Universidad Austral de Chile
Facultad de Ciencias de la Ingeniería
Escuela de Construcción Civil

"MUROS DE MADERA: EFECTO DE LOS DIAGONALES Y/O PLACA DE REVESTIMIENTO PARA ABSORBER ESFUERZOS SISMICOS"

Tesis para optar al título de:
Ingeniero Constructor

Profesor Guía:
Sr. Hernán Arnés Valencia.
Constructor Civil.
Ingeniero Civil.

JAIME ALEJANDRO FERRER GONZALEZ
VALDIVIA – CHILE
2006

DEDICATORIA

Dedicado a mi esposa Lorena y a mis dos maravillosas hijas Muriel y Juliette a todas ellas las amo mucho.

AGRADECIMIENTO

Son muchas las personas de las cuales estoy profundamente agradecido.

Mis padres quienes me apoyaron en todo, gracias a ellos, los quiero mucho ,a pesar de la distancia siempre los tuve cerca, a mi hermana que su ayuda también fue importante, cuantas veces me dijo ya falta poco gracias a ella.

También agradezco a mi profesor guía Don Hernán muchas cosas pasaron alo largo de esta carrera me ayudo muchísimo gracias a le por todo.

Dejo para el final a mis hijas mi Muriel y mi juliette ellas fueron siempre mi inspiración para continuar.

Gracias Lorena te amo mucho cuantas veces al fin

Te quiero.

RESUMEN

El presente trabajo pretende demostrar las ventajas de las placas de revestimiento (contra enchapado, OSB), evitando el uso de diagonales, se tratara de averiguar cuanto contribuye un diagonal rígido o flexible en relación a los muros con placa atiezadora.

Además, con ello, encontrar una relación entre cargas de los panes con diagonales y paneles revestidos.

Realizar un análisis unitario comparativo entre estos sistemas

SUMMARY

The present work tries to demonstrate the advantages of the plates of coating (against enchapado, OSB), avoiding the use of diagonals, it was a question of verifying all that he contributes diagonal rigidly or flexible in relation to the walls with plate atiezadora. Besides, with it, to find a relation between charges of the breads with diagonals and redressed panels. To realize an unitary comparative analysis between these systems

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES HISTÓRICOS 6

1.1. - Introducción.....6
1.2. - Objetivos 7
1.2.1. - Objetivos Generales.....7
1.2.2. - Objetivos Específicos.....7
1.3.- Metodología de Trabajo 8
1.4. - Antecedentes Historicos.....9

CAPÍTULO II ENTRAMADOS VERTICALES.....11

2.1. - Definicion 11
2.1.2.- Componenetes de un Entramado Vertical.....11
2.1.2.1.- Componentes Principales 11
2.1.2.1.1.- Solera Inferior.....12
2.1.2.1.2.- Pie Derecho 13
2.1.2.1.3.- Solera Superior 14
2.1.2.1.4.- Cadenetas.....14
2.1.2.1.5.- Dintel.....15
2.1.2.1.6.- Alfeizar 15
2.1.2.1.7.- Jamba 16
2.1.2.1.8.- Muchacho.....17
2.1.2.1.8.- Puntal De Dintel 16
2.1.2.2.- Componentes Secundarios.....17
2.1.2.2.1.- Solera de Montaje 17
2.1.2.2.2.- Solera de Amarre 18
2.1.2.2.3.- Cornijal.....18
2.1.2.3.- Componentes Estructurales de los Tabiques.....19
2.1.2.3.1.- Diagonal Estructural.....19
2.1.2.3.2.- Tensores o Zunchos Metálicos en Perfil de Acero Plano.....20
2.1.2.3.3.- Revestimientos en Perfiles de Madera.....21

CAPÍTULO III TABLERO ESTRUCTURAL 22

3.1.- Criterios de Diseño en Muros de Corte 23
3.1.1.- Requisitos de Resistencia y Rigidez 23
3.1.2.- Verificación de la Capacidad de Muros para Carga Lateral 25
3.1.3.- Determinación de la Fuerza Cortante Resistente 26
3.1.4.- Determinación de la Fuerza Cortante Actuante 38

CAPÍTULO IV ENSAYO EN LABORATORIO 39

4.1.- Procedimiento 39
4.1.1.- Equipo Utilizado 39
4.1.2.- Paneles Fabricados 40
4.1.2.1.- Paneles con Diagonal Rígido 40
4.1.2.2.- Paneles con Diagonal Semirígido 41
4.1.2.3.- Paneles sin Diagonal y Revestidos con OSB (Oriented Strand Board) 42
4.1.2.4.- Paneles sin Diagonal y Revestidos con Madera Contrachapada 43
4.2.1.- Pasos para el Registro de Datos. 44
4.2.-Datos de los Ensayos 44

CAPÍTULO V ANALISIS DE RESULTADOS 46

5.1.- Resultados de los Ensayos de Cada uno de los Paneles. 46
5.1.1.- Ensayo de Paneles con Riostra (Diagonal) Rígido 2” x 3”. 46
5.1.2.- Ensayo de Paneles con Riostra (Diagonal) Semirígido 1” x 4” 47
5.1.3.- Ensayo de Paneles sin Riostra (Diagonal) con Revestimiento OSBb 9.5 mm. de Espesor por Ambos Lados. 48
5.1.4.- Ensayo de Paneles Panel con Revestimiento Madera Contrachapada por Ambos Lados. 49
5.2.- Caso Entre el Uso Del Diagonal Rígido (2” x 3”) y Diagonal Semirigido (1” x 4”) 50
5.3.- Caso Entre el Uso Del Diagonal Rígido (2” x 3”) y Revestimiento OSB Por Ambos Lados de Espesor 9.5 mm. 51

5.4.- Caso Entre el Uso del Diagonal Rígido (2” x 3”) y Revestimiento Madera Contrachapada Por Ambos Lados de Espesor 9.0 mm. 52
5.5.- Caso Entre el Uso del Diagonal Semirígido (1” x 4”) y Revestimiento OSB Por Ambos Lados de Espesor 9.5 mm. 54
5.6.- Caso Entre el Uso del Diagonal Semirígido (1” X 4”) y Revestimiento de Madera Contrachapada por Ambos Lados de Espesor 9.0 mm.....55
5.7.- Caso Entre el Uso de Revestimiento OSB por Ambos Lados de Espesor 9.5 mm y Revestimiento de Madera Contrachapada Por Ambos Lados de Espesor 9.0 mm 56

CAPITULO VI COSTO DE FABRICACIÓN.....58

6.1.2.- Panel de 1.20 m x 2.40 m con Diagonal Rígido 2” X 3”.....58
6.1.3.- Panel de 1.20 m x 2.40 m con Diagonal Rígido 1” X 4”.....58
6.1.4.- Panel de 1.20 m x 2.40 m Revestido con OSB por Ambos Lados. 59
6.2.- Resumen.....59

CAPITULO VII CONCLUSIONES.....60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....61

CAPÍTULO I INTRODUCCION Y ANTECEDENTES HISTÓRICOS

1.1. - INTRODUCCIÓN

Chile es un país sísmico y la construcción en madera representa una excelente solución por ser un material que absorbe mucha energía por deformación.

Durante el terremoto del año 60 las viviendas de madera valdiviana salvaron muchas vidas ya que en muchos casos por problema de suelo la vivienda quedo inclinada pero no se cayo, por otro lado los maestros carpinteros de la construcción tienen una cierta cultura sísmica ya que si se les pide a cualquiera de ellos en materializar un muro con pie derecho soleras y cadenetas, ellos sin darle ninguna otra orden le colocan un diagonal.

Los muros canadienses cuentan de pies derechos soleras cadenetas y placa contra chapada, con ausencia total del diagonal.

El presente trabajo pretende demostrar las ventajas de las placas de revestimiento (contra enchapado, OSB), evitando el uso de diagonales, se tratara de averiguar cuanto contribuye un diagonal rígido o flexible en relación a los muros con placa atiezadora, además trata sobre el diseño de muros sometidos a cargas horizontales como las mostradas en la figura 1.1. Como estas cargas producen fuerzas cortantes en el plano del entramado, los muros así solicitados se denominan muros de corte. Las cargas provienen de las fuerzas horizontales originadas por movimientos sísmicos o por la presión del viento.

Un muro de corte esta constituido por un entramado de pie-derechos, soleras perimetrales, riostras o rigidizadores intermedios cuando se necesitan y por algún tipo de revestimiento.

El revestimiento puede estar colocado a uno o ambos lados del entramado y ser de diferentes materiales: madera, tableros y enlucidos o revoques.

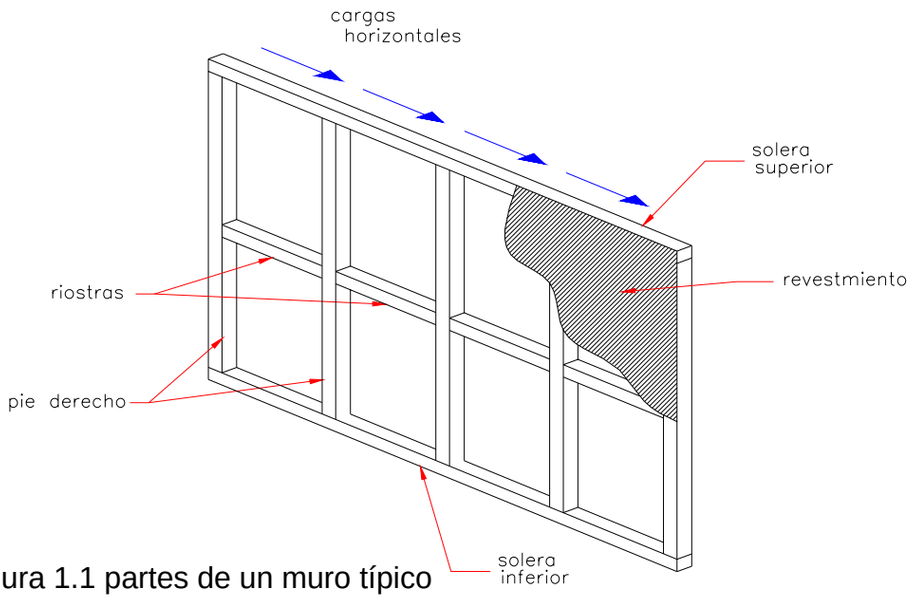


Figura 1.1 partes de un muro típico

La madera sólida se usa como revestimiento en forma de entablado, las tablas se disponen perpendicularmente al entramado de pie-derechos o en forma diagonal. En zonas cercanas a la producción de madera el costo del entablado para revestimiento puede ser adecuado en comparación con otros materiales. Sin embargo en interiores, donde la protección contra el fuego es una consideración importante, se pueden usar revestimientos de entablados cuidando de satisfacer los requisitos mínimos de espesor para una protección adecuada, según lo establecen los reglamentos de construcción en madera

Los tableros constituyen un revestimiento muy generalizado últimamente, los hay en madera contra chapada, de partículas de madera con diferentes aglomerados, también los hay de yeso revestido con papel pesado (volcánica), que se usa principalmente como revestimiento interior. Debe tenerse en cuenta sin embargo, antes de escoger el tipo de tablero y sus dimensiones, el uso para el que va a ser destinado en su calidad de revestimiento, es decir si será de uso exterior o interior. Para lo primero será necesario que el tablero sea resistente a la intemperie y principalmente para la humedad. Esta característica es de suma importancia si se espera una durabilidad adecuada a una construcción permanente. De no ser así, el tablero solamente podría usarse en exteriores solo si va protegido con otro revenimiento de acabado. Para interiores deberán tomarse las mismas precauciones de protección contra el fuego que para con la madera s el tablero es combustible. El espesor de los tableros es una consideración importante, tanto del punto de vista de las resistencias a las fuerzas cortantes de todo el muro, como de su resistencia a las cargas normales

que se aplican sobre la superficie de la pared. Su rigidez, relacionada directamente con el espesor, da al usuario la sensación de fortaleza o debilidad. Para los espaciamientos a que normalmente se colocan los pie-derecho (60 o 40 cm.) el mínimo espesor

Recomendable es de 8 a 9 mm. Solo en aquellos casos en que el tablero recibe además un revestimiento de acabado que lo rigidiza adicionalmente puede ser aceptable usar tableros de 6 mm de espesor.

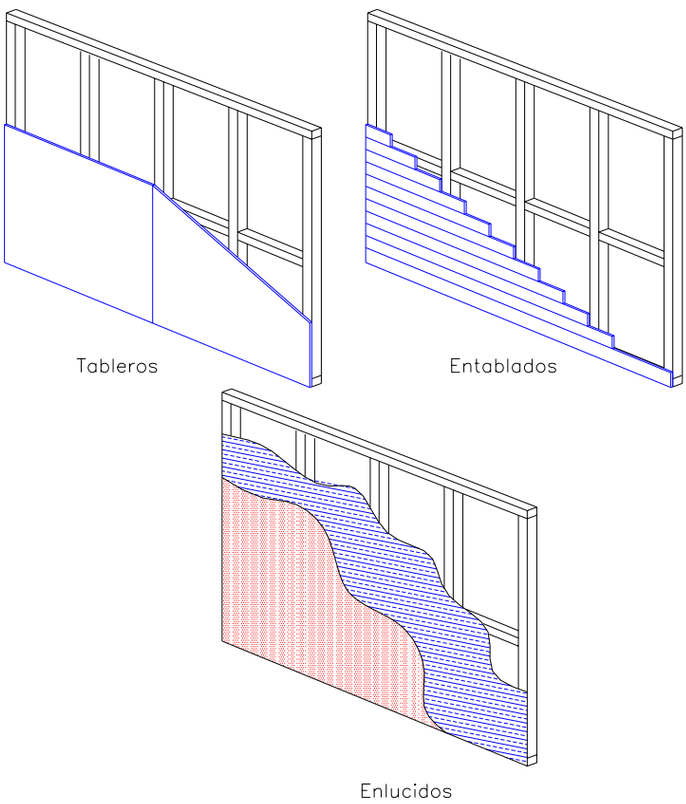


Figura 1.2 Materiales de Revestimiento

Para el caso de enlucidos estos pueden usarse con mucha ventaja sobre entramados a base de madera. Como materiales para los revoques propiamente dichos se usan morteros de cemento y arena, morteros de yeso puro y yeso con cemento, y barro. Estos van colocados sobre bases de otros materiales tales como: encamisados de madera, mallas de metal expandido, galvanizadas o no, planchas de lana de madera aglomerada con cemento. La ventaja de estos revestimientos es que son incombustibles y dependiendo del revoque, son resistentes a la intemperie. Además su fabricaron puede realizarse en diversas localidades sin requerimiento de transporte pesado. El enlistonado de madera tiene la ventaja adicional que puede fabricarse con retazos de la producción sobrante de los aserraderos y el revestimiento acabado es de especto agradable y muy resistente al fuego.

1.2. -OBJETIVOS

1.2.1. - Objetivos Generales

- Identificar y conocer los distintos tipos de entramados verticales
- Clasificación de los entramados verticales según su función estructural, según su ubicación
- Medir el aporte de las placas (contraenchapado, OSB), en la absorción del esfuerzo y su deformación horizontal
- Comparar el aporte del diagonal versus la placa como material absorbente del esfuerzo horizontal en los muros

1.2.2. - Objetivos Específicos

- Medir experimentalmente el aporte de un diagonal rígido y/o flexible en la absorción del esfuerzo y su deformación horizontal
- Medir el aporte de las placas (contraenchapado, OSB), en la absorción del esfuerzo y su deformación horizontal
- Comparar el aporte del diagonal versus la placa como material absorbente del esfuerzo horizontal en los muros

1.3.- METODOLOGÍA DE TRABAJO

La idea general consiste en construir paneles de 1.20 m x 2.40 m con pie derecho de 2" x 3” solera inferior y superior de 2” x 3”:

- 2 paneles con diagonal rígido 2” x 3”
- 2 paneles con diagonal flexible 1” x 4”
- 2 paneles sin diagonal y con revestimiento de placas de OSB de espesor 9.5 mm.
- 2 paneles sin diagonal y con revestimiento de placas de contra enchapado de 9.0 mm

Los paneles serán sometidos a una carga horizontal donde se medirá la deformación horizontal a cada incremento de carga, la deformación ocurrida en el vértice superior del muro en el sentido opuesto de la carga, se adjunta plano del panel tipo a continuación

1.4. - ANTECEDENTES HISTORICOS

La madera es la materia prima mejor utilizada por el hombre, este a su vez la emplea para construir viviendas. Una definición de vivienda de madera la caracteriza considera que es aquella construcción en la cual la resistencia estructural que brinda la estabilidad al techo y a los muros es provista por elementos de madera.

De acuerdo a esta definición, una estructura de hormigón revestida a ambos lados por productos de madera, es una construcción de hormigón, mientras que, una vivienda de columnas y vigas de madera, con los muros cerrados por ladrillos es una vivienda de madera. El comportamiento de una vivienda es consecuencia principalmente del diseño, la calidad de la construcción y el uso durante su vida de servicio. En este comportamiento aparecen otros los aspectos, tales como el de seguridad, durabilidad, y confort para los moradores.

En muchas experiencias se ha comprobado que los puntos de mayor probabilidad de falla en construcciones de madera son las uniones, sin embargo si uno analiza algunas normas de edificación presentan valores de diseño para el cálculo de piezas de madera, pero no se proponen herramientas para el diseño de las uniones entre piezas o componentes de madera.

La durabilidad es otro punto importante. Esta asociada al posible deterioro de los elementos, contabilizado principalmente por la perdida de resistencia mecánica, pero también por cambios funcionales (por ejemplo roturas en un revestimiento exterior que origina entradas de agua) o estéticos, como el cambio de color que sufren las maderas debido a la acción de la luz sobre su superficie. Las causas de deterioro de la madera pueden agruparse en ambientales, Fúngicas y debido a insectos.

El deterioro ambiental se manifiesta en el oxido de metales (utilizados en uniones), el opacamiento de las superficies de madera debido a la acción de la luz, el agrietamiento de revoques por el congelamiento de agua intersticial entre otros. La madera, como material orgánico puede sufrir también el ataque de hongos, algunos de los cuales consumen a la estructura principal de la madera, originando pudriciones, y otros que consumen ciertos elementos presentes en la madera, dando lugar a mohos o manchas, pero que no alteran su resistencia mecánica. Para que los primeros puedan prosperar, es imprescindible que la madera tenga más de 25 a 30 % de humedad, lo

cual se produce si se condensa agua en algún punto del interior del muro, mientras que los segundos pueden crecer a partir de que las maderas tengan 20 %. De humedad, lo cual es posible con humedad ambiente de más de 90 %. En términos prácticos, con humedades ambiente inferiores a 85 %, no hay riesgos de ataques de hongos. Un adecuado diseño de los muros de madera permite lograr esto, pero un mal diseño, o errores durante la construcción pueden dar lugar a formación de zonas dentro de los muros con humedades mayores a 90 % y el riesgo de aparición primero de mohos, y luego hongos.

