



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
ARQUITECTURA**

TEMA

**“DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE PANEL IMPLEMENTANDO LA
CÁSCARA DE CACAO COMO MATERIA PRIMA”**

TUTOR

Mgtr. EDDIE EFREN ECHEVERRIA MAGGI

AUTORES

ELIANA DEL ROCÍO LATA AGUIRRE

KEVIN JOEL MENDOZA AGUILAR

GUAYAQUIL

AÑO 2024



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO Y SUBTÍTULO: “DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE PANEL IMPLEMENTANDO LA CÁSCARA DE CACAO COMO MATERIA PRIMA”	
AUTOR/ES: Eliana Del Rocío Lata Aguirre Kevin Joel Mendoza Aguilar	TUTOR: Mgtr. Eddie Efren Echeverria Maggi
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	Grado obtenido: Arquitecto
FACULTAD: Ingeniería, Industria y construcción	CARRERA: Arquitectura
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2024	N. DE PÁGS: 114
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción	
PALABRAS CLAVE: Arquitectura, Materiales de construcción, Materia prima, Resina, Prueba.	
RESUMEN: Este proyecto se centra en diseñar un prototipo de panel de cielo raso utilizando la cáscara de cacao como materia prima, al reciclar este subproducto y combinarlo con resina poliéster como aglomerante, buscamos crear un material sostenible que se incorpore a las edificaciones. Esta iniciativa no solo reduce el desperdicio, sino también disminuye la huella de carbono asociada con los materiales de construcción tradicionales. El objetivo es caracterizar la materia prima, elaborar prototipos según estándares nacionales e internacionales, experimentar con diferentes dosificaciones y analizar las propiedades termoacústicas del panel. En última instancia, este enfoque innovador podría	

revolucionar la gestión de residuos agrícolas y contribuir a un futuro más sostenible en la industria de la construcción. En esta tesis, exploraremos el diseño de un prototipo de panel que aproveche la cáscara de cacao como materia prima, contribuyendo así a una gestión más sostenible de los subproductos cacaoteros. Para ello, se llevarán a cabo las siguientes acciones: Caracterizar la materia prima que se utilizará para la elaboración del prototipo. Elaborar los prototipos siguiendo estándares nacionales para los ensayos. Experimentar con diferentes dosificaciones en la manufactura de los modelos. Caracterizar los prototipos mediante ensayos físicos y mecánicos. Analizar las propiedades termoacústicas del panel mediante pruebas de laboratorio. El prototipo de 50% cáscara de cacao y 50% resina poliéster demostró ser una opción efectiva para cielos rasos, cumpliendo con estándares de densidad y estabilidad. Su rendimiento térmico es favorable para climas cálidos, y su resistencia mecánica es adecuada para aplicaciones en sistemas constructivos livianos.

N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (Web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: Eliana Del Rocío Lata Aguirre Kevin Joel Mendoza Aguilar	Teléfono: 0999298586 0961852777	E-mail: elataa@ulvr.edu.ec kmendozaag@ulvr.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Ph.D Marcial Calero Amores (Decano) Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 241 E-mail: mcaleroa@ulvr.edu.ec Mgtr. Milton Andrade Laborde (Director de Carrera) Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 210 E-mail: mandradel@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE SIMILITUD

TESIS_ ELIANA LATA Y KEVIN MENDOZA

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%	5%	2%	2%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.593dp.com Fuente de Internet	<1%
2	vdocuments.pub Fuente de Internet	<1%
3	dspace.espol.edu.ec Fuente de Internet	<1%
4	Submitted to Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) - Sede Ecuador Trabajo del estudiante	<1%
5	rcta.unah.edu.cu Fuente de Internet	<1%
6	"Aislantes biobasados: Reducción de la huella de carbono a través del uso de subproductos de la madera en edificios residenciales en Santiago de Chile", Pontificia Universidad Católica de Chile, 2023 Publicación	<1%
7	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	<1%

8	www.repositorio.usac.edu.gt Fuente de Internet	<1 %
9	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1 %
10	scielo.sld.cu Fuente de Internet	<1 %
11	www.virtualpro.co Fuente de Internet	<1 %
12	fr.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
13	www.ptolomeo.unam.mx:8080 Fuente de Internet	<1 %
14	dspace.utb.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
15	Submitted to Instituto Superior Tecnológico Espíritu Santo Trabajo del estudiante	<1 %
16	www.rudol.de Fuente de Internet	<1 %
17	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
18	issuu.com Fuente de Internet	<1 %
19	dspace.ups.edu.ec	

Fuente de Internet

<1 %

20 ECOPLANEACION CIVIL S.A
ING.CONSULT.CON.S. "EIA del Proyecto
Agroindustrial Caña Brava de la Empresa
Agrícola del Chira para la Producción de
Etanol a Partir de la Siembra de Caña de
Azúcar-IGA0012064", Oficio N° 2657-2009-
PRODUCE/DVMYPE-I/DGI-DAAI, 2021
Publicación

<1 %

21 www.radiohc.cu
Fuente de Internet

<1 %

22 CLB TECNO LOGICA S.A.C. "DAP de la Planta
Textil-IGA0003952", R.D. N° 233-2014-
PRODUCE/DVMYPE-I/DIGGAM, 2020
Publicación

<1 %

23 core.ac.uk
Fuente de Internet

<1 %

24 Submitted to Universidad de Alicante
Trabajo del estudiante

<1 %

25 repositorio.unp.edu.pe
Fuente de Internet

<1 %

26 zh.player.fm
Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas Apagado
Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias Apagado



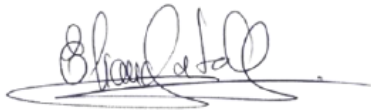
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

El (Los) estudiante(s) egresado(s) ELIANA DEL ROCÍO LATA AGUIRRE y KEVIN JOEL MENDOZA AGUILAR, declara (mos) bajo juramento, que la autoría del presente Trabajo de Titulación, “Diseño de un prototipo de panel implementando la cáscara de cacao como materia prima”, corresponde totalmente a el(los) suscrito(s) y me (nos) responsabilizo (amos) con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo (emos) los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autor(es)

Firma:



ELIANA DEL ROCÍO LATA AGUIRRE

C.I. 0926341819

Firma:



KEVIN JOEL MENDOZA AGUILAR

C.I.: 0931955736

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de docente Tutor del Trabajo de Titulación “Diseño de un prototipo de panel implementando la cáscara de cacao como materia prima”, designado(a) 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 Trabajo de Titulación, titulado: “Diseño de un prototipo de panel implementando la cáscara de cacao como materia prima” presentado por el (los) estudiante (s) ELIANA DEL ROCÍO LATA AGUIRRE y KEVIN JOEL MENDOZA AGUILAR como requisito previo, para optar al Título de ARQUITECTO, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:



Mgtr. Eddie Efrén Echeverría Maggi

C.C.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, su mano protectora me guió en los momentos más oscuros, cuando parecía que todo estaba en contra, Él me recordó que no estaba sola. Su amor inquebrantable me sostuvo y me dió la fuerza para seguir adelante.

A mi pequeño milagro, mi bebé en camino, quiero decirte que ya eres mi mayor logro, tu presencia en mi vida es un regalo divino, y estoy ansiosa por conocerte. Eres mi inspiración para seguir luchando y creciendo.

A mis padres, Jorge y Teresa, quienes han sido mis primeros maestros y mis mayores admiradores, mi roca y mi refugio, les debo todo, su amor, sacrificio y constante aliento han sido mi motor, sin ustedes, nada de esto sería posible. Su apoyo incondicional y sus palabras de aliento me impulsaron a superar los obstáculos. Gracias por creer en mí incluso cuando yo misma dudaba.

Mi Bailicito, mi perrito, fiel compañero de estudios y desvelos, merece un lugar especial en mi corazón, sus miradas cómplices y su lealtad inquebrantable han sido mi refugio en días difíciles.

A mi hermana, Diana, con quien he compartido risas, secretos y sueños, gracias por ser mi confidente y mi cómplice, tu apoyo ha sido invaluable. A mi Loli, aunque ya no está físicamente entre nosotros, su amor y sabiduría siguen guiándome, siempre recordaré tus historias, humildad, amabilidad y don de gente.

Al resto de mi familia, tías, primos, gracias por celebrar mis logros y acompañarme en los momentos importantes. Su cariño ha sido un regalo preciado.

A mi querida Arq. Grace Pesantes, que siempre me alentó a continuar con mis estudios, gracias por siempre darme ánimos y ayudarme a no desistir, donde esté, sé que se sentirá orgullosa de mí.

A quienes se han unido en los últimos años de mi carrera, mis nuevos compañeros de aula, en especial a mi querida Jessi, gracias por ser la compañera

que todos anhelados tener. Y a mi compañero Kevin que hemos con mucho esfuerzo y perseverancia salir adelante en este camino.

En esta carrera, he aprendido que la arquitectura no solo se construye con ladrillos y planos, sino también con amor, dedicación y valores. Cada uno de ustedes ha dejado una huella imborrable en mi corazón y en mi camino profesional.

Y a mí misma, por no rendirme, por persistir incluso cuando las circunstancias parecían imposibles. Hoy celebro no solo mi título, sino también la vida que crece dentro de mí, este logro es un testimonio de que la fe mueve montañas y el amor trasciende cualquier adversidad. Que mi historia inspire a otros a nunca renunciar a sus sueños, incluso cuando el camino parece empinado.

¡Gracias por ser mi inspiración, mi red de apoyo y mi familia! Este logro es de todos nosotros.

Con gratitud y cariño,

ELIANA DEL ROCÍO LATA AGUIRRE

AGRADECIMIENTO

A mi querida familia, especialmente a mi mamá, Edelina, y a mi papá, Manuel, por su amor y apoyo incondicional. A mis hermanos Cris y Junior, quienes siempre han estado a mi lado en cada paso de este camino. A mis fieles compañeros felinos, Tito, Toto, Botitas y el resto, por llenar mis días de alegría con su compañía.

A Susan y Jessica, por su amistad y apoyo inquebrantable a lo largo de este proceso, no dejando que detenga mi andar y siga avanzando hasta llegar al final. A mi compañera Eliana, quien a pesar de su embarazo continuó trabajando con dedicación hasta el final sin descanso, por su incansable esfuerzo y compromiso.

