MUROS TENDINOSOS

IOVÁN ORLANDO RIVAS RODRIGUEZ
ADMINISTRACION Y CONTROL DE OBRA

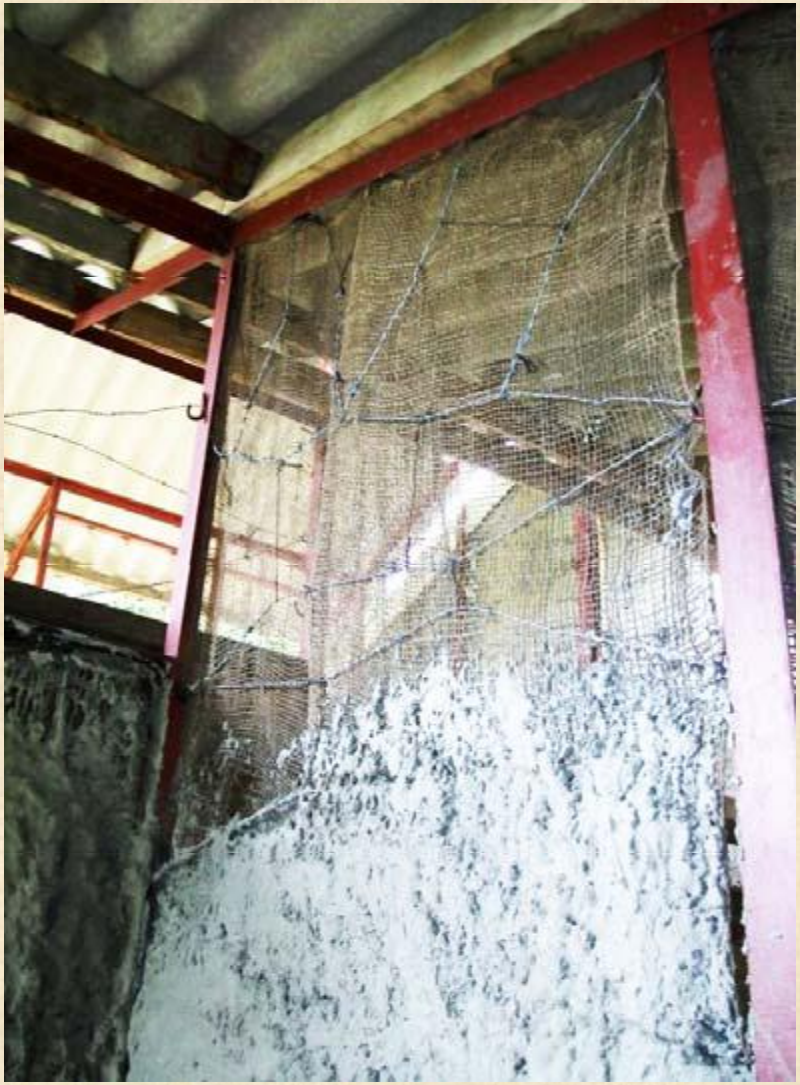


GENERALIDADES DEL SISTEMA

Generalidades del Sistema

Es un sistema de cerramiento liviano no convencional ejecutado in situ, confinado entre pilares de madera, bambú o perfiles metálicos y compuesto por mortero, sacos de fique y alambre de espino al interior como tensores.

El confinamiento es estructural trabaja como el componente principal de soporte de las viviendas, conformando con las vigas y demás componentes un entramado estructural ligero. Ya que la dimensión optima para la ejecución de los paneles exige una modulación estricta es posible tener múltiples puntos de apoyo tanto perimetralmente como al interior de las edificaciones, reduciendo el volumen y la cantidad total de la estructura.



Generalidades del Sistema

Este entramado estructural ligero generalmente va empotrado en una solera base de cimentación sobre la que se ejecuta un muro perimetral de arranque en ladrillo, o una viga sobre cimiento, que permite aislar el mortero y el fique del suelo además de facilitar el paso de las instalaciones.



Su facilidad constructiva, rapidez de ejecución, y sobre todo su bajo coste han permitido dar una respuesta rápida a la necesidad de viviendas para personas con pocos recursos; sobretodo por la facilidad de consecución de los materiales componentes del sistema.

Estas han hecho que el sistema haya sido Rápidamente sacos de fique características adoptado y reproducido de forma empírica en procesos de autoconstrucción, con diferentes métodos constructivos y configuraciones geométricas y resultados.