El tema de los insectos es sumamente importante. Ya se conocen los insectos que pueden causar daño a la madera en uso. Un ejemplo es el caso de las termitas hacen estragos en la zona central de Chile

Por último, el confort que la vivienda brinda a sus moradores. Una característica importante es la calidad del ambiente interior. Aquí juega un papel principal la humedad del aire, el cual será el resultado de las condiciones climáticas del lugar donde se instala la vivienda, de la generación de vapor dentro de la vivienda, y de la eliminación de humedad que se produzca desde el ambiente interno hacia el exterior. El vapor contenido en el aire puede eliminarse por difusión a través de las paredes y el techo, y también por intercambio de masas de aire, por ejemplo en los chifletes, o en rejillas de ventilación.. Esto último es muy efectivo para eliminar humedad, pero conlleva a una perdida importante de calor en el aire recambiado. Diseñar paredes más permeables en lugares húmedos y no extremadamente fríos puede ayudar a lograr ambientes mas secos y con menor perdida de calor.

CAPÍTULO II ENTRAMADOS VERTICALES

2.1. - DEFINICION

Un tabique es un elemento entramado compuesto por piezas verticales y horizontales de madera que se distribuyen de forma similar e independiente del tipo de servicio que presten, ya sea como un elemento constructivo resistente o simplemente de separación entre recintos.

2.1.2.- Componenetes De Un Entramado Vertical

2.1.2.1.- Componentes Principales

Su principal característica es que son utilizados para estructurar el elemento completo en su fase de armado o prefabricación.

Las piezas principales que conforman el tabique.

(1).- Solera inferior
(2).- Pie derecho
(3).- Solera superior
(4).- Cadeneta
(5).- Dintel
(6).- Alféizar
(7).- Jamba
(8).- Punta de dintel
(9).- Muchacho

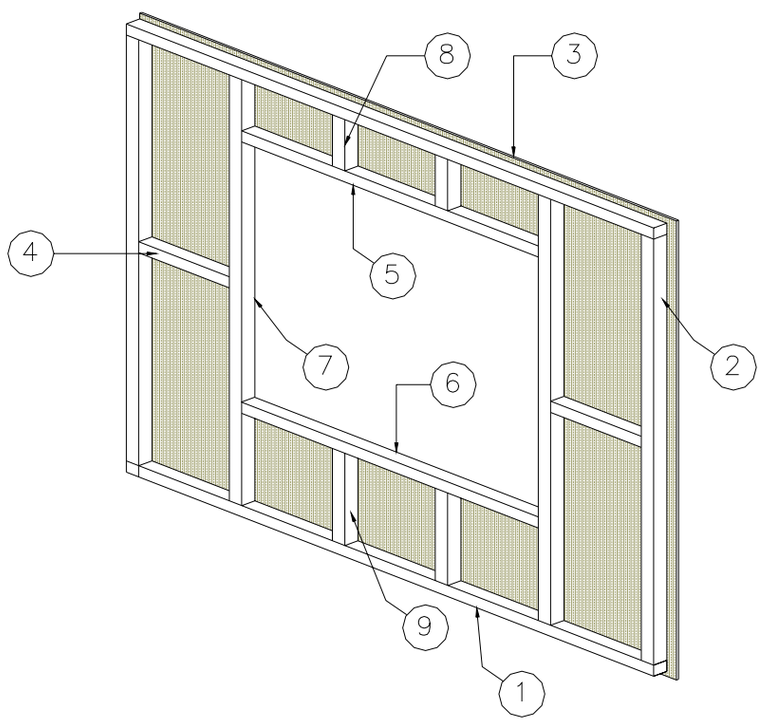


Figura 2.1 Tabique Tipo

2.1.2.1.1.- Solera inferior

Corresponde a la pieza inferior que fija, por medio de uniones clavadas, todas las piezas verticales del tabique tales como pie derecho, jambas y muchachos. Su función principal es distribuir las cargas verticales hacia el piso.

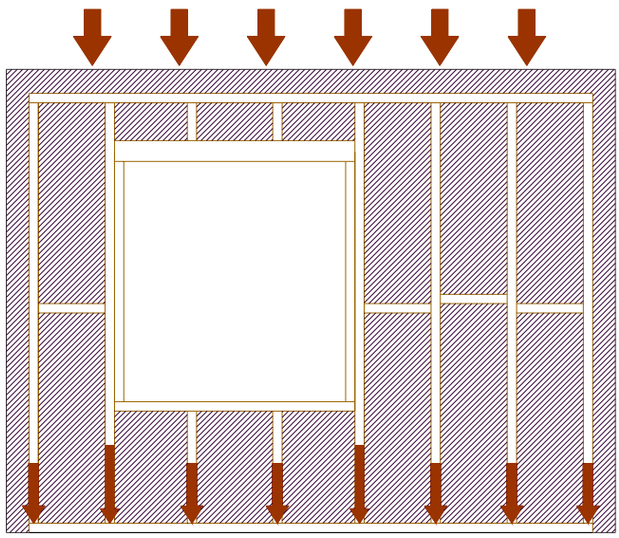


Figura 2.2. Esquema donde se muestra la distribución de cargas verticales desde el nivel superior a pie derechos y estos a su vez a la solera inferior

Si en el caso en que la solera inferior del tabique es anclada a una superficie de hormigón esta debe cumplir con ciertos requisitos tanto en resistencia como en durabilidad.

Aislación de la humedad.

La humedad proviene del contacto directo entre la superficie de hormigón y la solera para evitar se recomienda el uso de una doble lámina de fieltro asfáltico de 15 libras u otro sistema de características similares.

Preservación

Es recomendable utilizar madera impregnada con sales CCA por métodos de presión y vació a un contenido mínimo de 4.0 kg/m^3 de óxidos activos, según se establece en la norma chilena NCh. 819.

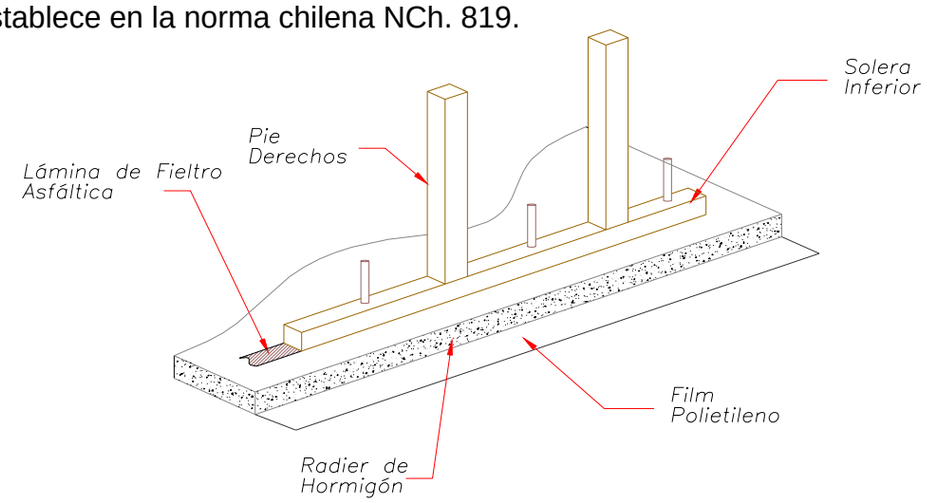


Figura 2.3. Barrera de humedad (polietileno). La humedad por capilaridad en contacto con el terreno al radier de hormigón de plataforma del piso. Doble Lamina de fieltro asfáltico de 15 libras que protege la solera.

2.1.2.1.2.- Pie Derecho

Corresponde a la pieza vertical unida por medio de fijaciones clavadas entre la solera superior y la solera inferior, su función es transmitir axialmente las cargas provenientes de niveles superiores de la estructura. En el caso de tabiques autosoportanetes, solo cumple con la función de ser el componente al cual se fijan las placas de revestimiento

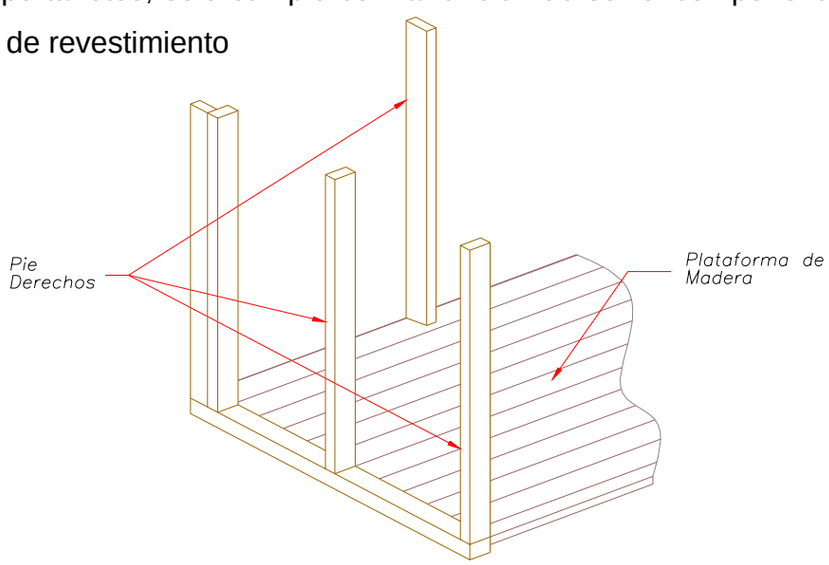


Figura 2.4. Pie derechos con piezas de escuadrías de 2 x 3”

2.1.2.1.3.- Solera Superior

Corresponde a la pieza superior que fija, por medio de uniones clavadas, todas las piezas verticales del tabique tales como pie derecho, jambas y puntales de dintel. Su función principal es transmitir y distribuir a los componentes verticales las cargas provenientes de niveles superiores del recinto.

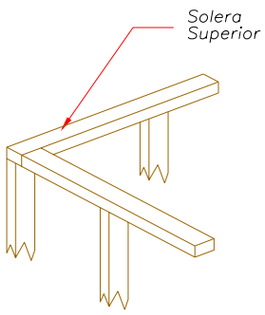


Figura 2.5. Solera superior de igual escuadría que los pie derechos

2.1.2.1.4.- Cadenetas

Pieza componente que separa el espacio entre dos pie derechos en compartimientos estancos independientes. Su función es bloquear la ascensión de los gases de combustión y retardar la propagación de las llamas por el interior del tabique en un eventual incendio, además sirve para clavar o atornillar el revestimiento vertical y ayuda a evitar el pandeo lateral producido en los pie derechos debido a las cargas verticales.

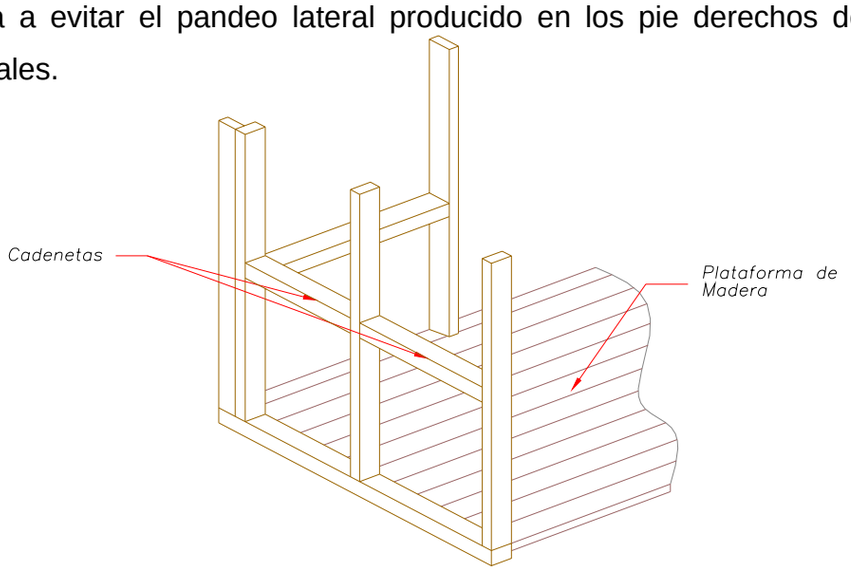


Figura 2.6. Cadenetas ubicadas de manera transversal a los pie derechos además de la misma escuadría.

2.1.2.1.5.- Dintel

Corresponde al conjunto de una o mas piezas horizontales que soluciona la luz en un vano de puerta o ventana, en el caso de tabiques soportanes puede tratarse de ambos tipos de vano. En el caso de tabiques auto soportante, por lo general, solo se trata de dinteles de puerta. Su estructuración dependerá de la luz y de la carga superior que reciba este.

2.1.2.1.6.- Alfeizar

Pieza horizontal soportante en elementos de ventana, generalmente se utilizan en tabiques soportantes perimetrales. Su estructuración depende de la longitud o el ancho del vano del tipo de material que se especifica para la ventana.

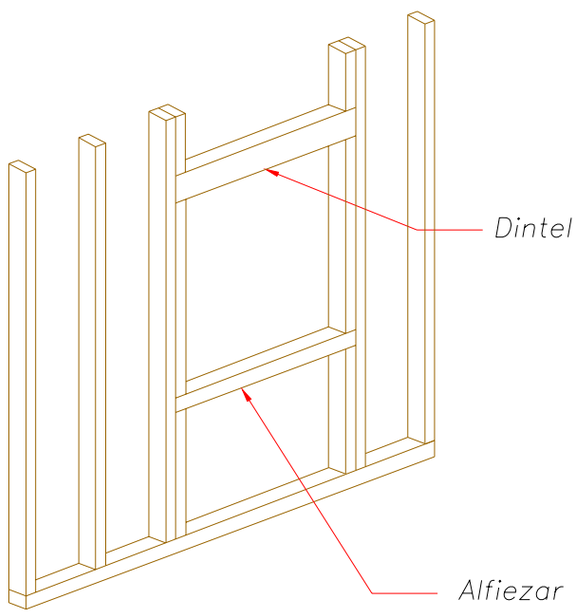


Figura 2.7. Dintel de ventana estructurado en pieza de 2”x8” y la disposición del Alfeizar en el vano.

2.1.2.1.7.- Jamba

Pieza vertical soportante que complementa la estructuración de vanos en puertas y ventanas, cuya función principal es apoyar la estructuración del dintel.

Algunas funciones son:

- Mejora la resistencia al fuego del vano como conjunto.
- Refuerza en forma colaborante, con su pie derecho de apoyo longitudinal, la rigidez necesaria para el cierre y abatimiento (pivote del eje)de puertas y ventanas.

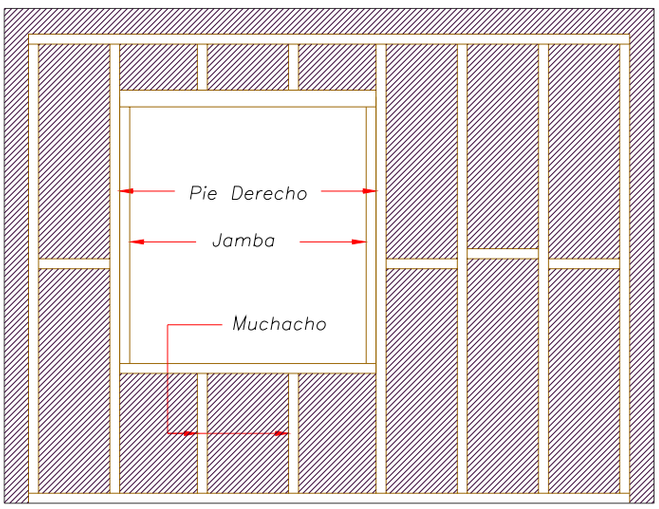


Figura 2.8. Jambas soportantes de un dintel de ventana, muchachos soportantes de un alfeizar de ventana.

2.1.2.1.8.- Puntal de Dintel

En aquellos dinteles de luz no mayores que 80 cm, y siempre que no actúen cargas puntuales provenientes de niveles superiores, la unión de estos, la solera superior y el dintel del vano de la ventana o puerta puede ser resuelta por medio de piezas verticales de longitud menor llamadas puntales de dintel, las que permiten mantener, para efectos de modulación, la fijación de revestimientos por ambas caras del entramado.

2.1.2.1.8.- Muchacho

Componente vertical que une el alféizar de un vano de ventana con la solera inferior, cumpliendo la misma función de un puntal de dintel.

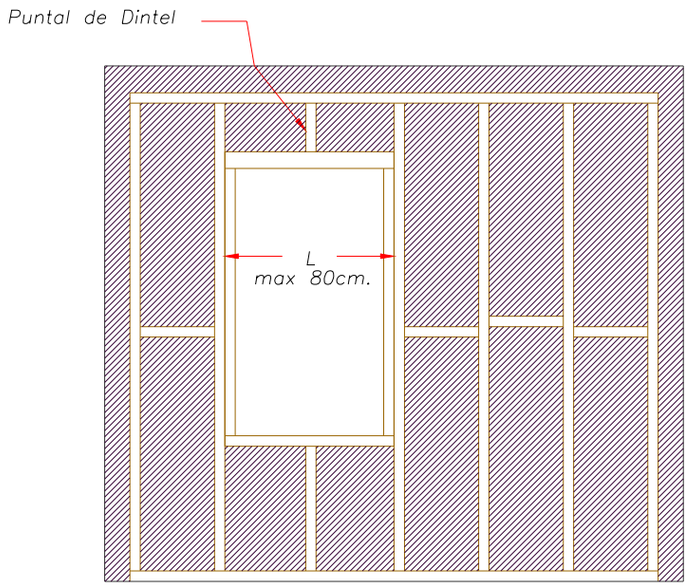


Figura 2.9. Puntal de Dintel. En tabiques soportantes es utilizable en vanos con una luz no superior a 80cm. En tabiques auto-soportantes puede ser usado hasta en vanos de 1.2m.

2.1.2.2.- Componentes Secundarios

Son aquellos que permiten anclar y fijar los tabiques tanto inferior como superiormente, se diferencian de los componentes principales es que estos son incorporados a la estructura en la fase de montaje o alzado de los tabiques.

2.1.2.2.1.- Solera De Montaje

Corresponde a una pieza horizontal de igual escuadría a la solera inferior ubicada bajo esta. Se específica cuando la plataforma es de hormigón o madera se le incorpora una sobrecosa de hormigón liviano de 40 a 50mm de espesor.

2.1.2.2.2.- Solera De Amarre

Corresponde a una pieza horizontal de igual escuadría a la solera superior ubicada sobre esta, cumple la función de amarre de la solera superior se ejecuta por medio de uniones clavadas alternadamente cada 15 cm.

