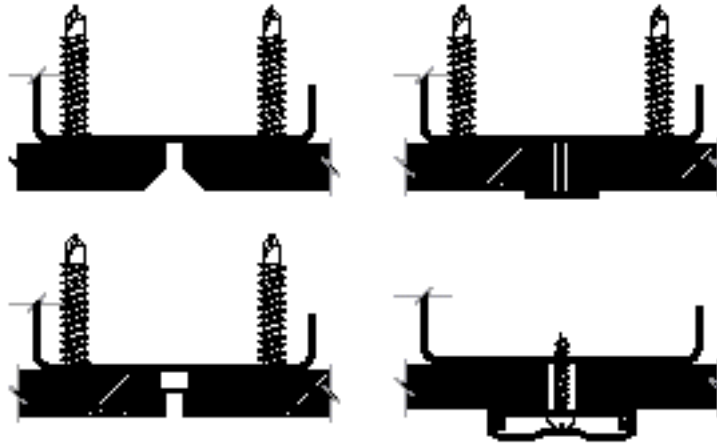
En el sitio donde se encuentren dos láminas debe existir obligatoriamente un apoyo, del ancho suficiente para que las láminas se instalen en forma confiable y puedan colocarse los tornillos de fijación en forma apropiada.

Adicionalmente, por ningún motivo, la junta entre láminas debe hacerse al tope; debe existir siempre una separación entre ellas, prevista según el tipo de junta que se haya elegido: Junta decorativa, Junta de control, Junta de expansión o Junta invisible. En paredes interiores el ancho mínimo del apoyo en el sitio donde se encuentran dos láminas debe ser de 50 mm.

En paredes exteriores donde las láminas constituyan el recubrimiento único de la pared, el ancho del apoyo debe ser de 100 mm.; si existe un recubrimiento impermeable que aisle totalmente la lámina, tipo EIFS (Sistema de aislación exterior y acabado final) o DAFS (Sistema de aplicación directa de acabado final), son suficientes 50 mm.

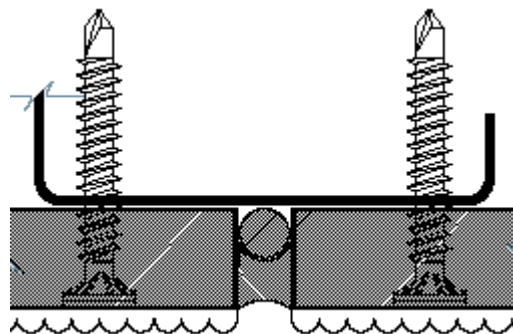
La junta decorativa es un elemento decorativo que se incorpora mediante una separación forzada, según sea de uso interior o exterior se requieren medidas complementarias para garantizar su impermeabilidad, su ancho es totalmente a discreción pero no debe ser inferior a lo indicado. (figura 24).

Figura 24. Juntas decorativas



La junta de control es abierta creada para absorber las dilataciones y contracciones propias de las láminas y evitar la presencia de fisuras. Los movimientos originados por la contracción y dilatación de los componentes, vibraciones y asentamientos estructurales suelen manifestarse como una fisura sobre las juntas entre láminas. (figura 25)

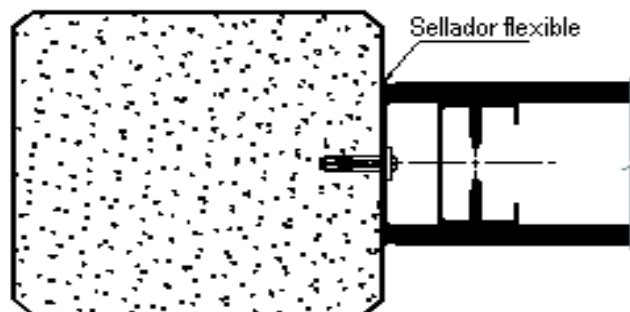
Figura 25. Junta de control



Por ello se recomienda incorporar juntas de control distanciadas cada 6 metros como máximo: son aplicables diferentes tratamientos funcionales o decorativos sobre la junta. Cuando opte por utilizar relleno elástico, el tamaño de la junta debe diseñarse considerando una proporción de 1:1 a 1:2 (ancho profundidad), el ancho mínimo debe ser de 6 mm.; la construcción de las juntas de control debe efectuarse siguiendo las recomendaciones dadas por el fabricante. No se recomienda aplicar ningún recubrimiento o pintura sobre las juntas de control.

Toda unión entre materiales de diferente naturaleza exige el diseño de una junta que permita el libre movimiento de los materiales. Esta es la junta de construcción que por su naturaleza debe ser visible y elaborada de acuerdo con las técnicas constructivas dictadas al respecto, su ancho mínimo debe ser de 10 mm. (figura 26)

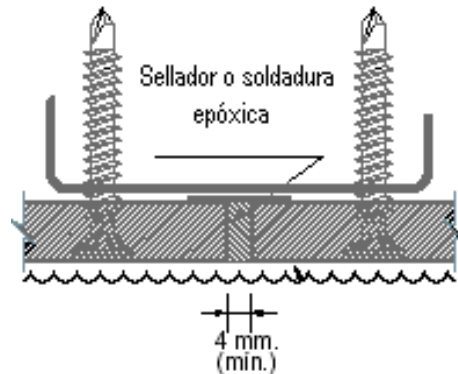
Figura 26. Junta de construcción



Además de la junta visible también se encuentra la junta invisible como su nombre lo indica es aquella que queda imperceptible a la vista. Se logra mediante la aplicación de la soldadura o sellador epóxico recomendado por el fabricante o su equivalente. Su ancho mínimo debe ser de 4 mm.

Recomendada solamente en usos interiores, nunca debe efectuarse sobre paredes exteriores. (figura 27)

Figura 27. Junta rígida invisible



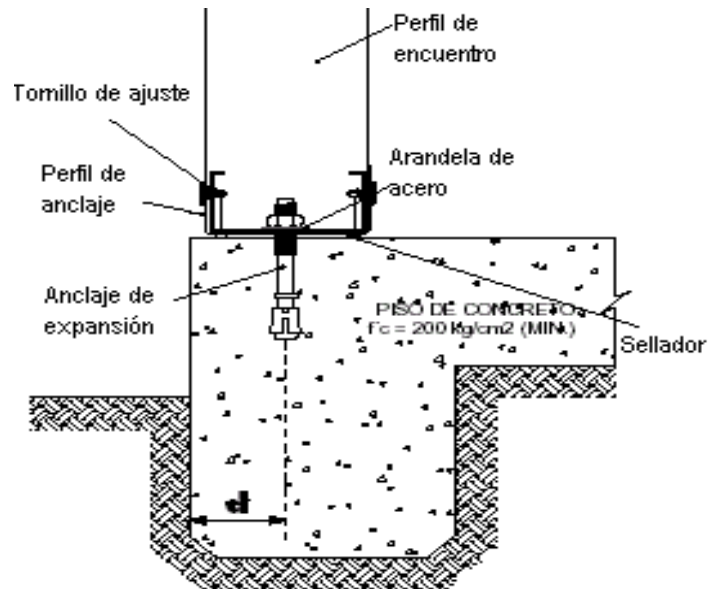
Debido a que el tratamiento de juntas para todos los materiales de construcción con las características del fibrocemento estas se trabajan de la misma manera el procedimiento se explicará en el capítulo IV.

3.6.5. Cimiento

Generalmente en este tipo de sistemas se usa una losa flotante como cimentación con un $f'c$ mínimo de 200 Kg/cm^2 la cual debe ser reforzada, este refuerzo consiste en una malla electrosoldada que puede ser una malla de 15×15 . Se hace este tipo de cimentación debido a la forma en que trabaja ya que puede ser utilizada en cualquier en la mayoría de suelos cuyo valor soporte sea muy bajo a diferencia de las zapatas o cimiento corrido.

Antes de la colocación del concreto deben colocarse los anclajes estos se colocarán aproximadamente a cada 60cm en todo el perímetro de la vivienda, el cual nos ayudará a fijar más tarde la perfilería a la losa. (figura 28).

Figura 28. Corte de cimentación y anclaje



3.6.6. Levantado de paredes

Tanto para la colocación de paredes exteriores como para las interiores es necesario contar con componentes, uno de los cuales es la estructura de soporte, que es la que conforma el esqueleto de la pared y debe ser ensamblada de acuerdo a recomendaciones, especificaciones hechas por el fabricante y normas o códigos de construcción de cada país.

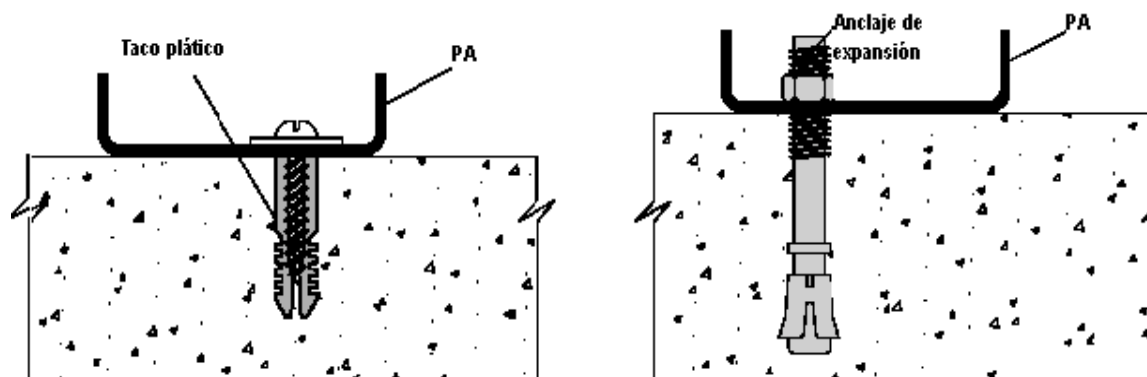
Esta estructura puede ser de acero galvanizado, el cual es el más utilizado actualmente, esta estructura está conformada de perfiles de acero laminado, galvanizado y conformados en frío. Los tipos de perfiles y las secciones se determinan en función de los requerimientos de cada proyecto. Las geometrías usadas para esta aplicación es de uso genérico, los perfiles más utilizados son:

- **Perfil de encuentro (PE) ***: son perfiles tipo “C” usados en el punto de encuentro entre dos láminas. Para evitar la presencia de fisuras en los puntos de fijación se debe cumplir con los requerimientos de ancho y distancias de fijación para este perfil.
- **Perfil intermedio (PI)***: este perfil es similar al perfil de encuentro, su diferencia radica en el ancho de la sección en contacto con la lámina, por lo que se utiliza como elemento de soporte intermedio entre perfiles de encuentro.
- **Perfil de anclaje (PA)***: son perfiles tipo “U”, los cuales son utilizados como solera de amarre inferior y superior de los perfiles verticales.

Para el levantado de paredes primero se deben colocar los perfiles tanto horizontales como verticales, la distancia entre los perfiles verticales variará dependiendo si es una pared interior la separación máxima será de 610mm y de las paredes exteriores será de 405mm, y se colocarán de la siguiente manera:

- **Perfiles horizontales inferiores**: estos son los PA, los cuales deben fijarse a la cimentación colocando los puntos de anclaje en forma de a lo largo de todo el perfil. (figura 29)

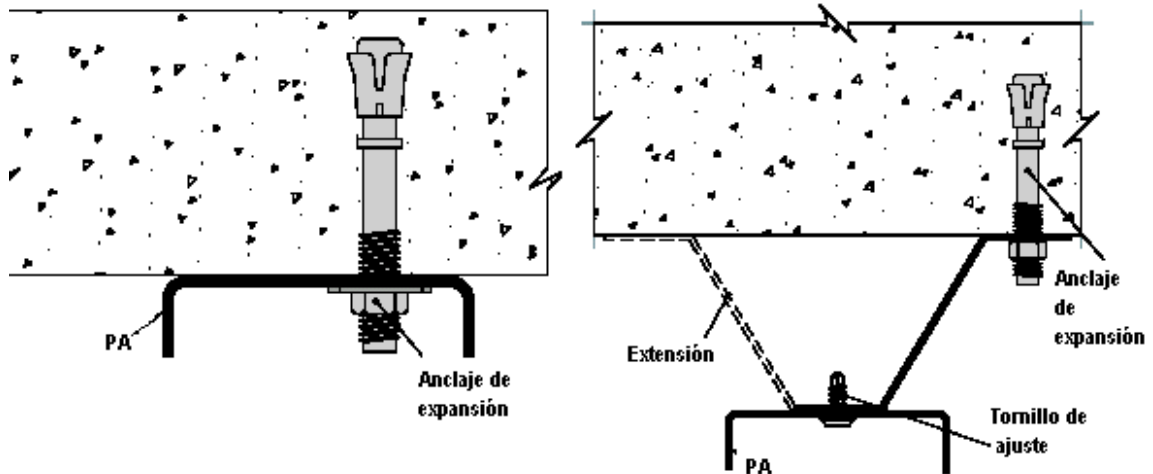
Figura 29. Anclajes inferiores a concreto



