



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE

DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y

CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE ARQUITECTURA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

ARQUITECTA

TEMA

**PROTOTIPO DE PANEL A PARTIR DE FIBRA DE ESTOPA DE COCO Y
CASCARILLA DE ARROZ PARA EL ÁREA DE LA CONSTRUCCION**

TUTOR

MSC. ARQ. CESAR ALBERTO ALTAMIRANO MERA

AUTOR

ERIKA VIZCAÍNO PERLAZA

GUAYAQUIL

2023



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	
Prototipo de Panel a partir de Fibra de Estopa de Coco y Cascarilla de Arroz para el Área de la Construcción	
AUTOR: Erika Vizcaíno Perlaza	REVISORES O TUTORES: Msc. Arq. Cesar Alberto Altamirano Mera
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	GRADO OBTENIDO: Tercer Nivel
FACULTAD: Ingeniería, Industria Y Construcción	CARRERA: Arquitectura
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2023	N. DE PAGS: 91
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción	
PALABRAS CLAVE: fibra de coco, cascarilla de arroz, materia orgánica, desecho.	
RESUMEN: <p>El presente proyecto tuvo como finalidad diseñar un nuevo material, un panel con la utilización de materias orgánicas como la fibra de estopa de coco y cascarilla de arroz, siendo considerados estos como desechos sin ser tomados en cuenta en el área de la construcción, la reutilización de estos elementos contribuiría al medio ambiente, además se espera que ayude a generar nuevas fuentes de empleo gracias a la facilidad de adquisición que tiene la materia prima para la elaboración de este producto. Para su elaboración fue necesaria la experimentación con diferentes dosificaciones tanto de las materias orgánicas como de los aglutinantes, se usaron tres diferentes tipos de aglutinante, como lo son la cola blanca, almidón de yuca y resina de poliéster, también se experimentó con los diferentes tamaños de la fibra de estopa de coco como también de la cascarilla de arroz, todo esto fue necesario para obtener una mezcla homogénea y un prototipo final cuyo propósito es ser usado en ambientes interiores. Como resultado de la experimentación se presentan los cinco prototipos más</p>	

relevantes, siendo el prototipo final el que mejor características físicas presentó. Para demostrar sus propiedades dicho panel fue sometido a pruebas de compresión, absorción al agua y resistencia al calor.

N. DE REGISTRO (en base de datos):			N. DE CLASIFICACIÓN:		
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):					
ADJUNTO PDF:		(X) SI		() NO	
CONTACTO CON AUTOR: Erika Vizcaíno Perlaza		TELEFONO: 0998672029		E-MAIL: evizcainop@ulvr.edu.ec	
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:		NOMBRE: Mgtr. Ing. Milton Gabriel Andrade Laborde Decano de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción TELEFONO: 2596500 Ext. 260 E-MAIL: mandradel@ulvr.edu.ec NOMBRE: Mgtr. Arq. Lissette Carolina Morales Robalino Directora de Carrera de Arquitectura TELEFONO: 2596500 Ext. 260 E-MAIL: lmoralesr@ulvr.edu.ec			

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD ACADÉMICA

"Prototipo de panel a partir de fibra de estopa de coco y cascarilla de arroz para el área de la construcción".

INFORME DE ORIGINALIDAD

3%	3%	0%	1%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.umsa.bo Fuente de Internet	<1 %
2	ciencia.lasalle.edu.co Fuente de Internet	<1 %
3	rree.cedia.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
4	dle.rae.es Fuente de Internet	<1 %
5	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
6	Sabrina Angeletti, Patricia M Cervellini, Leticia Lescano. "Burrowing activity of the Neohelice granulata crab (Brachyura, Varunidae) in southwest Atlantic intertidal areas", Ciencias Marinas, 2018 Publicación	<1 %
7	de.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %

Firma:



Mgr. Arq. César Alberto Altamirano Mera

C.C. 0924317928

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS
PATRIMONIALES

El estudiante egresad **ERIKA VIZCAÍNO PERLAZA**, declara bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, **PROTOTIPO DE PANEL A PARTIR DE FIBRA DE ESTOPA DE COCO Y CASCARILLA DE ARROZ PARA EL ÁREA DE LA CONSTRUCCIÓN**, corresponde totalmente a el suscrito y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cede los derechos patrimoniales y de titularidad a la **Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil**, según lo establece la normativa vigente.

Autor

Firma:



Erika Vizcaíno Perlaza

C.C. 0503950842

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación **PROTOTIPO DE PANEL A PARTIR DE FIBRA DE ESTOPA DE COCO Y CASCARILLA DE ARROZ PARA EL ÁREA DE LA CONSTRUCCIÓN**, designado por el Consejo Directivo de la Facultad de ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: **PROTOTIPO DE PANEL A PARTIR DE FIBRA DE ESTOPA DE COCO Y CASCARILLA DE ARROZ PARA EL ÁREA DE LA CONSTRUCCIÓN**, presentado por la estudiante **ERIKA VIZCAÍNO PERLAZA** como requisito previo, para optar al Título de **ARQUITECTA**, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:



MSc. Arq. César Alberto Altamirano Mera
C.C. 0924317928

AGRADECIMIENTO

A mi familia y a mí.

Erika Vizcaíno Perlaza

DEDICATORIA

A mi familia.

Erika Vizcaíno Perlaza

INDICE GENERAL

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA.....	II
CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD ACADÉMICA.....	IV
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	V
PATRIMONIALES.....	V
CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR.....	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
DEDICATORIA.....	VIII
INDICE GENERAL.....	IX
INDICE DE TABLAS	XI
INDICE DE FIGURAS.....	XII
INDICE DE ANEXOS.....	XV
INTRODUCCION	1
CAPITULO I.....	2
DISEÑO DE LA INVESTIGACION	2
CAPITULO II	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Marco Teórico Referencial.....	5
2.1.1 Antecedentes	12
2.1.2 Paneles.....	12
2.1.3 Tipos de paneles o tableros de madera.....	13
2.1.4 Las fibras	16
2.1.5 Fibras naturales vegetales.....	17
2.1.6 El coco (Cocos nucifera).....	17
2.1.7 El arroz (Oryza sativa)	21
2.1.8 Aserrín.....	24

2.1.9 Aglutinantes	24
2.2 Marco Legal	25
CAPITULO III	29
MARCO METODOLOGICO	29
3.1 Enfoque	29
3.2 Alcance de la investigación.....	29
3.3 Técnicas e instrumentos para obtener datos.....	29
3.4 Población y muestra	29
3.5 Propuesta a generar	35
3.6 Pruebas experimentales	53
CONCLUSIONES	61
RECOMENDACIONES	63
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	64
ANEXOS.....	68

INDICE DE TABLAS

Tabla 1:Línea de investigación de la facultad.....	4
Tabla 2: Composición química de la fibra de coco.....	20
Tabla 3: Propiedades físicas de la fibra de coco.	20
Tabla 4: Composición de la cascarilla de arroz.....	24
Tabla 5:Chapas de uso corriente. requisitos.....	26
Tabla 6: Prototipo PFCYCA 01	42
Tabla 7: Prototipo PFCYCA 02	43
Tabla 8: Prototipo PFCYCA 03	47
Tabla 9: Prototipo PFCYCA 04	48
Tabla 10: Prototipo PFCYCA 05	52
Tabla 11: Resultados de la prueba a compresión	58
Tabla 12: Prueba de absorción al agua.....	58
Tabla 13: Presupuesto referencial	59

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Fibra de coco.....	5
Figura 2:Fibra de coco en muro de madera.....	6
Figura 3:Panel a base de aserrín y estopa de coco.	7
Figura 4: Prototipo panel a base de fibra de vidrio y estopa de coco.....	7
Figura 5: Panel en base a tallos de plantas de sorgo, trigo y aserrín.....	8
Figura 6: Panel contrachapado a partir de hojas de choclo y cáscara de palma africana.....	10
Figura 7: Proceso prototipo panel de cáscara de maní y fibra de plátano.....	10
Figura 8: Panel tipo sanduche a base de residuos de fibra de coco.....	11
Figura 9: Tablero aglomerado.....	11
Figura 10: Tablero macizo o alistonado.....	13
Figura 11: Tablero aglomerado.....	13
Figura 12: Tablero de MDF.....	14
Figura 13: Tablero contrachapado.....	14
Figura 14: Tablero tricapa.....	15
Figura 15: Tablero OSB.....	15
Figura 16: Micro laminado.....	16
Figura 17: Componentes básicos que forman las fibras naturales.....	17
Figura 18: Cosecha de coco.....	19
Figura 19: Muestra 01.....	30
Figura 20: Muestra 02.....	30
Figura 21: Muestra 03.....	30
Figura 22: Muestra 04.....	31
Figura 23:Muestra 05.....	31
Figura 24: Muestra 06.....	31
Figura 25:Muestra 07.....	32
Figura 26:Muestra 08.....	32

Figura 27:Muestra 09	33
Figura 28:Muestra 10	33
Figura 29:Muestra 11	33
Figura 30:Muestra 12	34
Figura 31:Muestra 13	34
Figura 32:Muestra 14	35
Figura 33:Recolección de desechos del coco	36
Figura 34: Limpieza de estopa de coco	36
Figura 35:Cascarilla de arroz	37
Figura 36: Aserrín	37
Figura 37: Fibra de coco seca.....	39
Figura 38: Cascarilla de arroz triturada.....	39
Figura 39:Aserrín cernido	40
Figura 40: Cortado elaboración del molde.....	40
Figura 41:Elaboración del molde	41
Figura 42: Molde cubierto de papel aluminio	41
Figura 43: Molde cubierto de papel encerado.....	41
Figura 44: Mezcla de los materiales.....	42
Figura 45: Prototipo PFCYCA 01	43
Figura 46: Pesaje del aserrín	43
Figura 47: Pesaje de cascarilla del arroz	44
Figura 48: Pesaje de la fibra de estopa de coco.....	44
Figura 49: Mezclado de los materiales.....	45
Figura 50: Prensado del prototipo	45
Figura 51: Prototipo después del prensado	46
Figura 52: Prototipo desmoldado	46
Figura 53: Prototipo PFCYCA 02	46

Figura 54:Mezcla de los materiales.....	47
Figura 55:Prototipo desmoldado	47
Figura 56:Prototipo PFCYCA 03	48
Figura 57:Pesaje del vaso	49
Figura 58:Pesaje de los materiales	50
Figura 59:Pesaje de la resina de poliéster	50
Figura 60:Pesaje del MEKP (catalizador).....	51
Figura 61:Prototipo final PFCYCA 04.....	51
Figura 62: Prototipo PFCYCA 05	52
Figura 63: Prototipo PFCYCA 05 parte posterior.....	53
Figura 65: Prueba de compresión.....	54
Figura 66: Prueba de compresión rotura horizontal	54
Figura 67: Resultado de la prueba en rotura horizontal	55
Figura 68: Prototipo PFCYCA 04 después de prueba de compresión	55
Figura 69: Prueba de compresión.....	56
Figura 70: Prueba de compresión rotura vertical	56
Figura 71: Resultado de la prueba en rotura vertical	57
Figura 72: Prototipo PFCYCA 04 después de la prueba de rotura vertical	57
Figura 73: Propuesta de panel 30x30x1 cm	59
Figura 74: Perspectiva de propuesta de panel	60

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Herramientas y materiales para la elaboración del molde.....	68
Anexo 2: Prototipo como aglutinante almidón de yuca.	69
Anexo 3: Resina de poliéster.....	70
Anexo 4: Experimentación prototipo con resina.....	71
Anexo 5: Pruebas en el laboratorio	72
Anexo 6: Resultados de pruebas de compresión.....	73
Anexo 7: Informe absorción al agua	74
Anexo 8: Resultados de la Prueba de resistencia al calor.	75
Anexo 9: Panel en ambiente interior	76

INTRODUCCION

La investigación se fundamentó y llevó a cabo con el estudio de trabajos análogos para conocer el criterio y proceso de desarrollo de proyectos en los que se han utilizado diversas materias orgánicas para la elaboración de nuevos materiales. La innovación en los materiales de construcción con la utilización de materias orgánicas no ha sido del todo explotada, este tipo de investigación nos permite desarrollar nuevas formas de darle un uso a elementos que son considerados como desechos, esto ayudaría no solo al medio ambiente sino también serviría como fuente de empleo.

