



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

Facultad de Arquitectura y Diseño

Carrera de Arquitectura

TESIS DE INVESTIGACIÓN

2010

**DISEÑO DE COMPONENTES CONSTRUCTIVOS CON
ECOMATERIALES PARA EDIFICACIONES DE LA COSTA
ECUATORIANA.**

DIRECTOR: Arq. Jorge Morán Ubidia

Virginia Elizabeth Avellán Cornejo

DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTO

Son muchas las personas especiales a las que me gustaría agradecer por su amistad, apoyo, ánimo y compañía en las diferentes etapas de mi vida universitaria, algunas están aquí conmigo otras están en mis recuerdos y en el corazón, sin importar en donde se encuentren o si alguna vez llegan a leer esta dedicatoria quiero darles las gracias por formar parte de mi y por ayudarme a que esto hoy sea realidad.

Abuelita, no me equivoco si digo que es la mejor madre que Dios me pudo dar, gracias por ser el pilar de mi vida, por su apoyo, cariño y paciencia, durante mi carrera y en el desarrollo de mi trabajo de tesis, gracias porque aunque lejos siempre ha estado a mi lado.

Papá yo se que desde el cielo has sido mi guía y mi ángel, te amo.

Mi gran y linda hermana Susy ¿adivina qué? eres la mejor hermana gracias por creer en mí y por tu cariño.

Mami este es un logro que quiero compartir contigo gracias por ser mi ejemplo.

Al Arq. Jorge Moran U., director de tesis, por su excelente guía y por compartir sus conocimientos en el tema de guaduas.

A la Arq. Rosa Edith Rada, decana de la facultad, por el apoyo brindado en el desarrollo de esta investigación.

Al Ing. Marcos Tapia por su ayuda y guía en la realización de los ensayos mecánicos.

A todos mis amigos sin excluir a ninguno en especial a Alex, Verónica, Cintia, Indira, María José, Efraín, Adriana y Leslye mil gracias por el cariño brindado, por permitirme entrar en sus hogares y por estar siempre allí para mí, los quiero.

Al más especial de todos, a ti Señor porque hiciste realidad este sueño, por todo el amor con el que me rodeas y porque me tienes en tus manos, esta tesis es para ti.

Vichi

ÍNDICE

PARTE I

1. DISEÑO DE COMPONENTES CONSTRUCTIVOS DE ECOMATERIALES. ..	7
1.1. Sobre piso.....	10
1.2. Cielo raso.....	32
2. MEMORIA DESCRIPTIVA DE ENSAYOS FÍSICOS- MECÁNICOS.....	41
2.1. Introducción.....	41
2.2. Memoria Descriptiva de Ensayos Físicos.....	42
2.3. Memoria de ensayos mecánicos.....	60
3. COSTOS EN EL MERCADO DE COMPONENTES CONSTRUCTIVOS DE ESTUDIO.	79
3.1. Cuadro descriptivo de esfuerzos: flexión, tracción y humedad; costos	80
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
5. NORMATIVAS	89
6. ANEXOS	91
7. BIBLIOGRAFÍA	107

1. DISEÑO DE COMPONENTES CONSTRUCTIVOS DE ECOMATERIALES.

En esta etapa de la investigación se desarrollaran diseños de sobre pisos y cielos rasos los mismos que serán aplicados a sistemas constructivos existentes con modificaciones en algunos de los casos; los que serán expuestos mediante fichas descriptivas y planos correspondientes.

Será necesario obtener resultados de ensayos físicos y mecánicos de los diseños con componentes constructivos realizados de Ecu-Bam y Plas-Bam, tomando en consideración los usos que se le darán a las placas de acuerdo su composición (numero de capas y dirección de las fibras) y deberán ser aptos para resistir los esfuerzos que normalmente sufre una edificación.

Posteriormente se fabricaran prototipos de componentes constructivos a escala 1:1 simulando los diseños mencionados y finalmente un estimado de sus costos.

Se determinaran elementos horizontales para pisos, así como los cielos rasos y elementos de acabados.

Los pisos son elementos arquitectónicos que en su mayor parte o casi siempre están dispuestos de manera horizontal, las cargas actúan en dirección perpendicular a ella y están fijados a una estructura mediante tornillos, clavos, etc. El comportamiento que debería tener esta placa es similar al de un elemento en flexión empotrado en sus extremos.

Bajo estas condiciones de carga las placas Ecu-Bam y Plas-Bam están sometidos a esfuerzos de corte, de flexión (compresión /tracción), esfuerzos longitudinales de arrancamiento en el elemento de sujeción (clavo, tornillos, etc), desgaste superficial y penetración.

Las Normas existentes no contemplan los tipos de probetas y tampoco los procedimientos para los productos propuestos en este proyecto, sin embargo, en los ensayos que se han realizado y se proponen realizar están establecidos tomando

como referencia las Normas ASTM D 1037 (99) y ASTM D 143-94 (Reaprobada el 2007).

A más de las normas mencionadas, se tomará la tabla Cargas uniformes y concentradas del CODIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCION (CPE INEN 5).

Tabla #1 La tabla Cargas uniformes y concentradas

USOS U OCUPACION		CARGA UNIFORME Kg/m ²	CARGA CONCENTRADA Kg
CATEGORIA	DESCRIPCION		
Armerías		750	0
Áreas de reuniones (1) Auditorios y galerías	Áreas de asientos fijos	250	0
	Áreas de asientos móviles y otra áreas	500	0
	Escenarios y plataformas	600	0
Cornisas, marquesinas y balcones de residencias		300	0
Facilidades de salida públicas (2)		500	0
Garajes	Almacenaje general y/o reparación	500	3
	Almacenaje particular	250	3
Hospitales	Salas y cuartos	200	450
Bibliotecas	Salas de lecturas	300	450
	Cuartos de anaqueles	600	700
Fabricas	Livianas	400	900
	Pesadas	600	1400
Oficinas		250	900
Imprentas	Cuartos de impresión	750	1200
	Cuartos de Composición y linotipos	500	900
Residencias (3)		200	0
Salas de descanso (4) Plataformas de revisión Grandes tribunas y Graderíos		500	0
Escuelas	Aulas	200	450
veredas y calzadas	Accesos publicas	1200	3
Bodegas	Livianas	600	
	Pesadas	1200	
Almacenes	Minoristas	400	900
	Mayoristas	500	1400

- (1) Las áreas de reuniones incluyen ocupaciones como: salones de bailes, salas de entrenamiento, gimnasios, plazas, terrazas y ocupaciones similares que generalmente son accesibles al público.
- (2) Las facilidades de salida incluye como: corredores, balcones de salida exterior, escaleras, escapes de incendios en usos c y usos similares.
- (3) Las ocupaciones residenciales incluyen: habitaciones privadas, apartamentos y cuartos de huéspedes de hoteles.
- (4) Las cargas de las salas de descanso no deben ser menores que la carga para la ocupación por la cual estén asociadas pero no necesitan exceder.

1.1. SOBRE PISO.

SOBRE PISO DE ECU-BAM, PLAS-BAM O ENTREPISO MIXTO CON ESTER-BAM.			Nº1	
CONCEPTUALIZACIÓN	Formado por placas de 50x50cm; 1.00x0.50m; 1.00x1.00m de Ecu-Bam código 00 1 ¹ (*) o Plas-Bam ² (***) combinada con 1 Ester-Bam ³ (**).			
ESTRUCTURA DEL PISO	Se utilizará vigas cargadoras de 4"x6", cuerdas de 2"x4" de madera, Ecu-Bam o Plas-Bam ⁴ (***) que es el sistema constructivo utilizado normalmente en las viviendas con pisos de madera. Para efecto de la investigación la estructura que se plantea, es una retícula conformada por tiras de madera de 4x4cm.			
BASE DE RECUBRIMIENTO	Placas de Ester-Bam o de Ecu-Bam.			
RECUBRIMIENTO	Puede ser con todo tipo de acabados, aptos para evitar rayones en la superficie del sobre piso como: fibra de vidrio, poliéster, resinas, entre otros.			
ENERGÍA INCORPORADA DEL MATERIAL (MJ/Kg)	Forma de uso	Energía incorporada (MJ/Kg)	Emisiones CO2 (Kg CO2/Kg)	
	En estructura madera secada al aire	1,20	0,0000	
	Sobre piso secada al aire	2,00	0,0000	

¹ (*) Consiste en el despliegue de la caña rolliza (*Guadua Angustifolia Kunt*), también llamada "esterilla" (Col) o "chancada" (Perú)

² (***) Consiste en el despliegue de la caña aplastada mediante presión.

³ (**) Son segmentos longitudinales paralelos a las fibras obtenidas del bambú, de dimensiones aproximadas de 1 cm de ancho y menos de 1 mm de espesor.

GRAFICOS PROTOTIPO 1



REGISTRO FOTOGRAFICO PROTOTIPO 1



Placa 001 Ecu-Bam /Plas-Bam 3 capas. Estructura de madera.





Placa 001 Ecu-Bam 3 capas. Estructura de madera con acabado.



<p>PROCESO CONSTRUCTIVO</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Armar la estructura portante del piso. Se utilizará vigas cargadoras o barrotes de 4"x6", colocadas a cada 3m de distancia, El material a utilizarse puede ser hormigón, madera, Ecu-Bam 2. Colocar y asegurar las cuerdas de madera de 2"x4"separados a 50cm, a las vigas (la separación de las cuerdas varía de acuerdo al tamaño de la placa) debidamente nivelados. El material a utilizarse puede ser madera o Plas-Bam. 3. Instalar las placas de Ecu-Bam o placa mixta de Ecu-Bam con Ester-Bam, sobre las cuerdas de madera, Ecu-Bam o Plas-Bam de 2"x4", las placas deberán estar unidas entre sí a media madera, a junta viva o machihembrada y sujetados mediante tornillos avellanados de 1.5"x6mm, clavos de 1.5".
<p>TIEMPO DE INSTALACIÓN</p>	<p>15 minutos por m². Sin tomar en cuenta la colocación y armado de la estructura.</p>
<p>CARACTERÍSTICAS GENERALES</p>	<ul style="list-style-type: none"> • De fácil montaje. • Inmunizado no es afectado por insectos xilófagos. • Las placas son de aspecto natural agradable. • Es material resistente a los esfuerzos mecánicos. • Fácil de limpiar. • Material fresco durante el verano.

ENTREPISO O PISO COMBINADO CON ECU-BAM Y ESTER-BAM		Nº 2									
CONCEPTUALIZACION	<p>Está formado por tableros de Ecu-Bam (*) o Ester-Bam (**). Dichos tableros a su vez están compuestos de dos placas, una superior y una inferior, separadas con segmentos de cilindros de Guadua Angustifolia Kunt de 0.05m de alto (caña rolliza).</p> <p>Las medidas de este tablero pueden ser de 0.50x0.50m; 1.00x0.50m; 1.00x1.00m.</p>										
ESTRUCTURA DEL PISO	<p>Puede usarse vigas cargadoras de 4"x6" y cuerdas de 2"x4" de madera o de Plas-Bam (***), se puede utilizar también en la estructura de guadua Angustifolia Kunt rolliza como vigas.</p>										
BASE DE RECUBRIMIENTO	<p>Placas de Ester-Bam y de Ecu-Bam</p>										
RECUBRIMIENTO	<p>Se le da un acabado como a cualquier tipo de madera empleándose para ello, selladores especiales tipo Nitro Celulosa (resina) que sean resistentes al rayado.</p>										
ENERGÍA INCORPORADA DEL MATERIAL (MJ/Kg)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Forma de uso</th> <th>Energía incorporada (MJ/Kg)</th> <th>Emisiones CO2 (Kg CO2/Kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>En estructura madera secada al aire</td> <td>1,20</td> <td>0,0000</td> </tr> <tr> <td>Entre-piso secada al aire</td> <td>2,00</td> <td>0,0000</td> </tr> </tbody> </table>		Forma de uso	Energía incorporada (MJ/Kg)	Emisiones CO2 (Kg CO2/Kg)	En estructura madera secada al aire	1,20	0,0000	Entre-piso secada al aire	2,00	0,0000
Forma de uso	Energía incorporada (MJ/Kg)	Emisiones CO2 (Kg CO2/Kg)									
En estructura madera secada al aire	1,20	0,0000									
Entre-piso secada al aire	2,00	0,0000									

IMÁGENES PROTOTIPO 2



Entrepiso o piso de Ecu-Bam combinado con Ester-

REGISTRO FOTOGRAFICO PROTOTIPO 2



Prototipo Entrepiso o piso de Ecu-Bam combinado con Ester-Bam y estructura de Guadua rolliza A.K.

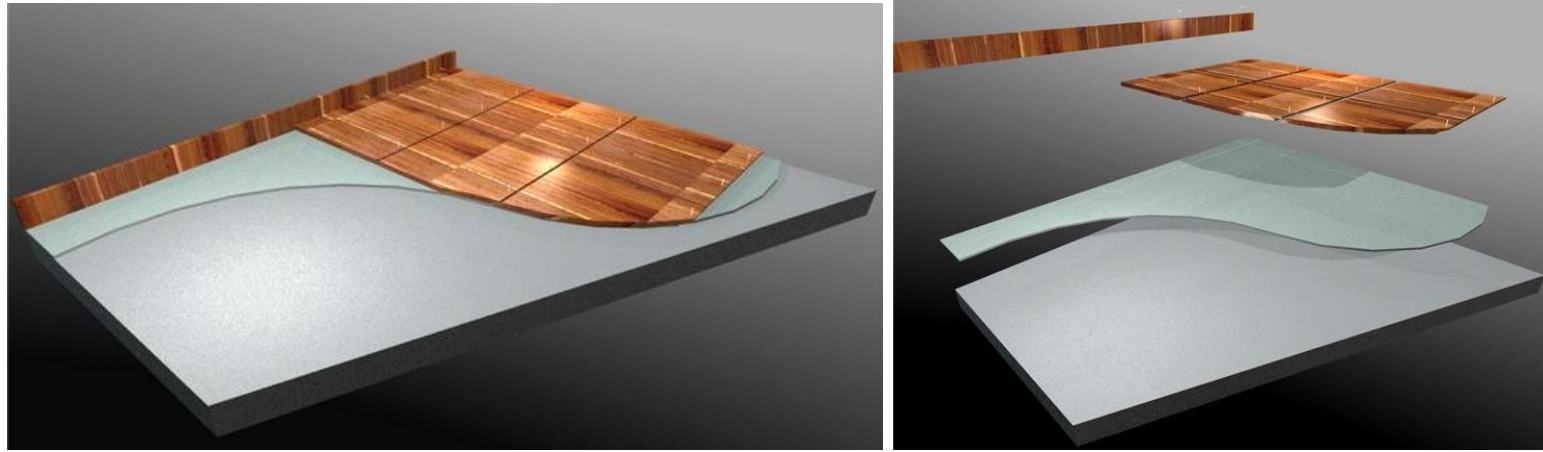


<p>PROCESO CONSTRUCTIVO</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Armar la estructura del piso con vigas cargadoras de 4"x6" y cuerdas de 2"x4" de madera o de Plas-Bam, se puede utilizar también en la estructura guadua <i>Angustifolia Kunt rolliza</i> como vigas. 2. Fijar la estructura mediante tornillos avellanados de 6" 3. Colocar sobre la estructura en el caso de que sea Guadua Rolliza tiras de madera de 5cm estabilizadores. 4. Fijar las placas a los estabilizadores, en caso de vigas de Rollizas, y en caso de estructura de Plas-Bam, Ecu-Bam, o madera fijarlos directamente a la misma.
<p>TIEMPO DE INSTALACIÓN</p>	<p>30 minutos m2</p>
<p>CARACTERISTICAS GENERALES</p>	<ul style="list-style-type: none"> • De fácil montaje. • Inmunizado no es afectado por insectos xilófagos. • Las placas son de aspecto natural agradable. • Es material resistente a los esfuerzos mecánicos.