COMPONENTES DEL SISTEMA

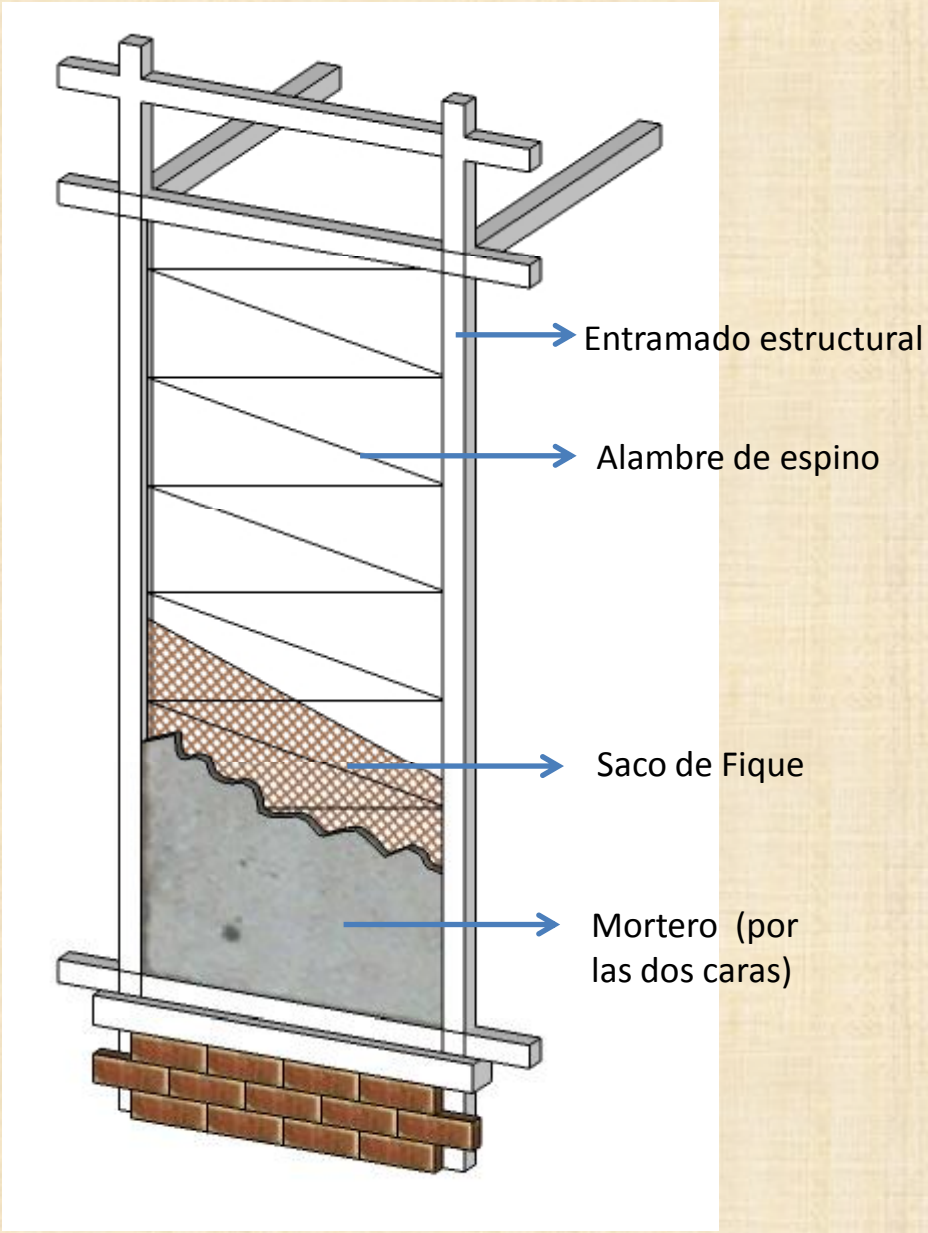
Componentes del Sistema

Los materiales que componen un muro tendinoso son: **los pilares (que en conjunto con las vigas forman el entramado estructural ligero), el mortero, el alambre de espino y el saco de fique.**

-Entramado estructural ligero:

Se usan pilares verticales de madera rolliza o aserrada, bambú o perfiles metálicos. La madera al igual que el bambú debe ser tratada e inmunizada previamente. Usualmente la madera aserrada su usa en medidas de 6cm X 6 cm. La madera rolliza se encuentra en diferentes dimensiones.

Los perfiles metálicos son elementos estructurales fabricados por procesos de laminación en caliente. Los perfiles metálicos mas comunes son de 1 ½", usados para viviendas de una planta. Este perfil se consigue en formatos de 6m Cuando las viviendas tienen Madera rolliza Madera aserrada 6m. mas de una planta se suelen usar perfiles de 2" X 1/8" de acero A36 (Federación de cafeteros, 1996).



Componentes del Sistema





-Mortero:

El mortero es el componente principal del cerramiento en si. Conforma el plano que tiene la responsabilidad de dar protección y aislamiento del exterior.

En la construcción de muros tendinosos se usa mortero revocado sobre una superficie vertical. A diferencia del mortero usado en el proceso de pega del ladrillo, en el revoque se utilizan dos relaciones agua-cemento, La primera **alta (0.6)** de relleno y la segunda **seca (0.4)** de acabado que se aplica al día siguiente sobre el revoque Inicial.

Esta diferencias generan una junta fría en el repello que veremos mas adelante.

Para 1 M3 de mortero la relación mas usada es la siguiente: Cemento 0,41 M3 – Arena 0,93 M3 – Agua 0,2 M3.

Componentes del Sistema

-SACO DE FIQUE:

El fique (Agave, *Agavaceae)* es una fibra biodegradable que tiene su origen en las regiones andinas de América tropical. Desde la década de los años 50 la producción de sacos de fique en Colombia esta industrializada, es un producto bastante común y de muy fácil acceso en cualquier lugar del país, ya que se usa mayormente para el transporte de todo tipo de productos agrícolas.

La tradición popular en la construcción de muros tendinosos dice que el saco apropiado es el de patatas ya que este tiene un tejido con mayor separación entre las fibras, lo que permite una mayor cohesión del mortero por ambas caras.

-ALAMBRE DE ESPINO:

Para la construcción de los muros generalmente se utiliza el alambre de púas # 14 este tiene 2 hilos, cada uno con diámetro de 2 mm. Las púas se ubican cada 8cm, aproximadamente.
Alambre de espino Además se usa alambre dulce para fijaciones menores del alambre de espino y el saco de fique.

