

CONSTRUCCION DE ENTREPISO EN PALMA LATA

EMPLEO DE LA PALMA LATA EN LA CONSTRUCCIÓN DE ENTREPISOS SOBRE
MURO DE ADOBE Y LADRILLO

ANDRÉS FELIPE PERILLA NIÑO

JUAN SEBASTIÁN GÓMEZ RUIZ



UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA

TECNOLOGIA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTONICAS

PROYECTO DE GRADO

BOGOTA, DICIEMBRE 2017

CONSTRUCCION DE ENTREPISO EN PALMA LATA

EMPLEO DE LA PALMA LATA EN LA CONSTRUCCIÓN DE ENTREPISOS SOBRE
MURO DE ADOBE Y LADRILLO

Trabajo de grado para optar el título de Tecnólogo en Construcciones Arquitectónicas

Coordinador PTCA

Arq. Nelson Ricardo Cifuentes Villalobos

Asesor

Arq. José Alcides Ruiz



UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

PROGRAMA TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS

BOGOTA D.C

2017

CONSTRUCCION DE ENTREPISO EN PALMA LATA

NOTA DE ACEPTACIÓN

Observaciones

Firma Director Trabajo de Grado

Firma del presidente jurado

Firma del jurado

Bogotá., Diciembre de 2017

CONSTRUCCION DE ENTREPISO EN PALMA LATA

Agradecimientos

José Alcides Ruiz, Arquitecto, Universidad La Gran Colombia, asesor de proyecto.

John Jairo Fajardo Toledo, Universidad Nacional De Colombia, coordinador de calidad laboratorio, materiales y procesos, Universidad Nacional De Colombia.

Índice general

Introducción	1
Justificación	4
Planteamiento del problema	6
Pregunta problema	6
Objetivo general	6
Objetivos Específicos	6
Historia del uso de la palma lata	7
La madera y sus componentes	10
Pisos y entrepisos	10
Acabados y mantenimiento	11
Marco referencial	13
Morfología de la palma lata	17
Generalidades de la palma lata	19
Propiedades mecánicas de la madera	23
Propiedades mecánicas de la madera	24
Propiedades elásticas de la madera	28
Propiedades mecánicas calculadas para la palma de lata	29
Elaboración del prototipo	30
Descripción del ensayo	33
Análisis de resultados	37
Sistema de entramado propuesto	38
Detalles constructivos	39
Protección por diseño	41
Costo aproximado	42
Conclusiones	43
Recomendaciones	44
Bibliografía	45

CONSTRUCCION DE ENTREPISO EN PALMA LATA

Índice de figuras

Figura 1. Vivienda antigua – detalles del muro en bahareque y varas de lata.....	7
Figura 2. Vivienda antigua – detalles del muro en bahareque y varas de lata	7
Figura 3. Vivienda antigua – detalles del muro en bahareque y varas de lata	9
Figura 4. Tallo de la palma de lata.....	17
Figura 5. Corte transversal del tallo en estado seco	18
Figura 6. Variación de diámetros en los tallos.....	18
Figura 7. Esfuerzos primarios que pueden actuar sobre un cuerpo.....	24
Figura 8. Esfuerzo a flexión.....	25
Figura 9. Carga vs. Deformación.....	26
Figura 10. Viga simplemente apoyada.....	27
Figura 11. Propiedades mecánicas de la palma lata.....	29
Figura 12. Inmunización de madera (palma lata).....	30
Figura 13. Disposición palma lata.....	30
Figura 14. Anclaje malla con vena.....	31
Figura 15. Elaboración de mezcla.....	31
Figura 16. Fundida.....	32
Figura 17. Prototipo prueba.	32
Figura 18. Grafica de Fuerza vs desplazamiento Entre piso.....	36
Figura 19. Falla por Cizallamiento o corte	37
Figura 20. Dimensionamiento de acuerdo al manual de diseño para maderas del grupo andino.	38
Figura 21. Detalle constructivo sobre muro de adobe.....	39
Figura 22. Detalle constructivo sobre muro de adobe.....	39
Figura 23. Detalle constructivo sobre muro de adobe.....	40
Figura 24. Detalle entramado con voladizo.	40
Figura 25. Aislamiento de humedad sobre muro de adobe.....	41
Figura 26. Aislamiento de humedad sobre muro de ladrillo.....	42
Figura 27. Modelado entrepiso.	42

Glosario

Acabado: Estado final, natural o artificial, en la superficie de una pieza u objeto de madera para un fin determinado. El acabado natural se obtiene mediante procesos tales como: cepillado, lijado, etc. y el acabado artificial con la aplicación de sustancias tales como: ceras, lacas, tintes, etc.

Amarre secundario: Son los elementos continuos que se extienden de borde a borde del diafragma y que se localizan entre los amarres de continuidad; se encargan de la transmisión de cargas a los amarres de continuidad.

Armadura: Conjunto de elementos de madera que ensamblados en configuraciones triangulares planas o espaciales y adecuadamente diseñadas y detalladas conforman un sistema o un sub-sistema estructural que resiste y transfiere cargas horizontales, verticales o una combinación de las dos, hacia la cimentación o a los elementos de soporte. Cercha.

Aserrado: Proceso mediante el cual se corta longitudinalmente una troza, para obtener piezas de madera de sección transversal cuadrada o rectangular denominadas comúnmente bloque o tablones. El aserrado se realiza mediante sierras circulares, sierras de cinta u hojas de sierra.

Capacidad de un elemento o componente estructural: Es la máxima fuerza axial, fuerza cortante y momento flector que es capaz de resistir un elemento o componente estructural.

Capacidad modificada para diseño: Es la capacidad de un elemento o componente estructural afectada por los coeficientes de modificación.

CONSTRUCCION DE ENTREPISO EN PALMA LATA

Contracción: Reducción de las dimensiones de una pieza de madera causada por la disminución del contenido de humedad por debajo de la zona de saturación de las fibras, que se presenta en los sentidos radial, tangencial y longitudinal.

Entre piso: Subsistema estructural horizontal o relativamente horizontal que transmite fuerzas laterales a los elementos verticales encargados de la resistencia lateral de una edificación.

Elemento dúctil Es un elemento que tiene capacidad de deformación en el rango inelástico.

Enlucido: Pañete de mortero en muros, también llamado frisado

Entramado: Conjunto de elementos estructurales como vigas y viguetas en entrepisos y techos, o como parales en muros, que se encargan de dar soporte al material de revestimiento de entrepisos, techos y muros.

Fibra: Célula alargada con extremos puntiagudos y casi siempre con paredes gruesas; típica de las maderas latifoliadas.

Grupo Clasificación de las maderas de acuerdo a su módulo de elasticidad y a su conjunto de esfuerzos.

Hinchamiento: Aumento de las dimensiones de una pieza causada por el incremento de su contenido de humedad.

Madera tratada: Es aquella sometida a un proceso de secado y preservación.

Módulo de elasticidad longitudinal admisible: Módulo de elasticidad de un elemento de madera medido en la dirección paralela al grano, multiplicado por los coeficientes de modificación que lo afecten.

CONSTRUCCION DE ENTREPISO EN PALMA LATA

Módulo de elasticidad mínimo longitudinal admisible: Es el anterior módulo, llevado al quinto percentil, a flexión pura y finalmente afectado por un factor de seguridad.

Mortero: Mezcla de arena y cemento utilizado para unir ladrillos o pañetar muros o techos.

Preservación: Tratamiento que consiste en aplicar sustancias capaces de prevenir o contrarrestar la acción de alguno o varios tipos de organismos que destruyen o afectan la integridad de la madera. Generalmente estos tratamientos son efectivos por lapsos más o menos largos, dependiendo de su calidad.

Preservante: Sustancia que se aplica para prevenir o contrarrestar por un período de tiempo, la acción de alguno o varios de los tipos de organismos capaces de destruir o afectar la madera.

Revoque: Enlucido o pañete.

Rigidizador: Pieza de madera cuyo objeto es disminuir el pandeo de elementos comprimidos.

Secado: Proceso natural o artificial mediante el cual se reduce el contenido de humedad de la madera.

Sección: Perfil o figura que resulta de cortar una pieza o cuerpo cualquiera por un plano.

Sección longitudinal: Aquella sección que resulta de cortar una madera en sentido paralelo a las fibras.

Sección radial: Corte longitudinal de un tronco en dirección perpendicular a los anillos de crecimiento.

Sección tangencial: Corte longitudinal de un tronco tangente a los anillos de crecimiento.

CONSTRUCCION DE ENTREPISO EN PALMA LATA

Sección transversal: Aquella sección que resulta de cortar una madera en sentido perpendicular a las fibras.

Separador o espaciador: Bloque o taco de madera responsable de mantener a una separación constante dos o más elementos de madera de los que se requiere que actúen en conjunto.

Tenacidad: Cualidad que le permite a la madera experimentar considerables cambios de forma antes de romperse, con fractura generalmente astillada.

Viga: Elemento principal, cuyo trabajo es principalmente a flexión.

Vigueta: Elemento secundario que trabaja principalmente a flexión.

CONSTRUCCION DE ENTREPISO EN PALMA LATA

Resumen

Título: Empleo de la palma lata en la construcción de entrepisos sobre muros de adobe y ladrillo.

Autores: Juan Sebastián Gómez, Andrés Felipe Perilla Niño.

Palabras claves: palma lata, entrepiso, flexión, recurso maderable, funcionalidad estructural.