2.1.2.2.3.- Cornijal

Pieza de sección cuadrada que se utiliza eventualmente en encuentros de tabiques de tipo esquina las caras de estos elementos deben ser de igual ancho de piezas primarias y secundarias

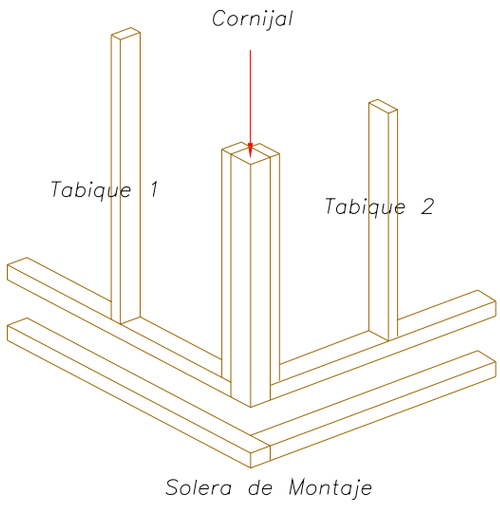


Figura 2.10. Cornijal para encuentro de esquina. Solera de Montaje que se ancla a la plataforma sobre la cual se alzara el tabique.

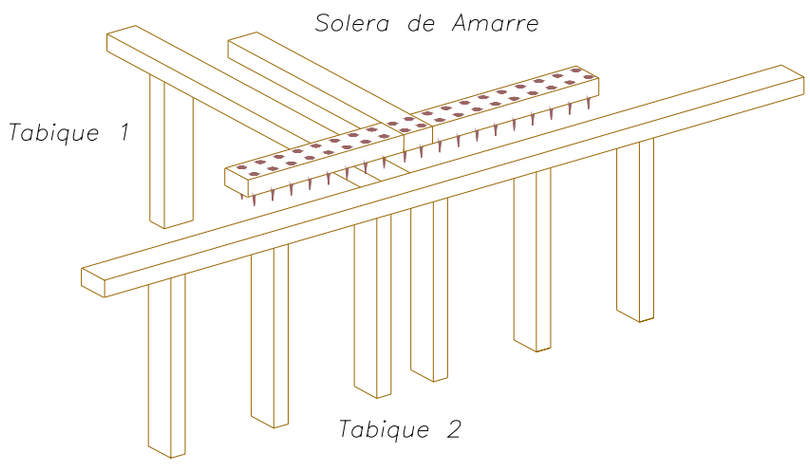


Figura 2.11. Solera de Amarre o sobresolera que une un muro perimetral con un tabique interior.

2.1.2.3.- Componentes Estructurales De Los Tabiques

Los tabiques soportantes son los principales elementos de la estructura resistente de la vivienda, estos son los encargados de transmitir las cargas estáticas y dinámicas que afectan ala edificación.

Por tal razón, debe realizarse una cuantificación del tipo y magnitud de las solicitaciones permanentes y eventuales, de modo que una vez en servicio, los tabiques soporten y cumplan con la función para la cual fueron diseñados.

Debido a esto es fundamental el uso de ciertos componentes tales como arriostramientos, ya que sin ellos no presentarían resistencia a la tracción o a la deformación lateral, producto de la acción de cargas dinámicas.

La mayor parte de las veces esto se soluciona colocando diagonales de distinta o igual escuadría de el resto de los componentes del tabique, otra posibilidad es el uso de tensores o arriostramientos del tipo perfiles de acero. Las alternativas de solución son:

2.1.2.3.1.- Diagonal Estructural

Pieza de madera.de escuadría igual al resto de los componentes del tabique colocada en forma diagonal con una ángulo de 45º+-15º y en corte a media madera, con respecto a los pie derechos que componen el elemento se debe considerar que por cada diagonal puesto en una dirección, debe existir otro contrapuesto en el mismo plano.

La gran desventaja de ocupar esta alternativa radica en la necesidad de incorporar al tabique mas cadenetas esto es para evitar el pandeo lateral de la pieza diagonal estructural ante esfuerzos horizontales.

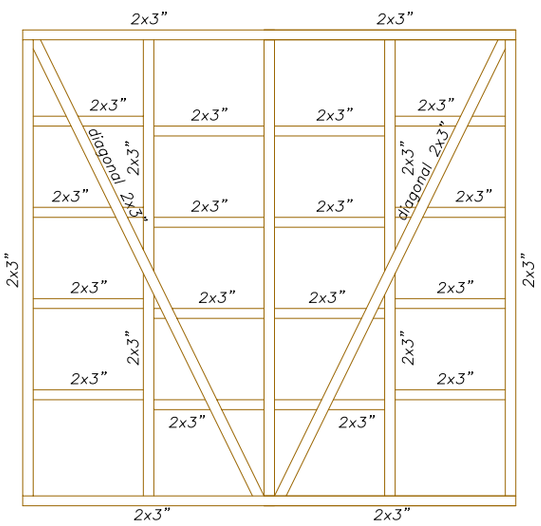


Figura 2.12. Muro arriostrado con un diagonal estructural de igual escuadría que las piezas principales.

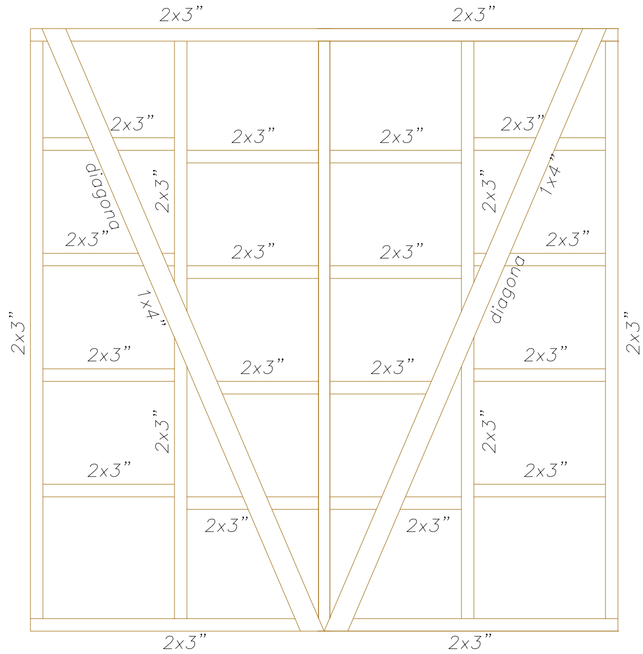


Figura 2.13. Muro arriostrado con unos diagonales estructurales utilizando tabla encatrada a las piezas principales.

2.1.2.3.2.- Tensores O Zunchos Metálicos En Perfil De Acero Plano

Consiste en colocar barras de acero plana de 20 a 50mm de ancho con 2 a 3mm de espesor dispuesto en un ángulo similar al diagonal de madera.
También se debe considerar tensores contrapuestos en el mismo plano tal como el caso anterior. Otro punto a considerar se debe considerar un rebaje en la madera para incorpóralo al espesor final del tabique en obra gruesa.

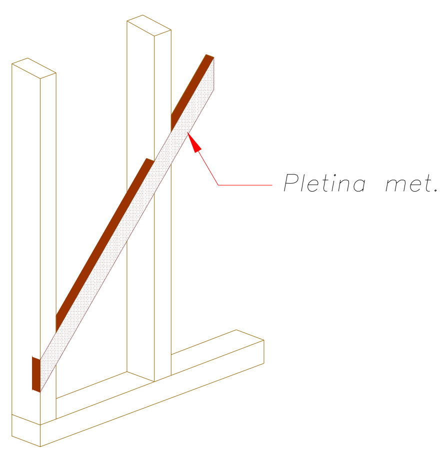


Figura 2.14. Muro arriostrado con unos diagonales estructurales utilizando pletina metálica.

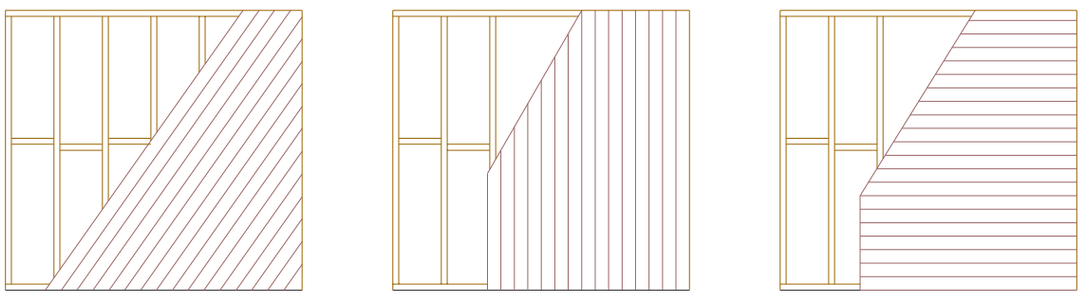
2.1.2.3.3.- Revestimientos En Perfiles De Madera

Otra alternativa de estructuración que cumple una doble función:

- Función como revestimiento definitivo
- Función como arriostramiento

El uso de molduras de madera machihembrada o tinglado ya sea clavad o atornillada a la estructura del tabique, las cuales pueden estar distribuidas en forma diagonal, horizontal o vertical.

Figura 2.15. (a) Revestimiento de molduras dispuesto en forma diagonal; (b) Revestimiento de molduras dispuesto en forma vertical; (c) Revestimiento de molduras dispuesto en forma horizontal. Pudiendo ser machihembrado o tinglado, que además cumple la función de arriostrar ya sea los muros interiores como también los muros perimetrales de la vivienda..



CAPITULO III TABLERO ESTRUCTURAL

La utilización de diagonales estructurales y de tensores metalitos ha sido cada vez menor a raíz de la utilización tableros contraenchapados (terciados) y tableros de hebras orientadas (OSB, Oriented Strand Board), como el principal componente arriostrante de tabiques soportantes en estructuras de madera.

Algunas ventajas de la utilización en este tipo de tablero

- Mayor eficacia estructural
- Mayor rendimiento y economía en la fabricación
- Una vez armado, el muro no presenta piezas mecánicamente debilitadas por uniones de corte a media madera entre los pie derechos y la diagonal estructural
- Los muros arriostrados con este tipo de tableros han demostrado mejor comportamiento al sismo
- Al no utilizar diagonales estructurales, se requiere la incorporación de solo una fila central o intermedia de transversales cortafuego
- Se realiza un menor numero de corte de piezas y clavado de nudos por unidad de superficie
- Se logra una mayor eficiencia en la utilización de horas hombre durante la fabricación

El procedimiento de diseño de muros de corte

a) Identificar los muros resistentes en cada dirección (longitudinal y transversal). Solo considerar aquellos orientados paralelamente a la dirección que se este verificando.

b) Determinar las características del muro, tanto en el entramado, revestido y sus longitudes en cada dirección, solo considerar aquellos que cumplen las recomendaciones alto / largo y anclaje a la base y cobertura.

c) Leer la tabla referida al revestimiento de los muros la resistencia al corte por unidad de longitud. Multiplicar por la longitud total de los muros para determinar la fuerza cortante resistente total en cada dirección.

d) Determinar la fuerza cortante debido a las fuerzas sísmicas o al viento usando los reglamentos vigentes en la zona donde esta ubicada la edificación.

e) Verificar que la fuerza cortante que resisten en los muros en cada dirección sea mayor o igual a la requerida por sismo o por viento.

3.1.- CRITERIOS DE DISEÑO EN MUROS DE CORTE

Se consideran únicamente las fuerzas cortantes en un plano del muro, entendiéndose que sus componentes (pie derechos o soleras) deben haberse diseñados para resistir adecuadamente las cargas verticales así como las cargas de flexión y la combinación de ambas.

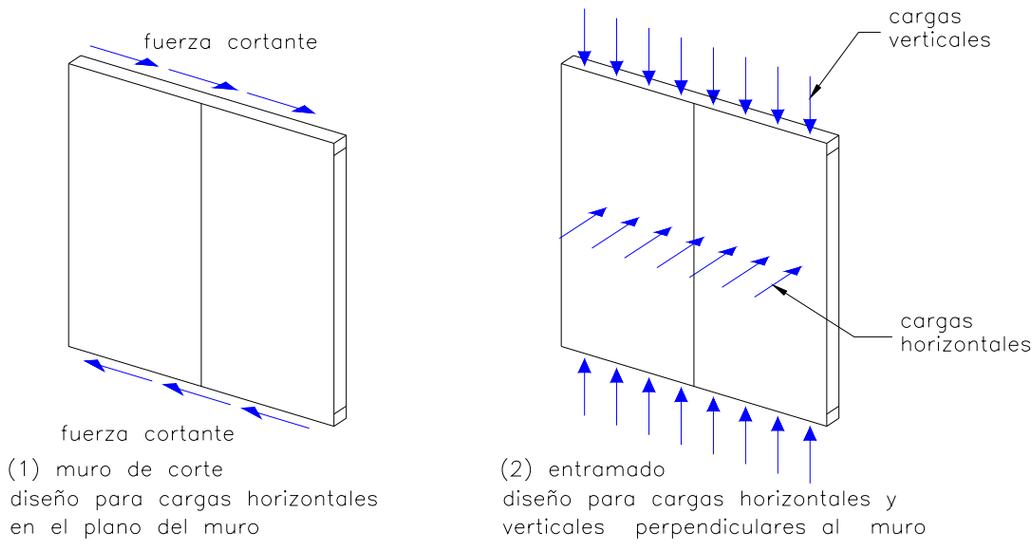


Figura 3.1. Diseño de muros y entramados

3.1.1.- Requisitos De Resistencia Y Rigidez

El conjunto de diafragmas y muros de corte debe diseñarse para resistir el100% de las cargas laterales aplicadas, tales como acciones de viento o sismo y excepcionalmente empujes de suelos o de materiales almacenados.

Los diafragmas y muros de corte deben ser suficientemente rígidos para:

- Limitar los desplazamientos laterales evitando daños a otros elementos, especialmente elementos no estructurales con una relación de rigidez a resistencia relativamente alta (elementos frágiles).
- Reducir la amplitud de las vibraciones en muros y pisos aceptables.

- Proporcionar arriostramiento a otros elementos para impedir su pandeo lateral o lateral torsional.

En las conexiones las uniones de los diafragmas (techos y muros), tanto entre si como en otros elementos, deben ser adecuadas para transmitir y resistir las fuerzas cortantes de sismo y viento. Específicamente en anclajes de los muros de corte a la cimentación, entrepisos y cobertura.

Cada muro independiente debe estar conectado a la cimentación por lo menos en dos puntos y la separación entre ellas no debe ser mayor de 2 metros.

Para el caso de la esbeltez la relación de altura a la longitud sea mayor que dos no deben considerarse como resistentes.

Las aberturas de puertas y ventanas reducen sustancialmente la rigidez y resistencia de los muros de corte por lo que deben reforzarse con elementos adicionales en todo el perímetro.

En deformaciones admisibles siempre que sean condiciones normales de servicio, como el caso de sobrecargas de viento habitual o de sismos pequeños, debe verificarse que las deformaciones de los muros no excedan de un límite que permita el funcionamiento adecuado de la edificación, sobre todo en lo referente al bloqueo de puertas o deterioro de ventanas, esta tarea se facilita al incluir en las tablas el valor de la rigidez por metro lineal de muro, calculada para una deformación relativa de h/1200 (para un muro de 2.4 m de altura, esta sería de 2 mm.). La rigidez tangente o inicial será mayor aunque su uso puede conducir a una subestimación de las deformaciones reales. Dependerá del criterio del proyectista cual es la máxima deformación que considera tolerable bajo estas condiciones y valerse de la información de rigidez proporcionada para evaluar la deformación actuante. La evaluación de las cargas de servicio deberá también ser efectuada por el diseñador o hacer uso de las especificaciones que al respecto contengan los códigos de diseño y construcción aplicables en la localidad de la obra.

Cada muro de corte por separado debe ser capaz de resistir la carga lateral proporcional correspondiente la a generada por la mas a que se apoya sobre el.

La fuerza cortante aplicada puede deberse a la acción del viento o sismo y se determina a partir de lo que especifican los reglamentos locales de diseño o

construcción para ambos tipos de cargas. Esta determinación puede hacerse mediante procedimientos mas elaborados que los especificados en los reglamentos.

Cuando no se dispone de información reglamentaria para la determinación de fuerzas cortantes se podría utilizar el procedimiento simplificado que se presenta a continuación.

3.1.2.- Verificación De La Capacidad De Muros Para Carga Lateral

Cabe mencionar que las recomendaciones de este capitulo son aplicables para estructuras simples de uno u dos piso, que resisten las cargas laterales por medio de muros de corte.

Estos muros deben estar dispuestos en dos direcciones ortogonales con espaciamientos menores de 4m en cada dirección. La distribución de estos elementos debe ser más o menos uniforme, con rigidez aproximadamente proporcionales a sus áreas de influencia.

Para los casos en que el espaciamiento sea mayor que 4m o la flexibilidad en la planta de los pisos, techos o coberturas sea tal que no garantice un comportamiento conjunto de los muros resistentes, las recomendaciones y procedimientos que se presentan a continuación no son aplicables, de lo contrario debe hacerse un análisis detallado de la distribución de la fuerza cortante considerando la flexibilidad de los diafragmas horizontales.

La verificación de que se dispone de la cantidad de muros requerida debe hacerse para ambas direcciones de la edificación, longitud y transversal.
Se requiere satisfacer la siguiente condición, en cada dirección

$$V_{resistente} > V_{actuante}$$

Donde

$V_{resistente}$:Fuerza cortante total de todos aquellos muros considerados como resistentes en una dirección

$V_{actuante}$:Fuerza cortante total actuante para el piso y la dirección considerada

La fuerza cortante puede deberse a la acción del sismo o viento y se calcula a partir de lo que especifican los reglamentos locales de diseño o construcción para ambas cargas.

3.1.3.- Determinación De La Fuerza Cortante Resistente

En las tablas 3.1 a 3.8 se detallan algunas tablas las cuales contienen las fuerzas cortantes resistente para diversos tipos de muros o paneles con entramados de madera y distintos revestimientos todos aquellos colocados por un solo lado del muro. Si el revestimiento es colocado por amos lados de los muros, se debe sumar las resistencias o cargas admisibles correspondientes.

Las tablas varían de acuerdo al tipo de entramado así como la forma de sujeción de los revestimientos del mismo, de modo que la resistencia o carga admisible que se presenta en la ultima columna varia de acuerdo a dichas condiciones, la penúltima columna aparecen valores para la rigidez de cada tipo de panel. Esta información permite determinar las deformaciones que experimenta un muro determinado en función de la fuerza cortante que actúa sobre el. Asimismo pude utilizarse para el caso de una distribución de fuerzas actuantes en una edificación proporcionalmente a las rigideces de los diferentes muros. Esta puede ser necesaria cuando los muros de una misma edificación tienen distintos revestimientos.

La resistencia total de una edificación se puede determinar sumando cada uno de los muros que se consideran hábiles para soportar las fuerzas cortantes, es decir descontando los vanos de puertas y ventanas, y eliminando de los resistentes aquellos muros muy esbeltos cuya relación altura largo sea mayor que dos. Tampoco deben considerarse como resistentes aquellos muros que no están adecuadamente unidos a las estructuras del techo.

$$V_{resistente} = \Sigma \text{ Resistencia de cada uno}$$

La resistencia de cada uno se calcula multiplicando la longitud del muro por su carga admisible o resistencia por unidad de longitud.

.

$$\text{Resistencia por muro} = \text{longitud} \times \text{resistencia unitaria}$$

Donde la resistencia unitaria se encuentra en las tablas 3.1 a la 3.8

Tabla 3.1. Listonería de madera revestida con mortero yeso-cemento razón 3:1 de 15mm de espesor fabricado en dos capas.

