

Universidad de San Carlos de Guatemala
Dirección General de Investigación
Programa Universitario de Investigación
en Desarrollo Industrial

INFORME FINAL

**DESARROLLO DE UN MATERIAL PARA PISOS FABRICADOS A BASE DE
PLÁSTICO RECICLADO Y RESIDUOS AGROINDUSTRIALES DE BAMBÚ Y
ASERRÍN**

Equipo de investigación

Ing. Jorge Emilio Godínez Lemus
Ing. Mauricio Valentino Rivera Tello
Inga. Fabiola Beatriz Ramírez Pinto
Br. Jesiel Salomon Enriquez Custodio

Coordinador
Investigador
Investigador
Auxiliar de investigación I

Fecha 23 de noviembre del 2015

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN AVALADORA
Centro de Investigaciones de Ingeniería

M.Sc. Gerardo Arroyo Catalán
Director General de Investigación

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar
Coordinador General de Programas

Inga. Luvia Cabrera de Villagrán
Coordinador del Programa de Investigación

Ing. Jorge Emilio Godínez Lemus
Coordinador

Ing. Mauricio Valentino Rivera Tello
Investigador 1

Inga. Fabiola Beatriz Ramírez Pinto
Investigador 2

Br. Jesiel Salomon Enriquez Custodio
Auxiliar de investigación I

Partida Presupuestaria
4.8.63.6.66.
Año de ejecución: 2015

INDICE

Contenido

Resumen	6
Abstract.....	7
Introducción	8
1.Marco teórico y estado del arte	9
1.1 Agroindustria	9
1.2 Piso y tipos de pisos	9
1.3Pisos blandos.....	9
1.4 Pisos duros	9
1.5 Aserrín	10
1.6 Plástico.....	10
1.7 Código de identificación de material plástico.....	10
1.8 Importancia del reciclaje de plástico	10
1.9 Beneficios del reciclaje	11
1.10 Madera plástica	11
1.11 Tipos de madera plástica	11
1.12 Ventajas del uso de madera plástica	12
1.13 Madera plástica en Guatemala.....	12
2. Materiales y métodos	13
2.1 Período de la investigación.....	13
2.2 Tipo de investigación	13
2.3 Técnicas e instrumentos	13
2.4 Operacionalización de las variables	15
2.5 Análisis de la información.....	15
2.6 Para la evaluación estadística:	15
3. Resultados	17
3.1 Caracterización de la materia prima	17
3.2 Propiedades físicas	18
3.3 Propiedades mecánicas.....	23
3.3 Matriz de Resultados	26
3.4 Impacto esperado.....	26

4. Análisis y discusión de resultados	27
5. Conclusiones	30
6. Referencias.....	31
7. Apéndice	33
7.1 Tabla de datos	33
7.2 Fotografías	48
8. Actividades de gestión, vinculación y divulgación.....	¡Error! Marcador no definido.
9. ORDEN DE PAGO.....	62

Figuras (fotografías, gráficas, diagramas)

Grafica no.1 porcentaje de humedad de probetas fabricadas con plástico reciclado y fibras de madera y bambú con formulaciones de 70%, 80% y 90%.....	18
Grafica no.2 porcentaje de absorción de probetas fabricadas con plástico reciclado y fibras de madera y bambú con formulaciones de 70%, 80% y 90%.....	19
Grafica no.3 porcentaje de contracción en probetas fabricadas con plástico reciclado y fibras de madera y bambú con formulaciones de 70%, 80% y 90%.....	20
Grafica no.4 densidad de probetas fabricadas con plástico reciclado y fibras de madera y bambú con formulaciones de 70%, 80% y 90%.....	21
Grafica no.5 valores de dureza en probetas fabricadas con plástico reciclado y fibras de madera y bambú con formulaciones de 70%, 80% y 90%.....	22
Grafica no.6 esfuerzo a la tensión en probetas fabricadas con plástico reciclado y fibras de madera y bambú con formulaciones de 70%, 80% y 90%.....	23
Grafica no.7 esfuerzo a la flexión en probetas fabricadas con plástico reciclado y fibras de madera y bambú con formulaciones de 70%, 80% y 90%.....	24
Grafica no.8 deformación de probetas fabricadas con plástico reciclado y fibras de madera y bambú con formulaciones de 70%, 80% y 90%.....	25

Tablas

Tabla no. 1 Clasificación de los distintos tipos de plástico.....	10
Tabla no. 2 Modelo de tabla de registro de datos.....	14
Tabla no. 3 Operacionalización de las variables.....	15
Tabla no.4 caracterización de la materia prima.....	17
Tabla no.5 porcentaje de humedad en probetas de bambú y madera con formulaciones de 70%, 80% y 90%.....	18
Tabla no.6 porcentaje de absorción en probetas de bambú y madera con formulaciones de 70%, 80% y 90%.....	19
Tabla no.7 porcentaje de contracción en probetas de bambú y madera con formulaciones de 70%, 80% y 90%.....	20
Tabla no.8 densidad en probetas de bambú y madera con formulaciones de 70%, 80% y 90%.	21
Tabla no.9 valores de dureza de probetas de bambú y madera con formulaciones de 70%, 80% y 90%.....	22
Tabla no.01 esfuerzo a la tensión en probetas de bambú y madera con formulaciones de 70%, 80% y 90%.....	23
Tabla no.11 esfuerzo a la flexión en probetas de bambú y madera con formulaciones de 70%, 80% y 90%.....	24
Tabla no.12 deformación en probetas de bambú y madera con formulaciones de 70%, 80% y 90%..	25

Desarrollo de un material para pisos fabricados a base de plástico reciclado y residuos agroindustriales de bambú y aserrín.

Resumen

El proyecto tuvo por objetivo principal desarrollar un material fabricado a partir de plástico reciclado mezclado con fibras naturales de residuos agroindustriales de bambú y aserrín de madera, para la elaboración de pisos.

La fibra de madera es el material más utilizado como refuerzo en materiales plásticos debido a su bajo costo, durabilidad. El uso de este material en la producción de pisos agregó diversas ventajas al producto final y reduce sus costos de producción. Los pisos de madera plástica se fabricaron por el método de compresión en caliente utilizando tres distintas formulaciones mezclando aserrín y plástico, fibras de bambú y plástico reciclado en proporciones de 30%, 20% y 10% (relación peso/peso) de aserrín.

Posteriormente se sometieron a pruebas físico-mecánicas para determinar sus propiedades, comparándolas con dos productos comerciales del mercado. Haciendo esta comparación se llegó a determinar las formulaciones adecuadas de producción de un piso barato, liviano, con apariencia de madera, insensible a la humedad y los insectos, con resistencia suficiente para ser utilizado en aplicaciones semi-estructurales y/o decorativas.

Se hizo necesario para ello, lograr un equilibrio apropiado entre la reducción de peso y costo del producto con las propiedades mecánicas del mismo, ya que mejores propiedades implican mayores densidades y costos, del mismo modo menores densidades implican un sacrificio en términos de las propiedades mecánicas pero un costo menor, de allí la importancia de agregar alguna fibra que proporcionara una mejor densidad y un menor costo de fabricación.

Abstract

The project's main objective is to develop a material made from recycled plastic mixed with natural fibers of bamboo and agro waste sawdust for the manufacture of floors.

Wood fiber is the material most used as reinforcement in plastics due to its low cost, durability. Using this material in the production of floors adds several advantages to the final product and reduce production costs. Wood plastic floors were manufactured by the hot pressing method using three different formulations by mixing sawdust and plastic, bamboo fibers and recycled plastic in proportions of 30%, 20% and 10% (weight / weight) of sawdust.

They subsequently underwent physical and mechanical tests to determine their properties and compared with two commercial products in the market. Making this comparison, suitable formulations production of an inexpensive, lightweight floor, wooden appearance, insensitive to moisture and insects, enough to be used in semi-structural applications and / or decorative resistance was determined.

It became necessary to do so, an appropriate balance between reducing weight and cost of the product with the same mechanical properties as best properties mean higher densities and costs, the same densities under way involving a sacrifice in terms of mechanical properties but lower cost, hence the importance of adding some fiber to provide better density and lower manufacturing cost

Introducción

Uno de los desechos con mayor potencial de industrialización y con menor aprovechamiento es el aserrín proveniente de la agroindustria de la madera, cada año se producen miles de toneladas de este subproducto las cuales no se aprovechan en su totalidad y en la mayoría de los casos terminan en basureros. Por otra parte los desechos plásticos provenientes de los empaques de alimentos y diversos materiales de embalaje producen cada año miles de toneladas de desperdicios sólidos que muchas veces terminan en las cuencas de los ríos agravando el problema de contaminación del medio ambiente. Una alternativa a la problemática arriba planteada podría ser el aprovechamiento de las propiedades termoformables de los polímeros como el polietileno de baja densidad, polipropileno, polietilenteraftalato etc. Dichas propiedades le confieren al polímero un potencial importante como aglutinante en mezclas constituyentes de materiales compuestos como la madera plástica. En combinación con fibras naturales se puede formular madera plástica que sirva específicamente para una aplicación como lo puede ser pisos para la industria de la construcción.

En el presente proyecto de investigación se evaluó la influencia de la formulación y el tipo de fibra utilizada sobre las propiedades físico mecánicas y fisicoquímicas de la madera plástica elaborada a base de mezclas de fibras naturales de bambú y aserrín con polietileno de baja densidad reciclado como aglomerante. Dichas propiedades se compararon con las correspondientes a dos tipos de pisos comerciales, uno de madera sólida y otro de madera laminada.

1. Marco teórico y estado del arte

1.1 Agroindustria

La industria del agro es la actividad económica que comprende la producción, industrialización y comercialización de productos agrarios, pecuarios, forestales y biológicos. Se divide en dos categorías, alimentaria y no alimentaria.

La rama no-alimentaria es la encargada de la parte de la transformación de los recursos naturales como materias primas.

1.2 Piso y tipos de pisos

Un piso desplantado en una base de tierra es un elemento constructivo común. Deben ser diseñados y contruidos sin olvidar los aspectos económicos a los que van ligados, incluyendo los costos asociados con el mantenimiento y reparaciones necesarias en el piso.

1.3 Pisos blandos

Se caracterizan por encontrarse en espacios interiores. Vinisol: normalmente son de tráfico liviano. De diversas texturas y tamaños, además de ser aislantes eléctricos y estáticos, no inflamable. Alfombras: las de polipropileno para tráfico pesado, el color viene de su fibra. Las de nylon, unas son de mayor espesor que otras, lo que da mayor duración. Pisos de madera: fabricados con maderas especiales, se clasifican en dos: artesanal e industrial. Artesanal: son instalados por tablas sobre listones que soportan la madera, se incrusta tablón por tablón, asegurándolos con puntillas. Industrial: están listos para ser instalados sobre superficies lisas, son fabricados en formas estándar.

1.4 Pisos duros

Utilizados tanto para interior como exterior, debido a que su resistencia [al desgaste] es mayor. Mármol: esta es una piedra sacada de las diversas montañas del mundo. El mármol es utilizado para lugares con tráfico medio. Piedra: material natural, de colores claros. Se utiliza pulida y sin pulir, y es porosa. Ideal para exteriores, resiste la erosión y no se descompone con facilidad. Cerámica: elaborado con arcilla cubierta con una capa de esmalte. Usado en tráfico

liviano, frágil y de diversos tamaños. Su durabilidad no es tan grande. Granito: es una roca de grano grueso, mediano o fino. Usado en diversas etapas de la construcción como los cimientos, en concretos, pavimentos y adoquines.

1.5 Aserrín

De la elaboración primaria de la madera, resultan desechos como el aserrín y la corteza, con su acumulación, contribuye a la contaminación del entorno.

1.6 Plástico

Químicamente, los plásticos son polímeros, es decir grandes moléculas formadas por muchas unidades pequeñas (monómeros) que se repiten.

1.7 Código de identificación de material plástico

Los envases de plástico muestran los códigos en el fondo de los envases con el símbolo de reciclaje y el número que establece el tipo de plástico.

Tabla no. 4 Clasificación de los distintos tipos de plástico

Nombre	Abreviatura	No. de identificación
Polietilentereftalato	PET o PETE	1
Polietileno de alta densidad	PEAD o HDPE	2
Policloruro de vinilo	PVC o V	3
Polietileno de baja densidad	PEDB o LDPE	4
Polipropileno	PP	5
Poliestireno	PS	6
Otros	---	7

1.8 Importancia del reciclaje de plástico

El plástico representa un 7% del peso total de la basura doméstica y ocupa un 20-30% de las papeleras en las naciones industrializadas. Cada año se fabrican en el mundo cerca de 100 millones de toneladas. Si no existieran sistemas de reciclado de basura, la única forma de deshacerse de la basura sería quemarla o enterrarla.