	<ul style="list-style-type: none">• Fácil de limpiar.• Material fresco durante el verano.
--	--

SOBRE PISOS DE ECU-BAM, ESTER-BAM o PLAS-BAM			Nº 3
CONCEPTUALIZACION	Está formada por placas de caña picada de 0.50x0.50cm, 1.00X0.50, 1.00X1.00 prensados al calor utilizando un aglutinante como adhesivo.		
LUGARES DE USO	Este piso puede ser utilizado en todo tipo de construcciones a nivel nacional.		
ESTRUCTURA DEL PISO	Contrapiso de Hormigón Simple.		
BASE DE RECUBRIMIENTO	Placas de Ester-Bam, Ecu-Bam o Plas-Bam		
RECUBRIMIENTO	Se le da un acabado como a cualquier tipo de madera empleándose para ello, selladores especiales tipo Nitro Celulosa (resina) que sean resistentes al rayado.		
ENERGÍA INCORPORADA DEL MATERIAL (MJ/Kg)	Forma de uso	Energía incorporada (MJ/Kg)	Emisiones CO2 (Kg CO2/Kg)
	⁵ Contrapiso de Hormigón simple	1,20	0,0194
	Piso Guadua secada al aire	2,00	0,0000

⁵ ARCHITECTURE AND THE ENVIRONMENT. COMPARISON OF BUILDING ELEMENTS - LIFE CYCLE ANALYSIS NEW ZEALAND INSTITUTE OF ARCHITECTS Y ELABORACIÓN PROPIA. ARQUITECTURA SOSTENIBLE Y APROVECHAMIENTO SOLAR. María Jesús González Díaz. Ed. Era Solar. http://www.apea.com.es/ponencias/ponencia_03/PDF/T3.PDF



Piso de Ecu-Bam o Ester-Bam

<p>PROCESO CONSTRUCTIVO</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Nivelar y fundir de contrapiso de hormigón simple. • Alisado y pulido de contrapiso de hormigón simple. • Colocar la membrana impermeabilizante de pvc. • Pegado de las placas de Ecu-Bam, Ester-Bam o Plas-Bam.
<p>TIEMPO DE INSTALACIÓN</p>	<p>De 15 a 20 minutos el m2, no incluye tiempo de fundición de contrapiso.</p>
<p>CARACTERÍSTICAS GENERALES</p>	<ul style="list-style-type: none"> • De fácil montaje. • Inmunizado no es afectado por insectos xilófagos. • Las placas son de aspecto natural agradable. • Es material resistente a los esfuerzos mecánicos. • Fácil de limpiar. • Material fresco durante el verano.

1.2. CIELO RASO.

CIELO RASO DE ESTERAS			Nº1
CONCEPTUALIZACIÓN	Formado por láminas de esteras de 1.00x0.50m, elaborado con láminas de guadua angustifolia kunt tejidas sin prensar. Las dimensiones de las laminas pueden variar entre 2.00x1.00m, 1.50x2.00m.		
ESTRUCTURA DEL CIELO RASO	Se utilizará secciones de Guadua Angustifolia kunt de 2cm x 3m de longitud (perfilería de guadua A.K.); phyllotachys aurea como elementos de sostén de la lamina de estera, los mismos que serán fijados mediante pernos y tuercas a las secciones de guadua A.K. y a las correas de estructura de cubierta.		
BASE DE RECUBRIMIENTO	Láminas de Ester-Bam.		
RECUBRIMIENTO	Puede ser con todo tipo de acabados, aptos para evitar rayones en la superficie cielo raso como: fibra de vidrio, poliéster, resinas, entre otros.		
ENERGÍA INCORPORADA DEL MATERIAL (MJ/Kg)	Forma de uso	Energía incorporada (MJ/Kg)	Emisiones CO2 (Kg CO2/Kg)
	En estructura G.A.K.	1,20	0,0000
	Laminas de G.A.K. secada al aire.	2,00	0,0000

REGISTRO FOTOGRAFICO PROTOTIPO 1



Laminas de G.A.K. 1.00x0.50m . Estructura de G.A.K. y phyllotachys aurea.



Cielo Raso de Esteras sin acabado.



Cielo Raso de Esteras con acabado.

<p>PROCESO CONSTRUCTIVO</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. La estructura del tumbado será suspendida mediante un anclaje de sujeción y tirante de sujeción entorchado a las tiras de madera y estructura de cubierta. 2. Nivelar estructura; efectuados los trabajos de la estructura de suspensión, se verificarán los niveles, escuadras y alineamientos, 3. Sujetar a la estructura las láminas de esteras; las láminas de esteras serán moduladas y cortadas a las medidas de diseño mediante el empleo de una sierra. 4. En los sitios determinados por los planos para los puntos de salida de iluminación deberá preverse su instalación previa al respectivo montaje. (a colocarse en los phyllotachys aurea).
<p>TIEMPO DE INSTALACIÓN</p>	<p>15 minutos por m². Sin tomar en cuenta la colocación y armado de la estructura.</p>
<p>CARACTERÍSTICAS GENERALES</p>	<ul style="list-style-type: none"> • De fácil montaje. • Una vez curado el material no es afectado por insectos xilófagos. • Láminas con aspecto natural agradable.

CIELO RASO DE ESTER-BAM (entrepiso)		Nº 2
CONCEPTUALIZACION	<p>Formado por dos placas de Ester-Bam de 0.50 x0.50m, elaborados con una cámara de aislamiento de cilindros de guadua angustifolia Kunt de 5cm.</p> <p>Las dimensiones de las placas pueden variar entre 1.00x1.00m, 1.00x0.50m, 0.50x0.50m</p>	
ESTRUCTURA DEL TUMBADO	<p>Se utilizara estructura de madera, Plas-Bam o Ecu-Bam.</p>	
PROCESO CONSTRUCTIVO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Empotrar el entre piso a la estructura definida previamente. 2. En los sitios determinados por los planos para los puntos de salida de iluminación deberá preverse su instalación previa al respectivo montaje.(a colocarse en los phyllotachys aurea). 	
TIEMPO DE INSTALACIÓN	<p>15 minutos por m². Sin tomar en cuenta la colocación y armado de la estructura.</p>	
CARACTERÍSTICAS GENERALES	<ul style="list-style-type: none"> • De fácil montaje. • Inmunizado no es afectado por insectos xilófagos • Laminas con aspecto natural agradable. 	

2. MEMORIA DESCRIPTIVA DE ENSAYOS FÍSICOS- MECÁNICOS.

2.1. Introducción

La elaboración de ensayos físico-mecánicos, nos permiten conocer las propiedades y el comportamiento del material expuesto, en este caso placas de la Guadua Angustifolia Kunt en aplicaciones (Ecu-Bam , Ester-Bam y Plas- Bam), además nos facilitará conocer los defectos de los elementos terminados.

Para determinar las propiedades de los diferentes componentes constructivos diseñados en esta tesis, se ha considerado los resultados obtenidos de las diferentes probetas sometidas a ensayos físico-mecánicos que se han desarrollado en el proyecto PPE.

Se puede mencionar que las pruebas físicas se establecieron dentro del laboratorio del mismo proyecto, mientras que, las pruebas mecánicas se desarrollaron en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), bajo la Dirección Técnica del Ing. Marcos Tapia (Asesor Externo del proyecto PPE).

2.2. Memoria Descriptiva de Ensayos Físicos.

Fue necesario elaborar probetas para obtener los primeros resultados de las propiedades físicas (absorción y pérdidas de humedad, densidad) de los Ecomateriales a ser utilizados (Ecu-Bam, Ester-Bam y Plas-Bam).

A continuación se manifiestan el procedimiento realizado, los instrumentos utilizados, y los resultados que se obtuvieron con sus respectivos análisis.

PROCEDIMIENTO

1. Se realizaron 6 probetas de Ecu-Bam y 6 probetas de Ester-Bam, utilizando PVC (poli vinil acetato) como pegante.
2. Cada una de las probetas tiene sus propias especificaciones, ya sea en cantidad de láminas, espesor, cantidad de pegante, peso específico, humedad.
3. Las dimensiones iniciales de estas probetas fueron de 25 x 12,5cm, y de espesor 1,5, luego de prensados, las dimensiones de estas probetas se modificaron, por los recortes posteriores, las que están reflejadas en los cuadros posteriores.
4. Para la determinación de la densidad de las probetas, se miden el volumen de cada una (dimensiones de longitud, ancho y espesor, mediante un calibrador) y el peso en gramos.

INSTRUMENTOS UTILIZADOS

Para la establecer las propiedades físicas de la Ecu-Bam y Ester-Bam fue preciso utilizar instrumentos que determinen las dimensiones y el peso de cada probeta, además de un horno de secado.

- Calibrador



Imagen 1 Calibrador

- Balanza de precisión de 0.01gr



Imagen 2 Balanza de precisión de 0.01gr

- Horno tipo SNB con rango de 0° a 220° C



Imagen Horno tipo SNB con capacidad de 220°C

MARCO CONCEPTUAL:

DENSIDAD.- Es la cantidad masa que posee un cuerpo en una unidad de volumen.

$$\text{Densidad} = \frac{\text{masa (g)}}{\text{Volumen (cm}^3\text{)}}$$

CONTENIDO DE HUMEDAD

Se define como contenido de humedad a la cantidad de agua que contiene el material expresado en porcentajes de su peso anhidrido.

$$\text{CH (\%)} = \frac{\text{P(g) húmedo} - \text{P(g) seco}}{\text{P(g) seco}} \times 100$$

En donde:

CH: Contenido de Humedad (%)

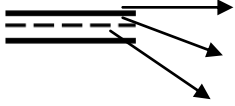
P (húmedo): peso de la probeta que se encuentra con algún porcentaje de humedad en los diferentes intervalos de tiempo medidos (g).

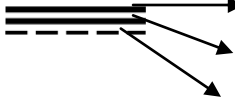
P seco: Peso de la muestra seca al horno posterior a su permanencia en el horno a 105°C.


ENSAYOS FISICOS DE PROBETAS ECU-BAM

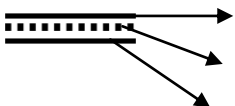
Para efecto de los ensayos se realizaron diseños de placas para definir mediante resultados cuales eran las placas con resultados favorables.

EXPLICACION DE LA COMPOSICION DEL DISEÑO

MODELO 1  caña picada longitudinal
caña picada transversal
caña picada longitudinal


MODELO 2  caña picada longitudinal
caña picada longitudinal
caña picada transversal

MODELO 3  caña picada longitudinal
caña picada transversal

MODELO 4  Estera
caña picada longitudinal
caña picada longitudinal

ECU-BAM PROBETA 00-1

Datos iniciales de la probeta

Descripción	Probeta de caña picada - 3 capas: 2 longitudinales exteriores y 1 intermedia transversal.
Código	00-1
Diseño	
Fecha de elaboración	14 de abril del 2009
Dimensiones (cm)	largo= 12,5; ancho= 25; espesor= 2,2
Peso inicial, P_i (g)	481,3
Pegante	PVA (goma blanca)
Tiempo de prensado	24 horas
Prensa	fría
Carga aplicada (kg)	14.000

Cálculos y resultados finales de la probeta


Peso con encolado, P_e (g)	568,95
Peso final rústico, P_r (g)	526,30
Peso final con acabado, P_a (g)	401,30
Dimensiones (cm)	largo= 11; ancho= 23,5; espesor= 1,6
Área (cm ²)	23,5 x 11 = 258,5
Volumen (cm ³)	23,5 x 11 x 1,6 = 413,6
Cálculos:	
Peso pegante = $P_e - P_i$	568,95 - 481,3 = 87,65
Peso desperdicio = $P_e - P_r$	568,95 - 526,3 = 42,65
Presión = Carga / área (kg/cm ²)	14.000 / 258,5 = 54,159
Presión = Carga / área (MPa)	54,159 / 10 = 5,415
Peso específico = P_a / volumen (gr/cm ³)	401,30 / 413,60 = 0,970
Pegamento por m ² = Peso pegante / área (g/ m ²)	87,65 / 258,5 = 0,339



ECU-BAM PROBETA 00-1

ECU-BAM 00 - 2

Datos iniciales de la probeta

Descripción	Probeta de caña picada - 2 capas longitudinales.
Código	00-2
Diseño	
Fecha de elaboración	16 de abril del 2009
Dimensiones (cm)	largo= 12,5; ancho= 25; espesor= 1,6
Peso inicial, P_i (g)	327
Pegante	PVA (goma blanca)
Tiempo de prensado	24 horas
Prensa	fría
Carga aplicada (kg)	14.000

Cálculos y resultados finales de la probeta


Peso con encolado, P_e (g)	391,7
Peso final rústico, P_r (g)	354
Peso final con acabado, P_a (g)	265,5
Dimensiones (cm)	largo= 11,4; ancho= 24,3; espesor= 1,1
Área (cm ²)	24,3 x 11,4 = 277,02
Volumen (cm ³)	24,3 x 11,4 x 1,1 = 304,722
Cálculos:	
Peso pegante = $P_e - P_i$	391,7 - 327 = 64,7
Peso desperdicio = $P_e - P_r$	391,7 - 354 = 37,7
Presión = Carga / área (kg/cm ²)	14.000 / 277,02 = 50,538
Presión = Carga / área (MPa)	50,538 / 10 = 5,053
Peso específico = P_a / volumen (gr/cm ³)	265,5 / 304,722 = 0,871
Pegamento por m ² = Peso pegante / área (g/ m ²)	64,7 / 277,02 = 0,233



ECU-BAM PROBETA 00-2

ECU-BAM 00 - 3

Datos iniciales de la probeta


Descripción	Probeta de caña picada - 2 capas: 1 longitudinal y 1 transversal.
Código	00-3
Diseño	
Fecha de elaboración	20 de abril del 2009
Dimensiones (cm)	largo= 12,5; ancho= 25; espesor= 1,8
Peso inicial, P_i (g)	358,3
Pegante	PVA (goma blanca)
Tiempo de prensado	24 horas
Prensa	fría
Carga aplicada (kg)	14.000