ENTRAMADO		REVESTIMIENTO	CLAVOS	RIGIDEZ	CARGA ADMISIBLE
Tipo	s.cm		mm	kg/cm/m	kg/m
1	60	Listones de 10 x 20 mm espaciados a 10mm	37 (1 1/2")	600	220
1	60	Listones de 10 x 20 mm espaciados a 6mm	37 (1 1/2")	600	350
5	60 c/arriost. en V	Listones de 10 x 20 mm espaciados a 6mm	37 (1 1/2")	1,05	370

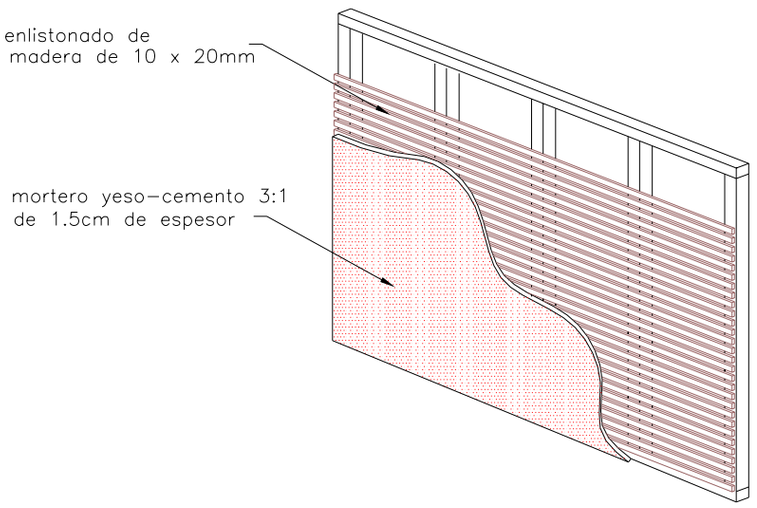


Figura 3.2. Panel de listones de 10 x 20mm con revestimiento de yeso-cemento 3:1

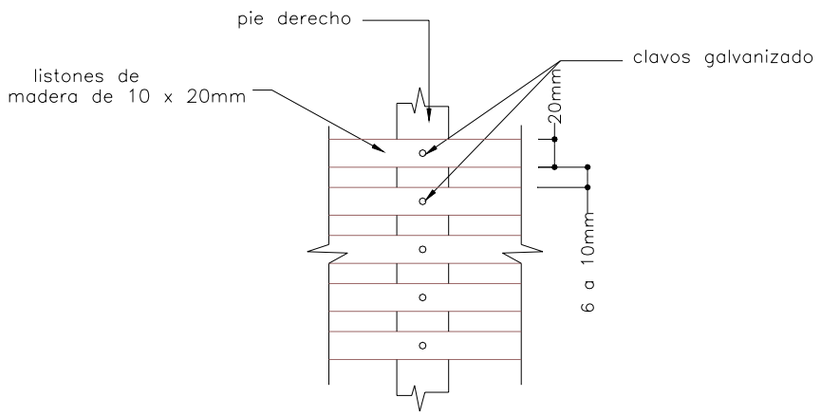


Figura 3.3. Detalle de fijaciones de pie derecho a los listones.

Tabla 3.2. Listonería de madera revestida con mortero yeso-cemento razón 3:1 de 15mm de espesor fabricado en dos capas.

ENTRAMADO		REVESTIMIENTO		RIGIDEZ	CARGA
Tipo	**s.cm**	Base	Revoque	**kg/cm/m**	**ADMISIBLE kg/m**
2	40	Bambú abierto	Mortero cemento-yeso 1:3	800	240
4	40 c/arriost. en V	Bambú abierto	Mortero cemento-yeso 1:3	525	300
4	40 c/arriost. en V	Carrizo abierto Diámetro =2cm	Barro	575	330

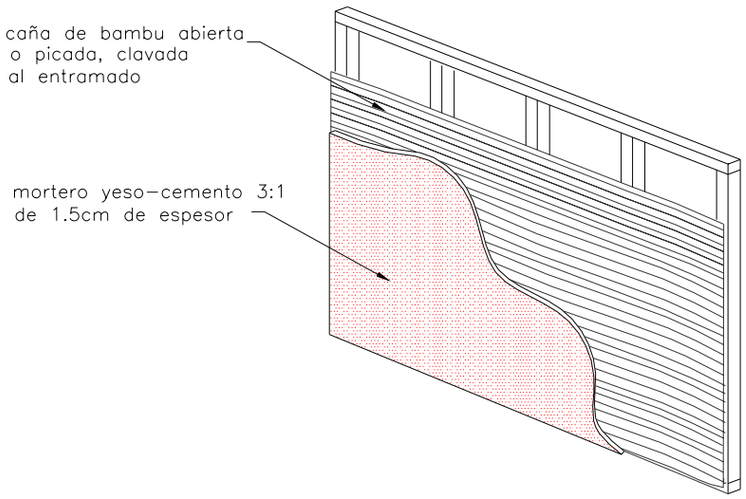


Figura 3.4. Panel de caña de bambú clavada al entramado con revestimiento de yeso-cemento 3:1

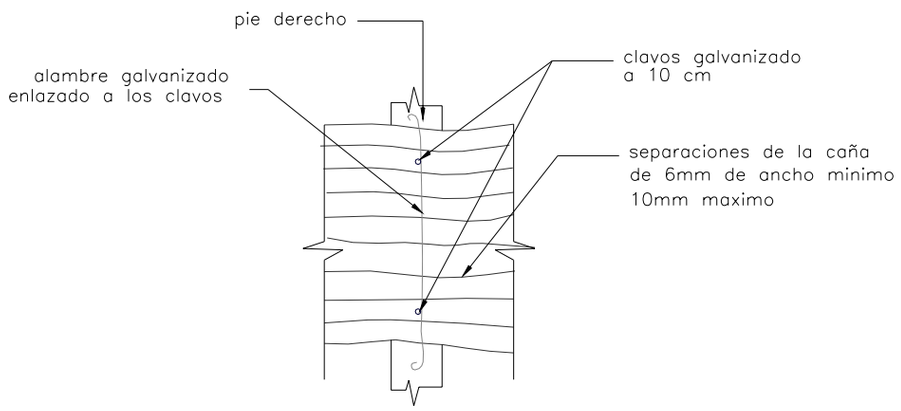


Figura 3.5. Detalle de fijaciones de pie derecho a la caña de bambú.

Tabla 3.3. Estera clavada al entramado revestida con 1.5cm de barro.

ENTRAMADO		RIGIDEZ	CARGA
Tipo	**s.cm**	**kg/cm/m**	**ADMISIBLE kg/m**
4	40 con riostra en V	485	225

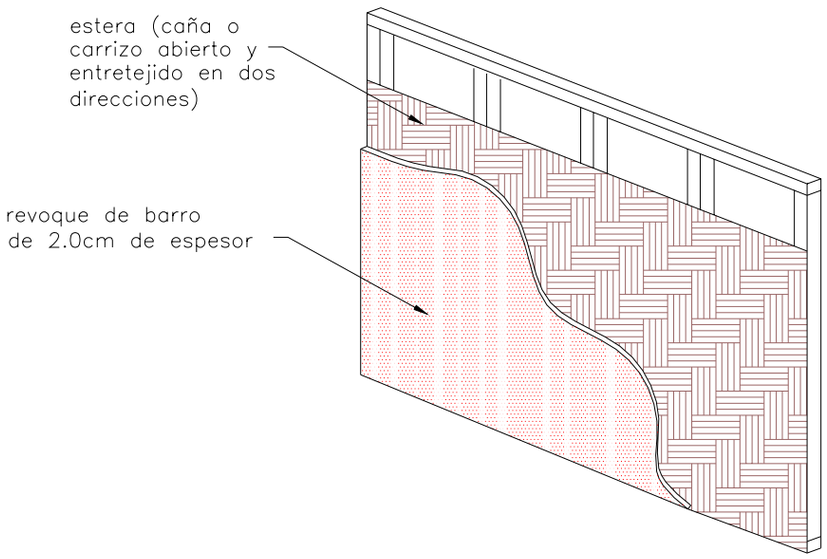


Figura 3.6. Panel de estera entretejido en ambas direcciones.

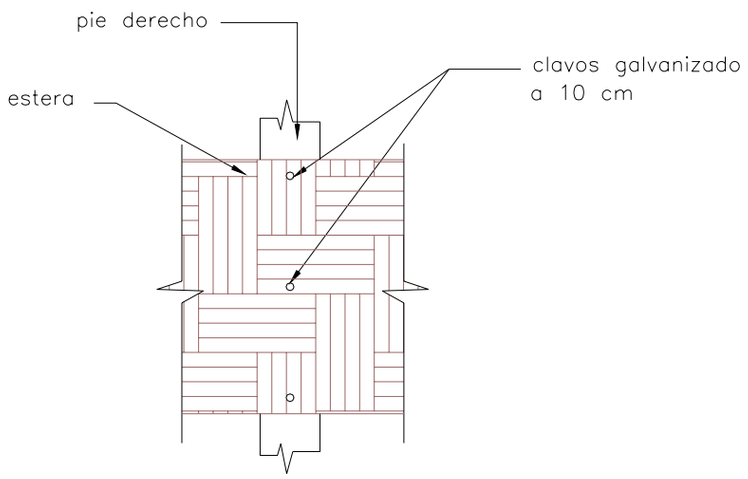


Figura 3.7. Detalle de fijaciones de pie derecho a la estera.

Tabla 3.4. Tableros de madera contra chapada y aglomerada.

ENTRAMADO		REVESTIMIENTO	ESPESOR		CLAVOS	RIGIDEZ	CARGA ADMISIBLE
Tipo	s.cm		mm	Long. (mm)	espaciamiento s,cm	kg/cm/m	kg/m
1	60	madera contra chapada	6	37 (1 1/2")	10	550	265
1	60	madera contra chapada	6	37 (1 1/2")	5	550	460
1	60	madera contra chapada	9	51 (2")	12,5	775	305
1	60	aglomerado de bagazo de caña	6	37 (1 1/2")	10	900	380
1	60	aglomerado de bagazo de caña	10	51 (2")	12,5	850	465
1	60	aglomerado de astillas de madera con cemento	8	51 (2")	12,5	850	465

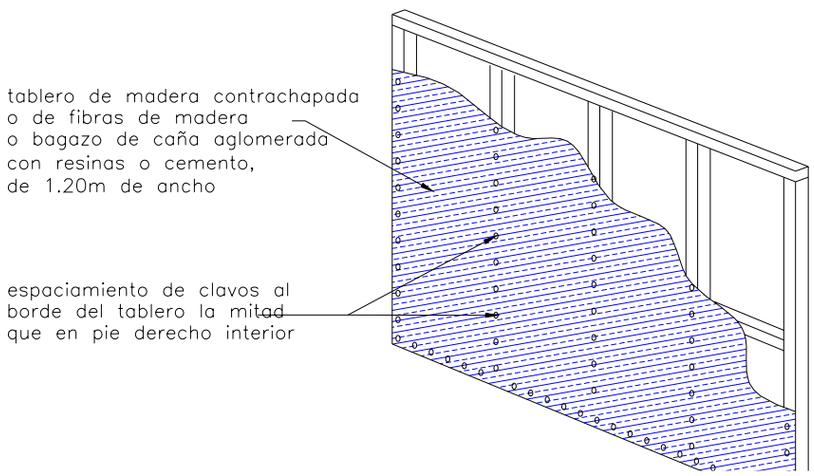


Figura 3.8. Panel revestido con madera contra chapada o de fibra de madera.

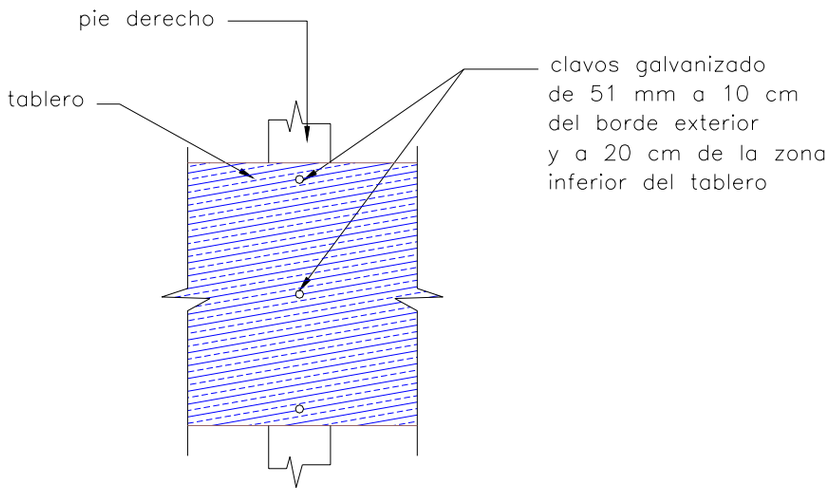


Figura 3.8. Detalle de fijaciones de pie derecho al tablero contra enchapado.

Tabla 3.5. Malla de metal expandido de 1.2 kg/m^2 revestida con mortero de cemento-arena (1:5) de 10mm de espesor fabricado en dos capas.

ENTRAMADO		RIGIDEZ	CARGA
Tipo	**s.cm**	**kg/cm/m**	**ADMISIBLE kg/m**
1	60	450	100
2	40	700	145
3	40	600	145

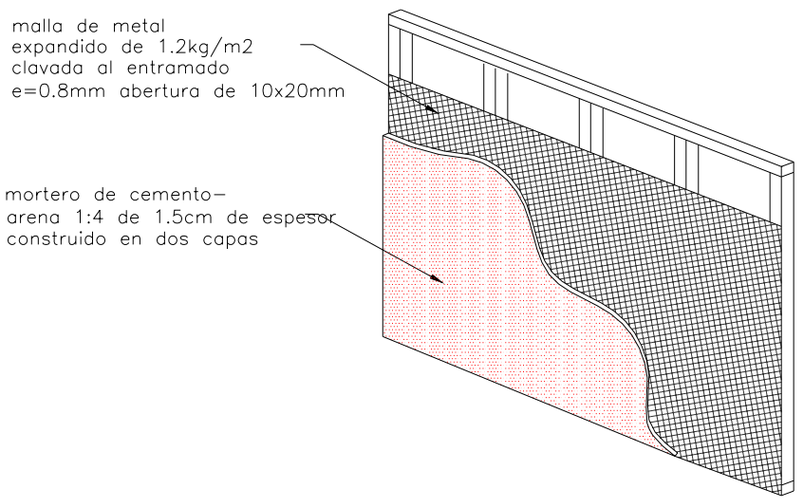


Figura 3.9. Panel de malla metálica revestido con cemento-arena 1:4 por ambos lados del tablero

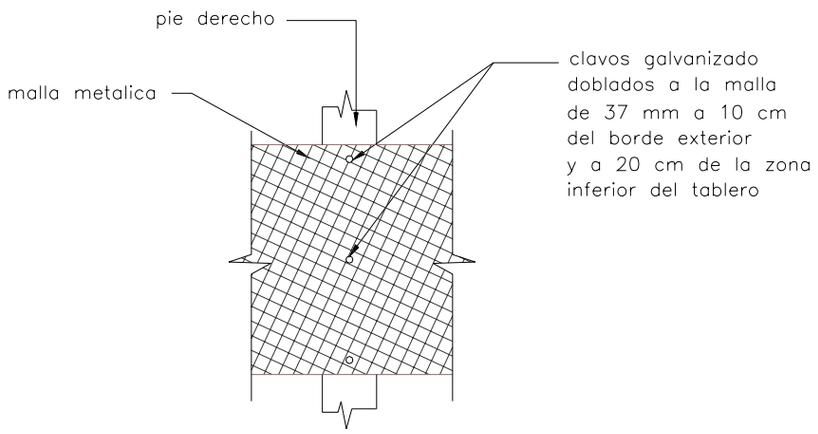


Figura 3.10. Detalle de fijaciones de pie derecho a la malla metálica.

Tabla 3.6. Planchas de lana de madera aglomerada con cemento encajada en el entramado revestida con 1.0cm de mortero de cemento-arena 1:4.

.

ENTRAMADO		ESPESOR DE PLANCHA mm.	RIGIDEZ kg/cm/m	CARGA ADMISIBLE kg/m
Tipo	s.cm			
1	60	50	1.300	700
1	40	25	1.375	545

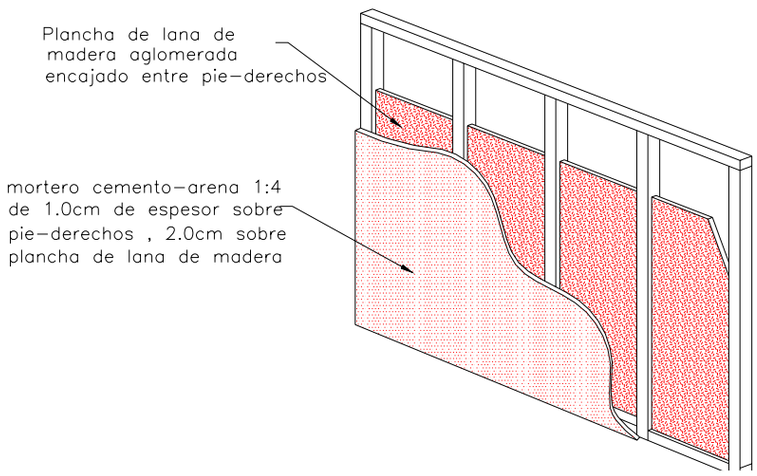


Figura 3.11. Panel revestido con cemento-arena 1:4 por ambos lados del tablero, entre pie-derechos planchas de lana de madera aglomerada.

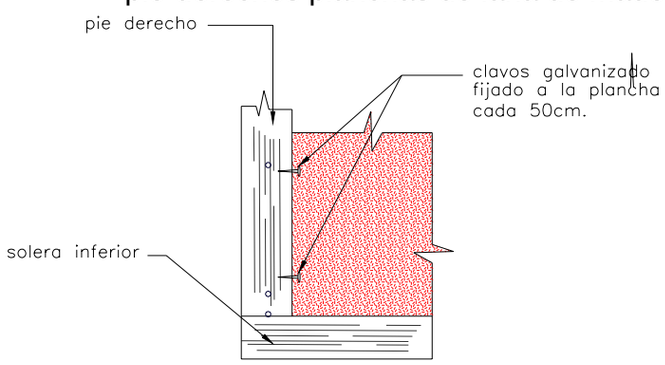


Figura 3.12. Detalle de fijaciones de pie derecho a la lana de madera aglomerada.

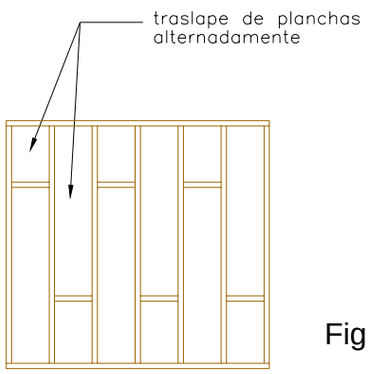


Figura 3.13. Traslape de cadenetado para la colocación de la lana de madera.