1.9 Beneficios del reciclaje

Es importante mencionar que si en nuestro medio se pudiera disminuir el uso del plástico, esto contribuiría en los siguientes aspectos:

- Se ahorra energía y se reduce el volumen de los residuos sólidos.
- Se conserva el ambiente y se reduce la contaminación.
- Se alarga la vida útil de los sistemas de relleno sanitario.
- Hay remuneración económica en la venta de reciclables.
- Se protegen los recursos naturales renovables y no renovables.
- Se ahorra materia prima en la manufactura de productos nuevos con materiales reciclables.
- Por cada kilogramo de plástico reciclado el ahorro es de 1,5 kilogramos en emisiones de dióxido de carbono.
- Una tonelada métrica de plástico reciclado ahorra 12 barriles de petróleo.

1.10 Madera plástica

La madera plástica es un producto hecho de plástico reciclado que sirve como sustituto de la madera natural. Su proceso de producción con la recolección del plástico en los centros de acopio y en los basureros legales alrededor del territorio nacional. Una vez hecha la recolección, se separan los termoplásticos y se les somete a un proceso de temperatura y moldeo.

1.11 Tipos de madera plástica

En el mercado se encuentran básicamente dos tipos de madera plástica:

Madera 100% de plástico reciclado: se obtiene al reciclar HDPE (polietileno de alta densidad) y otros materiales termoplásticos. Tiene todas las propiedades del plástico: no se pudre, no se enmohece, no lo atacan los insectos y resiste la exposición al ambiente. (6)

Madera plástica con relleno de madera y/o fibras: Este producto se ha utilizado cada vez con menor frecuencia ya que no tiene la misma vida útil que el producto hecho con plástico reciclado al 100%.

1.12 Ventajas del uso de madera plástica

- Abundancia y bajo costo de la materia prima.
- Bajo impacto ambiental: la utilización de este tipo de materiales promueve el reciclaje, aprovecha un desecho agroindustrial, hace uso de materiales biodegradables y evita la tala de bosques en la medida en que estos materiales se utilizan como remplazo de la madera en algunas de sus aplicaciones.
- Baja densidad.
- Apariencia y procesabilidad de la madera.
- Durabilidad.
- Bajo nivel de abrasión de las fibras.
- Rigidez y estabilidad dimensional.

1.13 Madera plástica en Guatemala

En Guatemala ha empezado a tomar auge el uso de material reciclado, es de ahí que surge la idea de usar este desecho como materia prima, para la fabricación de un material que podría ser utilizado para la construcción de viviendas y otros artículos; esta idea está siendo desarrollada por la empresa MADERPLAST, S.A.; con varios años de investigación en este campo.

En lo que respecta a la madera plástica, la materia prima utilizada contribuye en gran manera al reciclaje del plástico que se desecha día a día en nuestro país, contribuyendo así con nuestro medio ambiente y dándole a este material un nuevo aspecto y un mejor uso.

2. Materiales y métodos

La primera fase consistió en la adquisición, ubicación y adecuamiento de las instalaciones a utilizar en la sección de Tecnología de la Madera, la segunda fase se centro en la recolección y adquisición de la materia prima (aserrín de madera, fibras de bambú y plástico reciclado).

En la tercera fase se caracterizó la materia prima en el Laboratorio Multipropósito de la Sección de Tecnología de la Madera, la cuarta fase consistió en la elaboración de los pisos de madera plástica en el laboratorio, en la quinta fase se evaluaron los pisos fabricados en los laboratorios del Centro de Investigaciones de la Facultad de ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala (14°35'04.78" N, 90°33'24.19" O).

2.1 Período de la investigación

La investigación se realizó en un periodo de 10 meses

2.2 Tipo de investigación

El proyecto tuvo como fin evaluar las propiedades fisicomecánicas de pisos fabricados a base de plástico reciclado y fibras naturales de aserrín y bambú utilizando un diseño experimental para obtener respuesta a las interrogantes planteadas y comprobar la hipótesis de la investigación por lo que la investigación es de tipo experimental.

2.3 Técnicas e instrumentos

El diseño experimental conto con 2 factores: el tipo de fibra natural (aserrín y bambú) y el porcentaje del mismo (40%, 30% y 20%), dando un total de 6 tratamientos. Cada tratamiento se repitió 5 veces.

Se fabricaron pisos de plástico reciclado y fibras naturales de 12 x 12 X 3/4 pulgadas, de los cuales se elaboraron las probetas correspondientes para realizar los ensayos.

Los pisos comerciales que se utilizaron para la comparación de las propiedades evaluadas, poseían solo un factor: el tipo de piso (madera y vinil), con 5 repeticiones por propiedad, para cada tipo de piso.

Se determinaron las siguientes características a los pisos fabricados y a los comerciales: porcentaje de absorción, contracción volumétrica, dureza, densidad, resistencia a la flexión estática y porcentaje de humedad. Las probetas se ensayaron en la máquina de ensayos universal (dinamómetro) Lima-hammilton-baldwin del Centro de Investigaciones de Ingeniería.

Los valores de densidad, contracción volumétrica, resistencia a flexión, (para calcular el módulo de ruptura), se determinaron mediante el procedimiento de ensayo según la modificación de las normas del FHA del Estudio de la Evaluación de las características físicas de baldosas de piso y ladrillos cerámicos del año 2005.

Se seleccionó aserrín y bambú con un contenido de humedad entre el 5% y 10% (secado en horno), característica que se medirá con una balanza de humedad.

Tabla no. 5 Modelo de tabla de registro de datos

Materia prima	Proporción usada	Repetición	Variables de respuesta		
			Resist. a Flexión	Contracción Vol.	...Demás propiedades
Fibra /Piso *(1)	40% *(2)	1			
		2			
		...			

*(1) Variables: fibra natural (bambú y aserrín), piso a comparar (vinil y de madera);

*(2) porcentajes a utilizar: 40, 30 y 20 %.

2.4 Operacionalización de las variables

Tabla no. 6 Operacionalización de las variables

Tipo de variable	Dimensional	Forma de análisis
Resistencia a flexión	kg/cm ²	Cuantitativo
Dureza	lb-f	Cuantitativo
Contracción volumétrica	%	Cuantitativo
Absorción	%	Cuantitativo
Densidad	gr./cm ³	Cuantitativo
Humedad	%	Cuantitativo

2.5 Análisis de la información

Para la obtención de los datos se utilizó una medición directa, específicamente para el cálculo de resistencia a la flexión, dureza, contracción volumétrica, etc. En la toma de datos se utilizaron balanzas para medir masas, balanzas de humedad, vernier electrónico digital, termómetros y cintas métricas. Se realizaron cálculos y gráficas utilizando software de hojas de cálculo Microsoft Excel.

2.6 Para la evaluación estadística:

Los datos de los ensayos fueron tabulados y se calculó el valor de la media aritmética y la desviación estándar.

Se realizó la prueba t-student, para determinar si la diferencia del promedio de las características evaluadas y el valor estándar de cada una de las propiedades dadas, es insignificante. Esto nos sirvió para comparar las propiedades de los pisos con los comerciales

El procedimiento consiste en calcular el valor 't', a través de la fórmula

$$t = \frac{(\bar{x} - \mu_0)}{s/\sqrt{n}}$$

conv = n - 1, con σ desconocida y $n < 30$.

Donde:

t = valor t-student calculado.

\bar{x} = media aritmética de la muestra

μ_0 = valor dado por la norma ASTM

s = desviación estándar de la muestra

n = número de repeticiones (5)

ν = grados de libertad

El valor obtenido 't' se compara con el valor $t_{\alpha/2}$, obtenido de la tabla de distribución t-student.

Se realizó la comparación de las propiedades de los pisos de fibra natural con los pisos comerciales. Para este fin, se efectuó una prueba de diferencia de medias igual a cero, con varianzas poblacionales desconocidas, aunque este método cuenta con dos variantes: varianzas poblacionales iguales y varianzas poblacionales no iguales. Se realizó la prueba F para determinar con un nivel de confianza del 90%, la relación de ambas varianzas (si son iguales o no).

Al conocer la relación de las varianzas, se seleccionó uno de los siguientes dos métodos para el cálculo del estadístico de prueba t:

Varianzas poblacionales desconocidas e iguales	Varianzas poblacionales desconocidas y no iguales
$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - d}{s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$ <p>con $\nu = n_1 + n_2 - 2$ donde: t = estadístico de prueba \bar{x}_1 = media aritmética de las muestra de piso fabricado con fibra natural (aserrín o bambú).</p>	$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - d}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$ $\nu = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 - 1}}$ <p>t = estadístico de prueba</p>

$\bar{x}_2 =$ media aritmética de las muestra del piso comercial (vinil o madera) $d = 0$ n_1 y $n_2 =$ tamaños de las muestras $s_p^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$	$\bar{x}_1 =$ media aritmética de las muestra de piso fabricado con fibra natural (aserrín o bambú). $\bar{x}_2 =$ media aritmética de las muestra del piso comercial (vinil o madera) $d = 0$ n_1 y $n_2 =$ tamaños de las muestras
--	---

El valor de t obtenido, se compara con el valor de t de la distribución t-student, a un nivel de significancia del 10%.

3. Resultados

3.1 Caracterización de la materia prima

Tabla no.4 caracterización de la materia prima

Tipo	Humedad %	Cenizas %	% de Extraíbles	Lignina %	Diámetro de partícula cm	Celulosa %
Aserrín de bambú	10.256	0.56	22.2	35.6	2.362	35.8
Aserrín de madera	12.234	0.31	25.8	25.8	2.362	23.4

3.2 Propiedades físicas

A continuación se presentan los resultados de las pruebas físicas realizadas a los pisos fabricados de plástico reciclado con fibras de madera y bambú y pisos comerciales de madera y madera laminada

Grafica no.1 porcentaje de humedad de probetas fabricadas con plástico reciclado y fibras de madera y bambú con formulaciones de 70%, 80% y 90%.

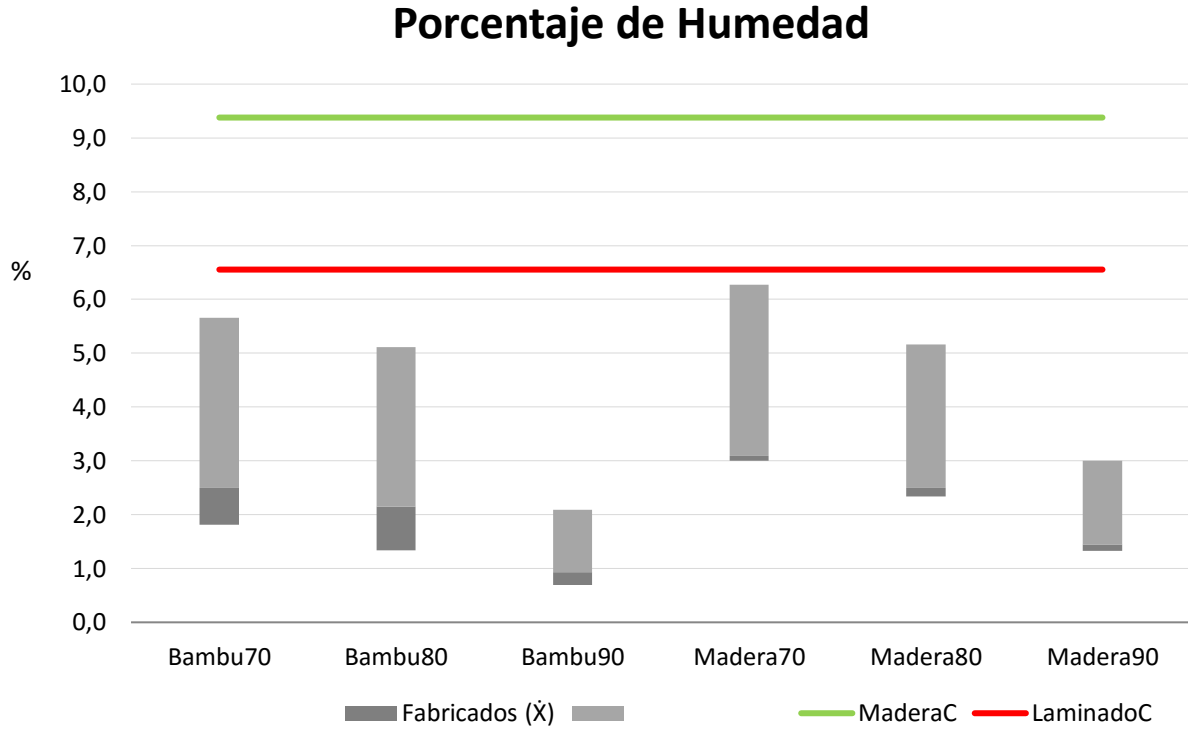


Tabla no.5 porcentaje de humedad en probetas de bambú y madera con formulaciones de 70%, 80% y 90%.