Cálculos y resultados finales de la probeta

Peso con encolado, P_e (g)	387,2
Peso final rústico, P_r (g)	383,8
Peso final con acabado, P_a (g)	258,8
Dimensiones (cm)	largo= 11,4; ancho= 23,8; espesor= 1,1
Área (cm²)	23,8 x 11,4 = 271,32
Volumen (cm³)	23,8 x 11,4 x 1,1 = 298,452
Cálculos:	
Peso pegante = $P_e - P_i$	387,2 – 358,3 = 28,9
Peso desperdicio = $P_e - P_r$	387,2 – 383,8 = 3,4
Presión = Carga / área (kg/cm²)	14.000 / 271,32 = 51,6
Presión = Carga / área (MPa)	51,6 / 10 = 5,16
Peso específico = P_a / volumen (gr/cm³)	258,8 / 298,452 = 0,867
Pegamento por m² = Peso pegante / área (g/ m²)	28,9 / 271,32 = 0,106

ECU-BAM 00 - 4

Datos iniciales de la probeta

Descripción	Probeta de caña picada - 4 capas longitudinales y delgadas.
Código	00-4
Diseño	
Fecha de elaboración	22 de abril del 2009
Dimensiones (cm)	largo= 12,5; ancho= 25; espesor= 4,6
Peso inicial, P_i (g)	245,7
Pegante	PVA (goma blanca)
Tiempo de prensado	24 horas
Prensa	fría
Carga aplicada (kg)	14.000

Cálculos y resultados finales de la probeta


Peso con encolado, P_e (g)	276,5
Peso final rústico, P_r (g)	256,7
Peso final con acabado, P_a (g)	331,6
Dimensiones (cm)	largo= 11,4; ancho= 24,3; espesor= 1,1
Área (cm ²)	24,3 x 11,4 = 277,02
Volumen (cm ³)	24,3 x 11,4 x 1,1 = 304,722
Cálculos:	
Peso pegante = $P_e - P_i$	276,5 - 245,7 = 30,8
Peso desperdicio = $P_e - P_r$	276,5 - 256,7 = 19,8
Presión = Carga / área (kg/cm ²)	14.000 / 277,02 = 50,538
Presión = Carga / área (MPa)	50,538 / 10 = 5,05
Peso específico = P_a / volumen (gr/cm ³)	331,6 / 304,722 = 1,088
Pegamento por m ² = Peso pegante / área (g/ m ²)	30,8 / 277,02 = 0,111



ECU-BAM PROBETA 00-4

ECU-BAM 00 - 5

Datos iniciales de la probeta

Descripción	Probeta de caña picada - 2 capas longitudinales: colocadas dermis de la primera sobre la epidermis de la segunda.
Código	00-5
Diseño	
Fecha de elaboración	24 de abril del 2009
Dimensiones (cm)	largo= 12,5; ancho= 25; espesor= 1,6
Peso inicial, P_i (g)	414,19
Pegante	PVA (goma blanca)
Tiempo de prensado	24 horas
Prensa	fría
Carga aplicada (kg)	14.000

Cálculos y resultados finales de la probeta


Peso con encolado, P_e (g)	451,7
Peso final rústico, P_r (g)	448,9
Peso final con acabado, P_a (g)	197,4
Dimensiones (cm)	largo= 11,4; ancho= 23,3; espesor= 0,9
Área (cm ²)	23,3 x 11,4 = 265,62
Volumen (cm ³)	23,3 x 11,4 x 0,9 = 239,058
Cálculos:	
Peso pegante = $P_e - P_i$	451,7 - 414,19 = 37,51
Peso desperdicio = $P_e - P_r$	451,7 - 448,9 = 2,8
Presión = Carga / área (kg/cm ²)	14.000 / 265,62 = 52,707
Presión = Carga / área (MPa)	52,707 / 10 = 5,27
Peso específico = P_a / volumen (gr/cm ³)	197,4 / 239,058 = 0,825
Pegamento por m ² = Peso pegante / área (g/ m ²)	37,51 / 265,62 = 0,141



ECU-BAM PROBETA 00-5

ECU-BAM 00 - 6

Datos iniciales de la probeta

Descripción	Probeta de caña picada - 2 capas longitudinales y una lámina externa de Ester-Bam.
Código	00-6
Diseño	
Fecha de elaboración	28 de abril del 2009
Dimensiones (cm)	largo= 12,5; ancho= 25; espesor= 1,2
Peso inicial, P_i (g)	174,1
Pegante	PVA (goma blanca)
Tiempo de prensado	24 horas
Prensa	fría
Carga aplicada (kg)	20.000

Cálculos y resultados finales de la probeta

Peso con encolado, P_e (g)	210
Peso final rústico, P_r (g)	197,7
Peso final con acabado, P_a (g)	160
Dimensiones (cm)	largo= 10,9; ancho= 22,7; espesor= 0,8
Área (cm ²)	22,7 x 10,9 = 247,43
Volumen (cm ³)	22,7 x 10,9 x 0,8 = 197,944
Cálculos:	
Peso pegante = $P_e - P_i$	210 - 174,1 = 35,9
Peso desperdicio = $P_e - P_r$	210 - 197,7 = 12,3
Presión = Carga / área (kg/cm ²)	20.000 / 247,43 = 80,831
Presión = Carga / área (MPa)	80,831 / 10 = 8,08
Peso específico = P_a / volumen (gr/cm ³)	160 / 197,944 = 0,808
Pegamento por m ² = Peso pegante / área (g/ m ²)	35,9 / 247,43 = 0,145



ECU-BAM PROBETA 00-6

ESTER-BAM 00 - 2

Datos iniciales de la probeta

Descripción	Probeta: 2 láminas de esteras de Guadua de Pachinche, provincia de Manabí.
Código	00-2
Diseño
Fecha de elaboración	15 de abril del 2009
Dimensiones (cm)	largo= 12,5; ancho= 25; espesor= 0,5
Peso inicial, P_i (g)	72
Pegante	PVA (goma blanca)
Tiempo de prensado	24 horas
Prensa	fría
Carga aplicada (kg)	15.000

Cálculos y resultados finales de la probeta

Peso con encolado, P_e (g)	132,7
Peso final rústico, P_r (g)	99,7
Peso final con acabado, P_a (g)	70,2
Dimensiones (cm)	largo= 12,3; ancho= 24,5; espesor= 0,4
Área (cm ²)	25 x 12,5 = 301,35
Volumen (cm ³)	25 x 12,5 x 0,4 = 120,54
Cálculos:	
Peso pegante = $P_e - P_i$	132,7 - 72 = 60,7
Peso desperdicio = $P_e - P_r$	132,7 - 99,7 = 33
Presión = Carga / área (kg/cm ²)	15.000 / 301,35 = 49,776
Presión = Carga / área (MPa)	49,776 / 10 = 4,9
Peso específico = P_a / volumen (gr/cm ³)	70,2 / 120,54 = 0,582
Pegamento por m ² = Peso pegante / área (g/ m ²)	60,7 / 301,35 = 0,201



ESTER-BAM PROBETA 00-2

ESTER-BAM 00 - 3

Datos iniciales de la probeta

Descripción	Probeta: 2 láminas de esteras de "Duda" de San Joaquín, provincia del Azuay.
Código	00-3
Diseño
Fecha de elaboración	21 de abril del 2009
Dimensiones (cm)	largo= 12,5; ancho= 25; espesor= 0,3
Peso inicial, P_i (g)	41
Pegante	PVA (goma blanca)
Tiempo de prensado	24 horas
Prensa	fría
Carga aplicada (kg)	18.000

Cálculos y resultados finales de la probeta

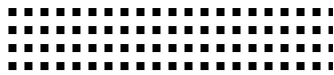
Peso con encolado, P_e (g)	75
Peso final rústico, P_r (g)	65,1
Peso final con acabado, P_a (g)	52,3
Dimensiones (cm)	largo= 12,5; ancho= 25; espesor= 0,3
Área (cm ²)	25 x 12,5 = 312,5
Volumen (cm ³)	25 x 12,5 x 0,3 = 93,75
Cálculos:	
Peso pegante = $P_e - P_i$	75 - 41 = 34
Peso desperdicio = $P_e - P_r$	75 - 65,1 = 9,9
Presión = Carga / área (kg/cm ²)	18.000 / 312,5 = 57,6
Presión = Carga / área (MPa)	57,6 / 10 = 5,7
Peso específico = P_a / volumen (gr/cm ³)	52,3 / 93,75 = 0,558
Pegamento por m ² = Peso pegante / área (g/ m ²)	34 / 312,5 = 0,109



ESTER-BAM PROBETA 00-3

ESTER-BAM 00 - 5

Datos iniciales de la probeta

Descripción	Probeta: 4 láminas de esteras de Guadua de Pachinche, provincia de Manabí.
Código	00-5
Diseño	
Fecha de elaboración	18 de mayo del 2009
Dimensiones (cm)	largo= 12,5; ancho= 25; espesor= 0,3
Peso inicial, P_i (g)	91,3
Pegante	Pegamite (Urea Formaldehido)
Tiempo de prensado	24 horas
Prensa	fría
Carga aplicada (kg)	20.000

Cálculos y resultados finales de la probeta


Peso con encolado, P_e (g)	151,1
Peso final rústico, P_r (g)	114,5
Peso final con acabado, P_a (g)	
Dimensiones (cm)	largo= 12,8; ancho= 25,6; espesor= 0,3
Área (cm ²)	25,6 x 12,8 = 327,68
Volumen (cm ³)	25,6 x 12,8 x 0,3 = 98,304
Cálculos:	
Peso pegante = $P_e - P_i$	151,5 – 91,3 = 59,8
Peso desperdicio = $P_e - P_r$	151,5 – 114,5 = 37
Presión = Carga / área (kg/cm ²)	20.000 / 327,68 = 61,035
Presión = Carga / área (MPa)	61,035 / 10 = 6,10
Peso específico = $P_r / \text{volumen}$ (gr/cm ³)	114,5 / 98,304 = 1,165
Pegamento por m ² = Peso pegante / área (g/ m ²)	59,8 / 327,68 = 0,182



ESTER-BAM PROBETA 00-5

ESTER-BAM 00 - 7

Datos iniciales de la probeta

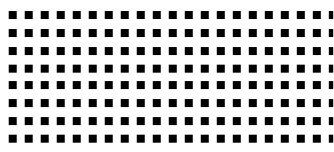
Descripción	Probeta de 4 capas: 2 láminas de esteras y 2 capas de caña picada, intermedias y longitudinales.
Código	00-7
Diseño	
Fecha de elaboración	20 de mayo del 2009
Dimensiones (cm)	largo= 12,5; ancho= 25; espesor=
Peso inicial, P_i (g)	
Pegante	Urea Formaldehido (Pegamite)
Tiempo de prensado	24 horas
Prensa	fría
Carga aplicada (kg)	20.000

Cálculos y resultados finales de la probeta

Peso con encolado, P_e (g)	
Peso final rústico, P_r (g)	99,2
Peso final con acabado, P_a (g)	
Dimensiones (cm)	largo= 12,5; ancho= 22,5; espesor= 0,35
Área (cm²)	22,5 x 12,5 = 281,25
Volumen (cm³)	22,5 x 12,5 x 0,35 = 98,434
Cálculos:	
Peso pegante = $P_e - P_i$	
Peso desperdicio = $P_e - P_r$	
Presión = Carga / área (kg/cm²)	20.000 / 281,25 = 71,111
Presión = Carga / área (MPa)	71,111 / 10 = 7,1
Peso específico = $P_r / \text{volumen}$ (gr/cm³)	99,2 / 98,304 = 1,009
Pegamento por m² = Peso pegante / área (g/ m²)	

ESTER-BAM 00 - 8

Datos iniciales de la probeta

Descripción	Probeta: 8 láminas de esteras de Guadua de Pachinche, provincia de Manabí.
Código	00-8
Diseño	
Fecha de elaboración	22 de mayo del 2009
Dimensiones (cm)	largo= 12,5; ancho= 25; espesor=
Peso inicial, P_i (g)	
Pegante	Urea Formaldehido / Blancola
Tiempo de prensado	24 horas
Prensa	fría
Carga aplicada (kg)	20.000

Cálculos y resultados finales de la probeta

Peso con encolado, P_e (g)	
Peso final rústico, P_r (g)	220,8
Peso final con acabado, P_a (g)	
Dimensiones (cm)	largo= 12; ancho= 24,5; espesor= 0,75
Área (cm ²)	24,5 x 12 = 294
Volumen (cm ³)	24,5 x 12 x 0,75 = 220,50
Cálculos:	
Peso pegante = $P_e - P_i$	
Peso desperdicio = $P_e - P_r$	
Presión = Carga / área (kg/cm ²)	20.000 / 294 = 68,027
Presión = Carga / área (MPa)	68,027 / 10 = 6,80
Peso específico = P_r / volumen (gr/cm ³)	220,8 / 220,50 = 1,001
Pegamento por m ² = Peso pegante / área (g/ m ²)	

CONTENIDO DE HUMEDAD

El procedimiento para determinar el contenido de humedad en las probetas obtenidas de la caña guadua *Angustifolia Kunt* es el siguiente:

1. Tomar el peso inicial de las probetas.
2. Registrar datos obtenidos, tanto de peso y dimensiones.
3. Ingresan al horno hasta que cada probeta alcanza un peso de equilibrio a una temperatura de 105°C.
4. Finalmente registrar los pesos obtenidos.

ENSAYO DE HUMEDAD

El contenido de humedad es una prueba física importante ya que es la relación entre la masa de agua y la masa de sólidos presentes en un material y las propiedades mecánicas de las placas de Ecu-Bam, Ester-Bam y Plas-Bam dependen de esta propiedad.

La muestra correspondiente fue pesada para obtener el peso húmedo, empleando una balanza con una incertidumbre de + 0.01 gramos, posteriormente fue llevada al horno y sometida a una temperatura de 105° C por un tiempo de 24 horas, con lo cual se lograba que el peso de la muestra fuera constante, lo que se denomina peso seco.

Calcúlese el contenido de agua de la muestra así:

$$CH = ((p1-p2)/(p2)) \times 100$$

Donde:

CH = Contenido de agua %

P1= peso del espécimen húmedo, g

P2= peso del espécimen seco, g

Una vez realizados los ensayos respectivos para saber las características físicas favorables de las placas se concluye:

ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD

Proceso del cálculo de contenido de humedad en las 17 probetas de Ecu-Bam y Ester-Bam combinadas.





