



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

Facultad de Arquitectura y Diseño

Carrera de Arquitectura

TESIS DE INVESTIGACIÓN

SEGUNDO TOMO

2010

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

DIRECTOR: Arq. Jorge Morán Ubidia

Adriana Valentina Donoso Sánchez

*A **Dios**, a mis padres, mi familia, que fueron mi principal apoyo. A mi hijo, que fue mi principal razón e inspiración. A Virginia y Leslye, mis amigas y compañeras de tesis. que subieron*

ÍNDICE

1. DISEÑO DE COMPONENTES CONSTRUCTIVOS DE ECOMATERIALES. ..	7
1.1. Puertas.....	10
1.2. Ventanas.....	28
1.3. Revestimiento de escaleras.	44
2. MEMORIA DESCRIPTIVA DE ENSAYOS FÍSICOS- MECÁNICOS.....	59
2.1. Introducción.....	59
2.2. Memoria Descriptiva de Ensayos Físicos.....	60
2.3. Memoria de ensayos mecánicos.	78
3. COSTOS EN EL MERCADO DE COMPONENTES CONSTRUCTIVOS DE ESTUDIO.	86
3.1. Cuadro descriptivo de esfuerzos: flexión, tracción y humedad; costos	87
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	92
5. ANEXOS	97
6. BIBLIOGRAFÍA	109

1. DISEÑO DE COMPONENTES CONSTRUCTIVOS DE ECOMATERIALES.

En esta etapa de la investigación se desarrollaran diseños de sobre pisos, cielos rasos, puertas, ventanas y revestimiento de escaleras, 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 a las puertas, ventanas y recubrimientos de escaleras.

Los primeros –prototipos- 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. Puertas.

PUERTA DE ECU-BAM CON ESTER-BAM		N° 1		
CONCEPTUALIZACION	Son los elementos de separación de un espacio o ambiente, por los cuales se accede a ella, ofreciendo con su cierre un aislamiento y una abertura de acceso a los distintos ambientes. Todas las puertas en la vivienda van sujetas a un marco o batiente.			
ESTRUCTURA DE LA PUERTA	Consta de dos tipos de ecomateriales, ECU-Bam (placa formada con tramos de caña picada) como marco de la puerta y Ester-Bam (placa formada por cintas de bambú, transformadas en esteras) como tableros de la puerta.			
BASE DE RECUBRIMIENTO	Placas de Ecu-Bam o Ester-Bam			
RECUBRIMIENTO	Se puede usar todo tipo de acabado fibra de vidrio, resinas			
ENERGIA INCORPORADA AL MATERIAL	Forma de uso	Energía Incorporada (MJ/Kg)	Emisiones CO2 (Kg CO2/Kg)	
	Similar a la madera secada al aire.	2,00	0,00	
GRAFICOS				
				
PROCEDIMIENTO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se coloca una placa de Ecu-Bam , con una perforación para colocar la placa Ester-Bam. 2. Luego se coloca la placa Ester-Bam en la perforación existente. 3. Nuevamente una placa de ECU-Bam 			

	<p>4. Las tres placas se las engoma</p> <p>5. Para terminar, colocar estos tramos para ser prensados al calor.</p>
TIEMPO DE INSTALACION	Para la instalación de esta puerta se tomara medio día, considerando la instalación y nivelación del marco.
CARACTERISITCAS GENERALES	<ul style="list-style-type: none"> • Es una puerta más resistente. • Tiene usos tanto como para interior así como para exterior. • Es un material ecológico

PUERTA DE ECU-BAM CON CELOSIAS		N° 2		
CONCEPTUALIZACION	Son los elementos de separación de un espacio o ambiente, por los cuales se accede a ella, ofreciendo con su cierre un aislamiento y una abertura de acceso a los distintos ambientes. Todas las puertas en la vivienda van sujetas a un marco o batiente.			
ESTRUCTURA DE ESCALERA	Consta de dos tipos de ecomateriales, ECU-Bam como marco de la puerta y Ester-Bam como celosías de puerta.			
BASE DE RECUBRIMIENTO	Placas de Ecu-Bam o Ester-Bam			
RECUBRIMIENTO	Se puede colocar con todo tipo de acabado fibra de vidrio, resinas			
ENERGIA INCORPORADA AL MATERIAL	Forma de uso	Energía Incorporada (MJ/Kg)	Emisiones CO2 (Kg CO2/Kg)	
	Similar a la madera secada al aire.	2,00	0,00	
GRAFICO				
				
PROCEDIMIENTO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se toma una cara de la Ecu-Bam, en la parte superior se coloca el espacio para las celosías. 2. Se arman las celosías fijas de Ester-Bam para ser instaladas en la puerta. 			