Mínimo (X̄-ś)	Fabricados (X̄)	Máximo (X̄+ś)	MaderaC	LaminadoC
1.8	2.492	3.2	9.378	6.5536
1.3	2.1516682	3.0	9.378	6.5536
0.7	0.929798	1.2	9.378	6.5536
3.0	3.0926	3.2	9.378	6.5536
2.3	2.4994	2.7	9.378	6.5536
1.3	1.4458	1.6	9.378	6.5536

Grafica no.2 porcentaje de absorción de probetas fabricadas con plástico reciclado y fibras de madera y bambú con formulaciones de 70%, 80% y 90%.

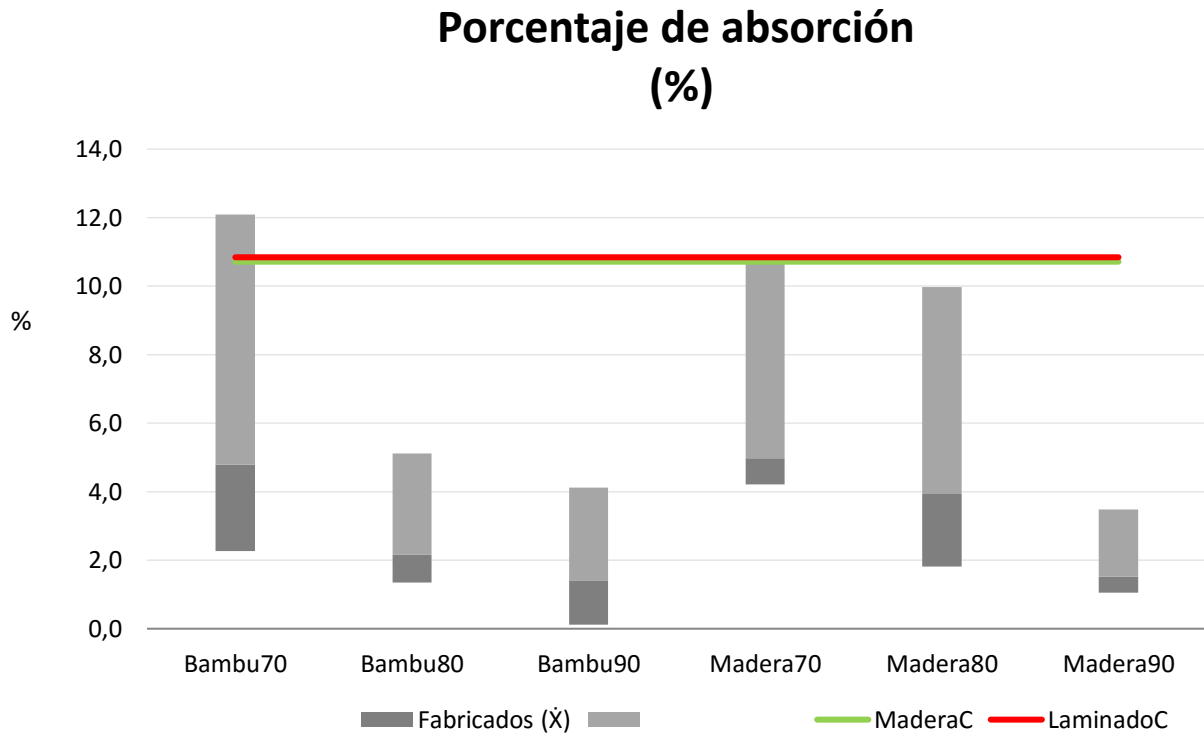


Tabla no.6 porcentaje de absorción en probetas de bambú y madera con formulaciones de 70%, 80% y 90%.

Formulación	Mínimo (X̄-š)	Fabricados (X̄)	Máximo (X̄+š)	MaderaC	LaminadoC
Bambu70	2.3	4.7839425	7.3	10.71322	10.8418199
Bambu80	1.3	2.1516682	3.0	10.71322	10.8418199
Bambu90	0.1	1.4112905	2.7	10.71322	10.8418199
Madera70	4.2	4.9702623	5.7	10.71322	10.8418199
Madera80	1.8	3.9255348	6.0	10.71322	10.8418199
Madera90	1.1	1.5130019	2.0	10.71322	10.8418199

Grafica no.3 porcentaje de contracción en probetas fabricadas con plástico reciclado y fibras de madera y bambú con formulaciones de 70%, 80% y 90%.

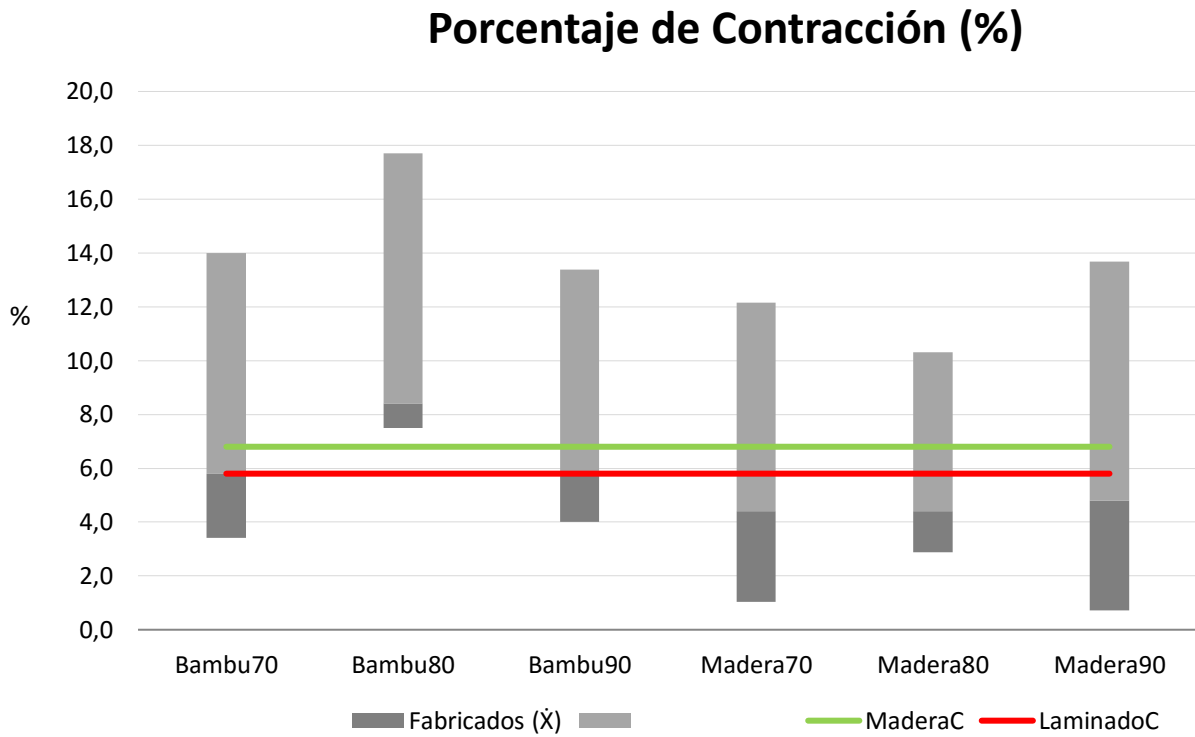


Tabla no.7 porcentaje de contracción en probetas de bambú y madera con formulaciones de 70%, 80% y 90%.

Fabricados (\bar{X})	Máximo ($\bar{X}+s$)	MaderaC	LaminadoC
5.8	8.2	6.8	5.8
8.4	9.3	6.8	5.8
5.8	7.6	6.8	5.8
4.4	7.8	6.8	5.8
4.4	5.9	6.8	5.8
4.8	8.9	6.8	5.8

Grafica no.4 densidad de probetas fabricadas con plástico reciclado y fibras de madera y bambú con formulaciones de 70%, 80% y 90%.

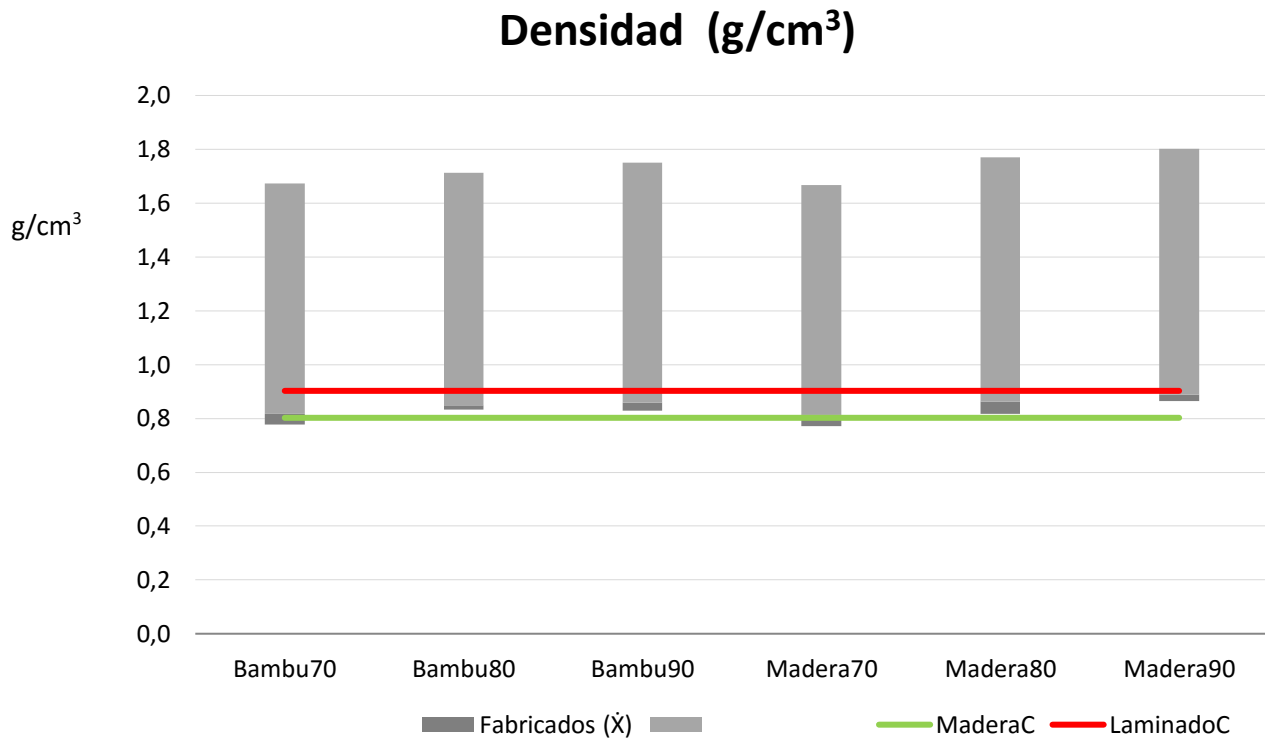


Tabla no.8 densidad en probetas de bambú y madera con formulaciones de 70%, 80% y 90%.

Formulación	Mínimo ($\bar{X}-s$)	Fabricados (\bar{X})	Máximo ($\bar{X}+s$)	MaderaC	LaminadoC
Bambu70	0.8	0.8163926	0.9	0.802325	0.90255782
Bambu80	0.8	0.8487838	0.9	0.802325	0.90255782
Bambu90	0.8	0.8592756	0.9	0.802325	0.90255782
Madera70	0.8	0.8128756	0.9	0.802325	0.90255782
Madera80	0.8	0.8624415	0.9	0.802325	0.90255782
Madera90	0.9	0.8885256	0.9	0.802325	0.90255782

Grafica no.5 valores de dureza en probetas fabricadas con plástico reciclado y fibras de madera y bambú con formulaciones de 70%, 80% y 90%.