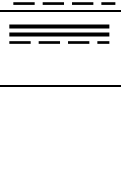
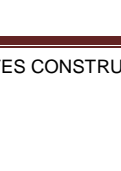
Probeta Nº	Modelo	Código	Denominación	Peso inicial g.	Peso1 luego horno (g)A	Peso2 luego horno (g)B	Peso3 luego horno(g)C	Peso4 luego horno(g)D	Peso5 luego horno (g)E	Tiempo	%Humed. A	%Humed. B	%Humed. C	%Humed. D	%Humed E
1	1		001B´	106.4	94.00	100.20	98.00	97.10	97.40	45min	13.191	6.188	8.571	9.578	9.382
2			001B´´	102.0	104.00	94.30	92.40	92.20	92.80	45min	-1.923	8.165	10.390	10.629	6.815
3			001B´´´	103.4	101.90	94.90	93.80	95.00	94.50	45min	1.472	8.957	10.235	8.842	7.376
4			001B´´´´	107.2	104.30	97.70	99.50	97.70	98.20	45min	2.780	9.724	7.739	9.724	7.492
5	4		004A´	82.5	80.00	75.10	38.80	77.00	76.20	45min	3.125	9.854	112.629	7.143	33.188
6			004A´´	81.5	78.50	79.40	74.90	75.00	74.40	45min	3.822	2.645	8.812	8.667	5.986
7			004A´´´	82.5	77.50	76.00	79.90	76.20	75.80	45min	6.452	8.553	3.254	8.268	6.632
8			004A´´´´	81.0	76.90	74.20	75.70	73.80	73.50	45min	5.332	9.164	7.001	9.756	7.813
9	1		001A´	121.4	118.10	113.40	109.80	113.20	112.40	45min	2.794	7.055	10.565	7.244	6.914
10			001A´´	133.2	134.00	121.80	122.80	122.80	126.20	45min	-0.597	9.360	8.469	8.469	6.425
11			001A´´´	124.1	122.70	115.10	115.90	114.60	116.30	45min	1.141	7.819	7.075	8.290	6.081
12			001A´´´´	128.0	122.70	115.10	120.40	118.10	119.10	45min	4.319	11.208	6.312	8.383	7.556
13	4		004A´´´´´	49.7	47.70	46.60	46.70	45.50	47.10	45min	4.193	6.652	6.424	9.231	6.625
14	3		003A´	71.2	49.90	47.80	48.00	47.20	45.80	45min	42.685	48.954	48.333	50.847	47.705
15			003A´´	50.3	46.10	41.80	46.00	44.70	43.90	45min	9.111	20.335	9.348	12.528	12.830
16			003A´´´	48.7	47.50	43.60	46.00	47.40	46.10	45min	2.526	11.697	5.870	2.743	5.709
17	2		002 (ENTERA)	677.4	657.90	659.50	650.00	645.80	641.80	45min	2.964	2.714	4.215	4.893	3.697

Tabla 2. Resultados de Contenido de Humedad

2.3. Memoria de ensayos mecánicos.

La elaboración de los componentes constructivos a partir de ecomateriales Ecu-bam y Ester-bam, es necesario determinar las propiedades mecánicas en función de los esfuerzos a los que están sometidos.

Para ello, se elaboraron 17 probetas que fueron sometidas a ensayos de flexión, estos ensayos que se ejecutaron bajo las normas *ASTM D143-94 (2007)*⁶.

La información que se expone en el presente documento incluye, especificaciones del diseño de las probetas, equipos y herramientas utilizadas, procedimiento y tabla de recolección de datos y finalmente los resultados obtenidos.

Por consiguiente se determinaron los ensayos de Flexión, Arrancamiento, Corte y simulación de esfuerzos, los mismos que se detallan más adelante, haciendo referencia a instrumentos y maquinarias utilizadas, procedimientos, forma de obtención de datos y resultados.

⁶ Norma que se enfoca sobre la metodología empleada para el estudio de las propiedades físicas y mecánicas de la madera.

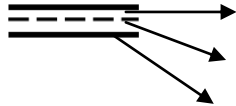
Ensayos de flexión.

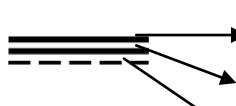
La composición de probetas de Ecu-Bam, Ester-Bam y mixtos están definidos con caña picada colocada en forma longitudinal y/o transversal, solos o en combinación con Ester-Bam. Las características de los modelos utilizados se describen a continuación:


FECHA ELABORACIÓN	MODELO Nº	DISEÑO *	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)	PESO INICIAL - RUSTICO (g)
28/10/2009	1		25	12,5	2,2	630,9
28/10/2009	1		25	12,5	2,15	1360
28/10/2009	2		25	12,5	2.7	677,40
28/10/2009	3		25	12,5	1,5	389,50
28/10/2009	4		25	12,5	1,54	444,50

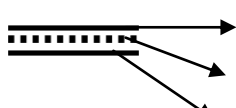
Tabla 3 Características de modelos

* Explicación de la composición del diseño.

MODELO 1  caña picada longitudinal
caña picada transversal
caña picada longitudinal

MODELO 2  caña picada longitudinal
caña picada longitudinal
caña picada transversal

MODELO 3  caña picada longitudinal
caña picada transversal

MODELO 4  Estera
caña picada longitudinal
caña picada longitudinal

Marco Conceptual para la realización de el Esfuerzo de Flexión

Flexión es la combinación de esfuerzos a compresión, tracción y cortante en la sección transversal de un elemento. En la madera a diferencia del concreto y el acero no se puede lograr una falla balanceada para una sección uniforme debido a la diferencia que existe entre la resistencia a la compresión y tensión de las fibras. Para determinar el esfuerzo a flexión debido a una carga en el centro de la luz se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$\sigma \text{ max.} = \frac{3 \cdot P \cdot L}{2 \cdot B \cdot h^2}$$

En donde:

P= Carga máxima de rotura (Kg)

L= Luz entre los soportes (cm)

B= Ancho de la probeta (cm)

h= Altura de la probeta (cm)

Procedimiento

1. Tomar las dimensiones de las muestras.
2. Someter a los ensayos de flexión en la máquina universal de ensayos, a la que se acoplaron los accesorios e instrumentos para el efecto.
3. Mediante un graficador incorporado a la máquina de ensayos, se tomó la lectura de las cargas aplicadas hasta la falla.
4. Luego mediante las fórmulas, se determinaron los esfuerzos de flexión de cada muestra.

$$\sigma = \frac{Mc}{I}$$

Donde:

σ = Esfuerzo de flexión

M= Momento máximo que se produce en la probeta al aplicar la carga.

c= Distancia desde la línea neutra hasta el borde de la sección transversal.

I= Inercia

Para calcular la inercia se utiliza la siguiente fórmula:

$$I = \frac{bh^3}{12}$$

Donde:

b= Base

h= Altura de la sección transversal

Probetas para ensayos mecánicos

Parámetros de fabricación de las probetas

- Pegante: PVA
- Cantidad de pegante: 70mg/cm²
- Presión: 10km/cm²
- Temperatura:100C
- Tiempo: 15-20min
- Porcentaje de humedad de la caña 15%

1. Ensayo de flexión.

1.1. Tipo: 003

Superficies en contacto: **EE**

Pegante: P.V.A.

Dimensiones: ancho b=50mm, longitud =280mm, L entre apoyos=250mm

Cantidad: 10u

Material: Guadua A.K.

Partes de la Guadua: caña comercial parte inferior

Edad: madura (3-4 años).

1.2. Tipo: 001

Superficies en contacto: 3 capas

Pegante: P.V.A.

Dimensiones: ancho b=50mm, longitud =280mm, L entre apoyos=250mm

Cantidad: 10u

Material: Guadua A.K.

Partes de la Guadua: caña comercial parte inferior

Edad: madura (3-4 años).

TOTAL DE PROBETAS PARA ENSAYO DE FLEXION 20U.

Instrumentos y Equipos Utilizados

Para la establecer las propiedades mecánicas de la Ecu-bam y Ester-bam es preciso utilizar instrumentos y maquinaria que determinen la flexión.

Equipos

- Calibrador



Imagen 4 Calibrador Vernier

- Balanza de precisión de 0.01gr



Imagen 5 Máquina Universal de ensayos INSTRON de 10,000 Kg

Resultados de los esfuerzos de Flexión

ENSAYO DE FLEXIÓN								
PROBETA Nº	MODELO	DISEÑO	DENOMINACION	VELOCIDAD DE CARGA	CARGA MÁXIMA	ANCHO (b)	ESPESOR TOTAL (h)	MOMENTO DE INERCIA (I)
				mm/min	Kg	cm	cm	cm ⁴
1	1		001B´	1,00	31,76	2,40	2,10	1,85
2			001B´´	1,00	31,3	2,30	2,20	2,04
3			001B´´´	1,00	63	2,40	2,10	1,85
4			001B´´´´	1,00	51	2,40	2,20	2,13
5	4		004A´	1,00	65	2,50	1,65	0,94
6			004A´´	1,00	70	2,50	1,60	0,85
7			004A´´´	1,00	57	2,50	1,60	0,85
8			004A´´´´	1,00	63	2,45	1,60	0,84
9	1		001A´	1,00	62	2,5	2,6	3,66
10			001A´´	1,00	59	2,5	2,7	4,10
11			001A´´´	1,00	62	2,5	2,6	3,66
13	4		004A´´´´´	1,00	36	1,6	1,5	0,45
14	3		003A´	1,00	11	1,6	1,5	0,45
17	2		002 (ENTERA)	1,00	350,59	12,50	2,70	20,50

Tabla 4 Datos Ensayo de Flexión

Resultados de Ensayos de Flexión

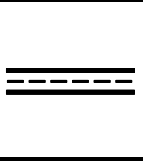

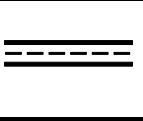
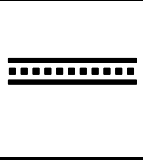




PROBETA N°	MODELO	DISEÑO	DENOMINACION	ESFUERZO DE FLEXIÓN		ANÁLISIS	REGISTRO FOTOGRÁFICO
				Kg/cm ²	Mpa		
1	1		001B´	78,77	7,88	De acuerdo a los resultados expuestos, se observa que los diseños del modelo 1 obtuvieron el menor esfuerzo de flexión. La falla se produce por el esfuerzo cortante que se genera en las fibras cercanas al centro de la sección transversal y se inicia en uno de sus extremos, justamente en la unión.	
2			001B´´	80,76	8,08		
3			001B´´´	156,25	15,63		
4			001B´´´´	120,74	12,07		
9	1		001A´	114,46	11,45		
10			001A´´	104,89	10,49		
11			001A´´´	114,46	11,45		
5	4		004A´	189,09	18,91	Según los resultados expuestos, se observa que los diseños del modelo 4 obtuvieron el mayor esfuerzo de flexión.	
6			004A´´	210,00	21,00		
7			004A´´´	171,00	17,10		
8			004A´´´´	196,79	19,68		
13	4		004A´´´´´	281,25	28,13		
14	3		003A´	85,94	8,59	El resultado del esfuerzo obtenido es bajo por cuanto, la capa superior está siendo flexada con la piel hacia arriba, además, de la presencia del nudo justo donde se aplico la carga.	

Tabla 5. Resultados Ensayo de Flexión

Determinación del tipo de pegante en el comportamiento mecánico de corte.

La selección del pegamento es pieza clave para la buena funcionabilidad de los productos que salgan de la investigación de los ecomateriales, es necesario definir el pegamento según el uso que se les vaya a dar a las placas.

Se buscó en el mercado posibles pegamentos utilizados en la industria de la carpintería en maderas, como es el caso de la goma blanca o “goma de carpintero”, finalmente se realizó el listado de los posibles pegantes que debido a las características que poseen se las podrían someter a esfuerzos de corte y conocer los resultados:

Pegantes Naturales	vegetales	Engrudo
		Colofonia
		Guasango
		Moyuyo
		Chereco
	Animal	Colágeno
		Lecitina
Pegantes Sintéticos	Derivados del petróleo	Urea
		Formaldehido
		PVA
		Acrílicos
		Elastoméricos
	Epóxicos	
	Reciclados	Poliestireno

Tabla 6. Pegantes Naturales y Sintéticos utilizados en ensayos de corte.

Para la determinación de los esfuerzos mecánicos se utilizarán los procedimientos establecidos en las normas ASTM D 143-94 (2007) y D1037 (2006), ajustados al nuevo producto que se está desarrollando con el presente proyecto de investigación.

Ensayo de corte

Este ensayo consiste en aplicar una carga axial de compresión a la probeta, a una Velocidad de carga prescrita hasta que presente la falla.

La resistencia al corte de los testigos se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo entre el área de la sección longitudinal del material.

Las probetas que se realizaron para efecto de este ensayo son como indica la figura, tomando en consideración que el sentido de las fibras de ambas capas es paralelo.

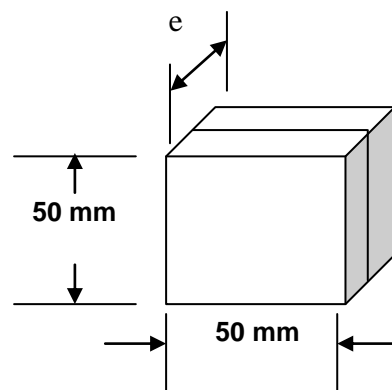


Imagen #6. Modelo de probeta utilizados para ensayos de corte

Se realizaron varias probetas con diferentes pegantes: 11 probetas con PVA, 5 probetas con poliestireno, 4 probetas almidón +PVA, 9 probetas urea + PVA, 9 probetas con epóxico, en donde se obtuvieron los primeros resultados.

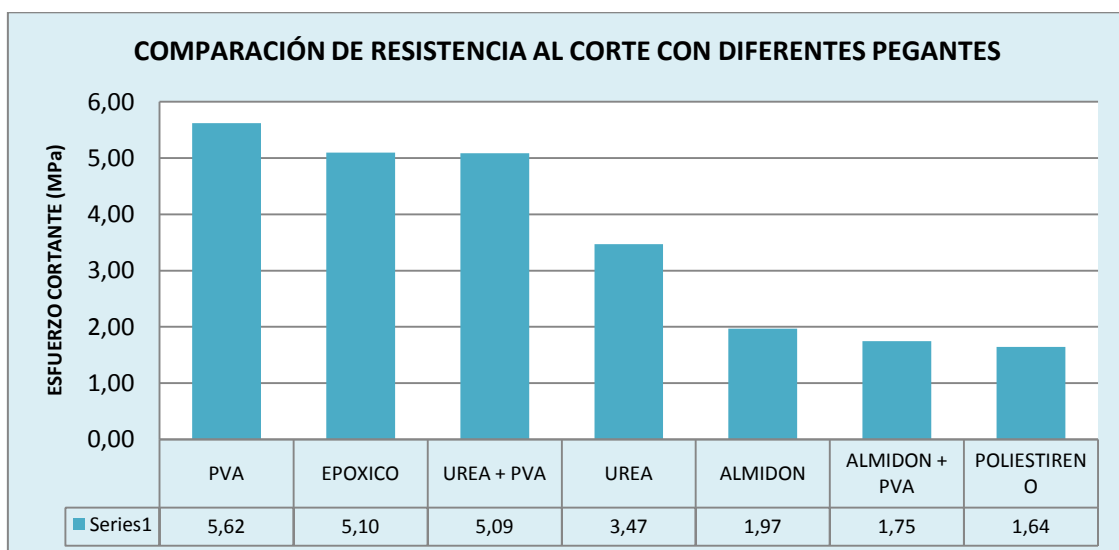
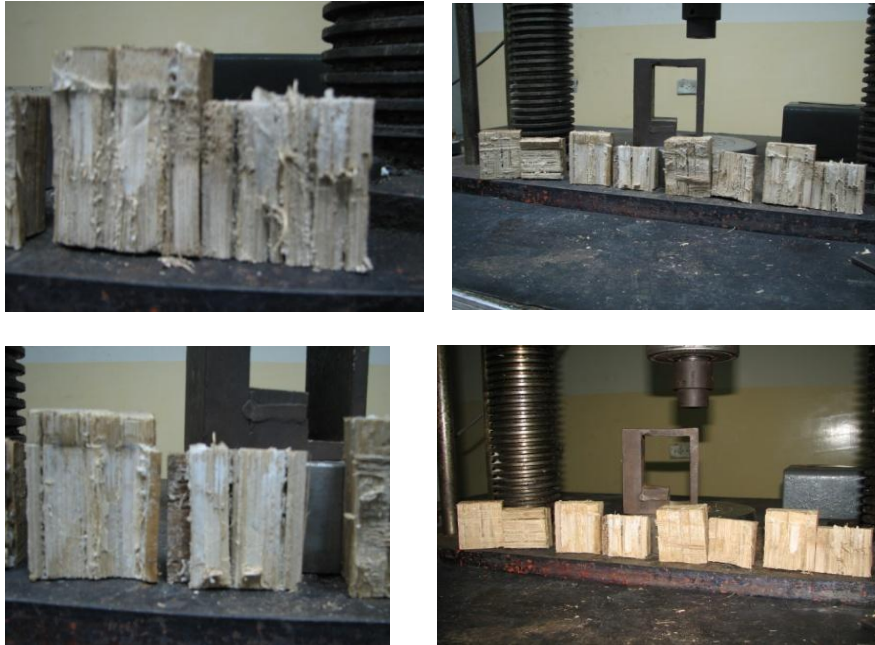


Gráfico 1. Resultados preliminares de tipo de pegantes en comportamiento mecánico de corte.