	<ol style="list-style-type: none"> 3. Una vez con las celosías armadas, se las coloca en el espacio de la Ecu-Bam. 4. Se coloca la otra cara de Ecu-Bam. 5. Para un buen acabado se pule.
TIEMPO DE INSTALACIÓN	Una vez que el marco de la puerta este a nivel la instalación se dará en 2 horas aproximadamente
CARACTERISITCAS GENERALES	<ul style="list-style-type: none"> • Las celosías favorecen la iluminación y ventilación al interior. • Es un material resistente. • Es ecológico. • Con ventilación natural en el ingreso.

PUERTA DE ECU-BAM Y PANELES DE ESTER-BAM		N° 3		
CONCEPTUALIZACION	Son los elementos de separación de un espacio o ambiente, por los cuales se accede a ella, ofreciendo con su cierre un aislamiento y una abertura de acceso a los distintos ambientes. Todas las puertas en la vivienda van sujetas a un marco o batiente.			
ESTRUCTURA DE ESCALERA	Consta de dos tipos de ecomateriales, ECU-Bam como marco de la puerta y Ester-Bam			
BASE DE RECUBRIMIENTO	Placas de Ecu-Bam o Ester-Bam			
RECUBRIMIENTO	Se puede colocar con todo tipo de acabado fibra de vidrio, resinas			
ENERGIA INCORPORADA AL MATERIAL	Forma de uso	Energía Incorporada (MJ/Kg)	Emisiones CO2 (Kg CO2/Kg)	
	Similar a la madera secada al aire.	2,00	0,00	
REGISTRO FOTOGRAFICO				
<i>Detalle de puerta</i>				
				

PUERTA DE ECU-BAM Y PANELES DE ESTER-BAM		N° 3		
CONCEPTUALIZACION	Son los elementos de separación de un espacio o ambiente, por los cuales se accede a ella, ofreciendo con su cierre un aislamiento y una abertura de acceso a los distintos ambientes. Todas las puertas en la vivienda van sujetas a un marco o batiente.			
ESTRUCTURA DE ESCALERA	Consta de dos tipos de ecomateriales, ECU-Bam como marco de la puerta y Ester-Bam			
BASE DE RECUBRIMIENTO	Placas de Ecu-Bam o Ester-Bam			
RECUBRIMIENTO	Se puede colocar con todo tipo de acabado fibra de vidrio, resinas			
ENERGIA INCORPORADA AL MATERIAL	Forma de uso	Energía Incorporada (MJ/Kg)	Emisiones CO2 (Kg CO2/Kg)	
	Similar a la madera secada al aire.	2,00	0,00	
REGISTRO FOTOGRAFICO				
<i>Detalle de puerta</i>				
				



Detalle de puerta con acabado



Puerta



Prototipo 3 puerta con acabado



<p style="text-align: center;">PROCEDIMIENTO</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. En una puerta de Ecu-Bam se marca los espacios de las placas de Ester-Bam 2. Se arma la puerta colocando la parte de Ecu-Bam , 3. Luego las placas de con las respectivas medidas de Ester-Bam. 4. Se coloca la otra capa de puerta de Ecu-Bam y, 5. Por último las tres partes se unen para formar la puerta completa.
<p style="text-align: center;">TIEMPO DE INSTALACIÓN</p>	<p>Para la instalación de esta puerta se tomara medio día, considerando la instalación y nivelación del marco.</p>
<p style="text-align: center;">CARACTERISTICAS GENERALES</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Estéticamente agradable • Fusión de ecomateriales • Económica. • Ecológica y resistente.

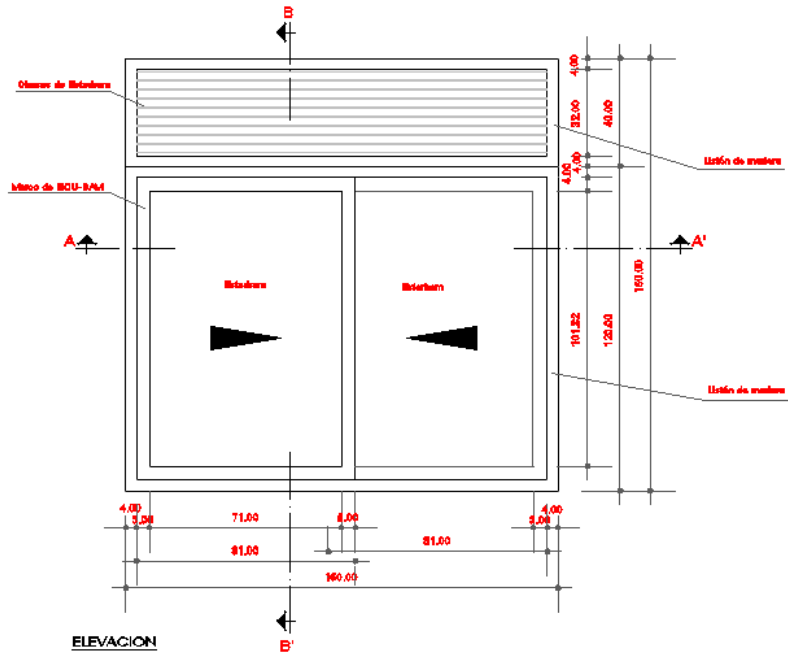
1.2. Ventanas.