Descripción

Esta investigación es tipo aplicada, con un nivel de profundización explicativo, aplicando enfoque cuantitativo, ya que solo se recolectaran los datos en un momento dado de la investigación. La finalidad consiste en generar una alternativa en la construcción de entrepisos que se articule y se adapte especialmente a los muros de adobe y ladrillo, con un recurso maderable propio de una región rural en específico atendiendo las necesidades del sector y recuperando un recurso que actualmente es tildado como maleza. La palma lata es una palma perenne que se encuentra en clima tropical, pertenece a la especie *Bactris guineensis* (Guinea *Bactris*) ocupando un escalafón dentro de la variedad de especies del género *Bactris* (*Bactris palm*) reconocidas en América (Centro, Suramérica).

La palma de lata posee un recurso maderable que es aprovechable se tipifica como madera rolliza, es totalmente sólida en su aspecto físico con buenas cualidades. Ductilidad, longitud óptima la cual es indispensable para las maderas en la construcción, resistente, durable y consistente.

De acuerdo a lo anterior lo que se pretende es proponer un modelo constructivo de entrepiso el cual considere a la palma lata como componente principal teniendo en cuenta sus

CONSTRUCCION DE ENTREPISO EN PALMA LATA

antecedentes históricos en la construcción rural. Y el sector donde se encuentra, El objetivo específico no se limita únicamente a la propuesta constructiva, puesto que paralelo a eso se evaluará la funcionalidad estructural respecto a su esfuerzo por flexión a 3 puntos. Dato indispensable en el diseño estructural de entrepisos.

Abstract

Title: Use of the palm can in the construction of mezzanines on brick and adobe walls.

Authors: Juan Sebastián Gómez, Andrés Felipe perilla niño.

Key words: *palm, mezzanine, bending, wood resource, structural functionality.*

Description

This research is applied type, with a level of explanatory deepening, applying a quantitative approach, since only the data will be collected at a given time of the investigation. The purpose is to generate an alternative in the construction of mezzanines that articulates and adapts especially to the walls of adobe and brick, with a wood resource characteristic of a specific rural region attending the needs of the sector and recovering a vernacular constructive technique, and a resource that is currently labeled as weed. The palm can is a perennial palm that is found in tropical climate, belongs to the species *bactris guineensis* (Guinea *bactris*) occupying a ranking within the variety of species of the genus *Bactris* (*Bactris* palm) recognized in America (Central, South America).

The tin palm has a wood resource that is usable is typified as round wood, it is totally solid in its physical aspect with good qualities. Ductility, optimal length which is indispensable for woods in construction, resistant, durable and consistent.

According to the above, what is intended is to propose a constructive model of mezzanine which considers the palm can as a main component taking into account its historical background in rural construction. And the sector where it is located, the specific objective is not limited only to the constructive proposal, since parallel to that the structural functionality will be evaluated with respect to its effort by bending. Essential data in the structural design of mezzanin

Introducción

La utilización de la madera como sistema constructivo o como elemento estructural ha acompañado al hombre a lo largo de toda la historia. Al principio, junto a la piedra, era el principal elemento constructivo. Posteriormente aparecieron nuevos materiales que relegaron su utilización. Actualmente la evolución de su tecnología permite obtener productos estructurales más fiables y económicos, y su mejor conocimiento, tanto desde el punto de vista estructural como ecológico y medioambiental, la permite competir con el resto de los materiales estructurales. (Prada, Garzon, 2008, p.25)

El uso de materiales naturales en la construcción ha tenido un gran impacto a lo largo de la historia y han contribuido en la construcción del patrimonio arquitectónico colombiano. Debido a esto, es de gran importancia resaltar la contribución de un material maderable en determinadas regiones de Colombia. La palma de corozo o palma lata es un material maderable y como muchos otros recursos forestales ha sido protagonista dentro del ámbito de la construcción en las regiones que poseen este recurso. (Prada, garzón, 2008, p.28)

Actualmente existe en el mundo una enorme atención por materiales naturales y soluciones constructivas modernas que buscan contrastar con el paisaje Urbanístico. En general, éstos materiales tienen unas cualidades en común como lo son: la resistencia, el fácil manejo, adaptabilidad al medio ambiente, economía, belleza, impacto visual, entre otros. La textura y el color de la palma de lata lo convierten en un material significativo dentro del campo de la investigación con un enfoque dirigido hacia una propuesta constructiva.

La palma lata puede funcionar como un material confiable y aplicable a ciertos usos en el campo de la construcción, la utilización de las varas de lata como base de cubiertas exteriores para techo, para muros divisorios, para servir de refuerzo al combinarlo con concreto y dar forma básica a ciertos elementos estructurales (vigas, columnas, pisos), para elementos prefabricados sencillos (bebederos, canales, losetas, tanques de almacenamiento), y para este caso en particular los entrepisos. (Prada –garzón -2008, p.30)

El objetivo de esta investigación, es generar una alternativa constructiva teniendo en cuenta las propiedades de la palma lata en cuanto su función arquitectónica y estructural se refiere, en el empleo de construcción de entrepisos y determinar si esta puede funcionar como un material confiable en la construcción de ese elemento, además de esto reconocer que junto con otras técnicas naturales o procesos industrializados pueda llegar a funcionar como un material óptimo en el campo de la construcción

Para lo anterior se plantea presentar la propuesta de diseño del entrepiso, generar un prototipo y posteriormente realizar un ensayo denominado flexión por carga puntual a tres puntos para determinar el comportamiento mecánico del elemento.

Es válido pensar los beneficios tipo económico, social, y ambiental que resultan del aprovechamiento e implementación de un recurso forestal natural, de fácil manejo, sostenibilidad económica y renovación abundante, debido a la sencillez de su hábitat y gran adaptación a los climas tropicales.

Dentro de los objetivos trazados y que se consideraron necesarios para el buen Desarrollo de la investigación, se incluyó el concepto y función de la madera en la construcción de entrepisos, características mecánicas de la palma lata, entre otras propiedades de la madera,

morfología de la palma lata como unidad, entre otra información necesaria y finalmente la propuesta de aplicación materializada en el prototipo.

Surge además la necesidad de proponer para el campo de la tecnología en construcciones arquitectónicas una alternativa constructiva nueva en la que pueda predominar o contrastar la utilización de la palma de lata en aplicación como sistema de entrepiso y que de cara a futuro se pueda adaptar con diversos diseños al entorno vanguardista, como se ha venido desarrollando con materiales maderables similares y asequibles a la industria de la construcción demostrando su utilidad como Material con posibilidades de uso en el sector de la construcción, al menos en la construcción de entrepisos.

La palma de lata es un material alternativo “barato”, liviano, Trabajable, atractivo, con tradición viva de oficios y resistente en algunas Aplicaciones constructivas. . (Prada –garzón - 2008, p.31).

Justificación

El uso de las palmas nativas en la construcción es un buen ejemplo del aprovechamiento de recursos que provee el Bosque Seco Tropical (BST) y otros ecosistemas del Caribe Colombiano y que se adecua a las condiciones de vida de la población.

Es así como la construcción de viviendas y de otras infraestructuras, en cuanto a techos, muros, celosías, entrepisos y otros elementos arquitectónicos y de amueblamiento son una muestra del sabio empleo de materiales locales, como es el caso de las hojas de la palma amarga en techos de las viviendas, que logran generar confort en ambientes interiores (soluciones bioclimáticas), adicionando en muchos casos valores estéticos y culturales que son muestra de identidad, tradición, historia y patrimonio cultural vernácula techniques (usaïd 2015: pag, 5).recuperado de https://rds.org.co/apc-aa-files/.../tecnicas_vernaculas.pdf.

Actualmente existen materiales como la guadua, la caña brava, el cardón (costa atlántica) árbol loco (eje cafetero) los cuales son componentes principales de los sistemas constructivos, a esto se suma la palma de lata (palma corozo), el valor agregado de esta palma es su alta resistencia en cuantos aspectos resistencia, durabilidad, y dureza, la cual la hace atractiva para el uso en las construcciones autóctonas de la región la cual cuenta con el recurso.

El tallo de la palma de lata posee un recurso maderable que es aprovechable y ha Participado en la construcción del patrimonio nacional, combinado junto a otros materiales Naturales y técnicas constructivas utilizadas en las regiones en donde abunda.

Aunque la Palma lata ha tenido una trayectoria discretamente destacable no ha sido reconocida Su capacidad e importancia en el ámbito arquitectónico. Por tanto, la investigación que se pretende realizar es determinar cómo se puede emplear el uso de la palma de lata como

elemento de entrepiso. Surge también la necesidad de generar nuevas soluciones constructivas que se adapten al medio y que contribuyan de una manera eficiente al entorno. La palma lata es una especie a la cual se le debe prestar atención rescatar y divulgar su empleo en el ámbito constructivo junto con el diverso grupo de técnicas de construcción en las cuales se pueda emplear su uso como componente principal. Persiguiendo a la vez un claro objetivo de conservación Y uso sostenible de la biodiversidad y en general de los recursos naturales y ecosistemas asociados con este material.

A lo anteriormente mencionado se suma la necesidad de implementar diferentes herramientas que faciliten aprovechamiento sostenible de la misma en determinadas regiones, dada su disponibilidad, bajo costo y beneficios al incorporar mano de obra local con conocimiento de técnicas de construcción en la cual sea empleada. Cultural vernácula techniques (usaid 2015: pag, 5).recuperado de https://rds.org.co/apc-aa-files/.../tecnicas_vernaculas.pdf.