Tabla 3.7. Entablado sin machihembrar.

ENTRAMADO		DIMENSION DE	CLAVOS POR	RIGIDEZ	CARGA
Tipo	s.cm	TABLAS cm.	TABLA	kg/cm/m	ADMISIBLE kg/m
2	40	2 x 19	2 de 63mm.	120	70
1	60	2 x 19	2 de 63mm.	80	47
2	60	2 x 19	3 de 63mm.	120	70
2	60	2 x 19	4 de 63mm.	168	98
2	60	2 x 19	2 de 75mm.	196	91
2	60	2 x 19	2 de 88mm.	180	105
2	60	1 x 14	2 de 63mm.	84	49
2	60	1,5 x 19	2 de 63mm.	96	56
4	40c/riostra en V	2 x 19	2 de 63mm.	308	180

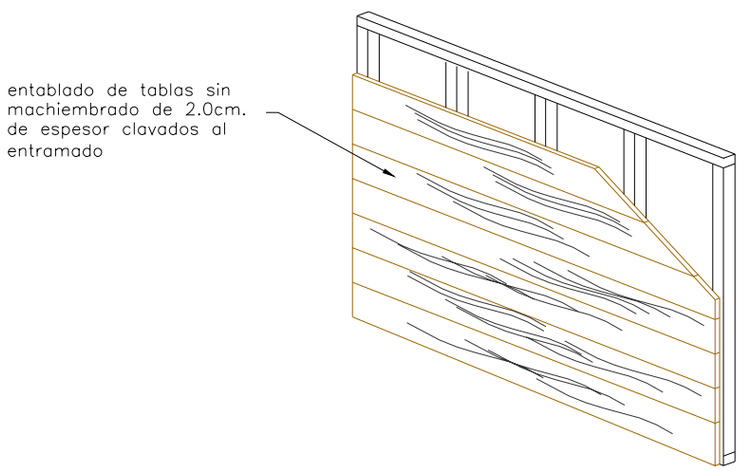


Figura 3.14. Panel revestido con tablas sin machihembrado.

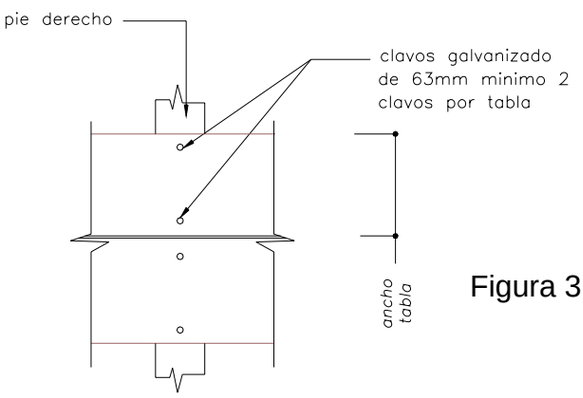
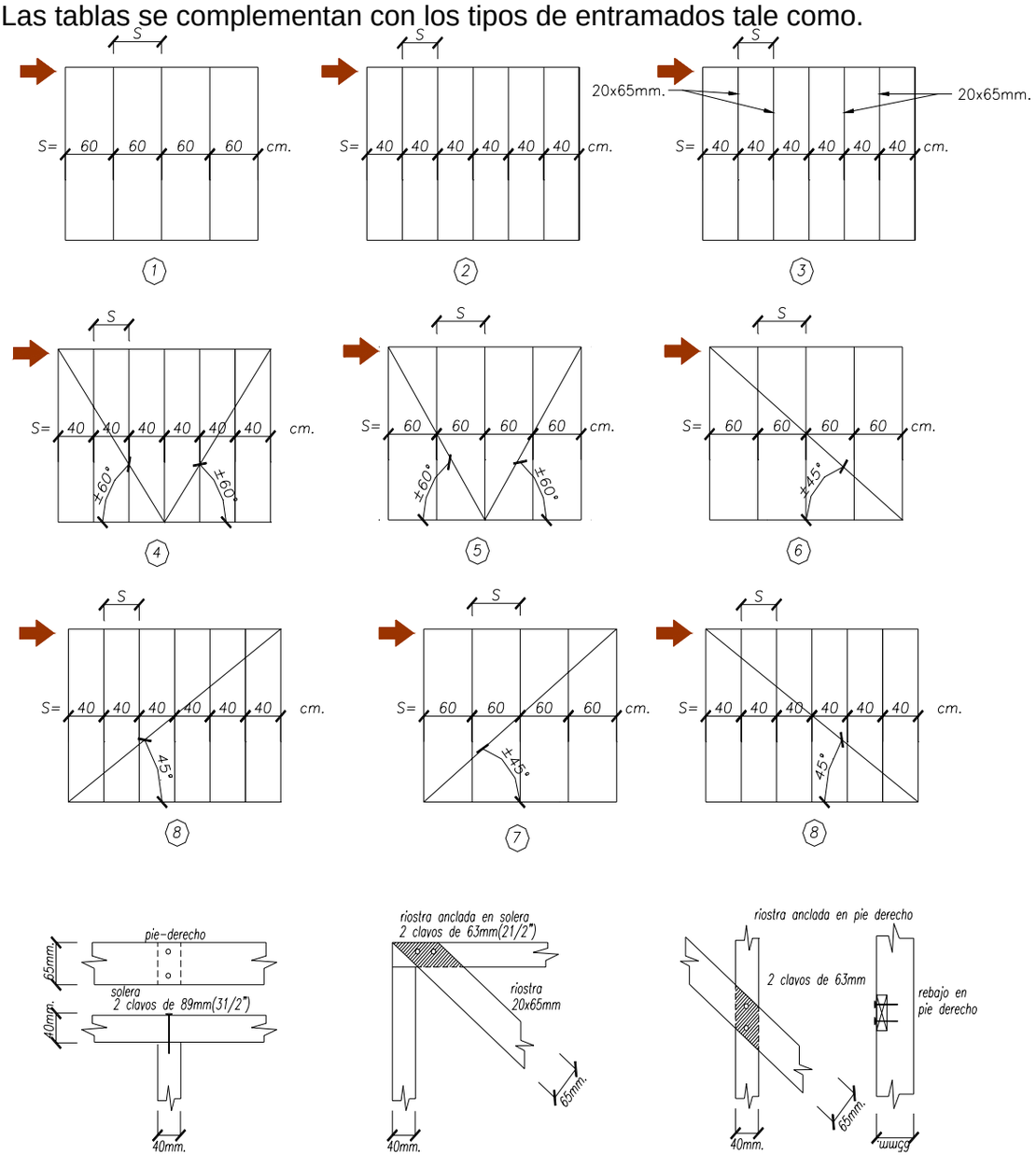


Figura 3.15. Detalle de fijación al pie derecho.

Tabla 3.8. Entramados de revestimiento con distintos tipos de riostras y espaciamientos de los pie-derechos.

ENTRAMADO		RIGIDEZ	CARGA
Tipo	**s.cm**	**kg/cm/m**	**ADMISIBLE kg/m**
4	40 con riostras en V	200	96
5	60 con riostras en V	300	64
6	60 con riostras a 45º (comp.)	175	90
8	40 con riostras a 45º (comp.)	375	170
7	60 con riostras a 45º (trac.)	185	90
9	40 con riostras a 45º (trac.)	185	97

Las tablas se complementan con los tipos de entramados tale como.



UNIONES TIPICAS

Todos los pie derechos y soleras de 40x65 excepto donde se indican riostras de 20x65mm

Las tablas de resistencia por unidad de longitud tablas de 3.1 a 3.8 para muros con distintos tipos de revestimientos se basan en ensayos de laboratorio. La resistencia unitaria que se consigna en cada una de estas tablas ha sido obtenida dividiendo el valor de la carga máxima del promedio de los ensayos por un factor de carga de 1.5 y multiplicada por un factor de reducción de resistencia de 0.7

El comportamiento bajo cargas laterales de muros de corte o su mecanismo varia con respecto del tipo de revestimiento. Los muros entramados cuyo revestimiento es de enlucidos y revoques colocados sobre bases clavadas al muro se comportan como una sola unidad al ser sometidos a carga lateral, es decir como si fuera un tablero de toda una sola dimensión del muro. La resistencia a la fuerza cortante es provista por los clavos que sujetan a al base al entramado en la forma como se indica en la figura 3.16, al ser sometidos a ensayos destructivos por lo general fallan por rotura en el diagonal del material de revoque

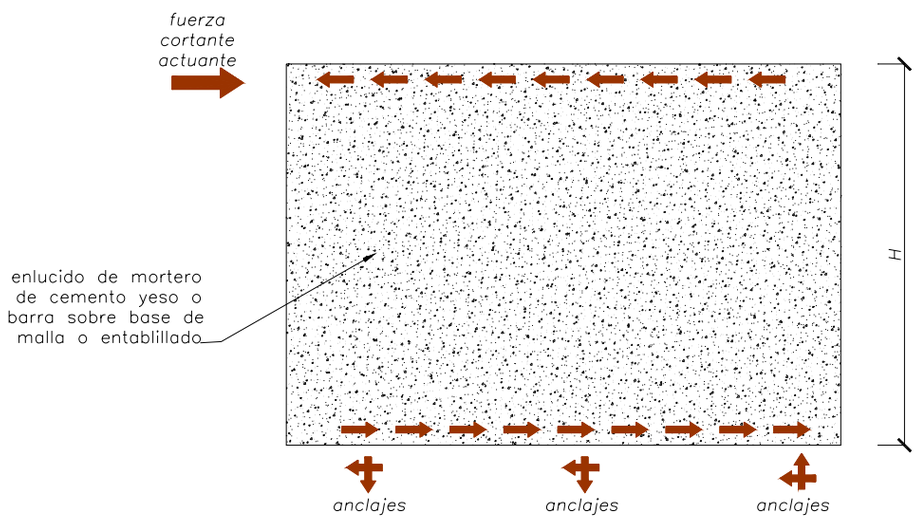


Figura 3.16. Comportamiento bajo carga lateral de un muro revestido con entablillado de madera o caña, malla metálica o similar enlucido con mortero.

Los muros entramados construidos con madera contra chapadas, tableros de partículas, o materiales similares resisten las fuerzas cortantes a través del revestimiento. Al cargar el panel con una fuerza cortante en la parte superior, los tableros por su gran rigidez, restringen la deformación del entramado en el plano del muro, sujetándolo a través de los clavos que lo unen al mismo. Las fuerzas resistentes de cada clavo se distribuyen, los pie derechos y soleras sirven de elementos de

conexión con otros muros similares u otras partes de la estructura y evitan el pandeo lateral del revestimiento. Como las fuerzas son siempre aplicadas a través del entramado, la resistencia y rigidez de estos paneles depende, para un mismo tablero de los elementos de unión tales como clavos, entre el entramado y el revestimiento. Generalmente son estos últimos los que limitan las cargas admisibles. Agregando mas clavos se consiguen mejoras en las características de resistencia y rigidez.

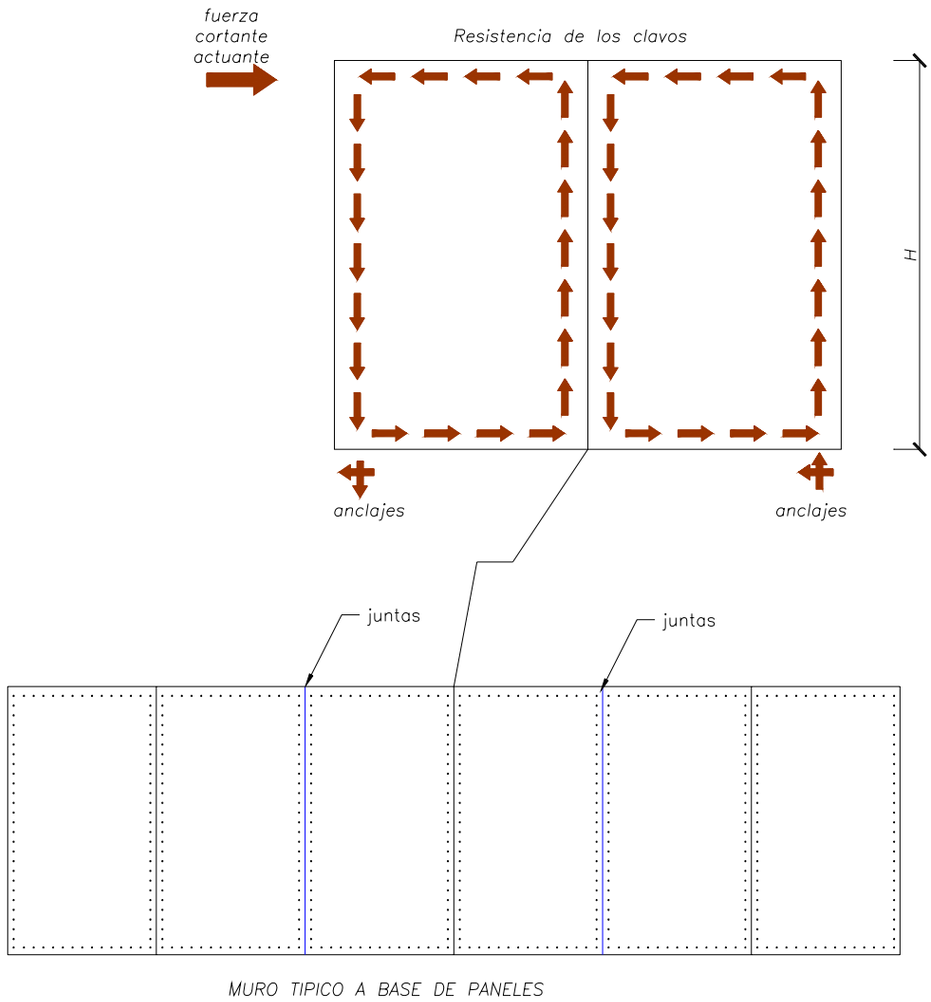


Figura 3.17. Comportamiento bajo carga lateral de un muro revestido con tableros de contra enchapado o aglomerado.

Para el caso de muros con entablado horizontal o vertical son por lo general poco económicos e ineficientes desde el punto de vista estructural ya que su resistencia y rigidez dependen de los momentos que se generan en los grupos de clavos que unen cada tabla a los pie derechos.

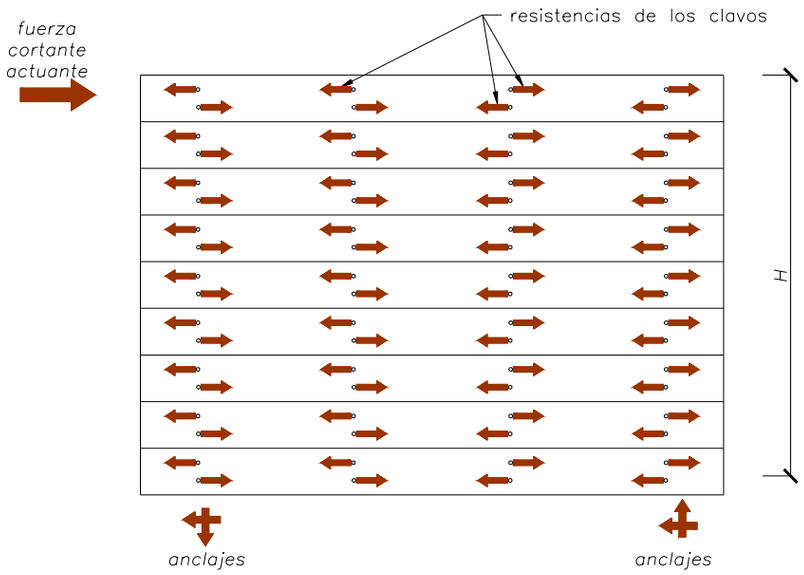


Figura 3.18. Comportamiento bajo carga lateral de un muro revestido con entablado.

Los muros con riostras (diagonales) resisten las fuerzas cortantes a través del triangulo que se forma entre estas y las soleras. Sin embargo la capacidad máxima de los diagonales esta limitada por la resistencia al pandeo (cuando el diagonal esta comprimido) y por la resistencia de los clavos extremos cuando el diagonal esta traccionada. La eficiencia de loas diagonales es inferior a la de revestimientos unidos al entramado, siendo preferible aprovechar la acción de conjunto que proveen estos revestimientos para resistir la carga lateral.

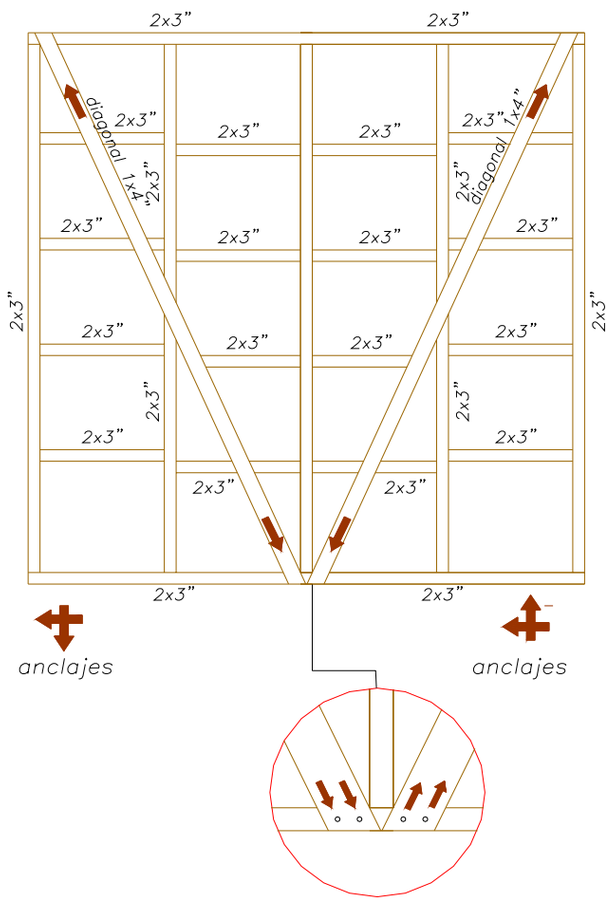


Figura 3.19. Comportamiento bajo carga lateral de muros entramados arriostrados.

3.1.4.- Determinación De La Fuerza Cortante Actuante

Esta se puede determinar aproximadamente la fuerza del viento según el siguiente procedimiento.