* Ver detalles capítulo 4

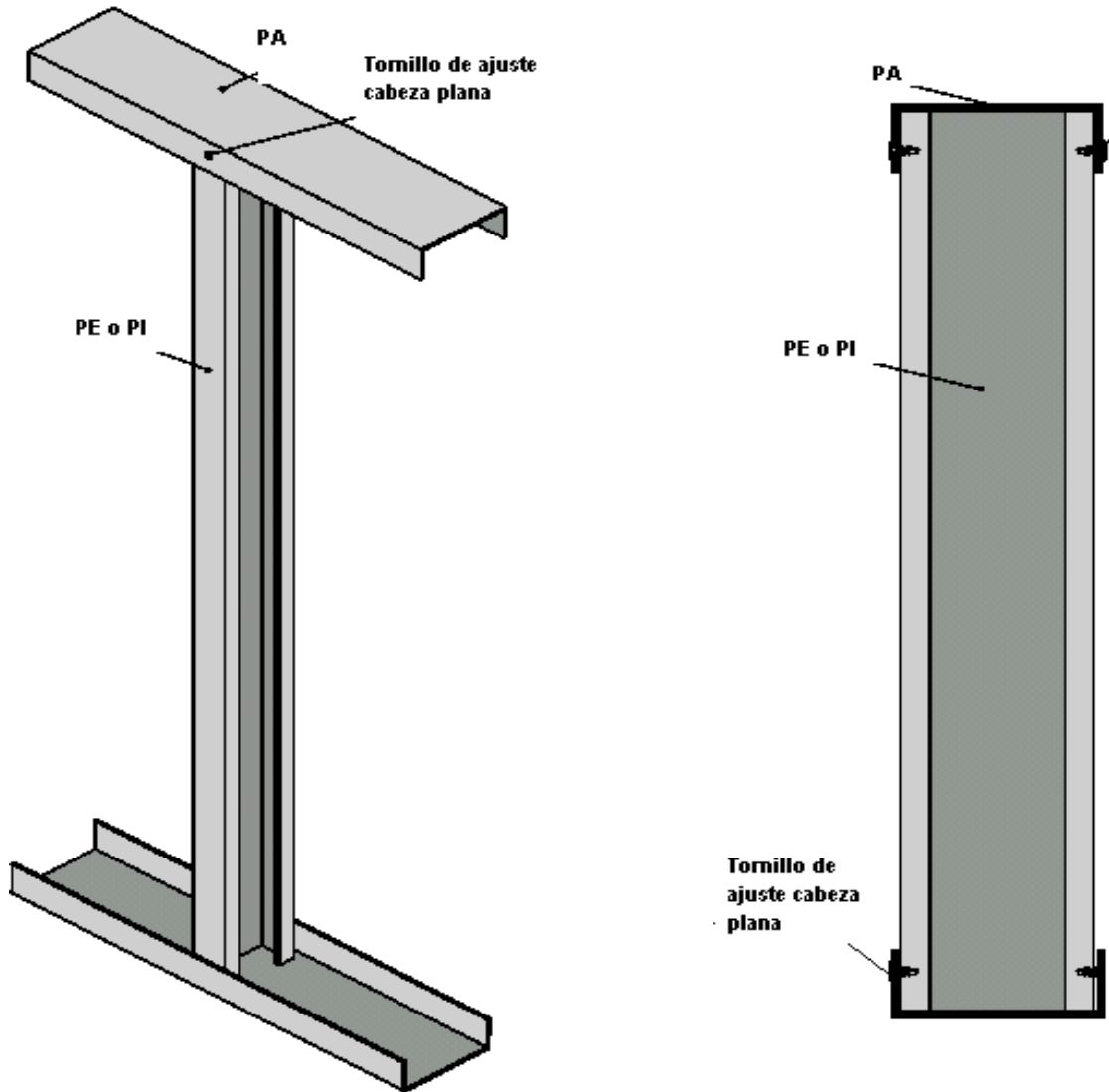
- **Perfiles horizontales superiores:** al igual que los inferiores estos son los PA, los cuales si se van a fijar a una losa de concreto se pueden colocar de la misma manera que los inferiores o bien con extensiones de acero galvanizado. (figura 30)

Figura 30. Anclajes superiores a concreto



- **Perfiles verticales:** estos pueden ser los PI o PE dependiendo el lugar en que se encuentren, los cuales se deben colocar a la distancia requerida según el tipo de pared. (figura 31).
- **Ensamble en esquinas:** en estos se utilizan tanto los PA como los PE, además los tornillos de ajuste de cabeza plana o bien los de cabeza hexagonal según sea el caso, y los tornillos cabeza de trompeta y rosca S12. (figura 32).
- **Ensamble en estructuras de soporte para vanos de puertas y ventanas:** aquí se utilizan los PI, PE y PA, además se utilizan los tornillos de ajuste cabeza plana y los de cabeza hexagonal. (figura 33). Antes de colocar las puertas y ventanas se coloca un refuerzo de madera en los perfiles para dar mayor rigidez.

Figura 31. Amarre de perfiles verticales



Para paredes de más de 2.44 metros de altura o paredes muy largas se deben usar rigidizadores horizontales, los cuales se colocan entre los postes de la estructura.

Figura 32. Detalles de ensamble en esquinas

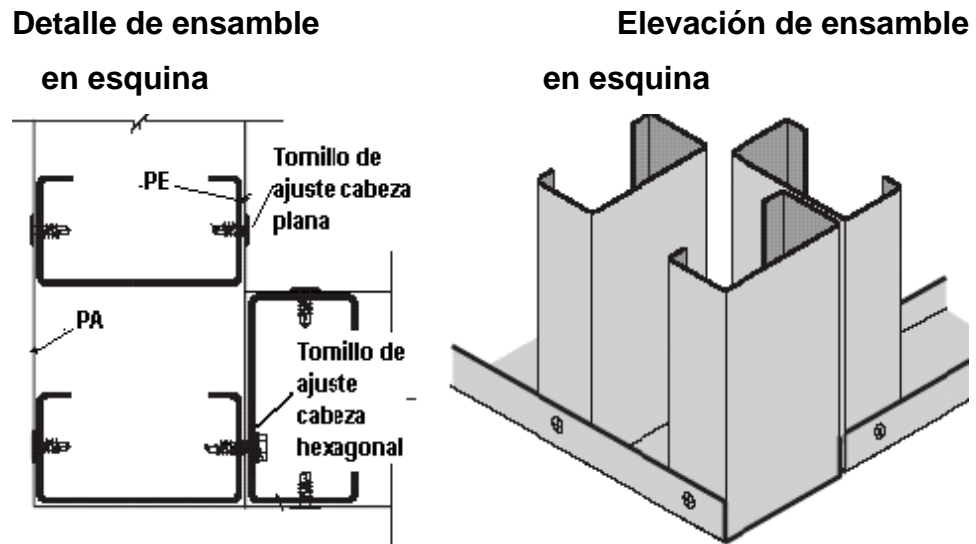
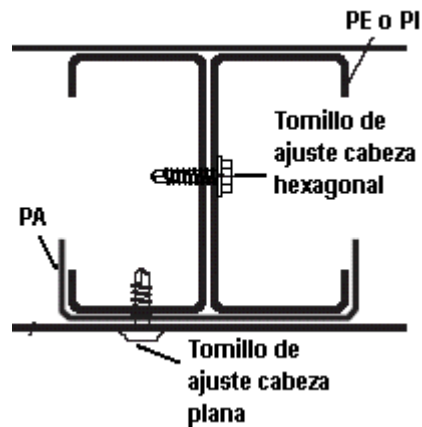


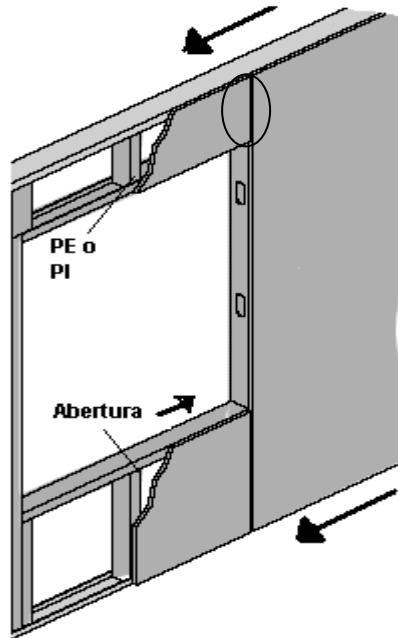
Figura 33. Detalle de ensamble en estructuras de soporte para vanos de puertas y ventanas



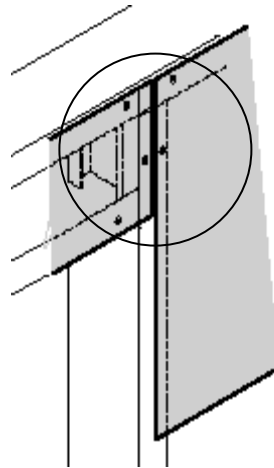
Después de colocado toda la perfilería procedemos a colocar las planchas exteriores y algunas interiores, estas planchas deben ser colocadas en dirección contraria a la abertura de la C de los postes. (figura 34).

Figura 34. Colocación y fijación de las planchas de fibrocemento

Colocación de planchas



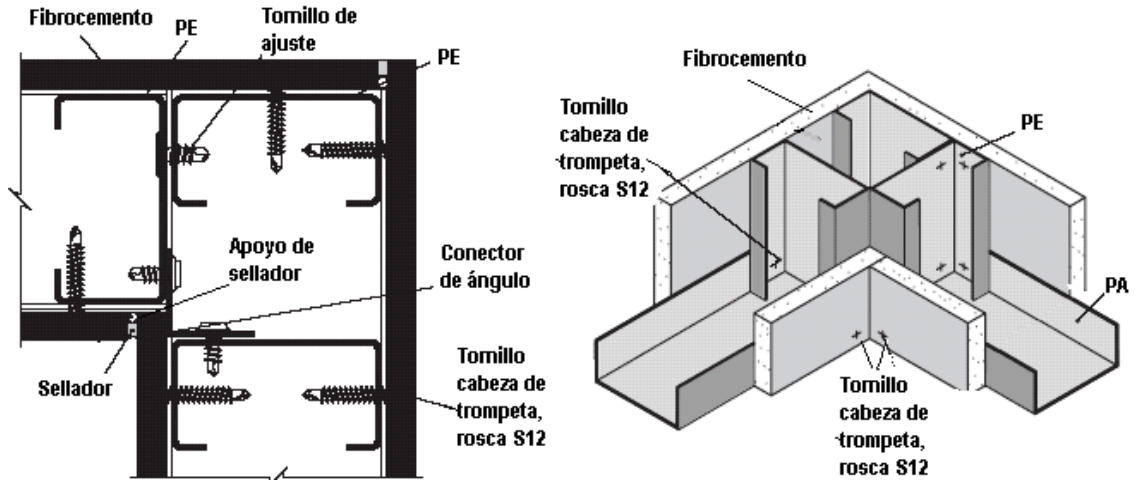
Fijación de las láminas



Debemos recordar que para las paredes interiores existen las láminas de 8mm para paredes secas, las de 11mm en adelante para paredes húmedas y de alto tráfico. El tipo de láminas utilizada para paredes exteriores debe ser considerado según el sistema de recubrimiento a usar, si este es un recubrimiento tipo EIFS o DAFS, se colocarán láminas sustrato exclusivamente. Cuando la lámina exterior es usada como superficie final, expuesta al intemperismo directo el espesor será de 14mm en adelante.

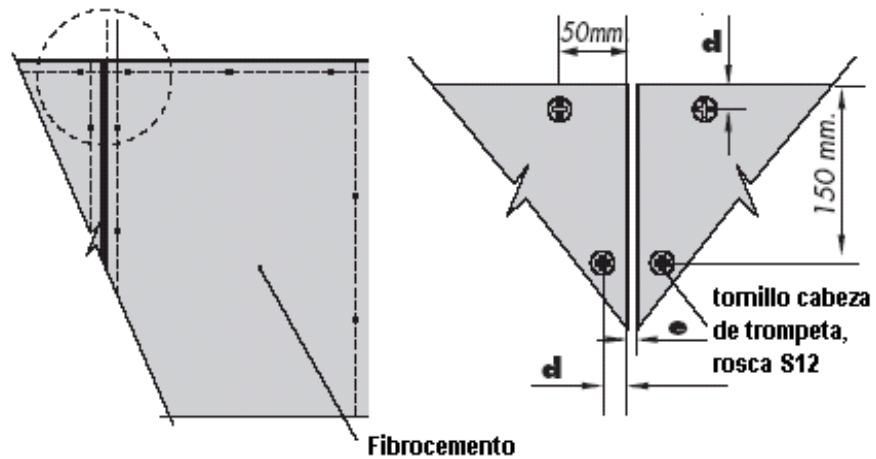
Es importante conocer a detalle la forma correcta de fijar las planchas en las esquinas de pared ya que este es un punto crítico en la estructura. (figura 35)

Figura 35. Detalle de colocación de láminas en paredes de esquina



Además se tiene que tomar en cuenta que la colocación de tornillos en cada esquina de las láminas no debe quedar alineada ni en ángulos de 45°. (figura 36)

Figura 36. Colocación correcta de tornillos para la fijación de las láminas



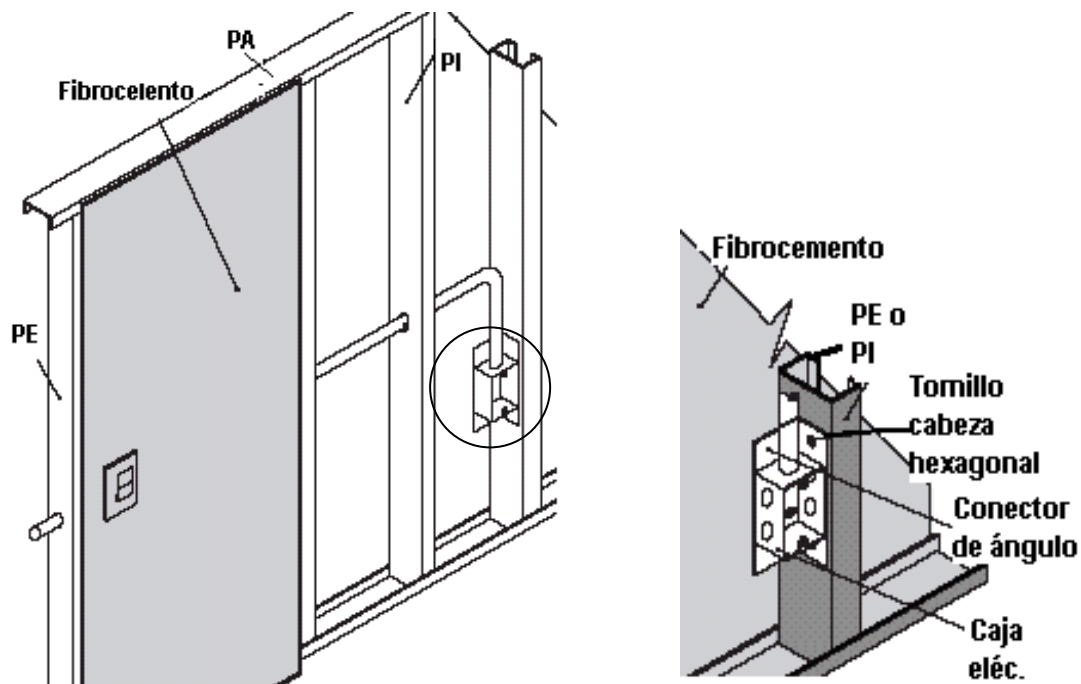
La distancia requerida (d) del tope de la lámina hacia dentro para la colocación de los tornillos depende de si la lámina está expuesta o es de sustrato, siendo de 15mm para lámina sustrato y 40mm en láminas expuesta.