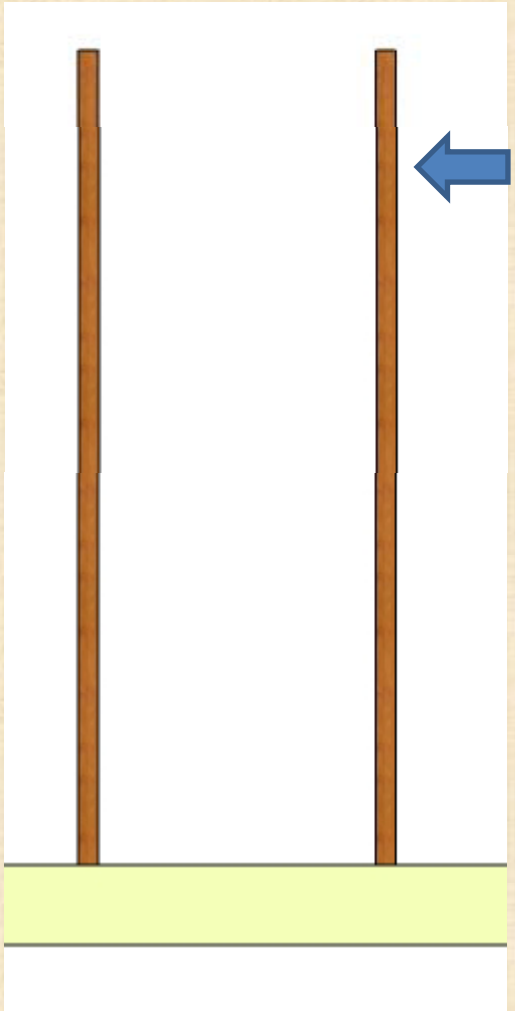




EJECUCIÓN

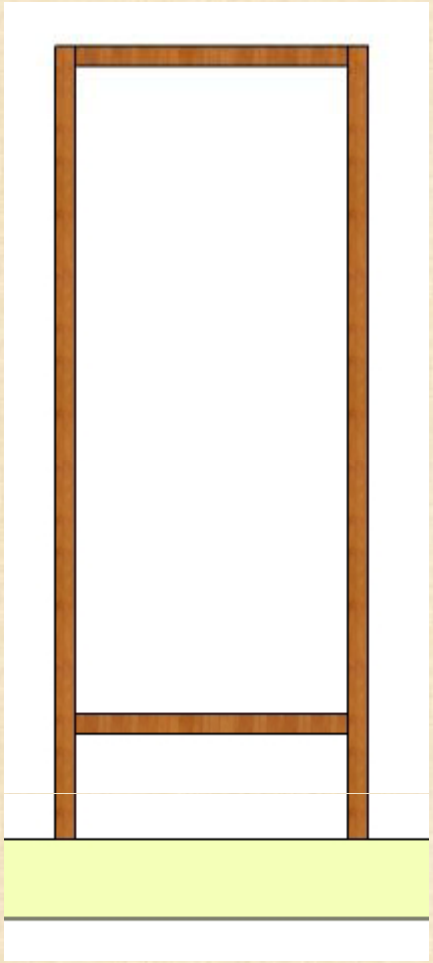
Ejecución

Por su adopción empírica los muros tendinosos en general tienen diferentes métodos constructivos y configuraciones geométricas, sin embargo podemos identificar algunos puntos similares, sin importar la estructura de confinamiento utilizada.



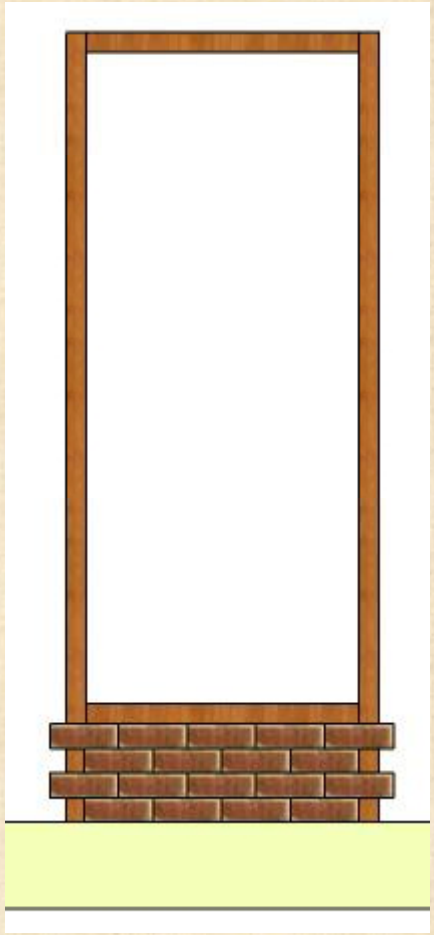
(1) Se apuntalan y nivelan los pilares estructurales, que posteriormente conformaran el entramado estructural ligero y confinaran el muro tendinoso acabado.

(2) Una vez se ha realizado esta labor se ubican la viguetas superiores e inferiores de amarre.

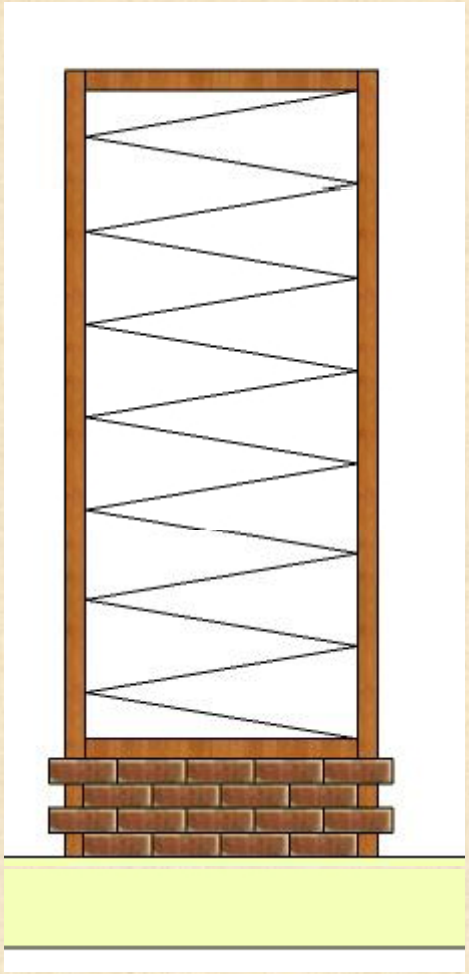


Ejecución

(3) Después se ejecutan los muros perimetrales de arranque, que usualmente no superan las cuatro hiladas de bloques de arcilla cerámica y se rematan con una vigueta de hormigón in-situ.



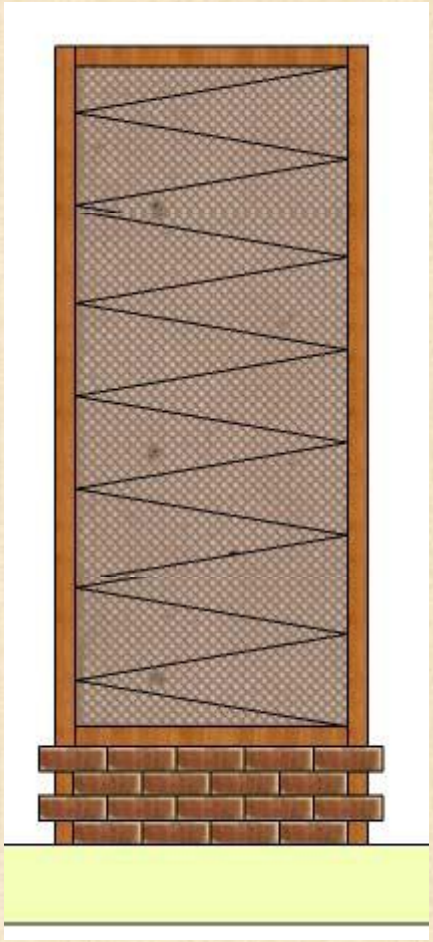
(4) Una vez estos muros perimetrales están ejecutados se tensa el alambre de espino entre cada uno de los párales.

