

PANEL MODULAR QUE REEMPLACE LA TORTA SUPERIOR Y EL AFINADO DE LAS
PLACAS DE ENTREPISO ALIGERADAS

SEBASTIAN CAMILO SIERRA LEAL
HELBER EDUARDO BERNAL ROLDAN



UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA
TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS

BOGOTÁ D.C.

**PANEL MODULAR QUE REEMPLACE LA TORTA SUPERIOR Y EL AFINADO DE LAS
PLACAS DE ENTREPISO ALIGERADAS**

Sebastián Camilo Sierra Leal

Helber Eduardo Bernal Roldan

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Tecnólogo en

Construcciones Arquitectónica

ALEJANDRA MANUELA PATIÑO ESCOBAR

DOCENTE CONSULTORIO

MAURICIO CARVAJAL

DOCENTE PROYECTO



Universidad La Gran Colombia

Facultad de Arquitectura

Programa académico Tecnología en construcciones arquitectónicas

Bogotá D.C.

MODUBAMBÚ

Tabla de contenido

1. Resumen.....	1
1.1 Palabras claves	1
2. Abstract	2
2.1 Keywords.....	2
3. Introducción	3
4. Problema	6
5. Objetivo General	8
6. Objetivos Específicos.....	8
7. Justificación.....	9
8. Metodología	12
8.1 Fase 1	12
8.2 Fase 2	13
8.3 Fase 3	14
9. Marco Teórico.....	15
9.1 Modulo	15
9.2 Flexibilidad	16
9.3 Construcción Modular.....	17
9.4 Losa de entepiso	18

MODUBAMBÚ

9.5	Funciones	19
9.5.1	Arquitectónica.....	19
9.5.2	Estructural.....	19
9.5.3	Clasificación.....	20
10.	Material Estructural.....	21
11.	Proceso Constructivo	25
12.	Defectos durante la construcción	27
13.	Marco Referencial	30
14.	Marco Normativo	34
15.	Capítulo 1	36
16.	Capítulo 2	40
17.	Pruebas	46
18.	Análisis de precios unitarios	50
19.	Conclusiones	51

MODUBAMBÚ

Lista de figuras

figura 1. Detalle losa o placa de entrepiso.	18
figura 2. Formaletas de encofrado para losas de entrepisos sistema ONUS.....	19
figura 3. Decoración-de-interiores-combina-moderno-y-rústico.....	19
figura 4. Losa o placa unidireccional.....	20
figura 5. Losa o placa bidireccional.....	20
figura 6. Losa o placa en concreto (hormigón) reforzado.....	21
figura 7. Losa o placa en concreto pretensado.....	21
figura 8. Losa o placa apoyada en madera.....	22
figura 9. Steel Deck o losa colaborante.....	22
figura 10. Losa aligerada.....	23
figura 11. Losa aligerada.....	23
figura 12. Aligeramientos.....	24
figura 13. Aligeramientos 2.....	24
figura 14. Losas macizas.....	25
figura 15. Patologías estructurales de los sistemas de losas de entrepiso.....	27
figura 16. Cuidados del hormigón.....	28
figura 17. Patologías estructurales de los sistemas de losas de entrepiso.....	29

MODUBAMBÚ

figura 18. Ecuación. Ecuación elasticidad..	33
figura 19. Ecuación. Ecuación perpendicular.	33
figura 20. Construir con bambú ‘Guadua angustifolia’	38
figura 21. Construir con bambú ‘Guadua angustifolia’	39
figura 22. Estructura de bambú panel modular.	40
figura 23. Estructura en bambú panel modular con lamina superior en madera contrachapada ..	40
figura 24. Lamina superior en madera contrachapada	41
figura 25. Unión estructura en bambú.....	41
figura 26. Unión estructura en bambú con lamina	42
figura 27. Unión estructura en bambú con lamina esquinera.....	42
figura 28. Panel ensamblado en estructura metálica	43
figura 29. Panel ensamblado en estructura de concreto	43
figura 30. Panel ensamblado en estructura de madera	44
figura 31. Diseño del panel 1	44
figura 32. Diseño del panel 2	45
figura 33. Diseño panel 3	45
figura 34. Unión lamina superior en madera contrachapada	45
figura 35. Panel modular a prueba	46

MODUBAMBÚ

figura 36. Arena y PVA	46
figura 37. Baldosa colocada después de dejar secar el aditivo	46
figura 38. Baldosa colocada después de dejar secar el aditivo 2	47
figura 39. Colocar aditivo	47
figura 40. Aditivo a prueba de agua.....	47
figura 41. Aditivo a prueba de agua.....	48
figura 42. Lamina de madera con aditivo y arena.....	48
figura 43. Lamina de madera con tubería	48
figura 44. Lamina de madera con tubería	49

MODUBAMBÚ

Lista de tablas

Tabla 1. análisis de precios unitarios	50
--	----

1. Resumen

Las losas de entrepiso son un elemento importante en el levantamiento constructivo de una edificación. Generalmente la construcción de estas placas genera patologías a mediano o largo plazo que incurren en gastos adicionales; así como también requiere tiempo adicional de elaboración. De allí surge la necesidad de encontrar la manera de disminuir estas problemáticas. Dando paso al desarrollo de este proyecto. Realizando el análisis pertinente se encontró que la utilización de bambú y lámina de madera para la elaboración de un panel modular que reemplaza la torta superior y el afinado de las placas de entrepiso, nos puede llevar a dar una solución no solo de tipo económico, sino también de tiempo en obra, fácil de instalar y no generar desperdicios, buscando mejorar la calidad de las viviendas y la vida de quienes la ocupan.

Para desarrollar este trabajo en su totalidad se recurre a una estructura metodológica de tipo cuantitativo, la cual se divide en 3 fases que tienen relación con los objetivos específicos propuestos. Se inicia con el análisis y estudio de las propiedades y costos del bambú y la lámina de manera. Luego, con el diseño semivirtual del panel modular propuesto haciendo uso de dichos materiales. Finalizando, con un cuadro comparativo en el cual se realiza una confrontación entre la placa de entrepiso aligerada y la propuesta del panel modular. El resultado se proyecta a mayor escala, para estimar rendimientos por área, medidos en metros cuadrados, proponiendo una alternativa de ingreso sostenible. Ejecutando estas actividades se logra evidenciar que la propuesta desarrollada resulta ser beneficiosa, puesto que genera un ahorro en dinero y tiempo en la ejecución de la obra, lo que significa un gran beneficio para construcción de viviendas.

1.1 Palabras claves: Losa de entrepiso, lámina de madera, bambú, presupuesto, tiempo de construcción

2. Abstract

The mezzanine slabs are an important element in the constructive survey of a building. Generally, the construction of these plates generates medium or long-term pathologies that incur additional expenses; as well as requires additional elaboration time. From there arises the need to find a way to reduce these problems. Giving way to the development of this project. Carrying out the pertinent analysis, it was found that the use of bamboo and wooden sheet to make a modular panel that replaces the upper cake and the thinning of the mezzanine plates, can lead us to provide a solution not only of an economic type, but also of time on site, easy to install and not generate waste, seeking to improve the quality of housing and the lives of those who occupy it.

To carry out this work in its entirety, a quantitative methodological structure is used, which is divided into 3 phases that are related to the specific objectives proposed. It begins with the analysis and study of the properties and costs of bamboo and lamina so. Then, with the semi-virtual design of the proposed modular panel using these materials. Finally, with a comparative table in which a comparison is made between the lightened mezzanine plate and the proposal for the modular panel. The result is projected on a larger scale, to estimate returns by area, measured in square meters, proposing a sustainable income alternative. By executing these activities, it is evident that the proposal developed turns out to be beneficial, since it generates savings in money and time in the execution of the work, which means a great benefit for housing construction.

2.1 Keywords: Mezzanine slab, wood sheet, bamboo, budget, build time

3. Introducción

Las viviendas se componen de varios elementos constructivos que forman un conjunto totalitario. Dentro de estos componentes se encuentran las placas de entrepiso, las cuales cumplen la función de hacer una separación de los pisos que van a componer la edificación, estas se levantan gracias a la implementación de materiales que deben cumplir un mínimo de resistencia para que el proyecto edificatorio no colapse. La materialidad usada suele ser similar en las obras constructivas, concreto, acero y PVC. Estos generan ciertos impactos a nivel económico, ambiental y ergonómico.

Por ello, el presente proyecto da cuenta de la necesidad de proponer un panel modular que reemplace la torta superior y el afinado de las placas de entrepiso aligeradas, permitiendo que su instalación sea fácil y de bajo presupuesto en las viviendas familiares, con el fin último de minimizar esos efectos mencionados.

En términos generales, las losas de entrepiso aligeradas se encargan de transmitir su peso a los muros y vigas que componen de manera constructiva el edificio, estas placas unen los elementos como columnas, vigas y muros para que la estructura trabaje en unidad. Se integran de casetones que pueden ser de madera, PVC o icopor, cerámica y adobe; concreto y acero. Su construcción debe ser ejecutada con maquinaria y mano de obra especializada.

MODUBAMBÚ

Partiendo de estos datos, se realizó una estructura metodológica de esta investigación, en donde se determinó un enfoque cuantitativo para su desarrollo, constituida por 3 fases que van de acuerdo a los objetivos propuestos que se enmarcan: En la caracterización de los materiales como el bambú y la lámina de madera; el diseño de un panel modular y una comparación de la propuesta ejecutada de manera semivirtual con las placas de entrepiso aligeradas, estas etapas a su vez forman parte de los capítulos del desarrollo de este proyecto.

De acuerdo con lo anterior, el proyecto se orientó en analizar en el mercado los materiales comunes que se implementan para la fabricación de entrepisos, observando su durabilidad, costos y características.

Desde este ángulo, el trabajo se focalizó en determinar las cualidades que componen el bambú como un material que favorece la sismo-resistencia, lo que llevó a analizar la resistencia y la flexibilidad del bambú en comparación con otros materiales que proporcionan dureza.