3.6.7. Instalaciones

Las instalaciones se deben hacer antes de la colocación de las planchas interiores que cubrirán toda la perfilería, estas instalaciones consisten en:

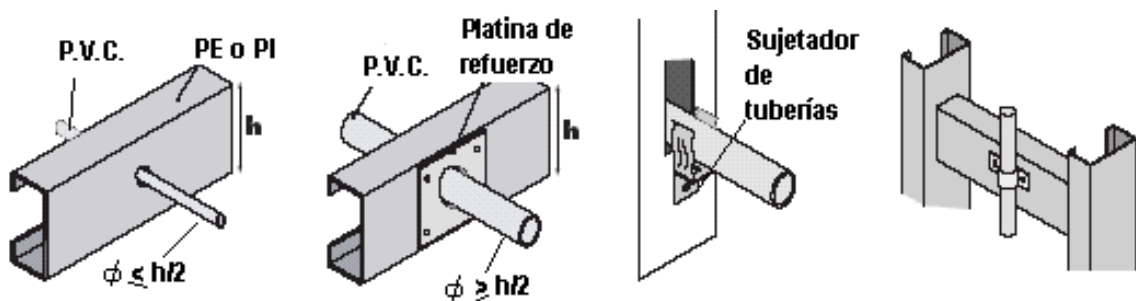
- **Instalaciones eléctricas:** este tipo de instalaciones se realizan con tubería P.V.C. o conduit ligero. Para fijar las cajas eléctricas con los perfiles se utiliza un conductor de ángulo, y para poder colocar la tubería dentro de los perfiles estos pueden ser perforados. (figura 37).

Figura 37. Detalle de instalación eléctrica



- **Instalaciones sanitarias y pluviales:** al igual que las instalaciones eléctricas estas deben hacerse antes de colocar las paredes interiores que cubrirán toda la perfilería con el fin de no romper las planchas, lo que pasaría si estas se colocaran antes de la instalación. Debido a la presión que pasa por las tuberías de P.V.C. estas deben estar sujetadas y reforzadas. (figura 38)

Figura 38. Fijación de tuberías sanitarias y pluviales



Techos

Las planchas de fibrocemento se pueden utilizar en techos como base para tejas ya sean asfálticas o bien tejas de barro o cemento. Antes de la colocación de las tejas es necesario colocar un manto o filtro asfáltico sobre la lámina de fibrocemento, la cual sirve de base impermeable y de barrera de vapor a las tejas.

En el caso que las tejas a utilizar sean de barro o cemento y estas se apoyan directamente sobre las láminas de fibrocemento se debe verificar que las cargas de trabajo no excedan la capacidad admisible de soporte de estas.

Es necesario efectuar una evaluación estructural que determine si es necesario o no colocar una subestructura adicional que transmita las cargas a la estructura principal, para evitar las deformaciones que puedan presentar las planchas de fibrocemento.

Para la colocación de las planchas de fibrocemento es necesario colocar primero una estructura de soporte modulada a una distancia de máximo 0.61m entre ejes. Según el sistema de fijación elegido, el ancho mínimo del apoyo en el sitio de encuentro de dos láminas puede variar entre 44 mm y 50 mm.

Las estructuras de soporte pueden ser de acero galvanizado, de acero negro o bien de madera. El sistema de soporte más utilizado es el de acero galvanizado por lo cual es sobre el que trataremos en este punto.

Para poder utilizar una estructura de acero galvanizado como soporte para techo este debe cumplir con algunas especificaciones mínimas, una de las cuales es que el límite de fluencia de este material sea de 2400Kg/cm^2 y un espesor mínimo de 09mm (calibre 20) y su grado de galvanización corresponda a 180gr/m^2 . El tipo de perfilería para techos es similar al utilizado en el levantado de paredes, se utilizan tanto los PE, PA y PI.

La distribución de la estructura de soporte puede hacerse en un sentido o en dos sentidos, siendo la última la más utilizada para mayor seguridad, colocando los PE o PI a una separación máxima de 0.61m y los PA o PE a cada 1.22 m. (figura 39).

Cuando las estructuras se colocan en dos sentidos es importante conocer los componentes tanto de fijación como de anclaje y la forma en la que se pueden fijar los perfiles correctamente. (figura 40).

Figura 39. Distribución de la estructura de soporte

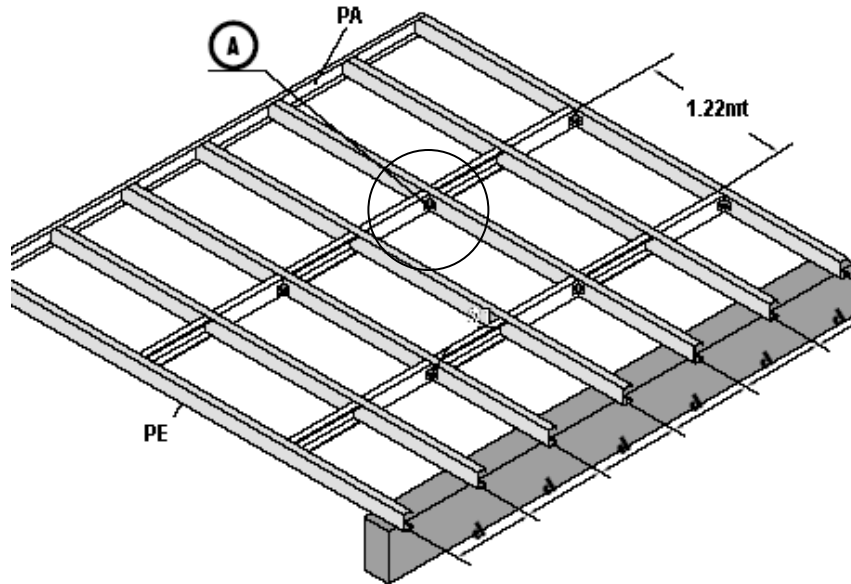
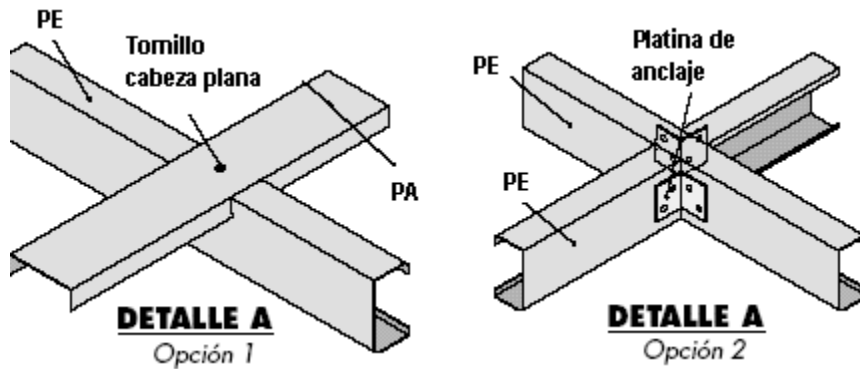
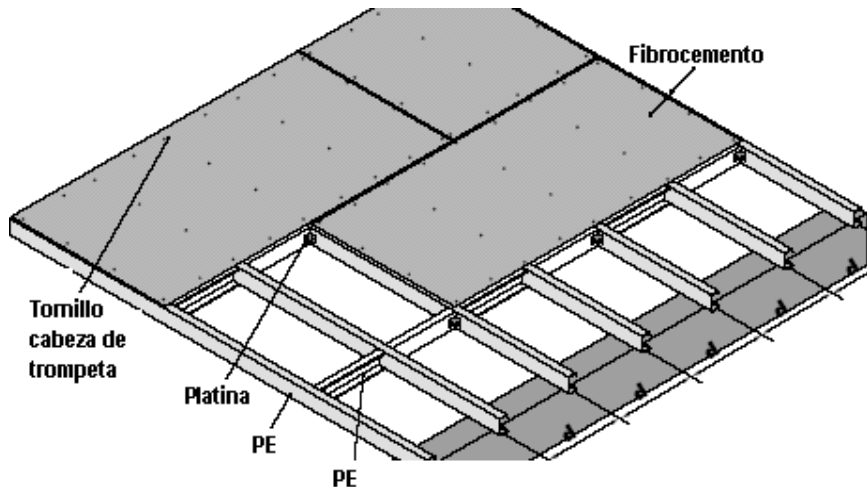


Figura 40. Detalle de fijación de apoyo



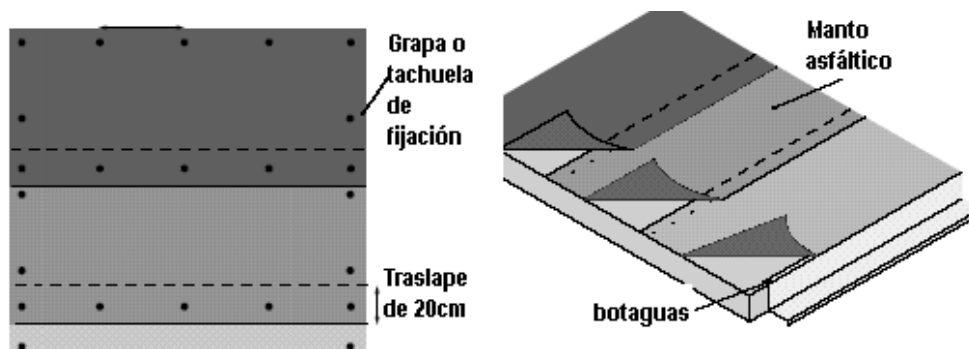
Después de fijada la estructura de soporte se procede a la colocación de las planchas de fibrocemento, las cuales se deberán colocar en forma escalonada evitando así que los empalmes coincidan. (figura 41).

Figura 41. Colocación de las planchas de fibrocemento en techos



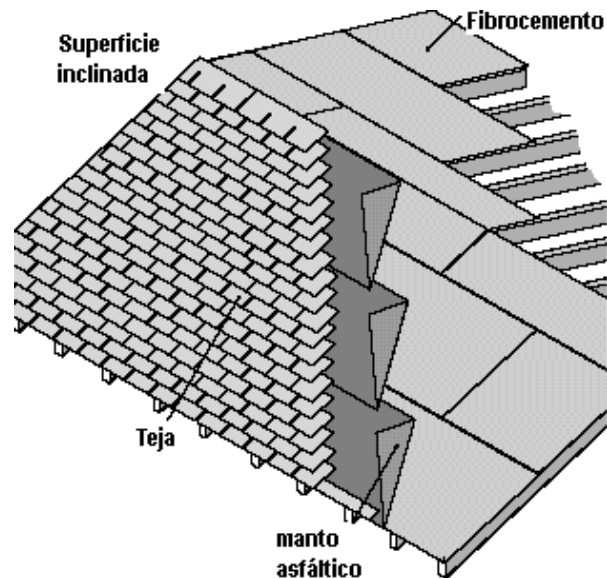
Ya fijadas las láminas de fibrocemento se debe colocar las botaguas y el manto o filtro asfáltico el cual se fija por medio de grapas o tachuelas a una distancia recomendada y especificada por el fabricante. (figura 42).

Figura 42. Colocación del manto o filtro asfáltico



Cuando ya se han colocado los botaguas y el manto asfáltico se procede a la colocación de las tejas asfálticas, estas tejas son planas y lisas, las cuales se pueden colocar en una superficie horizontal recta o en una superficie con inclinación. (figura 43).

Figura 43. Colocación de teja asfáltica



3.6.9. Acabados

Con las planchas de fibrocemento se puede utilizar cualquier tipo de acabado, con algunas restricciones, la pintura acrílica o vinílica puede usarse en planchas de espesor de 14mm en adelante.

Es recomendable que este tipo de pintura se aplique de dos a tres manos. En planchas de 8mm para paredes exteriores se recomienda un revestimiento de mortero, este proceso se explicara en el capítulo 4.