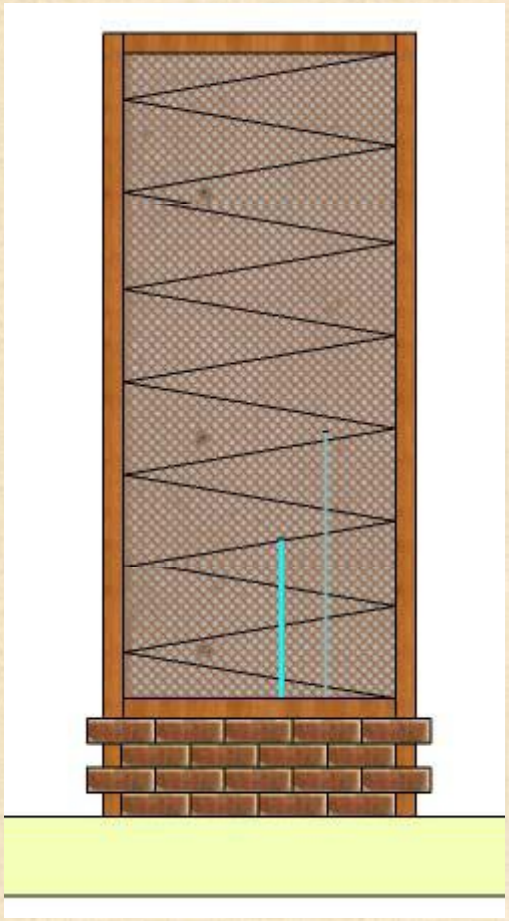


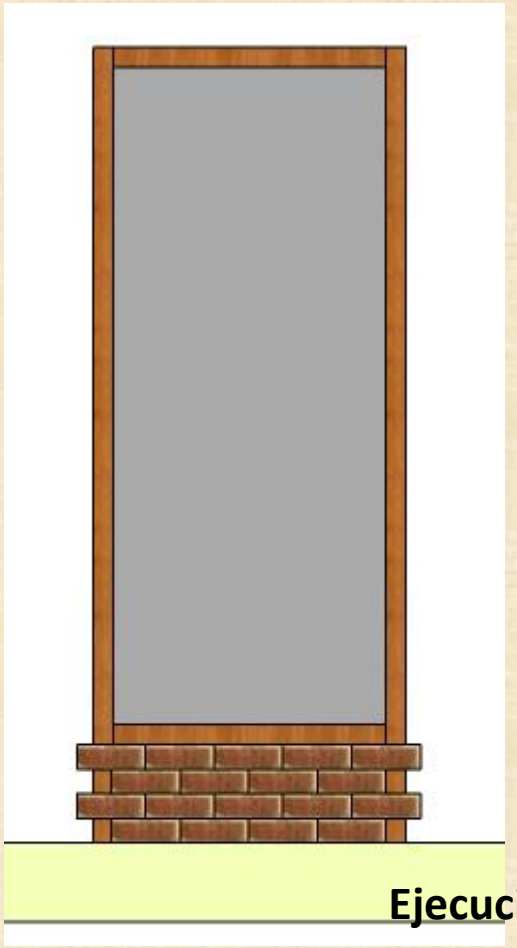
(5) Posteriormente se realiza el tendido con los sacos de fique en todos los lugares de la vivienda previstos para desarrollar los muros.

(6) Una vez el tendido de fique esta tendido se ubican las diferentes instalaciones de la vivienda, fijadas por medio del alambre dulce.

(7) Luego se empiezan a revocar los muros con el mortero por la cara exterior (mezcla alta). Cuando el mortero esta fraguado, (aproximadamente 24 horas después se revoca la cara interior del muro, a la vez que se da una capa delgada y final de revoque en la cara ya fraguada del muro para constituir el acabado final (mezcla seca) . 24Horas después se da el revoque final de la cara interna del muro Con lo que se concluye la ejecución de del panel Tendinoso.







Ejecución

Apuntalamiento y tendido.



Tendido de saco de Fique.

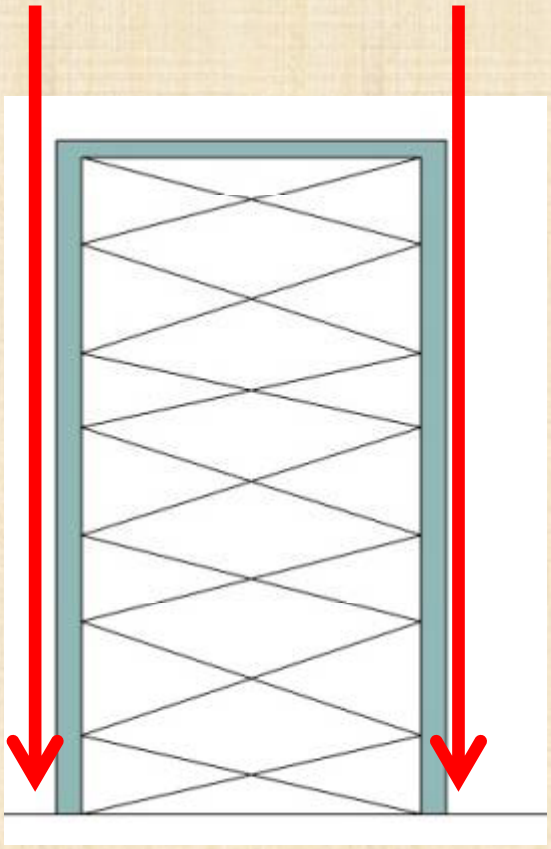




Remoque del muro con mortero.

COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL

Comportamiento Estructural

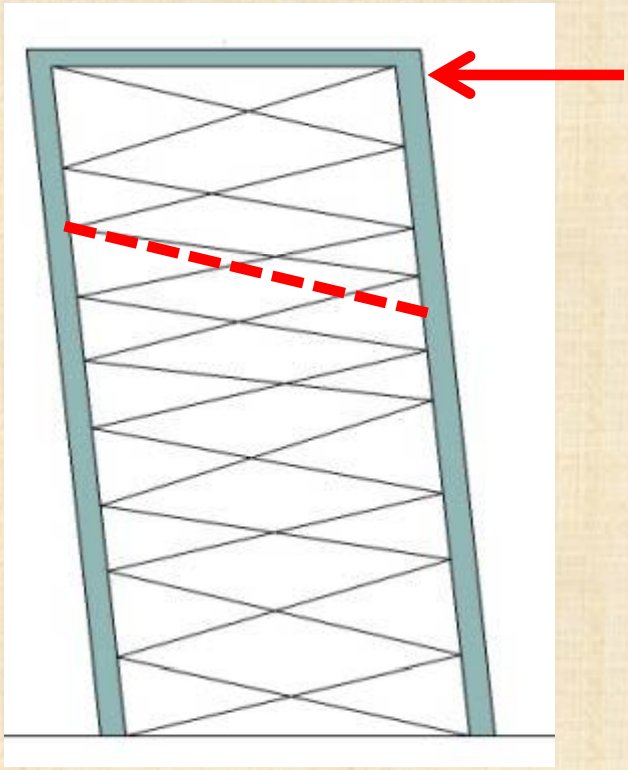


En términos generales podemos decir que un muro tendinoso es de carácter heterogéneo; es un material compuesto, anisótropo, cuyos componentes presentan un comportamiento mecánico no lineal. Por ejemplo, el comportamiento del mortero es diferente a tensión y a compresión y los alambres y el costal de fique no pueden asumir compresiones, así mismo el comportamiento de los pilares es diferente al de los demás elementos.

Pilares:

Generalmente son elementos que tienen la doble función de transmitir las cargas verticales y confinar el muro, además de dar soporte a los demás componentes.

Comportamiento Estructural



El alambre de espino actúa Como tensor ante cargas laterales

Mortero:

Dado que el mortero se deforma rápidamente cuando se somete a tracción y sus módulos de elasticidad son diferentes a tracción y compresión, su aporte a las estabilidad del muro en el mismo plano parales metálicos asumen las cargas verticales es despreciable, Tampoco cumple una función importante ante cargas perpendiculares por su composición y poco grosor.

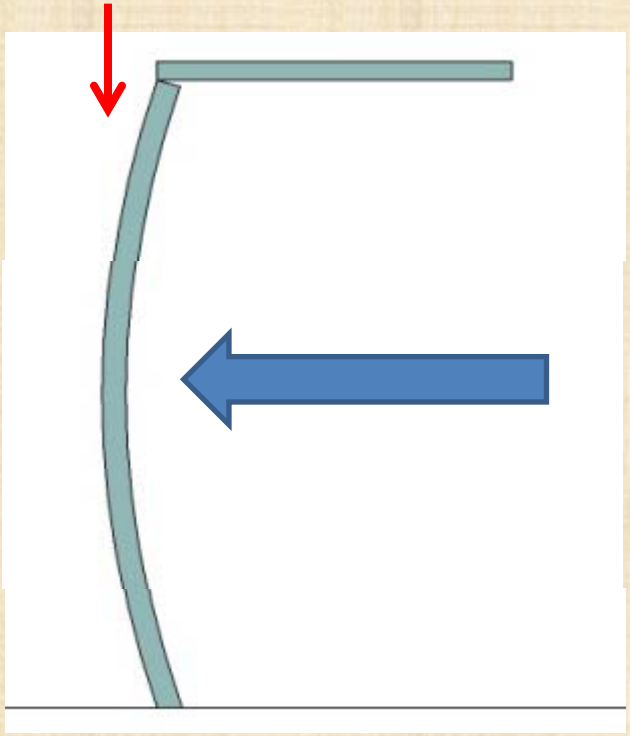
Alambre de espino:

Es un cable que solamente soporta cargas de tracción. Cuando se usan en forma diagonal funcionan como tensores que contrarrestan las deformaciones del marco de confinamiento en el plano horizontal del muro. Además Las púas permiten el sostenimiento del tendido del saco y en cierto grado dan cohesión y agarre al mortero una vez esta fraguado.

Comportamiento Estructural

Saco de fique:
El saco de fique es la capa interna del muro, es la superficie que permite el revoque del mortero. El costal de fique se comporta como una membrana con deformaciones en el rango inelástico. Tiene la capacidad de asumir algunas cargas laterales, aunque su aporte a la estabilidad del panel es despreciable. Cumple la función de cohesión del mortero para cargas perpendiculares al plano del muro en eventos sísmicos.

Dado el carácter heterogéneo de los materiales de un muro tendinoso es imposible expresar su comportamiento estructural como la sumatoria del comportamiento de sus componentes.



El muro puesto en conjunto, y su modulación estricta de pequeñas dimensiones crea una estructura tipo “diafragma” que evita el pandeo.

PERFILES METÁLICOS , MADERA Y BAMBÚ

Perfiles metálicos, madera y bambu

Como ya he mencionado el sistema estructural de los Muros Tendinosos puede ser en madera, bambú o perfiles metálicos.

La constitución del cerco y su relación con los demás componentes de la vivienda varia ligeramente de acuerdo al material escogido, así como la ejecución de la lamina intermedia, ya que el anclaje del alambre de espino a los pilares cambia.

Sistema con pilares de madera:
Los ganchos de anclaje son clavados en obra. Su anclaje a la cimentación es empotrado. Tienen una sección pequeña. Requiere inmunización. Se puede ejecutar totalmente in-situ sin mayores dificultades.

Sistema con perfiles metálicos:
Los pilares de confinamiento traen los ganchos de sujeción previamente soldados en taller, lo que garantiza la fijación del alambre. Su anclaje a la cimentación puede ser articulado, por lo que esta en capacidad de asumir pequeños movimientos sin comprometer la estabilidad del muro. Tiene una sección bastante pequeña que no reduce la espacialidad interior de las viviendas, además no requiere inmunización.