Con este fin, se definieron los elementos para estructurar un diseño de entrepiso que lograra satisfacer las deficiencias de los materiales convencionales. Dentro de este marco, el bambú es un recurso natural que fomenta la construcción de entrepisos de una manera económica, fácil de instalar y que se adapta a cualquier tipo de ambiente, solucionando problemas de sismo-resistencia y de carácter ambiental, por lo tanto, ha de considerarse la perspectiva que ofrece Londoño (2011):

MODUBAMBÚ

El bambú se conoce como el oro verde del siglo XXI y se ha convertido en una alternativa para mitigar los efectos causados por el cambio climático y como una solución energética para el gran déficit mundial actual. Es una planta auto-sostenible, de rápido crecimiento que trabaja en red. Con el bambú se pueden solucionar los problemas ambientales, sociales y económicos que afectan, a un lugar, un país o una región. (p.1)

Por tal motivo, se realizó la construcción de un panel modular, el cual se estructura a partir de un proceso de investigación basado en la construcción articular y la relación con la construcción tradicional, donde se dan a conocer las ventajas y desventajas, sus características físicas, económicas y funcionales que la identifican.

Es por esto que se elaboró el documento, con base a los sistemas constructivos, especialmente en los tipos de construcción de entrepisos y módulos prefabricados.

Se realizó un estimado de costos, desde las diferentes técnicas y herramientas que se utilizan actualmente, recursos y rendimientos de mano de obra en la construcción de tortas superiores, para así llegar a dar un balance de cuánto es lo que se gasta en la elaboración de un panel modular que reemplace la torta superior y el afinado de las placas de entrepiso aligeradas.

Se demostró que no es necesario utilizar maquinaria pesada para la instalación del panel modular, tomando como referencia la forma de fundir un entrepiso en concreto y así se llegó a demostrar que es más rápida la instalación del panel modular.

Por consiguiente, se indagó sobre las características del bambú y se pudo concluir que es más eficiente, económico y no afecta al medio ambiente.

4. Problema

Inicialmente, es preciso tener en cuenta las fallas estructurales que han presentado el concreto en los entresijos tales como: **eflorescencia**, en la cual se pueden distinguir dos tipos las primarias que se forman debido a la humedad de la obra recién terminada, y secundarias que aparecen en obras de más de un año de antigüedad debido a condiciones desfavorables propias de la estructura o del medio. Estas generalmente se presentan en la superficie del concreto cuando el agua se filtra en el material o cuando la parte superior del elemento está expuesto a la humedad de manera repetida.

El **Agrietamiento**, en la mayoría de los casos se da por la contracción y expansión con los cambios de humedad y temperatura, pueden ocurrir grietas cuando no se toman las medidas necesarias en el diseño y la construcción para soportar los movimientos. Generalmente las aberturas son superiores a 1.5mm lo que genera que el aire y el agua se introduzcan en el elemento y puede corroer la armadura al interior.

En cuanto al **Fraguado falso**, con este nombre se conoce el endurecimiento prematuro y anormal del cemento, el cual se presenta dentro de los primeros minutos que sigue a la adición del agua y surge por el uso de elevadas temperaturas.

De acuerdo a los problemas patológicos descritos con anterioridad, los cuales repercuten en costos adicionales de materiales y tratamientos. Surge la necesidad de estudiar otras alternativas en cuanto a la materialidad y la estructura de las losas de entresijo, con el fin de reducir costos y mejorar la calidad de este elemento constructivo, el cual es uno de los principales en la edificación de viviendas.

MODUBAMBÚ

Esto conduce a plantearnos la siguiente pregunta, la cual trataremos de resolver durante el desarrollo de esta investigación:

¿Cómo mejorar la torta superior y el afinado de las placas de entrepiso aligeradas para un óptimo desempeño y bajo presupuesto en las viviendas familiares?

5. Objetivo General

Plantear un panel modular con materiales naturales, que remplace la torta superior y el afinado de las placas de entrepiso aligeradas de viviendas, comprobando su optimización y economía.

6. Objetivos Específicos

- Analizar los materiales como el bambú y lámina en madera para la ejecución del panel modular, verificando sus propiedades y costos.
- Realizar el prototipo semivirtual del panel modular con los materiales, equipos y costos definidos.
- Comparar el grado de optimización y ahorro económico del panel modular frente a la placa de entrepiso aligerada, garantizando sus beneficios.

7. Justificación

El sector de la construcción es la actividad más antigua que ejerce el ser humano, todo inició por la gran variedad de clima en lo cual se vieron en la necesidad de diseñar refugios, o como también se le conocen como hogares (almacenes de comida), con el paso del tiempo las construcciones fueron cambiando a tal punto que las personas se comenzaron a establecer en un solo lugar.

Anteriormente se construía con materiales perecederos tales como, hojas, ramas y pieles de animales, con el paso del tiempo se empezó a construir con materiales más perdurables como la arcilla, piedra y madera. Por último, se empezó a utilizar materiales sintéticos como el ladrillo, hormigón, metal y plástico. Con la mala práctica de estos materiales y el abuso del ser humano por diseñar mejores construcciones se han venido presentando problemas ambientales.

Como sugiere Arenas (s.f.), en los materiales de construcción y el medio ambiente:

Si bien es cierto que el procesado de materias primas y la fabricación de los materiales generan un alto coste energético y medioambiental, no es menos cierto que la experiencia ha puesto de relieve que no resulta fácil cambiar el actual sistema de construcción y la utilización irracional de los recursos naturales, donde las prioridades de reciclaje, reutilización y recuperación de materiales brillan por su ausencia frente a la tendencia tradicional de la extracción de materias naturales. Por ello, se hace necesario reconsiderar esta preocupante situación de crisis ambiental, buscando la utilización racional de materiales que cumplan sus funciones sin menoscabo del medio ambiente. (párr.10)

MODUBAMBÚ

Un ejemplo claro al respecto es el uso del concreto, un material común en el sector de la construcción. Utilizado en la mayor parte de una edificación, entre ellas las placas de entrepiso aligeradas, en las cuales se usa el hormigón armado. Este recurso, según la Revista El Comercial “contribuye al 8,6% de las emisiones globales de CO₂”. (Párr. 4) Teniendo en cuenta también que el uso de agua para su producción es de 16.6 km³ anualmente. Siguiendo la estructura de las losas de entrepiso, también se encuentra que los casetones de poliestireno o de madera generan altos impactos medioambientales. Por un lado, El icopor causa gases durante su fabricación que son contaminantes e incluso pueden llegar a ser cancerígenas; por otro lado, la tala desmedida de árboles impacta la capa vegetal, lo que conlleva a grandes consecuencias a nivel global para todo ser vivo. Estos datos son desalentadores, aun sabiendo que el empleo de estos insumos, o por lo menos el concreto, es principal en cada proyecto edilicio, lo que puede traer consecuencias a largo plazo si no se acuden a otros materiales a la hora de construir los elementos de una edificación.

En el aspecto económico, entre la utilización de mano de obra y materiales, aunque sea para losa aligerada, la cual se suele implementar por ser más económica que las demás placas convencionales. Tiende a cifras un poco elevadas, debido a que eso incluye maquinaria especializada y mano de obra calificada. Teniendo en cuenta que su mala construcción puede llevar a problemas que a mediano y largo plazo acarrea costos adicionales, como las patologías vistas en páginas anteriores.

En consecuencia, este trabajo está enfocado en ayudar al medio ambiente ya que con la utilización de materiales como el concreto, acero, PVC, entre otros, se está afectando al entorno. Así como también se incurre en costos adicionales, que pueden afectar el presupuesto de la obra.

MODUBAMBÚ

Por esta razón se diseñará una torta de entrepiso en el cual se utilizará el bambú como material orgánico, con lo que se pretende reducir el impacto ambiental en la construcción, por lo menos en la ejecución de este elemento constructivo.

Acudiendo a otro factor que corresponde al costo de los materiales, este trabajo aparte del impacto ambiental está enfocado en la reducción de costos de insumos y desperdicios que se generan en la construcción.

8. Metodología

Para dar cumplimiento al objetivo principal propuesto en esta investigación correspondiente al planteamiento de un panel modular para que se disminuyan los costos, se faciliten los tiempos de obra garantizando el uso de materiales naturales ofreciendo una buena calidad. Se acuden a una serie de actividades secuenciadas, las cuales deben ser ejecutadas en su totalidad para el logro del propósito en mención. Es de aclarar, que el enfoque de este trabajo es de tipo cuantitativo, puesto que se basa en resultados numéricos medibles que permiten corroborar especificaciones en cuanto a la materialidad de la torta del entrepiso propuesta, así como también los valores económicos de los que se dispondrán.

Llevando una correcta organización, la realización de este proyecto se divide en las siguientes fases, estructuradas según objetivos específicos de investigación:

8.1 Fase 1

El desarrollo de esta fase se enfoca en lograr adquirir todos los conocimientos concernientes a las características y propiedades de los materiales principales para el planteamiento y realización del panel modular correspondientes al bambú y la lámina de madera contrachapada. Las actividades que encierran esta fase son:

Documentación: En esta actividad se busca recopilar toda la información necesaria sobre las características físicas del bambú y la lámina de madera contrachapada, así como también sus propiedades y costos llevadas al campo de la construcción. Con el fin de obtener todo el saber requerido de los insumos esenciales para el desarrollo del panel.

MODUBAMBÚ

Análisis: Después de recopilar toda la información documental se procede a hacer un análisis de los datos recolectados, realizando una clasificación para determinar las particularidades, cualidades, costos establecidos y beneficios de los materiales mencionados. De esta manera se da paso al diseño del panel propuesto.

Se hará un estimado de costo, presupuesto, cantidad y se realizará un equivalente en costos a un área promedio de 10m²

8.2 Fase 2

De acuerdo con los resultados obtenidos en la primera fase, se da inicio a esta etapa en la cual interviene la realización del prototipo semivirtual del panel modular propuesto, detallando las dimensiones, los materiales y equipos usados, por medio de planimetría y fotografías. Estas son las actividades a realizar:

Diseño inicial: La primera tarea es realizar la planimetría con el diseño propuesto para realizar el panel modular.