Se encontró que las resistencias máximas promedios están por encima de 5 MPa. Los pegantes que dieron éstos resultados fueron el PVA, U+PVA, almidón +PVA y el epóxico.



Ensayos de corte realizados en el Laboratorio de la ESPOL

En el ensayo de **flexión** realizado sobre probetas pegadas con epóxido se obtuvo una resistencia máxima promedio de 127 MPa y un módulo de Elasticidad de 8.170 MPa.

En estos ensayos preliminares muestra que el pegante con mejores resultados al esfuerzo del corte es el PVA que resiste 56.2 Kg/cm².

Debido a estos resultados preliminares se decidió utilizar el pegante sintético PVA, como adhesivo para la elaboración de los productos; en consecuencia las probetas para los ensayos mecánicos de laboratorio se elaboraran con este pegante.

Los ensayos a continuación detallados se los realizará, controlando el material utilizado (Guadua) la parte de la longitud de la guadua, el pegante y los parámetros de fabricación, los mismos que están indicados. (*ver resultados en ANEXO 1A*)

Probetas para ensayos mecánicos

Parámetros de fabricación de las probetas

- Pegante: PVA
- Cantidad de pegante: 70mg/cm²
- Presión: 10km/cm²
- Temperatura:100C
- Tiempo: 15-20min
- Porcentaje de humedad de la caña 15%

2. Ensayo de corte

1.1. Tipo: 006 (sin Ester-Bam)

Superficies en contacto: **DD**

Pegante: P.V.A.

Dimensiones: 50x50mm

Cantidad: 10u

Material: Guadua A.K.

Partes de la Guadua: caña comercial parte superior

Edad: madura (3-4 años).

1.2. Tipo: 006 (sin Ester-Bam)

Superficies en contacto: **DE**

Pegante: P.V.A.

Dimensiones: 50x50mm

Cantidad: 10u

Material: Guadua A.K.

Partes de la Guadua: caña comercial parte superior

Edad: madura (3-4 años).

1.3. Tipo: 006 (sin Ester-Bam)

Superficies en contacto: **EE**

Pegante: P.V.A.

Dimensiones: 50x50mm

Cantidad: 10u

Material: Guadua A.K.

Partes de la Guadua: caña comercial parte superior

Edad: madura (3-4 años).

TOTAL DE PROBETAS PARA ENSAYO DE CORTE 30U.

Esfuerzo de desplazamiento lateral

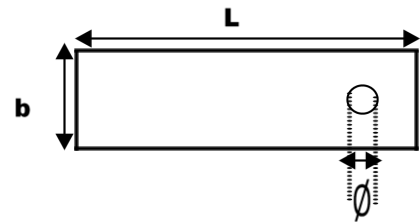
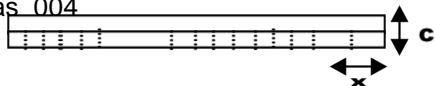
Determinar la resistencia al Arrancamiento en los puntos de sujeción de la placa a la estructura, mediante cargas de tensión longitudinales a la placa y perpendiculares al elemento de sujeción, de los ecomateriales del proyecto PPE, para determinar la magnitud de la carga que soporta el material con respecto a la distancia del elemento de sujeción al borde de la placa. (ver resultados en ANEXO 1B)

Datos de las probetas.

* Placas 001



* Placas 004



$x = 3/4", 3/8", 1/2"$

$L = 24\text{cm}$

$b = 5\text{cm}$

$c = 2\text{cm}$, varía de acuerdo a la placa

- Medición a 3/8" (9mm), 1/2" (12mm), 3/4" (18mm), desde los extremos de las probetas.



- Sujeción de la probeta a las mordazas



- Arrancamiento (tracción)



3. Resistencia lateral al clavo

3.1. Tipo: 001

Superficies en contacto: 3 capas

Pegante: P.V.A.

Dimensiones: ancho b= 50/75mm, longitud =250mm

Cantidad: 15u

Material: Guadua A.K.

Partes de la Guadua: caña comercial parte inferior

Edad: madura (3-4 años).

Distancia del agujero al extremo de la probeta: 6 - 9 - 12 o 18 mm

3.2. Tipo: 003

Superficies en contacto: 2 capas

Pegante: P.V.A.

Dimensiones: ancho b= 50/75mm, longitud =250mm

Cantidad: 15u

Material: Guadua A.K.

Partes de la Guadua: caña comercial parte inferior

Edad: madura (3-4 años).

Distancia del agujero al extremo de la probeta: 6 - 9 - 12 o 18 mm

3.3. Tipo: 006

Superficies en contacto: 2 capas

Pegante: P.V.A.

Dimensiones: ancho b= 50/75mm, longitud =250mm

Cantidad: 15u

Material: Guadua A.K.

Partes de la Guadua: caña comercial parte inferior

Edad: madura (3-4 años).

Distancia del agujero al extremo de la probeta: 6 - 9 - 12 o 18 mm

TOTAL DE PROBETAS PARA RESISTENCIA LATERAL AL CLAVO 45U.

Ensayos Mecánicos de Placas para Pisos.

Determinación de la resistencia al corte, a la flexión, y a otras solitudes de esfuerzos de las placas posiblemente utilizadas para pisos en viviendas.

Determinar la resistencia a esfuerzos mecánicos de los productos elaborados a base láminas picadas del culmo de la guadua unidas con pegantes, bajo presión y temperatura, para determinar sus características mecánicas y compararlas con otros materiales utilizados en la construcción de pisos de viviendas.

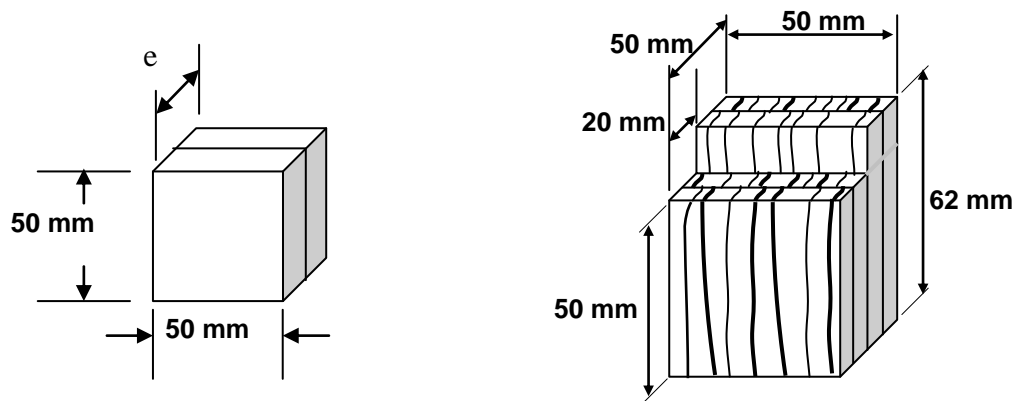


Imagen #7. Modelo de probetas utilizados en ensayos de corte.

Clasificación de las probetas.

Para efecto de estos ensayos, se ha clasificado a las probetas de acuerdo a la orientación de las fibras, pueden ser elaboradas con Plas-Bam o Ecu-Bam:

- ❖ 2 capas horizontales, las placas tienen las fibras paralelas al plano de flexión del elemento.

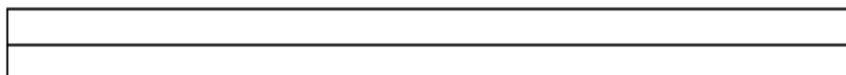


Imagen #8 Plas-Bam/ Ecu-Bam

- ❖ 3 capas tipo sánduche, dos de las placas tienen las fibras en sentido horizontal y la placa colocada entre ambas está orientada con las fibras transversales.

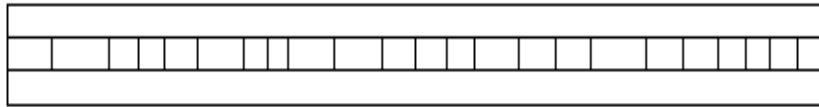


Imagen #9 Plas-Bam/ Ecu-Bam

- ❖ 2 capas cruzadas, una placa tiene las fibras en sentido horizontal y la otra capa en sentido transversal.

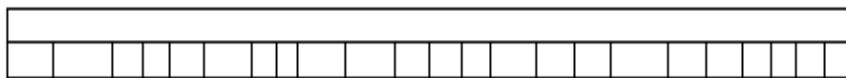


Imagen #10 Plas-Bam/ Ecu-Bam

Simulación de esfuerzos

Se realizó este ensayo para determinar una función que permita estimar la deflexión de la placa fijada en dos apoyos con la aplicación de cargas en el centro. (ver anexo 7C)

Este ensayo consiste como se mencionó anteriormente en fijar la placa en cuatro apoyos mediante pernos; aplicar cargas estáticas y medir la deflexión, así como graficar los datos de carga vs. la deflexión obtenida durante el ensayo Y determinar mediante el método de regresión lineal, la ecuación de carga vs deflexión.

Se ensayo una placa 001 de 50x50 Para determinar la resistencia a la carga aplicada. Y la deformación que experimenta bajo la aplicación de la carga.



Las placas sometidas a flexión genera una carga horizontal de 1000kg, de acuerdo a resultados del ensayo se puede concluir que si la placa está sujeta con 4 tornillos cada uno absorbe 250 kilos.

La recomendación es que la distancia mínima desde el borde debe ser 1/2" (12mm), 3/4" (18mm), y debe estar fijada a la estructura en 4 puntos por lado.



Placa Ecu-Bam sometida a esfuerzos estaticos.



Placa Ecu-Bam código C001 fijada en dos apoyos

Se realizó un segundo ensayo en donde se colocó una placa 001 de 50x50cm sobre dos vigas de madera separados a una distancia de 42cm y fijada con cuatro tornillos a cada lado con una separación de 18mm del borde hacia el centro.

La placa fué sometida a cargas estáticas en la parte central de la placa hasta 83.82kg, observándose una deflexión de 0.348mm.

3. COSTOS EN EL MERCADO DE COMPONENTES CONSTRUCTIVOS DE ESTUDIO.

Luego de realizar los ensayos físicos y mecánicos de los diseño de componentes constructivos para vivienda, se analizaran materiales actuales en la ciudad para ver su variabilidad en tanto a características, así como de costos.

Para el mejor estudio de los componentes constructivos realizados, se tomará determinados sitios, en los que se considerará el valor del material, transporte así como las características del mismo.

Es por esto que al colocar los materiales de la PPE en el mercado es necesario hacer una comparación para con productos que actualmente existen, y analizar sus esfuerzos, resistencia, calidad, propiedades físico y mecánicas para certificar el material de los componentes realizados y llegar a comprobar que son componentes constructivos óptimos para las viviendas de la costa ecuatoriana.

3.1. Cuadro descriptivo de esfuerzos: flexión, tracción y humedad; costos

Fecha de actualización: Viernes 15/01/010

Proveedor: EDIMCA

TABLEROS DE MDF									
Paneles en crudo									
Denominación	Densidad Kg/m ³	Peso Kg/m ²	Flexion Kg/m ²	Traccion Kg/m ²	Humedad %	Largo y ancho m	Espesor mm	PVP por plancha	PVP / m ²
MDF						2,44x2,12	3	\$ 12,74	
MDF Fibraplac						2,44x1,83	6	\$ 19,50	
MDF Fibraplac						2,44x1,83	9	\$ 24,10	
MDF Fibraplac	670					2,44x1,83	12	\$ 29,92	
MDF Fibraplac	650					2,44x1,83	15	\$ 37,84	
TABLEROS MELAMÍNICOS									
Paneles recubiertos									
Denominación	Densidad Kg/m ³	Peso Kg/m ²	Flexion Kg/m ²	Traccion Kg/m ²	Humedad %	Largo y ancho m	Espesor mm	PVP por plancha	PVP / m ²
MDF Melamina						2,44x1,83	6	\$ 45,70	
MDF Melamina						2,44x1,83	9	\$ 46,10	
MDF Melamina	690					2,44x1,83	12	\$ 49,99	
MDF Melamina	680					2,44x1,83	15	\$ 56,31	
TABLEROS DE PLYWOOD									
Denominación	Densidad Kg/m ³	Peso Kg/m ²	Flexion Kg/m ²	Traccion Kg/m ²	Humedad %	Largo y ancho m	Espesor mm	PVP por plancha	PVP / m ²
TRIPLEX						2,44x1,22	6	\$ 10,00	
TRIPLEX						2,44x1,22	9	\$ 18,59	
TRIPLEX						2,44x1,22	12	\$ 23,26	

Proveedor: MASISA

TABLEROS AGLOMERADOS

Denominación	Densidad Kg/m ³	Peso Kg/m ²	Flexion Kg/m ²	Traccion Kg/m ²	Humedad %	Largo y ancho m	Espesor mm	PVP por plancha*	PVP / m ²
ECOPLAC PLUS (Placa Industrial)	780	3,1	150 ± 15	4,5 ± 1,2	5 -- 11	2,44x2,16	4		
ECOPLAC PLUS (Placa Industrial)	730	4,4	150 ± 15	4,5 ± 1,2	5 -- 11	2,44x2,16	6		
ECOPLAC PLUS (Placa Industrial)	720	5,8	150 ± 15	4,5 ± 1,2	5 -- 11	2,44x2,16	8		
Placa	700	6,3	170 ± 15	5,0 ± 1,5	5 -- 11	2	9		
Placa	660	7,9	170 ± 15	5,0 ± 1,5	5 -- 11	2	12		
Placa	640	9,6	170 ± 15	5,0 ± 1,5	5 -- 11	2	15		
Placa	630	11,3	160 ± 15	5,0 ± 1,5	5 -- 11	2	18		
Placa	600	14,4	150 ± 15	4,5 ± 1,5	5 -- 11	2	25		
Placa	570	18,2	140 ± 15	4,0 ± 1,5	5 -- 11	2	30		
Panel	490	11,8	100 ± 20	2,5 ± 0,5	5 -- 11	2,44x2,14	24		
Panel	450	14,4	80 ± 20	2,5 ± 0,5	5 -- 11	2,44x2,14	32		
Panel	410	18,5	60 ± 20	2,5 ± 0,5	5 -- 11	2,44x2,14	45		
HR-100	680	8,2	210 ± 30	7,5 ± 1,5	5 -- 11	2,42x1,52	12		
HR-100	680	10,2	200 ± 30	6,5 ± 1,5	5 -- 11	2,42x1,52	15		
HR-100	680	12,2	190 ± 30	5,5 ± 1,5	5 -- 11	2,42x1,52	18		