VENTANA DE ECU-BAM		N° 1	
CONCEPTUALIZACION	Las ventanas cumplen varias funciones en la vivienda ya sea actuando como reguladores del micro ambiente, dándole el carácter formal a la vivienda, protegiéndola de los insectos, proporcionando seguridad, iluminación y ventilación.		
ESTRUCTURA DE LA VENTANA	Tiene como estructura marco de Ecu-Bam con la de Ester-Bam.		
BASE DE RECUBRIMIENTO	Placas de Ecu-Bam o Ester-Bam		
RECUBRIMIENTO	Se puede colocar con todo tipo de acabado fibra de vidrio, resinas		
ENERGIA INCORPORADA AL MATERIAL	Forma de uso	Energía Incorporada (MJ/Kg)	Emisiones CO2 (Kg CO2/Kg)
	Similar a la madera secada al aire.	2,00	0,00
GRAFICOS			
<p>The diagram shows a technical elevation of a window. It features a double-pane window with two panes. The window is set within a frame. Labels include 'Marco de ECU-BAM' pointing to the outer frame, 'Ester-BAM' pointing to the inner frame, and 'Elevación' at the bottom. Section lines A-A and B-B are indicated with arrows.</p>			
PROCEDIMIENTO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se realiza el marco de la ventana con Ecu-Bam 2. Se coloca una capa del marco 3. Luego se coloca la capa de Ester-Bam 		

	<ol style="list-style-type: none">4. Para culminar la tercera capa de Ecu-Bam5. Unido las tres partes, se las prensa6. Y para terminar se le realiza los acabados, y el montaje con los batientes del mismo material.
CARACTERISTICAS GENERALES	<ul style="list-style-type: none">• Combinación de ecomateriales• Es económica.• Ecológica y resistente.

VENTANA DE ECU-BAM		N° 2		
CONCEPTUALIZACION	Las ventanas cumplen varias funciones en la vivienda ya sea actuando como reguladores del micro ambiente, dándole el carácter formal a la vivienda, protegiéndola de los insectos, proporcionando seguridad, iluminación y ventilación.			
ESTRUCTURA DE LA VENTANA	Tiene como estructura marco de Ecu-Bam con la fusión en la parte superior de celosías con ESTER-Bam			
BASE DE RECUBRIMIENTO	Placas de Ecu-Bam o Ester-Bam			
RECUBRIMIENTO	Se puede colocar con todo tipo de acabado fibra de vidrio, resinas			
ENERGIA INCORPORADA AL MATERIAL	Forma de uso	Energía Incorporada (MJ/Kg)	Emisiones CO2 (Kg CO2/Kg)	
	Similar a la madera secada al aire.	2,00	0,00	