Adquisición del material: Seguidamente, la idea es recolectar el material ya mencionado para desarrollar una propuesta inicial del panel modular.

Ensamble del panel: Una vez adquiridos los insumos se procede con la unión y levantamiento a escala del prototipo del panel, usando los materiales predeterminados.

Análisis: Teniendo el prototipo inicial, se realiza un estudio sobre las posibles mejoras que se puedan efectuar en el panel para dar todas las garantías y funcionalidades en el elemento de la losa de entrepiso, por medio de herramientas virtuales.

Planimetría final: Analizadas las tareas anteriores, se procede a replantear el diseño del panel, definiendo el tamaño y las especificaciones adecuadas en el elemento.

Realización de Ficha técnica: Esta será una herramienta en la que se suministrará un resumen de la materialidad y caracterización del panel.

Guía de ensamble: Se elaborará una guía "práctica de ensamble" donde se harán las especificaciones del armado del panel modular, en la guía se incluirán materiales como tornillos y herramientas que se necesitan para armar este elemento. Una vez lista para la venta cada panel modular vendrá con su respectiva ficha técnica y una "Guía práctica de ensamble"

8.3 Fase 3

Para dar cumplimiento al objetivo general se finaliza con esta fase, la cual involucra una comparación específica del panel modular propuesto y la placa de entrepiso aligerada, con el fin de corroborar la optimización, ahorro económico y beneficios que garantizan la viabilidad de dicha propuesta. A continuación, se relacionan las tareas:

Comparación: El fin último es Confrontar el grado de optimización y ahorro económico del panel modular frente a la placa de entrepiso aligerada, garantizando sus beneficios. Se escogió la torta en concreto. Con lo que se hará un equivalente por unidad y área promedio de 10m en costos cantidades y presupuestos y se cotejará con el panel modular

La herramienta para usar será un cuadro comparativo en donde se logre evidenciar los costos de la torta superior común y la propuesta abarcada en esta investigación, con el objetivo de corroborar los beneficios este prototipo.

9. Marco Teórico

La construcción modular, es una alternativa a la construcción actual, la evolución de la industria hace posible disponer de amplias posibilidades y usos, ya sea industrial y residencial.

El sector de construcciones modulares se caracteriza por ser uno de los que mayor producción al futuro puede tener. A diferencia de la construcción (tradicional), hasta ahora la construcción modular no se ha implementado de forma tan generalizada, tal vez por desconocimiento de las posibilidades y ventajas que este tipo de construcción ofrece.

El sistema modular propone soluciones de fácil construcción y de buena calidad en los acabados, su manera de instalar es muy fácil y busca que se reduzcan costos.

9.1 Modulo

Como menciona Andrade (s.f), en el sistema constructivo modular con materiales alternativos que favorezca a la flexibilidad en la construcción de vivienda:

El término módulo hace referencia una unidad, pieza o medida. Un patrón y elemento con determinada geometría con el que se pueden constituir componentes de mayor tamaño a partir de la agregación elementos iguales. Una definición muy acertada propuesta por Bacherlad es la siguiente “se llama módulos a los componentes de un conjunto y en la construcción, un módulo es una caja, una célula, un elemento tridimensional” (Bacherlad, 1975: 81), es decir pueden ser piezas bidimensionales, tridimensionales o un incluso patrón de medida. (p.7)

MODUBAMBÚ

Se pueden observar diversos tipos de modulación en la arquitectura y en la construcción, que se pueden ver desde el diseño armónico.

Andrade (s.f), nos da a entender que los elementos modulares según su forma y geometría se catalogar en lineales, superficiales o volumétricos, que en términos generales tienen diferentes grados de aplicación dependiendo del caso.

También se pueden identificar otros diseños de agrupación con elementos del mismo tipo, los acoplables y no acoplables.

Como lo indica Andrade (s.f), en Sistema constructivo modular con materiales alternativos que favorezca a la flexibilidad en la construcción de vivienda:

El término no acoplables está directamente relacionado a las células habitables, concebidas por procesos industriales que no permiten la adición de nuevos módulos para ampliar o modificar el sistema (p.9)

9.2 Flexibilidad

Andrade (sf), define la flexibilidad como el ajuste a los espacios, el cual tiene que ver con la adecuación y como se adaptan en la construcción de las viviendas con las diferentes necesidades de las personas que la ocupan.

Se puede considerar que la flexibilidad acoge varios campos y uno muy importante es el hombre, en el cual se busca la preparación idónea de los sitios, espacios y necesidades.

Como lo menciona Barrios (2014), en Espacios flexibles Contemporáneos:

MODUBAMBÚ

Se puede decir que, éste concepto significa la adecuación de uno o varios sistemas a los cambios que susciten al transcurrir el tiempo o bien, a las diferentes necesidades que se presenten, todo esto, con el fin de mejorar las condiciones existentes. (p. 10)

Podemos entender que la flexibilidad define al espacio arquitectónico como un sistema capaz de ser readecuado con dos fines primordiales, responder más eficientemente a las cambiantes necesidades de nuestra sociedad, permitiendo el libre desarrollo de los individuos y sus actividades; así como también la sensata utilización de los recursos empleados en la construcción y funcionamiento de dicho espacio arquitectónico.

9.3 Construcción Modular

Podemos decir que, la construcción modular es el proceso en el cual una vivienda es construida en otro sitio con módulos, para luego llevarlos al lugar deseado.

La construcción modular no es un método moderno como se puede llegar a pensar, en 1837 inmigrantes australianos empezaron a crear las primeras edificaciones de tipo modular. Herbert Manning diseñó “colonial cottages” construcción tipo portable para poder ser transportados en barco. Estos paneles modulares se construían en talleres de carpintería, los cuales no requerían trabajo de obra, la base de esta construcción no iba más allá de una cimentación sencilla, este tipo de edificaciones llegaron a América a raíz de la fiebre del oro a mediados del siglo XIX donde se empezaron a ver las primeras colonias inglesas y con esto traen con ellos esta nueva modalidad de construcción fácil y de bajo costo.

9.4 Losa de entrepiso

Son aquellas losas que se encargan de recibir las cargas de forma directa en las cuales podemos encontrar las cargas vivas y las cargas muertas, se encargan de transmitir el peso a los elementos estructurales (vigas) en la cual son las encargadas de llevar las cargas al suelo.

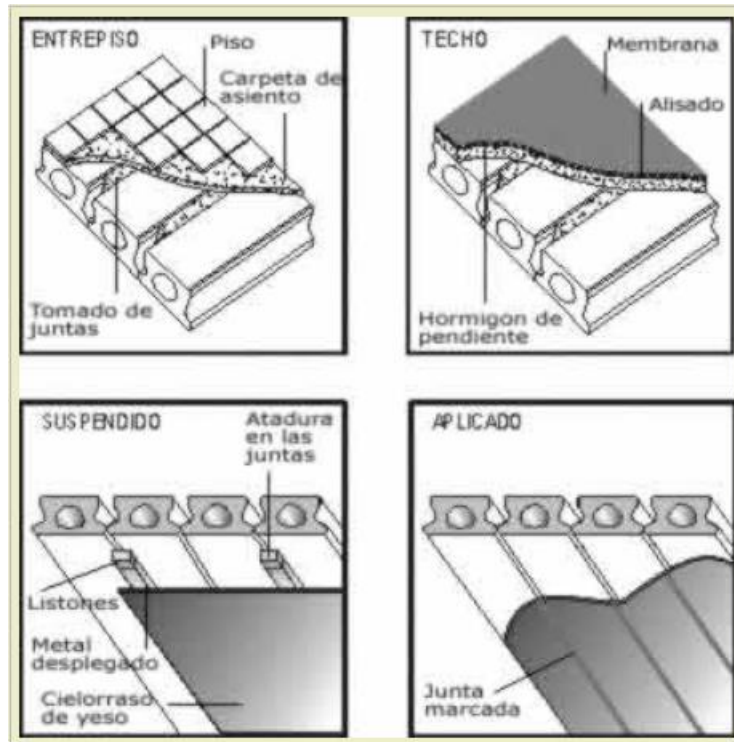


figura 1. Detalle losa o placa de entrepiso. Elementos rígidos que separan un piso de otro. Tomado de <http://cecasayelen.blogspot.com/2009/03/losas-de-entrepisos.html>

9.5 Funciones

9.5.1 Arquitectónica.

Separar espacios verticales, creando los pisos de una construcción, la losa debe garantizar que no pase el calor, aislar el ruido.



figura 2. Formaletas de encofrado para losas de entrepisos sistema ONUS. Separación de espacios verticales. Tomado de <https://www.agrojemur.com/portfolio/formaletas-de-encofrado-para-losas-de-entrepiso-sistema-onus/>

9.5.2 Estructural.

Deben sostener las cargas vivas y muertas, soportar su propio peso y los acabados como revoques, pisos.



figura 3. Decoración-de-interiores-combina-moderno-y-rústico. Soportar cargas muertas y vivas. Tomado de <https://www.constructorapm.com/casas/casa-moderna-dos-pisos-hermoso-diseno/attachment/decoracion-de-interiores-combina-moderno-y-rustico/>

9.5.3 Clasificación.

Según la orientación de carga.

Losas unidireccionales. La carga se trasfiere en una sola dirección a los muros, son en su totalidad losas rectangulares.

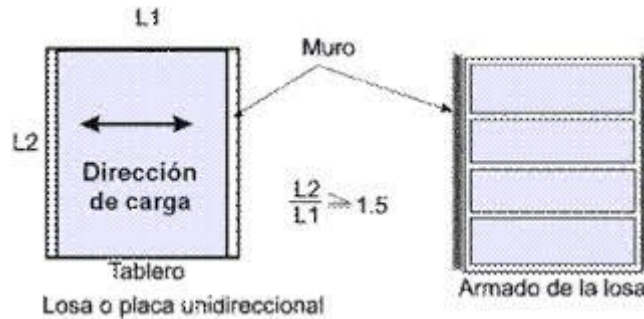


figura 4. Losa o placa unidireccional. Las cargas se transmiten en una sola dirección. Tomado de <http://anlinet.tripod.com/LOSAS.htm>

Losas bidireccionales. Al tener muros portantes en los cuatro lados de la plancha. Se utilizan placas fortalecidas en las dos direcciones.