TABLEROS DE MDF**Paneles en crudo**

Denominación	Densidad Kg/m ³	Peso Kg/m ²	Flexion Kg/m ²	Traccion Kg/m ²	Humedad %	Largo y ancho m	Espesor mm	PVP por plancha*	PVP / m ²
MDF(crudo)	620	11,2	350 ± 50	7,5 ± 2	5 -- 8	2,44x1,83	18	\$ 42,10	
MDF(crudo)						2,60x2,14	63	\$ 15,80	
FibroPlus							6	\$ 21,99	
FibroPlus							12	\$ 32,09	
FibroPlus							15	\$ 39,98	
MDF Durafibra							12	\$ 47,29	
MDF Laminado							15	\$ 71,59	

Paneles recubiertos

Denominación	Densidad Kg/m ³	Peso Kg/m ²	Flexion Kg/m ²	Traccion Kg/m ²	Humedad %	Largo y ancho m	Espesor mm	PVP por plancha*	PVP / m ²
MDF Melamínico	650	11,7	170 ± 25	5,0 ± 1,5		2,50x1,83	18	\$ 70,12	
MDF Chileno						2,33x2,45	9	\$ 31,89	
MDF Chileno						2,33x2,45	12	\$ 41,29	
MDF Chileno						2,33x2,45	15	\$ 47,19	

* Precio venta al público + 12% de IVA

Proveedor: MASISA

TABLEROS OSB

Denominación	Densidad Kg/m ³	Peso Kg/m ²	Flexion Kg/m ²	Traccion Kg/m ²	Humedad %	Largo y ancho m	Espesor mm	PVP por plancha*	PVP / m ²
OSB						2,44x1,22	9,5	\$ 15,42	
OSB						2,44x1,22	11,1	\$ 18,01	
OSB						2,44x1,22	15,1	\$ 24,00	
OSB						2,44x1,22	18	\$ 27,94	

TABLEROS DE PLYWOOD

Denominación	Densidad Kg/m ³	Peso Kg/m ²	Flexion Kg/m ²	Traccion Kg/m ²	Humedad %	Largo y ancho m	Espesor mm	PVP por plancha*	PVP / m ²
Plywood corriente						2,44x1,22	3,6	\$ 9,95	
Plywood corriente y pizano						2,44x1,22	4	\$ 9,95	
Plywood corriente						2,44x1,22	5,2	\$ 11,85	
Plywood corriente						2,44x1,22	6	\$ 14,30	
Plywood corriente y pizano						2,44x1,22	9	\$ 18,55	
Plywood corriente y pizano						2,44x1,22	12	\$ 23,20	
Plywood corriente y pizano						2,44x1,22	15	\$ 28,95	
Plywood corriente y pizano						2,44x1,22	18	\$ 32,75	
Plywood marino						2,44x1,22	4	\$ 10,90	
Plywood marino						2,44x1,22	6	\$ 19,45	
Plywood marino						2,44x1,22	9	\$ 24,55	
Plywood marino						2,44x1,22	12	\$ 32,89	
Plywood marino						2,44x1,22	15	\$ 38,94	
Plywood marino						2,44x1,22	18	\$ 44,34	
Triplex marino						2,44x1,22	3,6	\$ 10,59	
Triplex marino						2,44x1,22	5,2	\$ 18,59	
Triplex marino						2,44x1,22	9	\$ 25,94	
Triplex marino						2,44x1,22	12	\$ 32,79	
Triplex marino						2,44x1,22	15	\$ 40,79	
Triplex marino						2,44x1,22	18	\$ 46,79	

* Precio venta al público + 12% de IVA

Fecha de actualización: Viernes 15/01/010

Proveedor: MASISA

TABLEROS DE PLYWOOD

Denominación	Densidad Kg/m ³	Peso Kg/m ²	Flexion Kg/m ²	Traccion Kg/m ²	Humedad %	Largo y ancho m	Espesor mm	PVP por plancha*	PVP / m ²
Plywood Fenólico Masisa						2,44x1,22	6	\$ 15,06	
Plywood Fenólico Masisa						2,44x1,22	9	\$ 20,74	
Plywood Fenólico Masisa						2,44x1,22	12	\$ 25,16	
Plywood Fenólico Masisa						2,44x1,22	15	\$ 30,40	
Plywood Fenólico Masisa						2,44x1,22	18	\$ 35,65	

* Precio venta al público + 12% de IVA

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este documento de tesis “*Diseño de componentes constructivos con Ecomateriales para edificaciones de la costa ecuatoriana*”, se expondrán las conclusiones y recomendaciones sobre los resultados del diseño de los diferentes componentes constructivos a base de los resultados obtenidos, con la finalidad de sugerir acciones que permitan la correcta utilización de los componentes constructivos con Ecomateriales, así como, implementar la conservación y tratamiento de materia prima; para su difusión, producción y uso masivo de los mismos.

En la primera etapa de nuestro estudio en el que se evidenció la problemática del déficit habitacional, el confort, la calidad de los materiales y sus costos en contraste con el derecho a la vivienda, se concluyó que es necesaria la búsqueda de nuevas alternativas con Ecomateriales que contrarresten no solamente el impacto al ecosistema sino también que abaraten costos, aumentan la durabilidad y estética de la vivienda y se generen nuevas fuentes de trabajo.

Los Ecomateriales surgen como una alternativa de componentes arquitectónicos que permitan generar nuevos prototipos de vivienda dirigidos para la población menos favorecida sin que ésta disminuya su calidad de vida.

Del análisis comparativo de sus características físicas, mecánicas y de costo de los prototipos diseñados y elaborados en este estudio, así como de la determinación de los potenciales usos como elementos arquitectónicos, se llegó a la conclusión que, optimizando los procesos de fabricación de los Ecomateriales se reducirían los costos de estos productos y podrán ser asequibles a la población de escasos recursos que habiten en la zona del litoral.

Los estudios e investigaciones referentes al uso en construcción, de las especies de bambú nativos de nuestro continente, especialmente a la G.A.K rolliza, ha permitido la elaboración de normas técnicas; sin embargo para los Ecomateriales a partir de caña picada no se han desarrollado normas y al no existir normas establecidas para ensayar este tipo de productos, se elaboraron probetas con algunas variantes utilizando las normas ASTM 1037 de laminados de Guadua y las ASTM 145, ajustadas a las características del material utilizado.

El grupo de investigadores y los asesores externos del proyecto PPE escogieron 4 de los 6 Ecomateriales, los mismos que fueron seleccionados por ser aplicables como elementos constructivos y arquitectónicos. Estos están codificados como:



C001: 3 capas dos longitudinales y una transversal.

C003: 2 capas una longitudinal y una transversal

C004: elemento compuesto con material x en el centro.

C006: 2 capas longitudinales.

Considerando las solicitudes de esfuerzos que tienen los elementos arquitectónicos, los ensayos mecánicos que se realizaron fueron los siguientes:

- Flexión,
- Corte en la línea de pegado,
- Arrancamiento
- Simulación de esfuerzos en placas Ecu-Bam (4 apoyos).
- Simulación de esfuerzos en placas Ecu-Bam (2 apoyos).

De los resultados de las pruebas realizadas en el laboratorio se concluye que:

Una vez realizado ensayos con varios pegantes, el pegante que se decidió utilizar para la fabricación de los productos es el PVA ya que la resistencia al corte tuvo los mejores resultados con 56.2 Kg/cm². Además es un pegante que tiene costos bajos y por ende contribuye a la obtención de un producto final acorde con uno de los propósitos de esta investigación.

En el ensayo de flexión se demostró que la resistencia de probetas con dos capas de caña picada unidas por la dermis (interior con interior) con el pegante PVA es uno de los mejores, aunque compite con el epóxido y la urea, los resultados de la resistencia a la flexión es de (ver este dato en el archivo correspondiente) MPa. El módulo de elasticidad esta en el orden de 9 Mpa, lo que indica que es un material elástico lo suficientemente rígido como para no deformarse fácilmente con cargas entre apoyos simples de hasta 45 cm y hasta 80 cm con apoyos fijos.

En el ensayo de arrancamiento (desplazamiento lateral del clavo), que se realizó a productos C001 y C003 con probetas de 5cmx18cm, el material falló por corte en la dirección de las fibras, en donde las cargas máximas promedio indican que las resistencias más altas se dan a 18mm del borde de la probeta y las mínimas a 9mm.

De acuerdo a la magnitud de la carga obtenida en la distancia intermedia de 12mm, se puede concluir que al construir un piso, utilizando placas de 50x50cm y 4 clavos o tornillos de sujeción, la placa podrá resistir cargas superiores a 500kg.

En el ensayo de simulación de esfuerzos en placas Ecu-Bam (4 apoyos); Se ensayó una placa 003 de 50x50 para determinar la resistencia a la carga aplicada. Y la deformación que experimenta bajo la aplicación de la carga, fijada mediante pernos avellanados.

Las placas sometidas a flexión, genera una carga horizontal de 1000kg, mediante una carga fija, de acuerdo a resultados del ensayo se puede concluir que si la placa está sujeta con 4 tornillos cada uno absorbe 250 kilos.

La distancia mínima de un elemento de sujeción (tornillo avellanado) desde el borde debe ser de 12mm (1/2") o de 18mm (3/4").

En el ensayo de simulación de esfuerzos en placas Ecu-Bam (2 apoyos);

La placa C001 fue sometida a cargas en la parte central de la placa hasta 83.82kg, observándose una deflexión de 0.348mm. Además se observó que la placa se deformó al momento de recibir los pesos, y luego regresó a su estado inicial sin producir falla.

Con la utilización de la ecuación de línea recta se determinó que para valores de carga de 200kg se obtendría una deflexión máxima aproximada de 0.86mm, valor que está dentro de los rangos permisibles para pisos de madera en apoyos separados alrededor de 42cm.

La distancia mínima desde el borde debe ser 1/2" (12mm), 3/4" (18mm).

El proceso de placas de Ecu-Bam, Plas-Bam, Ester-Bam y Trip-Bam requiere de la *Guadua Angustifolia Kunt* como materia prima por lo tanto se debe incentivar el manejo sostenible de los guadales naturales de la zona de la costa, y la implementación de cultivos de guadua para que en el momento que se implemente una industria de estas placas se puedan proveer los insumos suficientes para la producción.

Para la producción de buena calidad de placas se debe tener control adecuado y seguimiento en cada una de las etapas tanto de corte como de transformación primaria.

El control de calidad en las condiciones de humedad de las diferentes placas elaboradas en el proyecto PPE es el factor más importante ya que la presencia de la misma influye en las características físicas y mecánicas de los productos.

Luego de analizar los costos estimados de los ecomateriales se concluye que, la principal estrategia para la implementación de la ESTER-BAM es necesario que se incentive la capacitación en esta técnica para obtener una mano de obra calificada y un

mejor proceso de fabricación, el cual se verá reflejado en el aprovechamiento de tiempo y recursos (materiales y económicos).

Dentro del proceso de fabricación, durante la fase de elaboración de la caña picada, es necesario estandarizar dicho proceso, ya que al ser artesanal, puede llegar a desperdiciar y a consumir recursos y tiempo, lo cual resultaría contraproducente para el trabajo.

En la fabricación de la ECU-BAM, es necesario emplear algún tipo de herramienta mecánica que permita industrializar el proceso ya que en la actualidad no existe una demanda considerable de esteras de caña que pueda abastecer el proceso de manera eficiente y sea de buena calidad. De igual manera es necesaria la capacitación de la mano de obra en la fabricación de esterillas de caña.

El estudio presentado demuestra que el empleo de estas técnicas y el uso de las componentes fabricadas, representa un menor costo y en su fabricación e instalación. Estos costos podrían disminuir aun más si se cuenta con alguna herramienta mecánica que agilite el proceso y una mano de obra calificada. Además que genera una huella ecológica mínima haciendo de este un recurso sostenible y amigable con el medio ambiente

5. NORMATIVAS

Diseño de pisos

4.1. Generalidades

4.1.1 Los pisos deben diseñarse para las cargas unitarias indicadas en la Tabla N 4.1. que se consideran como las cargas vivas mínimas en Kilogramos por metro cuadrado de proyección horizontal, a utilizarse en el diseño de edificaciones según las ocupaciones establecidas.

4.1.2. En el diseño de pisos para fines industriales o comerciales, la carga viva real causada por el uso al que va a estar sometido el edificio o parte de este debe usarse en su diseño y deben tomarse precauciones especiales para cargas debidas a maquinaria o aparatos, cuando estos pudieran causar una carga mayor que la especificada para tal uso.

4.2. Distribución de cargas uniformes de piso

Cuando estén involucradas cargas uniformes de pisos, el análisis puede limitarse a la consideración de la carga muerta total sobre todas las luces, en combinación con la carga viva total sobre luces adyacentes y sobre luces alternadas.

4.3. Cargas concentradas.

4.3.1. Deben tomarse a precauciones para el diseño de pisos para una carga concentrada (como las especificadas en la tabla anterior) colocada sobre cualquier área de 0,25m² si es que esta carga, actuando sobre el piso no cargado de otra forma, produjera esfuerzos mayores que aquellos causados por la carga uniforme requerida para el mismo.

4.3.2 En pisos donde se usan o almacenan vehículos deben considerarse cargas concentradas, consistentes en dos o más cargas nominalmente espaciadas a 1.5m centro a centro, sin tomar en cuenta las cargas vivas uniformes. Cada carga debe ser el 40% del

peso bruto del vehículo de máximo tamaño. Debe utilizarse la condición de carga viva, concentrada o uniforme, que produzca los mayores esfuerzos.

4.3.3 El piso de garajes para vehículos particulares debe diseñarse para una carga concentrada, por rueda, no menor de 1000 Kg, sin considerar cargas vivas uniformes debe utilizarse la condición de carga viva concentrada o uniforme, que produzca los mayores esfuerzos

4.4 Cargas por tabiques divisorios

En edificios de oficinas y en otros, donde la división de locales está sujeta a cambios, los pisos deben diseñarse para soportar adicionalmente a todas las otras cargas, una carga muerta uniformemente distribuida, que represente el peso de los tabiques divisorios.