Además de la pintura y el revestimiento también se pueden colocar sobre las planchas de fibrocemento azulejos o cerámica, pero se debe tener en cuenta que esto debe hacerse únicamente en tableros de 11mm de espesor en adelante.

4. FIBROYESO

4.1. Generalidades

El fibroyeso es un material que permite gran versatilidad para múltiples aplicaciones en la construcción y remodelación de residencias, edificios, locales comerciales, bodegas y todo tipo de edificaciones.

Las láminas de fibroyeso son un producto relativamente nuevo en el país, sin embargo, posee gran aceptación debido a la facilidad de aplicación y sus múltiples características que lo hacen aptas para utilizarse en interiores como exteriores siguiendo las recomendaciones del fabricante.

El fibroyeso es un material resistente al agua, al fuego y al impacto, con gran capacidad de soporte de cargas, siendo al mismo tiempo muy fácil de trabajar y permite aplicarle una amplia variedad de acabados.

Es importante mencionar que las juntas en este material pueden resanarse logrando que se vea como una sola plancha con todas las ventajas que se necesitan en una obra sin necesidad de combinar las planchas de tabla yeso con las de fibrocemento para lograr las mismas características.

Debido a que cuenta con un tratamiento de resinas estas láminas son resistentes a la humedad por lo que pueden utilizarse en lugares húmedos y en exteriores, sin embargo es necesario en algunas ocasiones recubrirlas con otros materiales dependiendo del uso que se les de.

Este material posee ventajas y desventajas las que deben tomarse en consideración a la hora de utilizarlo en la construcción. Algunas de las ventajas que poseen las láminas de fibroyeso que se pueden mencionar son:

- Resistentes a los impactos.
- Resistentes al fuego
- Resistentes al agua
- Eficaz atenuador de ruido
- Soportan altas cargas
- Inmune a roedores, plagas e insectos.
- Bajo peso
- Rápido acabado
- Fácil de trabajar
- Uso en interiores y exteriores
- No es tóxico
- No contiene asbesto

4.2. Usos

Las láminas de fibroyeso poseen características y propiedades similares a las del fibrocemento, lo que hace de este material un elemento constructivo de fácil manipuleo y con diversidad de usos.

Estas planchas pueden utilizarse en paredes exteriores e interiores, cielos rasos, aleros, fachadas, etc. Además con el sistema constructivo se pueden elaborar proyectos completos de construcción tales como casas, bodegas, oficinas, remodelaciones, segundas plantas y otros.

La aplicación de las planchas de fibroyeso depende del espesor de estas, ya que no es aconsejable utilizar un espesor diferente al que recomienda el fabricante. (tabla XXIII)

Tabla XXIII. Aplicaciones de las planchas de fibroyeso

Aplicación	Espesor (mm)	Dimensión (m.)
Cielos suspendidos	6	0.61*1.22
Cielos clavados	6	0.61*1.22
Paredes internas	9.5	1.22*2.44
Cielos internos	9.5	1.22*2.44
Paredes externas	11	1.22*2.44
Paredes enchapadas	11	1.22*2.44
Precintas	11	1.22*2.44

4.3. Materiales que lo constituyen

4.3.1. Yeso

El yeso como hemos mencionado anteriormente tiene gran aplicación en las partes de la construcción preservadas de humedad. El yeso está definido por determinadas propiedades físicas y químicas, interrelacionadas entre sí directa o indirectamente. En función de estas propiedades, intrínsecas o bien derivadas del proceso de fabricación se le dará uso en construcción. A su vez, el modo de hidratarlo también determinará el resultado final (temperatura del agua, proporción de ésta con el yeso, etc.). Las propiedades que marcan el carácter del yeso son principalmente:

- **Solubilidad:** el yeso es poco soluble en agua dulce (10 gramos por litro a temperatura ambiente). Sin embargo, en presencia de sales su grado de solubilidad se incrementa notablemente. Esto es una desventaja pues la salinidad siempre aparece al contacto con el exterior. Por eso es recomendable el uso del yeso preferiblemente al interior, a menos que se pueda impermeabilizar mediante algún procedimiento. La solubilidad aumentará también por factores como la finura.

- **Resistencia mecánica:** un yeso de alto grado en finura, velocidad de fraguado será también de alta resistencia mecánica.
- **Permeabilidad:** quizá el problema más difícil de resolver, sobretodo para su uso al exterior, es el de su impermeabilización. La solubilidad se ve acentuada por el grado de porosidad, y el yeso posee un grado alto. Por esto, el agua puede penetrar cómodamente a través de la red capilar, acelerando la disolución, y consecuentemente la pérdida del material. Actualmente no se ha encontrado un medio de impermeabilización de yeso del todo efectivo, por ello su ubicación debe ser preferentemente interior. Para fabricar las láminas de fibroyeso se utilizan resinas las que le proporcionan al yeso la impermeabilidad necesaria.
- **Resistencia al fuego:** es de destacar su buena resistencia al fuego, considerándose buen aislante.

4.3.2. Fibras

Al igual que el fibrocemento el fibroyeso esta compuesto por fibras de celulosa. Estas fibras son obtenidas mediante un proceso de reciclado de papel, cuyas características son las mismas que se mencionaron en el tema del fibrocemento sobre fibras de celulosa.

4.3.3. Resinas

La mezcla de yeso y fibras de celulosa es tratada con resinas, este tratamiento hace a las láminas de fibroyeso resistentes a la humedad.

Las resinas son toda clase de productos orgánicos sólidos o semi-sólidos de origen natural o sintético, de alto peso molecular generalmente, con un punto de fusión no definido, en su mayoría son polímeros. Cuando son incluidas a una mezcla le proporcionan a estas características que mejoran sus propiedades según el tipo de resina aplicada.

El tipo de resina con que se trata la mezcla de fibroyeso son en su mayoría los polímeros vinílicos los cuales son un producto sintetizado. Este tipo de resina hace que las planchas de fibroyeso además de ser resistentes a la humedad también sean resistentes a soluciones químicas, sin disminuir las propiedades mecánicas de la mezcla.

4.4. Propiedades *

El conocimiento de las propiedades que posee un material de construcción a la hora de utilizarlo es importante, ya que nos proporciona la información necesaria para decidir si es conveniente su uso y saber si cubrirá las necesidades que deseamos cubrir, así como si su funcionamiento será el más apropiado.

4.4.1. Propiedades físicas y mecánicas

Es importante recordar que estas propiedades variarán de acuerdo a las características tanto del yeso que se utiliza en la mezcla como la resina utilizada. Las propiedades físicas y mecánicas de las planchas de fibroyeso que generalmente encontraremos en el mercado podemos observarlas en la tabla XXIV.

* Toda la información acerca de las propiedades fue otorgada por JPM

Tabla XXIV. Propiedades físicas y mecánicas del fibroyeso

Propiedades	Unidad	Valor
Densidad	Kg/m ³	1180±50
Módulo de ruptura	Mpa	
paralela	Mpa	6.93
perpendicular	Mpa	6.81
Módulo de elasticidad	Mpa	
paralela	Mpa	3470.00
perpendicular	Mpa	3523.00
Resistencia a la compresión	Mpa	20.80
Incombustibilidad		
Contribución al fuego		0.00
Índice de expansión de llama		0
Producción de humo		0
Resistencia extracción de clavo	Kg	115.00
Resistencia extracción de clavo lateral	kg/cm ²	7.03
Variación de espesor	mm	< 0.75

4.4.2. Propiedades acústicas y térmicas

Una de las grandes ventajas y característica fundamental del fibroyeso es que el yeso tiene una gran capacidad de aislamiento térmico. Su coeficiente de penetración térmica (que está en función del coeficiente de conductividad térmica, del calor específico y de la densidad) es muy bajo, similar al de los materiales considerados tradicionalmente como cálidos (madera, corcho, etc.)

Además de llegar a ser un buen material para el aislamiento térmico el fibroyeso puede ser generalmente un buen aislante acústico ya que presenta características similares a las planchas de fibrocemento, aunque su capacidad de aislamiento depende en gran parte del sistema de colocación que se utilizará en la vivienda tanto de las planchas como de las ventanas y puertas.

4.4.3. Otras propiedades

Además de las propiedades ya mencionadas las planchas de fibroyeso poseen otras características importantes las que son necesarias conocer.

- **Resistencia al agua**

Tiempo: 24 horas

Resultado: No hay transmisión de agua a través de las láminas.

- **Absorción de agua**

A pesar de que esta compuesta por un material poroso, las resinas con que es tratado el fibroyeso disminuye su permeabilidad a un porcentaje de absorción de agua de 22.30%.

- **Peso**

Debido a la densidad que este material posee las láminas de fibroyeso son livianas ya que pesan entre 1.10 y 1.18 Kg por cada metro cuadrado de superficie y cada milímetro de espesor, este peso puede variar en función de la humedad.

- **Tolerancia**

Como todo material de construcción las planchas de fibroyeso se fabrican con un margen de tolerancia tanto a lo largo como a lo ancho, esta tolerancia es en ambos casos menor a los 2 mm.

4.5. Normas con las que cumple el fibroyeso

Las planchas de fibroyeso deben estar avaladas como cualquier material de construcción por las normas y especificaciones que indican los ensayos adecuados que deben hacerse a estos materiales para conocer sus propiedades, las láminas de fibroyeso que encontramos actualmente en el mercado están avaladas por las normas ASTM y las ANSI. (tabla XXV)

Tabla XXV. Normas que cumple el fibroyeso

Propiedades	Norma
Densidad	ASTM D-1037
Módulo de ruptura	ASTM C-473
Módulo de elasticidad	ASTM C-473
Resistencia a la compresión	ASTM D-2394
Índice de expansión de llama	ASTM E-84
Producción de humo	ASTM E-84
Prueba de Impacto	ASTM D-1037 ANSI A-118.9
Resistencia extracción de clavo	ASTM C-473
Resistencia extracción de clavo	ASTM D-1037
Absorción de agua	ASTM C-473 D-1037
Deflexión por humedad	ASTM C-1278
Variación de espesor	ASTM C-473 ANSI A-118.9

4.6. Sistema constructivo utilizando fibroyeso

Al igual que el fibrocemento el sistema constructivo que se utiliza con el fibroyeso es el sistema de módulos abiertos, este método nos facilita la ampliación de un área determinada, sin afectar el resto de la construcción.

La expectativa de durabilidad de las láminas de fibroyeso utilizadas sin ningún recubrimiento excede los 20 años de duración cuando son expuestas a climas externos severos.

Debido al pequeño espesor que poseen las láminas de fibroyeso en el mercado, es necesario para paredes exteriores utilizar mortero como recubrimiento lo que hace a este sistema constructivo duradero.

Otra de las ventajas que posee el sistema constructivo con este material es la facilidad con que puede cambiarse una plancha de fibroyeso si esta ha sufrido algún daño, esto se realiza sin que se afecte a la estructura del sistema.

4.6.1. Herramientas y equipo complementarios

Para trabajar adecuadamente con las láminas de fibroyeso es necesario poseer equipo y herramientas adecuadas las cuales son:

- Cinta métrica
- Lápiz, o tiza
- Cuerda de nivel
- Regla metálica
- Escuadra metálica de 0.60 m.
- Nivel 122 cm.
- Martillo de uña
- SERRUCHO
- Taladro manual
- Destornillador plano
- Destornillador Phillips
- Tenazas
- Alicata
- Espátula
- Pistola de calafateo
- Llana lisa y dentada
- Tijera para lámina metálica
- Escofina o lima gruesa
- Overol amplio
- Casco
- Guantes
- Gafas de seguridad
- Cinturón de herramientas
- Cinturón de seguridad
- Escalera
- Cepillo de carpintero #5
- Taladro liviano 3/8"
- Sierra circular de bajas revoluciones
- Caladora pendular

- Lijadora
- Brocas para metal
- Extensión eléctrica

4.6.2. Consideraciones para almacenamiento y manejo del fibroyeso

El almacenamiento y manejo de las láminas de fibroyeso es muy importante para evitar fracturas en las planchas antes de la colocación de estas. Al igual que otros materiales similares al fibroyeso estas planchas deben transportarse sobre una plataforma plana firme y protegida de la humedad para evitar que se rompan.

Las planchas de fibroyeso deben ser almacenadas bajo techo sobre una superficie lisa y limpia, se deben proteger de la humedad directa. Para manipularlas, deben tomarse por los bordes más largos y transportarlas verticalmente, al desafilar las planchas en la obra, se deben colocar con la cara lisa hacia abajo.

Las láminas deben airearse en la obra por un período de 24 a 48 horas antes de instalarlas, esto permitirá que las láminas equilibren su humedad respecto al medio ambiente, las láminas deben ser almacenadas horizontalmente, colocando separadores que permitan que las dos caras queden expuestas a la humedad ambiental.





El corte de las planchas de fibroyeso se puede hacer marcando la plancha con una regla y un lápiz o con una cuerda con tiza, sobre la marca trazada se coloca un perfil o regla y con una cuchilla se rasga la plancha, colocándola sobre el borde la mesa de trabajo o sobre la pila de planchas.

Luego se corta la parte sobresaliente del borde, es necesario cepillar el lugar donde ha sido cortada para alisarlo sobre todo cuando vaya a formar parte de esquina o bordes vistos.