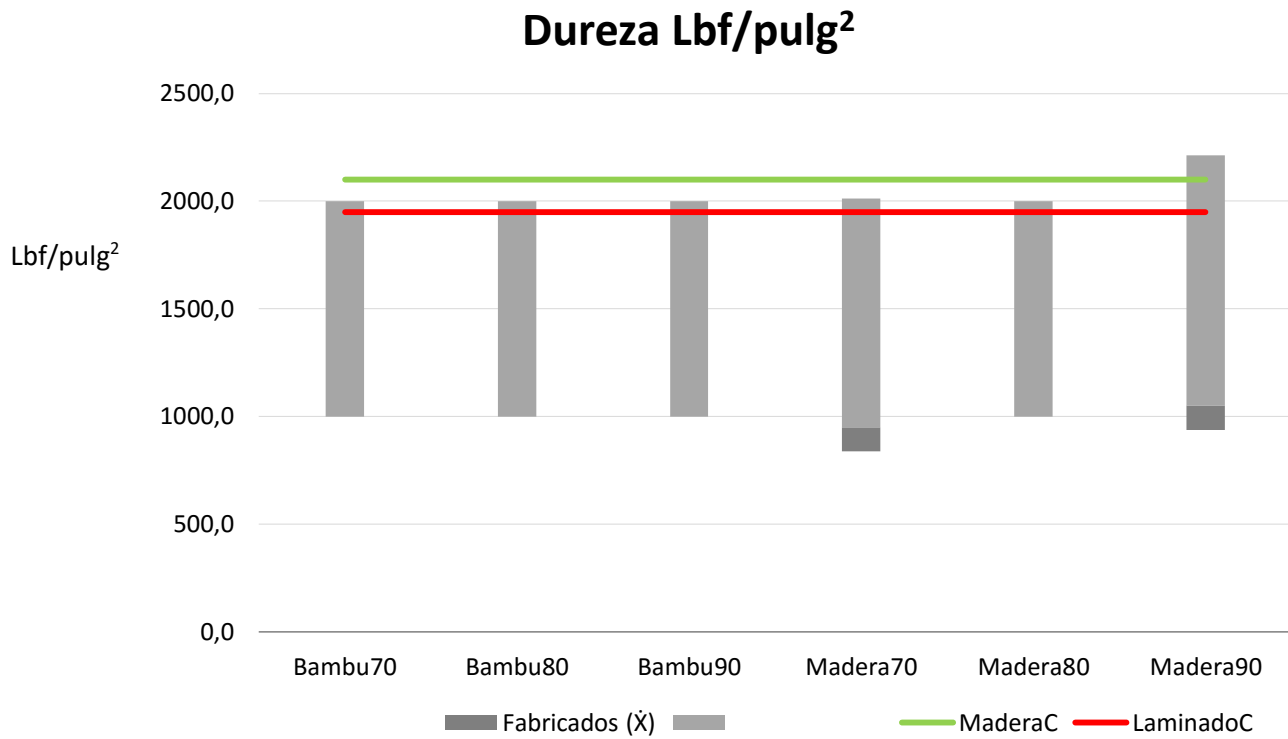


Tabla no.9 valores de dureza de probetas de bambú y madera con formulaciones de 70%, 80% y 90%.

Formulación	Mínimo (X̄-s)	Fabricados (X̄)	Máximo (X̄+s)	MaderaC	LaminadoC
Bambu70	1000.0	1000	2100.0	2100	1950
Bambu80	1000.0	1000	2100.0	2100	1950
Bambu90	1000.0	1000	2100.0	2100	1950
Madera70	838.2	950	1061.8	2100	1950
Madera80	1000.0	1000	2100.0	2100	1950
Madera90	938.2	1050	1161.8	2100	1950

3.3 Propiedades mecánicas

A continuación se presentan los resultados de las pruebas mecánicas realizadas a los pisos fabricados de plástico reciclado con fibras de madera y bambú y pisos comerciales de madera y madera laminada

Grafica no.6 esfuerzo a la tensión en probetas fabricadas con plástico reciclado y fibras de madera y bambú con formulaciones de 70%, 80% y 90%.

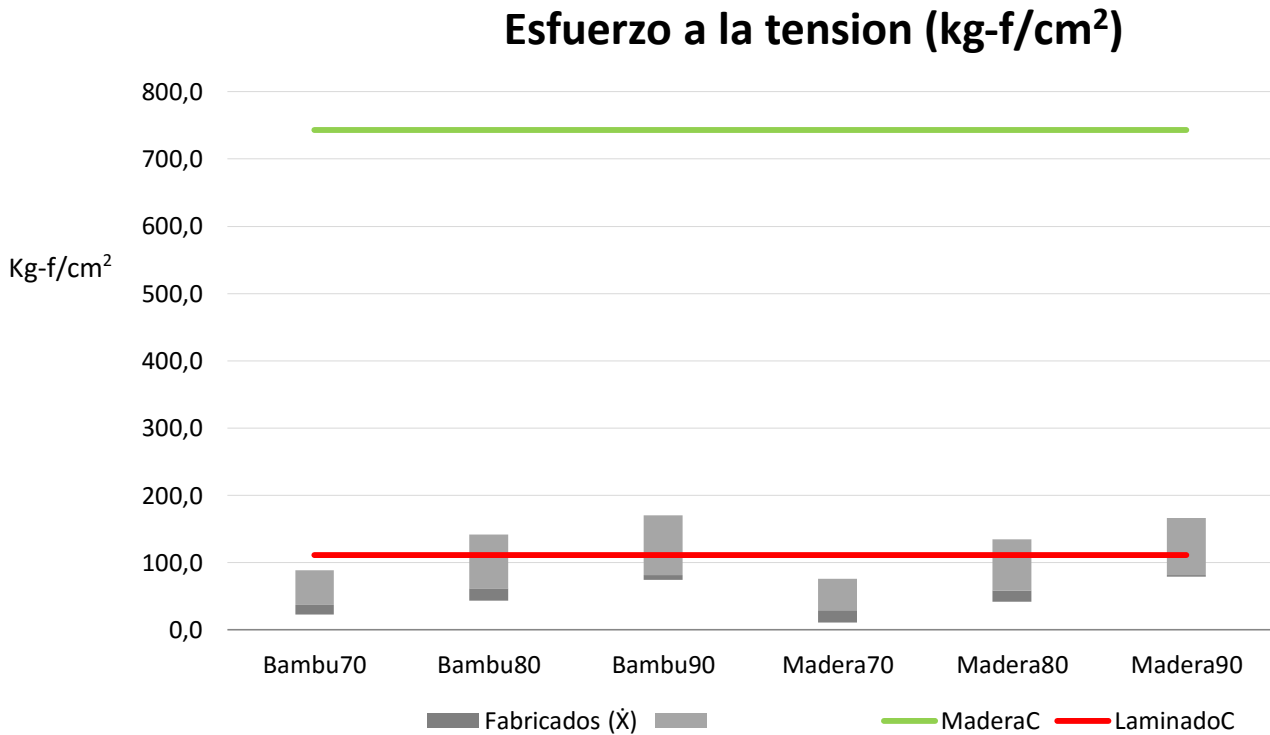


Tabla no.10 esfuerzo a la tensión en probetas de bambú y madera con formulaciones de 70%, 80% y 90%

Formulación	Mínimo (X̄-s)	Fabricados (X̄)	Máximo (X̄+s)	MaderaC	LaminadoC
Bambu70	23.2	37.411438	51.6	742.8797	111.398861
Bambu80	43.7	61.896521	80.1	742.8797	111.398861
Bambu90	74.4	81.561989	88.8	742.8797	111.398861
Madera70	11.1	28.943084	46.7	742.8797	111.398861
Madera80	41.9	58.861472	75.8	742.8797	111.398861
Madera90	78.9	81.745883	84.6	742.8797	111.398861

Grafica no.7 esfuerzo a la flexión en probetas fabricadas con plástico reciclado y fibras de madera y bambú con formulaciones de 70%, 80% y 90%.

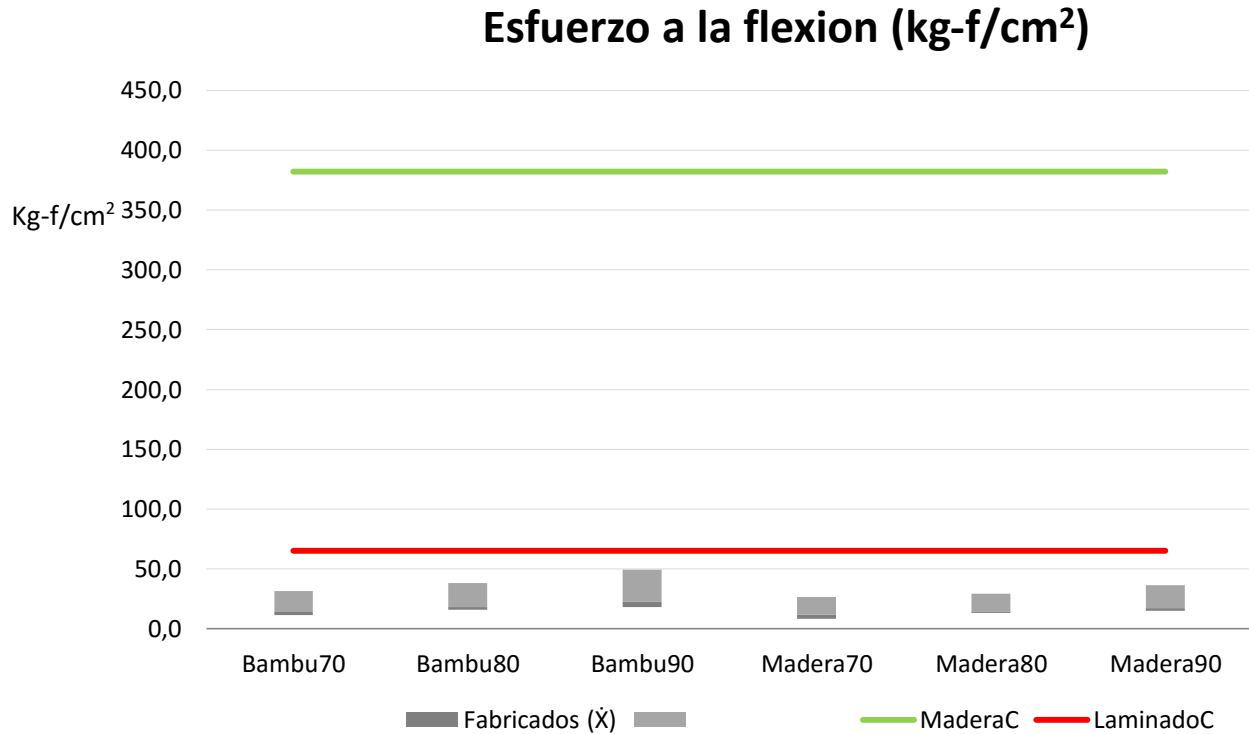


Tabla no.11 esfuerzo a la flexión en probetas de bambú y madera con formulaciones de 70%, 80% y 90%.

Formulación	Mínimo (X- \dot{s})	Fabricados (X)	Máximo (X+ \dot{s})	MaderaC	LaminadoC
Bambu70	11.6	14.4	17.2	382	65
Bambu80	15.9	18	20.1	382	65
Bambu90	18.0	22.5	27.0	382	65
Madera70	8.4	11.7	15.0	382	65
Madera80	13.2	14.2	15.2	382	65
Madera90	15.1	17.1	19.1	382	65

Grafica no.8 deformación de probetas fabricadas con plástico reciclado y fibras de madera y bambú con formulaciones de 70%, 80% y 90%.

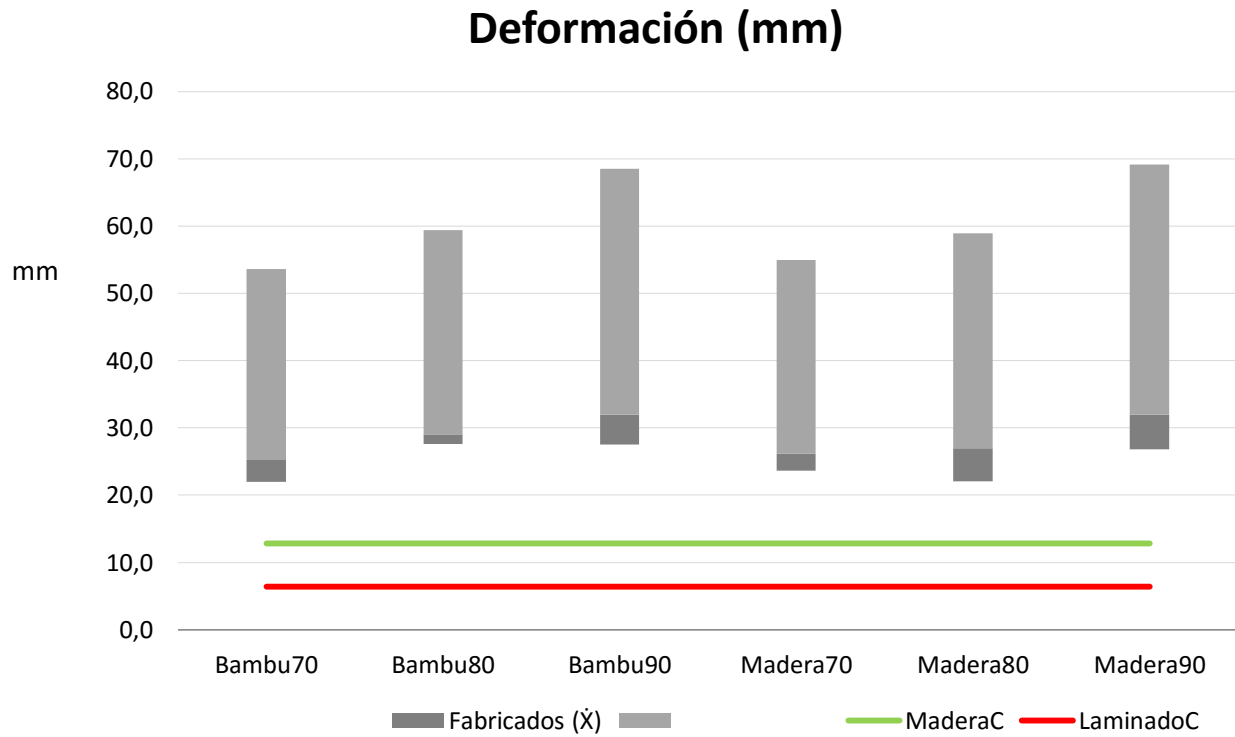


Tabla no.12 deformación en probetas de bambú y madera con formulaciones de 70%, 80% y 90%.