En la era de la máquina, la industria de la construcción contribuye en gran medida al impacto sobre el medio ambiente. Al dignificar las prácticas constructivas tradicionales, al reconocer sus bondades tecnológicas, ambientales y económicas, al apreciar sus valores estéticos, la madera se ofrece como una rica fuente de alternativas constructivas. (Diego Samper recuperado de <http://www.diegosamper.com/ARQnobilis.html>)

Planteamiento del problema

La necesidad que tiene realizar esta investigación consiste en generar una alternativa constructiva recuperando un recurso el cual es tildado de maleza, si bien es cierto que el estudio de la propuesta debe estar claramente enfocado y delimitado a una propuesta constructiva , no puede dejar a un lado el objetivo ambiental y sostenible de acuerdo a esto se debe explorar y validar el uso de la palma lata como material vernáculo en la construcción de viviendas tradicionales, y en lo que a esta investigación refiere la construcción de entrepisos . Para posterior a eso aportar una alternativa la cual sea viable, económica, competitiva, se ajuste al medio y cumpla con la funcionalidad y aspectos básicos de cualquier otro sistema de entrepiso. Dejando abierta la posibilidad de inscribir la palma de lata como un material alternativo en el campo de la construcción.

Pregunta problema

¿Cómo generar un entrepiso en palma lata para muros de adobe y ladrillo?

Objetivo general

Presentar un modelo constructivo de entrepiso en palma de lata que se adapte a muros de adobe y ladrillo

Objetivos Específicos

- Indicar el costo para la elaboración del entrepiso.
- Presentar el diseño para el entramado del entrepiso en palma lata.
- Evaluar el prototipo mediante una prueba mecánica denominada flexión por carga puntual a tres puntos.

Historia del uso de la palma lata

Quizá el aspecto más importante y rescatable que se distingue de la historia del uso de la palma de lata en sus inicios y que ocupa un valor patrimonial regional en el lugar donde existe, tiene que ver con su implementación como material maderable utilizado en la construcción antigua

Figura 1. Vivienda antigua – detalles del muro en bahareque y varas de lata



Fuente: Análisis y caracterización de las propiedades físicas y mecánicas de la palma lata



Figura 2. Vivienda antigua – detalles del muro en bahareque y varas de lata
Fuente: Análisis y caracterización de las propiedades físicas y mecánicas de la palma lata.

La protección exterior superior de las viviendas suele recibir el nombre de techo, técnicamente llamado cubierta. La función principal de estas estructuras es proteger el espacio interior de la vivienda contra las condiciones del clima y para ello debe cumplir con ciertas especificaciones de diseño, como escoger los parámetros de diseño adecuado (configuración estructural, materiales, pendiente, tipo de teja), impermeabilidad, resistencia, etc.

Ingenierilmente hablando, el techo está constituido por diferentes sistemas estructurales a base de material natural (madera) o industrializado (acero, concreto, sintéticos) que constituyen el llamado entramado o “armazón” estructural; ahora, la cubierta está constituida por dos elementos, una base que es de entablado o de “cañas” que se coloca sobre las viguetas o correas del techo y una cubierta exterior que puede ser de distintos materiales, entre los más usados están las tejas de arcilla, tejas de madera, tejas asfálticas, tejas de fibro – cemento, tejas laminares de acero, etc. Las varas de lata que sirven de base para la cubierta se amarran adecuadamente con alambre negro N° 18.

Para la cubierta se utiliza una mezcla de suelo – cemento (con suelo franco – arenoso) reforzado con fibras sintéticas de flexatex que se aplica en dos capas para disminuir las fisuras por retracción por fraguado y temperatura.



Figura 3. Vivienda antigua – detalles del muro en bahareque y varas de lata

Fuente: Análisis y caracterización de las propiedades físicas y mecánicas de la palma lata.

La madera y sus componentes

La madera en la edificación es utilizada tanto para la estructura como para el revestimiento. Por su condición de material orgánico, en ciertos usos donde requiere ser especialmente protegida, como cimientos por ejemplo, puede ser reemplazada por otros materiales; mientras que en otros usos, como carpintería, es difícilmente mejorada. De esta forma la madera se combina con otros materiales en la fabricación y complementación de los distintos componentes de la edificación.

Además de la estructura y el revestimiento, se debe prever la colocación empotrada de las instalaciones eléctricas y sanitarias, así como la colocación de materiales de aislamiento y acondicionamiento en la medida exigida por el lugar o ambiente donde se encuentra.

Pisos y entrepisos

Los pisos se extienden por toda el área de la edificación conformando una superficie de apoyo. El piso puede consistir en una losa de hormigón en contacto con el suelo o en una estructura de madera elevada en el primer caso, el piso puede estar enmarcado por una cimentación corrida, o puede formar parte de ella, si se trata de una losa. En el caso de un piso de madera elevado, este se apoya directamente sobre la cimentación o sobre muros portantes si se trata de un entrepiso. Los pisos y entrepisos de madera están conformado por vigas, viguetas, y el piso propiamente dicho.

El piso propiamente dicho esta por lo general constituido por dos capas .Una inferior estructural o resistente que es el subpiso o “falso piso “y otra que es la capa de acabado

Y hace las veces de un revestimiento de un revestimiento del piso. En algunos casos el piso resistente puede quedar visto como único revestimiento.

El falso piso puede variar de acuerdo al sistema constructivo. En el sistema entramado es liviano, ya que se apoya sobre viguetas y estas sobre vigas o muros; se usan comúnmente; entablados-machihembrados o no- y tableros contrachapados o aglomerados resistentes a la humedad y de calidad estructural. En el sistema poste viga el piso es más pesado, ya que se apoya directamente sobre las vigas cubriendo luces mayores. Se usan entablonadas de 4 o 5 cm de espesor.

Para revestir los pisos existen varias alternativas de materiales que dependen del uso que se le dé a la habitación y de los costos relativos. Se usan: cemento pulido, losetas de cemento o arcilla cocida, baldosas asfálticas o vinílicas en falsos pisos de hormigón o madera machihembrada, alfombra y otros en falsos pisos de madera. El entablado para revestimiento de piso debe presentar el corte radial en la superficie ya que es más resistente al desgaste.

Acabados y mantenimiento

Además de la pintura y el resanado, comunes a cualquier edificación, el mantenimiento y reparación en edificaciones de madera resulta fácil y permite la sustitución de elementos y componentes eventualmente dañados por problemas de filtración, condensación, ataque de hongos e insectos y modificaciones de forma y tamaño de las habitaciones.

Para que el mantenimiento sea mínimo y poco costoso es necesario tomar las precauciones del caso desde la etapa de diseño, fabricación y construcción, eligiendo sobre todo, acabados de buena calidad que protejan y hagan durable la edificación.

La superficie de la madera puede cubrirse con materiales y otras sustancias para facilitar su limpieza y protegerla de la erosión por intemperismo y del desgaste por el uso. Debe tenerse en cuenta que el acabado sobre la madera, al obstruir sus poros, evita la entrada de esporas de

hongos y además que los insectos depositen huevos en ella .Otras razones para pintar la madera, son las de retardar los cambios de humedad, la combustión, por el fuego o simplemente, para aumentar la reflexión de la luz en las habitaciones oscuras transparentes, que mejoran su apariencia con

El acabado de la madera puede ser dado con pinturas y esmaltes opacos, que ocultan su grano y color; con barnices, lacas, aceites y ceras transparentes que mejoran su apariencia o con tintes y colorantes que alteran su color pero no mejoran su brillo y textura los cuales dependen del tipo de madera. La elección de uno u otro acabado depende principalmente de los costos y las posibilidades de mantenimiento.

En el interior de la vivienda lo más económico es aplicar tres capas de emulsión a todas las paredes y cielo rasos. En cocinas y baños se requiere pintura lavable mate o brillante. En exteriores las pinturas son más resistentes que los barnices y se recomienda que sean de tipo esmalte o hidrófugas.

Los materiales de acabado deben de ser de buena calidad y deben aplicarse en maderas limpias y secas. Después de la primera capa los agujeros de clavos, grietas y otros defectos deben ser tapados con masilla u otro sellador apropiado.

Las piezas de madera de madera usadas exteriormente y en especial los extremos o cabezas de la misma, deben estar protegidas con materiales que repelen el agua, particularmente en las juntas y ensambles.

Marco referencial

A continuación se pretende dar generalidades de la palma lata contextualizar cual ha sido el bagaje histórico de la misma en lo que a lo constructivo se refiere puesto que es un recurso con múltiples usos según como lo referencia y lo clasifica (estupiñan-gonzales 2014 pag 26) en el cual lo clasifica como: Ag: Agropecuaria (fo: forraje) Art: Artesanal; Co: Comestible (fn: fruto in natura; ft: fruto transformado) C: Construcción (maderable;) Lc: Lucrativa; Me: Medicinal; Sa: Servicios Tc: Tecnológica (he: herramientas)

El corozo de lata (*Bactris guineensis*), una palma espinosa y cespitosa que forma grandes matas de hasta más de 1000 tallos, los más altos de poco más de 7 m de alto y 2.5-6 cm de diámetro Las hojas son pinnadas, menores de 1 m de largo y están provistas de largas espinas negras o amarillentas con la base y la punta oscuras. (usaíd pag 7 Biología y dinámica poblacional del corozo de lata *Bactris guineensis*: Arecaceae) en el Caribe colombiano) la palma lata ha sido de gran importancia cultural a través de la historia por sus múltiples usos, específicamente en diferentes soluciones constructivas vernáculas , que no demandan acción ingenieril compleja , es un recurso el cual se puede aprovechar dentro de los parámetros sostenibles , mitigando la quema las colonias de la palma lata por ser considerada como maleza para algunos habitantes. El uso de un recurso natural en la construcción debe tener un objetivo claro de conservación y uso sostenible y este criterio no puede ser ajeno al empleo de la palma en esta alternativa constructiva dado que el corozo de lata es una palma que persiste en los potreros y que tiene usos actuales y potenciales importantes, se cree que puede ser un elemento importante para incorporar al modelo productivo de la región en la cual se encuentra en lo que a lo constructivo se refiere.

Por otro lado, los tallos del corozo de lata, extremadamente resistentes y flexibles, son usados en construcciones rurales en todo el Caribe y tienen gran potencial de uso en construcciones modernas (Casas et al. 2013; Estupiñán-Gonzalez et al. en prep.).