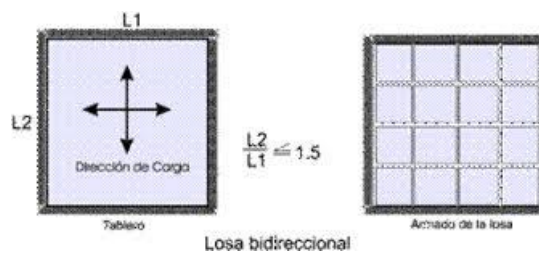


figura 5. Losa o placa bidireccional. Placas reforzadas en dos direcciones. Tomado de <http://anlinet.tripod.com/LOSAS.htm>

10. Material Estructural.

Losas en concreto (Reforzado). Son las que se diseñan y utilizan con refuerzo, utilizando mallas de acero o varillas corrugadas de hierro o acero.



figura 6. Losa o placa en concreto (hormigón) reforzado. Refuerzo, barras de acero corrugada o malla metálica de acero. Tomado de <http://rudyblogss.blogspot.com/2013/08/tipos-de-losas.html>

Losas en concreto (Pretensado). Manejan cables anclados y en tracción en donde le transfieren a la placa compresión.

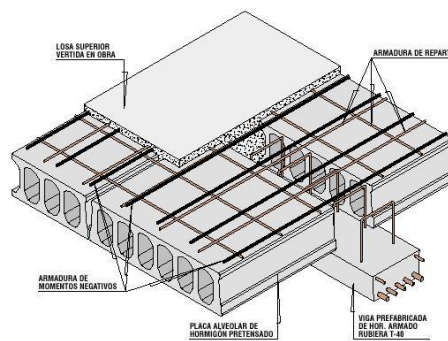


figura 7. Losa o placa en concreto pretensado. Cables traccionados y anclados. Tomado de <http://dragontaleslive.com/hormigon-pretensado/hormigon-pretensado-concreto-ejemplo-de-colocaci-n-sistema-concreto-pretensado/>

Losa afirmada en vigas de madera. Se efectúan sobre unas vigas de madera, integrada en la parte superior por una lámina de concreto.

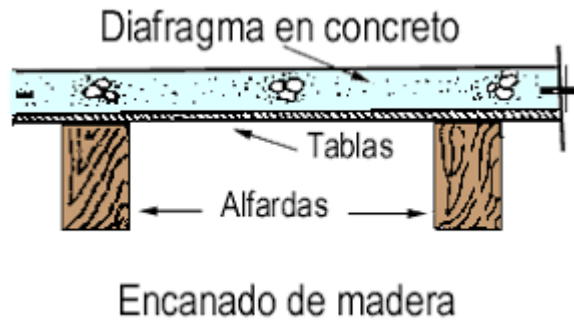


figura 8. Losa o placa apoyada en madera. Entarimado de madera. Tomado de https://es.slideshare.net/marggie_afu/losa-entepisos

Losa en lámina de acero. Son aquellas que se elaboran con una lámina de acero y a la vez generan la formaleta con el refuerzo del concreto que se aplica sobre la lámina.

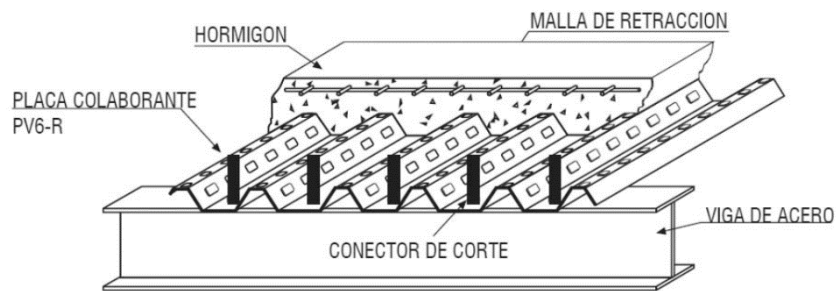


figura 9. Steel Deck o losa colaborante. Se funden sobre una lámina de acero. Tomado de <http://www.arquitecturaenacero.org/uso-y-aplicaciones-del-acero/materiales/steel-deck-o-losa-colaborante>

Se pretende demostrar que no es necesario utilizar maquinaria pesada para la instalación del panel, se toma como referencia la forma de fundir un entrepiso en concreto en comparación con la de instalar un panel de torta superior de entrepiso.

Losa en otro material. Son losas prefabricadas diseñadas con otros materiales.

CLASIFICACIÓN DE LOSAS DISEÑADAS EN EL SITIO

En este procedimiento, se necesitan formaletas que se elaboran con entarimados los cuales tienen apoyos en los cuales podemos encontrar tacos y cerchas.

Las losas que se fabrican en el sitio se clasifican en aligeradas, nervadas y macizas.

Losas aligeradas.

Este tipo de losas son las que utilizan un (aligerante) para rebajar el peso, incrementar el espesor en el cual da mayor rigidez transversal a la losa. Podemos encontrar aligerantes rígidos y flexibles.

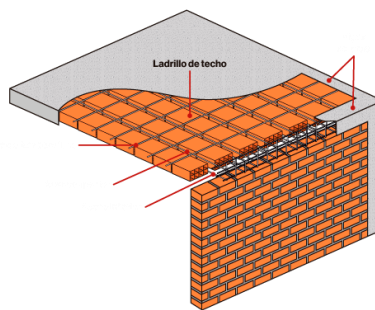


figura 10. Losa aligerada. Se utilizan para rebajar el peso de la losa. Tomado de <https://www.construyebien.com/acero-losa-aligerada>

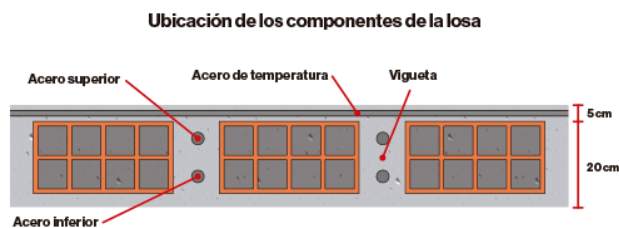


figura 11. Losa aligerada. Se utilizan para rebajar el peso de la losa. Tomado de <https://www.construyebien.com/acero-losa-aligerada>

MODUBAMBÚ

- **Recuperable.**

Después de ser vaciada la losa y que el fraguado se cumpla, se retira el aligerante el cual se le puede dar uso en otras losas, podemos encontrar algunos modelados en plástico o ensamblados como en lámina y madera.



figura 12. Aligeramientos. Se saca el aligerante y dar uso en otra losa. Tomado de https://rodas5.us.es/file/d52ac696-b0f8-1846-8202-5a4cb5dfce14/2/tema12_SCORM.zip/page_10.htm

- **Perdido.**

Al vaciar el concreto, el aligerante no se puede rescatar, generalmente son aligerantes de guadua o madera.



figura 13. Aligeramientos. No se recupera después del vaciar el concreto. Tomado de https://rodas5.us.es/file/d52ac696-b0f8-1846-8202-5a4cb5dfce14/2/tema12_SCORM.zip/page_10.htm

Losas macizas.

Son construidas sin ningún tipo de aligerante. Tienen un espesor de 15 cm, generalmente utilizan maya en la parte superior e inferior.

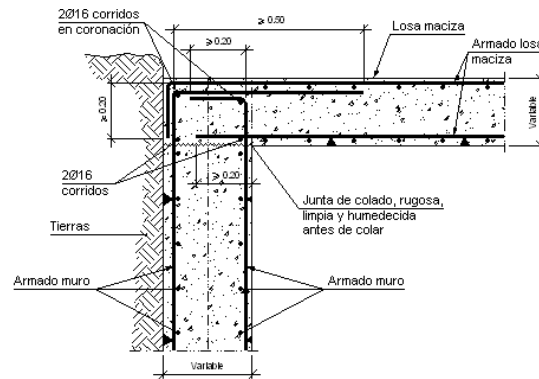


figura 14. Losas macizas. Son las fundidas sin ningún tipo de aligerante. Tomado de <http://construcarqui.blogspot.com/>.

11. Proceso Constructivo

Se organiza el sitio de trabajo.

En el cual se ordenan las **herramientas**, el **equipo** y los **materiales**.

Se encuentran **herramientas** tales como gancho para amarrar el acero con el nombre de bichiroque, pica, pala, boquillera, hilo, lápiz, flexómetro, entre otros.

En los **materiales** podemos encontrar cemento, acero de refuerzo, tubería PVA sanitaria, tubería PVA eléctrica, entre otros.

En los equipos encontramos la carretilla, escalera, mezclador, andamios entre otros.

Armar Encofrado.

Encofrado.

Sirve para darle al concreto la forma en la que va a quedar, la función es que el acero sea colocado en el sitio deseado, se construye en forma de molde y los tacos se pueden encontrar en madera o metálicos.

Se encuentran encofrados metálicos los cuales después de su uso presentan un desgaste mínimo con el uso adecuado. Al usarlos es recomendable aplicarles un desmoldante como petróleo, aceite entre otros, para evitar que el encofrado se oxide, es recomendable usar pintura anticorrosiva.

El almacenamiento debe ser en sitios secos y cubiertos, levantados en estibas.

Los encofrados de madera se tienen que limpiar cada vez que se use, se debe tener un buen mantenimiento para que perdure el encofrado no es recomendable usar martillo metálico en el vaciado ya que se puede deteriorar, el almacenamiento debe ser en zonas cubiertas, que no les caiga el agua ya que pueden deteriorarlo, se recomienda pintarlas con productos resistentes al agua.