Este proyecto tuvo como propósito el diseño de un panel para uso en ambientes interiores a partir de fibra de estopa de coco, cascarilla de arroz, con la utilización del aserrín que es un material utilizado tradicionalmente para la elaboración de paneles y la aplicación de distintos aglutinantes, como lo son la goma blanca, almidón de yuca y resina de poliéster, que en el caso del prototipo final fue la resina de poliéster la que mejor resultados obtuvo.

Para llevar a cabo esta investigación se elaboraron 14 muestras, cada una con distintas dosificaciones tanto de las materias orgánicas como de los aglutinantes, hasta obtener el prototipo final. El prototipo final fue sometido a pruebas experimentales para verificar su resistencia con la prueba de compresión, la capacidad de absorción de agua y la resistencia al calor.

CAPITULO I

DISEÑO DE LA INVESTIGACION

1.1 Tema

“Prototipo de panel a partir de fibra de estopa de coco y cascarilla de arroz para el área de la construcción”.

1.2 Planteamiento del problema

En Ecuador el desaprovechamiento de los desechos orgánicos produce emisiones de gases de efecto invernadero, no solo en la zona urbana sino también en el sector rural donde se encuentran sus cultivos. La contaminación es generada no solo porque estos no son tratados o aprovechados para su futuro uso sino porque muchos de los desperdicios de la industria agrícola son incinerados y no pasan por los sistemas de disposición final de desechos. Además de la contaminación ocasionada al medio ambiente, la cantidad de CO₂ producida por la quema de los mismos, produce problemas respiratorios a los habitantes aledaños a las productoras de la industria agrícola.

La deforestación es un problema mundial que ha terminado con bosques y selvas masivamente, causando un daño irreparable no solo para el suelo en que se cultiva sino para el ecosistema. Tanto los bosques pluviales como las selvas tropicales podrían desaparecer si no se reduce la tala indiscriminada, que cada vez va en aumento. Las empresas madereras son parte de este problema, puesto que son las que proporcionan esta materia prima, todo esto accediendo cada vez más a bosques remotos los cuales no deben ser talados por su antigüedad, por el valor cultural que estos representan en la mayor parte del mundo y porque afectan a cientos de animales y plantas que habitan en dichos bosques. Por otra parte, están los incendios forestales, muchas veces provocados por el descuido del hombre.

Una de las causas que da paso a la deforestación son los patrones de consumo y producción a gran escala, que se desarrollan en países industrializados, para dar abasto a la demanda mundial de esta materia. La madera forma parte de toda la cadena constructiva en países desarrollados, es por ello que la arquitectura y la construcción están directamente relacionadas con el consumo de esta materia prima. Para controlar parte de la deforestación por industrialización se han creado certificaciones forestales, las cuales monitorean el lugar de donde fue extraído el producto, pese a que existe esta certificación las empresas madereras consumen productos no certificados ya que su costo es menor.

En el Ecuador el sector de la construcción se ve perjudicado por la constante fluctuación de los precios de los materiales de construcción que cada vez van al alza, por ende, el acceso a dichos materiales en las familias de estratos económicos bajos se ve afectado. Es por ello que se experimenta con los desechos orgánicos e inorgánicos para lograr obtener nuevos métodos de construcción que permitan la fabricación de elementos constructivos que ayuden al medio ambiente y sean asequibles. La innovación en la industria de la construcción apuesta cada vez más por elementos constructivos de origen vegetal, los cuales pueden ser reforzados con fibras homogéneas, los cuales sean completamente homogéneos en su composición (Contreras, 2020) o a su vez que sean compuestos, es decir, que se forman de dos o más materiales, esto se hace para obtener propiedades que no se consiguen únicamente con el material original.

La elaboración de este panel tiene como objeto el desarrollar un producto el cual aproveche los residuos de las materias orgánicas, sea fácil de fabricar e instalar y tenga características similares a las de los materiales existentes y se pueda implementar en proyectos arquitectónicos. El material permitirá crear fuentes de empleo alternas para las personas que llevan a cabo los procesos de reciclaje.

1.3 Formulación del problema

¿Cuáles son los beneficios de la creación de este prototipo de panel a partir de estopa de coco y cascarilla de arroz en el área de la construcción?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Diseñar un prototipo de panel a partir de estopa de coco y cascarilla de arroz para el área de la construcción.

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar las características de los materiales, estopa de coco y cascarilla de arroz.
- Determinar los moldes para el prototipo.
- Establecer la dosificación ideal de cada uno de los componentes del prototipo final.
- Definir las propiedades del nuevo panel a través de pruebas físicas, mecánicas.

1.5 Hipótesis

Con la fibra de estopa de coco y cascarilla de arroz se podrán elaborar paneles para el área de la construcción que sustituyan a los paneles tradicionales.

1.6 Línea de investigación

Tabla 1: Línea de investigación de la facultad

Dominio	Línea institucional	Línea de facultad
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de la construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables.	Materiales innovadores para la construcción.	Materiales de construcción.

Fuente: (Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, s.f.)

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Marco Teórico Referencial

En la actualidad la arquitectura busca diseñar espacios arquitectónicos sostenibles, así como la optimización de recursos y por ende la utilización de sistemas y materiales amigables con el medio ambiente, ya sea porque reducen el uso de recursos naturales o utilizan materias recicladas para su fabricación. A continuación, se detallarán proyectos e investigaciones que hayan desarrollado el uso de fibras naturales en la industria de la construcción.

“El empleo de algunas fibras puede resultar beneficioso tanto para las propiedades que aportan como la sostenibilidad que presentan frente a otro tipo de fibras como las artificiales.” (Martín, 2020). La industria de la construcción a nivel mundial es una de las que consume mayor cantidad de materia prima y de las principales emisoras de dióxido de carbono. En la cadena de producción de esta industria se produce una contaminación a las fuentes acuíferas en todo el proceso, este ha ido en aumento debido al crecimiento poblacional. La importancia de crear una industria sostenible se ve reflejada en la elección y producción de materias, para lo cual se debe tener en cuenta factores como los procesos de extracción, manufacturación, el transporte y la distribución y la puesta en obra, el uso y mantenimiento de dichos materiales. (Martín, 2021)



Figura 1: Fibra de coco.

Fuente: (Martín, 2021)

En la elaboración de muros de madera se usó la fibra de coco como aislante y se encontró que esta posee una resistencia mecánica alta y en cuanto a su vida útil, esta fibra es de gran durabilidad ya que no se ve afectada por hongos, roedores o insectos cuando está seca. Debido

a sus propiedades físicas, químicas y mecánicas esta fibra puede sustituir con eficacia a fibras de origen sintético o artificial. Presentó también buenas características como aislante térmico y aceptables como aislante acústico. (Villa, K; Echavarría, C; Blessent, D., 2019)



Figura 2: Fibra de coco en muro de madera.

Fuente: (Villa, K; Echavarría, C; Blessent, D., 2019)

“Se pudo comprobar que el panel tiene la cualidad de ser acústico, térmico y presenta una resistencia al fuego.” (Ubillus, 2020) Según el diseñador Gabriel Ubillús que elaboró un panel decorativo a base de estopa de coco y aserrín, determinó que en cuanto al costo- beneficio de este panel los resultados del mismo fueron satisfactorios. Con el material se pudieron fabricar diversas formas, diseños y tamaños, ya que se logró implementar como revestimiento en paredes y a su vez en la creación de mobiliario. Este tipo de materiales que son considerados como un desperdicio fueron reciclados y utilizados como materia prima del proyecto. Se evidenció según los resultados obtenidos en las pruebas de resistencia al fuego en los prototipos propuestos presentaron una proporción quemada de 20% al 30%, con la utilización de sales de bórax para su curado antes de la elaboración de los mismos, ayudaron a que el material tenga una mayor protección contra el fuego. (Ubillus, 2020)

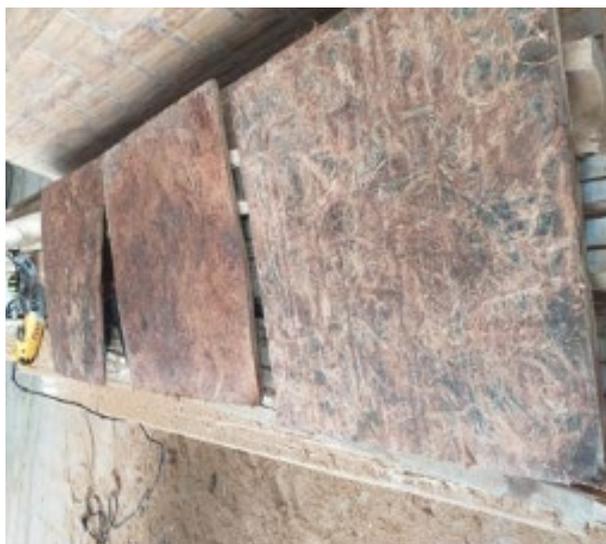


Figura 3: Panel a base de aserrín y estopa de coco.

Fuente: (Ubillus, 2020)

La correcta dosificación de las materias primas permitió alcanzar un producto final con propiedades mecánicas óptimas para su implementación. En el panel que propusieron los arquitectos Valdiviezo y Vera, se determinó que dichos paneles se instalaron de igual manera que las planchas de yeso laminado, es decir, su colocación se realizó por medio de perfiles metálicos. Al estar compuestos por elementos orgánicos, tiene un precio bajo, lo que reduce significativamente los costos de obra finales. (Valdiviezo, S; Vera, K, 2019)



Figura 4: Prototipo panel a base de fibra de vidrio y estopa de coco.

Fuente: (Valdiviezo, S; Vera, K, 2019)

Según el ingeniero civil Luis Gutiérrez al agregar fibra de estopa de coco al mortero convencional pudo evidenciar que la resistencia a la flexión se vio favorecida con el uso de fibras de longitudes largas, ya que generó una mejor adherencia en la mezcla, por lo que sugiere se usen fibras de longitudes de entre 1 y 2 cm. Para el uso de la fibra se recomendó también su

limpieza con cal para quitar todas las impurezas que puedan afectar al prototipo final. (Gutierrez, 2020)

Para el tratamiento de la fibra de coco las ingenieras civiles Adriana Apolinario y Tatiana Macias, se procedió al curado de la misma con 10 gr de cal / 1 litro de agua, se dejó reposar por 72 horas, enjuagó y secó al ambiente. Se determinó que la aplicación de esta fibra natural en el diseño de hormigones de alta resistencia fue favorable puesto que ayudó a que el concreto genere una mayor resistencia, dando como resultado que el hormigón con agregado de fibra de coco se pueda usar como hormigón estructural. (Apolinario, A; Macias, T, 2022)

En la elaboración de un bloque de cemento y fibra de estopa de coco y PET se determinó que los elementos reciclados como lo son la fibra y el PET redujeron al menos en un 20% a 30% los costos de elaboración; la estopa de coco sirvió para reforzar el concreto, ya que lo volvió más resistente y compacto. Varios de los prototipos estudiados no presentaron ningún tipo de agrietamiento, ni deformaciones, estos fueron los resultados del material propuesto por los diseñadores Ángel Macancela y Amadeus Martínez. (Macancela, A; Martínez, A, 2020).