GRAFICOS



DETALLE DE CELOSÍAS



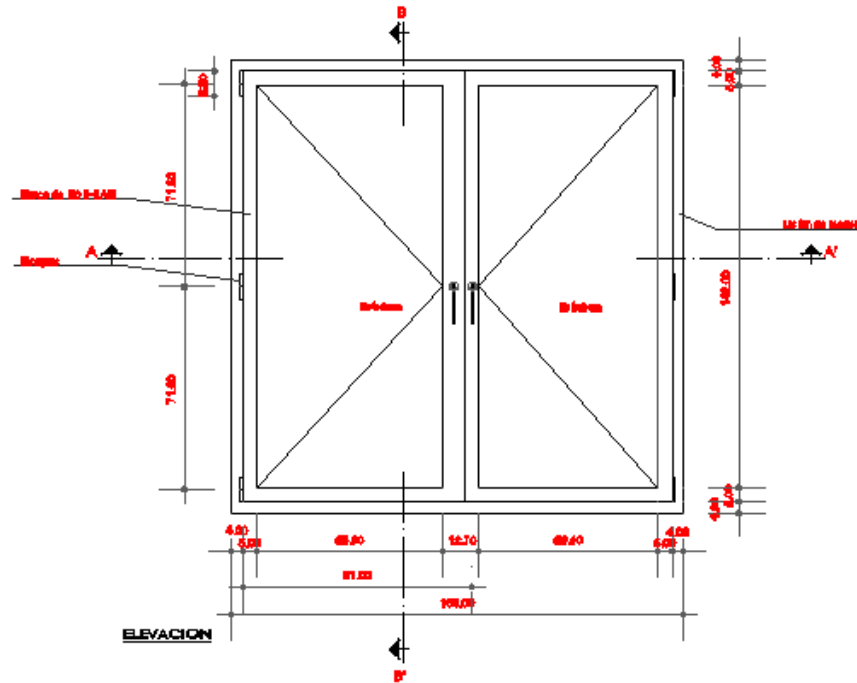
PROCEDIMIENTO

1. Se realiza el marco de la ventana con Ecu-Bam
2. Se coloca una capa del marco
3. Luego se coloca la capa de Ester-Bam
4. Para culminar la tercera capa de Ecu-Bam
5. Unido las tres partes, se las prensa
6. En la parte superior del marco se colocaran las celosías

	<ol style="list-style-type: none">7. Se comienza marcando la distancia entre celosías de Ester-Bam8. Con maquinaria indicada se realizan los cortes en el marco para las placas de Ester-Bam9. Y se da el acabado completo a la ventana unida
CARACTERISTICAS GENERALES	<ul style="list-style-type: none">• Combinación de ecomateriales• Es económica.• Ecológica y resistente.

VENTANA DE ECU-BAM		N° 3		
CONCEPTUALIZACION	Las ventanas cumplen varias funciones en la vivienda ya sea actuando como reguladores del micro ambiente, dándole el carácter formal a la vivienda, protegiéndola de los insectos, proporcionando seguridad, iluminación y ventilación.			
ESTRUCTURA DE LA VENTANA	Tiene como estructura un marco de Ecu-Bam con la combinación de Ester-Bam.			
BASE DE RECUBRIMIENTO	Placas de Ecu-Bam o Ester-Bam			
RECUBRIMIENTO	Se puede colocar con todo tipo de acabado fibra de vidrio, resinas			
ENERGIA INCORPORADA AL MATERIAL	Forma de uso	Energía Incorporada (MJ/Kg)	Emisiones CO2 (Kg CO2/Kg)	
	Similar a la madera secada al aire.	2,00	0,00	

GRAFICO



<p style="text-align: center;">PROCEDIMIENTO</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se realiza el marco de la ventana con Ecu-Bam 2. Se coloca una capa del marco 3. Luego se coloca la capa de Ester-Bam 4. Para culminar la tercera capa de Ecu-Bam 5. Unido las tres partes, se las prensa 6. Y para terminar se le realiza los acabados, y el montaje con los batientes del mismo material.
<p style="text-align: center;">CARACTERISTICAS GENERALES</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Combinación de ecomateriales • Es económica. • Ecológica y resistente.


1.3. Revestimiento de escaleras.

REVESTIMIENTO DE ESCALERA DE HORMIGON			N° 1	
CONCEPTUALIZACION	Una escalera es una construcción diseñada para comunicar varios espacios situados a diferentes alturas. Está conformada por escalones y puede disponer de varios tramos entre los descansos.			
ESTRUCTURA DEL REVESTIMIENTO	Sobre la estructura de hormigón, placa de ECU-Bam, junto a pads de aislamiento.			
BASE DE RECUBRIMIENTO	Placas de Ecu-Bam o Ester-Bam			
RECUBRIMIENTO	Se puede colocar con todo tipo de acabado fibra de vidrio, resinas			
ENERGIA INCORPORADA AL MATERIAL	Forma de uso	Energía Incorporada (MJ/Kg)	Emisiones CO2 (Kg CO2/Kg)	
	Hormigon en masa 30 Mpa	1,20	0,0194	
GRAFICOS				
				
PROCEDIMIENTO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Con una superficie lisa en la estructura de hormigón, se coloca un pad (contra la humedad) 2. Luego sobre el pad se coloca la placa de ECU-Bam 3. Para sellar, fijar las placas se coloca una rastrera. 			