Sistema de pilares con bambú:
Los ganchos de anclaje son clavados en obra.
Su anclaje a la cimentación es empotrado.
Tiene una sección bastante grande que reduce el área libre al interior de las viviendas.
Requiere inmunización. Se ejecuta totalmente in situ.

Perfiles metálicos, madera y bambu



Vivienda con perfiles metálicos y muros Tendinosos

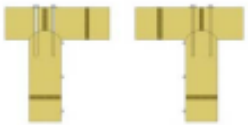
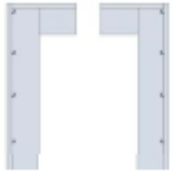
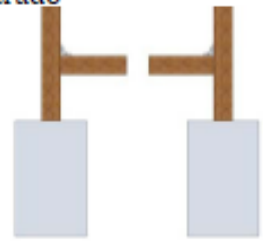
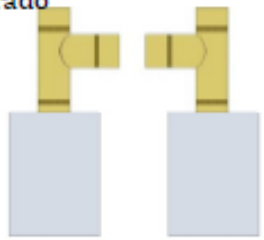
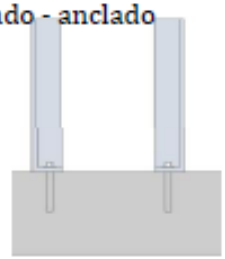
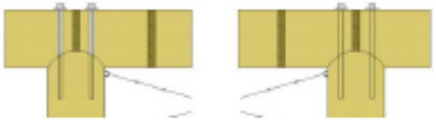
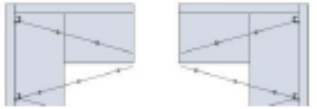


Vivienda con pilares de madera y muros Tendinosos.



Vivienda con pilares de bambú y muros Tendinosos.

Perfiles metálicos, madera y bambu

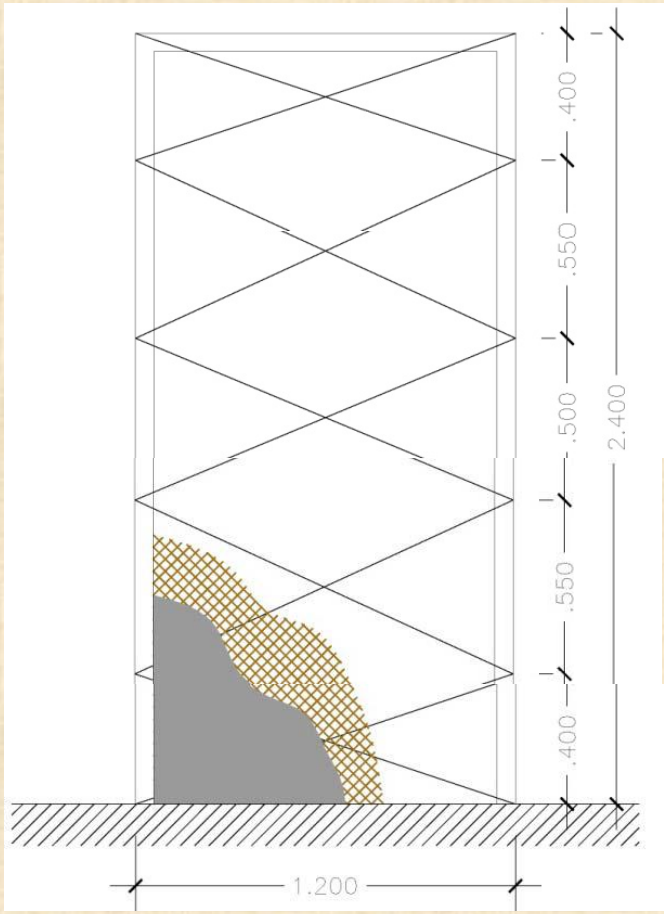
	Madera	Bambú	Perfiles Metálicos
Seccion de parales	 0.06m aprx.	 0.12 m – 0.17m aprx.	 1½" ó de 2" x 1/8"
Fijación del cerco	Mediante clavos 	Pernos - clavos 	Pernos - soldadura 
cimentación	Empotrado 	Empotrado 	Empotrado - anclado 
Sujeción del alambre	Clavos "u" 	Clavos "u" 	Soldadura 

GEOMETRÍA Y DIMENSIONES

Geometria y Dimensiones

Por sus materiales y características inherentes de ejecución un muro tendinoso generalmente tiene una forma rectangular y aunque existen diferentes métodos constructivos y configuraciones geométricas podemos identificar algunas dimensiones “tipo” para el desarrollo de los mismos.

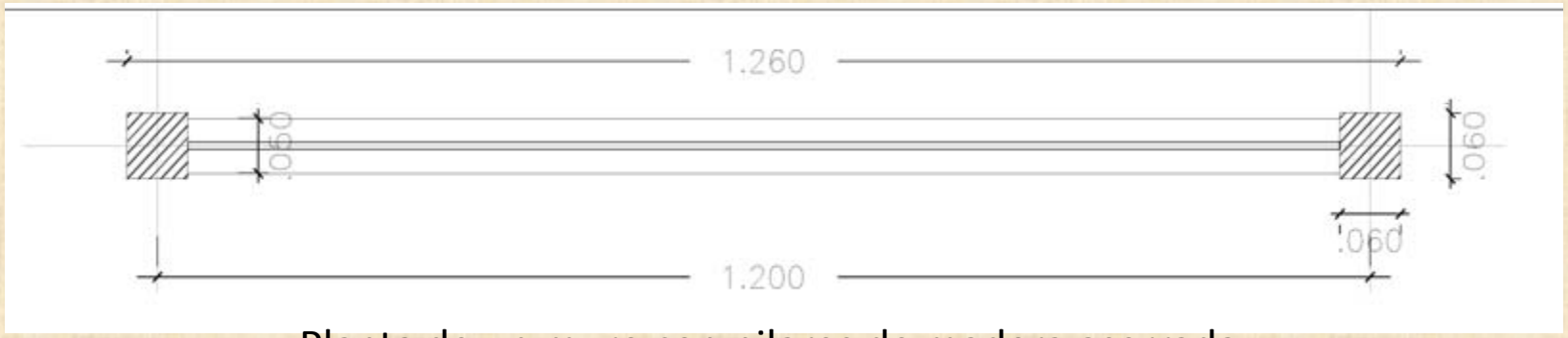
Los pilares de confinamiento generalmente se ubican en el rango de los 0.75M (el mas pequeño) de ancho hasta los 1.20M (el mas grande), para mayores dimensiones se recomiendan otros sistemas constructivos ya que el muro tendinoso, por sus características, se deformaría muy fácilmente. La altura de un muro depende de las viviendas, sin embargo tampoco es recomendable superar esta altura (2.40m).