Las fuerzas se multiplican en cada dirección, los coeficientes de la tabla 3.9 por el área proyectada

$V_{\text{actuanate viento}}$ = Coeficiente Tabla 3.9 x área proyectada

El área proyectada es obtenida de la proyección de la edificación sobre un plano perpendicular a la dirección del viento ver figura 3.18

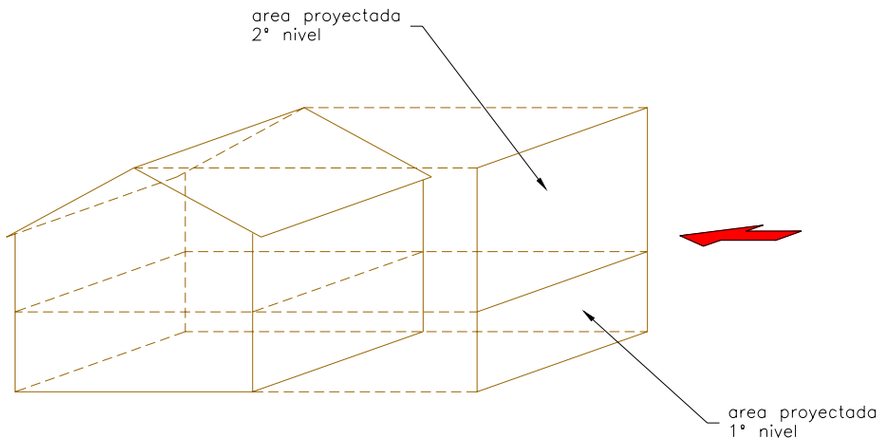


Figura 3.18. Área para el calculo de la fuerza cortante actuante en muros.

Tabla 3.9. Coeficientes para determinar la fuerza cortante actuante por viento.

1.	Estructura de un piso: 21.0 Kg. por m^2 de área proyectada
2.	Estructura de:
	• Segundo nivel :21.0 Kg. por m^2 de área proyectada correspondiente al segundo nivel
	• Primer Nivel :31Kg. por m^2 de área proyectada total

Estos coeficientes son aplicables a velocidades del viento no superiores a 75Km/hora.

Si la velocidad es de 100Km./hora multiplicar por 1.78

Si la velocidad es de 125Km./hora multiplicar por 2.78.

CAPÍTULO IV ENSAYO EN LABORATORIO

4.1.- PROCEDIMIENTO

Los paneles serán sometidos a una carga horizontal donde se medirá la deformación horizontal a cada incremento de carga, la deformación ocurrida en el vértice superior del muro en el sentido opuesto de la carga.

4.1.1.- Equipo Utilizado

Para la experiencia se utilizo una prensa hidráulica, Foto 4.1 además para que el tabique en cuestión sea ensayado se adapta un armazón como se muestra en la Foto 4.2

Foto 4.1. Prensa hidráulica utilizada

Foto 4.2. Armazón adaptado para el ensayo

4.1.2.- Paneles Fabricados

Para el ensayo se construyeron 8 paneles de los cuales:

4.1.2.1.- Paneles Con Diagonal Rígido

- Dos paneles 1.20cm. x 2.40cm, madera pino insigne seco bruto de escuadría 2” x 3” cadeneteado a 57.5cm. , con un diagonal de pino insigne bruto de escuadría 2” x 3”. Ver figura 4.1. para las uniones de los pie derechos y cadenetas se utilizaron clavos galvanizados de 4” fueron dos por cada unión

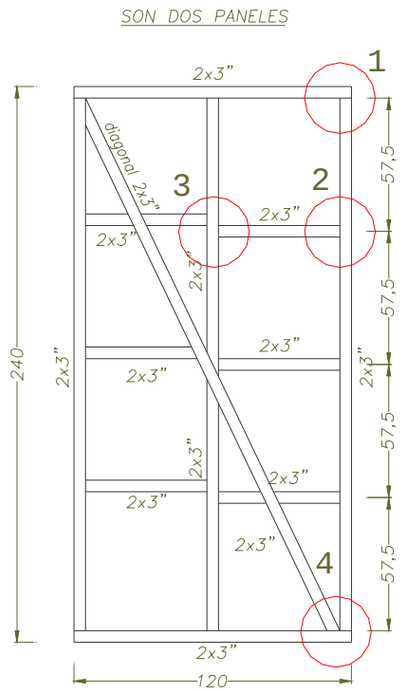


Figura 4.1. Panel 1.20m x 2.40m. con diagonal 2”x3”.

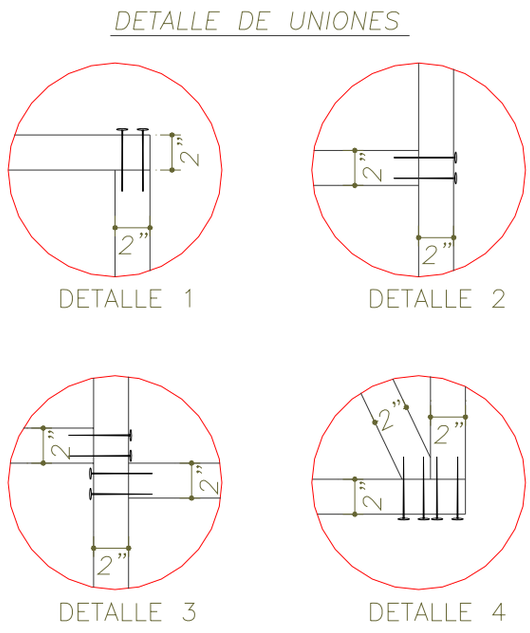


Figura 4.2. Detalle de uniones entre pie derechos y cadenetas

4.1.2.2.- Paneles con diagonal semirígido

- Dos paneles 1.20m. x 2.40m, madera pino insigne seco bruto de escuadría 2” x 3” cadeneteado a 57.5cm., con un diagonal de pino insigne bruto de escuadría 1” x 4”. Con uniones a media madera como se muestra en detalle ver figura 4.4. En los extremos se realizaron las mismas uniones que las ocupadas en los diagonales rígidos.

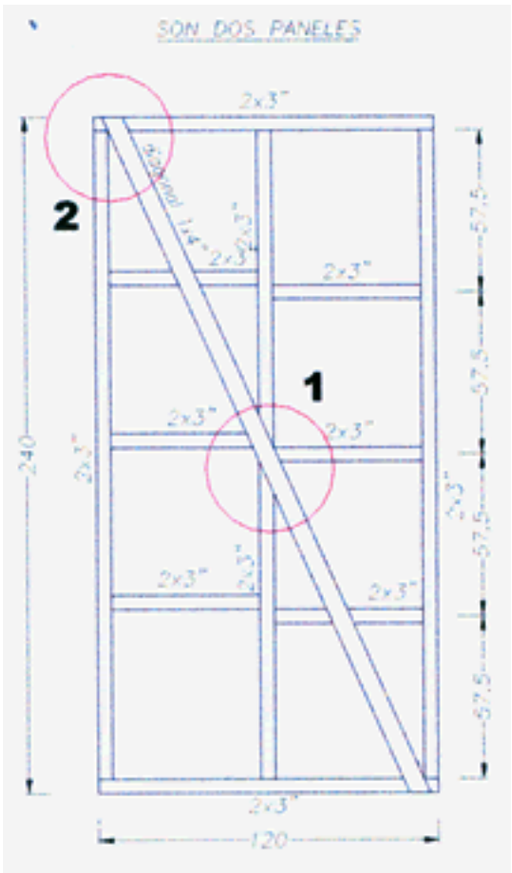


Figura 4.3. Panel 1.20m x 2.40m. con diagonal 1”x4”

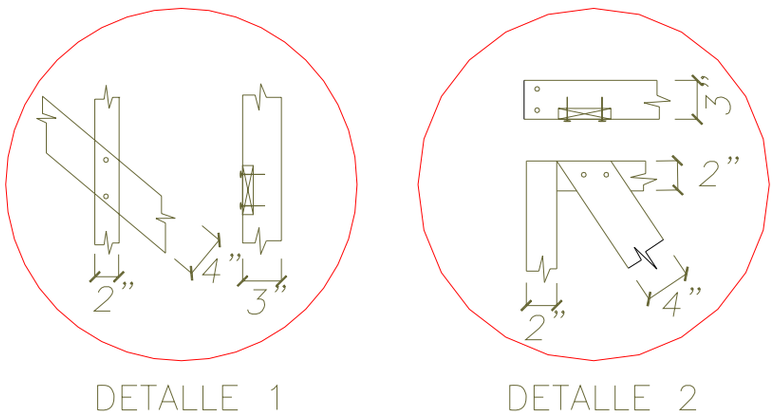


Figura 4.4. Detalle unión a media madera entre diagonal y pie derecho.

4.1.2.3.- Paneles Sin Diagonal Y Revestidos Con Osb (Oriented Strand Board)

- Dos paneles 1.20m. x 2.40m, madera pino insigne seco bruto de escuadría 2” x 3” cadeneteado a 57.5cm., sin diagonal y revestido por ambos lados por placa OSB, (Oriented Strand Board) de 9.5mm. de espesor, clavada con clavos galvanizados de 1” cada 30cm. Ver figura 4.5. Se mantiene las mismas uniones tanto en los pie derecho como en las cadenetas referidas a los paneles con diagonales.

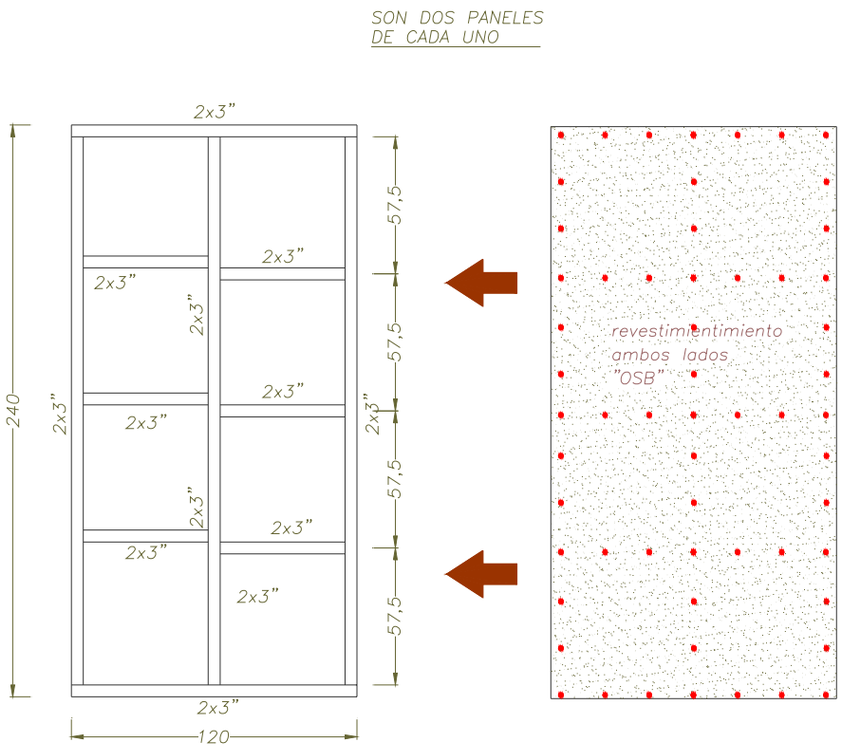


Figura 4.5. Panel 1.20m x 2.40m. sin diagonal y revestido por ambos lados con OSB.

4.1.2.4.- Paneles Sin Diagonal Y Revestidos Con Madera Contrachapada .

- Dos paneles 1.20 m. x 2.40 m, madera pino insigne seco bruto de escuadría 2” x 3” cadeneteado a 57.5cm., sin diagonal y revestido por ambos lados por madera contra chapada de 9.0mm. de espesor, clavada con clavos galvanizados de 1” cada 30cm. Ver figura 4.6. Se mantiene las mismas uniones tanto en los pie derecho como en las cadenetas referidas a los paneles con diagonales.

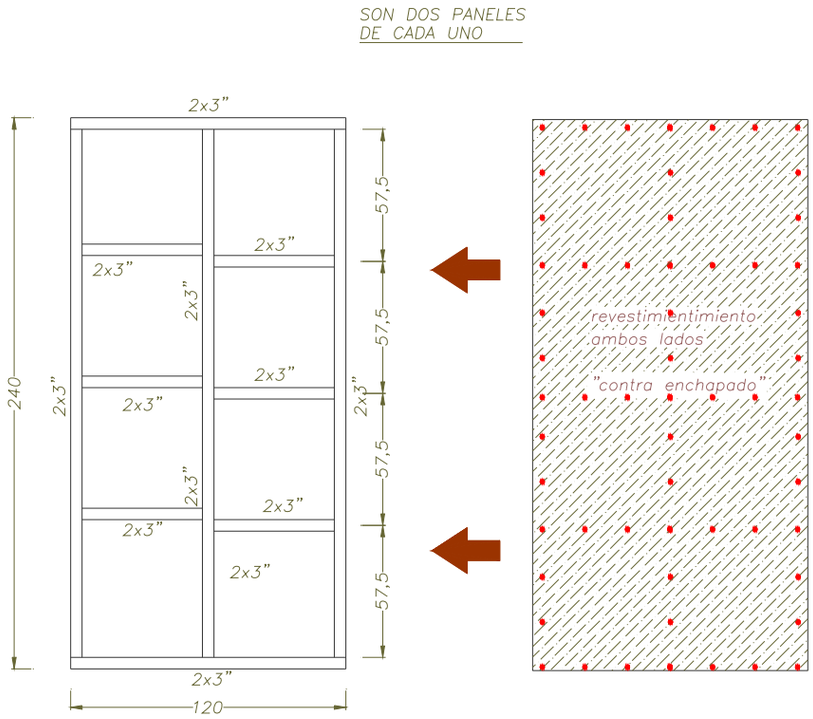


Figura 4.6. Panel 1.20m x 2.40m. sin diagonal y revestido por ambos lados con madera contrachapada.

4.2.-DATOS DE LOS ENSAYOS

Como ya se menciona todos los paneles fueron ensayados con una carga horizontal ver foto 4.3.

Foto 4.3. Ensayo panel con diagonal rígido

4.2.1.- Pasos Para El Registro De Datos.

Una vez que el panel se encuentra ubicado en el armazón y la prensa puesta en dial registrando cero se procede de la siguiente manera.

i. Se registra el valor de la cota (x).

ii. Se aplica la carga uniformemente y lentamente.

iii. Se registra el valor de la deformación (x) para cada cierto intervalo de carga según sea el panel.

iv. Se termina el ensayo hasta que el valor de la carga no aumente debido a la falla que se produzca en los paneles.

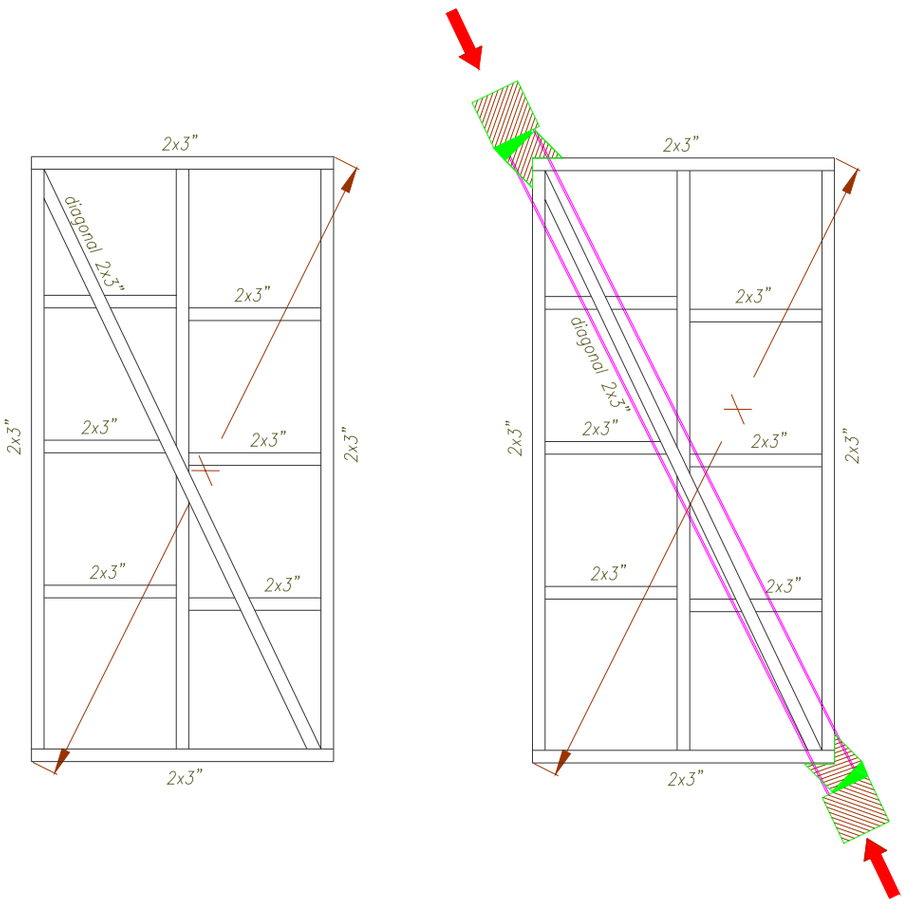


Figura 4.7.Esquema de la aplicación de la carga mediante la prensa hidráulica.

CAPÍTULO V ANALISIS DE RESULTADOS

Tomando en cuenta los resultados obtenidos del ensayo de paneles con diagonal, rígido (2”x3”) y semirígido (1”x4”), y los ensayos de paneles sin diagonal revestidos por ambos lados por OSB y madera contrachapada, se puede realizar una comparación de los siguientes casos:

- Uso de diagonal rígido y semirígido
- Uso de diagonal rígido y revestimiento OSB
- Uso de diagonal rígido y revestimiento madera contrachapada
- Uso de diagonal semirígido y revestimiento de OSB
- Uso de diagonal semirígido y revestimiento de madera contrachapada
- Uso de revestimiento OSB y revestimiento madera contrachapada

En todos estos casos, el análisis mediante gráficos obtenidos de carga versus deformación, para los 8 paneles involucrados en esta investigación.

5.1.- RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CADA UNO DE LOS PANELES.

Los datos registrados se tabularon en las siguientes tablas.

5.1.1.- Ensayo De Paneles Con Riostra (Diagonal) Rígido 2”X3”.

PANEL 1		PANEL 2		PROMEDIO	
CARGA Kgf.	DEFORMACION (m)	CARGA Kg.	DEFORMACION (m)	CARGA Kgf.	DEFORMACION (m)
-	-	-	-	-	-
833	0,002	833	0,003	833	0,003
1.667	0,004	1.667	0,006	1.667	0,005
2.333	0,005	2.333	0,010	2.333	0,008
3.000	0,007	3.000	0,010	3.000	0,009
3.333	0,010	3.333	0,011	3.333	0,011
3.600	0,012	4.000	0,016	3.800	0,014

Tabla 5.1. Registros del ensayo en panel con diagonal 2”x3”. Paneles 1 y 2.