4.6.3. Fijaciones

El método de fijación del sistema constructivo de fibroyeso es similar al del fibrocemento, además los fijadores que se utilizan en este sistema son algunos de los que se emplean para el fibrocemento. (tabla XXVI)

Tabla XXVI. Elementos de fijación para el fibroyeso

Tornillo	Figura
Tornillo # 8*1/12" cabeza extraplana, punta de Broca rosca tipo S para ensamblar estructuras de acero galvanizado ente 0.8mm y 1.4 mm	
Tornillo # 8*1 1/4" cabeza de trompeta con estrías, punta fina rosca tipo H-L para fijación de fibroyeso a un material similar de 11mm de espesor	
Tornillo # 8* 1/4" cabeza de trompeta con estrías, punta fina rosca tipo S12 para fijación de fibroyeso de 11 mm en delante a estructuras de acero galvanizado de espesor entre 0.8 – 2 mm	
Tornillo # 12* 1/2" de 3/4" y tornillo # 12* 1/2" de 1 1/2" de longitud, cabeza hexagonal, rosca S4, para ensamble de vigas y otros elementos estructurales de acero galvanizado de hasta 2mm de espesor.	

4.6.4. Cimiento

El tipo de cimentación más utilizado en este sistema constructivo es igual al que se utiliza en el sistema constructivo del fibrocemento la cual como mencionamos es una losa flotante con una viga alrededor cuyo $f'c$ mínimo es de 200 kg/cm^2 . (figura 44)

Figura 44. Armado de la losa flotante de cimentación



El detalle del anclaje de la losa de cimentación se puede apreciar en la figura 28 del capítulo de fibrocemento.

4.6.5. Levantado de paredes

Para realizar el levantado de paredes es necesario contar primero con una estructura principal hecha de acero, la cual esta conformada por marcos, tijeras y costaneras.

Esta estructura debe ser diseñada para soportar sismos, carga de viento y los esfuerzos estructurales que sufre una construcción. Sus uniones son hechas por una soldadura especial que le otorga alta resistencia y un comportamiento flexible al momento de un sismo. La estructura en algunos casos puede ser de madera, en este trabajo solo consideraremos estructuras metálicas. (figura 45 y 46)

Figura 45. Estructura principal



Figura 46. Soldadura en las uniones de los elementos estructurales



Después de colocada la estructura principal se procede a colocar la perfilería la cual consiste en una serie de elementos de acero galvanizados.

Estos perfiles son como los perfiles de encuentro, perfiles intermedios, y perfiles de anclaje y que por sus propiedades le brindan un mejor comportamiento mecánico al sistema. Estos elementos poseen generalmente un módulo de elasticidad de $2.1 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2$ y un módulo de ruptura de 2800 kg/cm^2 .

Es necesario conocer las características y dimensiones geométricas de cada perfil para que se puedan utilizar de la forma correcta. El perfil de encuentro (PE) es un perfil tipo "C" utilizado en el punto de encuentro entre dos láminas. El perfil intermedio (PI) es similar al perfil de encuentro, su diferencia radica en el ancho de la sección en contacto con la lámina, por lo que se utiliza como elemento de soporte intermedio entre perfiles de encuentro.

El perfil de anclaje (PA) es un perfil tipo “U”, que es utilizado como solera de amarre inferior y superior de los perfiles verticales (figura 47 y tabla XXVII)

Figura 47. Detalle de perfiles de acero galvanizado

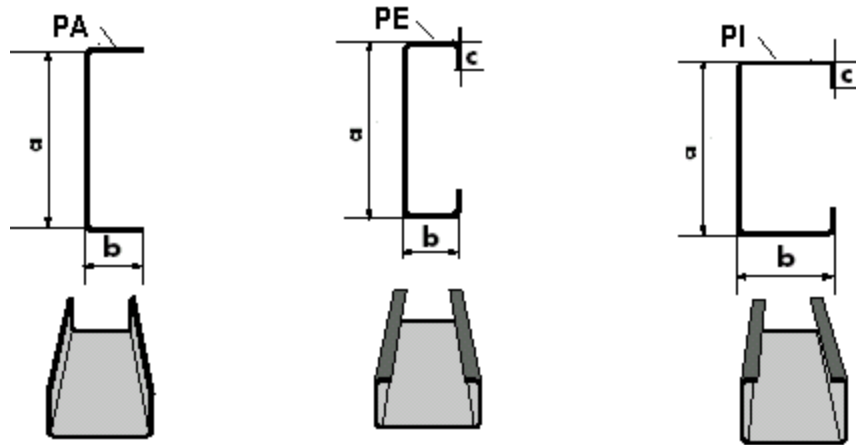
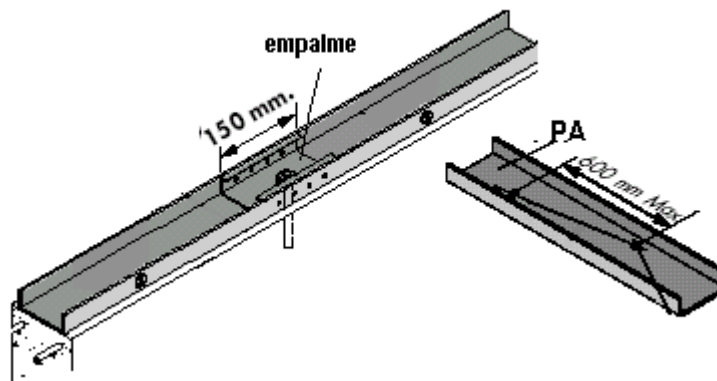


Tabla XXVII. Dimensiones de los perfiles de acero galvanizado

PAREDES EXTERIORES								
Perfil de anclaje			Perfil intermedio			Perfil de encuentro		
a (mm)			a (mm)			a (mm)		
92	100	150	92	100	150	92	100	150
b (mm)			b (mm)			b (mm)		
32	32	32	32	32	32	50-100	50-100	50-100
c (mm)			c (mm)			c (mm)		
0	0	0	12	12	12	12	12	12
PAREDES INTERIORES								
Perfil de anclaje			Perfil intermedio			Perfil de encuentro		
a (mm)			a (mm)			a (mm)		
63	89	100	63	89	100	63	89	100
b (mm)			b (mm)			b (mm)		
32	32	32	32	32	32	63	50	100
c (mm)			c (mm)			c (mm)		
0	0	0	12	12	12	12	12	12

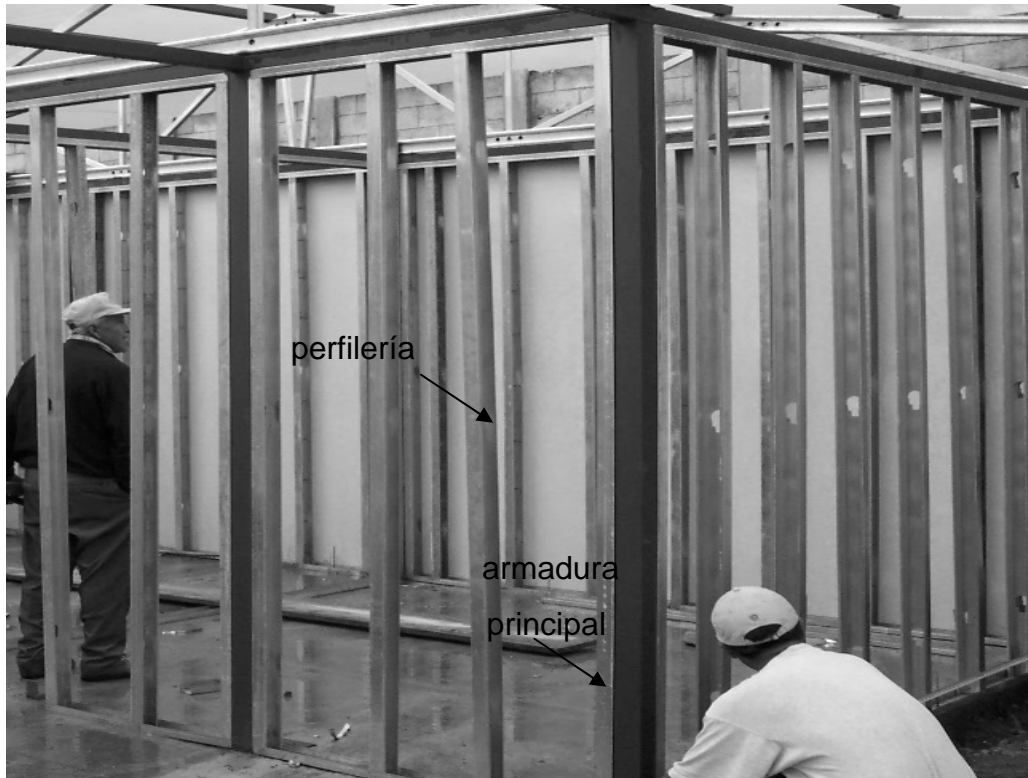
Para colocar la perfilería primero se debe fijar los PA en el lugar donde se colocarán las paredes estos se hará por medio de una pistola de impacto con clavos de acero o tornillos que se colocarán a cada 0.40 metros en forma de zigzag, en caso de que sea necesario un empalme entre los dos PA la longitud mínima de este empalme debe ser de 15 centímetros. (figura 48)

Figura 48. Fijación y empalme de los PA



Después de colocados los PA y fijados a la parte superior e inferior de donde irán las paredes se colocan los PE y PI. En paredes interiores estos postes se colocan en una sola dirección a cada 0.61 metros centro a centro. Para paredes exteriores estos postes se deben colocar a una distancia de 0.41 metros centro a centro. Los tornillos con que son fijados estos postes entre si deben ser colocados en el extremo del ala del poste para dar mayor rigidez, para paredes exteriores generalmente la estructura de perfiles debe ser fijada a la estructura primaria. (figura 49)

Figura 49. Colocación de la perfilería



Los detalles de los ensambles en esquinas y en vanos de puertas y ventanas pueden verse en el capítulo 3.

Una vez fijada la perfilería se colocan las láminas de fibroyeso exteriores y algunas interiores, sujetándolas con los tornillos avellanadores para láminas por medio de un taladro atornillador con tope, el que trabaja con la presión sobre el tornillo y regula su ubicación en el espesor de la lámina.

Estas láminas deberán ser colocadas en sentido contrario a la abertura de los postes, y se debe forrar inicialmente una sola cara de la pared, luego se realizan todos los trabajos eléctricos y mecánicos necesarios y por último se coloca la otra cara.

Para darle mayor rigidez al sistema el forro de cierre debe ser instalado en forma traslapada con respecto a la primera cara, de este modo las juntas de ambas caras no tendrán la misma ubicación y esto a su vez le dará un mejor funcionamiento al sistema. El detalle de la colocación correcta de las láminas se puede observar en el capítulo del fibrocemento en las páginas 87 y 88.

Si la pared tiene más de 2.44 metros de altura, se debe usar un rigidizador horizontal entre los postes de la estructura. En caso de requerir un mejor aislamiento acústico y térmico se podrá utilizar lana de fibra de vidrio o fibra mineral entre los dos forros de la pared.

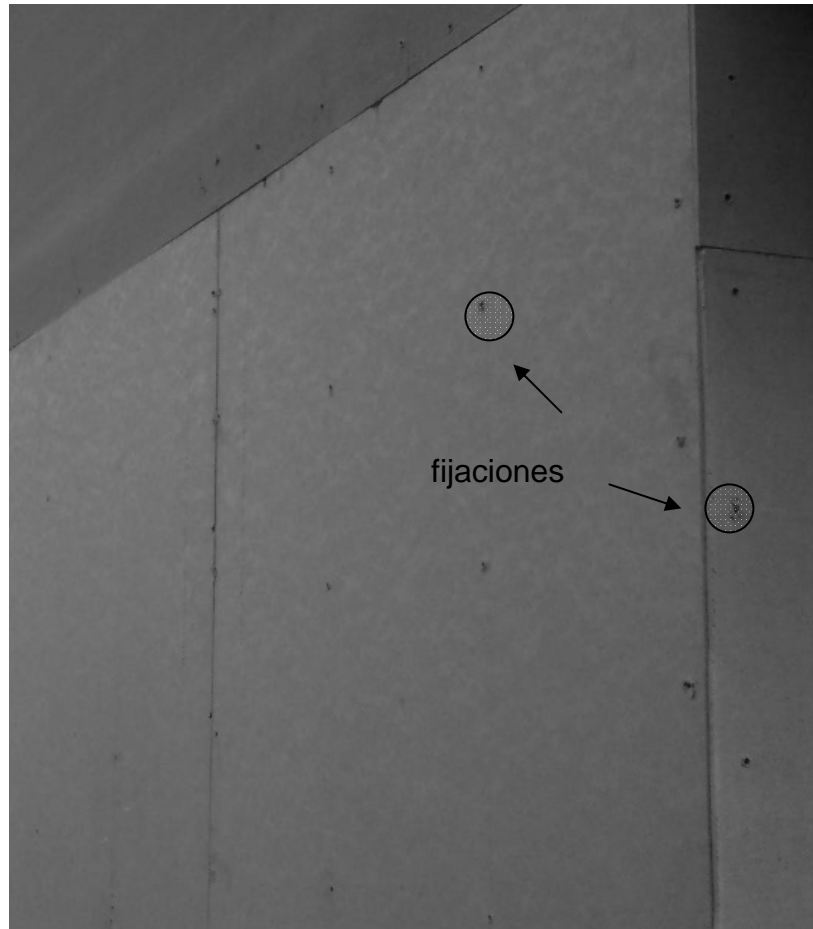
En caso que las paredes sean de media altura o bien no puedan fijarse en su parte superior, se deberá contar con un refuerzo de mochetas en forma de T o L.

Para colocar las planchas de fibroyeso se deben seguir las siguientes indicaciones:

- Dejar entre las planchas una separación mínima de 4 mm, para una correcta aplicación de la pasta para juntas.
- En las esquinas se coloca el primer tornillo en sentido longitudinal a 12 cm. y en el sentido transversal a 6 cm.
- Los tornillos se colocan en sentido longitudinal a cada 20 cm. y en el sentido transversal a cada 22 cm. entre si.