A mi querida y hermosa esposa, Katherine, mi mayor inspiración y apoyo en todo momento. Gracias por tu paciencia, amor y motivación constante. Extiendo mi gratitud a mi suegra, cuñado y suegro, quienes me han recibido con los brazos abiertos y han sido una parte fundamental de este viaje.

Esta tesis es el reflejo de la unión y el amor que cada uno de ustedes ha aportado a mi vida.

KEVIN JOEL MENDOZA AGUILAR

DEDICATORIA

Todo este esfuerzo se lo dedico a Dios, fuente de inspiración, Su guía y protección han sido mi faro en momentos de incertidumbre y desafío, a mi pequeño milagro, que me enseñó a construir sueños y no perder la fe, a mis padres Jorge y Teresa, cimientos sólidos de mi camino, todo esto ha sido posible gracias a sus valores y ejemplo; y a mi fiel compañero Bailey, quien siempre ha estado a mi lado.

Este título es el fruto de su amor, apoyo y fe.

ELIANA DEL ROCÍO LATA AGUIRRE

DEDICATORIA

A Diosito y a la Virgen María, por iluminar cada paso en mi camino y otorgarme la fortaleza necesaria para superar cada obstáculo.

A mis padres, Edelina y Manuel, cuyo amor, sacrificio y apoyo constante han sido la base sólida sobre la que se ha construido mi vida.

A mi adorada esposa, Katherine, quien ha sido mi mayor soporte a lo largo de este viaje. Tu constante aliento, tu paciencia sin límites y tu fe inquebrantable en mí han sido la luz que ha guiado mi esfuerzo en este proyecto. En los momentos más desafiantes, encontré en ti la fuerza para seguir adelante y la motivación para dar lo mejor de mí. Eres mi compañera leal, quien me ha proporcionado serenidad en los momentos más complicados y, al mismo tiempo, la energía para celebrar cada pequeño éxito. No hay palabras suficientes para expresar cuán esencial ha sido tu presencia en este proceso. Cada sacrificio y cada acto de amor y comprensión tuyo han sido cruciales para hacer realidad este sueño. Tu apoyo continuo y tu confianza me han impulsado a superar límites que a veces pensaba que tenía. Este logro no solo es mío, sino nuestro, y refleja la conexión y el amor que siempre hemos compartido. Gracias por ser el pilar sobre el que se ha edificado este éxito, y por estar a mi lado en cada etapa de nuestra vida.

Finalmente, a mi querida abuelita Pilu, quien, aunque ya no está físicamente presente, siempre vive en mi corazón, iluminando con su recuerdo este logro.

KEVIN JOEL MENDOZA AGUILAR

RESUMEN

Este proyecto se centra en diseñar un prototipo de panel de cielo raso utilizando la cáscara de cacao como materia prima, al reciclar este subproducto y combinarlo con resina poliéster como aglomerante, buscamos crear un material sostenible que se incorpore a las edificaciones. Esta iniciativa no solo reduce el desperdicio, sino también disminuye la huella de carbono asociada con los materiales de construcción tradicionales. El objetivo es caracterizar la materia prima, elaborar prototipos según estándares nacionales e internacionales, experimentar con diferentes dosificaciones y analizar las propiedades termoacústicas del panel. En última instancia, este enfoque innovador podría revolucionar la gestión de residuos agrícolas y contribuir a un futuro más sostenible en la industria de la construcción. En esta tesis, exploraremos el diseño de un prototipo de panel que aproveche la cáscara de cacao como materia prima, contribuyendo así a una gestión más sostenible de los subproductos cacaoteros. Para ello, se llevarán a cabo las siguientes acciones: Caracterizar la materia prima que se utilizará para la elaboración del prototipo. Elaborar los prototipos siguiendo estándares nacionales para los ensayos. Experimentar con diferentes dosificaciones en la manufactura de los modelos. Caracterizar los prototipos mediante ensayos físicos y mecánicos. Analizar las propiedades termoacústicas del panel mediante pruebas de laboratorio. El prototipo de 50% cáscara de cacao y 50% resina poliéster demostró ser una opción efectiva para cielos rasos, cumpliendo con estándares de densidad y estabilidad. Su rendimiento térmico es favorable para climas cálidos, y su resistencia mecánica es adecuada para aplicaciones en sistemas constructivos livianos.

Palabras Claves: Arquitectura, Materiales de construcción, Materia prima, Resina, Prueba.

ABSTRACT

This project focuses on designing a ceiling panel prototype using cocoa shells as raw material. By recycling this by-product and combining it with polyester resin as a binder, we aim to create a sustainable material that can be integrated into buildings. This initiative not only reduces waste but also lowers the carbon footprint associated with traditional construction materials. The objective is to characterize the raw material, develop prototypes according to national and international standards, experiment with different dosages, and analyze the panel's thermoacoustic properties. Ultimately, this innovative approach could revolutionize agricultural waste management and contribute to a more sustainable future in the construction industry.

In this thesis. This project focuses on designing a prototype ceiling panel using cocoa shells as raw material. By recycling this by-product and combining it with polyester resin as a binder, the aim is to create a sustainable material for integration into buildings. This initiative not only reduces waste but also lowers the carbon footprint associated with traditional construction materials. The objectives are to characterize the raw material, develop prototypes according to national and international standards, experiment with different dosages, and analyze the panel's thermoacoustic properties. Ultimately, this innovative approach could revolutionize agricultural waste management and contribute to a more sustainable future in the construction industry.

In this thesis, we will explore the design of a prototype panel that uses cocoa shells as raw material, thereby promoting more sustainable management of cocoa by-products. To achieve this, the following actions will be undertaken: characterizing the raw material for prototyping, developing prototypes in accordance with national testing standards, experimenting with different dosages in the manufacturing of the models, characterizing the prototypes through physical and mechanical tests, and analyzing the panel's thermoacoustic properties through laboratory tests. The prototype of 50% cocoa shell and 50% polyester resin proved to be an effective option for ceilings, meeting density and stability standards. Its thermal performance is favorable for hot climates, and its mechanical strength is suitable for applications in lightweight construction systems.

Keywords: Architecture, Building materials, Raw materials, Polymers, Resins, Testing.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.1 Tema	3
1.2 Planteamiento del problema.....	3
1.3 Formulación del problema.....	6
1.4 Objetivos	6
1.4.1 Objetivo General	6
1.4.2 Objetivos específicos	6
1.5 Hipótesis	6
1.6 Línea de investigación institucional	7
CAPÍTULO II.....	8
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	8
2.1 Marco Teórico	8
2.2 Antecedentes	27
2.2.1 El cacao	27
2.2.2 Materiales	35
2.2.3 Resinas	38
2.3 Marco Legal.....	42
2.3.1 CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR.....	43
2.3.2 Código orgánico del ambiente (COA)	46
2.3.3 Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 “Toda una Vida”.....	47
2.3.4 Norma Ecuatoriana de la Construcción	48
2.3.5 Norma NTE INEN 0642-2009 - Ensayos para la determinación de la absorción al agua.....	49
2.3.6 Norma NTE INEN 3110 - Tableros de partículas.....	50
2.3.7 Norma NTE INEN-EN 239.....	50

2.3.8 Norma NTE INEN-EN 1688.....	51
2.3.9 Norma NTE INEN-EN 520 2018-06.....	51
2.3.10 Ordenanza contra ruido.....	51
2.3.11 Normativa ASTCM C1774-13	52
2.3.12 Norma ASTM C 518 (Resistencia Térmica)	52
CAPÍTULO III.....	54
MARCO METODOLÓGICO	54
3.1 Enfoque de la Investigación	54
3.2 Alcance de la investigación:.....	54
3.3 Técnica e instrumentos.....	55
3.4 Población y muestra	55
3.4.1 Tipos de Muestra en investigación.....	55
CAPÍTULO IV	56
PROPUESTA O INFORME.....	56
4.1 Proceso de Desarrollo	56
4.2 Presentación y análisis de resultados.....	58
4.2.1 Propuesta de los prototipos	58
4.2.2 Análisis de las propiedades de los prototipos.....	64
4.3 Propuesta.....	77
CONCLUSIONES	80
RECOMENDACIONES	83
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	84
ANEXOS	92

ILUSTRACIONES

Figura 1. Imagen de los ensayos a flexión comprensión.....	9
Figura 2. Imágenes tomadas de las Probetas realizadas en la investigación.	10
Figura 3. Proceso de elaboración de las probetas.	11
Figura 4. Prototipo de las tejas.....	11
Figura 5. Muestra de los resultados	12
Figura 6. Ruptura del bloque tradicional / Ruptura del bloque alivianado.....	13
Figura 7. Muestra de aglomerados con CN y muestra ensayada de flexión y comprensión.....	14
Figura 8. Elaboración de. Diseño de Bloque 3D.....	15
Figura 9. Propuesta del autor de Ladrillo ecológico	15
Figura 10. Prueba acústica y Prueba hidrófuga	16
Figura 11. Vista microscópica de la composición química	17
Figura 12. Imagen de los ensayos a flexión comprensión.....	17
Figura 13. Imagen de los ensayos a flexión comprensión.....	18
Figura 14. Resultado de la trituración (a) Seco, (b) Húmedo	19
Figura 15. Moldes realizados para los prototipos	20
Figura 16. Proceso de llenado para termo conformado.....	21
Figura 17. Placa retirada del molde.....	21
Figura 18. Datos de coeficientes de absorción.....	22
Figura 19. Biocompositos con cáscara tratada.....	23
Figura 20. Fisura de tablero P04-I-II-III.....	23
Figura 21. Elaboración de bloques de construcción de cenizas térmicas, cascarilla de arroz.....	24
Figura 22. Ensamblaje de los paneles a mano (a) y dispositivo de prensado en caliente (b)	25
Figura 23. Prueba de rendimiento térmico y acústico.....	26
Figura 24. Elaboración de probeta cúbicas de mortero	27
Figura 25. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua	31
Figura 26. Producción de cacao en las tres provincias.	31
Figura 27. Fig. de Tabla de Producción y desperdicios de cáscara de cacao.....	33
Figura 28. Resina Epóxica, ilustración de advertencia de seguridad	39
Figura 29. Artículos moldeados con resina UF.....	40
Figura 30. Aplicación de Resina poliéster	41