CARACTERISTICAS GENERALES	<ul style="list-style-type: none">• Ecológico• Resistente• Fácil aplicación
----------------------------------	---

REVESTIMIENTO DE ESCALERA DE MADERA		N° 2		
CONCEPTUALIZACION	Una escalera es una construcción diseñada para comunicar varios espacios situados a diferentes alturas. Está conformada por escalones y puede disponer de varios tramos entre los descansos.			
ESTRUCTURA DEL REVESTIMIENTO	Para la escalera de estructura de madera tiene un revestimiento de Ecu-Bam.			
BASE DE RECUBRIMIENTO	Placas de Ecu-Bam o Ester-Bam			
RECUBRIMIENTO	Se puede colocar con todo tipo de acabado fibra de vidrio, resinas			
ENERGIA INCORPORADA AL MATERIAL	Forma de uso	Energía Incorporada (MJ/Kg)	Emisiones CO2 (Kg CO2/Kg)	
	Madera secada al aire	1,20	0,00	
GRAFICOS				
				
PROCEDIMIENTO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sobre la estructura de madera se coloca la placa de ECU-Bam 2. Se sujeta la placa a la estructura por medio de pernos avellanados 			

	3. Se da el acabado final.
CARACTERISTICAS GENERALES	<ul style="list-style-type: none">• Económico• Rápido de aplicar o fabricar• De material ecológico• De fácil acabado• Innovador

REVESTIMIENTO DE ESCALERA METALICA		N° 3		
CONCEPTUALIZACION	Una escalera es una construcción diseñada para comunicar varios espacios situados a diferentes alturas. Está conformada por escalones y puede disponer de varios tramos entre los descansos.			
ESTRUCTURA DEL REVESTIMIENTO	Para la estructura metálica de una escalera el revestimiento será de ECU-Bam con soportes metálicos.			
BASE DE RECUBRIMIENTO	Placas de Ecu-Bam o Ester-Bam			
RECUBRIMIENTO	Se puede colocar con todo tipo de acabado fibra de vidrio, resinas			
ENERGIA INCORPORADA AL MATERIAL	Forma de uso	Energía Incorporada (MJ/Kg)	Emisiones CO2 (Kg CO2/Kg)	
	Acero virgen	32,00	0,5168	
GRAFICOS 				
PROCEDIMIENTO	<ol style="list-style-type: none"> 1. En la parte inferior de la placa de ECU-Bam se coloca una placa metálica con pernos. 2. Sobre la estructura metálica, se coloca dos bases metálicas en cada lado respectivamente. 			

	3. Con los dos lados metálicos se los suelda.
CARACTERISTICAS GENERALES	<ul style="list-style-type: none">• Rápida aplicación de revestimiento• Económico• Bajo impacto ambiental

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 de la Guadua Angustifolia Kunt y sus 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 3 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 (%)

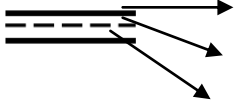
P (húmedo): peso de la probeta que se encuentra con algún porcentaje de humedad en los diferentes intervalos de tiempo medidos (g).

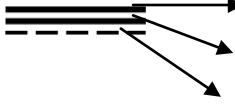
P seco: Peso de la muestra seca al horno posterior a su permanencia en el horno a 105°C.


ENSAYOS FISICOS DE PROBETAS ECU-BAM

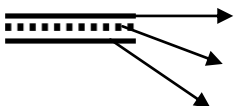
Para efecto de los ensayos se realizaron diseños de placas para definir mediante resultados cuales eran las placas con resultados favorables.

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 = $P_a / \text{volumen}$ (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 = $P_a / \text{volumen}$ (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

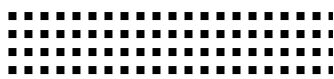
Peso con encolado, P_e (g)	75
Peso final rústico, P_r (g)	65,1
Peso final con acabado, P_a (g)	52,3
Dimensiones (cm)	largo= 12,5; ancho= 25; espesor= 0,3
Área (cm ²)	25 x 12,5 = 312,5
Volumen (cm ³)	25 x 12,5 x 0,3 = 93,75
Cálculos:	
Peso pegante = $P_e - P_i$	75 - 41 = 34
Peso desperdicio = $P_e - P_r$	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

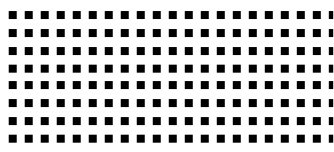
Descripción	Probeta de 4 capas: 2 láminas de esteras y 2 capas de caña picada, intermedias y longitudinales.
Código	00-7
Diseño	
Fecha de elaboración	20 de mayo del 2009
Dimensiones (cm)	largo= 12,5; ancho= 25; espesor=
Peso inicial, P_i (g)	
Pegante	Urea Formaldehido (Pegamite)
Tiempo de prensado	24 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 / 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 = $P_r / \text{volumen}$ (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.