4	51,10	53,40	18,40	2.100,00	50,90	53,48	18,00	2.721,88	0,7715	77,15	7,72
	51,30	53,20	17,70								
	50,60	53,60	17,70								
	50,60	53,70	18,20								
5	48,90	50,60	19,30	620,00	48,83	50,28	19,33	2.454,68	0,2526	25,26	2,53
	48,90	50,70	19,70								
	48,70	49,60	18,80								
	48,80	50,20	19,50								
6	51,60	59,80	18,20	1.820,00	51,78	60,00	18,55	3.106,50	0,5859	58,59	5,86
	51,90	60,00	18,90								
	51,80	60,20									
	51,80	60,00									

PEGAMENTO:	PVA											
TIPO DE PROBETA:	GUADUA PICADA Y PEGADA PARALELA AL PICADO											
FECHA:	28-ene-10											SI HAY TESTIGOS
REALIZADO POR:	MARCOS TAPIA											

No.	b	h	e	P	b (Promed)	h(Promed)	e(Promed)	A	Esfuerzo Cortante			OBSERVACIONES
	base mm	altura mm	mm	Kg	mm	mm	mm	mm2	Kg/mm2	K/cm2	Mpa	
8	55,60	59,20	21,70	1.710,00	55,43	59,60	21,70	3.303,83	0,5176	51,76	5,18	Falla 80% en el material
	55,20	60,00										
	55,50	59,60										
9	55,90	62,10	20,00	1.110,00	55,70	61,30	20,00	3.414,41	0,3251	32,51	3,25	Falla 60% en el material
	55,80	60,70										
	55,40	61,10										
10	53,50	62,10	22,10	1.950,00	52,77	62,70	22,10	3.308,47	0,5894	58,94	5,89	Falla 100% en el material
	51,70	63,30										
	53,10	62,70										
11	51,40	63,00	21,90	1.970,00	51,90	63,10	21,30	3.274,89	0,6015	60,15	6,02	Falla 100% en el material
	52,70	63,10	20,70									
	51,60	63,20										
12	52,30	61,20	21,20	1.741,00	52,00	61,13	20,65	3.178,93	0,5477	54,77	5,48	Falla 80% línea de pegado
	51,10	60,80	20,10									
	52,60	61,40										

PEGAMENTO:		POLIESTIRENO											
TIPO DE PROBETA:		GUADUA PICADA Y PEGADA PARALELA AL PICADO											
FECHA:		28-ene-10							SI HAY TESTIGOS				
REALIZADO POR:		MARCOS TAPIA											
b	base				e	espesor				A	Area de seccion de corte		
h	altura				P	Carga de rotura							
No.	b	h	e	P	b (Promed)	h(Promed)	e(Promed)	A	Esfuerzo Cortante			OBSERVACIONES	
	mm	mm	mm	Kg	mm	mm	mm	mm2	Kg/mm2	K/cm2	Mpa		
1'	51,50	63,40	21,40	580,00	51,47	63,67	20,45	3.276,71	0,1770	17,70	1,77	Falla 100% linea de pegado	
	51,50	63,90	19,50										
	51,40	63,70											
2'	49,50	64,80	20,80	220,00	49,80	64,77	21,25	3.225,38	0,0682	6,82	0,68	Falla 100% linea de pegado	
	50,10	64,70	21,70										
	49,80	64,80											
3'	45,80	62,10	22,00	620,00	46,73	61,97	22,70	2.895,91	0,2141	21,41	2,14	Falla 100% linea de pegado	
	46,30	62,00	23,40										
	48,10	61,80											
5'	48,80	62,90	21,00	600,00	48,60	62,20	21,40	3.022,92	0,1985	19,85	1,98	Falla 100% linea de pegado	
	48,40	62,20	21,80										
	48,60	61,50											

PEGAMENTO:		UREA										
TIPO DE PROBETA:		GUADUA PICADA Y PEGADA PARALELA AL PICADO										
FECHA:		22-feb-10										
REALIZADO POR:		MARCOS TAPIA										
b base		e espesor		A Area de seccion de corte								
h altura		P Carga de rotura										
No.	b	h	e	P	b (Promed)	h(Promed)	e(Promed)	A	Esfuerzo Cortante			OBSERVACIONES
	mm	mm	mm	Kg	mm	mm	mm	mm2	Kg/mm2	K/cm2	Mpa	
1	49,70	51,40	12,30	1.060,00	50,93	51,68	12,45	2.631,55	0,4028	40,28	4,03	Falla 90% material no hubo desprendimiento total
	51,10	51,70	12,70									
	51,50	51,70	12,70									
	51,40	51,90	12,10									
2	52,70	54,40	12,20	780,00	52,98	53,48	12,43	2.832,84	0,2753	27,53	2,75	Falla 50% en el material con nudo
	53,20	53,90	12,80									
	52,60	53,10	12,50									
	53,40	52,50	12,20									
3	50,30	56,20	13,20	910,00	49,75	55,63	13,10	2.767,34	0,3288	32,88	3,29	Falla 60% en el material con nudo
	50,60	56,00	13,50									
	49,50	55,50	13,30									
	48,60	54,80	12,40									
4	48,20	55,30	14,00	800,00	48,30	56,38	14,08	2.722,91	0,2938	29,38	2,94	Falla 60% en el material con nudo
	48,20	55,90	13,70									
	48,60	57,10	14,40									
	48,20	57,20	14,20									
5	50,80	60,30	14,20	1.340,00	50,83	60,70	13,63	3.085,08	0,4343	43,43	4,34	Falla 90% linea de pegado sin nudo
	50,60	60,60	13,40									
	51,40	60,80	13,70									
	50,50	61,10	13,20									

PEGAMENTO:		U+P.V.A.									
TIPO DE PROBETA:		GUADUA PICADA Y PEGADA PARALELA AL PICADO									
FECHA:	22-feb-10										
REALIZADO POR:		MARCOS TAPIA									
b	base				e	espesor				A	Area de seccion de corte
h	altura				P	Carga de rotura					
No.	b	h	e	P	b (Promed)	h(Promed)	e(Promed)	A	Esfuerzo Cortante		
	mm	mm	mm	Kg	mm	mm	mm	mm2	Kg/mm2	K/cm2	Mpa
1	44,60	52,40	12,30	880,00	44,83	52,68	12,30	2.361,16	0,3727	37,27	3,73
	44,80	52,20	12,20								
	45,40	52,80	12,50								
	44,50	53,30	12,20								
2	46,60	51,10	12,60	1.070,00	47,20	50,80	12,63	2.397,76	0,4462	44,62	4,46
	47,40	50,60	12,40								
	47,50	50,70	12,50								
	47,30	50,80	13,00								
3	47,00	52,40	12,30	1.280,00	46,73	52,40	12,40	2.448,39	0,5228	52,28	5,23
	46,80	52,60	12,70								
	46,60	52,30	12,50								
	46,50	52,30	12,10								
4	48,60	54,60	12,30	1.680,00	49,25	54,58	12,30	2.687,82	0,6250	62,50	6,25
	48,80	54,80	12,20								
	49,90	54,20	12,30								
	49,70	54,70	12,40								
5	46,60	54,60	12,60	1.780,00	47,83	54,90	12,55	2.625,59	0,6779	67,79	6,78
	47,20	54,90	12,50								
	48,30	55,00	12,50								
	49,20	55,10	12,60								

PEGAMENTO: UREA + PVA
 TIPO DE PROBETA: GUADUA PICADA Y PEGADA PARALELA AL PICADO
 FECHA: 27-feb-10
 REALIZADO POR: MARCOS TAPIA

b base e espesor A Área de sección de corte
 h altura P Carga de rotura

No.	b	h	e	P	b (Promed)	h(Promed)	e(Promed)	A	Esfuerzo Cortante		
	mm	mm	mm	Kg	mm	mm	mm	mm2	Kg/mm2	K/cm2	Mpa
1	51,40	63,50	14,00	1.820,00	51,19	63,35	13,98	3.242,73	0,5613	56,13	5,61
	51,25	63,70	13,80								
	51,00	63,00	14,00								
	51,10	63,20	14,10								
2	49,10	62,10	14,05	1.230,00	49,28	62,36	14,33	3.072,91	0,4003	40,03	4,00
	49,10	62,45	14,10								
	49,60	62,40	14,15								
	49,30	62,50	15,00								
3	50,15	62,60	14,00	1.490,00	50,28	62,18	13,98	3.125,85	0,4767	47,67	4,77
	50,10	62,40	14,10								
	50,45	62,00	14,00								
	50,40	61,70	13,80								
4	50,00	63,00	14,40	1.630,00	50,14	62,90	14,60	3.153,65	0,5169	51,69	5,17
	50,20	62,90	15,00								
	50,00	62,80	14,20								
	50,35	62,90	14,80								

PEGAMENTO: ALMIDON + PVA
 TIPO DE PROBETA: GUADUA PICADA Y PEGADA PARALELA AL PICADO
 FECHA: 27-feb-10
 REALIZADO POR: MARCOS TAPIA

b base e espesor A Área de sección de corte
 h altura P Carga de rotura

No.	b	h	e	P	b (Promed)	h(Promed)	e(Promed)	A	Esfuerzo Cortante		
	mm	mm	mm	Kg	mm	mm	mm	mm ²	Kg/mm ²	K/cm ²	Mpa
1	27,20	62,80	12,80	320,00	26,83	62,58	12,89	1.678,57	0,1906	19,06	1,91
	26,90	63,00	12,85								
	26,80	62,40	13,10								
	26,40	62,10	12,80								
2	29,80	62,20	13,10	490,00	30,66	62,30	12,88	1.910,27	0,2565	25,65	2,57
	30,60	62,30	13,00								
	31,00	62,40	12,60								
	31,25	62,30	12,80								
3	27,60	62,40	13,00	350,00	29,08	62,88	13,03	1.828,09	0,1915	19,15	1,91
	29,90	62,70	13,00								
	29,40	63,40	13,00								
	29,40	63,00	13,10								
4	52,00	68,00	13,90	230,00	51,58	68,03	13,18	3.508,39	0,0656	6,56	0,66
	51,20	67,80	13,00								
	51,10	68,20	13,00								
	52,00	68,10	12,80								

PEGAMENTO: EPOXICO
TIPO DE PROBETA: GUADUA PICADA Y PEGADA PARALELA AL PICADO
FECHA: 27-feb-10
REALIZADO POR: MARCOS TAPIA

b base
h altura
e espesor
P Carga de rotura
A Área de sección de corte

No.	b	h	e	P	b (Promed)	h(Promed)	e(Promed)	A	Esfuerzo Cortante		
	mm	mm	mm	Kg	mm	mm	mm	mm2	Kg/mm2	K/cm2	Mpa
1	46,80	52,80	17,40	1.330,00	47,03	53,15	17,23	2.499,38	0,5321	53,21	5,32
	47,10	53,00	17,60								
	47,70	53,40	16,90								
	46,50	53,40	17,00								
2	46,60	50,10	17,90	1.405,00	46,30	50,05	17,60	2.317,32	0,6063	60,63	6,06
	46,50	50,40	18,00								
	46,10	49,90	17,40								
	46,00	49,80	17,10								
3	49,70	50,00	13,00	890,00	49,03	51,45	13,03	2.522,34	0,3528	35,28	3,53
	49,40	51,50	13,00								
	48,30	52,00	13,00								
	48,70	52,30	13,10								
4	48,30	50,00	16,30	1.320,00	48,83	49,43	16,48	2.413,18	0,5470	54,70	5,47
	48,70	49,30	16,40								
	49,00	49,00	16,40								
	49,30	49,40	16,80								

PEGAMENTO: EPOXICO
TIPO DE PROBETA: GUADUA PICADA Y PEGADA PARALELA AL PICADO
FECHA: 26-ene-10
REALIZADO POR: MARCOS TAPIA

No.	b	h	e	P	b (Promed)	h(Promed)	e(Promed)	A	Esfuerzo Cortante		
	base mm	altura mm	mm	Kg	mm	mm	mm	mm ²	Kg/mm ²	K/cm ²	Mpa
2	49,90	52,40	19,10	1.900,00	50,15	53,30	19,53	2.673,00	0,7108	71,08	7,11
	50,70	53,60	19,60								
	49,70	52,70	19,40								
	50,30	54,50	20,00								
3	48,70	53,80	20,1	1.850,00	48,35	53,20	20,05	2.572,22	0,7192	71,92	7,19
	48,70	53,60	20,3								
	48,10	53,00	19,8								
	47,90	52,40	20,00								
4	51,10	53,40	18,4	2.100,00	50,90	53,48	18,00	2.721,88	0,7715	77,15	7,72
	51,30	53,20	17,7								
	50,60	53,60	17,7								
	50,60	53,70	18,2								
5	48,90	50,60	19,3	620,00	48,83	50,28	19,33	2.454,68	0,2526	25,26	2,53
	48,90	50,70	19,7								
	48,70	49,60	18,8								
	48,80	50,20	19,50								
6	51,60	59,80	18,2	1.820,00	51,78	60,00	18,73	3.106,50	0,5859	58,59	5,86
	51,90	60,00	18,9								
	51,80	60,20	18,9								
	51,80	60,00	18,9								

b) Ensayo de desplazamiento lateral (arrancamiento)

TIPO DE PROBETA: 2 CAPAS GUADUA PICADA Y PEGADAS CON LAS FIBRAS PARALELAS CON 1 CAPA TRANSVERSAL ENTRE AMBAS (3 CAPAS)

CODIGO 0-01

FECHA: 18-mar-10

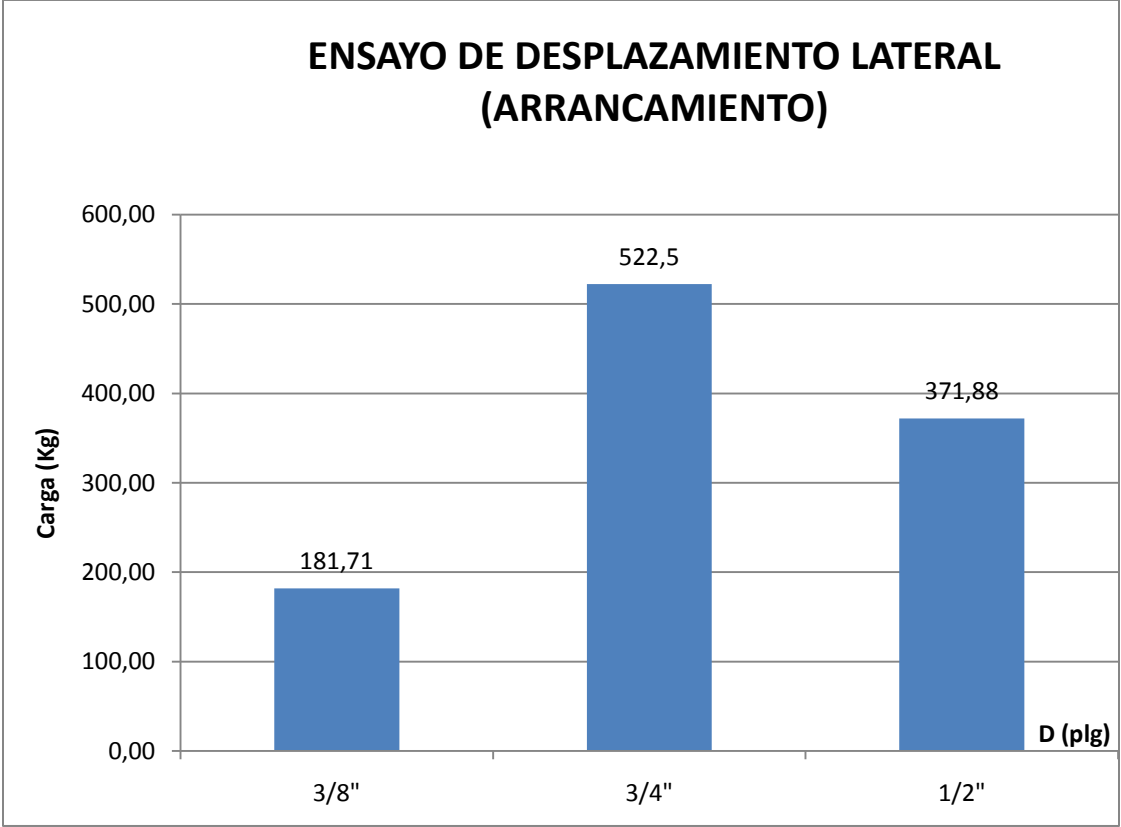
REALIZADO POR: ING. MARCOS TAPIA, ING. VICTOR GUADALUPE, VIRGINIA AVELLAN

PROBETAS	UBICACIÓN DEL AGUJERO	CARGA kg
A	3/8"	FALLIDA
B	3/8"	92
C	3/8"	135
D	3/8"	215
E	3/8"	230
F	3/8"	290
G	3/8"	130
H	3/8"	180
	3/8"	181,71