Figura 31. Proceso de desarrollo	56
Figura 32. Proceso de la recolección, elección y determinación del tamaño de la materia prima.	57
Figura 33. Pruebas de las diferentes dosificaciones que se elaboraron.....	57
Figura 34. Detalle de las pruebas elaboras / Prueba Conductividad Térmica	58
Figura 35. Proceso a la mejor elección de dosificación.....	59
Figura 36. Prueba de diferentes granulometrías de cacao	60
Figura 37. Prototipo 1. Dosificación cacao 40%, resina 60%	61
Figura 38. Prototipo 2. Dosificación cacao 50%, resina 50%	62
Figura 39. Prototipo 3. Dosificación cacao 70%, resina 30%	62
Figura 40. Prototipo 4. Dosificación cacao 80%, resina 20%	63
Figura 41. Prueba a la Densidad	65
Figura 42. Prototipos en prueba de absorción con peso inicial, secado y peso final.	66
Figura 43. Pruebas a la conductividad térmica.....	67
Figura 44. Prueba Conductividad Acústica. Prototipo 1.: 50% resina - 50% cacao, espesor 1,5 cms.....	69
Figura 45. Prueba Conductividad Acústica. Prototipo 1.: 50% resina - 50% cacao, espesor 2 cms	71
Figura 46. Pruebas de Laboratorio de Conductividad Acústica	72
Figura 47. Prueba la Continuidad Eléctrica con Multímetro.....	73
Figura 48. Curvas de esfuerzo-deflexión de los prototipos.....	75
Figura 49. Curvas de esfuerzo-deflexión de los prototipos.....	77
Figura 50. Renders de propuesta de panel	79

TABLAS

Tabla 1. Ficha técnica Resina Poliéster RPUG320P	41
Tabla 2. Alcance de la Investigación.....	54
Tabla 3. Técnica e Instrumentos.....	55
Tabla 4. Porcentaje de Dosificaciones.....	59
Tabla 5. Prototipo de acuerdo a granulometría.....	60
Tabla 6. <i>Porcentajes Dosificación Prototipo 1</i>	61
Tabla 7. Porcentajes Dosificación Prototipo 2	61
Tabla 8. Porcentajes Dosificación Prototipo 3	62
Tabla 9. Porcentajes Dosificación Prototipo 4	63
Tabla 10. Densidad.....	64
Tabla 11. Prueba Contenido a la humedad	65
Tabla 12. Conductividad Térmica. Cacao exterior - Resina interior.....	67
Tabla 13. Prueba acústica prototipo 1.: 50% resina - 50% cacao, espesor 1,5 cms	69
Tabla 14. Prueba Conductividad Acústica. Prototipo 1.: 50% resina - 50% cacao, espesor 2 cms.....	70
Tabla 15. Resultados de prueba de flexión.....	74
Tabla 16. Resultados de prueba de resistencia a la compresión.....	76
Tabla 17. Tabla de Conclusión General de Pruebas	80

ANEXOS

Anexo 1. Enlaces a páginas de las normativas	92
Anexo 2. Informe de Laboratorio Ensayos a Flexión	93
Anexo 3. Informe de Laboratorio Ensayos a la Compresión	94

INTRODUCCIÓN

La industria del cacao en Ecuador enfrenta un desafío significativo relacionado con el desperdicio de subproductos, especialmente la cáscara de cacao. Del área cultivada, el 83% corresponde al cacao nacional o criollo, mientras que el restante 17% incluye otros tipos de cacao trinitario, como el CCN-51. Sin embargo, solo se aprovecha aproximadamente el 10% del peso total del fruto fresco, mientras que el 90% restante se considera desecho, incluyendo la cáscara de cacao y su placenta, que representa el 75% del peso total de las mazorcas cosechadas.

Este desperdicio no solo genera residuos, sino que también implica una pérdida de valiosa materia prima. A pesar del aumento constante en las exportaciones de cacao, la cáscara de cacao sigue siendo desechada como subproducto, contribuyendo al problema general de desperdicio. Además, la mala gestión de la cáscara de cacao para la elaboración de subproductos resulta en pérdidas económicas.

El manejo inadecuado de estos residuos a menudo implica la quema de materiales orgánicos, lo que emite gases de efecto invernadero y afecta la salud de los agricultores, especialmente sus vías respiratorias y visión. También, el volumen de residuos de cáscara de cacao puede generar problemas fitosanitarios, como la moniliasis, una enfermedad que afecta los árboles frutales y provoca podredumbre en los frutos. La acumulación de estos residuos también puede propiciar la proliferación de insectos transmisores de enfermedades peligrosas para los seres humanos. Por lo tanto, es crucial implementar un manejo adecuado de los desechos generados en el cultivo de cacao para abordar estas problemáticas.

La industria del cacao enfrenta un desafío crucial: el desperdicio de subproductos, especialmente la cáscara de cacao. A pesar de su potencial, este material a menudo se descarta sin aprovecharlo adecuadamente. Además, los métodos constructivos contemporáneos, aunque eficientes, generan una considerable huella de carbono debido al uso intensivo de energía no renovable y químicos dañinos. ¿Qué pasaría si pudiéramos transformar la cáscara de cacao, un subproducto desechado, en un recurso valioso para la construcción sostenible?

Este proyecto se centra en diseñar un prototipo de panel de cielo raso utilizando la cáscara de cacao como materia prima. Al reciclar este subproducto y combinarlo con resina poliéster como aglomerante, se busca crear un material sostenible que se incorpore a las edificaciones. Esta iniciativa no solo reduce el desperdicio, sino que también disminuye la huella de carbono asociada con los materiales de construcción tradicionales.

Nuestro objetivo es caracterizar la materia prima, elaborar prototipos según estándares nacionales, experimentar con diferentes dosificaciones y analizar las propiedades termoacústicas del panel. En última instancia, este enfoque innovador podría revolucionar la gestión de residuos agrícolas y contribuir a un futuro más sostenible en la industria de la construcción.

En esta tesis, exploraremos el diseño de un prototipo de panel que aproveche la cáscara de cacao como materia prima, contribuyendo así a una gestión más sostenible de los subproductos cacaoteros.

CAPÍTULO I

ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Tema

“Diseño de un prototipo de panel implementando la cáscara de cacao como materia prima”

1.2 Planteamiento del problema

La industria del cacao en Ecuador enfrenta una significativa problemática relacionada con el desperdicio de subproductos, especialmente la cáscara de cacao. Este material, es usualmente descartado sin aprovechar su potencial. Según datos oficiales de FAOSTAT (Base de datos gestionada por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) en el año 2019 se ha reportado que en Ecuador se encuentran registradas alrededor de 525.435 hectáreas destinadas a este cultivo con una producción de 283.680 toneladas/año; de la superficie ecuatoriana cultivada de cacao el 83 % corresponde a cacao nacional o criollo y el restante, 17 % a otros tipos de cacao trinitario, entre ellos CCN-51. Peritos en la producción cacaotera establecieron que en este tipo de cultivo solo es aprovechado el 10 % del peso del fruto fresco, un 90 % concierne a productos de desecho, como la cáscara de cacao y su placenta que representa el 75 % del peso total de las mazorcas cosechadas. (Vera et al., 2023)

Esto genera residuos y también desperdicia una valiosa materia prima. Debido a esto, aunque las exportaciones de cacao han experimentado un aumento constante, la cáscara de cacao, como subproducto, es a menudo desechada, contribuyendo así al problema de desperdicio. Produce una pérdida económica debido a la mala gestión de la cáscara de cacao para la elaboración de subproductos. Tomando como referencias las estimaciones realizadas por la subgerencia de Análisis de Productos y Servicios quienes usaron la información del INEC-SPAC ("Sistema de Prestaciones de Asistencia y Control" del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) de Ecuador) en el año 2022 donde indican que en Manabí tiene una producción (T.m.)

de 49.973 que representa el 15% a nivel nacional de la producción de Cacao en Ecuador (Servicios, 2023).

De esta forma, se establece mediante los datos mencionados con anterioridad que 90% del producto se desperdicia, de las 49,973 toneladas, solo se utilizan 4,997.3 y 44,975.7 se desperdician. Los encargados el desperdicio han optado por la quema de los materiales orgánicos, provocando la emisión de gases de efecto invernadero y, las cenizas resultantes afectan la salud de los agricultores incluyendo vías respiratorias y visión, exacerbando problemas de visión.

Otro factor que presenta una problemática es que debido a que el volumen de residuos genera problemas fitosanitarios, como la moniliasis (se trata de una enfermedad clásica en los árboles en los árboles frutales cuyo efecto principal es la producción de podredumbres), este es un hongo que afecta el fruto del árbol de cacao; dicho hongo requiere de agua libre para su desarrollo, donde esta puede ser encontrada dentro de los residuos de cáscara cacao, puesto que estos cuentan con una forma cónica y allí se almacena el agua de las precipitaciones. Esa agua es utilizada por el hongo para su crecimiento y desarrollo, y así afecta la producción del cultivo en donde se pueden alcanzar pérdidas de cosecha hasta del 80%, como lo establece (Suarez y Aranzazu, 2010).

Al igual, estas cáscaras son un foco para el desarrollo de *Phytophthora spp* (El nombre *Phytophthora* se deriva del griego y literalmente significa “destructor de plantas”), que causa significativas pérdidas económicas en las actividades cacaoteras, y puede ser una fuente de olores indeseados. La acumulación de estos residuos puede ayudar a la proliferación de insectos transmisores de enfermedades peligrosas para el ser humano. Por esta razón es necesario realizar un manejo adecuado de los desechos; sin embargo, los residuos generados en el cultivo de cacao no cuentan con un manejo acertado, y a partir de esto se generan diferentes problemáticas. (Herrera Rengifo et al., 2020)

Lo que iniciaba como una problemática a nivel ambiental, comienza a tornarse en una problemática a nivel económico para los productores, en donde estos pueden tener pérdidas significativas en el cultivo y de esta forma ver afectado su capital, lo

cual puede repercutir en el detrimento del desarrollo económico de una región que se dedique a las actividades cacaoteras.

La consecuencia por el uso de pesticidas y fertilizantes en la agricultura del cacao contamina los cuerpos de agua circundantes. Esta contaminación excesiva de nutrientes en el agua provoca la eutrofización, un fenómeno que altera el equilibrio biológico y afecta la calidad del agua. La eutrofización causa problemas graves, desde la disminución de la biodiversidad acuática hasta la proliferación de algas nocivas.