Según la diseñadora Lorena Cevallos realizó empíricamente la fabricación de un panel en base a tallos de plantas de sorgo, trigo y aserrín para lo cual utilizó como aglutinantes engrudo de harina, resina y blancola en diferentes dosificaciones hasta obtener la mezcla idónea. Para el molde Se usó una capa de vaselina como desmoldante, la cual se colocó antes de verter la mezcla, para que el material no se adhiriera al molde. En su último prototipo obtuvo una compactación superior a la de los otros arquetipos y a su vez, dicho panel presentó una mejor estética. (Cevallos, 2019)



Figura 5: Panel en base a tallos de plantas de sorgo, trigo y aserrín.

Fuente: (Cevallos, 2019)

La ingeniera Raquel Barrionuevo manifestó que en la elaboración de ladrillos con agregado de cascarilla de arroz se determinó que esta fibra pudo reemplazar la quinta parte de cemento que se empleó para proporcionar firmeza al concreto, logró una mejor resistencia mecánica y sismorresistente, lo que favoreció la creación de un producto ecológico factible para el uso en viviendas de interés social. (Martinez, 2018)

Después de la experimentación correspondiente la arquitecta Laura Calle demostró que los aglomerantes idóneos para su propuesta de un panel a partir de papel y viruta de madera, fueron los aglomerantes sintéticos como la resina vinil acrílica en una proporción del 15%, masilla universal Decorlac 8% y la masilla elastomérica Construmastic 7%. También se constató que la dosificación de cada material debió ser exacta, para su correcta medición y elaboración de prototipos definitivos para las pruebas a realizarse. Fue necesaria la utilización de un horno para el secado de los prototipos y su enfriado por un periodo de 30 minutos antes del desmolde para evitar el quebrantamiento del mismo. (Calle, 2021)

La aplicación de adhesivos poliuretánicos en la elaboración de aglomerados de cascara de arroz, presento un menor hinchamiento en comparación con la utilización de adhesivos fenólicos o formaldehídicos, en el trabajo presentado por (Orrabalis, C; Cossio, L; Martínez, R., 2020). El uso de cascarillas enteras presentó mejores resultados en cuanto a resistencia a la flexión frente al uso de cascarillas molidas, no obstante, para la primera combinación se usó mayor cantidad de adhesivo. Las enteras presentan mayor capacidad de absorción de agua frente a las molidas.

En la elaboración de un panel contrachapado a partir de hojas de choclo y cáscara de palma africana que realizaron los arquitectos Mera y Salazar no usaron técnicas de adhesión con calor, adecuaron las fibras para que estas quedaran compactas, sin la necesidad de usar prensado en caliente, lo cual fue reemplazaron por una plancha casera con carbón con moldes de metal. En la comparación que realizaron con respecto a paneles tradicionales los resultados fueron satisfactorios en cuanto a costo, absorción de agua y resistencia. (Mera, C; Salazar, C, 2021)



Figura 6: Panel contrachapado a partir de hojas de choclo y cáscara de palma africana.

Fuente: (Mera, C; Salazar, C, 2021)

La arquitecta Minaya elaboró un panel mediante el reciclaje de cáscara de maní y fibra de plátano, por lo cual recomendó que las superficies que se usen en las pruebas de ensayo sean uniformes, el uso de las fibras en partículas pequeñas para una mejor compactación del panel, así como el uso de un horno para el secado de las materias primas, concluyó que se logró obtener un material de construcción que es amigable con el medio ambiente con el uso de desechos agrícolas. (Minaya, 2021)



Figura 7: Proceso prototipo panel de cáscara de maní y fibra de plátano.

Fuente: (Minaya, 2021)

Para la fabricación de paneles tipo sánduche a base de residuos de fibra de coco propuesto por las ingenieras Nicolalde y Revelo, se usó de soporte una chapa metálica de 2 mm de espesor como marco para el panel que estuvo compuesto por dos tableros de coco como recubrimiento y su parte central de fibra no tejida de coco. Para la prueba de absorción de agua primero se pesaron las probetas de los prototipos en seco, después se sumergieron en agua por un tiempo de 24 horas, el agua estuvo a 25 mm por encima de las muestras a inmersión, para mayor exactitud en la medición se realizó por cuatro ocasiones. (Nicolalde, K; Revelo, A, 2018)



Figura 8: Panel tipo sánduche a base de residuos de fibra de coco.

Fuente: (Nicolalde, K; Revelo, A, 2018)

Según el proyecto realizado por los ingenieros López y Mesías, se concluyó que la relación másica ideal para la elaboración de tableros de partículas a partir de cuesco de palma africana fue de 70% partículas de materia orgánica y un 30 % de aglutinante, ya que este prototipo presentó mejores propiedades mecánicas con respecto a los demás propuestos, también se recomendó revestir el material por una o ambas caras con algún tipo de resina melamínica para obtener un mejor acabado en cuanto a textura y permeabilidad. (López, R; Mesias, J, 2020)



Figura 9: Tablero aglomerado.

Fuente: (López, R; Mesias, J, 2020)

2.1.1 Antecedentes

Según la Organización de las Naciones Unidas se recolecta cada año aproximadamente la cantidad de 11.200 millones de toneladas de residuos sólidos mundialmente, la descomposición de la materia orgánica de estos residuos aporta al 5% de las emisiones de gases de efecto invernadero que se generan a nivel mundial. Según los datos encontrados en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Naciones Unidas, 2015), desde el año 2016, aproximadamente el 90% de los habitantes de la urbe estarían siendo afectados por el aire contaminado que respiran diariamente ya que este no cumpliría con las normas de seguridad establecidas por la Organización Mundial de la Salud, se estima que la polución ha dejado al menos un saldo de 4,2 millones de muertes. (Naciones Unidas, s/f)

Gracias al estudio y recopilación de datos la organización Alianza Basura Cero Ecuador pudo determinar que, en el año 2020, Ecuador generó al menos 375 mil toneladas de residuos sólidos solo en el sector urbano, señalan que el 43% de estos son inorgánicos, por lo tanto, el porcentaje restante 57% es materia orgánica. Y que del total de residuos que se genera, son enterrados en un 96% mediante diversos sistemas de disposición final, por otra parte, tan solo el 4% es aprovechado por personas dedicadas al reciclaje para darle nuevo uso a estos desechos. Los residuos que son reciclados en su mayoría son plásticos y envases de Tetrapak, las materias orgánicas no se destinan para reciclaje. (Diario El Universo, 2020)

2.1.2 Paneles

Un panel es un elemento prefabricado usado en la industria de la construcción que puede ser empleado en exteriores tanto como en interiores, ya sea para la división de espacios, como decoración o recubrimiento de otras superficies como muros y paredes, es una excelente opción debido a su fácil traslado y montaje. Por lo general están contruidos en yeso, vidrio, aluminio o madera. (DiccionArqui, 2016)

“Elemento prefabricado que se utiliza para construir divisiones verticales en el interior o exterior de las viviendas y otros edificios” (Real Academia Española, s/f).

La madera ha sido usada a lo largo del tiempo para la construcción, es por ello que se ha creado una industria únicamente destinada a la producción de paneles. Dichos paneles proporcionan confort y excelentes características térmicas. Debido al incremento de la población se generó una mayor demanda de este elemento. Existen diversos tipos de tableros: (Fernández, 1993)

2.1.3 Tipos de paneles o tableros de madera

Macizo o alistonado

Son tableros compuestos por listones de madera maciza, para este tipo de tableros la unión puede ser mediante adhesivos o con la utilización de tarugos, uniones dentadas o machihembrados.



Figura 10: Tablero macizo o alistonado.

Fuente: (Maderame, s.f.)

Aglomerados

Para su fabricación se usan partículas de madera trituradas y/o aserrín, las cuales son prensadas y unidas ya sea por resina o cola. También son aditivadas para mejorar sus características físicas.



Figura 11: Tablero aglomerado.

Fuente: (Maderame, s.f.)

Fibras, DM o MDF (Medium density fibreboard)

Para la elaboración de este tablero de densidad media se utilizan fibras de madera que serán prensadas y encoladas. Sus siglas hacen referencia a su densidad aproximada que es de 650 a 700 kg/m^3 .



Figura 12: Tablero de MDF.

Fuente: (Maderame, s.f.)

Contrachapado

Se elaboran mediante el apilado de chapas de madera, colocándolas en direcciones contrapuestas, para su adhesión se usa cola.



Figura 13: Tablero contrachapado.

Fuente: (Maderame, s.f.)

Tricapa

Conformado por tres capas de madera, ubicándose las dos capas externas en la misma dirección y la central en dirección contraria.



Figura 14: Tablero tricapa.

Fuente: (Maderame, s.f.)

Virutas orientadas u OSB (Oriented strand board)

Se utilizan virutas de madera formando capas, estas virutas se colocan en el mismo sentido, para después alternar el sentido de cada capa de conformará el tablero.



Figura 15: Tablero OSB.

Fuente: (Maderame, s.f.)

Micro laminado

Se conforma por la unión de chapas de madera, las cuales son colocadas manteniendo una misma dirección de la veta.



Figura 16: Micro laminado.

Fuente: (Maderame, s.f.)

2.1.4 Las fibras

“Fibra. F. Cada uno de los filamentos que entran en la composición de los tejidos orgánicos vegetales o animales” (Real Academia Española, s.f.).

Las fibras son fracciones de elementos en las que su largo es mayor a su diámetro. Dichas fibras son empleadas en la industria textil, industria de la ganadería o en su implementación en materiales para la construcción. En general, según su origen se pueden agrupar en dos: naturales o químicas, cada una con su subclasificación. Por su longitud: fibras cortas o largas. Por su función: fibras estructurales o no estructurales. (Martín, 2021)

Fibras químicas

Se dividen en orgánicas e inorgánicas, una subclasificación de estas son las: artificiales y sintéticas. Fibras artificiales: látex, oro, plata, etc. Fibras sintéticas: poliéster, nylon, poliuretano, etc.

Fibras naturales

Las fibras naturales se dividen en tres grupos, cada una con sus respectivas subclasificaciones según su procedencia: animal, vegetal y mineral. Son tres los componentes básicos que se encuentran en las fibras vegetales, la lignina, celulosa y hemicelulosa; según la fibra sus elementos varían en porcentaje. Siendo el porcentaje de celulosa el que determina la resistencia mecánica de la misma.

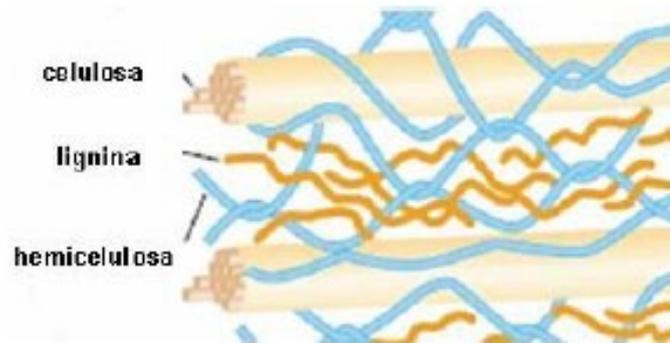


Figura 17: Componentes básicos que forman las fibras naturales.

Fuente: (Martín, 2021)

2.1.5 Fibras naturales vegetales

Su implementación en la construcción se ha dado desde hace miles de años, para la construcción efímera de viviendas con la utilización de ramas, troncos y hojas de árboles. Con el sedentarismo las técnicas constructivas evolucionaron implementando las fibras vegetales con áridos. En la actualidad las fibras vegetales son usadas como un elemento de construcción principal en algunas culturas y regiones. Su uso ha tomado nuevamente notoriedad con las tendencias de construcción ecológica, permitiendo el desarrollo de nuevos sistemas constructivos con la reutilización y reciclaje de materiales. (Martín, 2021)

2.1.6 El coco (Cocos nucifera)

El coco es un fruto que proviene de la palmera *Cocos nucifera*, siendo esta la más cultivada a nivel mundial. Principalmente es cultivado para la extracción de aceite, que se obtiene de la copra que es la pulpa seca del coco. El cocotero es cultivado en climas cálidos, su temperatura media debe ser alrededor de 27 grados centígrados. (Instituto Nacional de Estadística y Censos, s/f). Según el Censo Nacional Agropecuario (2021), la provincia de Esmeraldas es el mayor productor de coco a nivel nacional, disponiendo del 77,26 % hectáreas

a nivel nacional dedicadas a su cultivo, a esta provincia le sigue Manabí con un 18,72%. (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2021)

Origen del coco

No se conocen poblaciones espontaneas de esta especie, existe la probabilidad de que provenga del sur oeste asiático. En la actualidad el mayor productor de coco a nivel mundial es el continente asiático.