Quizá el aspecto más importante y rescatable que se distingue de la historia del uso de la palma de lata en sus inicios y que ocupa un valor patrimonial regional en el lugar donde existe, tiene que ver con su implementación como material maderable utilizado en la construcción antigua. (Prada garzón ,2008 p.25)

El uso tradicional que ha tenido la palma de lata en soluciones constructivas antiguas ahora ofrece su mayor viraje debido a que se requiere para otras aplicaciones que pueden pasar a formar parte del entorno paisajístico exterior o interior y que cumplen con una determinada función.

Los tallos del corozo de lata, llamados latas, han sido usados para la construcción de techos, paredes y cercas de viviendas, usos que se mantienen en la actualidad, pues todavía se encuentra gran cantidad de casas construidas con este material; en muchas fincas los travesaños de los techos de palma son elaborados con tallos de corozo de lata además, se fabrican muebles, puertas y ventanas.

Estudiantes de la universidad de Bucaramanga de la facultad de ingeniería civil presentaron el trabajo de grado titulado análisis y caracterización de las propiedades mecánicas de la palma de lata, bajo este estudio se determinó cual podría ser su uso en el campo constructivo así mismo se dieron a conocer algunos indicios de varias propuestas de aplicación arquitectónicas, constructivas, y artesanales, las cuales arrojaron limitaciones respecto al ámbito arquitectónico.

Bajo estas observaciones y teniendo en cuenta los diversos sistemas constructivos actualmente se pretende tomar esta información para sustento de la propuesta a desarrollar, las construcciones en maderas y guadua también hacen parte de los antecedentes a tener en cuenta para determinar el alcance del proyecto.

De acuerdo a esa tesis de grado denominada análisis y caracterización de las propiedades físicas y mecánicas de la palma de lata (2008) universidad industrial de Santander facultad de ingeniería civil recomienda que se continúe con el desarrollo de ésta investigación y se incluyan nuevos factores y parámetros característicos del material, dejándose abierta la posibilidad de inscribir técnicamente la palma de Lata como un material alternativo en el campo de la construcción y aplicable a ciertos usos. Y en lo que a esta investigación refiere el empleo de la palma lata en la construcción de entrepisos. La palma lata es una especie a la cual se le debe prestar atención rescatar y divulgar su empleo en el ámbito constructivo junto con el diverso grupo de técnicas de construcción en las cuales se pueda emplear su uso como componente principal.

A lo anteriormente mencionado se suma la necesidad de implementar diferentes herramientas que faciliten aprovechamiento sostenible de las misma en determinadas regiones, dada su disponibilidad, bajo costo y beneficios al incorporar mano de obra local con conocimiento de técnicas de construcción en la cual sea empleada.

Adicional a esto En el marco del Programa Paisajes de Conservación (PPC), ejecutado por Patrimonio Natural y financiado con recursos de USAID, se presentó un texto el cual pretende rescatar y divulgar el empleo de diversas técnicas de construcción que emplean la palma lata mitigando amenazadas por diferentes condiciones asociadas a los sistemas

productivos y formas de extracción en amplias zonas del Caribe, entre las cuales se destacan las prácticas de ganadería, la expansión de la frontera agrícola y la expansión urbana.

Entre los objetivos planteados Para el caso específico de las manifestaciones vernáculas de arquitectura, el equipo del Universidad Nacional recomendó realizar investigaciones para recuperar la arquitectura vernácula de esta palma y explorar aplicaciones en este campo con especial énfasis en las hojas de la palma lata para techos de viviendas y otras infraestructuras y de los tallos o troncos de las macollas que conforman la palma de corozo en diversos elementos arquitectónicos. Del mismo modo, se recomendó como parte de estos Planes de Acción el desarrollo de protocolos de diseño en arquitectura vernácula que incluyan estos materiales. Con miras a integrar objetivos de conservación y aprovechamiento.

Morfología de la palma lata

El tallo o culmo es de tipo no ramificado (estípite). Es abundantemente espinoso, erecto, delgado y de tamaño mediano; se presentan agrupados, ya sea por ramificación basal o por rizomas o estolones. Los tallos no se ramifican en su porción aérea dado que presentan un solo meristemo de crecimiento apical. En Colombia, en la zona de estudio, la altura del tallo

Comúnmente varía entre 3 – 4 m., pudiéndose encontrar en otros países de la vertiente pacífica o del caribe y sobre un suelo apto rico en nutrientes, algunos ejemplares de entre 3 – 8 m. de altura; en cuanto al grosor, pueden tener desde algo más de 2.5 cm. de diámetro hasta 4 cm. o un poco más, disminuyendo el diámetro a medida que crece el culmo. La palma de lata, como muchas monocotiledóneas, no presenta una raíz principal debido a la absorción prematura de la radícula durante su desarrollo, presentándose por tanto una (raíces fibrosas), por lo general con una ramificación muy limitada.

Figura 4. Tallo de la palma de lata



Fuente: Masís, A., Espinoza, R., Guadamuz, A., Chavarría, F. y Pérez, D 1998.
Species Page de *Bactris major* (Arecaceae), 13 mayo 1998. Species Home Pages.

Figura 5. Corte transversal del tallo en estado seco



Fuente: Masís, A., Espinoza, R., Guadamuz, A., Chavarría, F. y Perez, D 1998.



Figura 6. Variación de diámetros en los tallos

Fuente: Masís, A., Espinoza, R., Guadamuz, A., Chavarría, F. y Perez, D 1998.

Species Page de *Bactris major* (Arecaceae), 13 mayo 1998. Species Home Pages.

Generalidades de la palma lata

El género *Bactris* pertenece al grupo de palmas “cocoides” y presenta las siguientes características:

- Tallos erectos, delgados u ocasionalmente gruesos, múltiples, provistos con espinas cilíndricas o rara vez aplanadas, según la especie.
- Pecíolos más allá de la vaina usualmente espinosos, la vaina partida y siempre espinosa, algunas veces ocreácea (prolongación arriba de la inserción del pecíolo).
- Láminas foliares simples y bífidas a pinnado – compuestas, el raquis normalmente espinoso, las hojuelas iguales o desiguales, lineares, regularmente espaciadas o agrupadas, arregladas en uno o diversos planos, comúnmente espinulosas por lo menos marginalmente.
- Plantas monoicas, las inflorescencias bisexuales, interfoliare o que llegan a ser infra foliares.
- Pedúnculo usualmente corto, más o menos curvado, usualmente espinoso, con una bráctea basal (espata), con frecuencia espinosa, a menudo expandida.
- Inflorescencias racemoso – ramificadas. Flores unisexuales, dispuestas en espiral, en tríadas bracteadas, a veces también con flores masculinas solitarias o pareadas, en especial distalmente sobre las raquillas.
- Frutos maduros lisos, ovoides a obovoides u oblatos, a veces picudos, anaranjado amarillo a anaranjado rojo o negro purpúreo, con residuo estigmático apical. (Prada garzón ,2008 p.100)

La combinación de tallos múltiples y erectos, con los pecíolos y tallos espinosos, distingue a *Bactris* de todas las otras palmas. Existe alrededor de 240 especies de *bactris* en América que están presentes en todos los bosques secos (transición a húmedos) en áreas tropicales, con altitudes bajas a medias sobre el nivel del mar (hasta los 850 m.s.n.m en la vertiente pacífica) donde es común encontrar los individuos formando colonias. Excepto *Bactris gasipaes* (Chontaduro), que es cultivada, todas las demás poseen tallos delgados y son plantas del sotobosque, o del subdosel, rara vez excediendo los 10.0 m. de altura u 8.0 cm. de diámetro. Todas las *Bactris* tienen espinas subcilíndricas, excepto *Bactris maraja*, que las tiene aplanadas. (Prada garzón ,2008 p.100)

La especie en interés, cuyo nombre científico es *Bactris guineensis* (Guinea *bactris*) y que es reconocida a nivel local como palma de lata o como “la lata”, es una palma cespitosa de tallo erecto, delgado (esbelto) y de tamaño mediano, que es abundante en zonas tropicales y alcanza su etapa de madurez aproximadamente a los 5 años de edad. En Colombia la lata crece en las costas del Caribe y el Pacífico, hasta elevaciones con preferencia a menos de 100 m.s.n.m y normalmente se encuentran formando montículos, no necesariamente en el sotobosque, es normal también encontrarla emergiendo sobre la planicie de las sabanas. (Prada garzón ,2008 p.101)

Dentro de los aspectos físicos a resaltar en la especie *Bactris guineensis* se presenta:

- Si la planta se encuentra en un lugar apto y apropiado para su desarrollo presenta tallos cubiertos densamente por espinas, entre 3 – 6 m. de altura y 2.5 – 4 cm. de diámetro.
- Pecíolos más allá de la vaina obsoletos (cortos) o hasta 7 - 12 cm. de largo, moderada a densamente espinosos.

- Las espinas hasta al menos 4 – 5 cm., negras en la base y el ápice, medialmente grises.
- Láminas foliares pinnado – compuestas, 20 – 50 cm. Marginalmente espinulosas, el raquis espinoso (como el pecíolo) entre 65 – 80 cm. De longitud; 32 – 48 hojuelas (pinnas) por lado, regularmente espaciadas o débilmente agrupadas en un solo plano.
- Pedúnculos 10 – 20 cm., rectos a apenas curvados, con la bráctea 19.5 – 35 cm., moderadamente amarillento - espinosa.
- Raquis de la inflorescencia 5 – 14 cm.; raquilas de la inflorescencia 9 – 30 cm., 8 – 11.5 cm., densamente glandular - furfuráceas.
- Flores masculinas 4 mm. Flores femeninas 3 – 4 mm.
- El fruto se presenta en racimo, globoso deprimido, cuando están maduros son de color negro violáceo, de 1 – 1.5 cm. de diámetro

Bactris guineensis se reconoce fácilmente en su hábitat por su tamaño relativamente pequeño respecto a sus parientes, pecíolos muy cortos u obsoletos, espinas formidables, hojas pequeñas con las hojuelas más o menos estrechamente espaciadas, y los frutos morados cuando maduros.