Geometria y Dimensiones



Planta de un muro con perfiles metálicos



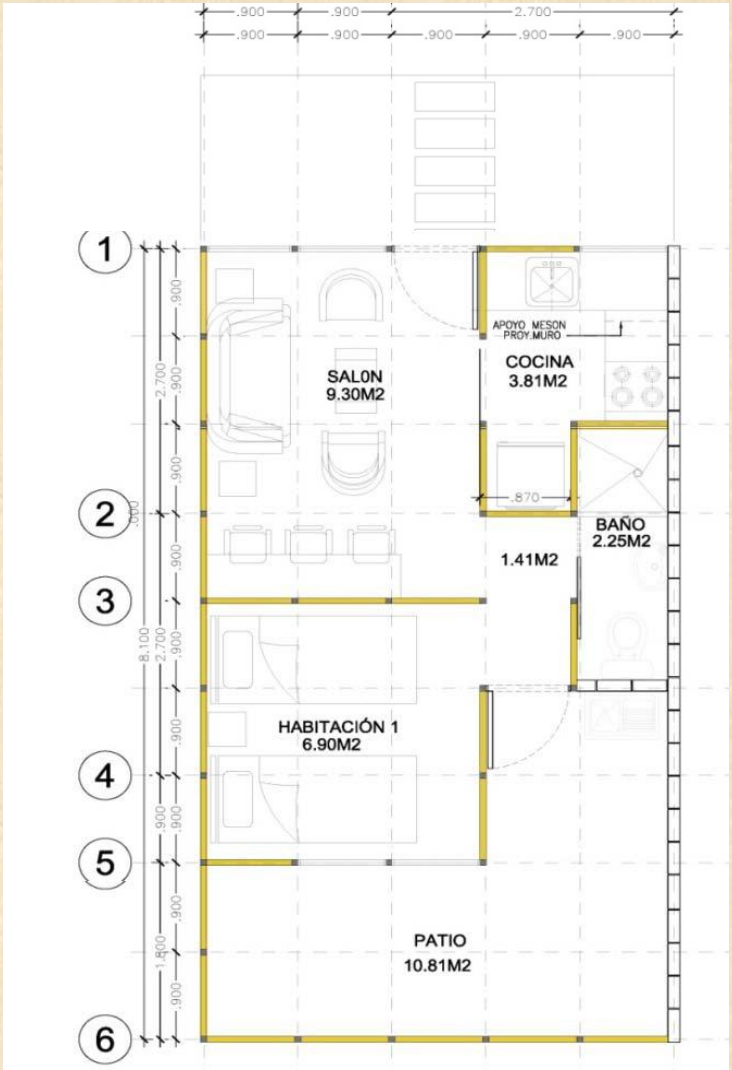
Planta de un muro con pilares de madera aserrada.

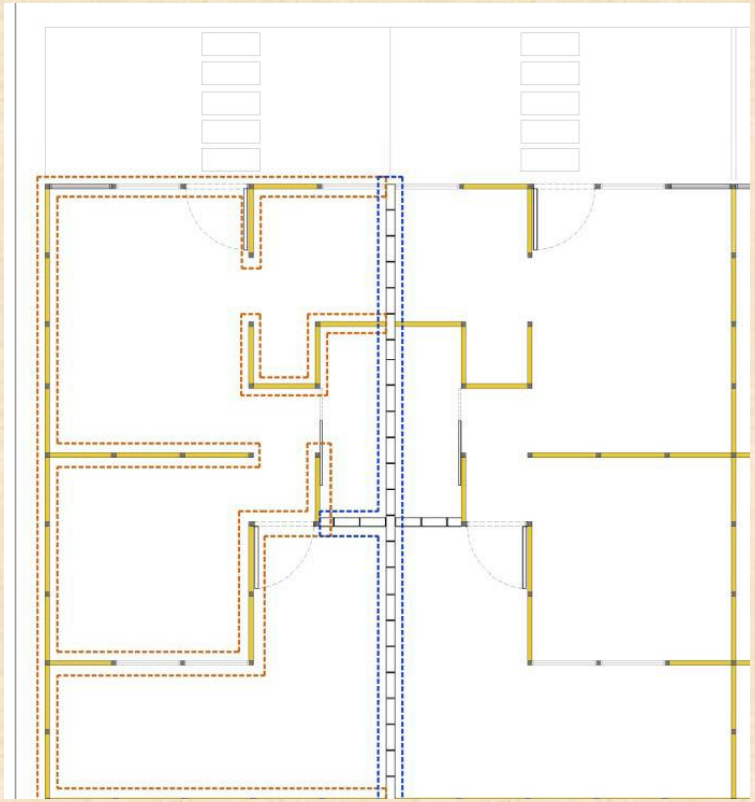


Planta de un muro con párales de bambú

PLANTAS ARQUITECTÓNICAS

Plantas Arquitetónicas





Muros Tendinosos se combinaban con otros sistemas constructivos tradicionales como el muro de ladrillo

Vivienda de un piso Superficie útil: 23.6 M2 – Superficie construida: 25.57 M2

ALGUNAS FOTOS



Proyecto de viviendas con muros Tendinosos construido en Restrepo, Colombia.



Vivienda realizada con muros tendinosos y perfiles metálicos.



Vivienda con pilares de bambú y muros tendinosos

PATOLOGÍAS

Patologías

Las patologías o afecciones que trataremos y que presentan las viviendas edificadas con el sistema de muros tendinosos se pueden resumir en dos grupos, las que son causadas por **agentes externos, y causadas por una mala construcción.** También las características de los materiales que componen el sistema juegan un papel importante en el momento de determinar las causas de una afección determinada.