PROBETAS	UBICACIÓN DEL AGUJERO	CARGA kg
A	3/4"	440
B	3/4"	460
C	3/4"	650
D	3/4"	455
E	3/4"	650
F	3/4"	460
G	3/4"	595
H	3/4"	470
	3/4"	522,5

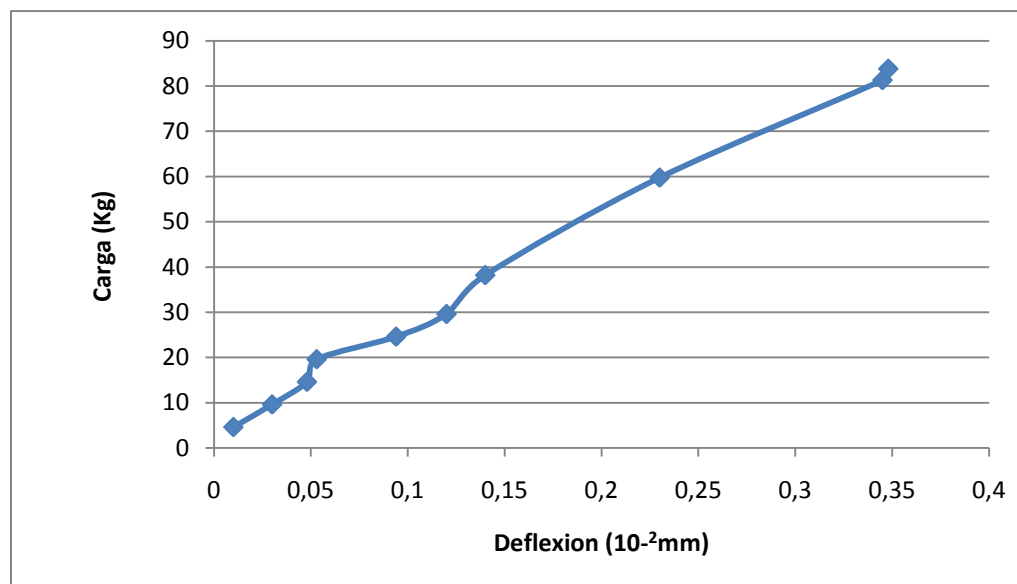
PROBETAS	UBICACIÓN DEL AGUJERO	CARGA kg
A	1/2"	470
B	1/2"	325
C	1/2"	430
D	1/2"	350
E	1/2"	460
F	1/2"	310
G	1/2"	210
H	1/2"	420
	1/2"	371,88

RESUMEN	
D (Pulgadas)	C (Kg)
3/8"	181,71
3/4"	522,5
1/2"	371,88



c) Ensayo de Deflexión⁷

	P	Deflex		
P	y	x	xy	x2
	4,6	0,01	0,046	0,0001
5	9,6	0,03	0,288	0,0009
5	14,6	0,048	0,7008	0,002304
5	19,6	0,053	1,0388	0,002809
5	24,6	0,094	2,3124	0,008836
5	29,6	0,12	3,552	0,0144
8,6	38,2	0,14	5,348	0,0196
21,56	59,76	0,23	13,7448	0,0529
21,56	81,32	0,345	28,0554	0,119025
2,5	83,82	0,348	29,16936	0,121104
	36,57	0,1418		
		1,418	84,25556	0,341978
	b1	229,936		
	bo	3,965		



⁷ Dato proporcionado por Ingeniero Marcos Tapia.

**DATOS DEL ENSAYO DE FLEXION DE LA PLACA
CALCULOS PARA ESTIMAR LA RECTA**

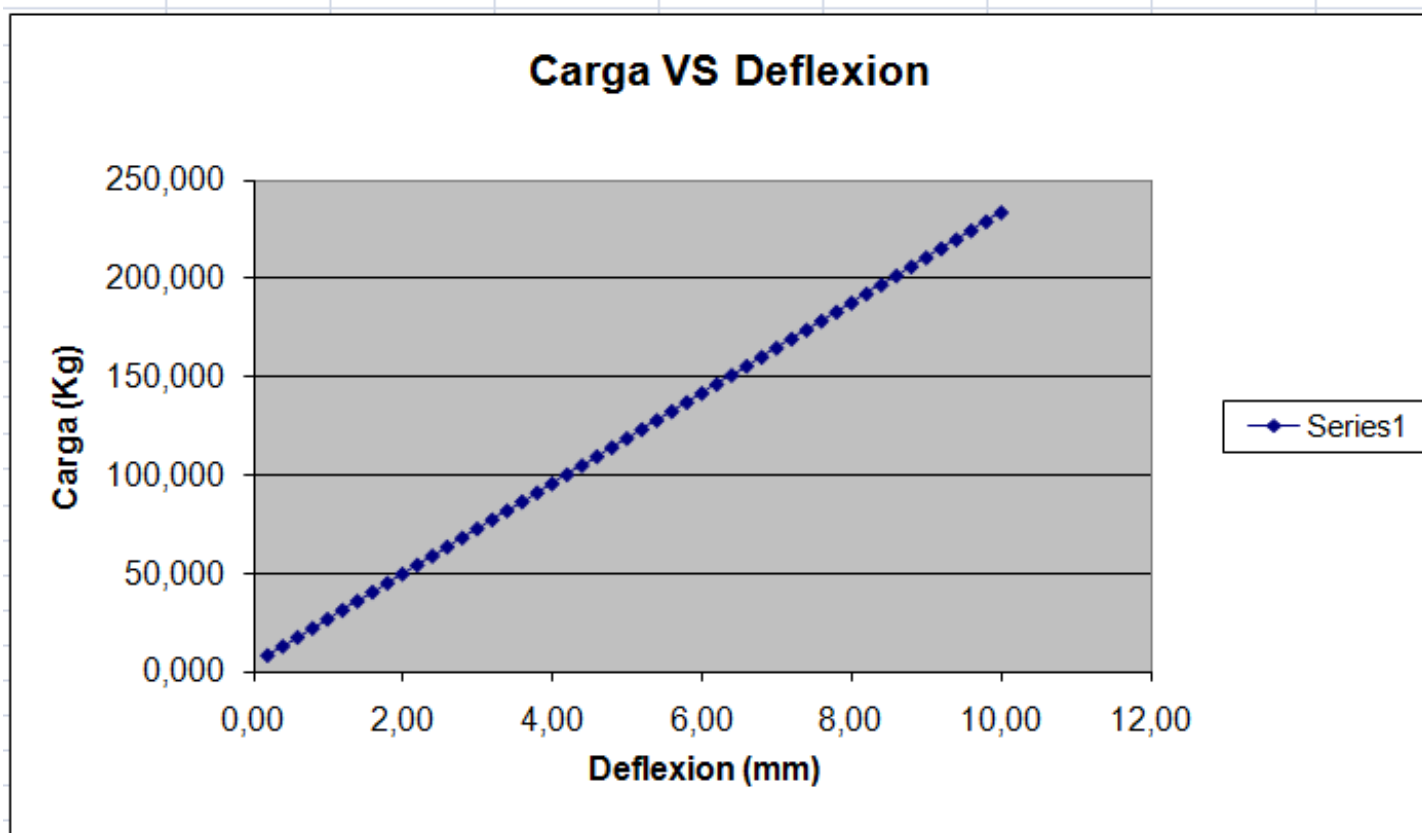
ECUACION

$y = 3,965 + 22,994 X$

CARGA P KG	DEFLEXION mm		
y	x	xy	x2
4,600	0,100	0,460	0,010
9,600	0,300	2,880	0,090
14,600	0,480	7,008	0,230
19,600	0,530	10,388	0,281
24,600	0,940	23,124	0,884
29,600	1,200	35,520	1,440
38,200	1,400	53,480	1,960
59,760	2,300	137,448	5,290
81,320	3,450	280,554	11,903
83,820	3,480	291,694	12,110
	14,180	842,556	34,198
36,570	1,418		

P	Deflexion
Kg	mm
Y	X
8,564	0,20
13,162	0,40
17,761	0,60
22,360	0,80
26,959	1,00
31,557	1,20
36,156	1,40
40,755	1,60
45,354	1,80
49,952	2,00
54,551	2,20
59,150	2,40
63,748	2,60
68,347	2,80
72,946	3,00

77,545	3,20
82,143	3,40
86,742	3,60
91,341	3,80
95,940	4,00
100,538	4,20
105,137	4,40
109,736	4,60
114,334	4,80
118,933	5,00
123,532	5,20
128,131	5,40
132,729	5,60
137,328	5,80
141,927	6,00
146,525	6,20
151,124	6,40
155,723	6,60
160,322	6,80
164,920	7,00
169,519	7,20
174,118	7,40
178,717	7,60
183,315	7,80
187,914	8,00
192,513	8,20
197,111	8,40
201,710	8,60
206,309	8,80
210,908	9,00
215,506	9,20
220,105	9,40
224,704	9,60
229,303	9,80
233,901	10,00



7. BIBLIOGRAFÍA

Libros:

- ALAVA, J.; BAQUERIZO, H.; HAGO, F.; (1976) *Evolución histórica de la vivienda dentro del marco del desarrollo urbano en la región de Guayaquil*. Guayaquil, Ecuador.
- ASTM D143-94 (2007) *Norma que se enfoca sobre la metodología empleada para el estudio de las propiedades físicas y mecánicas de la madera*.
- DIAS, M. (2003) *Detalles de Arquitectura*, México D.F.
- DONOSO MOGOLLON T. *Programas Habitacionales de Interés Social. Instituto de Planificación Urbana y Regional (IPUR)*. 2006. 112 pag.
- DONOSO, T.; *Fotografías de viviendas en Ancón*; Guayaquil, Ecuador
- FERNANDEZ GALINO L. *Cobijo*. Primera edición. España. 1979. 4 pag.
- GARCIA SIERRA, J. *Tesis de grado Maestría en Investigación de operaciones y estadísticas Pereira*. Colombia 2004. 17 pag.
- Hogar de Cristo. *Desarrollo Integral de la Familia y la Comunidad. Vivienda Principios y Valores Trabajo Educación Salud*. Ecuador. 4d.
- *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en junio de 2006*.
- LEE, P.; COMPTE, F.; PERALTA, C. (1989) *Patrimonio arquitectónico y urbano de Guayaquil*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil; Guayaquil, Ecuador.
- MARIN J. (2008) *Entre Diseño y Medio Ambiente. ¿Es verde el Bambú?*, Blog [Internet]. Madrid, España.
- MORÁN UBIDIA J. (1987) *Características físicas de materiales de construcción y análisis de técnicas constructivas y elementos arquitectónicos de la costa ecuatoriana*; Guayaquil, Ecuador.
- MORÁN UBIDIA, J. (2009) *¿Por qué Bambú en el Siglo XXI?*. Encuentro Tecnologías Compartidas Azogues, Ecuador

- MURILLO ROUNTRE G. *Tesis de Maestría de Confort Climático en la Arquitectura de la Ciudad de Guayaquil.*
- SENACYT; UCSG. (2010) *Planta Piloto de Investigación, producción y transferencia tecnológica en uso de Ecomateriales Innovadores para la construcción de vivienda de bajo costo. Código PIC-08-0000286 (Informe Parcial del Proyecto Febrero, 2009).* Guayaquil, Ecuador.
- RADA ALPRECHT R. *IPUR, Instituto de Planificación Urbana y Regional. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador. 2008.*
- RUIZ POZO S. *La problemática de la vivienda en el Ecuador. Exposición en el curso Nacional Paso a Paso.*

Páginas de internet:

- <http://www.explored.com.ec/noticias-ecuador/el-confort-enferma-nuestras-casas-205752-205752.html>
- <http://www.ecosur.org>
- ARCHITECTURE AND THE ENVIRONMENT. COMPARISON OF BUILDING ELEMENTS - LIFE CYCLE ANALYSIS NEW ZEALAND INSTITUTE OF ARCHITECTS Y ELABORACIÓN PROPIA. ARQUITECTURA SOSTENIBLE Y APROVECHAMIENTO SOLAR. María Jesús González Díaz. Ed. Era Solar. http://www.afea.com.es/ponencias/ponencia_03/PDF/T3.PDF
- <http://resseny.blogspot.com/2008/06/es-verde-el-bamb.html>
- http://www.fao.org/sd/teca/serch/tech_dett_an.asp?tech_id=1196
- http://revista.consumer.es/web/es/20050301/economia_domestica/
- <http://www.ecosur.org/content/category/3/9/557/>
- CARRION Diego, RUIZ Silvana, RUIZ Lucía. *Investigación sobre Vivienda Social. Pag. 90,91 Resultados de la Escuela de Condiciones de Vida – Quinta Ronda INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS.* www.inec.gov.ec.

Revistas y documentación adicional:

- **El Informe Brundtland** es un Informe socio-económico elaborado por distintas naciones en 1987 para la ONU, por una comisión encabezada por la doctora noriega [Gro Harlem Brundtland](#). Originalmente, se llamó *Nuestro Futuro Común* (*Our Common Future*, en inglés). En este informe, se utilizó por primera vez el término [desarrollo sostenible](#).
- GONZALEZ, L.; *Fotografías de viviendas en Santa Rosa, El Oro-Ecuador*
- *Nueva Constitución del Ecuador 2008*
- *Resultados del estudio realizado por el Soc. Sáenz. Jefe de Planificación del INEC.*
- *Revista de la Cámara de la Construcción Guayaquil. **Construcción y Desarrollo.** año 2000,2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008.*