Otra forma de mala gestión de residuos agrícolas es dejar en el sitio de cultivo el exceso de biomasa después de la cosecha, lo que provoca la generación de lixiviados que son transportados por escorrentías superficiales y subterráneas contaminando el entorno. Esto afecta negativamente a los cuerpos de agua y suelo.

Para concluir, las áreas de cultivo de cacao presentan un problema no solo por el desperdicio del cacao sino por la falta y gestión no efectiva según datos de FAO (FAO Ecuador, 2022).

Los métodos constructivos contemporáneos, a menudo contaminantes, generan una considerable huella de carbono. La fabricación de elementos constructivos implica el uso intensivo de energía no renovable y químicos dañinos. Reducir el consumo de energía y adoptar materiales de construcción a partir de recursos agrícolas, como el cacao, podría ofrecer una alternativa más amigable con el medio ambiente, aprovechando los residuos de este cultivo de manera sostenible.

La industria del chocolate, al generar considerables cantidades de cáscara de cacao como subproducto, contribuye a la acumulación de residuos orgánicos denominado biomasa. Esta tendencia, proyectada hacia el futuro, será un descarte de la cáscara sin aprovechar su potencial, exacerbando la problemática medioambiental. Este desperdicio futuro implica la pérdida significativa de materia prima, que, de manera eficiente, podría ser reutilizada. El modelo de un prototipo de panel en el futuro utilizando la cáscara de cacao como materia prima se presenta como una oportunidad única para innovar en la gestión de residuos, transformando un subproducto desechado en un recurso valioso. Para concluir, el uso de la cáscara

de cacao como materia prima en la elaboración de paneles destinados para la edificación, permitirá gestionar adecuadamente los residuos agrícolas y disminuir la huella de carbono incorporado en los materiales de construcción tradicionales que se da a lo largo de los procesos de industrialización.

1.3 Formulación del problema

¿El uso de la cáscara de cacao como componente en la elaboración de un tablero aglomerado podrá alcanzar la resistencia adecuada para su inclusión en las edificaciones?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Elaborar un panel de cielo raso mediante el reciclaje de la cáscara de cacao y el uso de la resina poliéster como aglomerante, para lograr un material sostenible que se incorpore a las edificaciones.

1.4.2 Objetivos específicos

- Caracterizar la materia prima que se utilizará para la elaboración del prototipo.
- Elaborar los prototipos de acuerdo con estándares nacionales para los ensayos.
- Experimentar con diferentes dosificaciones en la manufactura de los modelos.
- Caracterizar los prototipos mediante ensayos físicos y mecánicos.
- Analizar las propiedades termoacústicas del panel mediante pruebas de laboratorio.

1.5 Hipótesis

La reutilización de la cáscara de cacao combinada con resina poliéster permitirá la manufactura de un panel para el cielo raso de las edificaciones.

1.6 Línea de investigación institucional

Las líneas de investigación de la Facultad de Ingeniería, Industria y construcción se basan en:

Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción.

Este proyecto de investigación se ajusta a materiales innovadores de construcción por el hecho de estar utilizando la cáscara de cacao como materia prima a partir de sus residuos

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1 Marco Teórico

De acuerdo con la revista “United Nations Climate change” (2022), resumiendo datos de la Agencia Internacional de Energía (IEA), en 2021 las emisiones de CO₂ provenientes de la calefacción en edificaciones experimentaron un incremento del 5,5%. Además, se estima que el 80% de las emisiones globales de CO₂ se originan en las edificaciones. Para mitigar estos impactos, es necesario adoptar sistemas constructivos y materiales sostenibles, lo que contribuiría a disminuir el consumo energético en la industria de la construcción.

El empleo de cáscaras de alimentos orgánicos en la producción de materiales de construcción, como paneles de tumbados, aporta beneficios importantes tanto para el medio ambiente como para la economía. En primer lugar, utilizar estos subproductos ayuda a disminuir la cantidad de residuos, reduciendo así el impacto ambiental de la eliminación de desechos orgánicos. Además, al reciclar cáscaras de alimentos, se puede reducir la necesidad de recursos naturales vírgenes, lo que favorece la sostenibilidad en la construcción. Desde el punto de vista técnico, estos materiales reciclados pueden ofrecer características similares a las de los materiales tradicionales, como el aislamiento térmico y acústico, pero con una huella de carbono mucho menor. La incorporación de cáscaras de alimentos en la producción de paneles no solo promueve una economía circular, sino que también abre nuevas oportunidades para la innovación en la creación de materiales de construcción ecológicos y económicos.

En esta tesis, proponemos el diseño de un prototipo de panel utilizando la cáscara de cacao como materia prima. Este panel no sólo sería ecológico y sostenible, sino que también podría tener propiedades aislantes, por lo que, en este segundo capítulo queremos asentar todas aquellas bases teóricas de otros autores que han desarrollado proyectos, incluyendo el marco legal, el cual apoyará el proyecto. Esperamos que este estudio contribuya a la creciente literatura sobre

materiales de construcción sostenibles y abra nuevas vías para la utilización de residuos agrícolas en la industria de la construcción.

El proyecto de investigación de Andrade (2023), se desarrollaron prototipos de louvers fabricados con fibra de coco y aserrín aglomerados con resina. Fueron evaluados según la norma INEN 3110:2016, las pruebas de absorción de humedad indicaron un bajo, e incluso nulo, porcentaje de absorción en la mayoría de los casos. Para la conductividad térmica, de acuerdo con la norma ISO 8302 utilizando un medidor de placa caliente, se presentó una conductividad térmica de 0,083 W/m-K, dentro de un rango de 0,002 a 2,500 W/m-K. Además, las pruebas de resistencia mecánica revelaron un alto grado de elasticidad. Excelente material para crear ambientes térmicamente confortables.

Figura 1. Imagen de los ensayos a flexión compresión



Fuente: Andrade (2023)

El proyecto de investigación de Echeverría-Maggi et al. (2022), sobre la reutilización de fibra de plátano y cáscaras de maní para el diseño de nuevos productos prefabricados para edificios se toma como referencia las distintas pruebas según las normas europeas e ISO 8302:1991. Los resultados generales indican que se demostró la viabilidad de crear un material con transmitancia térmica, dependiendo del nivel de resina y fibra utilizados donde se estableció que a medida que el porcentaje de fibra en las muestras aumenta, provoca una disminución

de la transmitancia. Además, la absorción de humedad que estuvieron dentro del rango estableció por la normativa que es entre el 5% y 13% a excepción del último que tuvo un 18,64% por su mayor contenido de resina. Su módulo de ruptura con 72,8 kg/cm² está dentro de la norma INEN/EN 312 que admite un esfuerzo mínimo de 71,38 kg/cm². De esta forma, los resultados indican el potencial para desarrollar materiales aislantes contribuyendo a obtener espacios térmicos y cómodos.

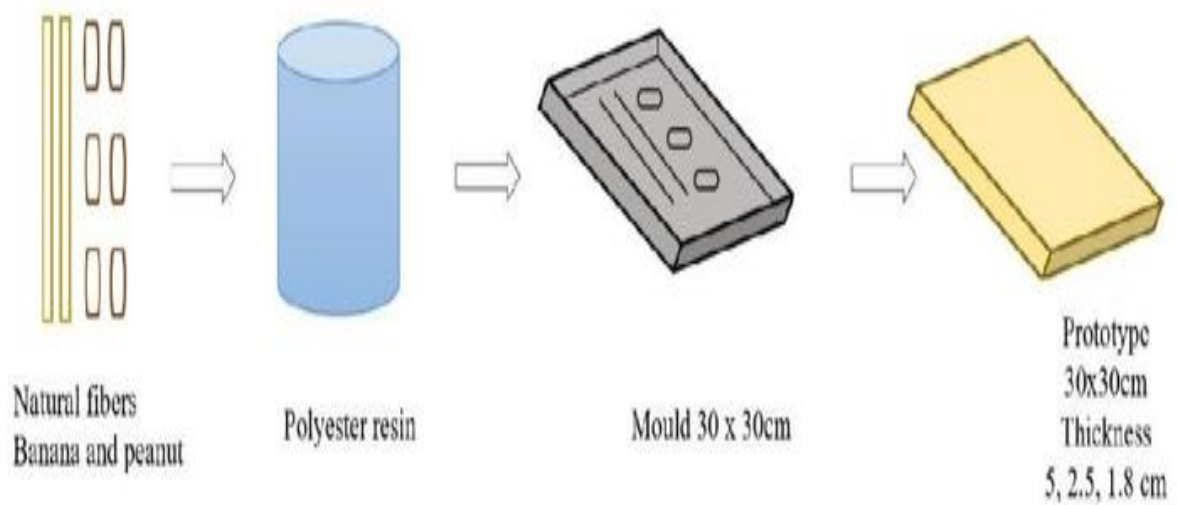
Figura 2. Imágenes tomadas de las Probetas realizadas en la investigación.



Fuente: Echeverría et al., (2022)

En este estudio, se investigó el uso de fibra de plátano y cáscaras de maní de residuos agrícolas para fabricar paneles sostenibles para interiores, consolidados con resina de poliéster. Se crearon tres prototipos con diferentes mezclas de donde se tomaron como referencia las medidas utilizadas, es decir, los porcentajes de los distintos materiales con la resina poliéster y el secante. Además, el proceso de mezcla de cada prototipo logrando una homogeneidad permitiendo obtener un producto de visibilidad no encapsulada. Los resultados mostraron que los paneles tenían una resistencia media similar a la de los paneles de densidad media no estructural (MDP) Estos prototipos demuestran potencial para mejorar la industria de la construcción al contribuir a entornos térmicamente cómodos. (Echeverría-Maggi et al., 2022)

Figura 3. Proceso de elaboración de las probetas.



Fuente: Echeverría et al., (2022)

En una investigación en Colombia, se analizó la fibra del pseudo tallo de plátano como refuerzo para un material compuesto destinado a la fabricación de tejas. El estudio destaca dos aspectos clave: la dimensión ecológica, que se enfoca en el uso de materiales residuales para tejas artesanales, y la dimensión económica, que se basa en la creación de un producto de bajo costo a partir de desechos agrícolas. La investigación sugiere un uso alternativo para los residuos de plátano, desarrollando un material con aplicaciones en la construcción, lo que optimiza recursos, protege el medio ambiente y genera nuevos productos. (Pedraza Abril , 2019)

Figura 4. Prototipo de las tejas



Fuente: Pedraza (2019)

Otra investigación que podemos tomar en consideración es el proyecto investigativo de Ferruzola y Placencio (2022), en la ejecución de un panel aglomerado a base de muyuyo y derivados de coco para uso del revestimiento en paredes con resina poliéster para firmeza al prototipo, se realizaron las pruebas mecánicas y físicas, de absorción y comprensión. Las cuales fueron determinadas por la dosificación realizadas aumentando la resina, cobalto y secante en medidas de 3-21-15 (gramos) resultando de forma favorable. La mezcla alcanzó una resistencia máxima de 647 kg/cm² y una tasa de absorción del 1,46%. Con base en estos resultados, se puede concluir que el material cumple con su propósito funcional.