- Los tornillos se colocan en todo el perímetro de las planchas según las indicaciones anteriores y dejando 12 mm de los bordes. (figura 50)

Figura 50. Fijación de las planchas de fibroyeso



4.6.6. Instalaciones

Las instalaciones tanto eléctricas como hidráulicas se deben hacer antes de la colocación del forro de cierre de la pared de fibroyeso, de esta manera se evitará tener que perforar las planchas para poder colocar las instalaciones.

La colocación de las instalaciones se realiza de la misma forma que en el sistema constructivo del fibrocemento. En el caso de las instalaciones eléctricas estas deben estar protegidas con tubería P.V.C. o conduit ligero. Y las instalaciones sanitarias y pluviales deben hacerse con tubería de preferencia P.V.C. (figura 51 y 52)

Figura 51. Instalaciones eléctricas



Figura 52. Instalaciones Sanitarias



4.6.7. Recubrimiento de paredes

Debido a que las planchas de fibroeso no se encuentran en el mercado en espesores mayores a los 11 mm es necesario colocarles a las láminas exteriores un recubrimiento el que las protegerá de la intemperie y le dará mayor resistencia y rigidez a la pared.

Para que el mortero tenga mejor adherencia a la plancha la parte que debe quedar al exterior donde se aplicara el mortero debe ser la cara rugosa de la plancha. Antes de colocar el mortero de recubrimiento se deben colocar esquineros metálicos o una cinta, esto con el propósito de proteger los bordes o esquinas externas de la pared.

Colocados los esquineros en las ventanas, puertas y esquinas o bordes, se procede a colocar en todo el exterior de las paredes una malla expandida la cual debe colocarse en sentido transversal y en forma traslapada con su canaleta o abertura en forma de V hacia afuera. Esta malla expandida sirve para que el mortero pueda ser aplicado y pueda adherirse de mejor forma sin tener desperdicios.

La malla puede fijarse a la plancha por medio de grapas de acero galvanizado y en caso de traslape debe tenerse como mínimo 15 cm. de longitud. Para sujetar bien la malla las grapas se colocan en la franja que existe entre las dos canaletas. (figura 53 y 54).

Figura 53. Malla expandida y esquinero metálico

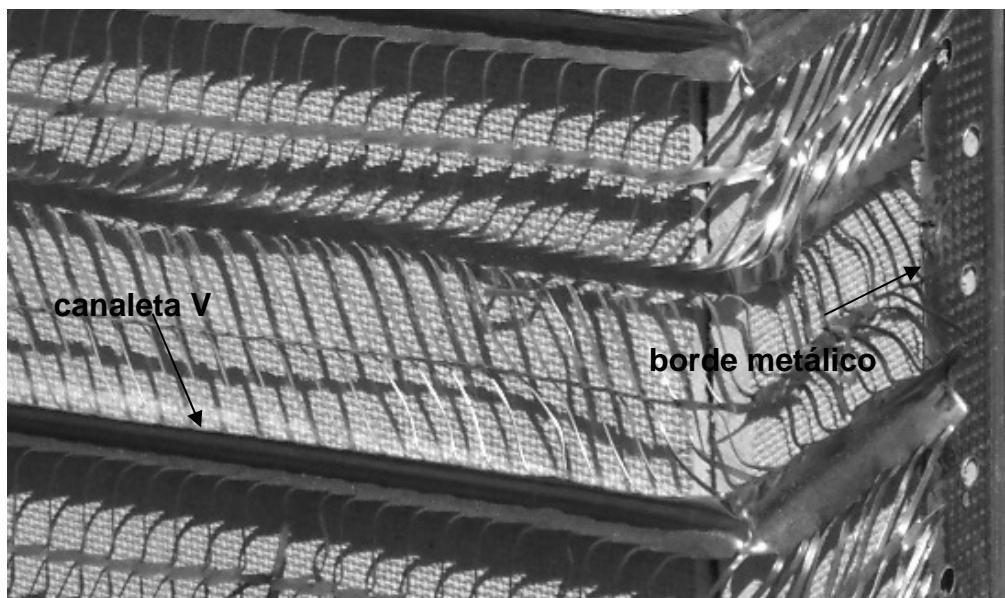


Figura 54. Colocación de malla expandida sobre planchas de fibroyeso



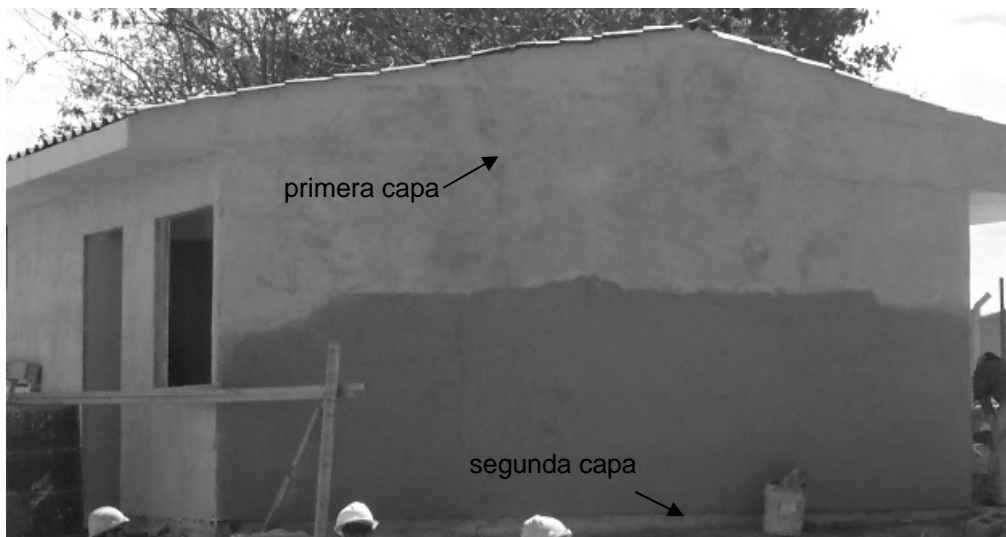
En el caso de no poseer malla expandida con canaletas en V, puede colocarse sobre las planchas de fibroyeso varillas No. 1 lisas a cada 50 cm. sobre las que se coloca una malla normal. Las varillas sirven para crear un espaciamiento entre la malla normal y la plancha de fibroyeso para que el mortero adhiera de una mejor manera.

Ya colocada la malla alrededor de toda la casa se aplica el mortero de revestimiento mínimo en dos capas. Para el recubrimiento se puede utilizar mezclas de cemento y arena hecha manualmente o bien mezclas preparadas de mortero.

La mezcla hecha manualmente se prepara dependiendo de las características que se deseen obtener para el recubrimiento de la pared, a diferencia de ésta, en el mercado pueden encontrarse bolsas que ya contienen aditivos que le proporcionan al mortero mejores propiedades que el elaborado manualmente, con estas es muy difícil que el material sufra grietas.

La primera capa del mortero debe tener un espesor de un centímetro y puede colocarse manualmente o con compresor. La superficie de esta primera capa de recubrimiento debe quedar rugosa para que la segunda mano tenga una buena adherencia con esta y debe ser curada mínimo durante un día y luego se aplica la segunda capa de recubrimiento cuyo espesor varía dependiendo de las necesidades que se quieran cubrir. (figura 55)

Figura 55. Mortero de recubrimiento



4.6.8. Tratamiento de juntas

Por ser las juntas una de las partes más importantes en un sistema constructivo para viviendas, es necesario hacer una aplicación correcta y adecuada del tratamiento de juntas. Este tratamiento variará dependiendo del tipo de la junta.

El tratamiento de juntas que generalmente se utiliza en las construcciones de vivienda deben seguir los siguientes pasos:

- a.** Retirar el polvo de la junta.
- b.** Se aplica una primera capa de la pasta para juntas presionando fuertemente para que penetre en todo el espesor de la lámina. Se debe dejar secar cada capa por un periodo aproximado de 16 a 24 horas dependiendo de la superficie, temperatura y humedad del ambiente.
- c.** Debe aplicarse una segunda capa de pasta y colocar la cinta de refuerzo en ambos lados de la junta. Para interiores debe ser cinta de papel y en el caso de exteriores una cinta de malla. Debe presionarse para que se adhiera completamente, se deja secar y se aplica pasta sobre la cinta hasta que se cubra completamente.
- d.** Debe lijarse en seco y con papel de lija No. 120 para lograr un terminado liso. (figura 56 y 57)

La pasta para juntas también debe aplicarse en el lugar donde fueron colocados los tornillos de fijación, esto por que el hidrofugante de la superficie de las planchas ha sido dañada en ese punto.

Figura 56. Tratamiento de juntas

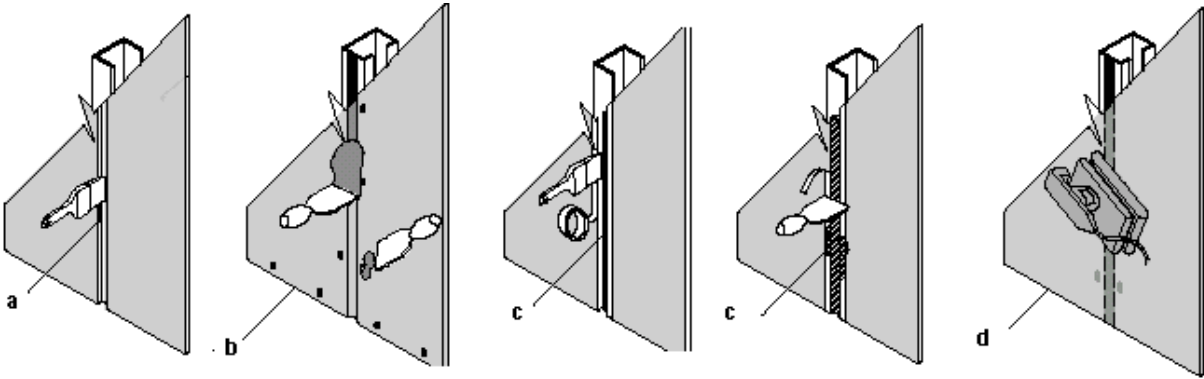


Figura 57. Aplicación de pasta para juntas en las fijaciones



4.6.9. Techos

Las planchas de fibroyeso al igual que las de fibrocemento pueden ser utilizadas como base para tejas asfálticas, de barro o cemento.

Actualmente el sistema constructivo para viviendas con fibroyeso utiliza las planchas como cielos falsos y como base para techo de tejas. El procedimiento que se utiliza para la colocación de base para tejas es igual al explicado en el capítulo de fibrocemento en la página 91. Y la colocación de planchas de fibroyeso como cielos falsos se realiza de la misma forma explicada en el capítulo de tabla yeso en la página 55.

4.6.10. Acabados

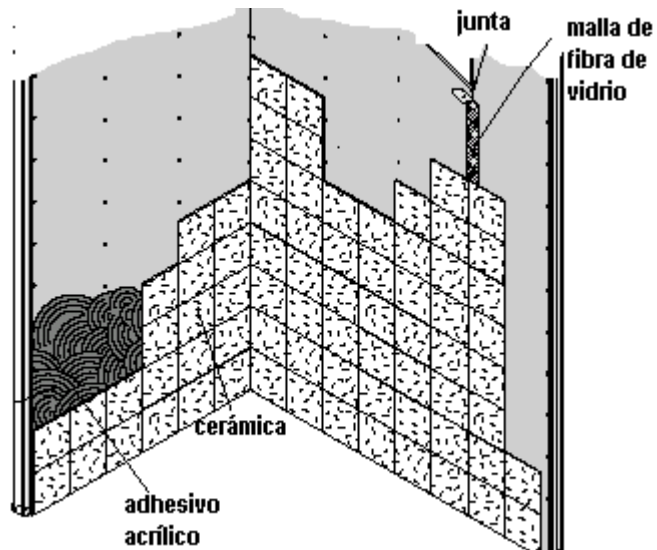
En las planchas de fibroyeso se puede realizar cualquier tipo de acabado. Para la pintura es recomendado que se aplique de dos a tres manos de pintura ya sea vinílica o acrílica, la cual se debe aplicar luego de un sellador para concreto.

Uno de los acabados más comunes que se hacen es la colocación de azulejos o cerámica, para lo que se recomienda colocarlo únicamente sobre tableros de 11 mm de espesor sobre la cara texturizada.

Para colocar sobre las planchas azulejos o cerámica tanto las láminas como las piezas de cerámica deben estar secas y limpias, antes de colocar estas sobre la plancha se debe efectuar el tratamiento de juntas en la cara donde se hará el acabado.

Para pegar la cerámica se debe utilizar un adhesivo acrílico especial el cual debe ser recomendado por el fabricante. Sobre el que también se puede además de cerámica colocar azulejos. (figura 58)

Figura 58. Colocación de cerámica



4.7. Reglas claves para el uso de planchas de fibroyeso

Es necesario para lograr el funcionamiento deseado de cualquier sistema utilizando el fibroyeso o material similares tomar en consideración ciertas reglas que nos ayudarán a cumplir con las expectativas técnicas o disminuir cualquier error humano, esto si las aplicamos de forma adecuada.

4.7.1. Sobre la instalación de las láminas

Para que la instalación de las láminas de fibroyeso o de otro material similar dentro del sistema constructivo sea el adecuado se pueden mencionar las siguientes recomendaciones:

- Después de instalar las láminas, no debe aplicarse ningún recubrimiento ni efectúe el tratamiento de las juntas durante las 24 horas siguientes como mínimo.
- No aplicar ningún recubrimiento ni efectuar el tratamiento de juntas cuando las láminas instaladas estén visiblemente húmedas, deben dejarse secar durante 24 horas como mínimo.
- Almacenar las láminas bajo techo, sobre tarimas apoyadas en un piso plano y firme, protegidas de la intemperie y en espacios secos y ventilados.