PROCESO DE INSTALACIÓN DE PANEL MODULAR QUE REEMPLAZA LA TORTA SUPERIOR

- Verificar que la estructura de entrepiso (viga) en madera, metal o concreto esté preparada y limpia de todo residuo.
- En la parte superior de la lámina encontrara una línea roja que sirve de referencia para perforar la lámina y que esta no afecta el bambú al momento de perforar.
- Ubicar el panel en la estructura y marque donde va el tornillo auto perforante (tenga en cuenta de alinear bien el panel en la estructura)

- Abra los huecos con broca numero 4 para madera, una vez abierto el hueco inserte el tornillo auto perforante y fíjelo a la estructura.

Problemas en las losas de entrepiso

En la construcción como en cualquier tipo de actividades suelen existir fallas en los materiales o productos, más si no se lleva un control adecuado de lo que se está realizando, en este caso nos enfocaremos en el sistema de construcción de losa de entre piso en las cuales podremos encontrar fallas o patologías.

Una manera de clasificar las patologías es subdividiéndolas en tres orígenes: Defectos en la construcción, Daños y Deterioro.

El diseño es una fase que genera problemas, en la cual se generan por la construcción empírica.

12. Defectos durante la construcción

Se generan por un mal diseño en la construcción, materiales inapropiados entre otros, podemos encontrar defectos como:

- **Llenados por etapas.** Las losas deben ser llenadas en una sola etapa, para evitar el desmoronamiento del hormigón, cuando se vierte el hormigón por etapas es un error.



figura 15. Patologías estructurales de los sistemas de losas de entrepiso. Debe ser llenado en una sola etapa para evitar la disgregación del hormigón. Tomado de https://www.researchgate.net/publication/329828855_PATOLOGIAS_ESTRUCTURALES_DE_LAS_LOSAS_DE_HORMIGON_ARMADO

- **Tuberías mal ubicadas.** Cuando se instalan bajantes de tuberías es recomendable que no se ubiquen en puntos críticos como en vigas o en cortantes.

Curado deficiente

Cuando se genera el fraguado del hormigón esto hace que el material resista, además de esto se tiene que hacer el curado del hormigón, en lo cual se tiene que mantener la superficie hidratada para reducir las fisuras.

El proceso de curado en losas se realiza con agua, para mantener condiciones de humedad y temperatura al hormigón para que logre alcanzar su resistencia.



figura 16. Cuidados del hormigón. Mantener la superficie hidratada. Tomado de <https://enriquealario.com/curado-de-hormigon/#lightbox/0/>

Bloques en mal estado que absorben el agua del concreto fresco

Debido a la utilización de la carretilla, los aligeramientos como bloques pueden tener rupturas parciales por el peso de la carretilla, es así por que estos bloques con fisuras absorben parte del agua del hormigón vertido y no cumple el fraguado.

MODUBAMBÚ

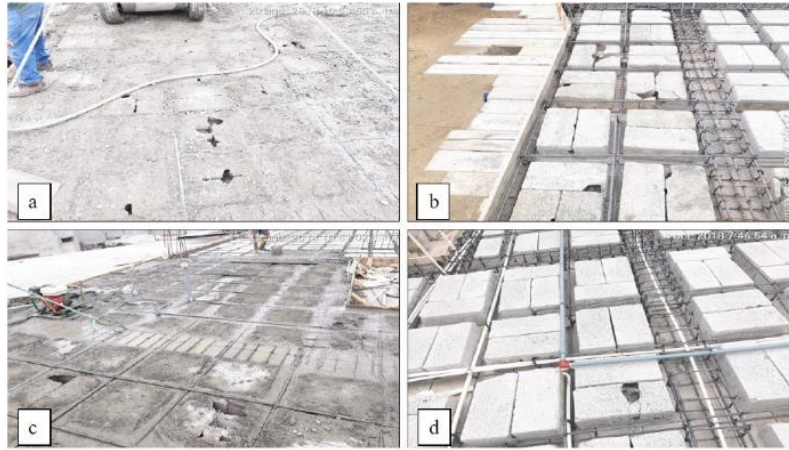


figura 17. Patologías estructurales de los sistemas de losas de entpiso. Se generan rupturas parciales por el peso de la carretilla. Tomado de https://www.researchgate.net/publication/329828855_PATOLOGIAS_ESTRUCTURALES_DE_LAS_LOSAS_DE_HORMIGON_ARMADO

13. Marco Referencial

Los sistemas modulares se presentan como una alternativa para dar solución a los problemas en la construcción, el sistema modular da una solución rápida y eficiente, da la posibilidad de nuevos diseños en los acabados de distintas construcciones.

Se debe cumplir con la norma NSR-10 título E, el cual nos da una alternativa para contrarrestar el déficit habitacional, va dirigido al uso de materiales como lámina de pino, aserrín, perfilería en aluminio, pegante ecológico, intentando reemplazar sistemas utilizados actualmente como el DRYWAL, a soluciones técnicas que se integren en proyectos de desarrollo sostenido. (NSR-10, 2010)

La NSR-10 título E, trata de los muros divisorios de una edificación, estos muros se adecuan a la construcción con el fin de aprovechar el espacio construido, no van a soportar cargas de placas ni de cubiertas, (no tiene ninguna función en el sistema estructural.) estos van anclados a los elementos estructurales para evitar alteraciones frente a sismos.

PANELES DE BAMBÚ

Es una solución económica como dispositivo estructural de las viviendas de bajo costo, para la elaboración de sistemas constructivos de paneles modulares.

Podemos considerar el proyecto de vivienda del bambú, Mérida – Venezuela después de las catástrofes naturales se elaboró un campamento diseñado por módulos habitacionales.

Este sistema de paneles de bambú es una de las técnicas más utilizadas por su fácil manejo y ligera carga, este es muy común en zonas productoras de esta materia prima como son las zonas cálidas;

MODUBAMBÚ

pero en este encontramos un punto negativo frente al sistema modular con residuos de madera ya que el panel de bambú su acabado es muy rustico, y su costo es elevado por el traslado de materia prima.

Cuando se habla de la construcción con bambú podemos decir que es un material económico, las varas de bambú se caracterizan por la estructura física la cual es bastante resistente, son redondas y huecas.

El bambú se puede combinar con la arena, madera, cemento entre otras, se utilizar en su mayor parte para la elaboración de casas, este material puede ser resistente como lo es la madera, el hormigón y el acero.

Tal como se puede evidenciar en Método de empleo del bambú como material alternativo para la construcción de viviendas de interés social en el municipio campo Elias sector santa Eduvigis:

Este material ha desempeñado una función realmente fundamental en el desarrollo de la civilización y cultura china, por que supieron aprovechar desde tiempos ancestrales, las bondades que brinda esta gramínea natural, y más aún se debe, al gran apoyo técnico y financiero por parte de su gobierno. Como parte de esta información no solo se pueden señalar a millones de viviendas de todo tipo, hechas con bambú, sino también majestuosas construcciones como el templo de bambú en china, la biblioteca publica de guanacas, museo nómade en México y el aeropuerto de Madrid el cual ganó el premio Stirling del real instituto de arquitectos británicos de gran prestigio en gran Bretaña (Escalona, Hernández, Requema, 2017, p. 9)

MÉTODO PARA EVALUAR LA CAPACIDAD DE RESISTENCIA MECÁNICA

Pruebas en la que se evalúa la resistencia del bambú

Los ensayos que se muestran aquí se fundamentaron con la norma INBAR 1997, las instrucciones de dichos ensayos se establecieron de acuerdo con los instrumentos usados.

Se mostrarán diferentes ensayos para establecer la resistencia del bambú, con estos ensayos se obtendrán una serie de información que permite determinar la resistencia de este.

Se tomaron los siguientes ensayos:

- Resistencia a la tensión
 - o Tensión Paralela.
 - o Tensión Perpendicular.
- Resistencia al cortante perpendicular
- Resistencia a la presión.

RESISTENCIA A LA TENSIÓN

Son las características que posee un material cuando es sometido a un esfuerzo, en este caso es cuando a un objeto se le aplica una fuerza.

Podemos obtener 2 ensayos de tensión, uno es el ensayo perpendicular, el otro es el ensayo a tracción, en estos ensayos se aplica una carga a tracción hasta que presente una falla.

MÓDULO DE ELASTICIDAD

Se puede calcular con un extensómetro la elasticidad del bambú. En las maquinas modernas, no se usan este extensómetro ya que la misma maquina calcula de forma directa la elasticidad del bambú.

MODUBAMBÚ

Para calcular los resultados de elasticidad se utiliza la siguiente formula (ecuación).

$$\sigma = \frac{F}{A} \text{ Kg/cm}^2$$

DONDE
 σ = ESFUERZO DE TRACCION
F = CARGA MAXIMA (FALLA Kg)
A = AREA SECCION TRANSVERSA

figura 18. Ecuación. Ecuación elasticidad. Elaboración propia.

TRACCIÓN PERPENDICULAR

Se puede calcular la tensión perpendicular aplicando una carga al eje de los cilindros hasta que presente una falla, se puede determinar cuando se dividen las cargas que se le aplican durante el ensayo. Para calcular los resultados de elasticidad se utiliza la siguiente formula (ecuación)

$$\sigma = \frac{F}{2 \cdot \pi \cdot r \cdot L} \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

DONDE
 σ = ESFUERZO DE TRACCION
F = CARGA MAXIMA (FALLA Kg)
L = LONGITUD PROMEDIO EN (CM)
r = ESPESOR PROMEDIO (cm)

figura 19. Ecuación. Ecuación perpendicular. Elaboración propia.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARALELA

Nos permite evaluar la resistencia de un material a su punto de deformación cuando se le aplica un esfuerzo a compresión, consiste en colocar una carga a velocidad en los objetos determinados hasta que se les observe alguna falla. Se puede determinar la carga, dividiendo esta carga en la sección transversal.