Formulación	Mínimo ($\bar{X}-s$)	Fabricados (\bar{X})	Máximo ($\bar{X}+s$)	MaderaC	LaminadoC
Bambu70	11.6	14.4	17.2	382	65
Bambu80	15.9	18	20.1	382	65
Bambu90	18.0	22.5	27.0	382	65
Madera70	8.4	11.7	15.0	382	65
Madera80	13.2	14.2	15.2	382	65
Madera90	15.1	17.1	19.1	382	65

3.3 Matriz de Resultados

En esta matriz se presentan los productos, resultados o hallazgos planteados en la propuesta de investigación y los resultados concretos u obtenidos en la investigación.

Objetivo Específico	Resultado Esperado	Resultado Obtenido
Caracterizar física y químicamente el aserrín y las fibras de bambú	Obtención de los contenidos de humedad lignina celulosa extraíbles y cenizas en las fibras naturales	Los valores correspondientes a cada una de las variables de la caracterización
Elaborar pisos de plástico reciclado variando el porcentaje de aserrín en la formulación, 30%, 20% y 10% respectivamente	Que las tres formulaciones puedan utilizarse en la fabricación de Piso de madera plástica con fibras naturales de madera	Piso de madera plástica con tres porcentajes diferentes de plástico con fibras naturales de madera
Elaborar pisos de plástico reciclado variando el porcentaje de bambú en la formulación, 30%, 20% y 10% respectivamente	Que las tres formulaciones puedan utilizarse en la fabricación de Piso de madera plástica con fibras naturales de bambú	Piso de madera plástica con tres porcentajes diferentes de plástico con fibras naturales de
Evaluar el porcentaje de absorción, contracción volumétrica, dureza, densidad y resistencia a la flexión estática, en los pisos elaborados con las distintas formulaciones de aserrín y bambú	Obtención de los valores para cada uno de los pisos elaborados con las dos fibras y las tres formulaciones	Los datos puntuales de cada una de las propiedades de todos los pisos elaborados con las distintas formulaciones de aserrín y bambú

3.4 Impacto esperado

Con los pisos de madera plástica elaborados se da una alternativa al sector de la construcción. Elaborando con productos de plástico recicladoañadiéndole fibras naturales como refuerzo, lo que fomenta el aprovechamiento de desechos agroindustriales como lo son el aserrín y el bambú

El principal impacto del proyecto radica sobre el sector de la construcción, el cual busca materiales alternativos con ventajas tanto económicas como ecológicas.

4. Análisis y discusión de resultados

El material compuesto fabricado a partir de mezclas de fibras naturales de aserrín y bambú presento las propiedades fisicoquímicas cuyos valores se muestran en la tabla No. 4, en dicha tabla se puede observar que propiedades como el porcentaje de humedad, porcentaje de extraíbles, porcentaje de lignina y porcentaje de celulosa fueron menores para las fibras de madera que para las fibras de bambú, en cuanto a la cenizas las fibras de bambú presentaron mayores valores que las fibras de madera, esto debido a una mejor combustión por parte de la madera, lo cual disminuye su cantidad de residuos en forma de ceniza.

En la gráfica número tres se muestra el comportamiento del porcentaje de contracción de los pisos elaborados clasificados según la fibra utilizada y el porcentaje de la misma en la formulación, también se muestra el comportamiento del porcentaje de contracción registrado en dos pisos comerciales: madera sólida y piso laminado de madera, los cuales sirvieron como muestras de control, se pudo observar que en los pisos comerciales examinados el porcentaje de contracción fue de un 7 % para el de madera sólida y un 6 % para el de madera laminada. De manera semejante la gráfica uno muestra que los porcentajes de contracción de los pisos de madera plástica con fibras de madera registran un menor porcentaje de contracción que los pisos de madera plástica elaborados con fibras de bambú, al analizar cada tipo de fibra por separado se observa un comportamiento semejante en el cual a mayor porcentaje de polímero menor es el porcentaje de contracción, dicho comportamiento se debe a las diferencias en la resistencia a la contracción conferidas por la mayor cantidad de polímero como material aglutinante.

En la gráfica número cuatro se puede observar el comportamiento del valor de densidad en función a la formulación y del tipo de fibra utilizada en el material compuesto, de igual forma se presentan los valores de la densidad de los pisos de madera sólida y madera laminada comerciales, se puede observar que las densidades del material compuesto fabricado con fibras de bambú y madera no presentan demasiada variación entre sí, situándose estos valores por encima de los registrados para los pisos comerciales de control, el de madera sólida alcanzo un valor de 0.8 gramos por centímetro cubico y 0.9 gramos por centímetro cubico para el piso de madera laminada; sin embargo el valor medio de la densidad para los pisos de material compuesto fabricados se encuentra dentro del rango de densidad definido por los pisos comerciales examinados. Lo anterior evidencia que no existe influencia significativa por parte de la formulación, tanto en contenido de polímero como en el de fibra utilizada, sobre la densidad.

En la gráfica número seis. El comportamiento del esfuerzo a la tensión se puede apreciar en el grafico 3, para cada una de las formulaciones de ambas fibras, bambú y madera, así mismo se muestra el comportamiento que tuvieron los dos pisos comerciales, madera sólida y madera laminada. Al hacer un análisis comparativo entre estos dos últimos se puede observar que el piso comercial de madera solida presento el mayor esfuerzo a la tensión con un valor de 700,

mientras que el piso laminado presento un valor de 100, este comportamiento evidencia la gran influencia que tiene la lignina como material aglomerante en la madera natural confiriéndole gran tenacidad y dureza.

En cuanto a los pisos fabricados de material compuesto se puede observar que los valores medios del esfuerzo a la tensión estuvieron por debajo del valor establecido para el piso de madera laminada, se puede observar que a mayor contenido de polímero hay mayor resistencia perpendicular traccionante, lo que significa que cualquier esfuerzo que lo quiera estirar tiene que ser mayor y que la naturaleza de la fibra no afecta el comportamiento del material en cuanto a esta propiedad.

En la gráfica número uno. Se puede observar el comportamiento de la humedad en función de la formulación y del tipo de fibra utilizada, así también se representan valores de humedad para los pisos comerciales de madera y laminados. En estos últimos se puede observar un valor de 9.5 % de humedad para la madera comercial y de 6.5% para el piso laminado, en cuanto a la humedad para los pisos de material compuesto tanto utilizando fibras de bambú como fibra de aserrín de madera se registraron porcentajes de humedad entre el 1% y el 6 % de humedad, lo anterior evidencia que el plástico como aglomerante le confiere propiedades hidrofóbicas al material compuesto. Al comparar los valores entre el tipo de fibra se observa que el material con fibras naturales de madera presenta un valor más alto de humedad y las de bambú un valor más bajo lo cual se debe a la naturaleza de la fibra de bambú la cual tiende a no retener humedad.

En la gráfica número dos. Se puede observar el comportamiento del porcentaje de absorción en función de la formulación y del tipo de fibra utilizado, también se muestra en dicha grafica los valores del porcentaje de absorción para los pisos de madera y laminados comerciales. En esta grafica se puede observar que el porcentaje de absorción tanto para el piso de madera como para el piso laminado presento el mismo valor, alrededor del 11 por ciento, mientras que los valores medios para los pisos fabricados con mezclas de fibras naturales y polímero tuvieron valores menores a los registrados para los pisos comerciales, se observaron valores entre 1.5 % y 4.5%, se puede observar que los pisos de madera se saturan en mayor medida que los de bambú ya que las fibras de bambú por su naturaleza capilar puede retener más agua que las fibras de madera. al contrario de las fibras de bambú partida con lo que ocurre con la humedad del ambiente donde se comportan de forma diferente y al aumentar el contenido de plástico la absorción disminuye

En la gráfica número siete. Se puede observar el comportamiento de la flexión en función de la formulación y del tipo de fibra utilizada, así también se representa los valores de la resistencia a la flexión para los pisos de madera y laminados comerciales. Los valores del esfuerzo a la flexión de los pisos comerciales de madera fue de 375 N, mientras que el piso laminado estuvieron alrededor de los 75 N, esto evidencia una gran diferencia en los esfuerzos entre el material laminado y los pisos de madera. En cuanto a los pisos de material compuesto

fabricados, se observa que los pisos fabricados de mezclas de fibras de madera y bambú con polímero tiene esfuerzos a la flexión más bajos que los correspondientes valores registrados en los pisos laminados comerciales, resultando medias de alrededor de 10 kilogramos fuerza por centímetro cuadrado lo que indica una gran flexibilidad debido a la presencia del polímero siendo las formulaciones con mayor contenido de plástico las que presentaron menor esfuerzo a la flexión

En la gráfica número ocho. Se puede observar el comportamiento de la deformación máxima en función de la formulación y del tipo de fibra utilizado como también se representa los valores de dicha propiedad para los pisos de madera y laminados comerciales. Los pisos comerciales de madera presentaron una deformación máxima de 15 milímetros mientras los pisos laminados de 8 milímetros esto indica que los pisos laminados son más rígidos que los pisos de madera. Si se observa el comportamiento de los pisos elaborados a base de mezclas de fibras naturales de bambú y de aserrín con polímero, se puede establecer de que solamente la formulación o contenido de polímero influye sobre la deformación y que dicha propiedad es independiente de fibra utilizada. Por otra parte también se puede observar que a medida que aumenta el contenido de polímero en la formulación el material soporta una mayor deformación.

En la gráfica número cinco Se puede observar el comportamiento de la dureza en función de la formulación y del tipo de fibra utilizado así como también los valores de dicha propiedad para los pisos de madera y laminados comerciales. Se puede observar que los pisos de madera comercial presentaron una dureza de aproximadamente 2250 lbf/pulg². Es importante mencionar que la dureza se comportó de forma similar en todas las muestras de pisos plásticos elaborados y no se vio afectado por el tipo de fibra ni por la variación de la formulación.

5. Conclusiones

En base al análisis fisicoquímico realizado se determinó que el porcentaje de humedad, porcentaje de extraíbles, porcentaje de lignina y porcentaje de celulosa fueron menores para las fibras de madera que para las fibras de bambú, en cuanto al contenido de cenizas, las fibras de bambú presentaron mayores valores que las fibras de madera.

La formulación que proporcionó el piso de madera plástica con mejores propiedades físico-mecánicas y fisicoquímicas fue el elaborado con la formulación del 80 por ciento

Los pisos de madera plástica fabricados con fibras de madera registran un menor porcentaje de contracción volumétrica que los pisos de madera plástica elaborados con fibras de bambú, al analizar cada tipo de fibra por separado se observa un comportamiento semejante en el cual a mayor porcentaje de polímero menor es el porcentaje de contracción volumétrica

Los valores medios del esfuerzo a la tensión registrado para los pisos de madera plástica estuvieron por debajo del valor establecido para el piso de madera laminada y que corresponde a 100 N.

Para el esfuerzo a la tensión, a mayor contenido de polímero hay mayor resistencia perpendicular traccionante, lo que significa que cualquier esfuerzo que se aplique para estirar tiene que ser mayor y que la naturaleza de la fibra no afecta el comportamiento del material en cuanto a esta propiedad.

Al evaluar las propiedades físico-mecánicas de los pisos de madera plástica fabricados se determinó que no existe influencia significativa por parte de la formulación, tanto en contenido de polímero como en el de fibra utilizada, sobre la densidad.