Ésta junto con *Bactris major* son las únicas especies del género que crecen en las partes secas al norte de la vertiente del Pacífico, aunque *Bactris guineensis* subsiste en sitios más expuestos.

La *Bactris guineensis* o palma de lata posee características anatómicas y organográficas típicas de una planta tropical (latifoliada o frondosa), que representan un volumen importante en

las extensos bosques cálidos de Suramérica, Centroamérica y el Caribe, convirtiéndose en un recurso tentativo para el negocio de la construcción. La parte maderable útil de esta palma es la corteza exterior del tallo, contrario de lo que normalmente se aprovecha en una madera común debido a que no posee una estructura anatómica estándar a diferencia de un tronco de madera normal. (Prada garzón ,2008 p.103)

Propiedades mecánicas de la madera

Las propiedades mecánicas de la madera son una expresión de su comportamiento bajo la acción de fuerzas externas. Este comportamiento depende de la naturaleza de la fuerza aplicada y de la estructura de la madera.

En general, las propiedades mecánicas son las que determinan la aptitud de la madera para propósitos estructurales o de construcción y en otros innumerables usos. El conocimiento de las propiedades mecánicas se obtiene por medio de pruebas de laboratorio que requieren el uso de aparatos especiales. Desde el punto de vista de la eficiencia y del tiempo, las pruebas de laboratorio son ventajosas, si se realizan adecuadamente. (Prada garzón ,2008 p.50)

En las pruebas de laboratorio es posible establecer métodos normalizados y expresar los resultados en unidades definidas que proporcionan medios prácticos para comparar las diferentes clases de madera y también para determinar las dimensiones específicas del material para ciertos usos. También es posible controlar los factores que disturban y pueden afectar los resultados obtenidos en los ensayos de la madera en servicio

Uno de los principales objetivos de las pruebas es determinar valores por unidad de área para las diferentes propiedades de resistencia mecánica de la madera. Al considerar las propiedades de la madera se debe tener en cuenta que ésta es un material orgánico, heterogéneo y anisótropo, lo cual origina fluctuaciones en las propiedades de la madera. Los factores que más influyen en las propiedades mecánicas de la madera son: la densidad, el contenido de humedad, la dirección De las fibras y los nudos. (Prada garzón ,2008 p.51)

Propiedades mecánicas de la madera

Una fuerza, expresada con base a la unidad de área o de volumen, se conoce como un esfuerzo (σ). Existen tres clases de esfuerzos primarios que pueden actuar sobre un cuerpo.

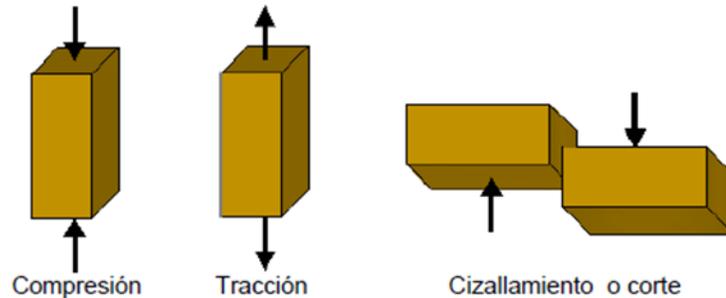


Figura 7. Esfuerzos primarios que pueden actuar sobre un cuerpo

- La fuerza puede actuar en compresión si acorta una dimensión o reduce el volumen del cuerpo; en este caso se dice que hay un esfuerzo de compresión, el cual se define como la fuerza total de compresión dividida por el área de la sección transversal de la pieza sometida al esfuerzo.

- Si la fuerza tiende a aumentar la dimensión o el volumen, entonces la fuerza es de tracción y sobre el cuerpo se ejerce un esfuerzo de tensión o tracción.

- Si la fuerza tiende a causar que una parte del cuerpo se mueva con respecto a cualquier otra en una dirección paralela a su plano de contacto, el esfuerzo es de cizallamiento o corte.

Estos tres esfuerzos pueden actuar simultáneamente produciendo un esfuerzo compuesto denominado esfuerzo de flexión o esfuerzo de pandeo, el cual causa la flexión o pandeo del cuerpo.

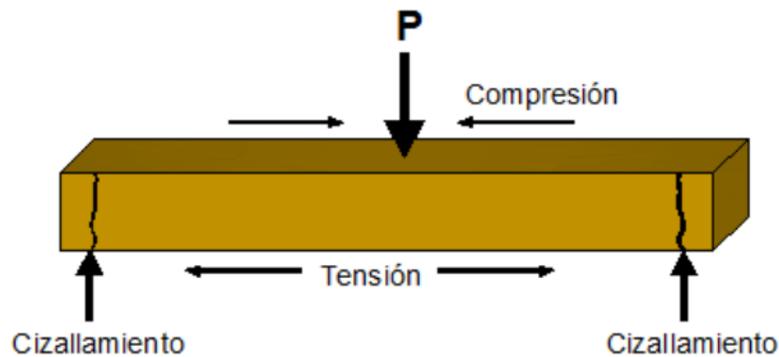


Figura 8. Esfuerzo a flexión.

En todos los cuerpos, cualquiera que sea el material, si se aplican fuerzas suficientes, éstas producen un cambio en la forma y el tamaño del cuerpo. Esta distorsión resultante de aplicar fuerzas se conoce como deformación (ϵ), la cual se expresa en términos de deformación por unidad de área o de volumen; así, la deformación por compresión es la reducción en longitud de un cuerpo sometido a compresión, dividida por la longitud del cuerpo antes de aplicar la carga. Cada tipo de esfuerzo produce su correspondiente deformación.

Dentro de ciertos límites (límite proporcional) la deformación es directamente Proporcional al esfuerzo que la produce, relación establecida por Robert Hooke

Mediante la ecuación: $\sigma = E * \epsilon$.

La constante de proporcionalidad (E) que relaciona los dos términos se denomina módulo de elasticidad, e indica la habilidad del material para recobrar su tamaño y forma originales después de ser removida la carga. El comportamiento elástico de la madera se ilustra mediante la

porción de línea recta de la curva para la carga y la deformación, tal como se indica en la figura.

El área bajo la porción de línea recta de la curva, representa la energía potencial o trabajo

recuperable, y es una medida de la elasticidad del material, no de su resistencia. La pendiente de

la línea elástica es una medida de la magnitud del módulo elástico.

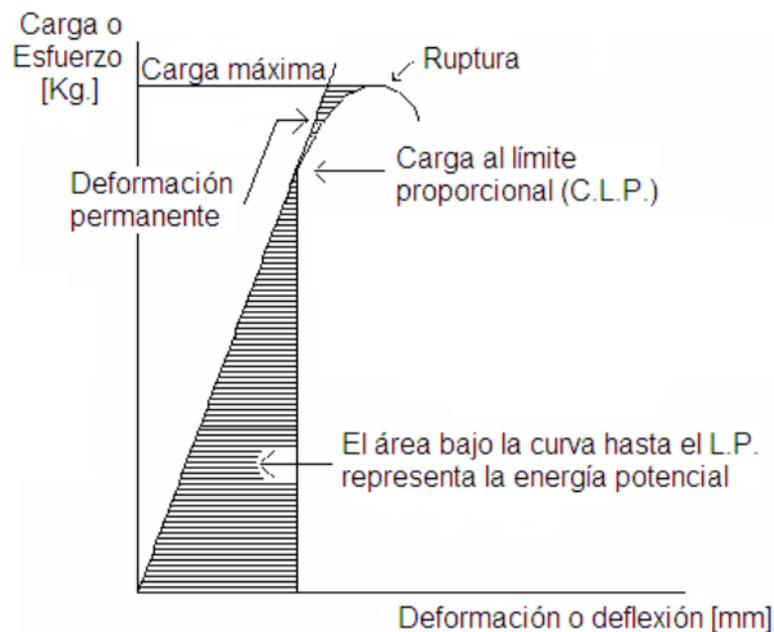


Figura 9. Carga vs. Deformación

La falla se presenta cuando se alcanza el límite de resistencia, el cual está indicado por el límite superior de la curva carga – deformación. La máxima resistencia a la compresión (Máx. σ) es una medida de la habilidad de la madera a resistir cargas de compresión hasta el punto de falla. En flexión, la magnitud de la carga requerida para causar la falla se expresa por el módulo de ruptura (MOR).

En el uso de la madera para construcciones, la resistencia a la flexión es la propiedad más importante. Entre compresión paralela, tracción paralela y flexión, existen las siguientes relaciones: la resistencia a la tracción es más o menos dos veces mayor que la resistencia a la compresión; la resistencia a la flexión es aproximadamente 75% mayor que la resistencia a la compresión.

La flexión se presenta en los miembros estructurales denominados vigas. Una viga soporta cargas que actúan en ángulo recto o cualquier otra dirección no paralela a su eje longitudinal. De acuerdo al tipo de apoyo, las vigas se pueden clasificar en: viga simple, viga empotrada, viga continua.