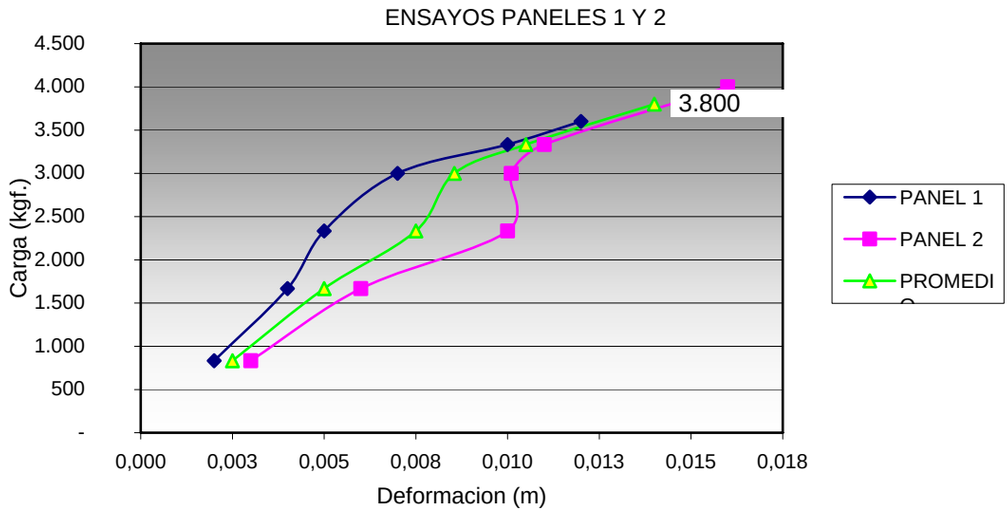


Grafico 5.1. grafico carga (kgf.) versus deformación (m) de ensayo de paneles 1 y 2

5.1.2.- Ensayo De Paneles Con Riostra (Diagonal) Semirígido 1”X4”

PANEL 3		PANEL 4		PROMEDIO	
CARGA Kgf.	DEFORMACION (m)	CARGA Kgf.	DEFORMACION (m)	CARGA Kgf.	DEFORMACION (m)
-	-	-	-	-	-
833	0,004	833	0,005	833	0,005
1.250	0,004	1.250	0,007	1.250	0,006
1.667	0,005	1.667	0,008	1.667	0,007
2.083	0,006	2.083	0,011	2.083	0,009
2.333	0,010	2.500	0,017	2.417	0,014
2.450	0,012	2.617	0,017	2.534	0,015

Tabla 5.2. Registros del ensayo en panel con diagonal 2”x3”. Paneles 3 Y 4.

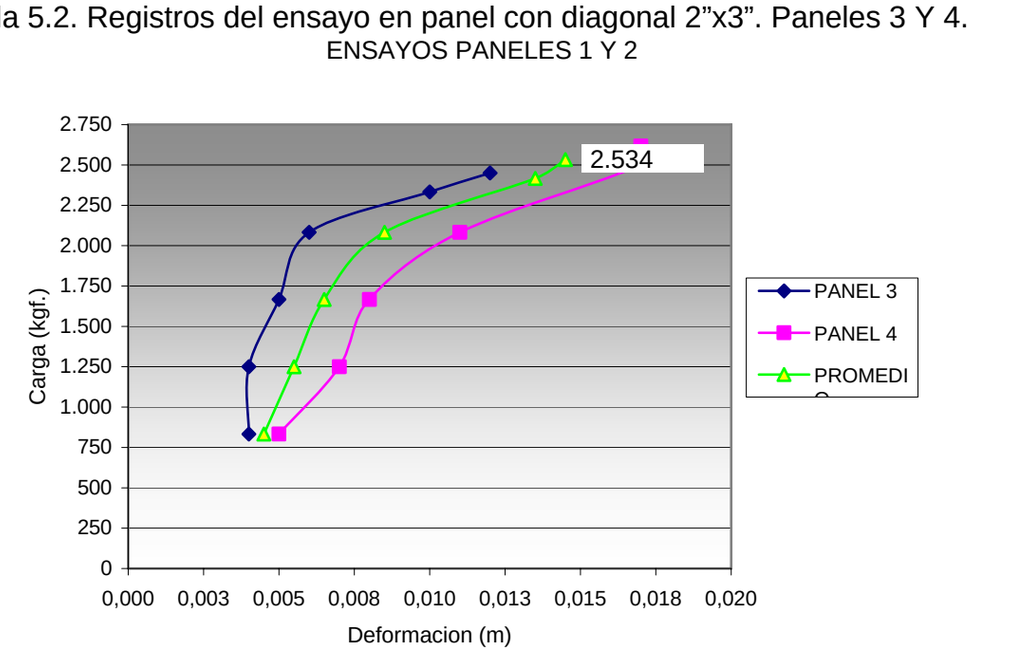


Grafico 5.2. gráfico carga (kgf.) versus deformación (m) de ensayo de paneles 1 y 2

5.1.3.- Ensayo De Paneles Sin Riostra (Diagonal) Con Revestimiento Osb 9.5mm. De Espesor Por Ambos Lados.

PANEL 5		PANEL 6		PROMEDIO	
CARGA Kg.	DEFORMACION (m)	CARGA Kg.	DEFORMACION (m)	CARGA Kgf.	DEFORMACION (m)
417	-	417	-	417	-
833	0,001	833	0,001	833	0,001
1.250	0,002	1.250	0,002	1.250	0,002
1.667	0,002	1.667	0,002	1.667	0,002
2.083	0,002	2.083	0,002	2.083	0,002
2.500	0,003	2.500	0,002	2.500	0,002
2.917	0,003	2.917	0,003	2.917	0,003
3.333	0,003	3.333	0,003	3.333	0,003
3.750	0,004	3.750	0,003	3.750	0,003
4.167	0,004	4.167	0,003	4.167	0,003
4.583	0,004	4.583	0,004	4.583	0,004
5.000	0,004	5.000	0,005	5.000	0,004
5.283	0,004	5.416	0,005	5.350	0,004
5.833	0,004	5.833	0,005	5.833	0,004
6.250	0,005	6.250	0,005	6.250	0,005

Tabla 4.3. Registros del ensayo en panel con revestimiento OSB por ambos y sin riostra (diagonal). Paneles 5 y 6.

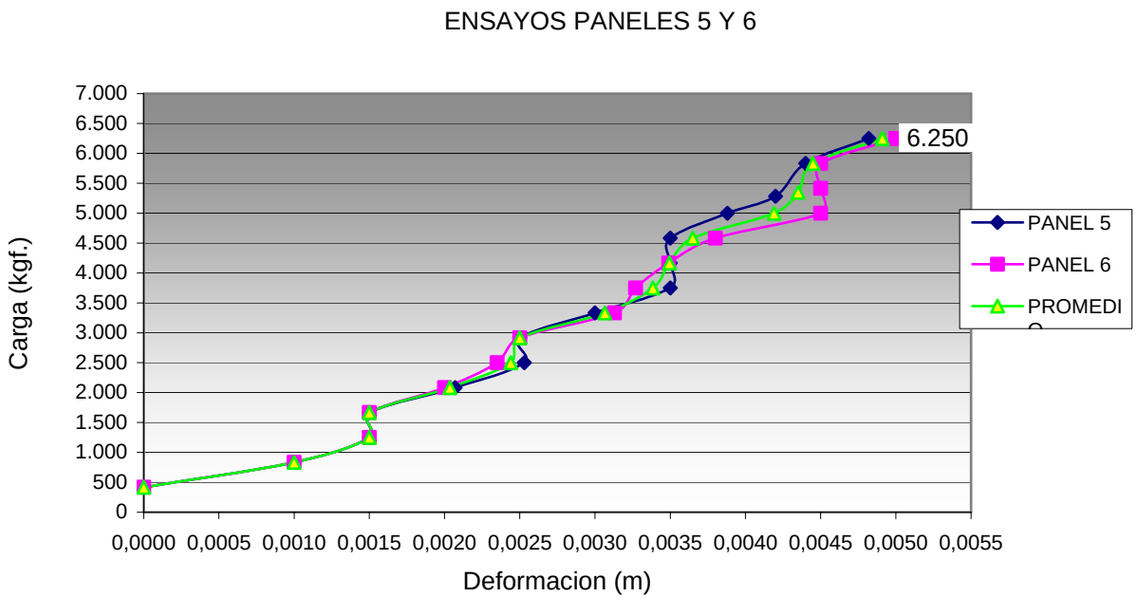


Gráfico 5.3. gráfico carga (kgf) versus deformación (m) de ensayo de paneles 5 y 6

5.1.4.- Ensayo De Paneles Panel Con Revestimiento Madera Contrachapada Por Ambos Lados.

PANEL 7		PANEL 8		PROMEDIO	
CARGA Kg.	DEFORMACION (m)	CARGA Kg.	DEFORMACION (m)	CARGA Kgf.	DEFORMACION (m)
417	-	417	-	417	-
833	0,001	833	0,001	833	0,0010
1.250	0,002	1.250	0,002	1.250	0,0016
1.800	0,002	1.667	0,002	1.734	0,0023
2.083	0,003	2.083	0,002	2.083	0,0026
2.500	0,003	2.500	0,003	2.500	0,0030
2.917	0,003	2.917	0,003	2.917	0,0033
3.333	0,004	3.333	0,003	3.333	0,0034
3.750	0,004	3.750	0,003	3.750	0,0036
4.167	0,004	4.167	0,003	4.167	0,0037
4.583	0,004	4.583	0,004	4.583	0,0039
4.750	0,004	4.810	0,004	4.780	0,0043

Tabla 4.3. Registros del ensayo en panel con revestimiento de placa contrachapada por ambos lados de 9.00mm de espesor y sin riostra. Paneles 7 y 8.

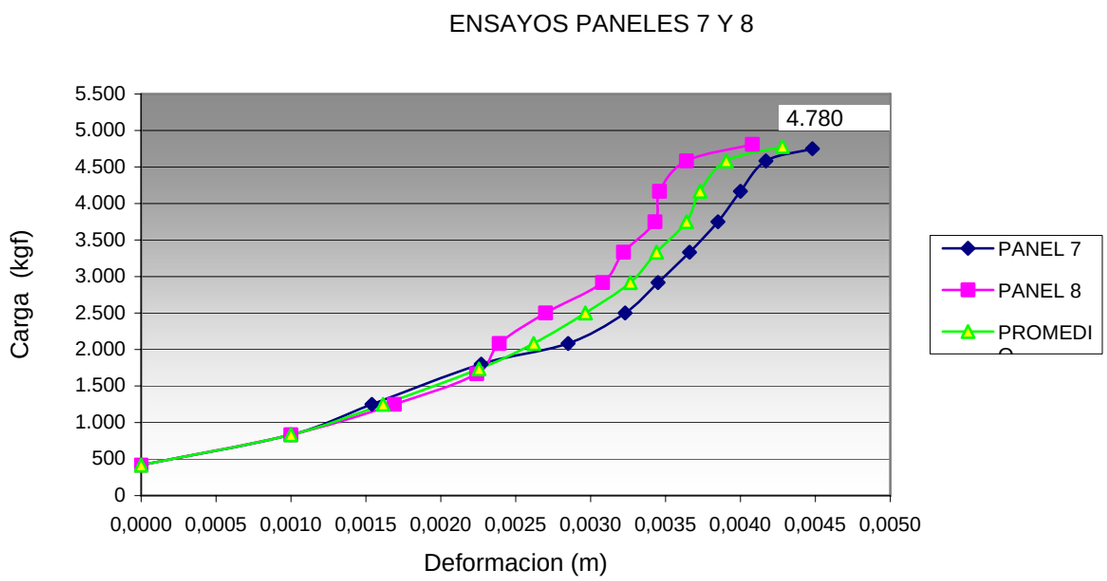


Gráfico 5.4. gráfico carga (kgf) versus deformación (m) de ensayo de paneles 5 y 6.

5.2.- CASO ENTRE EL USO DEL DIAGONAL RÍGIDO (2” X 3”) Y DIAGONAL SEMIRÍGIDO (1” X 4”)

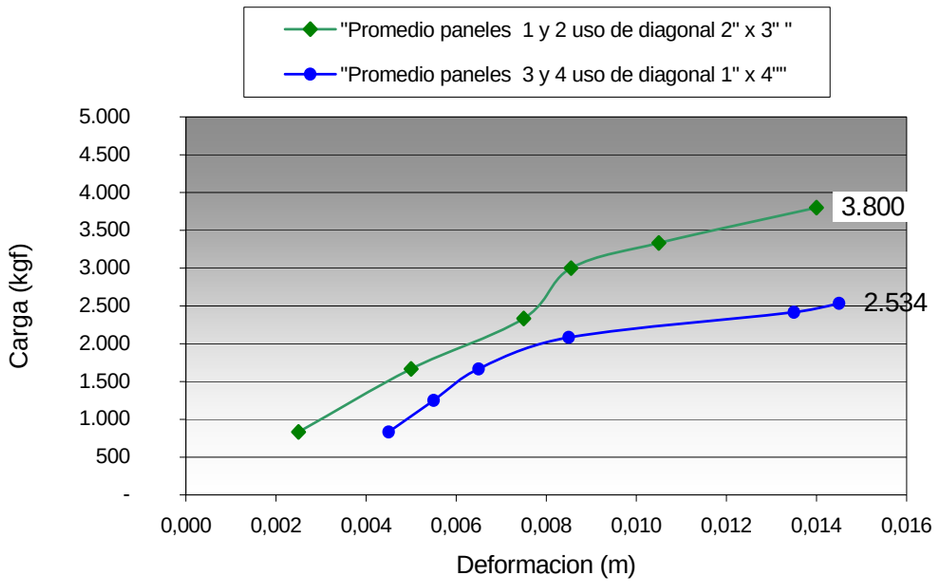


Gráfico 5.5. gráfico carga (kgf) versus deformación (m) de los promedios entre paneles 1 y 2 y paneles 3 y 4.

a) Caso panel con diagonal rígido 2” x 3”.

- Carga de rotura del panel: 3.800 kgf.
- Deformación máxima alcanzada: 0.014 m.

b) Caso panel con diagonal semirígido 1” x 4”.

- Carga de rotura del panel: 2.534 kgf.
- Deformación máxima alcanzada: 0.015 m.

c) *Comparación de resistencias Obtenidas.*

- Porcentaje del aumento de la resistencia al corte del panel con diagonal rígido 2” x 3” respecto del panel con diagonal semirígido 1” x 4” es de un 150.0%

d) Observaciones:

- En el caso del panel con diagonal rígido la deformación es relativamente uniforme, deformándose a una razón aproximada de 1mm por cada 500 kgf., no así en el caso del panel con diagonal semirígido el cual en una primera etapa su

razón de la deformación versus carga es similar a la del panel con diagonal rígido pero en un segundo tramo alcanzar una razón de 90 kgf. por cada mm.

Foto 5.1. deformación diagonal semirígido 1” x 4”

5.3.- CASO ENTRE EL USO DEL DIAGONAL RÍGIDO (2” X 3”) Y REVESTIMIENTO OSB POR AMBOS LADOS DE ESPESOR 9.5MM.

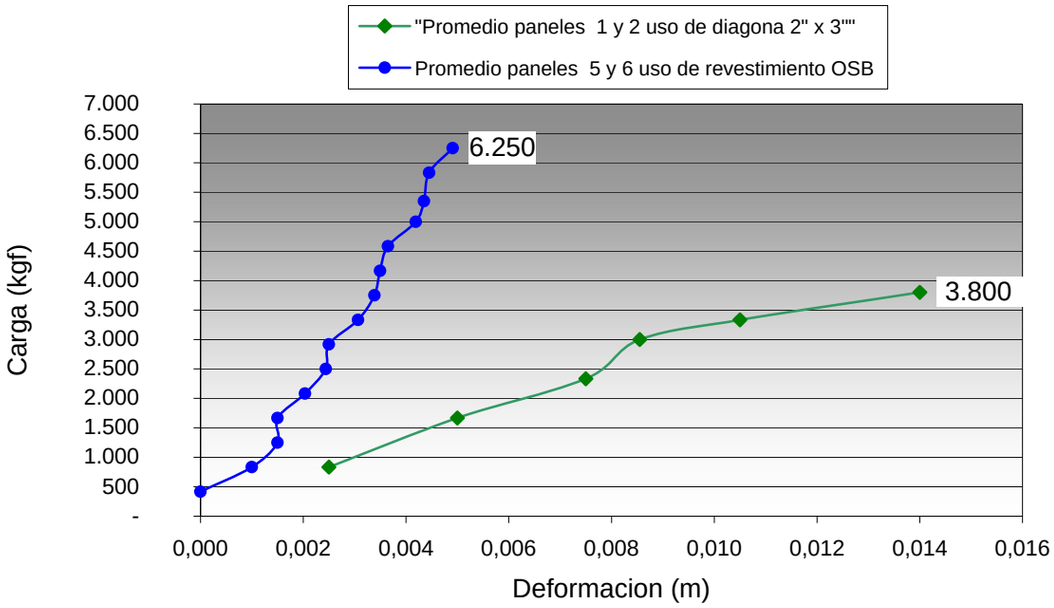


Gráfico 5.6. gráfico carga (kgf) versus deformación (m) de los promedios entre paneles 1 y 2 y paneles 5 y 6.

.

a) Caso panel con diagonal rígido 2” x 3”.

- Carga de rotura del panel: 3.800 kgf.
- Deformación máxima alcanzada: 0.014m.

b) Caso panel con revestimiento OSB.

- Carga de rotura del panel: 6.250 kgf.
- Deformación máxima alcanzada: 0.002 m.

c) *Comparación de resistencias Obtenidas.*

- Porcentaje del aumento de la resistencia al corte del panel de OSB respecto del panel con diagonal rígido 2” x 3” es de un 164.5%

d) Observaciones:

- Se ve claramente mayor resistencia en el panel revestido con OSB y menor deformación la cual no supera los 6mm, además recién a los 500 kgf. comienza a

deformarse no así el panel con diagonal el cual la deformación comienza desde la primera aplicación de carga.

Foto 5.2. panel revstido con OSB luego deser ensayado

5.4.- CASO ENTRE EL USO DEL DIAGONAL RÍGIDO (2” X 3”) Y REVESTIMIENTO MADERA CONTRACHAPADA POR AMBOS LADOS DE ESPESOR 9.0 mm.

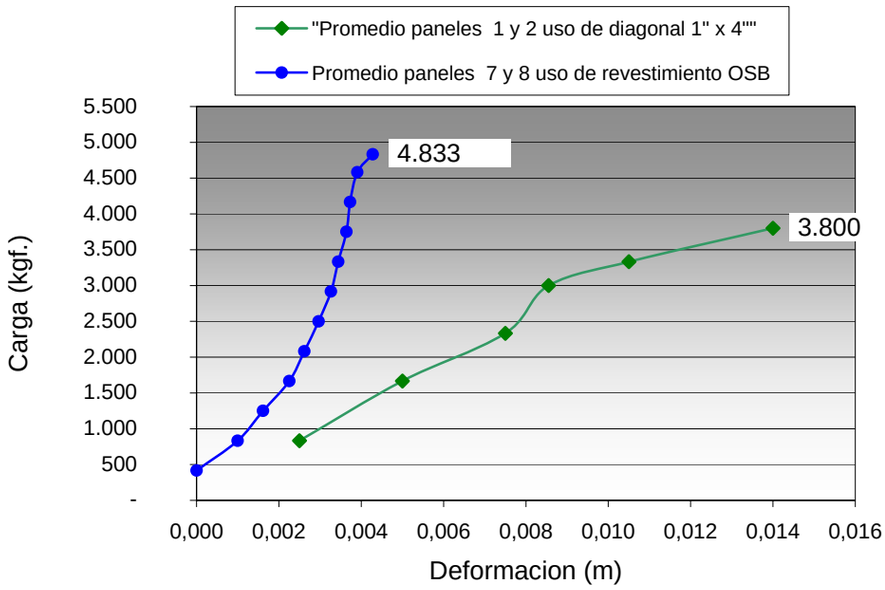


Gráfico 5.7. gráfico carga (kgf) versus deformación (m) de los promedios entre paneles 1 y 2 y paneles 7 y 8.

a) Caso panel con diagonal rígido 2” x 3”.