Los pisos de madera plástica obtenidos o fabricados de fibras de bambú presentaron un comportamiento similar a los pisos comerciales en las propiedades de

Los pisos de madera plástica fabricados a base de polietileno de baja densidad y de fibras de bambú presentaron las mejores características para lograr un acabado similar al de los pisos de madera

Recomendación

Según los resultados de humedad y absorción de los pisos fabricados superan a los pisos comerciales de madera laminada por lo que se recomiendan utilizarlos en exteriores sin mayor tratamiento

Se recomienda que los pisos sean utilizados para tráfico moderado

Debido a que los valores de densidad de los pisos fabricados es bastante bajas se puede utilizar los pisos como paneles para cielo falso

Se recomienda realizar estudios de propiedades fisicomecánicas en pisos para utilizarlos como tableros de aglomerantes

Se recomienda utilizar los pisos fabricados con fibras naturales de bambú para aplicaciones en las cuales el material deba estar sujeto a la humedad extremas

6. Referencias

1. [Alvarez, E. \(2003\). Ecoportal](http://www.ecoport.net/Temas_Especiales/Educacion_Ambiental/Aprovechando_los_Residuos_Madereros.[Sin Fecha]). Consultado el 12 de agosto de 2015, de: [http://www.ecoport.net/Temas_Especiales/Educacion_Ambiental/Aprovechando_los_Residuos_Madereros.\[Sin Fecha\]](http://www.ecoport.net/Temas_Especiales/Educacion_Ambiental/Aprovechando_los_Residuos_Madereros.[Sin Fecha])
2. American Society for Testing and Materials, ASTM D143-94 Standard Test Methods for Small Clear Specimens of Timber. Volumen 04.10 Estados Unidos de America: 2003. 31 págs.
3. Agroindustria. Recuperado el 15 de agosto de 2015 de: <http://es.wikipedia.org/wiki/Agroindustria>.
4. Biblioteca Luis Ángel Arango del Banco de la República. Tipos de pisos. Recuperado el 15 de agosto de 2015 de: <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/matcon/matcon16.htm>
5. El plástico. (2010). Recuperado el 03 de septiembre de 2015 de: <http://www.icarito.cl/enciclopedia/articulo/segundo-ciclo-basico/educacion-tecnologica/materias-primas/2009/12/72-1032-9-el-plastico.shtml>

6. MADERPLAST Guatemala. Madera Plástica. Recuperado el 16 de agosto de 2015 de: http://www.maderplast.com.gt/perfil_del_producto.html
7. Morales, E. (2006) *Manual de apoyo docente para desarrollar ensayos de laboratorio, relacionados con materiales de construcción*. Tesis de licenciatura. USAC. Guatemala.
8. PCA. Concrete Floors on Ground. Portland Cement Association, (1999) *Manual de Diseño y Construcción de Pisos Industriales*.
9. Pérez E. (2010). *Análisis de las propiedades físico-mecánicas para un sustituto de madera natural elaborado a base de plásticos reciclados*. Tesis de licenciatura. USAC. Guatemala.
10. Pérez M. (2008). *Elaboración de matrices de polímeros reciclados reforzados con fibras de la estopa del coco y determinación de sus propiedades físicas y mecánicas*. Tesis de licenciatura. USAC. Guatemala.
11. Rahal, M. (2013). *Estudio de factibilidad técnico, económico y financiero para la producción de compuestos de madera y plástico en Venezuela*. Tesis de grado, UCAB, Caracas, Venezuela.

7. Apéndice

7.1 Tabla de datos

Tabla no.13 porcentaje de humedad en probetas de bambú y madera con formulaciones de 70%, 80% y 90%.

No.	Bambú 70%	Bambú 80%	Bambú 90%	Madera 70%	Madera 80%	Madera 90%	Madera Control	Laminado Control
1	3.130	1.120	1.323	3.160	2.444	1.333	9.936	6.380
2	1.351	1.807	0.709	3.102	2.563	1.334	9.750	6.406
3	2.537	2.433	0.844	2.944	2.678	1.564	10.285	6.821
4	2.785	2.077	0.927	3.123	2.256	1.442	9.799	6.667
5	2.657	3.319	0.844	3.134	2.556	1.556	7.120	6.494

Tabla no.14 porcentaje de absorción en probetas de bambú y madera con formulaciones de 70%, 80% y 90%.

No.	Bambú 70%	Bambú 80%	Bambú 90%	Madera 70%	Madera 80%	Madera 90%	Madera Control	Laminado Control
1	2.078	1.120	3.731	3.963	3.514	2.130	11.142	9.876
2	5.400	1.807	0.709	5.496	2.482	1.197	10.650	12.535
3	4.958	2.433	0.844	5.684	3.676	1.533	10.660	12.884
4	8.545	2.077	0.927	4.376	7.567	0.949	10.624	13.647
5	2.936	3.319	0.844	5.330	2.387	1.753	10.488	5.265

Tabla no.15 porcentaje de contracción en probetas de bambú y madera con formulaciones de 70%, 80% y 90%.

No.	Bambú 70%	Bambú 80%	Bambú 90%	Madera 70%	Madera 80%	Madera 90%	Madera Control	Laminado Control
1	3	8	4	3	5	1	5	6
2	7	10	4	10	6	1	9	9
3	4	8	6	4	2	8	5	1
4	6	8	7	1	5	4	10	4
5	9	8	8	4	4	10	5	9

Tabla no.16 densidad en probetas de bambú y madera con formulaciones de 70%, 80% y 90%.

No.	Bambú 70%	Bambú 80%	Bambú 90%	Madera 70%	Madera 80%	Madera 90%	Madera Control	LaminadoControl
1	0.7698	0.8634	0.8709	0.8525	0.8583	0.8643	0.9335	0.7540
2	0.8311	0.8643	0.8897	0.7756	0.8996	0.9078	0.4442	0.9277
3	0.8630	0.8495	0.8465	0.7852	0.8712	0.9091	0.9719	0.9412
4	0.8377	0.8273	0.8776	0.7882	0.7876	0.9019	0.8042	0.9383
5	0.7801	0.8391	0.8115	0.8626	0.8952	0.8593	0.8575	0.9513

Tabla no.17 valores de dureza de probetas de bambú y madera con formulaciones de 70%, 80% y 90%, y penetración en cada probeta

No.	Bambu70%	Bambu80%	Bambu90%	Madera 70%	Madera 80%	Madera 90%	MaderaControl	LaminadoControl
1	1000	1000	1000	750	1000	1000	2000	2000
2	1000	1000	1000	1000	1000	1000	2000	2000
3	1000	1000	1000	1000	1000	1250	2000	2000
4	1000	1000	1000	1000	1000	1000	2250	1750
5	1000	1000	1000	1000	1000	1000	2250	2000

Tabla no.18 valores de penetración de probetas de bambú de 70%.

esfuerzo	Bambu70% Penetración (mm)					Promedio (mm)
	Probeta1	Probeta2	Probeta3	Probeta4	Probeta5	
0	0	0	0	0	0	0
250	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
500	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
750	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
1000	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4

Tabla no.19 valores de penetración de probetas de bambú de 80%.

esfuerzo	Bambu80% Penetración (mm)					Promedio (mm)
	Probeta1	Probeta2	Probeta3	Probeta4	Probeta5	
0	0	0	0	0	0	0
250	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
500	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
750	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
1000	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4

Tabla no.20 valores de penetración de probetas de bambú de 90%.

esfuerzo	Bambu90% Penetración (mm)					Promedio (mm)
	Probeta1	Probeta2	Probeta3	Probeta4	Probeta5	
0	0	0	0	0	0	0
250	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
500	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
750	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
1000	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4

Tabla no.21 valores de penetración de probetas de madera de 70%.

esfuerzo	Madera70% Penetración (mm)					Promedio (mm)
	Probeta1	Probeta2	Probeta3	Probeta4	Probeta5	
0	0	0	0	0	0	0
250	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
500	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
750	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
1000		0.4	0.4	0.4	0.4	0.32

Tabla no.22 valores de penetración de probetas de madera de 70%.

Madera80% Penetración (mm)						
esfuerzo	Probeta1	Probeta2	Probeta3	Probeta4	Probeta5	Promedio (mm)
0	0	0	0	0	0	0
250	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
500	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
750	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
1000	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4

Tabla no.23 valores de penetración de probetas de madera de 70%.

Madera90% Penetración (mm)						
esfuerzo	Probeta1	Probeta2	Probeta3	Probeta4	Probeta5	Promedio (mm)
0	0	0	0	0	0	0
250	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
500	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
750	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
1000	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4

Tabla no.24 valores de penetración de probetas de madera de control

Madera control Penetración (mm)						
esfuerzo	Probeta1	Probeta2	Probeta3	Probeta4	Probeta5	Promedio (mm)
0	0	0	0	0	0	0
250	0	0	0	0	0	0
500	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
750	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
1000	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
1250	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
1500	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

Tabla no.25 valores de penetración de probetas de madera laminada de control

esfuerzo	Laminado control Penetración (mm)					Promedio (mm)
	Probeta1	Probeta2	Probeta3	Probeta4	Probeta5	
0	0	0	0	0	0	0
250	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
500	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
750	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
1000	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
1250	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
1500	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

Tabla no.26 valores de penetración de probetas de madera de control

Tensión	Bambú 70%	Bambú 80%	Bambú 90%	Madera 70%	Madera 80%	Madera 90%	Madera Control	Laminado Control
Probeta1	19.279	79.720	77.534	9.863	35.128	84.449	768.379	112.853
Probeta2	54.882	80.412	78.392	20.837	50.434	77.355	456.621	121.127
Probeta3	47.711	42.379	85.549	18.176	59.697	80.754	793.001	103.699
Probeta4	35.603	61.925	92.095	49.011	71.096	83.519	1105.379	118.192
Probeta5	29.579	45.043	74.237	46.826	77.950	82.649	591.016	101.122

Tabla no.27esfuerzo a la flexión en probetas de bambú y madera con formulaciones de 70%, 80% y 90%.

Flexión	Bambú 70%	Bambú 80%	Bambú 90%	Madera 70%	Madera 80%	Madera 90%	Madera Control	Laminado Control
Probeta1	14.0	15.0	30.0	15.0	15.0	17.5	450.0	75.0
Probeta2	12.5	17.5	20.0	12.5	15.0	19.0	380.0	75.0
Probeta3	11.0	17.5	19.0	9.0	12.5	15.0	465.0	60.0
Probeta4	17.5	20.0	20.0	14.5	14.5	19.0	315.0	55.0
Probeta5	17.0	20.0	23.5	7.5	14.0	15.0	300.0	60.0

Tabla no.28 medidas de las probetas para determinar el volumen de equilibrio de todas las probetas analizadas

No. de probeta	Peso (g)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	Volumen de equilibrio (cm ³)
101	14.22	17.96	40.27	17.86	12.9172
102	14.44	19.29	40.43	18.10	14.1160
103	14.22	19.25	40.41	17.83	13.8698
104	11.59	17.64	40.35	15.93	11.3385
105	14.19	19.50	40.40	18.00	14.1804
201	6.45	21.67	40.92	8.23	7.2978
202	6.19	21.61	40.00	8.24	7.1226
203	6.38	21.65	40.56	8.23	7.2269
204	6.33	21.71	40.83	8.23	7.2952
205	6.37	21.53	40.64	8.23	7.2010
601 M	4.47	21.52	41.03	6.86	6.0571
602 M	5.43	21.65	41.10	7.08	6.2998
603 M	5.15	21.54	41.01	7.32	6.4661
604 M	5.39	21.46	41.07	6.94	6.1166
605 M	5.30	21.66	40.92	7.08	6.2751
701 M	5.26	21.66	41.38	6.81	6.1037
702 M	5.91	21.67	41.13	6.73	5.9983
703 M	5.33	21.59	40.95	6.73	5.9500
704 M	5.78	21.38	41.15	7.67	6.7479
705 M	5.03	21.68	40.92	6.15	5.4559
801 M	5.33	21.64	40.98	6.63	5.8795
802 M	6.16	21.56	41.08	7.57	6.7046
803 M	5.58	21.68	40.99	6.87	6.1051
804 M	4.94	21.36	41.12	6.37	5.5949
805 M	5.30	21.64	41.05	6.53	5.8007
901 M	5.53	21.57	40.97	6.92	6.1153
902 M	5.45	21.59	41.14	6.65	5.9066
903 M	5.62	21.54	41.09	7.13	6.3106
904 M	5.27	21.61	41.01	6.43	5.6984
905 M	4.96	21.61	40.87	6.16	5.4405
601 B	4.70	21.43	41.17	7.80	6.8817
602 B	4.73	21.66	40.99	8.34	7.4046
603 B	4.78	21.57	40.82	7.53	6.6300
604 B	5.26	21.72	41.02	7.39	6.5841
605 B	4.45	21.47	41.10	6.91	6.0975
701 B	5.00	21.71	41.12	7.06	6.3025

702 B	5.69	21.55	39.93	8.52	7.3313
703 B	5.48	21.49	41.13	7.18	6.3462
704 B	5.47	21.54	41.18	7.61	6.7502
705 B	4.74	21.47	40.96	6.77	5.9536
801 B	5.09	21.66	41.15	6.34	5.6508
802 B	5.32	21.68	41.01	6.64	5.9036
803 B	5.21	21.60	41.09	6.67	5.9199
804 B	4.73	21.64	40.99	6.04	5.3576
805 B	5.10	21.42	41.04	6.53	5.7403
901 B	5.72	21.61	41.08	7.17	6.3650
902 B	4.99	21.62	41.03	6.17	5.4732
903 B	5.83	21.66	40.74	7.24	6.3887
904 B	5.20	21.57	41.05	6.60	5.8439
905 B	4.75	21.31	41.01	6.60	5.7678

Tabla no.29 medidas de las probetas para determinar el volumen de saturado de todas las probetas analizadas