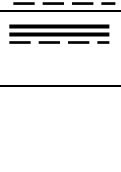
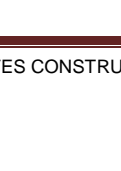
Probeta Nº	Modelo	Código	Denominación	Peso inicial g.	Peso1 luego horno (g)A	Peso2 luego horno (g)B	Peso3 luego horno(g)C	Peso4 luego horno(g)D	Peso5 luego horno (g)E	Tiempo	%Humed. A	%Humed. B	%Humed. C	%Humed. D	%Humed E	
1	1		001B´	106.4	94.00	100.20	98.00	97.10	97.40	45min	13.191	6.188	8.571	9.578	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	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	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 probetas que fueron sometidas a ensayos, estos se ejecutaron bajo las normas *ASTM D143-94 (2007)*¹.

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 Corte y Arrancamiento, los mismos que se detallan más adelante, haciendo referencia a instrumentos y maquinarias utilizadas, procedimientos, forma de obtención de datos y resultados.

¹ Norma que se enfoca sobre la metodología empleada para el estudio de las propiedades físicas y mecánicas de la madera.

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 3 . 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.

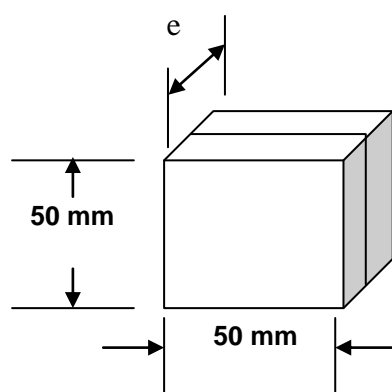


Imagen #5. Modelo de probeta utilizados para ensayos de corte

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.

#	PEGANTE	ESFUERZO CORTANTE Mpa
1	PVA	5,62
2	EPOXICO	5,59
6	ALMIDON + PVA	5,09
5	UREA + PVA	4,89
3	UREA	3,47
2	POLIESTIRENO	1,64

Tabla 4. Resumen de 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. En el gráfico a continuación se observa los resultados antes mencionados.

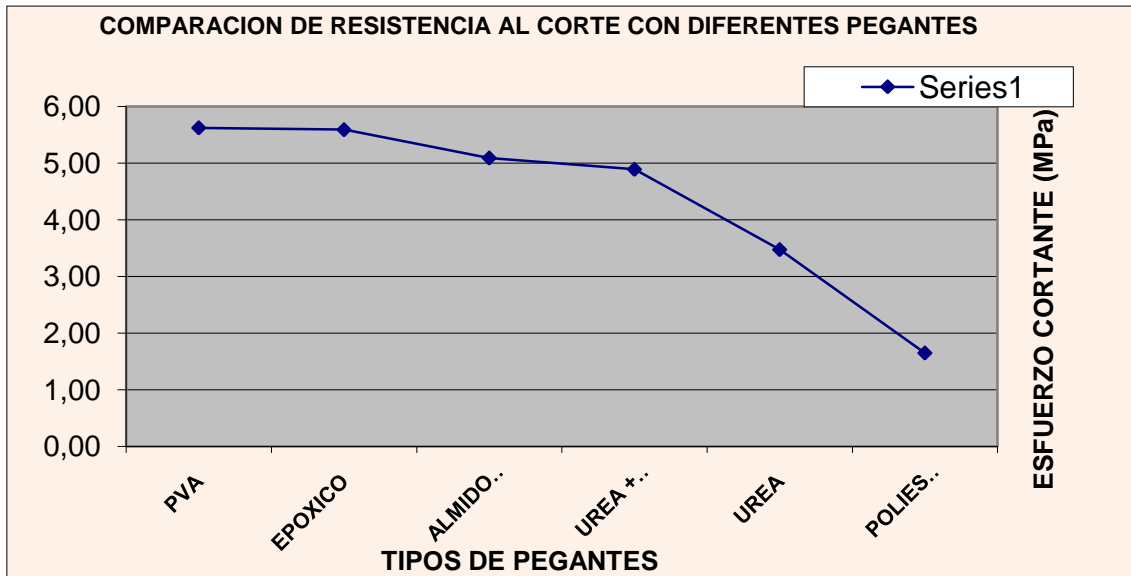


Gráfico 1. Resultados preliminares de tipo de pegantes en comportamiento mecánico de corte.

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, por lo que se toma la decisión de utilizar este pegante para la elaboración de los prototipos.

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%

1. 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).

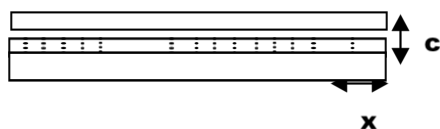
TOTAL DE PROBETAS PARA ENSAYO DE CORTE 30U.