14. Marco Normativo

En el siguiente trabajo nos guiaremos con las normas apropiadas para el uso del bambú con el cual se elaborará un prototipo adecuado para su uso, según el Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente NSR-10 capítulo G.12 estructuras de guadua, el párrafo G.12.1.1 “ El presente capítulo establece los requisitos para el diseño estructural y sismo resistente de estructuras cuyo elemento resistente principal es el bambú *Guadua angustifolia* kunth. Una estructura de guadua diseñada de acuerdo con los requisitos de este reglamento (...) “, por otra parte, la norma NSR-10 capítulo G.12 párrafo G.12.3.1 (a), nos da a entender que “ (...) no se contempla la posibilidad de utilizar otra especie de bambúes como elemento estructural (...) “.

El diseño de estructuras en bambú guadua debe tener materiales adicionales para que no afecten la integridad de este, por lo que la norma NSR-10, capítulo G.12, párrafo G.12.5. materiales complementarios dice:

El diseño de estructuras en guadua debe tener en cuenta las características de los materiales complementarios tales como clavos, pernos, conectores, adhesivos, soportes y tableros, según las recomendaciones de los fabricantes. Se deben tomar todas las medidas apropiadas de protección de estos materiales contra la humedad, la corrosión o cualquier agente que degrade su integridad estructural. (NSR-10, 1997, p.118)

Según la Norma Técnica E. 100 bambú (s.f.), el diseño de los elementos estructurales de bambú deberá hacerse para cargas de servicio, utilizando el método de esfuerzos tolerable, serán únicamente aplicables al bambú estructural que cumplan con lo establecido en las características

MODUBAMBÚ

técnicas para el bambú estructural, en la cual nos da a entender la importancia que debe tener el bambú para poder darle su respectivo manejo al hacer estructuras en las cuales no tengamos falencia.

En relación con el bambú, debemos tener muy claros los cortes de piezas. En el cual nos sugiere la Norma Técnica E. 100 bambú, anexos informativos, anexo A, tipos de cortes de piezas de bambú:

Cuando dos piezas de bambú se encuentran en el mismo plano y según los tipos de uniones que se quieran realizar, se recomienda efectuar cortes que permitan un mayor contacto entre ellas o utilizar piezas de conexión que cumplan esta función. (Norma Técnica E. 100 bambú, s.f, p.33).

15. Capítulo 1

ANÁLISIS DE MATERIALES PARA LA EJECUCIÓN DEL PANEL

El siguiente capítulo tiene como objetivo detallar las características del bambú. su eficiencia en las construcciones, su bajo costo y el impacto en el ambiental.

CARACTERÍSTICAS DEL BAMBÚ

LA DUREZA.

Se compara la dureza del bambú con otros materiales que se utilizan para la construcción como el roble, pino, entre otros y se llega a la conclusión que el bambú es superior en resistencia.

EL COLOR.

El bambú tiene una tonalidad blanca en su estado natural, pero al pasar por un proceso de tostado el color cambia por más oscuro.

EL PRECIO.

El bambú es una madera económica ya que el crecimiento de esta es muy rápido y se encuentra en muchos lugares.

RESISTENCIA A LA HUMEDAD.

En comparación con otras maderas, es mas resistente a la humedad.

LA ESTABILIDAD.

Al dársele el tratamiento adecuado el bambú tiende a no deformarse y el tiempo no lo afecta.

EL BAMBÚ Y EL AMBIENTE

MODUBAMBÚ

En algunos estudios hechos sobre el cambio climático establecen que los bosques que tienden a tener árboles muy grandes y frondosos absorben el carbono de la atmosfera, según estos estudios entre mas grande es el árbol más CO₂ puede absorber, en este caso se encuentra una planta muy grande que no se clasifica como un a árbol, es bastante fuerte al paso del clima.

El BAMBÚ, el cual el ser humano tiene a su alcance ya que es un material natural.

Escalona, Hernández y Requena (2017), nos da a entender que en los últimos tiempos el bambú viene siendo saludado como un super material, útil para la construcción por su dureza y para otros usos por su versatilidad. Incluso se dice que podría ser capaz de absorber el dióxido de carbono que las tecnologías humanas generan, a la vez que podría aportar una buena entrada a los países que cultivan, siendo los mas adecuados justo los mas pobres del mundo. No hay que generalizar dado que el bambú es un grupo de plantas con mas de 1800 especies y cada una sirve para distintas aplicaciones. Igual, el bambú se ha convertido últimamente casi idolatrado por los ecologistas. (p. 13)

El bambú que se encuentra en los lugares como Colombia, Ecuador, entre otros, pueden tener 22 cm de diámetro, crecer hasta 25 m, el peso aproximado es de 100 kilos.

El bambú tiende a crecer mas rápido que los arboles por eso son que absorben mas CO₂ en un lapso determinado, al día el bambú crece 1.2 m al día.

Las características mecánicas del bambú.

Se miden según sus especies, cada palo de bambú es diferente, tienen distinto diámetro, la edad del trallo.

Las características físicas.

Tal como se menciona en Construir con bambú ‘Guadua angustifolia’ – Ciencia y Técnica:

La sección transversal del bambú se diferencia en una zona oscura exterior de aproximadamente 30% y una zona blanca porosa interior de 70% aproximado.

Con el aumento de la altura sobre el suelo, la porción de las fibras externas densas en relación con la sección transversal es más alta y por eso los tallos delgados se encuentran mejor que los tallos gruesos en relación con la sección transversal.

La acumulación de fibras de alta resistencia en la zona externa hace que sea efectivo a las fuerzas de tracción, flexión y cortante, teniendo gran elasticidad.

Igual que la madera, al aumentar la carga, se produce el módulo de la elasticidad (5–10%). Para el cálculo en construcciones se puede utilizar un **módulo de elasticidad** de 2.000 Kn/cm². (“Memoria desconocida”, s.f, p.2)



figura 20. Construir con bambú ‘Guadua angustifolia’. Características del bambú. Tomado de <http://www.conbam.info/pagesES/properties.html>

MODUBAMBÚ

La zona exterior tiene una resistencia a la tracción mucho más fuerte que el interior, en la parte de los nudos la resistencia es moderada ya que en este lugar las fibras se entrelazan.

En el bambú, la fuerza aumenta al paso de la edad, se pueden encontrar bambúes de aproximadamente 6 años que la resistencia de compresión comparado con el bambú de un año es de 2.5 veces más fuertes.

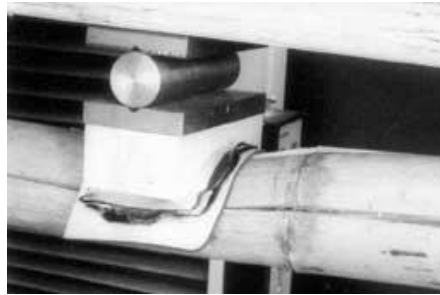


figura 21. Construir con bambú 'Guadua angustifolia'. Características del bambú. Tomado de <http://www.conbam.info/pagesES/properties.html>

La resistencia es mas fuerte con los tallos delgados que con los tallos mas gruesos, esto se debe a que los tallos delgados tienen fibras mas juntas la cual los hacen más resistente.

Ruptura del bambú

A diferencia de la ruptura de la madera, el bambú no presenta una ruptura sorpresiva por la sobrecarga, en las partes del bambú que soportan muchas cargas se les rellena con concreto para soporten mas la compresión.

El bambú demuestra una eficiente capacidad de carga a las fuerzas de compresión. En este material no ocurre una ruptura sorpresiva de sus paredes por efectos de las sobre cargas de compresión, es más frecuente que ocurran fisuras por el efecto de corte.

16. Capítulo 2

DISEÑO SEMIVIRTUAL DEL PROTOTIPO – PANEL MODULAR

Consiste en un panel modular que reemplaza la torta superior y el afinado de las placas de entrepiso, está diseñado con una estructura de bambú, una lámina contrachapada.

Estructura en bambú del panel modular



figura 22. Estructura de bambú panel modular, elaboración propia.

Estructura en bambú del panel modular y lamina de madera



figura 23. Estructura en bambú panel modular con lamina superior en madera contrachapada, elaboración propia

Lamina de madera para el panel modular



figura 24. Lamina superior en madera contrachapada, elaboración propia

Modificación de la estructura del panel modular

En este prototipo le modificamos la unión central del bambú ya que no estaba haciendo mayor fuerza y estéticamente no era muy buena.

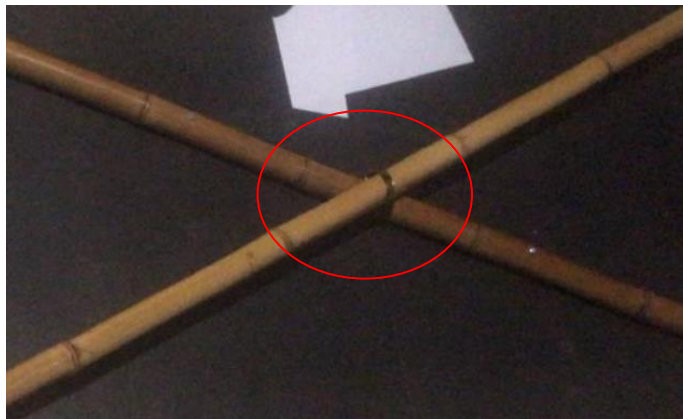


figura 25. Unión estructura en bambú, elaboración propia

Solución de la unión central del bambú

Para solucionar este problema se decidió cortar uno de los palos del bambú y unirlos con una lámina unida a ambos lados para favorecer la resistencia.