Características generales del coco

El coco es un fruto alargado y redondo, en su interior contiene agua y una carne blanca denominada copra, posee una envoltura fibrosa y está cubierto por una cascara de contextura dura color marrón. Tanto la copra como la fibra son aprovechados ya sea para el consumo humano para la producción de aceites, agua, productos para pastelería, o animal, ya que es usado para la ganadería por su alto valor nutricional, también es usado para la confección de artesanías. (FRUTAS & HORTALIZAS, s.f.)

Morfología del cocotero

El cocos nucifera es una especie de la familia Arecaceae, es una palmera monoica (presenta los dos aparatos reproductivos en la misma flor), su altura puede alcanzar entre los 10 y 30 metros y su diámetro entre 30 y 40 centímetros. De su tronco nace un penacho (hojas o flores que nacen de un punto en común y caen hacia un lado de la planta), posee hojas pinadas que pueden llegar a medir hasta 6 metros y medio de largo. Sus hojas se renuevan en una cantidad de entre 10 a 20 por año. La fruta está compuesta por una cascara exterior llamada exocarpio, una capa intermedia color marrón la cual es fibrosa llamada mesocarpio y un endocarpio de textura dura cuyo espesor es de 5 milímetros y en su interior se encuentra en endospermo que es la parte blanca del Coco y su liquido llena tres cuartas partes de su cámara central. Mide alrededor de 20 a 30 cm y puede llegar a pesar 2,6 kg. Este fruto se encuentra en racimos de 10 a 15 cocos. (FRUTAS & HORTALIZAS, s.f.)

Cosecha del coco

Recogida de la materia prima, en este caso el coco, se cosecha después de un periodo de cinco a seis meses, de forma manual. El tiempo de cosecha es durante todo el año.



Figura 18: Cosecha de coco.

Fuente: (Morales, L, s.f.)

Fibra de coco

La fibra de coco es de característica lignocelulósica esta hace referencia a la materia seca vegetal, es obtenida de la envoltura o mesocarpio del coco, mediante la separación de la fibra del cuesco del coco. Poseen un color pardo, está compuesta por celulosa y posee una alta resistencia a las bacterias y al agua, baja conductividad al calor y resistencia al impacto, gracias a su durabilidad y resistencia tienen distintos usos que van desde la confección de artesanías, la industria textil, hasta el área de la construcción como material de aislamiento acústico y térmico. (Instituto Nacional de Estadística y Censos, s.f.)

Extracción de la fibra

Esta se puede llevar a cabo de manera artesanal o con la implementación de maquinaria especializada. Proceso de la extracción de la fibra:

Recolección: cosecha de la materia prima

Desfibrado: en esta etapa se separan las fibras de las partes que no van a ser usadas.

Lavado: se eliminarán las sales que están presentes en las fibras con la utilización de agua de pH neutro para su lavado.

Secado y desinfección: se somete a las fibras a altas temperaturas, esto consigue la esterilización de las mismas, así como un secado más rápido.

Cribado y prensado: se separa las fibras por tamaños, descartando las no deseadas y posterior a ellos son prensadas para su distribución. (Martín, 2021)

Usos de la fibra de estopa de coco

Con esta fibra se elaboran sacos, alfombras, etc. mediante el tejido de sus fibras, ya sea de forma manual o con la implementación de un hilar. Mientras que el polvillo de estopa es usado como fertilizante y para mejorar suelos arenosos debido a que mejora la retención de agua.

Elaboración de colchones, para lo cual se trata la fibra previamente con látex natural para dar una mayor densidad y elasticidad, esto hace que la fibra sea más transpirable y flexible. Son dispuestas en capas para después ser comprimidas y vulcanizadas. (Estupiñán, E; Sánchez, W, 2019)

En la industria de la construcción se ha usado este agregado para mejorar las propiedades del concreto, ya sea en la elaboración de bloques o mortero.

Propiedades de la fibra de estopa de coco:

Esta fibra presenta propiedades térmicas y acústicas de alta eficacia ya que contribuye a la reducción de niveles de resonancia, tanto del impacto como del aire. Esta fibra puede ser almacenada por un largo periodo en condiciones donde la humedad existente sea baja, sus ventajas son su resistencia a la humedad, no agarra malos olores, no produce hongos, es inodora, no es electrostática, no es atacable por roedores o plagas y posee un comportamiento al fuego clase B2, esto quiere decir que su reacción es muy baja. (Estupiñán, E; Sánchez, W, 2019)

Composición química:

Tabla 2: Composición química de la fibra de coco.

Celulosa (%)	Hemicelulosa (%)	Lignina (%)
32 - 43	15 - 25	40 - 45

Fuente: (Martín, 2021)

Propiedades físicas:

Tabla 3: Propiedades físicas de la fibra de coco.

Diámetro equivalente (mm)	Densidad (kg/m ³)	Resistencia tracción (Mpa)	Alargamiento de rotura (%)
0,11 – 0,53	680 – 1020	108 – 250	14 - 41

Fuente: (Martín, 2021)

2.1.7 El arroz (*Oryza sativa*)

El arroz es la semilla de la planta *Oryza sativa*, a nivel mundial es el segundo cereal mayormente producido y el de mayor importancia a nivel nacional. Es un cultivo de cosecha transitorio, varía entre 95 a 250 días dependiendo de la variedad. Es producido a una temperatura entre 20 y 30 grados centígrados, mayormente en el litoral ecuatoriano y a las algunas zonas de la amazonia. (INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS, 2014) El cultivo de arroz en Ecuador tuvo una cosecha de 1'350.093 toneladas de mercancía en el año 2018, con una superficie sembrada en todo el país fue de 301.853 hectáreas, el 72,7% de la producción total de esta fue en la provincia del Guayas. (Instituto Nacional de estadística y Censos, 2019)

Origen del arroz

Si bien se conoce que el arroz procede del continente asiático, su domesticación se atribuye al sur de China. Estudios han demostrado la evolución del cultivo domestico para su recolección. En el continente europeo habría sido introducido por los árabes en la Edad Media, posteriormente llevado al continente americano por los colonizadores europeos.

Características generales del arroz

Es cultivada en terrenos inundados o sumergidos, el arroz nace de espigas las cuales se desarrollan en el tallo en la parte superior de la planta.

Morfología del arroz

Es una gramínea anual, posee tallos redondos y huecos los cuales están compuestos por nudos y entrenudos. Su tamaño vario entre 0,4 y 0,7 m. sus órganos se clasifican en reproductivos: flores y semillas y los vegetativos: raíces, tallos y hojas. En su tallo se aprecian alternaciones entre nudos y entrenudos. Sus hojas están distribuidas de manera alterna a lo largo del tallo. El grano de arroz está compuesto por tres partes llamadas tegumento, pericarpio y aleurona. (Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de plagas, s.f.)

Cosecha del arroz

La cosecha se realiza cuando la espiga alcance el 95% de granos maduros o presente un color pajizo, la mejor forma de saber que está listo para su cosecha es su contenido de humedad, debe presentar un 25%. Si la cosecha es temprana o tardía, el rendimiento disminuirá causando pérdidas de grano, ya sea por plagas o por acame, lo cual se verá reflejado en la calidad del

mismo. Realizada la cosecha debe secarse para bajar su humedad a un 12% para proceder con el pilado. (INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS, s/f)

Pilado del arroz

El pilado del arroz consiste en la limpieza, descascarado y clasificación del grano de arroz para su comercialización. El proceso de pilado de arroz consta de 10 pasos:

Recepción de la materia prima: el arroz se recibirá en una molinera en la que se tomará una muestra para la determinación de humedad e impurezas, para lo cual se pasará por una tolva, en este paso el arroz deberá presentar una humedad del 25 al 30%.

Pre limpieza: previo al secado del arroz este pasará por una zaranda que posee tres mallas metálicas para su limpieza, una vez limpiado será transportado por medio de cangilones hacia el secador.

Secado: un elevador transporta los cangilones hacia el secador, este secador está a una temperatura de 35 grados centígrados. Dentro del secador el arroz estará en movimiento constante, en su parte inferior el secador posee una compuerta que permite el paso del arroz. De no cumplir con el estándar de 14% de humedad tendrá que ser pasado nuevamente por el secador.

En el secado natural el arroz es extendido en mantas de polipropileno en patios de secado.

Reposo: una vez secado el arroz es llevado a los silos de almacenamiento o pueden almacenarse en sacos, reposaran 12 horas para su enfriamiento. Después son vaciados en tolvas con rejillas para quitar los residuos aun existentes.

Descascarado: las maquinas descascaradoras poseen en su interior rodillos de caucho, las cuales descascararan el arroz en un 90%, por medio de una maquina vibratoria el arroz es separado en dos partes, el que tiene cascara y el que no, para ser pasado nuevamente por los rodillos.

Blanqueo: se realizan dos blanqueos, en este paso se desprende el endospermo para darle un color más claro al arroz. En el primero se obtiene un polvillo color negro que será desechado y en el segundo un polvillo limpio destinado al consumo animal.

Pulido: Se pule el arroz mediante pulidoras que trabajan por fricción o abrasión, para pulir y dar brillo al grano.

Clasificación:

Por tamaño: es separado de acuerdo a su tamaño, así mismo separan el arroz quebrado del entero.

Por color: es separado de acuerdo al color, color homogéneo del que tiene manchas para lo cual usan una luz azul.

Brillo: Se le agrega aceite o achiote para dar un mejor color y brillo.

Envasado: Es envasado en sacos de polietileno y almacenado para su posterior comercialización. (Obando, 2018)

Cascarilla de arroz

Es un tejido de origen vegetal lignocelulósico, compuesto en gran parte por celulosa y sílice. Posee una consistencia quebradiza y abrasiva, su color varía según su variedad, va desde un color rojizo a púrpura oscuro. Es un subproducto de la industria arrocera, obtenido del proceso de molienda del grano del arroz. Este desecho orgánico representa el 20% del peso total del arroz. Por lo general se incineran a cielo abierto.

Usos de la cascarilla de arroz

Es usado en procesos de remoción de metales pesados en cuerpos de agua, debido a sus características fisicoquímicas, cumple la función de absorbente una vez realizada su calcinación. (Llanos, O; Ríos, A; Jaramillo, C; Rodríguez, L, 2016)

En la agricultura debido al contenido de sus nutrientes como lo son el fósforo y potasio, produce un retraso en la compactación del suelo, necesaria para el desarrollo de raíces en los cultivos, también ayuda con la corrección en los niveles de acidez en el suelo. (Rojas, 2020)

Por su contenido de sílice es aprovechado en materiales de construcción como ladrillos o mortero, formando parte del proceso de endurecimiento del cemento, se lo obtiene mediante su calcinación ya que produce altas cantidades de ceniza, entre 13 y 29% de su peso inicial, dichas cenizas contienen entre un 87 a 97% de sílice. (Universidad Nacional de Colombia, 2021)

Propiedades de la cascarilla de arroz

Entre sus principales características tenemos su fácil manejo, impermeabilidad, presenta un bajo coeficiente de dilatación, es un buen aislante acústico y térmico y posee una alta resistencia a esfuerzos aplicado.

Composición de la cascarilla de arroz

Tabla 4: Composición de la cascarilla de arroz.