Figura 5. Muestra de los resultados



Fuente: Ferruzola y Placencio (2022)

El proyecto liderado por Villalta (2023), se enfocó en el diseño de un bloque alivianado utilizando poliestireno expandido, PET y vermiculita en la mezcla de mortero. A través de métodos experimentales cuantitativos, se realizaron ensayos para determinar la dosificación óptima llevando a cabo pruebas de compresión, absorción y resistencia al fuego. Entre los cuatro ensayos realizados, se encontró que el cuarto ensayo, con una dosificación del 20% de poliestireno expandido, PET y vermiculita, mostró los mejores resultados. Se logró un módulo de ruptura de 9,57 MPa, 9,53 MPa y 9,48 MPa a los 28 días. Cumple con los requisitos de la NEC y

ofrecer ventajas económicas y ambientales en comparación con los bloques tradicionales.

Figura 6. Ruptura del bloque tradicional / Ruptura del bloque alivianado.



Fuente: Villalta (2023)

La investigación se centra en el uso de cáscara de nuez (CN) realizada por Nazer y Acosta (2023), para la creación de aglomerados, motivada por el impacto ambiental negativo que generan los residuos al descomponerse contaminando el suelo. Se analizan propiedades clave de absorción, hinchazón, densidad, y resistencia a la flexión y compresión, utilizando CN. Dos adhesivos fueron evaluados: uno común en uniones de madera y otro resistente a la humedad. Las muestras unidas con el adhesivo A1 mostraron mejores resultados en absorción, hinchazón y resistencia a la compresión, mientras que las unidas con A2 sobresalieron en resistencia a la flexión. Se subraya la importancia de continuar investigando, para mejorar las propiedades mecánicas y la durabilidad. Donde hemos tomado estas referenciales para poder realizar nuestras muestras de ensayo de compresión y flexión, ya que tienen un aglomerante orgánico como el nuestro.

Figura 7. Muestra de aglomerados con CN y muestra ensayada de flexión y compresión.



Fuente: Nazer y Acosta (2023)

Durante este proyecto de Elaboración realizado por Andrade y Palacios (2019), sobre un Bloque Prefabricado con cáscara de cacao, mortero y viruta de madera para viviendas destinados a personas con escasos recursos. Los resultados serían favorables debido a la disminución de contaminantes al entorno, energéticamente esta pesquisa exhibe un patrón de construcción más eficiente y sostenible que los modelos actuales, reduciendo así la acumulación innecesaria. Convirtiéndolos de esta forma en materiales ecológicos, de bajo costo, con una apariencia apacible en cuanto a diseño y con un alto valor de resistencia a compresión (6.5 MPa) en comparación con los bloques convencionales de concreto que cumplen con una resistencia bruta de 3 MPa.

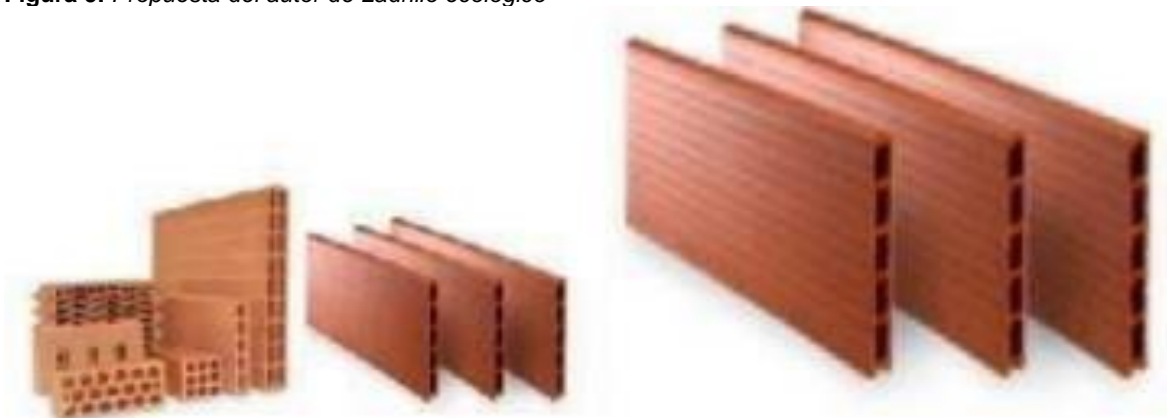
Figura 8. *Elaboración de. Diseño de Bloque 3D*



Fuente: Andrade y Palacios (2019)

El proyecto de evaluación de ladrillo ecológico realizado por Mendoza (2018), se centró en medir la aplicabilidad y resistencia de este material para viviendas. Se concluyó que el ladrillo ecológico Machihembrado tipo I es viable y amigable con el ambiente, además de cumplir con las normativas técnicas. Los ensayos se llevaron a cabo en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Privada del Norte, siguiendo las indicaciones de la Norma E.070 Albañilería. Se realizaron pruebas obteniendo resultados favorables en la compresión con 70.76 puntos donde la normativa indica un promedio de 61.24 puntos. En la absorción un 15.24%, el cual está por debajo del valor máximo que es de 22% establecido por la Norma E.080. No emite gases de efecto invernadero durante la fabricación.

Figura 9. *Propuesta del autor de Ladrillo ecológico*



Fuente: Mendoza (2018)

Durante el proyecto de Segura Cuesta (2019), para la fabricación de paneles de cielo raso con cáscara de maní y cáscara de huevo, se utilizó yeso blanco, obteniendo resultados positivos en las pruebas térmicas y acústicas. El objetivo principal del autor fue crear un producto que se destacara en estos dos aspectos. Además, la correcta gestión de los residuos de estos materiales y se presenta como una alternativa económica a los paneles convencionales. En las pruebas, se comprobó que, sin el panel, el volumen del sonido alcanzó los 106 decibeles, mientras que con el panel se redujo a 65 decibeles. En la prueba hidrófuga, donde el panel fue expuesto a una llama a 98.6 °C, la temperatura registrada en el panel fue de 36.9 °C, lo que representa una reducción del 61.7% en la propagación del calor.

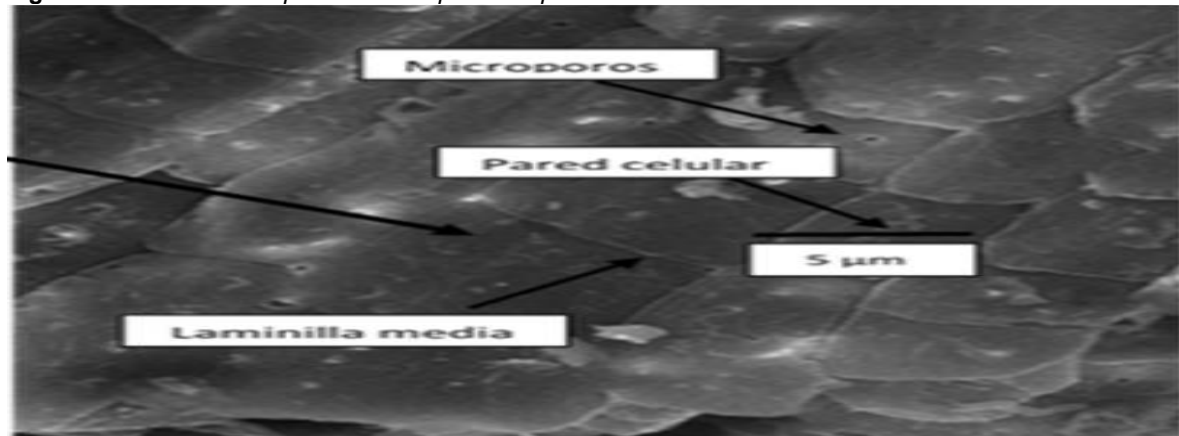
Figura 10. Prueba acústica y Prueba hidrófuga



Fuente: Segura (2019)

Durante el proyecto Díaz Oviedo (2022), se realizó un proceso experimental físico químico con la cáscara de cacao para elaborar un tablero aglomerado, debido que, existe una acumulación descontrolada de desechos, generando problemas económicos y ambientales para las empresas al enfrentar los costos de su disposición. Para abordar esta situación, se están implementando procesos más eficientes para aprovechar los residuos orgánicos y los resultados de los análisis indican que la mazorca de cacao al poseer altos porcentajes de lignina, celulosa y hemicelulosa los convierte en una materia prima con potencial para crear materiales aglomerados con excelente capacidad de rendimiento.