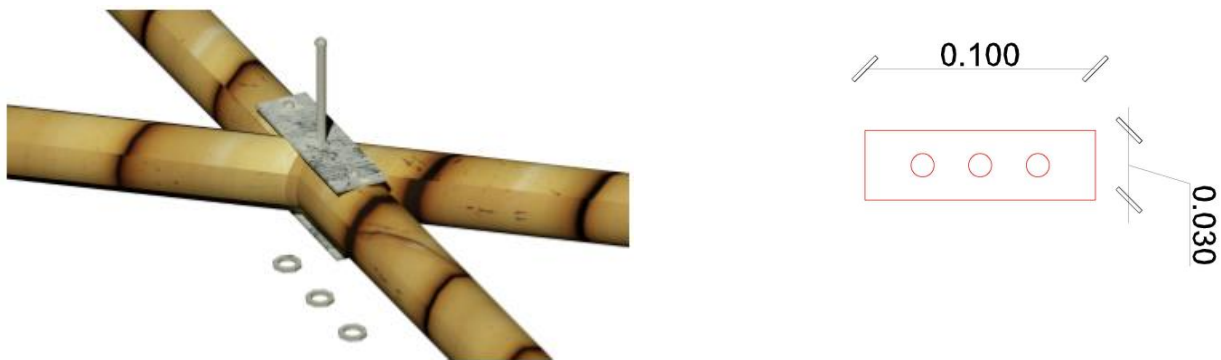


figura 26. Unión estructura en bambú con lamina, elaboración propia

Decidimos reforzar las uniones de la estructura de bambú para así darle mayor estabilidad y rigidez.

Unión estructura en bambú



figura 27. Unión estructura en bambú con lamina esquinera, elaboración propia

Estructura del panel modular con diferentes materiales

El panel estará ensamblado en las diferentes estructuras como hierro, madera y concreto.

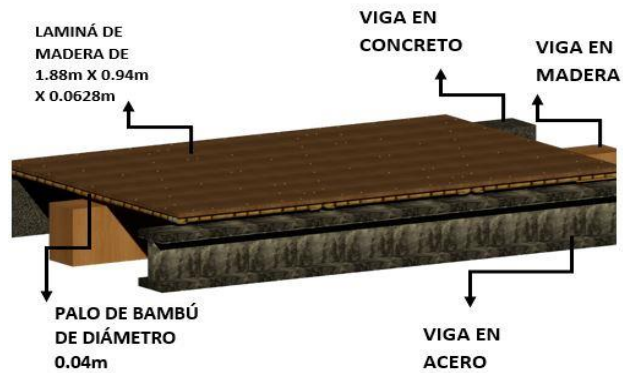


figura 28. Panel ensamblado en estructura metálica, elaboración propia

Estructura del panel modular ensamblado con diferentes materiales

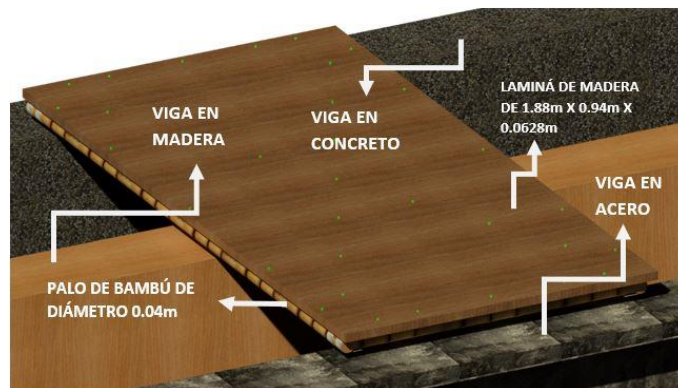


figura 29. Panel ensamblado en estructura de concreto, elaboración propia

Estructura panel modular ejemplo de ensamble.



figura 30. Panel ensamblado en estructura de madera, elaboración propia

Planimetría

El diseño del panel y sus medidas

- Tamaño – 1.88m x 0.94m x 0.0628m
- Diámetro del bambú – 0.04m
- Madera contrachapada – 0.025m
- La estructura tiene una margen de 2 cm de la lámina superior.

Parte inferior del panel (A)

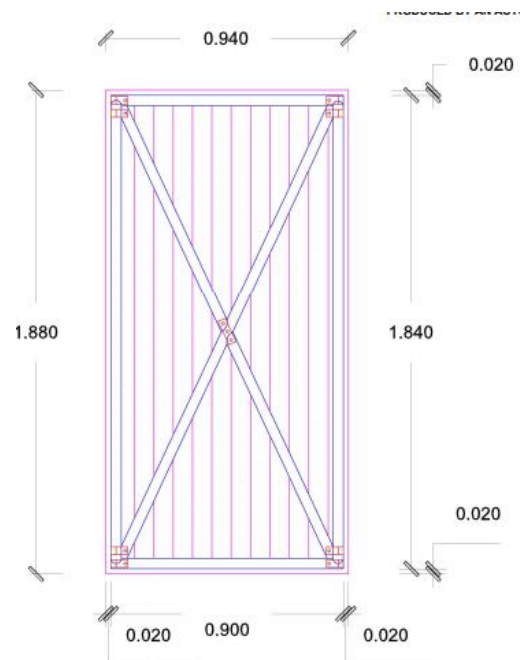


figura 31. Diseño del panel 1, elaboración propia

Parte superior del panel (B)



figura 32. Diseño del panel 2, elaboración propia

Para unir el panel a la estructura, hay unas líneas de referencia donde se instala el panel con tornillos autoperforantes. Como se muestra en la figura 12.

Se recomienda abrir primero los huecos con broca $\frac{1}{4}$ en seguida introducir el tornillo en los huecos, ajustándolos con tuerca.

Unión de lamina de madera y estructura en bambú



figura 33. Diseño panel 3, elaboración propia



figura 34. Unión lamina superior en madera contrachapada, elaboración propia

17. Pruebas



figura 35. Panel modular a prueba, elaboración propia

El primer prototipo del panel fue sometido a 130kg de peso, punto de quiebre 160kg



figura 36. Arena y PVA, elaboración propia

Con la mezcla de arena y el aditivo PVA, lo usamos para la lámina de madera con el cual podemos colocar el afinado de placas de entrepiso.

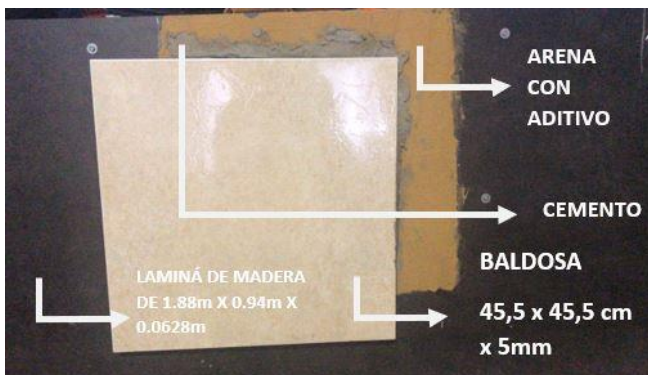


figura 37. Baldosa colocada después de dejar secar el aditivo, elaboración propia

En la figura 15, nos podemos dar cuenta que con la arena y el aditivo podemos pegar la baldosa en la lámina de madera.

MODUBAMBÚ



En esta imagen nos damos cuenta que si resiste la mezcla de arena y aditivo.

figura 38. Baldosa colocada después de dejar secar el aditivo 2, elaboración propia



Se observa como se coloca la arena con el aditivo en la lamina de madera.

figura 39. Colocar aditivo, elaboración propia



Se coloca la mezcla de arena con el aditivo a prueba de agua y no se observa ningun cambio en la estructura.

figura 40. Aditivo a prueba de agua, elaboración propia

MODUBAMBÚ



Como se observa en la figura 19, el aditivo con arena y la lamina de madera es sumergido en agua sin que la estructura sufra algún daño.

figura 41. Aditivo a prueba de agua, elaboración propia



Podemos observar la lamina de madera con el aditivo y la arena en el cual podemos utilizar baldosa o alfombra.

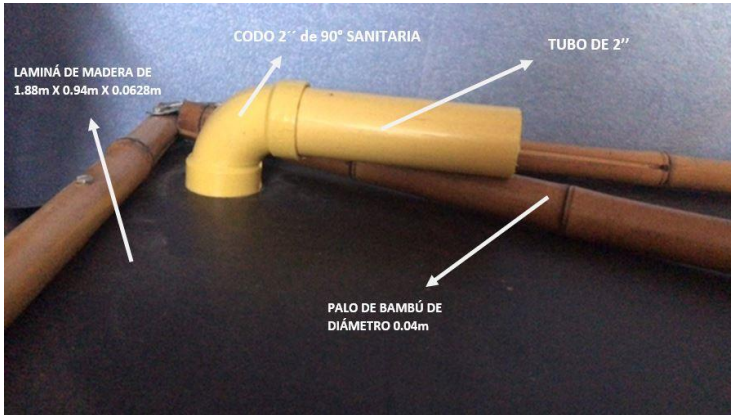
figura 42. Lamina de madera con aditivo y arena, elaboración propia



Podemos instalar tubería al panel modular

figura 43. Lamina de madera con tubería, elaboración propia

MODUBAMBÚ



Panel modular con tubería parte inferior

figura 44. Lamina de madera con tubería, elaboración propia

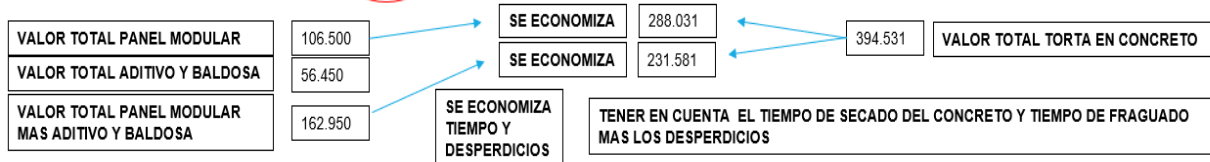
Durante la elaboración del panel, llegamos a la terminación que podemos dejar la lámina de madera impermeabilizada o darle otro tipo de acabado con el aditivo, para ponerle el aditivo, mezclamos el PVA (aditivo) con arena hasta llegar a una contextura espesa, después colocamos el aditivo en la lámina de madera esperamos que seque y luego ya podemos alistar el cemento y poner la baldosa, esto lleva un tiempo de 1 día de trabajo. Como lo podemos observar en las figuras 14, 15, 16, 17.

Lo que se busca con el panel modular es que sea más económico, resistente, fácil de instalar, fácil de transportar, utilizar materiales naturales, que sea amigable con el planeta, reducir tiempo de producción de un entrepiso en obra.