Análisis composicional	% Abundancia	% Promedio reportado
Celulosa	60,12	41,20
Hemicelulosa	11,19	21,00
Lignina	6,66	22,40
Cenizas	15,90	17,40

Fuente: (Llanos, O; Ríos, A; Jaramillo, C; Rodríguez, L, 2016)

2.1.8 Aserrín

Es generado como producto de distintos procesos que atraviesa la madera, es por eso que es un material de desecho, en la industria maderera es usado para la fabricación de tableros aglomerados y tableros de fibras. También es usado como absorbente en caso de derrames y como lecho para los animales. Presenta diversos colores dependiendo de la madera que haya sido utilizada. Posee un contenido de humedad medio. (Barera, 2016)

2.1.9 Aglutinantes

Acetato de Polivinilo

El acetato de vinilo, PVA, o acetato polivinílico es un polímero sintético, su fórmula $(C_4H_6O_2)_n$. Perteneciente a la familia de los polímeros polivinil éster. Es un componente usado principalmente como adhesivo. Se obtiene a partir del poliacetato de vinilo, por los métodos de polimerización por adición emulsión. (Quiminet, 2012)

Almidón de yuca

Es un hidrato de carbono utilizado generalmente en la industria alimenticia como estabilizante de sabor y aditivo. Es un polímero de consistencia pegajosa, el cual al contacto con el agua y el calor se vuelve gelatinoso, dándole características aglutinantes.

Resina de Poliéster

Se considera un plástico termoestable a la resina de poliéster ya que necesita de un agente externo para cambiar su estado de líquido a sólido, siendo este proceso irreversible. Este tipo de resina necesita de un acelerante y un catalizador para su transformación la cual hace que desprenda calor, este proceso es llamado curado. Pasa por un estado gelatinoso antes de pasar al estado sólido. Los elementos utilizados para cambiar al estado final de la resina son el octoato de cobalto y el MEKP (peróxido de metil etil cetona. (Gil, 2012)

Algunos de los factores que intervienen en el curado de la resina son:

- La temperatura.
- Las cantidades de acelerante y catalizador.
- El espesor del componente.

2.2 Marco Legal

2.2.1 Planes Nacionales de Desarrollo

Plan nacional de Desarrollo 2017 – 2021. Toda una vida

Objetivo 5: Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible de manera redistributiva y solidaria.

Plan Nacional de Desarrollo 2021 – 2025.

Objetivo 11: Conservar, restaurar, proteger y hacer uso sostenible de los recursos naturales.

Objetivo 12: Fomentar modelos de desarrollo sostenibles aplicando medidas de adaptación y mitigación al Cambio Climático.

2.2.2 Tratados internacionales vigentes

Objetivos de Desarrollo Sostenible: Agenda 2030 ONU

Objetivo 8: Promover el crecimiento económico inclusivo y sostenible, el empleo y el trabajo decente para todos.

Objetivo 9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación.

2.2.3 Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 3110

Tableros de partículas. Requisitos

Esta norma establece los requisitos los tableros de partículas no revestidos prensados de plano o por cilindros tal como lo define EN 309.

Los valores dados en esta norma se refieren a las propiedades del producto, pero no son valores característicos para utilización en el cálculo estructural.

2.2.4 Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2342:2003

Tableros de madera contrachapada. Requisitos

Tabla 5: Chapas de uso corriente. requisitos.

Defecto	Grado		
	A	B	C
Nudos:			
Firmes	No se aceptan.	Se aceptan.	Se aceptan.
Sueltos	No se aceptan.	Se aceptan 3 de 2 mm de largo x 2 mm de ancho	Se aceptan 5 de 2 mm de largo x 2 mm de ancho
Rajaduras	Se aceptan 2 rajaduras masilladas, en cada chapa de 0,8 mm x 76 mm, en los extremos de la chapa	Se aceptan 2 rajaduras masilladas, en cada chapa de 1,6 mm x 152 mm, en los extremos de la chapa.	Se aceptan 4 rajaduras, en cada chapa de 3,2 mm x 203 mm, en el extremo de la chapa.
Bolsas de resina	No se aceptan.	Se aceptan 3 de 2 mm de largo x 2 mm de ancho.	Se aceptan 5 de 2 mm de largo x 2 mm de ancho.
Daños por insectos:			
Pasador	No se aceptan.	Se aceptan 3 masillados de 2 mm de largo x 2 mm de ancho.	Se aceptan 5 de 2 mm de largo x 2 mm de ancho.
Polilla	No se aceptan.	Se aceptan 3 masillados de 2 mm de largo x 2 mm de ancho.	Se aceptan 5 de 2 mm de largo x 2 mm de ancho.
Daños por hongos:	No se aceptan.	Se aceptan en ambos extremos hasta un 10% de su longitud.	Se aceptan en sus extremos hasta un 15% de su longitud.
Manchas:			
Azules y grises	No se aceptan		

		Se aceptan en sus extremos hasta un 10% de su longitud.	Se aceptan en sus extremos hasta un 15% de su longitud.
Otras manchas: Minerales	No se aceptan.	Se aceptan el 10% del área de la chapa.	Se acepta el 15% del área de la chapa.
Por luz y procesamiento: Podrición	No se aceptan.	No se aceptan.	No se aceptan.
Grano: Afelpado	No se aceptan.	Se aceptan hasta un 5% del área.	Se aceptan.
Arrancado	No se aceptan.	Se aceptan hasta un 15% del área masillados.	Se aceptan.
Chapa corrugada	No se aceptan.	No se aceptan.	Se aceptan.
Ondulaciones	No se aceptan.	Se aceptan.	
Rayas	No se aceptan.	Se aceptan hasta dos por chapa.	Se aceptan. Se aceptan.

Fuente: NTE INEN 2342:2003

2.2.5 Norma Ecuatoriana de la Construcción NTE INEN 0642-2009

Ensayos para la determinación de la absorción al agua

4.3 Procedimiento

4.3.1 Saturación. Los especímenes de ensayo deben ser completamente sumergidos en agua a la temperatura ambiente durante 24 horas.

4.3.1.1 Los especímenes deben retirarse del agua y dejarse secar durante un minuto, colocándolos sobre una malla de alambre de 10 mm de abertura, eliminando el agua superficial con un paño húmedo.

4.3.2 Una vez anotada la masa de los especímenes, estos deben secarse en un horno de secado a una temperatura entre 100°C y 115°C, durante no menos de 24 horas y luego pesarse de nuevo.

4.3.2.1 Hasta en dos pesadas sucesivas, en intervalos de dos horas, el incremento de la pérdida no debe ser mayor del 0,2% de la última masa previamente determinada del espécimen.

4.4 Cálculo

4.4.1 Calcular la absorción de agua mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Absorción (\%)} = \frac{A-B}{B} \times 100$$

En donde:

A = masa en húmedo del espécimen, en kg;

B = masa en seco del espécimen, en kg;

4.5 Informe de resultados

4.5.1 Se deben registrar los resultados del ensayo de cada espécimen por separado.

CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

3. Metodología de la Investigación

3.1 Enfoque

Para la elaboración de este proyecto de investigación experimental se utiliza el enfoque cualitativo, ya que mediante la investigación de proyectos análogos se logra recopilar información para llevar a cabo el diseño del prototipo experimental de un panel a partir de fibra de estopa de coco y cascarilla de arroz, del cual se definirán sus propiedades físicas o mecánicas.

3.2 Alcance de la investigación

Para este proyecto se ha utilizado la investigación experimental – exploratoria ya que su objetivo es demostrar que con la utilización de materias orgánicas de desecho se podrá elaborar un material nuevo el cual podrá ser usado en el área de la construcción y se valida con la experimentación de distintas dosificaciones hasta alcanzar la adecuada y a través de la realización de pruebas al material para demostrar sus propiedades.

3.3 Técnicas e instrumentos para obtener datos

- **Entrevista**

En este proyecto se ha tomado como guía a los profesores de la carrera de arquitectura, ya que comparten sus conocimientos y dan directrices en cuanto a los pasos a seguir para la correcta elaboración de materiales.

- **Observación**

Mediante esta técnica fue posible la toma de información para el análisis de las características de los materiales, los procesos necesarios para su limpieza y manipulación, así como para su posterior registro de datos.

- **Investigación de casos de estudio**

3.4 Población y muestra

Para la elaboración de este proyecto se realizaron distintos prototipos, en su totalidad 14. De los cuales se presentarán los 5 más relevantes para la elección del prototipo final que será sometido a las pruebas físicas, mecánicas.



Figura 19: Muestra 01 Prototipo PFCYCA 01
Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)



Figura 20: Muestra 02
Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)



Figura 21: Muestra 03
Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)



Figura 22: Muestra 04

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)



Figura 23: Muestra 05

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)



Figura 24: Muestra 06

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)



Figura 25: Muestra 07

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)



Figura 26: Muestra 08

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)



Figura 27: Muestra 09 Prototipo PFCYCA 02
Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)



Figura 28: Muestra 10 Prototipo PFCYCA 03
Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)



Figura 29: Muestra 11
Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)



Figura 30: Muestra 12

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)



Figura 31: Muestra 13 Prototipo PFCYCA 04

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)



Figura 32: Muestra 14 Prototipo PFCYCA 05

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)

3.5 Propuesta a generar

“Prototipo de panel a partir de fibra de estopa de coco y cascarilla de arroz para el área de la construcción”.

La finalidad de esta propuesta es el aprovechamiento de materias orgánicas como lo son la fibra de estopa de coco y la cascarilla de arroz y el aserrín, dichas fibras en conjunto con otros elementos aglutinantes convencionales mediante la experimentación con distintas dosificaciones permitan la elaboración de un prototipo de panel, del cual se aspira que sus propiedades ya sean físicas y mecánicas sean iguales o superiores a las de un panel tradicional. Los materiales fueron obtenidos de diferentes lugares, en el caso del coco, fue obtenido de los desechos generados por un comerciante de cocos en la provincia de Los Ríos, cantón Quinsaloma, la cascarilla de arroz tuvo un costo de \$0.00 dólares y el aserrín fue recolectado de una carpintería teniendo un costo de \$0.



Figura 33:Recolección de desechos del coco
Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)



Figura 34: Limpieza de estopa de coco
Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)



Figura 35: Cascarilla de arroz

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)



Figura 36: Aserrín

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)

Materiales y herramientas

Listado de materiales usados para la elaboración de los prototipos de panel:

- Fibra de estopa de coco
- Cascarilla de arroz
- Aserrín
- Cola blanca (acetato de polivinilo)
- Almidón de yuca grado alimenticio
- Resina de poliéster
- Octoato de cobalto
- MEKP (peróxido de metil etil cetona)
- Agua
- Balanza
- Cinta adhesiva de polipropileno
- Cinta de embalaje industrial
- Papel aluminio
- Papel encerado
- Vaso plástico
- Guantes
- Bandeja metálica
- Sierra
- Tabla triplex 9mm
- Listones de madera
- Sierra

Tratamiento de los materiales a ser empleados en su proyecto de investigación

Previa a la elaboración de los prototipos se realizó el lavado de los materiales, para la eliminación de impurezas que pueda contener las materias orgánicas. Se procede al curado de los materiales con bórax, para lo cual se dejó en remojo por un día. Se dejó secar directo al sol por dos días. Después de procedió a cortar las fibras de estopa de coco y triturar la cascarilla de arroz y cernido del aserrín.



Figura 37: Fibra de coco seca

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)



Figura 38: Cascarilla de arroz triturada

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)



Figura 39: Aserrín cernido

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)

Molde

Se elaboraron 2 moldes de MDF de dimensiones 10x10x1.6 cm. Los mismos que fueron recubiertos con papel aluminio para facilitar su desmolde. Después de las primeras pruebas se llegó a la conclusión de que el papel aluminio se quedaba adherido a los prototipos por lo tanto se reemplazó el papel aluminio por papel encerado, obteniendo mejores resultados.