4.7.2. Sobre apoyos y fijaciones

Debido a que la unión de dos láminas son puntos críticos en este sistema, las siguientes recomendaciones están relacionadas especialmente a ello:

- Los sistemas de fijación usados deben permitir el libre movimiento de las láminas.
- Las estructuras de apoyo deben ser de primera calidad, protegidas contra el deterioro; si son de acero deben ser galvanizadas o estar protegidas con sistemas anticorrosivos, si son de madera deben ser secas y tratadas usando procesos industriales.
- Paredes Interiores: Las estructuras de apoyo en el sitio de encuentro de dos láminas deben tener un ancho mínimo de 50 mm. La distancia mínima desde el eje del tornillo al borde debe ser de 15 mm como mínimo.

- Fachadas y paredes exteriores: Las estructuras de apoyo en el sitio de encuentro de dos láminas deben tener un ancho mínimo de 100 mm.
- La distancia mínima desde el eje del tornillo al borde de las láminas debe ser de 40 mm.
- El diseño y el cálculo del sistema estructural como ya lo hemos mencionado debe ser realizado por un especialista calificado, incluyendo recomendaciones sobre calidad del tipo de protección, secciones, espesores y detalles constructivos.

4.7.3. Sobre los elementos de fijación

Estas recomendaciones son para que se tome en consideración el tipo de fijación adecuado para la construcción de viviendas:

- Todos los elementos de fijación usados para ensamblar las estructuras de soporte y fijar las láminas deben ser protegidos contra la corrosión.
- Nunca utilizar tornillos para yeso u otros elementos de fijación no recomendados por el diseñador y calculista.
- Las aplicaciones sobre madera en usos interiores exigen el uso de clavos o tornillos galvanizados, las aplicaciones sobre acero galvanizado exigen el uso de fijaciones galvanizadas.
- Las fijaciones utilizadas para el ensamble de las estructuras deben estar calculadas y diseñadas para garantizar la unión permanente entre los elementos y para soportar los esfuerzos mecánicos propios de su función.

- Los tornillos para fijar las láminas a la estructura deben estar diseñados para permitir la libre dilatación de las láminas y evitar el desgarre en las fijaciones.
- Para la correcta instalación deben seguirse las recomendaciones sobre tipo, diámetro y longitud de las fijaciones.
- Es muy importante que para la colocación de los tornillos se usen los equipos apropiados (atornilladores de 2500 rpm., con clutch y con control de torque). Nunca use taladros multiusos ya que son inapropiados.
- Se debe cumplir estrictamente con las normas sobre ubicación y distanciamiento de los elementos de fijación en las láminas.

4.7.4. Sobre aplicaciones en paredes exteriores

Estas recomendaciones son necesarias para el buen funcionamiento y la adecuada aplicación de las láminas de fibroyeso o similares en exteriores y no sean afectadas en el transcurso del tiempo:

- En aplicaciones exteriores se deben usar como mínimo láminas de 11 mm. de espesor, hidrofugadas. El uso de láminas de 14 mm. garantiza un mejor comportamiento a largo plazo.
- Es necesario que las pinturas usadas sean permeables al vapor de agua.
- No se recomienda el uso de juntas invisibles expuestas a la intemperie.

- En el caso de exigirse juntas invisibles se debe usar un sistema de recubrimiento elástico tipo DAFS o EIFS, previo diseño de las juntas de dilatación.
- Toda junta debe ser impermeable y debidamente sellada.
- El diseño y cálculo del sistema estructural y los detalles de anclaje deben ser realizados por un profesional calificado.

4.7.5. Sobre aplicaciones en paredes interiores

Al igual que las paredes exteriores, para las paredes interiores existen algunas recomendaciones las cuales son necesarias para el buen manejo y aplicación de estas en la construcción, las más importantes son:

- El espesor mínimo debe ser de 8 mm.
- En áreas húmedas se deben utilizar láminas de 11 mm., hidrofugadas.
- En áreas de alto tráfico el espesor mínimo debe ser de 11 mm.
- En áreas húmedas la estructura vertical debe colocarse cada 0.41m.
- Los elementos de enchape tales como cerámica y azulejos deben pegarse con un adhesivo acrílico flexible recomendado por los fabricantes de fibroyeso o un adhesivo similar.

4.7.6. Sobre entrepisos y bases para techos

Hay una cierta cantidad de requisitos que los entrepisos y bases de techos deben cumplir, para esto existen una serie de recomendaciones que debemos tomar en cuenta:

- Para efectos de cálculo se deben tomar en cuenta los valores más altos considerando los posibles cambios de uso que pueda tener la construcción.
- Todo uso estructural exige la intervención de un Ingeniero especialista en el cálculo, diseño e instalación.
- En las bases de techo deben usarse láminas hidrofugadas, con un espesor mínimo de 11 mm.
- En entresijos deben usarse láminas hidrofugadas con un espesor mínimo de 20 mm.
- De acuerdo al tipo de recubrimiento final se debe seleccionar el adhesivo y la forma de instalación más apropiada.
- Se deben utilizar los elementos de fijación recomendados por el fabricante.

4.7.7. Sobre el tratamiento de juntas

Las juntas forman una parte importante en cualquier construcción por lo cual es necesaria una atención especial, las recomendaciones más importantes en la utilización de juntas en la construcción de viviendas son las siguientes:

- Se debe evitar el uso de juntas invisibles en cualquier aplicación. En lo posible se deben promover soluciones con juntas marcadas.
- Si se desea una apariencia sin juntas marcadas en aplicaciones a la intemperie, se debe utilizar un recubrimiento elástico tipo DAFS o EIFS.

- En las juntas invisibles en paredes interiores debe usarse un adhesivo epóxico libre de solventes y de alta resistencia mecánica recomendada por los fabricantes de fibrocemento o bien otro sistema de soldadura epóxica equivalente.

4.7.8 Prevención de deformaciones en cielorrasos suspendidos

Es indispensable prevenir todo tipo de deformación en el sistema de construcción, en el caso de cielorrasos existen algunas recomendaciones especiales que se deben seguir correctamente:

- Las láminas pintadas directamente en fábrica tienen aplicado por el revés un primer permeable que evita la deformación cuando se instala en ambientes con fuertes cambios de humedad.
- Para las láminas pintadas en la obra, se recomienda aplicar por el revés, una capa de pintura de similares características a la pintura colocada por la cara expuesta.
- Utilice pines o clips según el tipo de estructura para asegurar las láminas a la estructura de apoyo.

4.7.9. Utilización de recubrimientos permeables al vapor de agua

Para evitar la infiltración de agua en las paredes debido a lugares extremadamente húmedos es necesario tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Se deben usar siempre pinturas y recubrimientos permeables al vapor de agua, generalmente de base acrílica o de siliconas.
- En aplicaciones exteriores expuestas al intemperismo directo, la pintura o recubrimiento debe aplicarse por las dos caras.
- No se recomienda aplicar recubrimientos o pinturas que tengan cal como base.

4.7.10. Sobre impregnación de las láminas en obra

Las recomendaciones para las impregnaciones son necesarias debido a la manipulación que se le ha dado al material:

- Después de todo corte o desbastado sobre láminas hidrofugadas, se debe aplicar manualmente el hidrofugante recomendado por el fabricante de las láminas.
- Utilice únicamente el hidrofugante recomendado por el fabricante de las láminas.
- Nunca agregue agua o disolventes al hidrofugante, ya que perderá sus cualidades.

5. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL FIBROCEMENTO, ELECTROPANEL Y FIBROYESO

Todos los materiales de construcción poseen ventajas y desventajas, las que se deben tomar en consideración cuando se quieren satisfacer ciertas necesidades durante la construcción de una vivienda. Estas características deben cubrir todo lo requerido tanto en el tiempo de construcción como en el tiempo de vida útil de la vivienda.

5.1. Electropanel

5.1.1. Ventajas

- Posee resistencia a los sismos, vientos y a la intemperie.
- Posee un excelente aislante térmico como lo es el poliestireno, dicho aislamiento impide la entrada del calor exterior al interior de la casa y en climas fríos mantiene el calor en el interior de la vivienda, esta propiedad puede ser mejorada por el tipo de recubrimiento que se utilice.
- Posee una alta resistencia al ruido, esto es mejor dependiendo del tipo de recubrimiento de concreto que se utilice.
- Se pueden obtener diferentes superficies decorativas variando la textura en la capa de acabado, pigmentando el mortero o integrando agregados en la mezcla. El electropanel le da al constructor la facilidad de hacer remodelaciones o construir ampliaciones.

Siempre que haya remoción del concreto, prácticamente cualquier punto de la casa puede emplearse como punto de fijación para dar continuidad a la estructura.

- Debido al peso liviano del material el transporte de este se minimiza ya que se pueden trasladar en gran cantidad lo que reduce el costo del flete.
- El anclaje y unión del sistema es sencillo y se realiza en menos tiempo que la mayoría de de sistemas constructivos, esto produce un ahorro en el costo de mano de obra.
- La utilización del electropanel reduce el uso de formaleta debido a que su sistema estructural es liviano, haciendo que la cantidad de madera necesaria para la formaleta y parales sea menor.
- El montaje de este material en un segundo nivel se facilita debido a su bajo peso por lo que no es necesario utilizar maquinaria para su levantado.
- La capacitación que se da para la utilización correcta de este elemento no requiere de mayor tiempo, por lo que el tiempo perdido en capacitación se puede traducir en la reducción del tiempo para instalación.
- Debido a las dimensiones y facilidad para cortar los paneles, es más fácil modular evitando desperdicios y además es adaptable a cualquier estructura.
- La rapidez con que se puede construir utilizando este material reduce los costos en lo relacionado a tiempo de ejecución.

5.1.2. Desventajas

- Este material no es de fácil obtención ya que su distribución no se ha generalizado de la misma forma que los materiales de construcción tradicionales.
- La mayoría de pequeños constructores y albañiles no cuentan con la herramienta adecuada y necesaria para trabajar con este material.
- No se cuenta con mucha mano de obra calificada para realizar la mayoría de actividades que requiere este sistema.
- Requiere de una supervisión calificada en la actividad de pre-ensamblado ya que los cortes al panel deben hacerse de acuerdo a las indicaciones del fabricante.
- No puede cubrir luces mayores de 4.5 m para techos y entrepisos.
- En algunos casos debe ser reforzado adicionalmente para poder cubrir algunos momentos que superan los momentos para los que han sido diseñados los paneles.
- Debe tenerse el conocimiento de los accesorios adecuados para el ensamble y la forma de emplearlos para que el programa de obra no se atrase.
- Si no se coloca buen mortero y no se le aplica un curado adecuado el electropanel tiende a agrietarse.
- En el caso de la fundición de la parte inferior de la losa o entrepiso se puede producir desperdicio de mortero.

- El costo por metro cuadrado terminado hecho con este material en algunos casos es más elevado que el de un metro cuadrado terminado hecho con materiales tradicionales, esto depende del tipo de acabado y del desperdicio que se produzca ya que en si el electropanel no es muy caro.
- Si no se controla la mano de obra se puede elevar el costo de instalación.
- No es recomendable utilizarlo como material principal en estructuras mayores de 2 niveles.

5.2. Fibrocemento

5.2.1. Ventajas

- Es un sistema antisísmico.
- Es resistente al ataque de termitas e insectos.
- Este material es un buen aislante acústico y dependiendo de la calidad de accesorios como los son puertas y ventanas que se utilicen en la construcción de la vivienda este presentará un mejor aislamiento acústico.
- Es un buen aislante térmico.
- Es un material versátil por lo que tiene una gran diversidad de usos no solo en la vivienda sino en diversos campos de la construcción.
- Es un material flexible y de fácil manipulación.

- Es muy liviano por lo que otorga una carga muerta mínima a la estructura principal.
- Al dañarse una de las planchas de fibrocemento esta puede ser cambiada sin afectar la construcción.
- Por su peso liviano puede utilizarse como material para un segundo nivel en construcciones donde no se conoce a ciencia cierta el refuerzo que poseen sus columnas.
- Resiste la humedad.
- El montaje de este material es tanto para un primer o segundo nivel es sumamente rápido, lo que reduce tiempo de ejecución.
- No necesita la utilización de formaleta, por lo que reduce el costo en este renglón.
- Pueden mejorar su tiempo de vida útil si se les coloca un recubrimiento.
- Por ser de acero galvanizado los perfiles no tienden a oxidarse con la humedad por lo que no provocaran el deterioro de las planchas.
- La cimentación generalmente utilizada en este sistema puede ser aplicada en cualquier tipo de suelo debido a la forma en que distribuye la carga a este.
- En la actualidad el costo de un metro cuadrado terminado hecho con este material y dependiendo del tipo de acabado puede ser menor al costo de un metro cuadrado terminado hecho con sistemas tradicionales.

- Si el material sufre algún daño o fractura, así como agrietamientos estos pueden repararse sin mayor complicación.
- La utilización de este material no produce mucho desperdicio.
- Puede utilizarse para reconstrucciones o remodelaciones.