No. de probeta	Peso saturado (g)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	Volumen saturado (cm ³)
101	15.81	21.51	41	19.63	17.3118
102	15.85	21.51	40.64	19.7	17.2210
103	16.01	21.53	40.65	19.71	17.2500
104	12.89	21.67	41.01	19.53	17.3560
105	15.77	21.64	40.14	19.25	16.7211
201	8.18	18.88	40.35	8.96	6.8257
202	7.97	19.01	40.45	8.91	6.8513
203	7.9	18.85	40.4	8.92	6.7929
204	7.99	18.85	40.39	8.99	6.8445
205	7.63	18.43	40.39	8.7	6.4761
601 M	5.18	41.1	41.1	6.84	11.5541
602 M	5.8	21.58	41.11	7.39	6.5560
603 M	5.08	21.7	41.07	7.7	6.8623
604 M	5.83	21.65	41.14	7.05	6.2793
605 M	5.8	21.68	41.18	7.09	6.3298
701 M	5.55	21.73	41.35	6.73	6.0471
702 M	5.51	21.68	41.17	6.86	6.1230
703 M	5.56	21.76	41.1	6.76	6.0457
704 M	5.97	21.6	41.27	7.68	6.8461

705 M	5.26	21.22	41.01	6.08	5.2910
801 M	5.49	21.69	40.96	6.64	5.8991
802 M	6.32	21.67	41.22	7.51	6.7082
803 M	5.67	21.61	41.07	6.89	6.1150
804 M	5.26	21.21	41.19	6.35	5.5476
805 M	5.46	21.69	41.11	6.36	5.6710
901 M	5.56	21.52	40.88	6.99	6.1493
902 M	5.47	21.61	41.09	6.73	5.9759
903 M	5.68	21.55	41.02	7.03	6.2143
904 M	5.28	21.6	41.1	6.43	5.7082
905 M	4.97	21.64	40.75	6.16	5.4320
601 B	5.61	21.08	41.24	7.78	6.7634
602 B	5.57	21.75	41.12	8.47	7.5752
603 B	5.15	21.74	41.26	6.85	6.1443
604 B	5.64	21.71	41.06	7.62	6.7925
605 B	5.78	21.49	41.05	7.50	6.6162
701 B	5.41	21.72	41.16	7.18	6.4188
702 B	6.25	21.63	39.66	8.63	7.4032
703 B	5.73	21.61	41.38	7.25	6.4831
704 B	5.77	21.59	41.33	7.71	6.8797
705 B	5.13	21.55	40.91	7.01	6.1800
801 B	5.13	21.71	41.01	6.31	5.6179
802 B	5.41	21.57	40.49	6.67	5.8253
803 B	5.30	21.68	41.13	6.53	5.8227
804 B	4.71	21.68	41.01	6.04	5.3701
805 B	5.12	21.54	41.25	6.66	5.9175
901 B	5.71	21.53	41.06	7.18	6.3472
902 B	5.08	21.66	40.98	7.53	6.6838
903 B	5.94	21.52	40.77	7.31	6.4135
904 B	5.28	21.43	41.05	6.53	5.7444
905 B	4.88	21.45	41.18	6.03	5.3263

Tabla no.30 humedad de los pisos fabricados con diferentes formulaciones de bambú

No.	Equilibrio (g)	Saturado (g)	% humedad
901	67.00	67.88	1.3238
902	64.84	65.30	0.7094
903	72.25	72.86	0.8442
904	67.94	68.57	0.9272
905	60.42	60.93	0.8440
801	63.39	64.10	1.1200
802	66.96	68.17	1.8070
803	66.97	68.60	2.4339
804	59.68	60.92	2.0777
805	62.96	65.05	3.3195
701	60.13	61.38	2.0788
702	64.81	68.31	5.4004
703	62.32	65.41	4.9582
704	64.36	69.86	8.5456
705	56.87	58.54	2.93652189
601	63.50	66.6	4.88188976
602	66.14	70.17	6.09313577
603	66.25	77.95	17.6603774
604	66.74	75.09	12.5112376
605	66.18	75.37	13.8863705

Tabla no.31 humedad de los pisos fabricados con diferentes formulaciones de madera

No.	Equilibrio (g)	Saturado (g)	% humedad
901	38.02	38.83	2.1304
902	67.63	68.44	1.1976
903	70.43	71.51	1.5334
904	66.32	66.95	0.9499
905	58.17	59.19	1.7534
801	62.02	64.2	3.5149
802	70.10	71.84	2.4821
803	67.19	69.66	3.6761
804	62.64	67.38	7.5670
805	52.36	53.61	2.3873
701	63.33	65.84	3.9633
702	73.32	77.35	5.4964
703	75.82	80.13	5.6845
704	70.61	73.7	4.3761
705	63.78	67.18	5.3308
601	62.20	70.57	13.4565
602	69.59	90.78	30.4497
603	59.21	76.43	29.0829
604	62.81	75.43	20.0923
605	59.70	70.01	17.2696

Tabla no.32 humedad de los pisos comerciales de madera

No.	Equilibrio (g)	Saturado (g)	% humedad	Laminado	Equilibrio (g)	Saturado (g)	% humedad
1	132.82	147.62	11.1429	1	75.94	83.44	9.8762
2	132.58	146.70	10.6501	2	74.27	83.58	12.5353
3	134.99	149.38	10.6600	3	75.44	85.16	12.8844
4	132.43	146.50	10.6244	4	75.03	85.27	13.6478
5	130.81	144.53	10.4884	5	75.40	79.37	5.2652

Tabla no.33valores para determinar el esfuerzo del ensayo de flexión

No. de probeta	Altura (mm)	Base (mm)	Carga (Kg-f)	Deformación (mm)	Luz (cm)
101	76.48	9.33	450.0	12	18
102	74.28	9.79	380.0	15	18
103	73.57	9.31	465.0	17	18
104	75.40	9.49	315.0	10	18
105	75.64	9.30	300.0	10	18
201	74.49	8.10	75.0	5	18
202	75.57	8.06	75.0	5	18
203	76.07	8.25	60.0	3	18
204	75.73	8.24	55.0	8	18
205	74.27	8.21	60.0	11	18
601 M	74.85	7.77	10.0	21	18
602 M	75.06	7.75	5.0	30	18
603 M	75.02	7.36	65.0	25	18
604 M	75.33	7.26	75.0	23	18
605 M	75.82	7.00	6.0	25	18
701 M	74.77	6.37	15.0	0	18
702 M	75.52	6.20	12.5	25	18
703 M	75.05	6.15	9.0	30	18
704 M	75.18	7.13	14.5	0	18
705 M	75.79	6.89	7.5	23	18
801 M	77.73	6.36	15.0	28	18
802 M	74.87	6.61	15.0	22	18
803 M	75.32	6.80	12.5	35	18
804 M	74.75	6.73	14.5	25	18
805 M	75.76	5.76	14.0	25	18
901 M	75.24	6.81	17.5	34	18
902 M	75.06	7.30	19.0	25	18
903 M	75.25	5.62	15.0	39	18
904 M	75.37	6.60	19.0	30	18
905 M	75.95	6.83	15.0	32	18
601 B	75.03	7.47	4.0	25	18
602 B	75.04	7.33	12.5	25	18
603 B	75.00	7.23	9.0	20	18
604 B	74.92	8.33	2.5	20	18
605 B	75.12	8.35	9.0	30	18
701 B	74.91	8.56	14.0	25	18

702 B	74.82	6.73	12.5	30	18
703 B	74.91	6.92	11.0	21	18
704 B	74.80	7.43	17.5	25	18
705 B	75.96	6.38	17.0	25	18
801 B	75.03	6.07	15.0	30	18
802 B	74.89	6.33	17.5	0	18
803 B	74.83	6.75	17.5	27	18
804 B	74.91	6.53	20.0	30	18
805 B	75.79	7.83	20.0	30	18
901 B	74.96	6.31	30.0	25	18
902 B	75.03	7.44	20.0	37	18
903 B	75.69	6.19	19.0	31	18
904 B	74.89	6.67	20.0	33	18
905 B	75.58	6.73	23.5	0	18

Tabla no.33 valores para determinar el esfuerzo del ensayo de tensión

No. de probeta	l (mm)	h (mm)	área(cm ²)	Carga(Kg-f)	Esfuerzo (Kg-f / cm ²)
101	12.45	7.84	0.976	750	768.3796
102	12.00	8.03	0.963	440	456.6210
103	14.24	7.97	1.134	900	793.0018
104	13.57	7.50	1.017	1125	1105.3795
105	14.10	7.80	1.099	650	591.0165
201	13.16	8.08	1.063	120	112.8532
202	13.25	8.10	1.073	130	121.1274
203	11.92	8.09	0.964	100	103.6991
204	13.22	8.00	1.057	125	118.1921
205	14.18	8.02	1.137	115	101.1223
601 M	13.30	6.47	0.860	12	13.9452
602 M	13.73	9.07	1.245	16	12.8481
603 M	14.39	6.60	0.949	15	15.7937
604 M	14.29	6.35	0.907	10	11.0203
605 M	16.29	6.62	1.078	13	12.0549
701 M	14.22	7.13	1.013	10	9.8630
702 M	13.91	6.90	0.959	20	20.8378
703 M	16.37	7.73	1.265	23	18.1760
704 M	13.53	7.54	1.020	50	49.0118
705 M	16.71	6.39	1.067	50	46.8266

801 M	13.95	6.53	0.910	32	35.1287
802 M	13.63	7.71	1.050	53	50.4342
803 M	14.89	6.75	1.005	60	59.6970
804 M	13.57	6.53	0.886	63	71.0963
805 M	15.82	4.46	0.705	55	77.9509
901 M	13.65	6.94	0.947	80	84.4496
902 M	12.67	6.53	0.827	64	77.3553
903 M	16.94	7.31	1.238	100	80.7549
904 M	13.51	7.09	0.957	80	83.5195
905 M	14.70	5.35	0.786	65	82.6498
601 B	13.03	7.13	0.929	12	12.9165
602 B	14.12	8.22	1.160	20	17.2315
603 B	14.53	7.42	1.078	17	15.7681
604 B	15.33	7.63	1.169	3	2.5648
605 B	14.23	6.20	0.882	33	37.4039
701 B	14.23	7.29	1.037	20	19.2795
702 B	13.98	7.82	1.093	60	54.8829
703 B	13.61	6.93	0.943	45	47.7112
704 B	14.92	7.53	1.123	40	35.6037
705 B	14.94	7.92	1.183	35	29.5795
801 B	12.82	6.36	0.815	65	79.7201
802 B	14.48	7.30	1.057	85	80.4132
803 B	15.04	7.06	1.061	45	42.3799
804 B	14.56	6.10	0.888	55	61.9257
805 B	14.85	5.98	0.888	40	45.0435
901 B	13.14	6.38	0.838	65	77.5349
902 B	14.31	6.24	0.892	70	78.3923
903 B	15.32	7.63	1.168	100	85.5493
904 B	14.42	7.53	1.085	100	92.0957
905 B	14.79	5.92	0.875	65	74.2375

Tabla no.34 medidas de las probetas para determinar el volumen y la densidad de los pisos comerciales

No.	Peso gramos	a	b	c	d	l	Volumen mm ³	Densidad
M1	63.26	35.64	35.75	8.28	8.05	23.25	67.762	0.9335
M2	29.74	36.52	35.86	8.21	7.75	23.18	66.942	0.4442
M3	62.18	35.71	34.91	7.91	7.81	23.05	63.972	0.9719
M4	48.58	34.98	34.1	7.71	7.51	22.98	60.402	0.8042
M5	54.56	34.57	34.28	8.41	7.64	23.03	63.622	0.8575
L1	47.02	36.54	35.23	7.54	7.57	23.00	62.355	0.7540
L2	63.24	35.6	35.86	8.21	8.25	23.18	68.162	0.9277
L3	63.62	36.09	35.77	8.12	8.09	23.21	67.590	0.9412
L4	63.06	35.47	35.53	8.17	8.15	23.20	67.205	0.9383
L5	64.79	36.09	36.51	8.27	7.91	23.19	68.101	0.9513

Tabla no.35 medidas de las probetas para determinar el volumen y la densidad de los pisos fabricados de madera con las diferentes formulaciones