Figura 40: Cortado elaboración del molde

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)



Figura 41:Elaboración del molde

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)



Figura 42: Molde cubierto de papel aluminio

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)



Figura 43: Molde cubierto de papel encerado

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)

Prototipo PFCYCA 01

El prototipo fue elaborado con las siguientes dosificaciones:

Tabla 6: Prototipo PFCYCA 01

<i>Material</i>	Estopa de coco	Aserrín	Cascarilla de arroz	Cola blanca
Peso en gr.	8 gr.	14 gr.	9 gr.	152 gr.

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)

Se utilizó fibras de entre 2 y 5 cm de longitud y la cascarilla de arroz entera. Se usó un vaso con un peso de 7 gr para el pesaje de las fibras.

Se mezclaron primero los elementos secos para después agregar la cola blanca. Se combinaron todos los materiales hasta obtener una mezcla homogénea para su posterior colocación en el molde, recubierto de papel aluminio.



Figura 44: Mezcla de los materiales

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)

Se compactó el prototipo utilizando prensas tipo G. se desmoldó el prototipo después de 5 minutos. El papel aluminio dificultó el desmolde del prototipo.



Figura 45: Prototipo PFCYCA 01

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)

Como resultado se obtuvo un prototipo de dimensiones 10x10x1.5 cm de superficie rugosa y porosa. Su desmolde no fue limpio ya que se adhirió al papel aluminio.

Prototipo PFCYCA 02

El prototipo fue elaborado con las siguientes dosificaciones:

Tabla 7: Prototipo PFCYCA 02

<i>Material</i>	Aserrín	Estopa de coco	Cascarilla de arroz	Cola blanca
Peso en gr.	13 gr.	8 gr.	8 gr.	73 gr.

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)

Se utilizó fibras menores a 2 cm de longitud y la cascarilla de arroz triturada. Se usó un vaso con un peso de 7 gr para el pesaje de las fibras.



Figura 46: Pesaje del aserrín

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)



Figura 47: Pesaje de cascarilla del arroz
Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)



Figura 48: Pesaje de la fibra de estopa de coco
Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)



Figura 49: Mezclado de los materiales

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)



Figura 50: Prensado del prototipo

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)



Figura 51: Prototipo después del prensado
Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)



Figura 52: Prototipo desmoldado
Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)



Figura 53: Prototipo PFCYCA 02
Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)

Como resultado se obtuvo un prototipo de textura rugosa y porosa, por lo que permitiría fácilmente el ingreso de humedad o agua en su interior.

Prototipo PFCYCA 03

El prototipo fue elaborado con las siguientes dosificaciones:

Tabla 8: Prototipo PFCYCA 03

<i>Material</i>	Aserrín	Estopa de coco	Cascarilla de arroz	Cola blanca
Peso en gr.	5 gr.	8 gr.	13 gr.	78 gr.

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)



Figura 54: Mezcla de los materiales

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)

Se obtuvo un prototipo de dimensiones 10x10x1 cm.



Figura 55: Prototipo desmoldado

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)



Figura 56: Prototipo PFCYCA 03

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)

El prototipo se cortó a la mitad para probarlo con distintas dosificaciones de resina de poliéster. Se usó resina de poliéster para encapsularlo, debido a la densidad de la resina el prototipo no permanecía dentro del molde con resina y tenía tendencia a flotar, es por ello que no quedó uniforme.

A partir de este punto se realizó una prueba de absorción al agua individualmente con cada material, es decir se elaboraron 3 muestras:

- 1: aserrín y cola blanca,
- 2: cascarilla de arroz triturada y cola blanca, y
- 3: fibra de coco (longitud menor a 1 cm) y cola blanca.

Determinando que la muestra que más humedad absorbió fue la de estopa de coco, seguida por la de aserrín y finalmente la cascarilla de arroz.

Prototipo PFCYCA 04

El prototipo fue elaborado con las siguientes dosificaciones:

Tabla 9: Prototipo PFCYCA 04

<i>Material</i>	Aserrín	Estopa de coco	Cascarilla de arroz	Resina de poliéster	MEKP
Peso en gr.	4 gr.	3 gr.	13 gr.	140 gr.	3gr

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)

Al molde de madera se le aplicó una capa de cinta adhesiva de polipropileno para facilitar el desmolde.

Se utilizaron fibras menores a 1 cm de longitud y la cascarilla de arroz triturada. Se uso un vaso con un peso de 5 gr para el pesaje de las fibras. Se utilizó resina de poliéster previamente acelerada con octoato de cobalto.

Nota: Se pierde alrededor de un 10% del peso en el proceso de transformación de líquido a solido de la resina de poliéster.

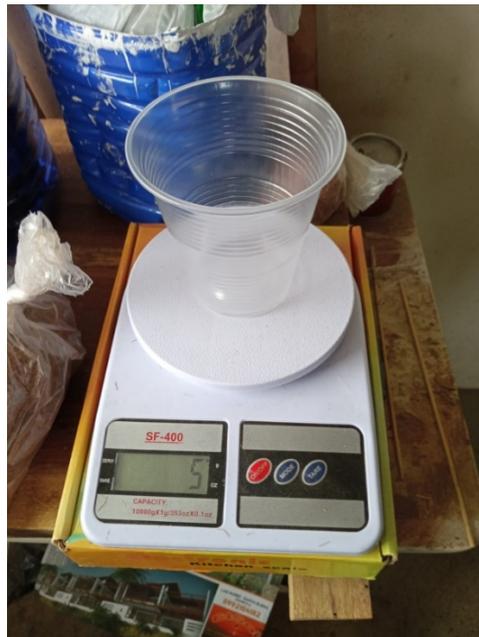


Figura 57: Pesaje del vaso

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)



Figura 58: Pesaje de los materiales

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)

Una vez preparada la resina con el catalizador o secante (MEKP) se agregó los demás materiales y se mezcló hasta tener una mezcla homogénea.



Figura 59: Pesaje de la resina de poliéster

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)



Figura 60: Pesaje del MEKP (catalizador)
Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)

Se vertió la mezcla en el molde y dio leves golpes al molde para que la mezcla se reparta uniformemente dentro del mismo, se desmoldó después de 10 minutos y se dejó al aire libre por 24 horas.



Figura 61: Prototipo final PFCYCA 04
Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)

El prototipo en cuestión fue el mejor ya que no presentó porosidad y en cuanto a su textura, presenta una superficie lisa, su vaciado en el molde fue uniforme al igual que su compactación.

Prototipo PFCYCA 05

El prototipo fue elaborado con las siguientes dosificaciones:

Tabla 10: Prototipo PFCYCA 05

Material	Aserrín	Estopa de coco	Cascarilla de arroz	Resina de poliéster	MEKP
Peso en gr.	4 gr.	3 gr.	3 gr.	100 gr.	2 gr

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)

Se utilizaron fibras menores a 1 cm de longitud y la cascarilla de arroz triturada. Se uso un vaso con un peso de 5 gr para el pesaje de las fibras. Se utilizó resina de poliéster previamente acelerada con octoato de cobalto.



Figura 62: Prototipo PFCYCA 05

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)



Figura 63: Prototipo PFCYCA 05 parte posterior
Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)

Para la elaboración de este prototipo primero se vertió en el molde una capa de resina de poliéster para después agregar la fibra, la cascarilla y el aserrín, finalmente se vertió otra capa de resina, dando como resultado un prototipo no uniforme en cuando a su vaciado, se pueden notar espacios sin ningún elemento de un lado. El prototipo no quedo liso y presenta una textura rugosa en los bordes.

Resultados

- Se sometió a pruebas de compresión, absorción al agua y resistencia al calor al **Prototipo PFCYCA 04** puesto que fue el mejor prototipo en cuanto a estética, textura y no presenta porosidades, lo cual lo hacen el prototipo idóneo ya que su resistencia a la humedad será alta.
- Las pruebas fueron realizadas en el laboratorio GEOCON S.A. los días 12,13 y 14 de enero del 2023.

3.6 Pruebas experimentales

3.6.1 Pruebas de compresión

Se sometió el **Prototipo PFCYCA 04** a dos pruebas una de rotura horizontal y la otra de rotura vertical, para ambas pruebas se utilizaron paneles con las siguientes dimensiones: 9.8x9.8x1.1 cm.

- **Rotura horizontal**



Figura 65: Prueba de compresión

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)



Figura 66: Prueba de compresión rotura horizontal

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)



Figura 67: Resultado de la prueba en rotura horizontal

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)



Figura 68: Prototipo PFCYCA 04 después de prueba de compresión

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)

En la prueba de rotura horizontal el panel no presenta cambios en su superficie.

- **Rotura vertical**



Figura 69: Prueba de compresión

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)



Figura 70: Prueba de compresión rotura vertical

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)



Figura 71: Resultado de la prueba en rotura vertical
Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)



Figura 72: Prototipo PFCYCA 04 después de la prueba de rotura vertical
Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)

En la prueba de rotura vertical el panel se fracturó en varias partes.

Resultados de la prueba de compresión

En la prueba de rotura horizontal el **Prototipo PFCYCA 04** soportó una carga de 571.5 KN y en la prueba de rotura vertical una carga de 49.35 KN.

- **Resultados de la prueba a compresión**

Tabla 11: Resultados de la prueba a compresión

Nº muestra	Altura (cm)	Base (cm)	Área (cm ²)	Carga (KN)	Resistencia (Kg/cm ²)	Estructura
1	1.1	9.8	96.04	571.5	606.79	Rotura horizontal
2	1.1	9.8	10.78	49.35	466.81	Rotura vertical

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)

3.6.2 Prueba de absorción al agua

El **Prototipo PFCYCA 04** fue sometido a la prueba de absorción al agua. Siendo sumergido durante 23 horas (11 am del 12/01/2023 hasta las 10 am del 13/01/2023).

Se calculó la absorción con la siguiente formula:

$$\text{Absorción (\%)} = \frac{A-B}{B} \times 100$$

En donde:

A = Peso en húmedo, en gr

B = Peso en seco, en gr;

Tabla 12: Prueba de absorción al agua

Prueba de absorción al agua	
Peso antes de sumergido (peso en seco)	143.4 gr
Peso después de ser sumergido (peso en húmedo)	144.1 gr
Absorción	0.49%

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)

3.6.3 Prueba de resistencia al calor

Se sometió al **Prototipo PFCYCA 04** a 6 horas de calor en un horno cuya temperatura era de 130° C, como resultado de la prueba el prototipo no sufrió ningún cambio visible en su estructura.

3.7 Análisis referencial del costo del Prototipo PFCYCA 04

A continuación, se detallarán los costos unitarios de los elementos para la elaboración del Prototipo PFCYCA 04.

Tabla 13: Presupuesto referencial

Costo Unitario

Proyecto: Presupuesto Prototipo PFCYCA 04 dimensiones 30 x30 x 1 cm.				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Valor total
Fibra de estopa de coco	Gr	27	\$ 0.00	\$ 0.00
Cascarilla de arroz	Gr	117	\$ 0.00	\$ 0.00
Aserrín	Gr	36	\$ 0.00	\$ 0.00
Resina de Poliéster	Gr	1260	\$ 0.78	\$ 7.06
Catalizador	Gr	27	\$ 0.12	\$ 3.24
Octoato de cobalto	Gr	9	\$ 0.08	\$ 0.72
Molde	U	1	\$ 0.02	\$ 0.02
Total				\$ 11.04

Nota: el costo del molde está determinado en función de la vida útil.