5.2.2. Desventajas

- Se necesita supervisión calificada para todas las actividades que se realizan utilizando este material desde el transporte hasta su colocación y acabados.
- Se necesita mano de obra calificada.
- Es difícil encontrar mano de obra calificada para su colocación.
- La mayoría de herramientas y equipo que se necesita para trabajar con este material no son de uso común, por lo que la mayoría de albañiles y pequeños constructores no los poseen.
- La vida útil de este material es corta.
- Debido a las características de este material no se puede reforzar el solo la estructura principal.
- La capacitación de la mano de obra incrementa un porcentaje los costos de la obra pero reduce el tiempo de ejecución.

- Es un material relativamente nuevo por lo que la venta de este material no se ha expandido en el mercado y su obtención solo se puede lograr en pocos lugares del mercado de la construcción.
- El proceso de instalación debe cumplir con todas las especificaciones que indica el fabricante, ya que de no ser así el funcionamiento del sistema será deficiente.
- El manejo y la manipulación de este material debe ser cuidadoso ya que puede fracturarse o romperse.
- En comparación con los sistemas tradicionales como los de mampostería su resistencia al fuego es inferior ya que solo posee una mediana resistencia.
- Únicamente puede utilizarse para construir viviendas de un nivel.
- Debe tenerse cuidado de utilizar este material en zonas de humedad permanente y extrema.

5.3. Fibroyeso

5.3.1. Ventajas

- La forma en que es diseñada la estructura principal le proporciona al sistema un comportamiento antisísmico adecuado.
- Es resistente al ataque de termitas e insectos.
- El yeso le proporciona una mejor resistencia al fuego.

- Al igual que el fibrocemento este material es un buen aislante acústico y su calidad como aislante dependerá en gran parte de la calidad de accesorios como los son puertas y ventanas que se utilicen en la construcción de la vivienda.
- Es un buen aislante térmico.
- Es un material versátil por lo que tiene una diversidad de usos no solo en la vivienda sino en diversos campos de la construcción.
- Es un material flexible y de fácil manipulación.
- Es un material muy liviano esto hace que la carga muerta en el diseño disminuya y no afecte la estructura principal.
- Si una plancha de este material es dañada, esta puede ser reemplazada por otra sin que se afecte el sistema.
- Por su peso liviano puede utilizarse como material para un segundo nivel en construcciones de viviendas pequeñas.
- El montaje de este sistema y la fijación de este material es sumamente rápido ya sea para un primer o segundo nivel, lo que reduce tiempo de ejecución.
- No necesita la utilización de formaleta, por lo que reduce el costo en este renglón.
- Pueden mejorar su tiempo de vida útil si se les coloca un recubrimiento.
- Los perfiles por ser de acero galvanizado no tienden a oxidarse con la humedad por lo que no provocan el deterioro o manchas en las planchas.

- La cimentación generalmente utilizada en este sistema puede ser aplicada en cualquier tipo de suelo debido a la forma en que distribuye la carga a este.
- El costo de un metro cuadrado de construcción completamente terminado hecho con este material varía dependiendo del tipo de acabado que le coloquemos, pero varía en un rango económico en algunos casos menor al precio total de un metro cuadrado terminado hecho de mampostería.
- La reparación de este material no es complicada ya sea el daño una fractura, agrietamientos o fisuras.
- La utilización de este material no produce mucho desperdicio.
- Además de la construcción de viviendas, este material puede utilizarse para reconstrucciones o remodelaciones, o bien, como en muros de tabiques en edificaciones de gran tamaño.

5.3.2. Desventajas

- Al igual que los materiales anteriores se necesita supervisión calificada para todas las actividades que se realizan utilizando este material desde el transporte hasta su colocación y acabados.
- Se necesita mano de obra calificada para su colocación, la que es difícil encontrar ya que es un material relativamente nuevo y poco utilizado en el país.
- La vida útil de este material es corta.

- Para la construcción se necesitan cierto tipo de herramientas que generalmente la mayoría de albañiles y constructores no tienen, pues no se utilizan comúnmente en las construcciones de viviendas con materiales tradicionales.
- Debido a las características de este material no se puede reforzar, y en los casos que las paredes sean extremadamente largas o deba hacerse un redondel con este material solo se puede reforzar la estructura principal.
- No debe utilizarse en zonas de extrema humedad.
- La capacitación de la mano de obra incrementa un porcentaje los costos de la obra pero reduce el tiempo de ejecución.
- Debido a que los espesores de estas planchas no son muy gruesos, es necesario colocarles un mortero de recubrimiento en las paredes exteriores.
- Debido a que es un material relativamente nuevo la venta de este no se ha expandido en el mercado y su obtención solo se puede lograr en pocos lugares del país.
- El proceso de instalación debe cumplir con todas las especificaciones que indica el fabricante, ya que de no ser así el funcionamiento del sistema será deficiente.
- El manejo y la manipulación de este material debe ser cuidadoso ya que puede fracturarse o romperse.
- Solo puede ser utilizado para construir viviendas de un nivel o bien un segundo nivel.

CONCLUSIONES

1. El electropanel es un material con alta resistencia, tanto a la compresión como al cortante y, si se utiliza un mortero adecuado para su recubrimiento se obtendrá un material resistente al fuego y un excelente aislante térmico y acústico.
2. Cuando se utiliza el electropanel como material de construcción de viviendas, se obtienen mejores resultados cuando se hace el mejor despiece de las instalaciones, es decir, que a medida que menor número de veces se suelde dentro del panel, mejor calidad y seguridad habrá.
3. El sistema constructivo de vivienda utilizando electropanel no requiere de refuerzo adicional en construcciones de un nivel, pero, es necesario incluirle un refuerzo tanto en la losa como en las paredes en construcciones de dos niveles, ya que el momento de flexión que se produce puede ser mayor al que los paneles resisten en si.
4. Por ser un sistema liviano y fácil de maniobrar, la obra se puede terminar en menor tiempo que utilizando los sistemas tradicionales, y a su vez, esto reduce, tanto los gastos administrativos como los costos en mano de obra.
5. Por ser un material liviano y por las características que posee, la tabla yeso es un material excelente para la tabicación ya que el yeso es un buen aislante térmico y es resistente al fuego.

6. El buen funcionamiento de un sistema de tabicación depende en su mayoría de la calidad de juntas con que es diseñado.
7. Por las características que la tabla yeso posee, no es un material para construir muros de carga o paredes exteriores, solo brindará un buen funcionamiento en sistemas para tabicaciones y cielos falsos.
8. Debido a las características de la tabla yeso, no debe de ser utilizada en lugares que tienen porcentajes altos de humedad o una temperatura extrema.
9. Los sistemas constructivos para vivienda utilizando, tanto el fibroyeso como el fibrocemento, poseen características similares, por lo que, la diferencia se encuentra en los elementos que componen dichos materiales.
10. Las propiedades físicas y mecánicas que poseen, tanto el fibrocemento como el fibroyeso los hacen materiales aptos solo para construcciones de un nivel.
11. El buen funcionamiento de los sistemas constructivos utilizando, tanto el fibrocemento como el fibroyeso dependen de la estructura principal de la construcción así como del seguimiento correcto de las instrucciones de las personas especializadas en estos materiales y sistemas constructivos.
12. En los sistemas constructivos, tanto del fibrocemento como del fibroyeso, el punto crítico principal son las juntas, las cuales deben ser tratadas adecuadamente y en ambos sistemas se tratan de la misma forma.

13. El cemento, le proporciona al fibrocemento una estructura monolítica y una densidad favorable para hacerlo resistente a la humedad, si se necesita que el fibrocemento tenga mayor resistencia a la humedad se deberá agregar un hidrofugante.
14. Uno de los puntos críticos en los efectos de corte en las construcciones hechas con tabla yeso, fibroyeso y fibrocemento se presenta cuando las esquinas de las planchas se desgarran, lo cual se produce porque una unidad de fijación está colocada en un lugar muy próxima a la orilla, lo que no permite tener una porción mayor del material que soporte los efectos de corte.
15. Las fijaciones en los sistemas constructivos tanto, del fibroyeso como el fibrocemento, son de gran importancia, por lo que deben colocarse sobre las planchas y perfiles únicamente los fijadores recomendados por los fabricantes y diseñadores de estos materiales y sistemas constructivos.
16. En todos los sistemas constructivos mencionados, se puede mejorar la calidad de aislamiento acústico y térmico, esto depende de la clase de accesorios que se utilizarán tanto en puertas, ventanas y en algunos casos entre las planchas de las paredes exteriores.
17. Por ser las fibras de celulosa uno los componentes tanto del fibroyeso como del fibrocemento, éstos tienden a ser más trabajables pudiéndose utilizar con ellos la mayoría de herramientas convencionales.

RECOMENDACIONES

1. Cuando se va a construir con electropanel una vivienda de dos niveles, se recomienda hacer el cálculo correspondiente del refuerzo adicional siguiendo las instrucciones que el fabricante del material nos proporcione.
2. Para poder reducir el tiempo de ejecución de la construcción de una vivienda utilizando electropanel, debe contarse con los accesorios y equipos diseñados especialmente para ellos, sin embargo, éstos pueden ser sustituidos por otros elementos recomendados por el fabricante que ofrezcan la misma seguridad y calidad.
3. La resistencia del electropanel depende en gran parte del mortero de rigidización por lo cual, debe tenerse cuidado con la relación agua-cemento. Además, se debe tener cuidado con el curado ya que el mortero tiene que permanecer húmedo hasta que haya fraguado y endurecido.
4. En las construcciones hechas con electropanel, se deben colocar juntas de expansión las cuales evitan los agrietamientos que perjudican fundamentalmente la resistencia.
5. La primera capa de mortero que se le aplique al electropanel, debe quedar con una superficie rugosa, esto es para que exista mayor adherencia a la hora de aplicar la segunda capa.

6. La altura máxima recomendada para los muros utilizando el electropanel es de tres metros, sin embargo, se pueden hacer muros más altos siempre y cuando se cumpla con la relación de esbeltez.
7. Cuando se utilizan placas aislantes en los sistemas de tabicación, éstas deberán de colocarse en los huecos del bastidor y fijarse a los lados de poste o vigas, ya que no es recomendable la colocación de tableros de yeso sobre placas aislantes que han sido instaladas en forma continua por encima del bastidor.
8. Debe evitarse la exposición continua o excesiva de humedad y temperatura extrema tanto para los tableros de tabla yeso como los de fibroyeso, esto, debido a que el yeso es un elemento con alta permeabilidad.
9. Debe tomarse en cuenta las limitaciones que posee la tabla yeso y seguir correctamente las indicaciones del fabricante para la instalación de éste, tanto en cielos falsos como en muros de tabique.
10. En los sistemas constructivos, tanto del fibrocemento como el fibroyeso, si se utilizan planchas de poco espesor es recomendable el uso de revestimientos sobre la cara expuesta de las planchas, pues debido a su capacidad de absorción de humedad se provocará en el material una expansión lineal que puede causar rajaduras en su superficie.
11. La mano de obra que se utiliza en la construcción de viviendas utilizando el electropanel, fibrocemento, tabla yeso y fibroyeso deben poseer la capacitación necesaria para que el trabajo terminado tenga las cualidades de servicio y resistencia requeridos en el diseño.

12. La altura recomendada para paredes de fibrocemento o fibroyeso es de 2.50, si se desea una pared de mayor altura se debe usar un rigidizador horizontal entre los postes de la estructura, esto evitara el pandeo tanto los perfiles como de las planchas.
13. Tanto las planchas de fibrocemento como las de fibroyeso no se deben colocar en sentido contrario a la estructura, es decir en forma horizontal.
14. Las láminas de fibrocemento y fibroyeso deben ser almacenadas en un lugar fresco, bajo techo, entarimadas en forma horizontal.
15. Se deben de seguir correctamente todas las recomendaciones e instrucciones del fabricante de los materiales anteriormente mencionados, ya que de eso dependerá el buen funcionamiento de sus sistemas constructivos. Los cuidados más importantes que se deben tener en la aplicación de estos sistemas y materiales son mencionados en sus capítulos correspondientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1.

COVINTEC. **Guía de especificaciones y de instalación del sistema COVINTEC**. Guatemala: s.e. s.a.

2.

AMANCO. **Guía de instalación y aplicaciones PLYCEM**. Costa Rica: s.e. 2001.

3.

Euroamérica y Durman Esquivel. **Guía de instalación JPM**. Guatemala: s.e. 2002.

4.

Yeso panamericano. **Manual Técnico TABLAROCA**. México: s.e. s.a.

5.

Yeso panamericano. **Instructivo para la construcción de muros divisorios y falsos plafones con panel del yeso**. México: s.e. s.a.

6.

AMANCO. **Manual de soluciones constructivas integrales**. Colombia: s.e. 2000.

BIBLIOGRAFÍA

1. **ANNUAL BOOK OF ASTM (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS) STANDARDS.**1981.
2. Arreaga Solares, Julio Antonio. Análisis y diseño de entrepisos y techos utilizando el sistema constructivo Lubow. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 1995.
3. Gonzáles Molina, Jorge. Consideraciones constructivas en el uso de paneles de yeso. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 1987.
4. Herrera Segura, Hugo Ismael. Fabricación y evaluación experimental de paneles a base de yeso. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 1984.
5. Instituto Mexicano del cemento y del concreto, A. C. **Ferrocemento.** México: Editorial Limusa. 1984.
6. Instituto Mexicano del cemento y del concreto, A.C. **Reglamento ACI 318-95.** México: s.e. 1995.
7. Martínez Blanco, Jorge Alberto. Panel de duroport estructurado con malla galvanizada como material de construcción. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 1994.
8. Mérida Mencos, Leonel. Usos del poliestireno en la construcción. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 1992.

9. Steinmuller Mazariegos, Augusto. Características físico-mecánicas y estructurales en planchas y paneles de fibrocemento. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 1987.