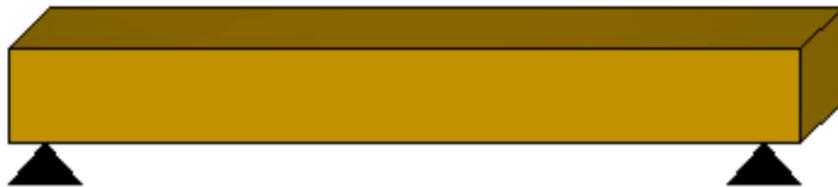


Figura 10. Viga simplemente apoyada

Propiedades elásticas de la madera

Las características elásticas de un material son el módulo de elasticidad, el módulo de corte y el módulo de Poisson. La madera como material ortotrópico tiene tres módulos de elasticidad, tres módulos de corte y seis módulos de Poisson, orientados y definidos según los tres ejes ortogonales. Desde el punto de vista ingenieril puede suponerse que el material maderable es homogéneo y por tanto considerarse sólo tres módulos.

Módulo de elasticidad (MOE – E_m). El E_m puede ser obtenido directamente de una curva esfuerzo – deformación de un ensayo de compresión paralela. Puede ser hallado también por métodos indirectos como en los ensayos a flexión.

Según los resultados obtenidos en maderas tropicales, el módulo de elasticidad E_m en compresión paralela es mayor que el módulo de elasticidad E_m en flexión estática, no obstante, usualmente se toma el segundo como genérico de la especie, por ser las deflexiones en elementos a flexión criterio básico en su dimensionamiento.

Módulo de corte o rigidez (G). El módulo de corte relaciona las deformaciones o distorsiones con los esfuerzos de corte o cizallamiento que les dan origen, $\tau = G \cdot \gamma$. Existen diferentes valores para este módulo en cada una de las direcciones de la madera. Sin embargo el más usual es el que sigue la dirección de las fibras. Los valores reportados para esta propiedad varían entre 1/16 y 1/25 del módulo de elasticidad lineal.

Módulo de Poisson. Se conoce como módulo de Poisson a la relación que existe entre deformación lateral y deformación longitudinal. Para el caso de la madera existen en general 6 módulos de Poisson ya que se relacionan las deformaciones en las direcciones longitudinal, radial y tangencial.

Propiedades mecánicas calculadas para la palma de lata

PROPIEDADES MECÁNICAS				
ENSAYO	CONDICIÓN	PARÁMETRO		
		ESF. L.P (Kg/cm ²)	ESF. MÁX. (Kg/cm ²)	Em (Kg/cm ²)
COMPRESIÓN EN PROBETAS SECAS	COMPLETAS	336.41	448.55	34725.29
	HUECAS	571.88	762.51	56525.97
COMPRESIÓN EN PROBETAS VERDES	COMPLETAS	273.49	364.65	32290.18
	HUECAS	479.14	638.85	45136.04
ENSAYO	CONDICIÓN	PARÁMETRO		
TRACCIÓN EN PROBETAS SECAS	CORTEZA EXTERIOR	ESF. L.P (Kg/cm ²)	ESF. MÁX. (Kg/cm ²)	Em (Kg/cm ²)
		2332.50	3110.00	116576.49
ENSAYO	CONDICIÓN	PARÁMETRO		
FLEXIÓN EN PROBETAS SECAS	COMPLETAS - SIN NODO COMPLETAS - CON NODO	ESF. L.P (Kg/cm ²)	MOR (Kg/cm ²)	MOE (Kg/cm ²)
		182.87 409.70	304.78 682.84	15977.75 77586.72
FLEXIÓN EN PROBETAS VERDES	COMPLETAS - SIN NODO COMPLETAS - CON NODO	153.61 366.71	256.02 611.19	11037.05 55692.12
		ENSAYO	CONDICIÓN	PARÁMETRO
CIZALLA EN PROBETAS SECAS	COMPLETAS	ESF. MÁX. (Kg/cm ²)		
		44.12		
ENSAYO	CONDICIÓN	PARÁMETRO		
DUREZA EN PROBETAS SECAS	CORTEZA EXT. - SENCILLA CORTEZA EXT. - DOBLE CORTEZA EXT. - TRIPLE	ESF. MÁX. (Kg/mm ²)		
		51.73 43.70 44.05		

Figura 11. Propiedades mecánicas de la palma lata

Elaboración del prototipo

1. Inmunización de la madera: Posterior a su cortado se aplicó líquido inmunizante al material, para protegerlo de plagas (agentes xilófagos) que puedan afectarlo.



Figura 12. Inmunización de madera (palma lata)

2. Armado: Se disponen las secciones de palma lata sobre los apoyos correspondientes, distribuyendo las mismas de forma que las dilataciones entre palma y palma sean mínimas.



Figura 13. Disposición palma lata

3. Puesta de malla: Luego de haber ordenado y anclado las secciones de palma, sobre el entramado, se dispone la malla con vena sobre esta, para asegurar el agarre del mortero.



Figura 14. Anclaje malla con vena

4. Mezcla: Se procede a hacer la mezcla de mortero seco de 140 kg/cm² para aplicar sobre las varas de palma lata.



Figura 15. Elaboración de mezcla

5. Fundida: Se aplica la mezcla sobre el elemento.



Figura 16. Fundida



Figura 17. Prototipo prueba.

Descripción del ensayo

Esfuerzo máximo a flexión del prototipo

1. objeto

1.1 Este ensayo permite determinar la resistencia a la flexión del prototipo y su módulo de elasticidad.

1.2 El ensayo consiste en aplicar unas cargas puntuales a una distancia aproximada a los $L/3$ (al centro de los dos apoyos), a una velocidad de carga prescrita hasta que se presente la falla. La resistencia a flexión del espécimen se determina al encontrar el momento máximo generado para cada aplicación de carga y, con las cargas últimas los esfuerzos últimos a flexión. El módulo de elasticidad se obtiene de forma indirecta a partir de los ensayos de flexión elástica.

2. uso y significado

2.1 Los resultados de este ensayo pueden ser usados dependiendo el tipo de falla. Si la falla es debida al corte, entonces se pueden usar los datos de esfuerzo máximo a cortante. Si la falla es debida a la flexión los datos a utilizar son los de esfuerzo máximo a flexión. Si se presenta la falla por flexión entonces estos datos no pueden ser usados para el diseño de estructuras.

3. aparatos

3.1 Un flexometro capacidad de medir las dimensiones físicas del prototipo

3.2 Deformímetro de vástago con un recorrido de 30 milímetros y división de escala De 10-2 milímetros.

3.3 Manómetro Indicador de carga de la máquina.

3.4 Máquina de Ensayo: La máquina de ensayo deberá tener una capacidad de carga De 20 toneladas o más y debe reunir las condiciones de velocidad expuesta en el Siguiente numeral.

3.5.1 Aplíquese la carga cada 50 Kg para obtener una cantidad suficiente de datos de Deflexiones para graficar.

3.5.2 Aplíquese la carga hasta que la muestra falle y regístrese la carga máxima Soportada por el espécimen durante el ensayo. Anótense el tipo de falla y la Apariencia del prototipo.

La deflexión se mide en el centro de la luz. El deformímetro se coloca sobre su Soporte apoyado en el cabezal inferior de la máquina y garantizando que el Vástago del deformímetro quede en contacto con la parte inferior del prototipo, de tal forma que mida únicamente deflexiones verticales.

La máquina debe operar mecánicamente y aplicar la carga de una manera Continua y no en forma intermitente, y sin choques.

Se hará una verificación de la calibración de la máquina de ensayo de acuerdo con La Norma ASTM E-4-83a. "Ensayo normalizado para la verificación de la carga de Las máquinas de Ensayo".

4. procedimiento

4.1 Colocación de dispositivos de carga y de apoyo. Antes de colocar la muestra en la Maquina se debe asegura el dispositivo de carga a la parte superior de la máquina. En la parte inferior de la máquina se colocan el riel de apoyo y dispositivos de apoyo mostrados anteriormente. Se coloca el prototipo y luego el deformímetro en el centro de la luz en contacto con la parte inferior del prototipo.

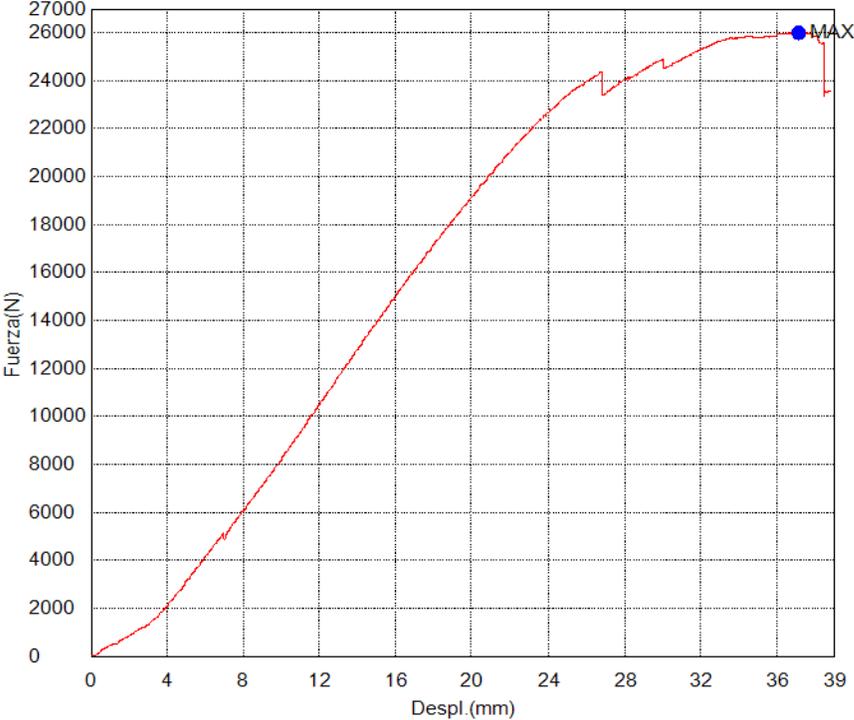
4.2 Lecturas de deformación: Las lecturas del deformímetro se leerán para incrementos de Carga constantes de para trazar con suficiente exactitud diagrama esfuerzo deformación.