Esfuerzo de desplazamiento lateral

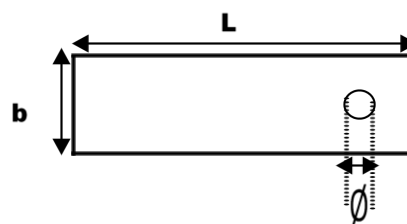
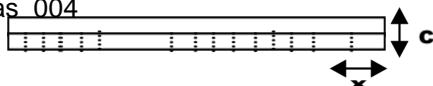
Determinar la resistencia al Arrancamiento en los puntos de sujeción de la placa a la estructura, mediante cargas de tensión longitudinales a la placa y perpendiculares al elemento de sujeción, de los ecomateriales del proyecto PPE, para determinar la magnitud de la carga que soporta el material con 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)



2. Resistencia lateral al clavo

3.1. Tipo: 001

Superficies en contacto: 3 capas

Pegante: P.V.A.

Dimensiones: ancho $b= 50/75\text{mm}$, longitud $=250\text{mm}$

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 $b= 50/75\text{mm}$, longitud $=250\text{mm}$

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.

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

PUERTAS *			
TIPO	DISTRIBUIDOR	COSTO	
MDF CHILENO (0.70 X 2.00)	MASISA	\$ 156,37	TERMINADA CON MOLDURA
MDF CHILENO (0.80 X 2.00)	MASISA	\$ 174,67	TERMINADA CON MOLDURA
MDF CHILENO (0.90 X 2.00)	MASISA	\$ 272,27	TERMINADA CON MOLDURA
MDF CHILENO (0.70 X 2.00)	FERRISARIATO	\$ 29,99	AL CRUDO SIN MOLDURA**
MDF CHILENO (0.80 X 2.00)	FERRISARIATO	\$ 32,98	AL CRUDO SIN MOLDURA**
LAUREL (0.70 X 2.00)	FERRISARIATO	\$ 28,39	AL CRUDO SIN MOLDURA**
LAUREL (0.70 X 2.00)	FERRISARIATO	\$ 29,49	AL CRUDO SIN MOLDURA**
LAUREL (0.80 X 2.00)	FERRISARIATO	\$ 31,99	AL CRUDO SIN MOLDURA**
LAUREL (0.70 X 2.00)	EDIMCA	\$ 31,56	AL CRUDO SIN MOLDURA**
LAUREL (0.70 X 2.00)	EDIMCA	\$ 35,16	AL CRUDO UNA MOLDURA
LAUREL (0.80 X 2.00)	EDIMCA	\$ 76,08	AL CRUDO UNA MOLDURA
LAUREL (0.80 X 2.00)	CARPINTERO	\$ 120,00	CON UNA MOLDURA
BATIENTE	FERRISARIATO	\$ 17,30	
ACCESORIOS			
BISAGRAS		\$ 9,06	
CERRADURA PUERTA PRINCIPAL		\$ 39,91	
CERRADURA DORMITORIOS		\$ 15,51	
* NO SE HAN CALCULADO VALORES DE MANO DE OBRA			
** VALOR NO CALCULADO CON BATIENTE DE PUERTA INDICADA			

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Investigación:

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.

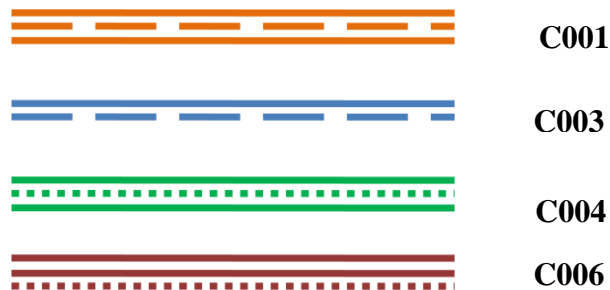
Los Ecomateriales surgen como una alternativa de componentes arquitectónicos que permitan generar nuevos prototipos de vivienda dirigidos para la población menos favorecida sin que ésta disminuya su calidad de vida.

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.

Ensayos:

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:

- Corte en la línea de pegado,
- Arrancamiento

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 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.

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 guaduales 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.

Costos:

Como 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 sería 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 debido a la poca oferta actual.

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

Prototipos:

Como resultado del análisis realizado se concluye que, en el caso del componente constructivo, *puerta*, se cumplió con recopilar las tendencias precolombinas al utilizar como material de construcción la caña siendo este un producto de materiales orgánicos, y los diseños en base a las normativas y medidas estándares.