- Carga de rotura del panel: 3.800 kgf.
- Deformación máxima alcanzada: 0.014m.

b) Caso panel con revestimiento de madera contra enchapada por ambos lados de espesor 9.0 mm.

- Carga de rotura del panel: 4.833 kgf.
- Deformación máxima alcanzada: 0.003 m.

c) *Comparación de resistencias Obtenidas.*

- Porcentaje del aumento de la resistencia al corte del panel de madera contra enchapada respecto del panel con diagonal rígido 2” x 3” es de un 127.1%

d) Observaciones:

- Para este caso también resulta evidente mayor resistencia del panel revestido con madera contrachapada respecto del uso del diagonal rígido tal como en el caso anterior la deformación del panel revestido comienza al aplicarse los 500 kgf
- En los paneles con diagonal rígido (2” x 3”) ensayados se produjo una separación de las uniones en los extremos del panel entre los pie derechos, solera y diagonal

Foto 5.3. separación de diagonal 2” x 3” a los extremos del panel.

Foto 5.4. separación de pie derecho con solera luego del ensayo.

5.5.- CASO ENTRE EL USO DEL DIAGONAL SEMIRÍGIDO (1” X 4”) Y REVESTIMIENTO OSB POR AMBOS LADOS DE ESPESOR 9.5 MM.

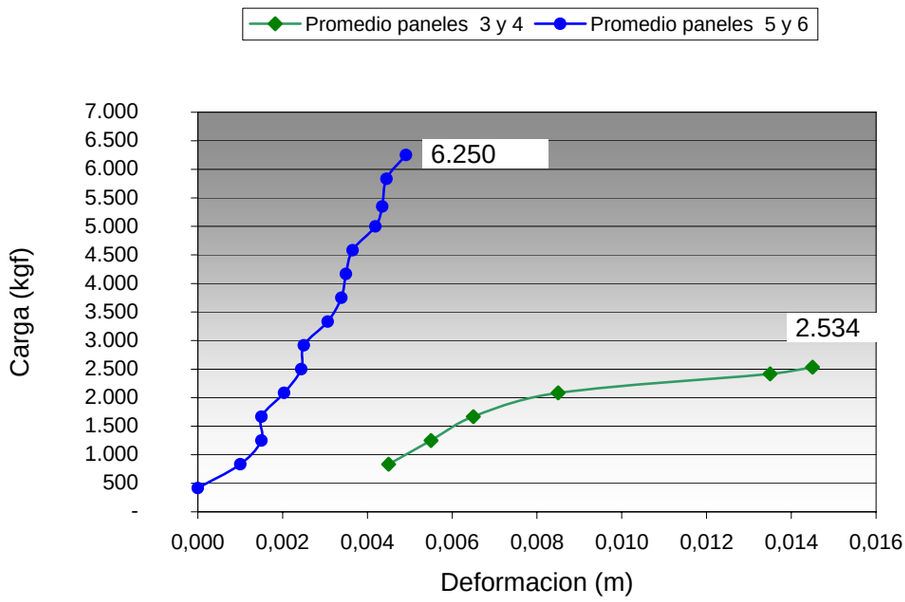


Gráfico 5.7. gráfico carga (kgf) versus deformación (m) de los promedios entre paneles 3 y 4 y paneles 5 y 6.

a) Caso panel con diagonal semirígido 1” x 4”.

- Carga de rotura del panel: 2.534 kgf.
- Deformación máxima alcanzada: 0.015 m

b) Caso panel con revestimiento OSB por ambos lados de espesor 9.5 mm.

- Carga de rotura del panel: 6.250 kgf.
- Deformación máxima alcanzada: 0.002 m.

c) *Comparación de resistencias Obtenidas.*

- Porcentaje de recuperación del panel con revestimiento OSB respecto del panel con diagonal semirígido 1” x 4” es de un 246.6%

d) Observaciones:

- En el caso de los paneles con diagonal semirígido (1” x 4”), la separación de las piezas de cadenetas y diagonal se produjo en el c entro del panel tan así que se noto que la pieza de madera de 1” x 4” se encontraba arqueada.

Foto 5.5. diagonal semirigido 1” x 4” luego de ser ensayado

5.6.- CASO ENTRE EL USO DEL DIAGONAL SEMIRÍGIDO (1” X 4”) Y REVESTIMIENTO DE MADERA CONTRCHAPADA POR AMBOS LADOS DE ESPESOR 9.0 MM.

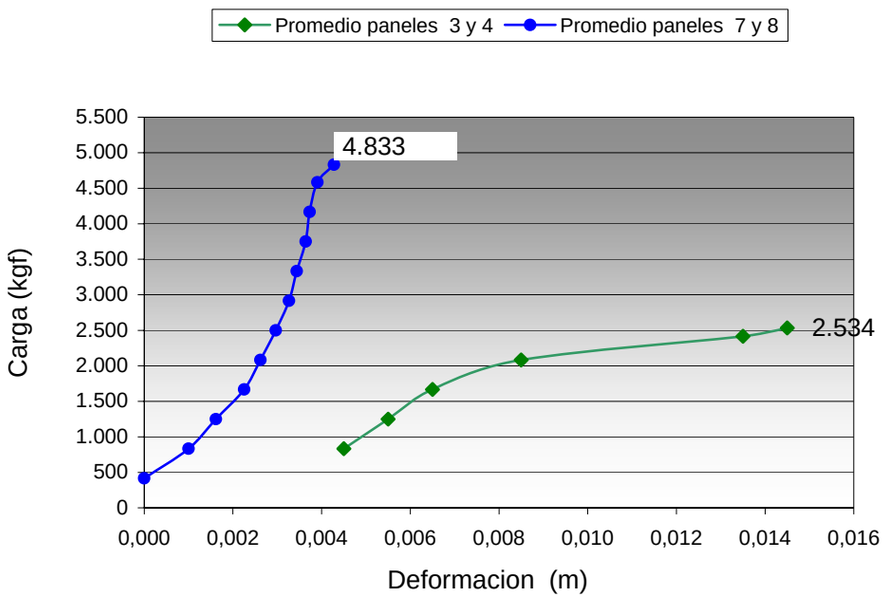


Gráfico 5.7. gráfico carga (kgf) versus deformación (m) de los promedios entre paneles 3 y 4 y paneles 7 y 8.

a) Caso panel con diagonal semirígido 1” x 4”.

- Carga de rotura del panel: 2.534 kgf.
- Deformación máxima alcanzada: 0.015 m.

b) Caso panel con revestimiento de madera contra enchapada por ambos lados de espesor 9.0 mm.

- Carga de rotura del panel: 4.833 kgf.
- Deformación máxima alcanzada: 0.003 m.

c) *Comparación de resistencias Obtenidas.*

- Porcentaje de recuperación del panel con revestimiento OSB respecto del panel con diagonal semirígido 1” x 4” es de un 190.7%

d) Observaciones:

- En los paneles revestidos con OSB se produjeron aberturas en los extremos y astillamientos del revestimiento ocurrió en ambas caras del panel.

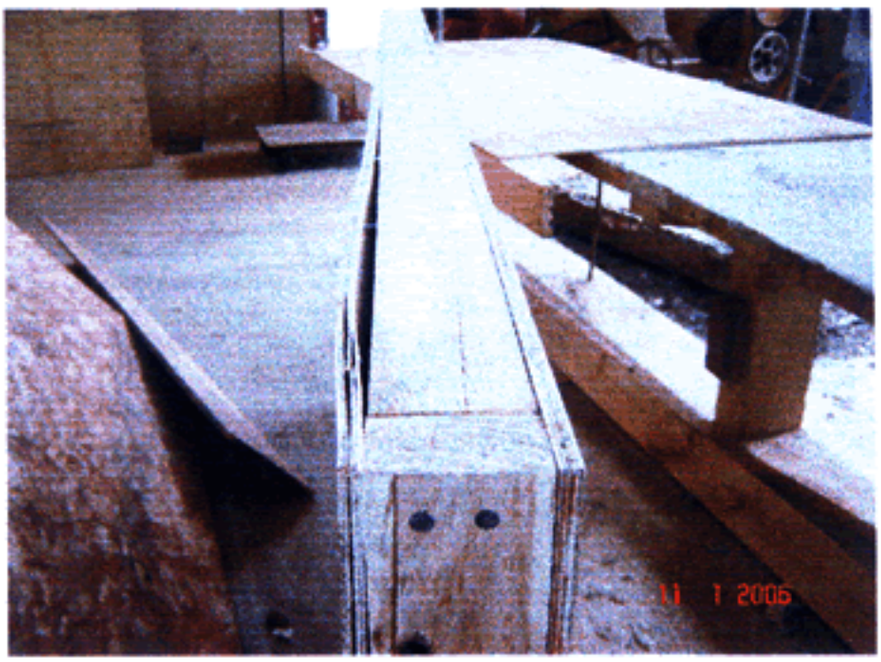


Foto 5.6. panel revestido con madera contrachapada luego de ser ensayado

5.7.- CASO ENTRE EL USO DE REVESTIMIENTO OSB POR AMBOS LADOS DE ESPESOR 9.5 MM Y REVESTIMIENTO DE MADERA CONTRAENCHAPADA POR AMBOS LADOS DE ESPESOR 9.0 MM.

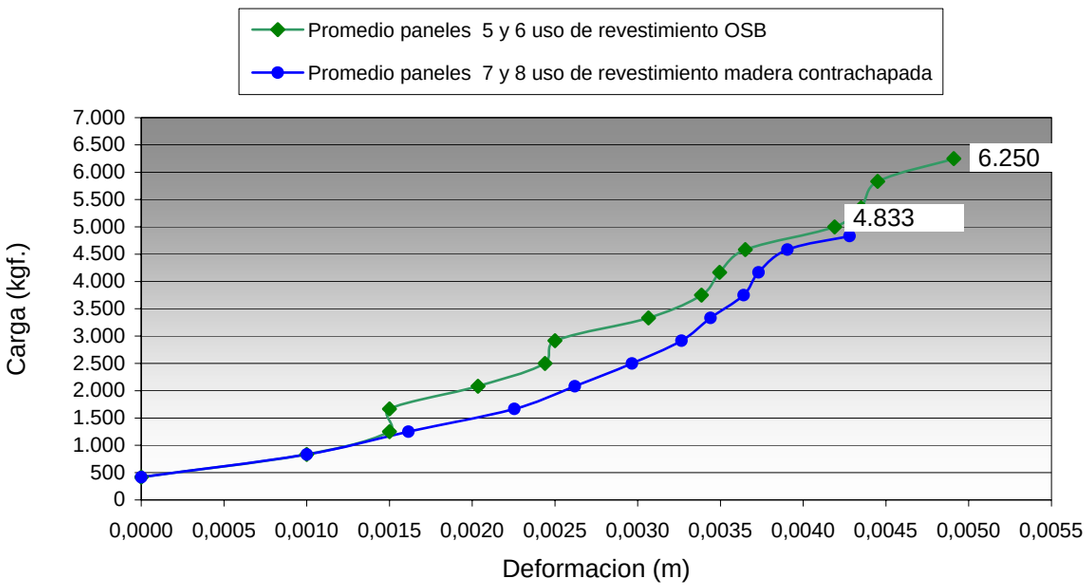


Gráfico 5.8. gráfico carga (kgf) versus deformación (m) de los promedios entre paneles 3 y 4 y paneles 7 y 8.

a) Caso panel con revestimiento OSB por ambos lados de espesor 9.5 mm.

- Carga de rotura del panel: 6.250 kgf.
- Deformación máxima alcanzada: 0.002 m.

b) Caso panel con revestimiento de madera contraenchapada por ambos lados de espesor 9.0 mm.

- Carga de rotura del panel: 4.833 kgf.
- Deformación máxima alcanzada: 0.003 m.

c) *Comparación de resistencias Obtenidas.*

- porcentaje de recuperación del panel con revestimiento OSB respecto con revestimiento madera contra enchapada es de un 77.3%

d) Observaciones:

- El comportamiento de las curvas es similar sin embargo mayor resistencia y menor deformación resulta en el panel revestido con OSB.

CAPITULO VI COSTO DE FABRICACIÓN

Los costos asociados a la fabricación de los distintos paneles involucrados en esta investigación, se resumen en las siguientes tablas:

6.1.- ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO

6.1.2.- Panel De 1.20 M X 2.40 M Con Diagonal Rígido 2” X 3”.

Especificaciones	Unidad	Cant.	$ Unit.	Subtotal	Total
Materiales					
Pino 2” X 3" Bruto Seco	Uni.	1,8	1130	2034	
Clavos 3"	Kg	0,14	395	55	
Mano De Obra					
Carpintero	D/S	0,05	11500	575	
Desgaste Herramientas	%	5	575	29	
Costo Unitario	**m2**				**$2693**

Costo asociado al total del panel $7.756.-

6.1.3.- Panel De 1.20 M X 2.40 M Con Diagonal Rígido 1” X 4”

Especificaciones	Unidad	Cant.	$ Unit.	Subtotal	Total
Materiales					
Pino 2” X 3" Bruto Seco	Uni.	1,8	1130	2034	
Pino 1” X 4" Bruto Seco	Uni.	0,5	780	390	
Clavos 3"	Kg	0,14	395	55	
Clavos 2"	Kg	0,05	395	20	
Mano De Obra					
Carpintero	D/S	0,05	11500	575	
Desgaste Herramientas	%	5	575	29	
Costo Unitario	**m2**				**$3103**

Costo asociado al total del panel $8.936.-

6.1.4.- Panel De 1.20 M X 2.40 M Revestido Con Osb Por Ambos Lados.

Especificaciones	Unidad	Cant.	$ Unit.	Subtotal	Total
Materiales					
Pino 2” X 3" Bruto Seco	Uni.	1,8	1130	2034	
PANEL OSB 2,4X1,2m E=9,5mm	UNI.	0,2	9480	1896	
Clavos 3"	Kg	0,14	395	55	
Clavos 1/2"	Kg	0,02	395	8	
Mano De Obra					
Carpintero	D/S	0,05	11500	575	
Desgaste Herramientas	%	5	575	29	
Costo Unitario	**m2**				**$4597**

Costo asociado al total del panel $13.239.-

6.1.5.- Panel De 1.20 M X 2.40 M Revestido Con Madera Contrachapada Por Ambos Lados.

Especificaciones	**Unidad**	**Cant.**	**$ Unit.**	**Subtotal**	**Total**
Materiales					
Pino 2” X 3" Bruto Seco	Uni.	1,8	1130	2034	
Panel OSB 2,4X1,2m e=9,5mm	UNI.	0,2	10300	2060	
Clavos 3"	Kg	0,14	395	55	
Clavos 1/2"	Kg	0,02	395	8	
Mano De Obra					
Carpintero	D/S	0,05	11500	575	
Desgaste Herramientas	%	5	575	29	
Costo Unitario	**m2**				**$4761**

Costo asociado al total del panel $13.711.-

6.2.- RESUMEN

Aunque no se consideran algunos costos asociados con la fabricación de los paneles, como lo son: el transporte de materiales, el gasto de energía eléctrica, arriendo de lugar de trabajo, imprevistos, etc. , se puede asumir bajo las mismas condiciones un valor promedio según la siguiente tabla resumen de costos.

Descripción	**costo por m2**	**Costo por panel**
Panel Con Diagonal Rígido	$2.693	$7.756
Panel Con Diagonal Semirígido	$3.103	$8.936
Panel Revestido Con OSB	$4.597	$13.239
Panel Revestido Con Madera Contrachapada OSB	$4.761	$13.711

CAPITULO VII CONCLUSIONES

- Se determina según los antecedentes entregados en los ensayos una relación entre resistencias tomando como base diagonal rígido presentándose en el siguiente cuadro.

Panel con	**Carga de rotura del panel: kgf.**	**Relación diagonal rígido versus**
Diagonal rígido	3800	1.0
Diagonal flexible	2534	0.7
Revestimiento OSB	6250	1.65
Revest. Mad. contraenchapada	4833	1.30

- Un panel revestido con OSB o con madera contraenchapada y sin diagonal es del punto de vista estructural mas eficiente que un panel con diagonal ya sea este rígido de 2” x 3” o flexible 1” x 4” por lo visto en esta tesis.

- En la fabricación de paneles con revestimiento existe un mayor rendimiento y economía debido al menor numero de corte de piezas y clavado de nudos por unidad de superficie, además de logra una mayor eficiencia en la utilización de horas hombre durante la fabricación

- Una vez armado, el muro no presenta piezas mecánicamente debilitadas por uniones de corte a media madera entre los pie derechos y la diagonal estructural

- Podemos afirmar que los muros arriostrados con este tipo de tableros han demostrado mejor comportamiento al sismo

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) CENTRO DE TRANFERENCIA TECNOLOGICA, 2004. Manual La Construcción de Viviendas en Madera. Santiago, Chile, edición Corporación Chilena de la Madera. 643 p.

(2) CARVALLO, V; PEREZ, V. 1997. Manual de Construcción en Madera. 2 ed. Santiago, Chile, edición Inst. forestal, Corporación de fomento de la producción. 555 p.

(3) INSTITUTO Nacional de Normalización. Madera - Terminología General. Nch 173: Of.74. Santiago, Chile, 1977.

(4) INSTITUTO Nacional de Normalización. Madera – Planchas de Fibra de Madera. Nch 1170: Of.73. Santiago, Chile.

(5) INSTITUTO Nacional de Normalización. Paneles a Base de Madera – Tableros, Vocabulario. Nch 724: Of.79. Santiago, Chile, 1977.

(6) INSTITUTO Nacional de Normalización. Madera – Construcciones en Madera, calculo. Nch 1198: Of.91. Santiago, Chile, 1977.

(7) INSTITUTO Nacional de Normalización. Madera – Tensiones Admisibles Para Madera Estructural. Nch 1990: Of.86. Santiago, Chile, 1977.

(8) ECHEÑIQUE ,R; ROBLES, F. 1991. Estructuras de Madera. México, Editorial Limusa, grupo Noriega editores..

(9) GUZMAN, E. 1990. Curso Elemental de Edificación. 2 ed. Santiago, Chile, publicación de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Univesidad de Chile. 345 p.

Internet:

SITIO corma.cl [en linea]: En español, Ver. Manual de la construcción. [fecha de consulta: 3 de Marzo del 2006]. Disponible en:
<http://www.corma.cl/portal/>