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)

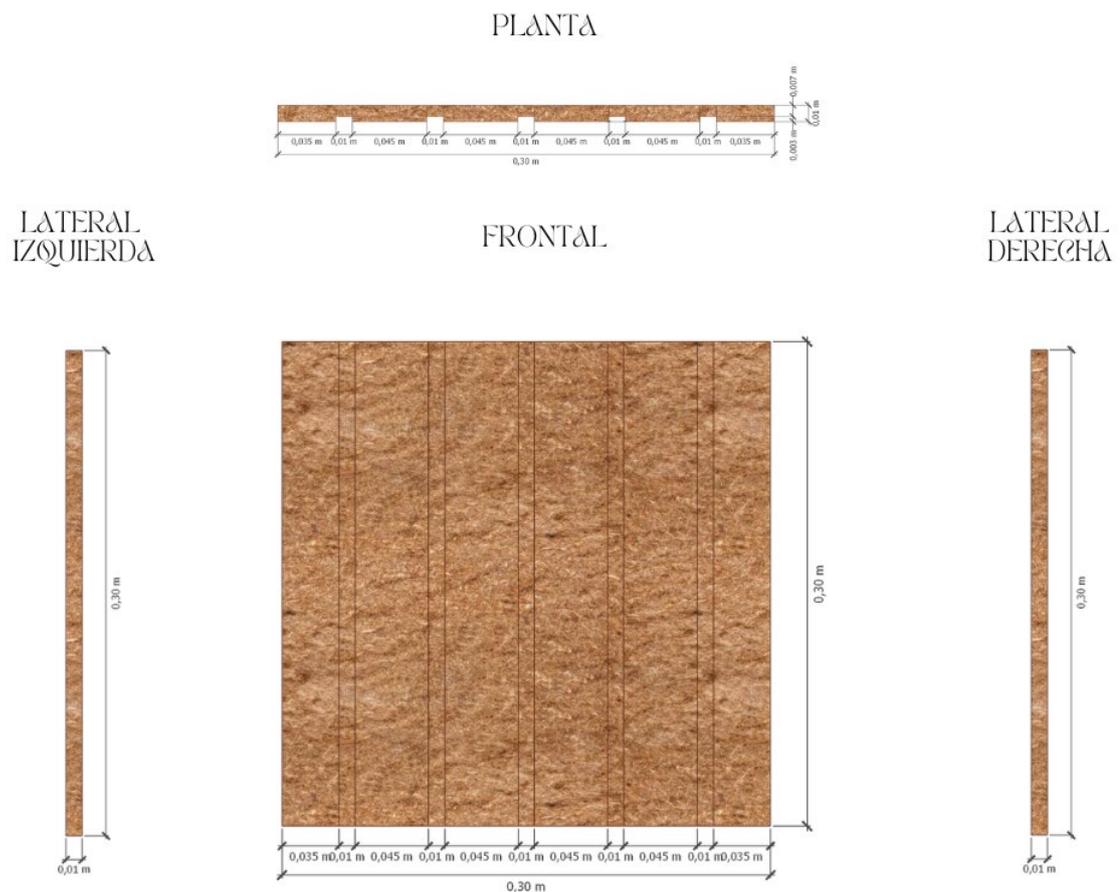


Figura 73: Propuesta de panel 30x30x1 cm

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)

PERSPECTIVA



Figura 74: Perspectiva de propuesta de panel

Elaborado por: Vizcaíno, E. (2023)

CONCLUSIONES

- Una vez concluidas las pruebas experimentales anteriormente descritas, se llegó a la conclusión de que el prototipo de panel a partir de fibra de estopa de coco y cascarilla de arroz puede ser usado en el área de la construcción.
- Se pueden elaborar paneles de materiales residuales como la fibra de estopa de coco y cascarilla de arroz con ciertas limitaciones en términos de costo ya que su precio unitario es elevado, en el mercado encontramos productos similares a un costo inferior.
- Se demostró que mediante el uso de materias orgánicas de desecho se pudo elaborar un panel, cuya fabricación es sencilla y sus componentes son de fácil adquisición, pudiendo generar nuevas fuentes de empleo de una manera sostenible.
 - Se logró demostrar las características de los materiales mediante la investigación de proyectos similares y sus usos.
 - El costo unitario del panel en esta investigación es inferior al costo alcanzado en la investigación "*Paneles para paredes en base a la mezcla compacta de tallos recuperados de las plantas de sorgo, trigo y aserrín para espacios interiores*" (Cevallos, 2019).
 - Se elaboraron moldes de dimensiones 10x10x1 cm para la experimentación con diferentes dosificaciones, para la presentación del prototipo final una vez realizadas las respectivas pruebas se elaboró un molde cuadrangular de dimensiones 30x30x1 cm.
 - Se elaboraron 14 prototipos distintos con la finalidad de establecer el prototipo con mejores características. Los prototipos elaborados con goma blanca presentaron propiedades físicas bajas, obteniendo mejores resultados los prototipos elaborados con resina. Se logró establecer la dosificación ideal en uno de los prototipos en el cual se usó como aglomerante resina de poliéster.
 - La resistencia alcanzada en las pruebas de compresión tanto horizontal como vertical dieron resultados superiores a investigaciones realizadas por otros autores.
 - Se realizaron las pruebas experimentales al **Prototipo PFCYCA 04**, obteniendo los siguientes resultados:
 - Pruebas de compresión:
 - Carga soportada en prueba de rotura horizontal de 571.5 KN.
 - Carga soportada en prueba de rotura vertical de 49.35 KN.
 - Resistencia en rotura horizontal 606.79 Kg/cm².
 - Resistencia en rotura vertical 466.81 Kg/cm².

- Prueba de absorción al agua:
 - Absorción al agua de 0.49%
- Prueba de resistencia al calor:
 - El prototipo no presenta ningún cambio visible.

RECOMENDACIONES

- Dar seguimiento al proyecto para conocer sus resultados a largo plazo y como afectan las condiciones climáticas al mismo.
- Se debe seguir realizando este tipo de trabajos de investigación hasta alcanzar reducir los costos, utilizando otras sustancias aglomerantes que puedan remplazar a la resina de poliéster.
- Se debe experimentar este material con diferentes espesores con la finalidad de conseguir disminuir su peso.
- Experimentar con otros tipos de aglutinantes.
- Divulgar los resultados obtenidos en investigaciones de materiales fabricados a partir de materias orgánicas, ya que fomentan la innovación y el desarrollo de la industria de la construcción.
- Promover el uso de materias orgánicas para la elaboración de materiales de construcción, ya que al ser de fácil adquisición pueden generar nuevas plazas de empleo.
- Se recomienda mantener el laboratorio de la institución en correcto funcionamiento para futuros proyectos a realizarse.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Apolinario, A; Macias, T. (2022). *Repositorio Digital ULVR*. Obtenido de Diseño de hormigón de alta resistencia con la adición de la fibra de coco y los materiales pétreos de la mina La Viña: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/5191>
- Barera, A. (2016). *Repositorio Universidad del Azuay*. Obtenido de El aserrín como material expresivo en el diseño interior: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/5922/1/12241.pdf>
- Calle, L. (2021). *Repositorio Digital ULVR*. Obtenido de Prototipo de panel hecho a base de papel y viruta de madera reciclable para paredes interiores: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/4553>
- Cevallos, L. (2019). *Repositorio Digital ULVR*. Obtenido de Paneles para paredes en base a la mezcla compacta de tallos recuperados de las plantas de sorgo, trigo y aserrín para espacios interiores: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/3398>
- Contreras, C. (2020). *Centro de Innovacion*. Obtenido de Centro de Innovacion Facultad de Ingenieria USACH: <https://centroinnovacion.cl/2020/10/06/materiales-compuestos-y-sus-aplicaciones-en-la-impresion-3d-fueron-expuestos-en-segundo-webinar-sobre-manufactura-aditiva-del-centro-de-innovacion/>
- Diario El Universo. (30 de Diciembre de 2020). Ecología. *Ecuador genera 375 mil toneladas de residuos solidos urbanos al año, pero solo se recicla el 4% de estos desechos*, pág. s/p.
- DiccionArqui. (24 de Junio de 2016). *DiccionArqui*. Obtenido de Panel: <https://diccionarqui.com/diccionario/panel/>
- Estupiñán, E; Sánchez, W. (2019). *Repositorio Universidad autonoma de Occidente*. Obtenido de Plan de empresa para la creación de fibras de coco empresa dedicada a la producción y comercialización de fibras y sustrato a partir de la estopa de coco: <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/10996/T08570.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Fernández, A. (01 de Junio de 1993). *Sociedad Española de Ciencias Forestales*. Obtenido de Evolución del mundo tecnológico de los tableros de madera: http://secforestales.org/publicaciones/index.php/congresos_forestales/article/view/15192/15035
- FRUTAS & HORTALIZAS. (s.f.). *FRUTAS & HORTALIZAS*. Obtenido de COCO, COCOS NUCIFERA/PALMAE: <https://www.frutas-hortalizas.com/Frutas/Presentacion-Coco.html>
- Gil, A. (30 de 03 de 2012). *Univerisdad EAFIT*. Obtenido de Cenetro de laboratorios: <https://www.eafit.edu.co/servicios/centrodelaLaboratorios/Documents/guia%20de%20manejo%20de%20resinas.pdf>
- Gutierrez, L. (20 de 05 de 2020). *Repositorio Institucional UPN*. Obtenido de La influencia de la adición de fibra de coco en las propiedades físicas y mecánicas del mortero, ciudad de Lima, año 2020: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/27356#:~:text=La%20trabajabilidad%20del%20mortero%20con,de%20un%20material%20sumamente%20liviano.>

- Instituto Nacional de estadística y Censos. (17 de Julio de 2019). *Instituto Nacional de estadística y Censos*. Obtenido de 2018: Seis cultivos con mayor producción en Ecuador:
<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/2018-seis-cultivos-con-mayor-produccion-en-ecuador/>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (s.f.). *Sistema Integrado de Consulta de Clasificaciones y Nomenclaturas (SIN)*. Obtenido de FICHA TÉCNICA DE AGRICULTURA:
https://aplicaciones2.ecuadorencifras.gob.ec/SIN/co_agricola.php?id=01929.01.03
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (s/f). *Sistema Integrado de Consultas de Clasificaciones y Nomenclaturas (SIN)*. Obtenido de FICHA TECNICA DE AGRICULTURA:
https://aplicaciones2.ecuadorencifras.gob.ec/SIN/co_agricola.php?id=01499.00.01
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. (2014). *INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS*. Obtenido de Arroz:
<http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcereal/rarroz>
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. (s/f). *INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS*. Obtenido de Cosecha y Poscosecha:
<http://tecnologia.iniap.gob.ec/images/rubros/contenido/arroz/cosecha.pdf>
- Llanos, O; Ríos, A; Jaramillo, C; Rodríguez, L. (Diciembre de 2016). *ResearchGate*. Obtenido de La cascarilla de arroz como una alternativa en procesos de descontaminación:
https://www.researchgate.net/publication/313454708_La_cascarilla_de_arroz_como_una_a_lternativa_en_procesos_de_descontaminacion
- López, R; Mesias, J. (6 de Enero de 2020). *BIBDIGITAL Repositorio Escuela Politécnica Nacional*. Obtenido de Elaboración y caracterización de tableros de partículas a partir del cuesco de la palma africana con adhesivo biodegradable:
<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20622>
- Macancela, A; Martínez, A. (2020). *Repositorio Digital ULVR*. Obtenido de Fabricación de bloques de cemento y fibra de estopa de coco y PET reciclado para la eco-construcción:
<http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/3540>
- Maderame. (s.f.). *Maderame*. Obtenido de Clases de Tableros de Madera: Clasificación, Propiedades y Utilización: <https://maderame.com/clases-de-tableros/>
- Martin, A. (2020). *UNIVERSITAT POLITECNICA DE VALENCIA*. Obtenido de RiuNet repositorio UPV:
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/160345/Mart%C3%ADn%20-%20Estudio%20comparativo%20de%20%20fibras%20naturales%20para%20reforzar%20hormig%C3%B3n.pdf?sequence=1>
- Martín, A. (1 de Febrero de 2021). *Repositorio Universitat Politècnica de València*. Obtenido de Estudio comparativo de fibras naturales para reforzar hormigón:
<https://riunet.upv.es/handle/10251/160345?show=full>
- Martinez, J. (19 de Septiembre de 2018). *Periódico UNAL*. Obtenido de Cascarillas de arroz y bacterias lumínicas, materiales para VIS ecológicas:
<https://unperiodico.unal.edu.co/pages/detail/cascarillas-de-arroz-y-bacterias-luminicas-materiales-para-vis-ecologicas/>