Figura 11. Vista microscópica de la composición química



Fuente: Díaz (2022)

El trabajo de titulación de un prototipo de panel a base de fibra de pseudotallo de plátano y estopa de coco reciclados se presenta el uso de residuos agrícolas con yeso blanco, cemento blanco y agua utilizando distintas dosificaciones para identificar cual proporciona una mayor resistencia las pruebas de flexión y compresión identificando que el porcentaje de fibra y blanca aumenta. Además, el último prototipo es quien presenta una mejor proporción de 40% yeso 60% agua, o incluso 50% agua 50% yeso brindando resistencia al fuego y a las altas temperaturas. El prototipo demostró su capacidad para resistir la presión sin sufrir daños visibles, el panel soportó temperaturas superiores a 225°C durante más de una hora sin comprometer su composición ni su estado físico. (Sánchez Naranjo y Sevilla Zambrano, 2023)

Figura 12. Imagen de los ensayos a flexión compresión



Fuente: Sánchez y Sevilla (2023)

En el trabajo de titulación de Álvarez y Polet (2022), de diseño de paneles con propiedades acústicas y térmicas a partir del yeso, soga de yute y de materiales de polietileno reciclado, encontramos como realizaron la elaboración de este material de forma rectangular para tumbado, similar al que queremos implementar en nuestra propuesta ya que también tienen las propiedades acústicas y térmicas a partir de las materias primas que se tomaron. Sus resultados con la prueba de calor fue que, el prototipo comercial 37.3° C y el prototipo de muestra 37.3°C, presenta una mayor resistencia, teniendo una diferencia de 3.5°C. También posee un mayor aislamiento acústico

Figura 13. Imagen de los ensayos a flexión comprensión

Temperatura Fuente	Panel Comercial	Panel Prototipo (M5)	Ruido Fuente	Panel Comercial (M5)	Panel Tesis
T1	26.2 °C	32.5 °C	R1	5dB3	31dB
T2	37.30 °C	33.8 °C	R2	62dB	56dB

Fuente: Álvarez y Polet (2022)

Otro proyecto que hemos tomado como referente es el proyecto investigativo del uso de la cáscara de cacao como fuente primaria para la obtención de materiales aplicado a la ingeniería mediante el estudio de las propiedades mecánicas, el objetivo de este trabajo final de maestría, fue analizar los subproductos de cacao generados durante los procesos de producción como sustituto de materiales empleados en la ingeniería. En conclusión, debido a los esfuerzos obtenidos y en comparación con otros materiales aplicados al campo de la ingeniería, el material compuesto con cáscara de cacao es similar a la madera en lo que respecta a sus propiedades mecánicas". (Molano, 2021)

Figura 14. Resultado de la trituración (a) Seco, (b) Húmedo



Fuente: Molano (2021)

En este trabajo investigativo elaborado por Zambrano y Barreiro (2022), es un estudio de prefactibilidad evalúa el uso de paneles no estructurales en viviendas de interés social, incorporando cáscara de maní como material de relleno en el mortero. La investigación se ajusta a las normativas ecuatorianas y busca industrializar estos paneles, promoviendo la sostenibilidad y el uso de mano de obra local. Se propone un sistema de paneles de 50x50 con doble bisel, tipo B, a \$0.40 por unidad, con un 10% de cáscara de maní en lugar de chasqui fino. La mayoría de los profesionales de la construcción considera positiva esta propuesta, siempre que no afecte la estructura ni la apariencia visual de los acabados, según encuestas realizadas.

Del Proyecto investigativo de Baquerizo y Espinoza (2016), titulado “Paneles prefabricados de hormigón armado como alternativa de recubrimiento para fachadas en la región costa”, explora el uso de paneles prefabricados de hormigón armado para el recubrimiento de fachadas. La investigación se centra en el desarrollo de un esquema que defina las condiciones apropiadas para aplicar un elemento prefabricado, con medidas estandarizadas y moduladas, para ser aplicado a una vivienda en la región costera. El objetivo es lograr confort y economía para los usuarios.

Figura 15. *Moldes realizados para los prototipos*



Fuente: Espinoza y Baquerizo (2016)

Del desarrollo investigativo “Aprovechamiento de la cáscara de mazorca de cacao para la elaboración de tableros aglomerados” de Díaz Oviedo (2022). Aborda el uso de residuos agroindustriales de cáscara de mazorca de cacao en la fabricación de tableros aglomerados, proponiendo una solución para reducir el impacto ambiental. Se destaca la necesidad de un tratamiento previo de secado, ya que la propiedad higroscópica de los residuos afecta la adhesión de la resina debido a su elevado contenido de humedad (14.6% tras el secado). La densidad de los tableros, clasificada como alta según la norma ASTM D1554 (1178-1306 Kg/m³), es un factor clave para su aplicación industrial. En resumen, los residuos de la variedad CCN 51 son una opción económica y sostenible para la producción de tableros aglomerados en entornos industriales.

Figura 16. *Proceso de llenado para termo conformado.*



Fuente: Díaz (2022)

Otra referencia para nuestra propuesta es la tesis de Salcedo (2020), titulada “Fabricación de un panel para tumbado a partir de poliestireno reciclado para vivienda de interés social en el sector del suroeste de la ciudad de Guayaquil”, se centra en la fabricación de un panel rectangular para tumbado a partir de poliestireno reciclado. El estudio propone un proceso que va desde la caracterización del material hasta la fabricación artesanal del panel, con el objetivo de aplicarlo en una vivienda de interés social en la ciudad de Guayaquil.

Figura 17. *Placa retirada del molde*



Fuente: Salcedo (2020)

El aislamiento acústico en la construcción de muros es un tema de gran relevancia en la arquitectura contemporánea. Se ha desarrollado un estudio e investigación de algunos de los sistemas de conformación de muros que funcionan de manera adecuada ante el fenómeno del ruido. En este proyecto de Soto (2012), el objetivo es crear aplicaciones y propuestas de muros aislantes sabiendo utilizar de manera adecuada cada uno de los materiales estudiados. Finalmente, se conocerá de manera precisa la relación costo-aislamiento que pueda presentar los distintos tipos y sistemas de muros que puedan existir.

Figura 18. Datos de coeficientes de absorción.

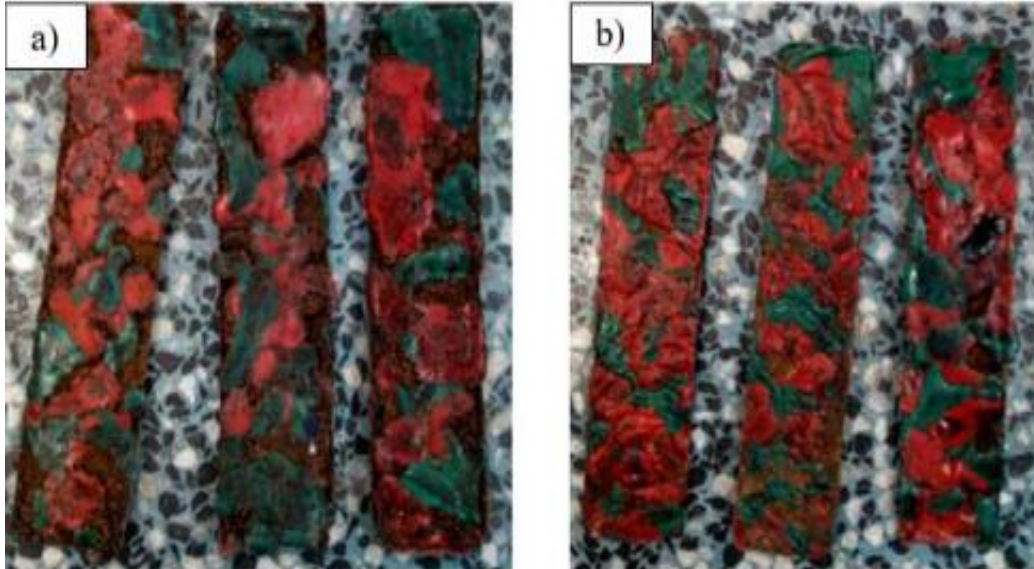
MATERIAL	FRECUENCIAS (Hz)				
	125	250	500	1000	2000
Algodón, tela	0,04	0,23	0,4	0,57	0,53
Cartones de huevos	0,02	0,05	0,2	0,66	0,53
Caucho, alfombra	0,04	0,04	0,07	0,11	0,03
Corcho en general	0,12	0,27	0,72	0,79	0,76
Corcho, gránulos unidos con aglomerante	0,12	0,27	0,72	0,9	0,75
Enlucido rugoso	0,025	0,026	0,06	0,085	0,043
Espuma de poliuretano	0,17	0,36	0,71	0,9	0,95
Espuma recubierta de plástico	0,79	>1	>1	>1	>1
Fibra de amianto	0,22	0,55	0,65	0,75	0,8
Fibra de madera comprimida	0,04	0,24	0,54	0,88	0,53
Fibra de madera mineralizada	0,11	0,19	0,4	0,79	0,55
Fibra vegetal, estera	0,08	0,17	0,22	0,25	0,31
Fibra de vidrio	0,43	0,98	0,91	0,92	0,88
Fibra de vidrio a fieltro	0,41	0,6	0,99	0,99	0,84
Lana mineral	0,42	0,66	0,73	0,74	0,76
Madera ordinaria	0,16	0,13	0,1	0,06	0,05
Láminas de vidrio de 3 a 5 mm	0,18	0,06	0,04	0,03	0,02
Yeso, enlucido liso	0,02	0,03	0,04	0,06	0,06
Lana de roca	0,17	0,45	0,93	>1	>1
Lana de roca revestida de una hoja de aluminio	0,22	0,53	>1	>1	0,73

Fuente: Soto (2012)

El uso del cacao residual y Propileno para la elaboración de un biocompuesto originarios de San Vicente de Chucurí, Santander. Se fabricó en tres proporciones de polipropileno y cáscara. Fue tratada con Dodecil Sulfato Sódico (SDS) para mejorar su adhesión al polipropileno. La microscopía electrónica mostró que los biocompuestos con cáscara tratada tuvieron mejor adhesión y menor absorción de agua gracias al SDS. El material fue evaluado como sostenible según las certificaciones BREEAM y LEED, obteniendo puntuaciones de 6/6 y 5/6. Considerando las propiedades del material, se determinó que este biocompuesto es adecuado para su uso en sistemas modulares de construcción, especialmente en viviendas de interés social. Estos sistemas se destacan por la construcción de

viviendas mediante módulos prefabricados, resulta una opción viable para este tipo de proyectos. (Rojas González, 2019)

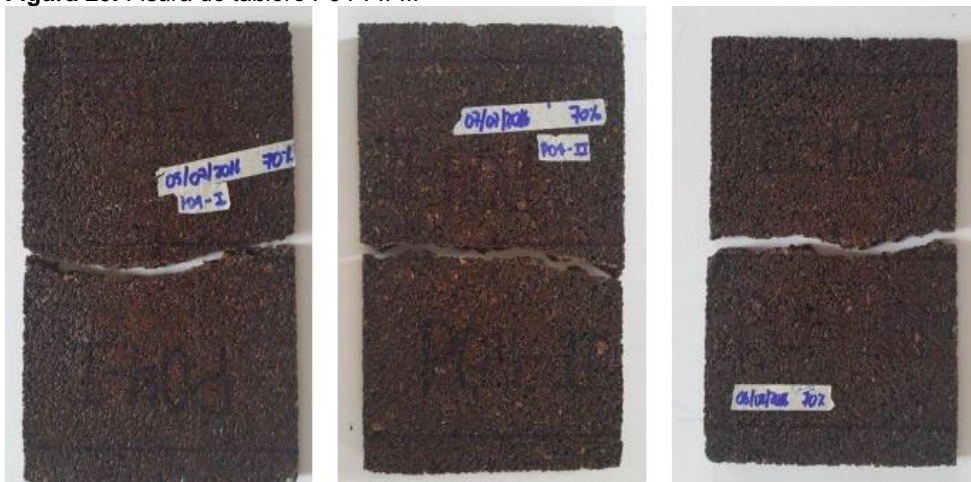
Figura 19. Biocompositos con cáscara tratada.