4.3 La lectura de la carga máxima, en la cual el espécimen falla, se anotara.

4.4 El deformímetro se puede retirar cuando se hayan tenido los datos suficientes para poder trabajar.

El módulo de Elasticidad (aparente), se calcula con la carga reducida al 60% ya que es este valor el más adecuado para estar dentro del rango de deformaciones elásticas, es decir, por debajo del límite de proporcionalidad. El módulo de elasticidad aparente se calcula como la pendiente de la curva factor α -deflexión.

Figura 18. Grafica de Fuerza vs desplazamiento Entre piso



5. El informe de los resultados debe incluir:

- Número de identificación.
- Esfuerzo Modulo de elasticidad
- Carga máxima (N).
- Esfuerzo máximo a la flexión o al corte (MPa).
- Defectos en el prototipo.

Análisis de resultados

Ensayo de flexión a 3 puntos

Muestra (Ref.)	Distancia entre apoyos inferiores (mm)	Carga Máxima \pm U(N)	Observaciones
Entre piso	680	26056,6 \pm 29	Falla a la carga máxima especificada (ver foto 3)



Figura 19. Falla por Cizallamiento o corte

Sistema de entramado propuesto

En este sistema la estructura está constituida por elementos de sección transversal pequeña y a su vez muy esbeltos, pero dispuestos a corta distancia entre ellos. Generalmente tienen el mismo espesor pero varían en el ancho y en la longitud. Con ellos se construyen los distintos componentes tales como muros, pisos, entrepisos, techos, todos ellos arriostrados o cubiertos por entablados o por tableros conformando volúmenes arriostrados entre sí, resultando en una rigidez del conjunto similar a la de un casco o caja en donde las cargas se transmiten en forma repartida.

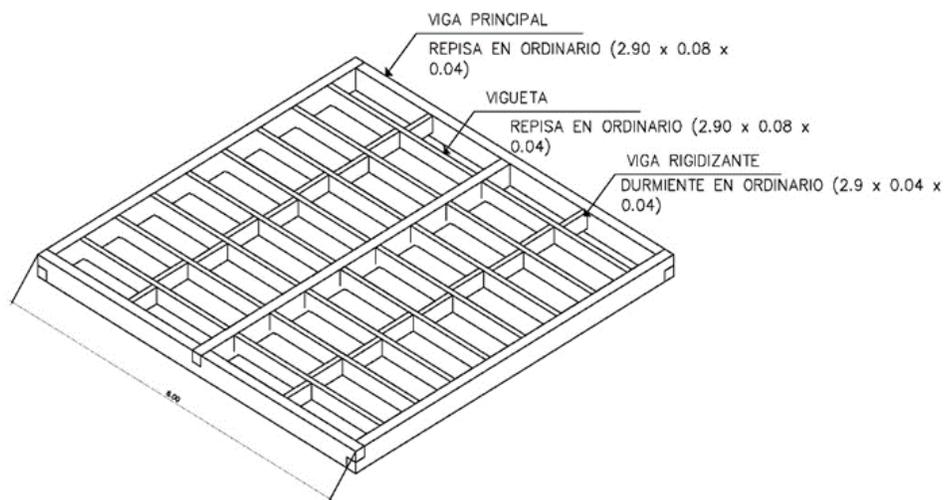


Figura 20. Dimensionamiento de acuerdo al manual de diseño para maderas del grupo andino.

Detalles constructivos

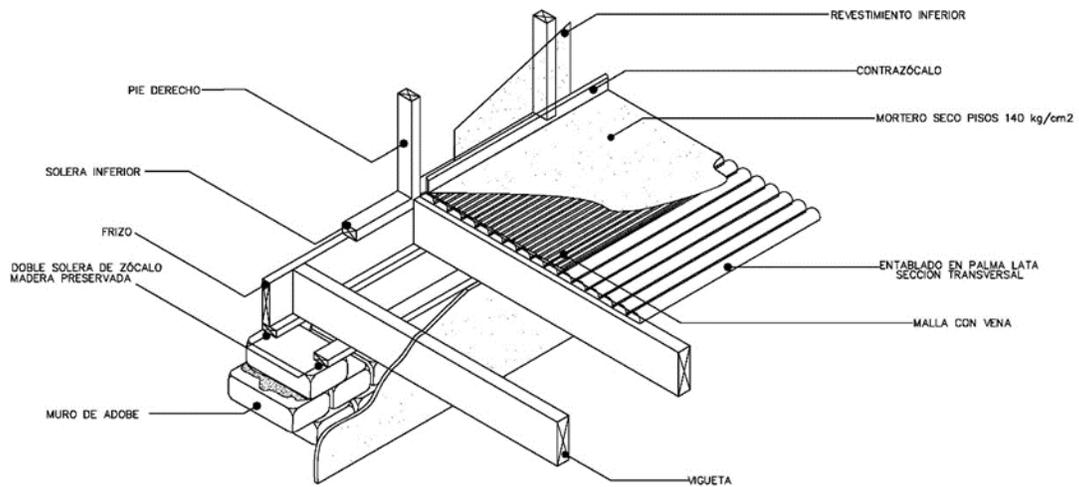


Figura 21. Detalle constructivo sobre muro de adobe.

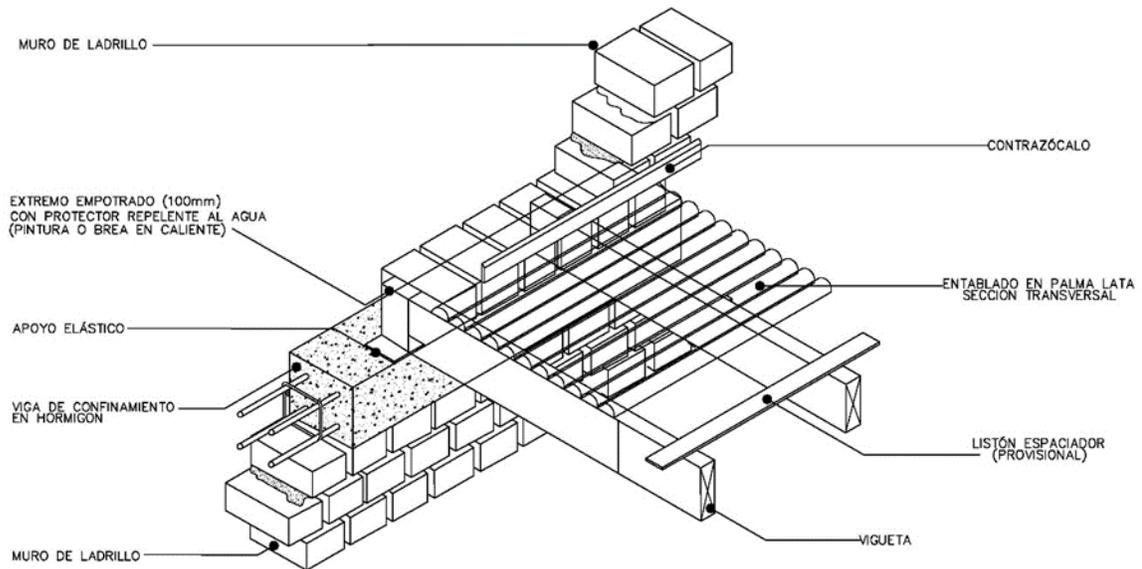


Figura 22. Detalle constructivo sobre muro de adobe.

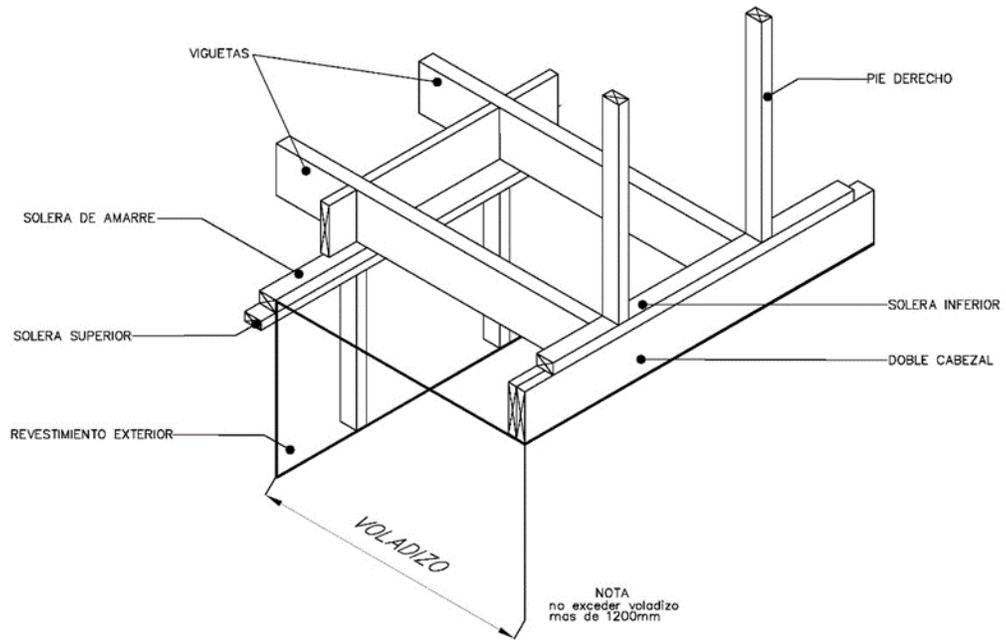


Figura 23. Detalle constructivo sobre muro de adobe.