- Mera, C; Salazar, C. (2021). *Repositorio ULVR*. Obtenido de ELABORACIÓN DE UN PANEL CONTRACHAPADO A BASE DE HOJAS DE CHOCLO Y CÁSCARA DE PALMA AFRICANA PARA USARLO COMO SEPARADOR DE AMBIENTES INTERIORES.
- Minaya, A. (2021). *Repositorio ULVR*. Obtenido de ELABORACIÓN DE UN PANEL MEDIANTE EL RECICLAJE DE LA FIBRA DE PLÁTANO Y CÁSCARA DE MANÍ.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (17 de Noviembre de 2021). *Ministerio de Agricultura y Ganadería*. Obtenido de El coco, una alternativa para la reactivación de Esmeraldas: <https://www.agricultura.gob.ec/el-coco-una-alternativa-para-la-reactivacion-de-esmeraldas/>
- Morales, L. (s.f.). *Huerto en casa*. Obtenido de ¿Cómo cosechar el coco?: <https://huerto-en-casa.com/cosecha-de-coco/>
- Naciones Unidas. (2015). *Naciones Unidas*. Obtenido de Objetivos de Desarrollo Sostenible: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>
- Naciones Unidas. (s/f). *Naciones Unidas*. Obtenido de Datos y cifras: <https://www.un.org/es/actnow/facts-and-figures#:~:text=Cada%20a%C3%B1o%20se%20recolecta%20en,de%20gases%20de%20efecto%20invernadero.>
- Nicolalde, K; Revelo, A. (11 de Septiembre de 2018). *BIBDIGITAL Repositorio Escuela Politécnica Nacional*. Obtenido de Caracterización mecánica y térmica de paneles tipo sánduche obtenidos a base de residuos de fibra de coco: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19728>
- Obando, M. (25 de Octubre de 2018). *Slideshare*. Obtenido de Proceso de pilado de arroz: <https://es.slideshare.net/marinastephanyobando/proceso-de-pilado-de-arroz>
- Orrabalís, C; Cossio, L; Martínez, R. (2020). *SciELO*. Obtenido de Aglomerado de cascarilla de arroz con adhesivo comercial poliuretánico: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-30262020000200123&lang=es
- Quiminet . (03 de 04 de 2012). Obtenido de Usos y aplicaciones del acetato de polivinilo: <https://www.quiminet.com/articulos/usos-y-aplicaciones-del-acetato-de-polivinilo-2714389.htm>
- Real Academia Española. (s.f.). *Real Academia Española*. Obtenido de Fibra: <https://dle.rae.es/fibra>
- Real Academia Española. (s/f). *Real Academia Española*. Obtenido de Panel: <https://dle.rae.es/panel?m=form>
- Rojas, N. (17 de Agosto de 2020). *AgroNegocios Perú*. Obtenido de Los beneficios de la cascarilla de arroz para el cultivo del arándano: <https://agronegociosperu.org/2020/08/17/los-beneficios-de-la-cascarilla-de-arroz-para-cultivo-del-arandano/>
- Salas, E. M. (Enero de 2010). *Repositorio TEC*. Obtenido de Evaluación del uso de la cascarilla de arroz en la fabricación de bloques de concreto: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6262/evaluaciondelusodelacascarilladearrozenlafabricacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Entre%20las%20principales%20propiedades%20f%C3%ADsico,principal%20costo%20es%20el%20transporte.>

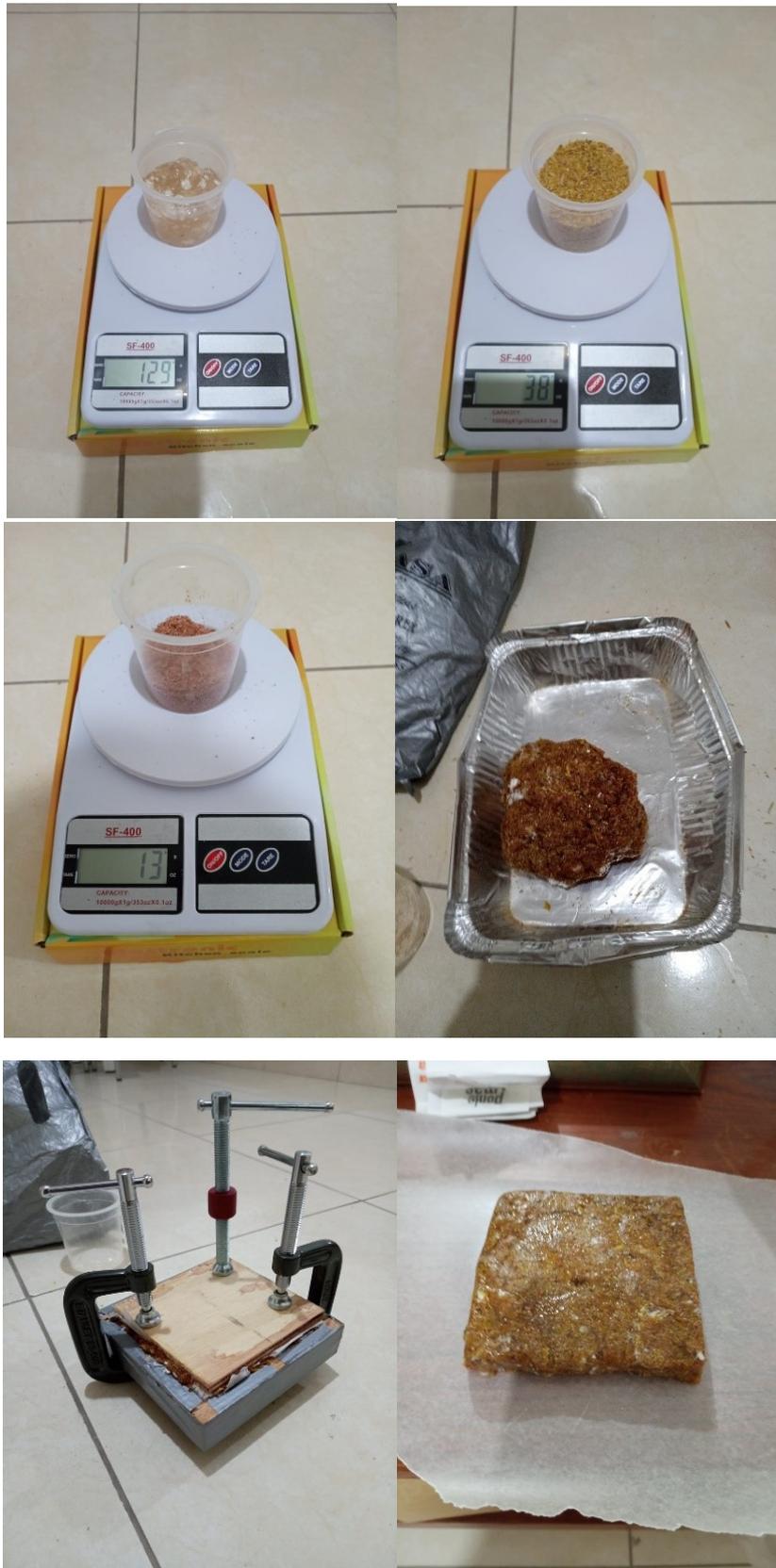
- Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de plagas. (s.f.). *Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de plagas*. Obtenido de Oryza sativa: [https://www.sinavimo.gob.ar/cultivo/oryza-sativa#:~:text=El%20arroz%20es%20una%20gram%C3%ADnea,0%2C7m%20\(flotantes\).](https://www.sinavimo.gob.ar/cultivo/oryza-sativa#:~:text=El%20arroz%20es%20una%20gram%C3%ADnea,0%2C7m%20(flotantes).)
- Ubillus, G. (2020). *Repositorio Digital ULVR*. Obtenido de Panel decorativo polifuncional en base de mezcla de aserrín y estopa: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/3617>
- Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil. (s.f.). *Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil*. Obtenido de Unidad de titulación: <https://www.ulvr.edu.ec/academico/unidad-de-titulacion/proyecto-de-investigacion#tomo1>
- Universidad Nacional de Colombia. (19 de Marzo de 2021). *Universidad Nacional de Colombia*. Obtenido de Producción de nanopartículas de sílice a partir de la cascarilla de arroz: <https://minas.medellin.unal.edu.co/noticias/3634-proyecto-propone-producir-nanoparticulas-de-silice-a-partir-de-la-cascarilla-de-arroz>
- Valdiviezo, S; Vera, K. (2019). *Repositorio Digital ULVR*. Obtenido de Elaboración de paneles de revestimiento para paredes a base de fibra de vidrio y estopa de coco para viviendas de interés social en la ciudad de Guayaquil: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/3040>
- Villa, K; Echavarría, C; Blessent, D. (2019). Wood walls insulated with coconut fiber.

ANEXOS

Anexo 1: Herramientas y materiales para la elaboración del molde.



Anexo 2: Prototipo como aglutinante almidón de yuca.



Anexo 3: Resina de poliéster



Anexo 4: Experimentación prototipo con resina



Anexo 5: Pruebas en el laboratorio



Anexo 6: Resultados de pruebas de compresión

CONTROL DE RESISTENCIA EN PROTOTIPO DE PANEL



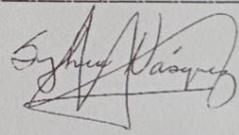
GEOCON[®]
Consultoría en Geotecnia

Contratista: Erika Vizcaino
 Fiscalización: -
 Obra: Tesis
 Localización: Tesis
 Fecha: 12 de Enero de 2023
 Informa: 41628

No. Cil. Lab.	Cil. Tomados	FECHA DE TOMA	DIAS (EDAD)	FECHA DE ROTURA	fc' (Kg/cm ²)	Rev (cm.)	TEMP. Co	Altura (cm.)	Base (cm)	Area (cm ²)	Carga (KN.)	Resistencia (Kg/cm ²)	ESTRUCTURA
1	Contratista	10-ene.-23	2	12-ene.-23	-			1,1	9,8	96,04	571,3	606,79	Paneles de fibra - Rotura Horizontal
2	Contratista	10-ene.-23	2	12-ene.-23	-			1,1	9,8	10,78	49,35	466,81	Paneles de fibra - Rotura Vertical



GEOCON S.A.
FIRMA AUTORIZADA



<<La Aurora, Avenida Alfredo Adum>>

<<Teléfonos: (04) 450-7474 - (593) 99 398 9454>>
 e-mail: controlcalidad@geocon.ec, geocon@geocon.ec
 www.geocon.ec

Ing. Sylvania Vásquez
Gerente General

Anexo 7: Informe absorción al agua



CUADRO DE RESULTADOS

Ciente: Erika Vizcaino
Fiscalización: -
Obra: Tesis
Localización: Tesis
Fecha: 13 de Enero de 2023
Informe: 41631

Material: Prototipo de panel

Peso Antes de ser sumergido	143,4 g
Peso despues de ser sumergido	144,1 g

Adsorción = 0,49%

Nota: El material estuvo sumergido por 23 horas (desde las 11 am del 12/01/23 hasta las 10 am del 13/01/23)

Ing. Sylvia Vásquez
Gerente General

GEOCON S.A.
FIRMA AUTORIZADA

Anexo 8: Resultados de la Prueba de resistencia al calor.



CUADRO DE RESULTADOS PRUEBA DE CALOR

Cliente: Erika Vizcaino
Fiscalización: -
Obra: Tesis
Localización: Tesis
Fecha: 16 de Enero de 2023
Informe: 41634

Material: Prototipo de panel

Resultado: El material estuvo sometido a calor por 6 horas a una temperatura de 130 grados y no sufrió ningún tipo de daño.

Antes



Durante



Despues



Ing. Sylvia Vásquez
Gerente General

GEOCON S.A.

FIRMA AUTORIZADA

Anexo 9: Panel en ambiente interior