Fuente: Llinares (s.f.)

Durante el siguiente proyecto se realizó un tablero de partículas para cielo raso específicamente donde se realizaron distintas pruebas como humedad, hinchazón, compresión y flexión. Destacando los resultados más importantes el de flexión que ninguna probeta supero la norma ecuatoriana NTE_INEN 3110 para tablero de partículas. Se verificó que, mientras se utilice menor cantidad de fibra aumenta la resistencia a la flexión. También el diámetro de la cáscara brinda mayor adherencia a la resina. (Camacho y Kruzakaya, 2016)

Figura 20. Fisura de tablero P04-I-II-III



Fuente: Llinares (s.f.)

El estudio de Camacho Paredes y Mena Lalama (2018), presenta la creación de un ladrillo ecológico como una alternativa sostenible para la construcción, empleando cáscara de arroz, ceniza, suelo y cemento. Este enfoque no solo busca reducir costos y minimizar la huella ambiental asociada al transporte de materiales convencionales, sino también mejorar la durabilidad y economía de viviendas sociales. La relevancia de esta investigación se refleja en su enfoque hacia la comparación de propiedades mecánicas con materiales tradicionales, un aspecto esencial que también se aplica en el desarrollo de paneles a base de cáscara de cacao, los cuales, al igual que el ladrillo ecológico, se proponen como una solución sostenible en la construcción modular.

Figura 21. *Elaboración de bloques de construcción de cenizas térmicas, cascarilla de arroz*



Fuente: Camacho y Lalama (2018)

El siguiente artículo de Belloni et al. (2021), aborda la reutilización de residuos de madera de pino, roble y caoba para fabricar paneles aislantes mediante adhesivos vinílicos y de harina, utilizando ensamblaje manual y prensado en caliente. Se trabajó a temperaturas inferiores a 230 °C para evitar pérdida de peso del material. Las muestras, fueron evaluadas por sus propiedades térmicas y acústicas, mostrando que la caoba y el pino tienen el mejor rendimiento térmico, con valores de conductividad entre 0,071 y 0,084 W/mK. La inclusión de residuos de aceituna redujo la conductividad térmica en un 2%. En términos de aislamiento acústico, el roble mostró la mejor absorción sonora, especialmente con cola de harina y mayor espesor, incrementando hasta 2,5 dB con prensado en caliente. Un análisis del ciclo de vida

indicó que el adhesivo vinílico tiene el mayor impacto ambiental, sugiriendo que el uso de pegamento natural es preferible.

Figura 22. *Ensamblaje de los paneles a mano (a) y dispositivo de prensado en caliente (b)*



Fuente: Belloni et al., (2021)

Este estudio propone el desarrollo de paneles aislantes a partir de desechos lignocelulósicos reciclados, principalmente papel y cartón, como una alternativa sostenible a los materiales convencionales. Alfieri y Jensen (2021), evalúan su estabilidad dimensional ante la humedad, resistencia al fuego y capacidad de aislamiento térmico y acústico, demostrando un rendimiento satisfactorio que sugiere su viabilidad como sustituto de materiales tradicionales como el yeso cartón. El uso de desechos y agua, sin solventes, minimizando el impacto ambiental del proceso de fabricación. Poseen una conductividad térmica comparable a materiales como la lana de vidrio. El análisis de ciclo de vida (LCA) resalta su potencial para reducir la huella de carbono, alineándose con los principios de la economía circular. Este enfoque tiene relación con la tesis que busca soluciones sostenibles y eficaces.

Figura 23. Prueba de rendimiento térmico y acústico



Fuente: Alfieri y Jensen (2021)

Este estudio de Ramos Rodríguez y Viera Arroba (2023), explora la creación de morteros aligerados combinando perlita y cal, aplicados en paneles para mejorar las propiedades térmicas y acústicas de los materiales de construcción. La perlita, un material ligero con excelentes capacidades aislantes, y la cal, que aporta cohesión y estabilidad, se integran en una mezcla que resulta en un mortero de baja densidad. Este mortero facilita su manejo, reduce el peso total de los paneles, y optimiza el aislamiento, lo que es ventajoso para estructuras que necesitan minimizar la carga sin comprometer su integridad. Además, el uso de materiales naturales como la perlita y la cal presenta una alternativa más sostenible y económica a los materiales tradicionales. El estudio subraya la importancia de formular correctamente el mortero para maximizar sus propiedades, equilibrando ligereza y resistencia mecánica. Este enfoque no solo reduce el impacto ambiental de la construcción, sino que también ofrece una solución rentable al disminuir el consumo energético en edificios, promoviendo una construcción más sostenible.

Figura 24. *Elaboración de probeta cúbicas de mortero*



Fuente: Ramos y Arroba (2023)

2.2 Antecedentes

2.2.1 El cacao

Historia del cacao

Las investigaciones en la Amazonía han sido limitadas en comparación con los estudios y publicaciones realizados en otras regiones de América. En este contexto, el libro Valdez (2003), es notable, ya que revela datos sorprendentes sobre una civilización previamente desconocida en la zona de Zamora Chinchipe-Marañón. Esta investigación, fruto de una colaboración entre institutos de Francia y Ecuador, se llevó a cabo durante doce años, culminando en la presentación de los principales descubrimientos en el cantón Palanda. En el sitio arqueológico de Santa Ana – La Florida, situado entre dos caseríos, se encontraron evidencias que datan de hace 5500 años, lo que sugiere que esta civilización es una de las primeras sociedades del continente.

Según la investigación Quintero y Días Morales (2024), nos indican que, el cacao se cultiva principalmente en África, América Central y del Sur, Asia y Oceanía. África produce alrededor del 68% del cacao mundial, con Côte d'Ivoire como el principal productor, seguido de Ghana, Nigeria y Camerún. En América Central y del

Sur, que representan el 15% de la producción global, Brasil y Ecuador son los principales exportadores. En Asia y Oceanía, Indonesia y Malasia lideran la producción. Esta distribución está concentrada en una franja cercana al ecuador, reflejando las condiciones climáticas y físicas necesarias para el cultivo del cacao.

Historia del cacao en el Ecuador

La información a continuación fue obtenida del Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (s.f.), donde se indica que hace 5,500 años, en el sur de la Amazonía ecuatoriana, en la actual provincia de Zamora-Chinchipe, vivía la comunidad Palanda. Esta comunidad, que pertenecía a la cultura Mayo-Chinchipe, se organizaba en aldeas con casas circulares y se dedicaba principalmente a la agricultura.

En 2002, el arqueólogo Francisco Valdez llevó a cabo investigaciones y excavaciones que revelaron, en las tumbas de los Palanda, ofrendas con restos de alimentos. Las pruebas de datación con carbono 14 indicaron la presencia de restos de *Theobroma*, es decir, cacao, en muchas de las vasijas encontradas. Según Valdez, este cacao se usaba en una bebida energizante que se enviaba con los difuntos al más allá.

Este hallazgo demostró que el cacao ya estaba domesticado en esta región unos 2,000 años antes que en Centroamérica. La variedad cultivada por los Palanda, que es el cacao fino de aroma, es la misma que caracteriza a Ecuador. Además, el templo de Santa Ana de la Florida fue crucial para que Ecuador pudiera reclamar el título de origen del cacao, desmintiendo el mito de que la Amazonía solo albergaba civilizaciones bárbaras y no sociedades organizadas.

En esta área también se encontraron conchas marinas de *Strombus* y *Spondylus*, lo que evidenció el nivel de comercio alcanzado por estas culturas, que transportaron cacao a las zonas costeras.

Con la popularización del *xocoatl* (de donde proviene el nombre "chocolate") en México y su oferta a los colonizadores españoles, se generó una alta demanda por

el cacao. A mediados del siglo XVI, Ecuador no tenía permiso para explotar el cacao, ya que la Cédula Real de España solo autorizaba a México y Venezuela, entre otros países. No obstante, algunos empresarios guayaquileños ignoraron esta restricción y comenzaron a cultivar y comercializar cacao de manera ilegal. A pesar de las protestas de otros países productores, el cacao ecuatoriano llegó a obtener la Cédula Real a finales del siglo XVIII.

Durante este período, las plantaciones de cacao se expandieron a lo largo de los ríos Guayas, Daule y Babahoyo. El cacao se transportaba río arriba, y la respuesta común a la pregunta sobre su origen era “de arriba”, lo que eventualmente dio nombre al cacao de aroma frutal de Ecuador.

Con la independencia en 1830, muchas haciendas cacaoteras contribuyeron al impulso de la emancipación del país y su posterior fortalecimiento. Estas grandes plantaciones, conocidas como Grandes Cacao, aportaron hasta el 60% de las exportaciones antes del auge del banano, con impuestos elevados en relación a sus ganancias.

A finales del siglo XIX, Ecuador se convirtió en el principal exportador de cacao, con la producción de las provincias de Guayas, Los Ríos y El Oro exportada principalmente a Europa desde el puerto de Guayaquil. Esta industria consolidó la economía nacional gracias al esfuerzo de los productores de cacao.

Situación actual del cacao en Ecuador

Según el MAGAP (Ministerio de Agricultura y Ganadería en Ecuador), se convirtió en el primer exportador de cacao en grano en América y ocupa el cuarto puesto en el mundo entre todos los tipos de ese producto, lo que representa un aumento del 168% en los últimos 10 años. (MAGAP, s.f.)

Indica CEFA (Comité Europeo para la Formación y Agricultura), Ecuador se destaca como un país líder en la producción de cacao de alta calidad, especialmente el cacao fino de aroma, con una producción aproximada de 200,000 toneladas al año. La demanda mundial de este tipo de cacao ha aumentado significativamente, lo que

ha generado un déficit de cerca de 120,000 toneladas anuales. Alrededor de 100 mil familias de pequeños productores participan en esta cadena de suministro, representando el 99% del total de productores. De estos, el 60% no posee la tierra que cultiva y mantiene niveles de productividad relativamente bajos (5 quintales por hectárea). Además, el 80% de estos productores utiliza agroquímicos y solo una minoría está agrupada en asociaciones. (Ecuador, s.f.)