Cuando se habla del caso de *ventanas*, principalmente lo que se rescata es el diseño de las chazas, de la arquitectura vernácula, la cual permite la correcta ventilación e iluminación para la vivienda. Así como la aplicación de material ecológico, la cual ayuda como el ecosistema, y energías se generan.

Y para los *recubrimientos de escaleras* con ecomateriales, lo principal es que la estructura este en buen estado y siempre tomar en cuenta las pruebas a realizar de cargas aplicadas en ella, con esto lo que sobresale en el diseño es la facilidad de aplicación así como el ahorro económico, reducción de cargas energéticas y valor ambiental.

5. ANEXOS

Anexo 1

a) ESFUERZO AL CORTE EN LA LINEA DEL PEGANTE

ENSAYO DE CORTE

TIPO DE PROBETA: GUADUA PICADA Y PEGADA PARALELA AL PICADO

FECHA: 01-feb-10

NO HAY TESTIGOS

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	53,20	63,30	20,30	50,00	52,68	63,83	20,30	3.361,98	0,0149	1,49	0,15
	53,20	63,00									
	51,90	64,50									
	52,40	64,50									
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	20,10	1.850,00	48,35	53,20	20,05	2.572,22	0,7192	71,92	7,19
	48,70	53,60	20,30								
	48,10	53,00	19,80								
	47,90	52,40	20,00								

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	mm2	Kg/mm2	K/cm2	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: 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

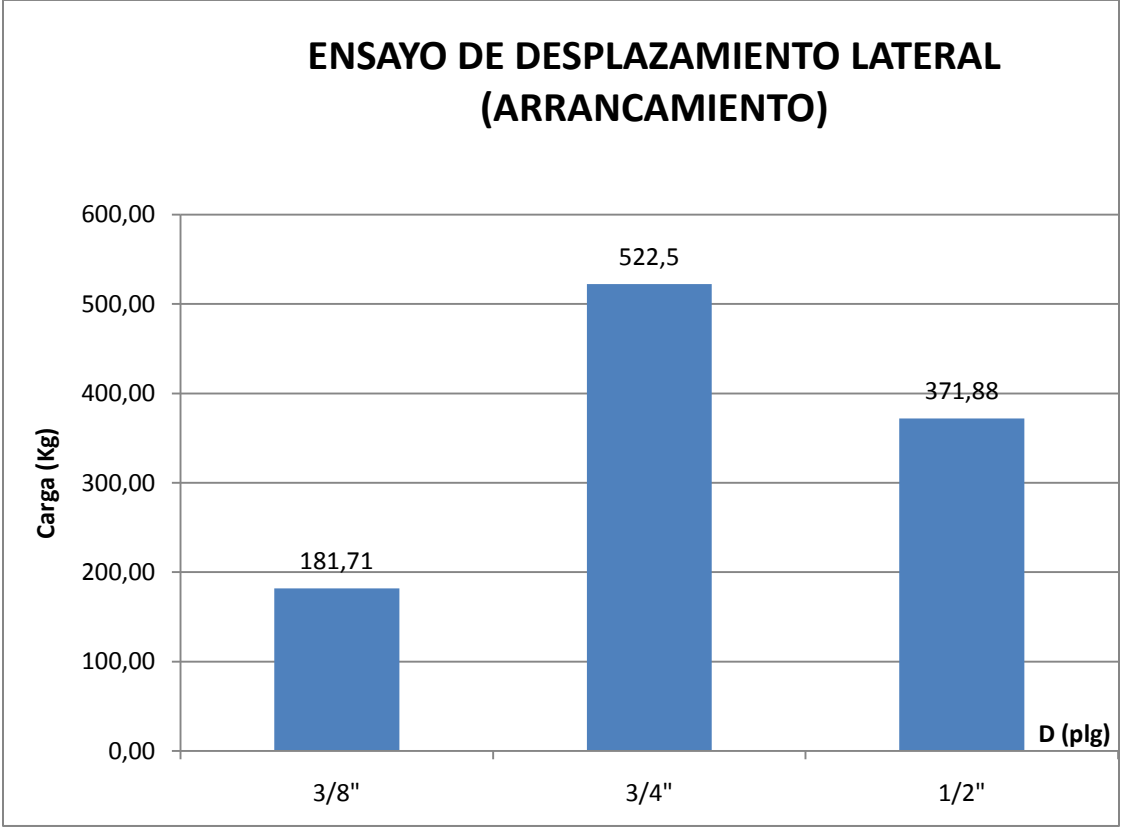
REALIZADO POR: ING. MARCOS TAPIA, ING. VICTOR GUADALUPE, VIRGINIA AVELLAN

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



6. 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.apea.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.*