Fisura en el muro tendinoso

<u>Patologías por agentes externos</u>

Básicamente son las afecciones producidas por la acción de agentes naturales externos a la edificación como pueden ser la lluvia o el agua directa, el sol, los vientos, los movimientos telúricos o eventos inesperados, así mismo los xilófagos, insectos o roedores.



Humedad en la junta de muro con las vigas

Patologías

-El mortero: es un material obtenido por la mezcla de conglomerante, y que endurece por procesos fisicoquímicos adquiriendo una consistencia pétrea. Sin embargo no deja de ser un material de composición porosa por lo que tiene una gran capacidad de absorción de agua que produce un efecto de hinchamiento pues la humedad superficial mantiene separadas las finas partículas del mortero. Este hinchamiento por humidificación puede producir desprendimientos y agrietamientos del mortero, además de la caída de los revestimientos o pinturas que lo cubren.



-La madera: su carácter orgánico la hace especialmente sensible a las afecciones. No solo tiene una gran capacidad de absorción de agua con su consecuente “hinchamiento”, además como es un ser vivo se ve expuesta a otros ataques externos como el de los roedores, insectos u hongos. También es especialmente sensible al fuego y a los agentes químicos

Patologías

-El fique: es una fibra natural, biodegradable y absorbente de agua, además como casi todas la telas es altamente combustible. Ahora en el proceso de ejecución de los muros queda totalmente revestida por el mortero, que la protege del fuego, pero no del agua. El agua absorbida por el mortero penetra hasta la lamina intermedia, en este caso el fique, y la impregna; momento en que se revierte el efecto y La humedad del fique influye perjudicialmente en la durabilidad del mortero porque el fique genera Taninos que deterioran las características mecánicas del cemento.



-El alambre de espino*:* para construcción se usa galvanizado, lo que garantiza que no se oxidara por la acción del agua que penetre. También tienen una resistencia relativamente alta al fuego, en comparación con la madera, y a los movimientos fuera del plano.



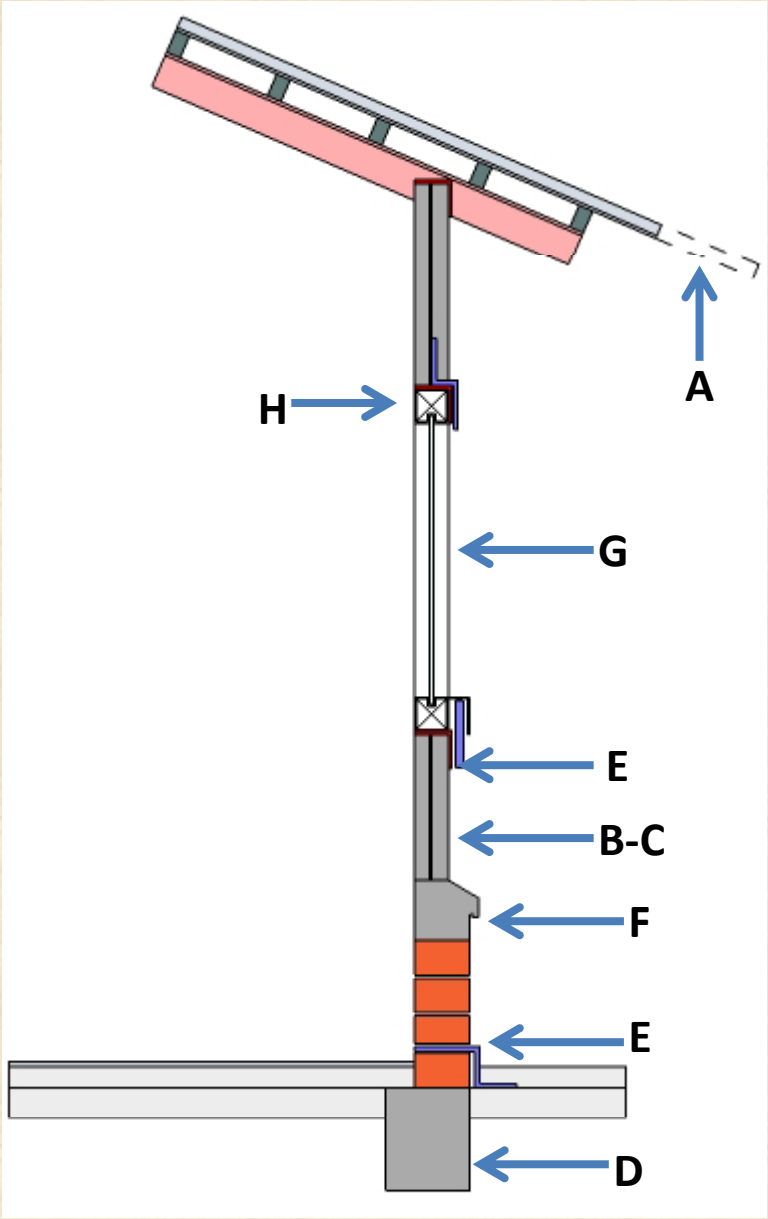
RECOMENDACIONES

-(A) Ampliación de los aleros. Esta medida sencilla nos ayudaría a reducir la cantidad de agua lluvia directa que reciben los muros y que por gravedad descienden desde la parte alta.

-(B) Utilización de agentes químicos impermeabilizantes en el mortero, que nos ayuden a repeler la absorción de agua del material.

-(C) Utilización de pinturas impermeables Las de mayor calidad (impermeables. Están basadas en el silicato potásico, pero son también las que exigen mayor especialización en su aplicación.

-(D) Al igual que en el mortero de revoque, también seria útil la mezcla del hormigón de las vigas sobrecimiento con agentes impermeabilizantes para evitar las humedades por capilaridad.



RECOMENDACIONES

-(E) Implementación de chapas galvanizadas que desvíen el agua en puntos críticos, como los dinteles y los antepechos de ventanas.

-(F) Inclinación geométrica del remate del murete de arranque. Bien sea de hormigón o una pieza prefabricada y sobrepuesta.

-(G) Instalación de ventanas que desvíen y evacuen el agua a través de canales internos.

-(H) Resolver el detalle de la junta entre el mortero y el cerco de confinamiento.