No.	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	L (mm)	Volumen (mm ³)	Densidad (g/cm ³)	A (mm)
601	0.55	7.58	7.97	7.25	6.83	929.030	688.179	0.7992
602	0.55	5.44	6.74	8.19	7.22	929.030	640.798	0.8583
603	0.54	7.92	7.00	6.01	7.70	929.030	664.953	0.8120
604	0.54	7.05	7.22	8.77	8.64	929.030	735.792	0.7339
605	0.57	8.16	5.79	7.85	10.71	929.030	755.069	0.7548
701	0.54	7.23	6.58	6.88	6.58	929.030	633.366	0.8525
702	0.53	6.99	7.75	7.17	7.51	929.030	683.301	0.7756
703	0.53	7.10	7.45	7.11	7.40	929.030	674.940	0.7852
704	0.53	7.15	7.29	7.25	7.26	929.030	672.385	0.7882
705	0.56	6.97	7.96	7.01	6.01	929.030	649.159	0.8626
801	0.56	7.40	6.89	6.27	7.53	929.030	652.411	0.8583
802	0.56	6.43	7.61	6.53	6.23	929.030	622.450	0.8996
803	0.55	7.25	6.42	6.87	6.64	929.030	631.276	0.8712
804	0.50	6.39	6.95	6.89	7.10	929.030	634.760	0.7876
805	0.53	5.55	4.77	7.31	7.86	929.0304	592.024	0.8952
901	0.53	6.73	7.10	6.89	5.68	929.0304	613.160	0.8643
902	0.54	5.43	6.15	7.05	6.98	929.0304	594.811	0.9078
903	0.53	6.28	5.62	6.46	6.74	929.0304	582.966	0.9091
904	0.53	6.25	6.30	6.25	6.50	929.0304	587.611	0.9019
905	0.57	5.49	5.76	8.70	8.61	929.0304	663.327	0.8593

Tabla no.36 medidas de las probetas para determinar el volumen y la densidad de los pisos fabricados de bambú con las diferentes formulaciones

	peso Kg	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	L (mm)	Volumen (mm ³)	Densidad (g/cm ³)
601	0.53	8.58	7.62	7.39	6.98	929.030	710.011	0.7464
602	0.55	8.02	7.77	6.58	6.52	929.030	670.992	0.8196
603	0.53	7.07	6.83	7.54	7.1	929.030	662.863	0.7995
604	0.53	6.98	7.01	7.42	7.2	929.030	664.488	0.7976
605	0.53	8.31	6.47	7.42	5.92	929.030	653.108	0.8115
701	0.56	7.68	8.44	8.18	7.02	929.030	727.430	0.7698
702	0.55	6.26	6.26	8.51	7.46	929.030	661.701	0.8311
703	0.53	7.08	6.52	6.23	6.61	929.030	614.089	0.8630
704	0.53	6.89	7.01	6.45	6.89	929.030	632.669	0.8377
705	0.53	7.05	8.76	7.52	5.92	929.030	679.353	0.7801
801	0.52	6.53	6.06	6.73	6.61	929.030	602.243	0.8634
802	0.53	6.27	6.21	6.46	7.46	929.030	613.160	0.8643
803	0.53	6.78	6.36	6.94	6.78	929.030	623.843	0.8495
804	0.53	6.44	6.56	7.59	6.99	929.030	640.566	0.8273
805	0.55	7.65	7.84	6.98	5.75	929.030	655.430	0.8391
901	0.55	7.3	6.42	6.68	6.79	929.030	631.508	0.8709
902	0.54	7.77	6	5.9	6.46	929.030	606.889	0.8897
903	0.51	5.32	6.05	7.38	7.19	929.030	602.476	0.8465
904	0.52	7.31	6.61	5.16	6.43	929.030	592.489	0.8776
905	0.53	7.48	6.04	6.88	7.72	929.030	653.108	0.8115

7.2 Fotografías



Acondicionamiento de las fibras naturales en el molino



Acondicionamiento de las fibras naturales en el molino



Aserrín saliendo por el molino después de la molienda



Tamizado del aserrín para dejarlo al tamaño de partícula deseado



Realización de pruebas preliminares para la fabricación de los pisos



Determinación de la presión adecuada para la fabricación de los pisos



Armado del equipo de extracción para determinar la cantidad de extraíbles



Armado del equipo de extracción para determinar la cantidad de extraíbles



Dedal de celulosa colocado en el equipo de extracción



Reactivo y dedales para la extracción



Pesado de los dedales de celulosa



Dedales de celulosa



Balanza de humedad y balanza analítica



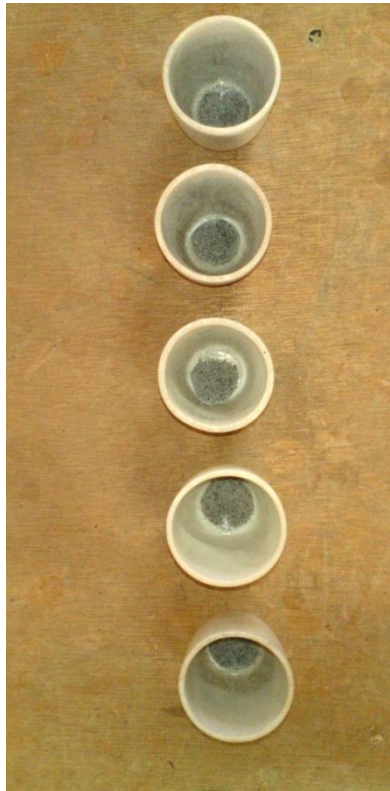
Aserrín utilizado en la extracción



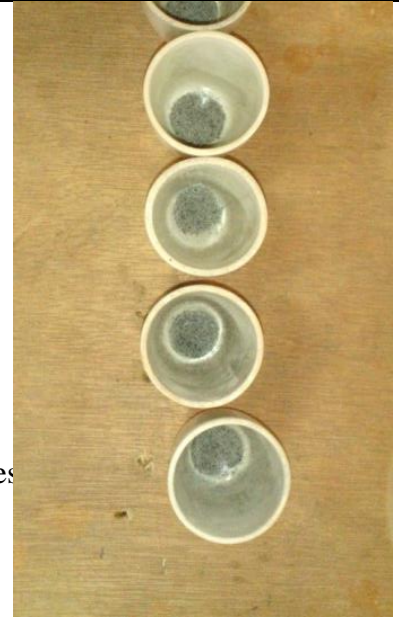
Determinación de lignina



Equipo utilizado para determinar el contenido de cenizas



Crisoles con cenizas de madera



Crisoles



Pesado del aserrín para los elaborar los pisos de madera



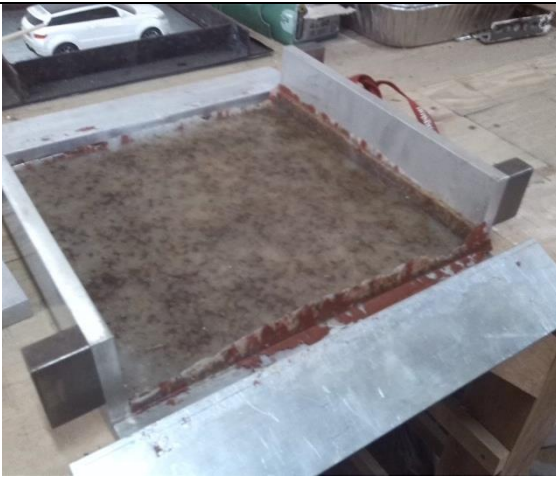
Peso del plástico para elaborar los pisos de madera



Colocación del plástico en los moldes



Plástico con aserrín en los moldes



Piso de madera plástica recién sacado del horno en el molde de aluminio



Piso de madera plástica ya desmoldado



Probetas para determinar la humedad en pisos de madera laminada



Probetas para determinar la humedad en pisos de madera solida



Determinación de la humedad con la balanza de humedad



Determinación de la humedad con la balanza de humedad



Medición de las medidas de las probetas de los pisos laminados



Medición del ancho de las probetas de los pisos de madera



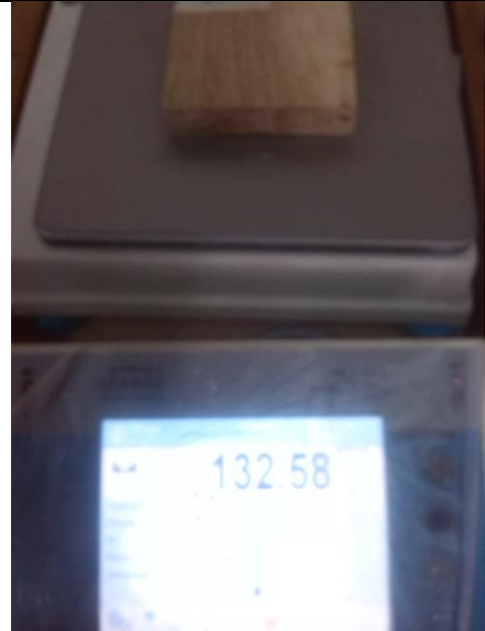
Medición del ancho de las probetas de los pisos laminados



Probetas de madera laminadas



Probetas sumergidas en agua para la prueba de absorción



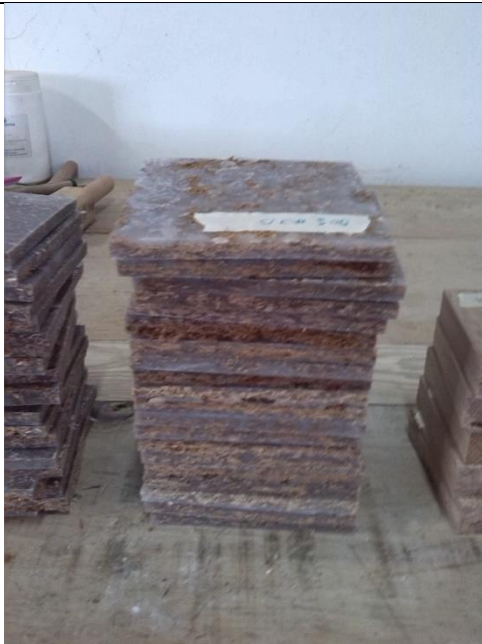
Pesado de las probetas para la prueba de absorción de los pisos de madera



Pesado de las probetas para la prueba de absorción de los pisos laminados



Probetas de pisos de madera plástica de madera para la prueba de absorción



Probetas de pisos de madera plástica de bambú para la prueba de absorción



Corte de los pisos de madera plástica de madera para la prueba de flexión



Corte de los pisos de madera plástica de madera para la prueba de contracción volumétrica



Corte de los pisos de madera plástica de bambú para la prueba de contracción volumétrica



Corte de los pisos de madera plástica de bambú para la prueba de flexión



Pisos fabricados de madera plástica



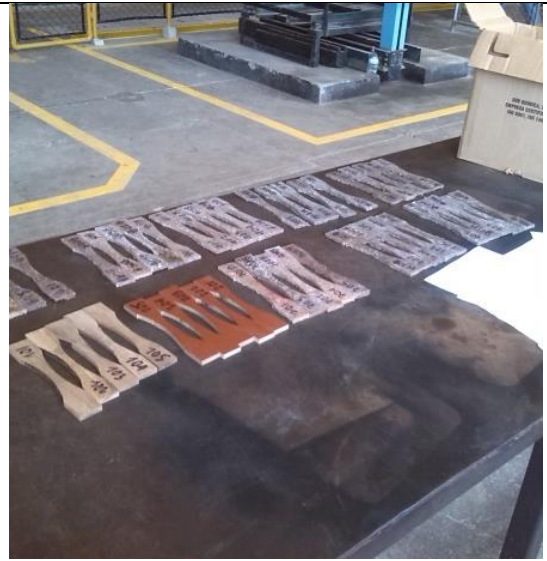
Peso de los pisos de madera plástica de bambú



Peso de los pisos de madera plástica de madera



Probetas de los pisos fabricados para realización de la prueba de tensión



Probetas para realización de la prueba de tensión



Piso fabricados con aserrín de madera



Pisos fabricados con aserrín de bambú



Corte de las probetas de tensión de los pisos fabricados



Corte de las probetas de tensión de los pisos comerciales



Probetas para la prueba de contracción volumétrica de los pisos comerciales



Levantamiento de los pisos de madera plástica de bambú

Probetas para la prueba de contracción volumétrica



Levantamiento de los pisos de madera plástica de madera



Ensayo de dureza yanka



Ensayo de dureza yanka a los pisos de madera plástica



Probetas de madera plástica de bambú para la prueba de densidad



Probetas de pisos de madera y madera laminada para la prueba de densidad



Determinación del largo de las probetas para el ensayo de densidad



Determinación del largo de las probetas de madera plástica



Peso de las probetas para determinar la densidad de los pisos de madera



Peso de las probetas para determinar la densidad de los pisos de laminado

8.

ORDEN DE PAGO

**LISTADO DE TODOS LOS INTEGRANTES DEL EQUIPO DE INVESTIGACIÓN
CONTRATADOS POR LA DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN**

Nombre	Categoría	Registro de Personal	Pago	
			SI	NO
Ing. Mauricio Rivera	Investigador	20141714	X	
Inga. Fabiola Ramírez	Investigador	20100287	X	
Br. Jesiel Enriquez	Auxiliar de investigación I	20061071	X	

Nombre	Firma
Ing. Mauricio Rivera	
Inga. Fabiola Ramírez	
Br. Jesiel Enriquez	

Ing. Jorge Emilio Godínez Lemus

Coordinador del Proyecto de investigación

firma

Inga. Liuba María Cabrera de Villagrán

Coordinador del Programa Universitario

firma

Vo.Bo. Ing. Julio Rufino Salazar

Coordinador General de Programas

firma