MODUBAMBÚ

18. Análisis de precios unitarios

COSTOS PANEL MODULAR						COSTOS TORTA EN CONCRETO					
MATERIALES						analisis para 1,90m2 espesor 7cm					
ITEM	MATERIAL	UM	CANTIDAD	V. UNITARIO	VALOR PARCIAL	ITEM	MATERIAL	UM	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
1	Bambu de diametro 1,2cm largo 120cm forma cilindrica	un	3	2000	6000	1	Concreto 3000psi	m3	0,14	800000	112000
2	Madera contrachapada de 1.45 x 70 cm	un	1	25000	25000	2	Refuerzo en acero	kg	13,79	2500	34475
3	Tornillos autoperforantes cabeza avellanada 8x1pulg	un	11	200	2200					Total	146475
4	Arandela plana de 3/16 pulg en acero	un	11	100	1100						
5	Tuerca hexagonal 3/16 pulg en acero	un	11	200	2200						
6	Abrazaderas cremallera 1/2 x 29/32 pulg en acero	un	5	700	3500						
				Total	40000						
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
ITEM	descripcion					ITEM	descripcion				
1	Herramienta menor	glb	1	2000	2000	1	Herramienta menor	glb	1	6000	6000
2	Taladro	hora	3	2000	6000	2	Vibrador	hora	0,5	16000	8000
				Total	8000					Total	14000
	TOTAL VALOR PARCIAL		48000				TOTAL VALOR PARCIAL			160475	
	TRANSPORTE PANEL MODULAR (BAMBÚ)		38500				MANO DE OBRA		234056		
	MANO DE OBRA		20000				TRANSPORTE		80000		
	VALOR TOTAL PANEL MODULAR		106.500		56.450		TOTAL		394.531		
	VALOR TOTAL MAS ADITIVO Y BALDOSA		162.950								



Nota: Elaboración propia.

Tabla 1. análisis de precios unitarios

Cálculo de precio a referencia de 1.97 metros cuadrados

19. Conclusiones

Se hace un prototipo siguiendo las medidas hechas en los planos 1.88m x 0.94m con un ancho de 0.07m para someterlo a pruebas de flexión, impermeabilidad y humedad.

- Se ubica un panel en un pedestal, cada esquina a un lado y se agrega peso de 130 kg

Se puede ver que el panel se curvo ligeramente, sin embargo, no llega al punto máximo de quiebre, se estima una resistencia de 160kg. Como se ve en la figura 13.

- Al panel se le coloca una cantidad de agua, para observar si la madera contrachapada en conjunto con el aditivo deja pasar el agua.

La composición de la madera y el recubrimiento que se le hizo de arena y aditivo PVA, en la parte superior, no permite el paso del agua y no afecta el bambú.

- Se hace un corte de 0.20m x 0.20m en una de las esquinas del panel con el aditivo para introducirlo en un frasco con agua y luego de 5, 10 y 15 días ver cómo se comporta frente a la humedad.

Día 1. Se ve que suelta burbujas al momento de introducirlo al agua, no floto y no presenta ningún cambio en su estructura.

En los días 5, 10 y 15 no se presentó ningún cambio.

Si se hace un buen diseño y se ubican los materiales de manera correcta, se pueden aprovechar las características que ofrece el bambú en conjunto con la madera. Se puede diseñar un panel resistente

MODUBAMBÚ

que funcione de manera óptima, ofreciendo un gran nivel de resistencia y si se añade un buen aditivo, se puede llegar a un alto nivel de impermeabilidad.

Aprovechando las cualidades del bambú y la madera contrachapada, como su poco peso, buena resistencia y su bajo precio, se puede diseñar un panel que ofrezca un alto nivel de resistencia. En comparación con una placa de concreto o metal, es más económico, se disminuye el índice de desperdicios y algo que es muy importante, reduce el tiempo de obra ya que es fácil de instalar por que se coloca en sitio.

20. Lista de Referencia

- Alario, E. (13 de octubre de 2014). Cuidados del hormigón. Recuperado de <https://enriquealario.com/curado-de-hormigon/#lightbox/0/>
- Arenas. (s.f.). Los materiales de construcción y el medio ambiente. Recuperado de https://huespedes.cica.es/gimadus/17/03_materiales.html
- “Aligeramientos” por memoria desconocida, s.f. Recuperado de https://rodas5.us.es/file/d52ac696-b0f8-1846-8202-5a4cb5dfce14/2/tema12_SCORM.zip/page_10.htm
- Andrade, M. (s.f). Sistema constructivo modular con materiales alternativos que favorezca a la flexibilidad en la construcción de vivienda. (Trabajo de grado) Recuperado de <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/79937/2015%20monica%20tesis%20MAESTRIA%2030nov15.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Barrios, F. (2014). Espacios Flexibles Contemporáneos. (Trabajo de grado) Recuperado de <https://www.ucalp.edu.ar/wp-content/uploads/2017/05/BARRIOS-Tesis-Espacios-Flexibles-Contampor%C3%A1neos.pdf>
- “Cuidados del hormigón” por E.A, 2014 Recuperado de <https://enriquealario.com/curado-de-hormigon/#lightbox/0/>
- Escalona, J, Hernández, J y Requena, C. (2017). Método de empleo del bambú como material alternativo para la construcción de viviendas de interés social en el municipio campo Elías sector Santa Eduvigis. (Trabajo de grado, Instituto Universitario Politécnico).

MODUBAMBÚ

Recuperado de

https://issuu.com/cristalmichellerequenaarodriguez/docs/tesis_del_bambu....docx

“Formaletas de encofrado para losas de entrepiso sistema ONUS” por memoria desconocida 2019. Recuperado de <https://www.agrojemur.com/portfolio/formaletas-de-encofrado-para-losas-de-entrepiso-sistema-onus/>

Instituto tecnológico de Aguascalientes. (31 de enero de 2006). Nota de divulgación. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/944/94403115.pdf>

Londoño, X. (2011). El bambú en Colombia. (Reseña Científica, Instituto de Biotecnología de las Plantas Universidad Central Marta Abreu de Las Villas). Recuperado de <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/485/882>

“LOSAS DE ENTREPISOS” por memoria desconocida, 2009. Recuperado de <http://cecasayelen.blogspot.com/2009/03/losas-de-entrepisos.html>

“Losa o placa bidireccional” por memoria desconocida, 2010. Recuperado de <http://annlinet.tripod.com/LOSAS.htm>

“Losa o placa en concreto pretensado” por memoria desconocida, 2007. Recuperado de <http://dragontaleslive.com/hormigon-pretensado/hormigon-pretensado-concreto-ejemplo-de-colocaci-n-sistema-concreto-pretensado/>

“Losa o placa apoyada en madera” por C.P y M.B, 2012. Recuperado de <http://dragontaleslive.com/hormigon-pretensado/hormigon-pretensado-concreto-ejemplo-de-colocaci-n-sistema-concreto-pretensado/>

MODUBAMBÚ

“Losa aligerada” por memoria desconocida, s.f. Recuperado de

<https://www.construyebien.com/acero-losa-aligerada>

“Losas macizas” por memoria desconocida, s.f. Recuperado de

<http://construcarqui.blogspot.com/>

Memoria desconocida (2017). Decoración de interiores. [Mensaje en un blog]. Recuperado de

<https://www.constructorapm.com/casas/casa-moderna-dos-pisos-hermoso-diseno/attachment/decoracion-de-interiores-combina-moderno-y-rustico/>

Memoria desconocida (24 de marzo de 2009). Losas de entrepisos. [Mensaje en un blog].

Recuperado de <http://cecasayelen.blogspot.com/2009/03/losas-de-entrepisos.html>

Memoria desconocida (s.f). Aligeramientos. Recuperado de [https://rodas5.us.es/file/d52ac696-](https://rodas5.us.es/file/d52ac696-b0f8-1846-8202-5a4cb5dfce14/2/tema12_SCORM.zip/page_10.htm)

[b0f8-1846-8202-5a4cb5dfce14/2/tema12_SCORM.zip/page_10.htm](https://rodas5.us.es/file/d52ac696-b0f8-1846-8202-5a4cb5dfce14/2/tema12_SCORM.zip/page_10.htm)

Memoria desconocida (s.f). Losas. [Mensaje en un blog]. Recuperado de

<http://annlinet.tripod.com/LOSAS.htm>

Memoria desconocida (s.f). Losas. Recuperado de <http://construcarqui.blogspot.com/>

“Memoria desconocida” (s.f). Construir con bambú ‘Guadua angustifolia’ – Ciencia y Técnica.

Recuperado de <http://www.conbam.info/pagesES/properties.html>

Norma Técnica E 100. Bambú. (s.f). Norma Técnica E. 100 bambú. Recuperado de

<https://studylib.es/doc/7560948/norma-t%C3%A9cnica-e.-100-bamb%C3%BA>

NSR-10, (1997). capitulo G.12 estructuras de guadua. Recuperado de

<https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/7titulo-g-nsr-100.pdf>

“Patologías estructurales de los sistemas de losas de entrecimso” por C.V, Y.B, S.A, Y.P, 2018

Recuperado de

https://www.researchgate.net/publication/329828855_PATOLOGIAS_ESTRUCTURALES_DE_LAS_LOSAS_DE_HORMIGON_ARMADO

Quecan, J. y Vicente, J. (2018). Paneles Prefabricados en Guadua Angustifolia para Entrecimso

con Recubrimiento en Concreto. (Trabajo de grado, Universidad La Gran Colombia). Recuperado de

https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/3354/Paneles_prefabricados_guadua.pdf?sequence=1&isAllowed=y

“Steel Deck o losa colaborante” por C.P y M.B, s.f. Recuperado de

<http://www.arquitecturaenacero.org/uso-y-aplicaciones-del-acero/materiales/steel-deck-o-losa-colaborante>

“TIPOS DE LOSAS” por memoria desconocida, 2013. Recuperado de

<http://rudyblogss.blogspot.com/2013/08/tipos-de-losas.html>