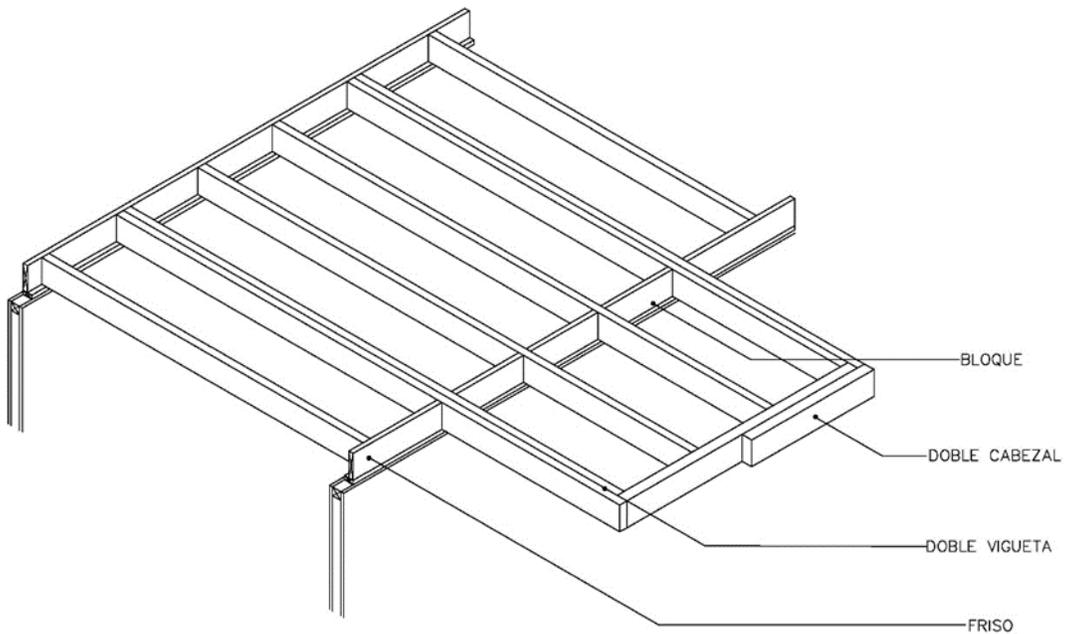


Figura 24. Detalle entramado con voladizo.

Protección por diseño

La madera es un material higroscópico y poroso, como tal absorbe agua en forma líquida o de vapor. Al cesar fuente de humedad, la madera devuelve el exceso de agua conservando solamente aquella cantidad que se encuentra en equilibrio con la humedad relativa del ambiente.

En el caso que la humedad no pueda escapar hacia el exterior, si no que por el contrario, se acumule y quede retenida afecta a la madera de la siguiente forma: altera sus propiedades mecánicas, se dilata, transmite con mayor facilidad el calor y la electricidad y sobre todo es más vulnerable al ataque biológico. En las edificaciones puede ocurrir, deslaminación de los tableros contrachapados, alabeos de las piezas de madera y reducción de la capacidad térmica de las paredes. El humedecimiento de la madera en la edificación puede tener tres causas principales acción capilar, la condensación y la lluvia.

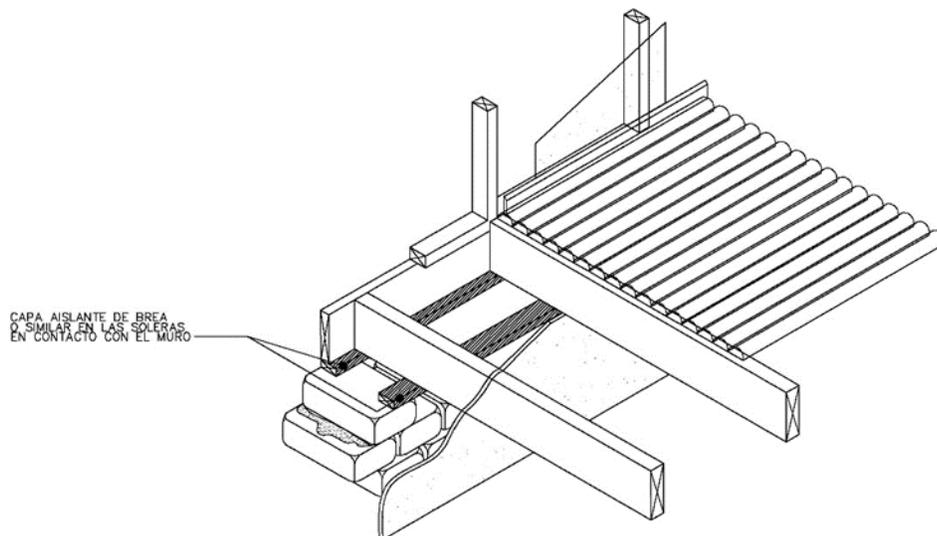


Figura 25. Aislamiento de humedad sobre muro de adobe.

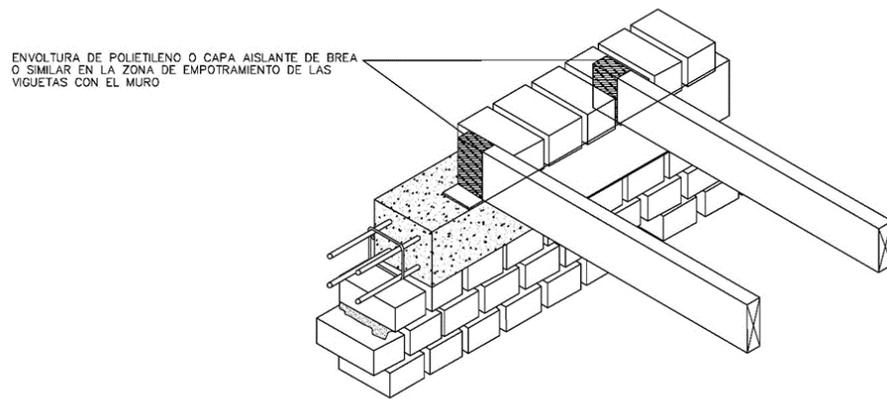


Figura 26. Aislamiento de humedad sobre muro de ladrillo.

Costo aproximado

La longitud efectiva promedio de las varas de lata es de 2.5 m. a 4.0 m. y su costo comercial varia de \$2500 a \$4000 según la longitud de la misma. En cuanto a su diámetro, oscila entre 2.5 cm. a 4.0 cm.

Para generar un metro cuadrado se necesitaran 25 varas de palma de lata de un diámetro de 4cm y de 1m de longitud, su costo estaría oscilando \$30.000 y \$32.000, a eso sumándole el valor de los elementos adicionales del entrepiso, ya distribuidos en el mercado.



Figura 27. Modelado entrepiso.

Conclusiones

- La capacidad que tiene el material para bloquear la transmisión del sonido es Baja, en general, ésta es una característica inherente de la madera, debido a que Son materiales relativamente más livianos que otros materiales estructurales.
- De acuerdo a la experiencia obtenida en la prueba de laboratorio la palma lata puede funcionar como componente de un entramado estructural para un entrepiso, que no devengue una compleja capacidad estructural.
- Con referencia al PADT – REFORT (Proyectos Andinos de Desarrollo Tecnológico en el área de los Recursos Forestales Tropicales) y comparándose el Módulo de elasticidad E_m de la palma de lata, se observa que se encuentra por Debajo del E_m de una madera estructural del GRUPO C (menor rango estructural) Cuyo E_m mínimo = 55000 Kg/cm². Esta es una diferencia razonable debido a que la Norma Andina para las maderas ha sido exigente con esta clasificación y lo que Tiene que ver al respecto.

Recomendaciones

- No se debe olvidar aspectos relacionados con adherencia y anclaje, ya que las varas y por de lata no poseen una textura natural que se asemeje al corrugado necesario para aumentar la adherencia del material con el concreto.
- El uso que se puede enfocar a la palma de lata es muy similar al que se ha dado a la guadua. Por consiguiente, la palma de lata se podría utilizar de manera parecida en cuanto la configuración o arreglo estructural lo permita. Se debe realizar un tratamiento de preservación que mitigue la acción de los agentes xilófagos y así prolongar la vida útil de la palma de lata en sus posibles aplicaciones.
- Para la preservación eficiente de los culmos de lata se puede tener en cuenta los productos utilizados para preservar la guadua y el bambú de acuerdo a su uso final.

Bibliografía

PIQUÉ, Javier; y otros. Manual de diseño para maderas del Grupo Andino. Editado
Por la junta del acuerdo de Cartagena. Paseo de la república y avenida Aramburú.
Lima, Perú. 1984.

ARANGO LONDOÑO, Alberto. Introducción a la ingeniería de la madera; Ibagué,
Colombia. Universidad del Tolima. Octubre de 2003. 220 p.

ANGELONE CÁRDENAS, Mario; HERNÁNDEZ, Rafael. Tesis “Estudio de las
Propiedades físico – mecánicas de algunas maderas de la región de Santander y
Sus usos en la construcción. Bucaramanga, Colombia. UIS.1985.

GALEANO, Gloria; BERNAL, Rodrigo. Palmas del departamento de Antioquia.
Bogotá, Colombia. Universidad Nacional. ISBN 958-17-0005-6. 1987.

Expert: Mark W. Skinner

Notes: USDA - NRCS, National Plant Data Center

Reference for: *Bactris guineensis*

Source: The PLANTS Database, database (version 5.1.1)

Acquired: 2000

Notes: National Plant Data Center, NRCS, USDA. Baton Rouge, LA 70874-4490

USA. <http://plants.usda.gov>

Reference for: *Bactris guineensis*

Henderson, A. 2000. *Bactris* (Palmae). Fl. Neotrop. Monogr. 79: 1–181. Ca. 65

spp., S Méx. (Oax., Ver.) a Guyanas, Trin., SE Bras., Parag., Bol., Antillas

Mayores (Cuba, La Española, Jam.); 17 spp. en CR.