Se obtuvieron del BCE (Banco Central de Ecuador), los dos informes de comercio exterior del primer y segundo trimestre del año. Durante el primer y segundo trimestre del año, el sector del cacao y sus productos derivados registró un valor total exportado de USD 230,5 millones, con un volumen de 77,1 mil toneladas métricas. Sin embargo, se observó una ligera disminución en el volumen exportado del 0,8%, influenciada principalmente por la menor demanda de China (62,7%), Indonesia (28,7%) y Malasia (6,5%). Aunque el volumen de exportaciones se contrajo, el valor unitario del cacao aumentó un 11,2%, debido al bajo rendimiento de competidores clave como Costa de Marfil y Ghana, afectados por condiciones climáticas adversas en África occidental. (Marcoeconómica, 2023)

Al comparar con el primer trimestre, donde el valor exportado fue de USD 208,9 millones por 77,7 mil toneladas métricas, se nota una disminución en el volumen exportado trimestralmente (48,9%) debido a factores estacionales y una reducción en las exportaciones a Indonesia (55,7%), Países Bajos y México. Sin embargo, el crecimiento interanual del volumen exportado en el segundo trimestre fue del 3,4%, impulsado principalmente por un aumento significativo en las exportaciones hacia Indonesia (219,8%), así como a Países Bajos (63,8%) e Italia (32,9%).

En resumen, aunque hubo fluctuaciones en la demanda de ciertos mercados, especialmente en China e Indonesia, el aumento en el valor unitario del cacao y el crecimiento en exportaciones hacia otros países ayudaron a compensar las caídas en volumen, mostrando una tendencia positiva en el valor total exportado en el primer semestre del año.

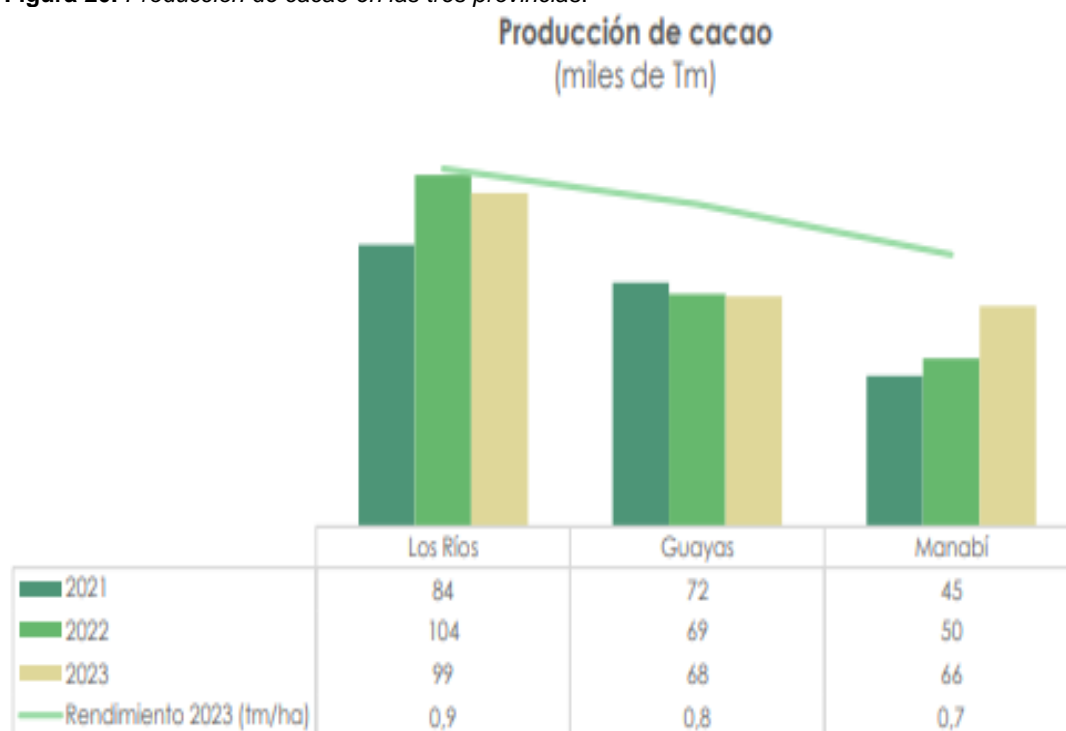
A nivel nacional el cacao (almendra seca) según datos tomados de la encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC 2023 indican los siguientes datos desde el año 2021 hasta el 2023. (Continua, 2024)

Figura 25. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua

AÑO	SUPERFICIE (ha)		PRODUCCIÓN (Tm)	VENTAS (Tm)
	Plantada	Cosechada		
2021	626.962	543.547	302.094	301.807
2022	591.557	509.179	337.149	336.587
2023	609.750	516.634	375.719	374.623

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2024)

Figura 26. Producción de cacao en las tres provincias.



Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2024)

Clases de cacao

- **Criollo o nativo:** El Criollo, también conocido como nativo, tiene su origen en Centroamérica, Colombia y Venezuela. Se caracteriza por tener frutos con cáscara suave, lo que lo convierte en la variedad preferida para producir cacao fino de alta calidad. Sus semillas tienen un color que varía entre marfil pardusco y castaño claro, con un aroma distintivo de cacao dulce y delicado. Este tipo de cacao se destaca por su aroma dulce y delicado. (Dubón et al., 2021)

- **Forastero:** El cacao Forastero se origina en América del Sur y es ampliamente cultivado en las regiones cacaoteras de África y Brasil. Se distingue por tener frutos con cáscara dura y relativamente lisa. Sus semillas, de color morado, tienen un sabor amargo. A pesar de esto, su sabor, textura y aroma son superiores a otras variedades, lo que permite la producción de chocolate de excelente calidad. (González Orjuela, 2021)

- **Trinitario:** El Trinitario surge del cruce entre el cacao Criollo y el Forastero. Las mazorcas de esta variedad suelen presentar una amplia diversidad de formas y colores. Las semillas son más grandes que las del cacao Criollo y Forastero, y las plantas son robustas, con troncos gruesos y hojas grandes. En la actualidad, la mayoría de los cacaotales del mundo son de variedad Trinitario. (Zhiñin-Quezada et al., 2020)

Cáscara de cacao

“La biomasa es una fuente de energía renovable proveniente de los residuos de la materia orgánica”, residuos que se originan principalmente de actividades agropecuarias, forestales y foresto industriales, residuos urbanos y además cultivos con fines energéticos. (S.A., 2014)

Al considerar el fruto del cacao, su biomasa, compuesta principalmente por la cáscara o mazorca, representa aproximadamente el 90% del total, mientras que las semillas solo constituyen el 10% restante. En Ecuador, con una producción anual de

cacao que alcanza las 155,607.81 toneladas métricas, la cáscara resultante de esta producción genera unos residuos de aproximadamente 1,726,611.42 toneladas métricas cada año. Esto significa que la biomasa generada por el cacao es más de 11 veces superior a su producción neta, lo que resalta el considerable volumen de subproductos disponibles para posibles aplicaciones sostenibles en proyectos arquitectónicos y de desarrollo de materiales.

Figura 27. Fig. de Tabla de Producción y desperdicios de cáscara de cacao

PROVINCIA	PRODUCTO	PRODUCCIÓN ABSOLUTA (t/año)	RESIDUOS (t/año)
COTOPAXI	CACAO	5,053.69	62,570.80
EL ORO		6,399.33	79,231.40
ESMERALDAS		14,815.33	183,431.54
GUAYAS		57,992.64	718,018.43
LOS RÍOS		36,874.68	456,552.76
MANABÍ		17,958.71	22,350.38
MORONA SANTIAGO		489.26	6,057.58
NAPO		1,600.53	19,816.47
ORELLANA		2,215.42	27,429.51
PASTAZA		486.26	6,020.51
PICHINCHA		4,087.72	50,610.90
SANTA ELENA		63.88	790.93
SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS		4,003.58	49,569.16
SUCUMBÍOS		2,940.27	36,404.12
ZAMORA CHINCHIPE		626.51	7,756.93
TOTAL		155,607.81	1,726,611.42

Fuente: ARIAE, Atlas Bioenergético de la República del Ecuador (s.f.)

Las cáscaras de cacao representan un grave problema para los cultivadores, ya que, al ser usado como abono sin compostar, se convierten en una fuente significativa de enfermedades causadas por varias especies del género *Phytophthora* como la mazorca negra. Aunque las cáscaras de cacao se han tratado de utilizar para la alimentación de animales, su uso ha sido limitado ya que los altos contenidos de alcaloides presentes en las cáscaras restringen el consumo de animales, debido a que sus sistemas digestivos se ven impedidos de metabolizar dichos alcaloides. (Canencio, 2022)

En el afán de encontrar una solución a los problemas que este tipo de desechos generan se han realizado estudios que demuestran, que la cáscara de cacao posee un pigmento que es un poli flavono glucósido, requerido por ser resistente al calor y la luz, es estable y muy utilizado como colorante de alimentos, otros estudios demuestran sus altos contenidos de antioxidantes, también se ha demostrado que pueden ser usadas para la elaboración de espumas de poliuretano. (Ramírez Romero, 2024)

En la explotación cacaotera sólo se aprovecha económicamente la semilla, que representa aproximadamente un 10% del peso del fruto fresco. Esta circunstancia se ha traducido en serios problemas ambientales tales como la aparición de olores fétidos y el deterioro del paisaje, así como también problemas de disposición. (Barazarte, 2022)

Debido a que países como Costa de Marfil y Ghana tienen mayor producción cacaotera que Latinoamérica, se ha planteado la posibilidad de estudiar los estudios de la cáscara de cacao con el fin de mejorar su valor comercial y diversificar el uso de las cáscaras de cacao, cuyo aprovechamiento ha tradicional ha sido la alimentación animal y la recuperación de suelo.

Características de la cáscara de cacao

El cacao está formado por la cáscara (concha en América hispana), compuesta por una epidermis coloreada baja la cual aparece una delgada capa fibrosa y consistente, otra blanda y, por último, una dura tapizada internamente por una capa blanda y blanca. En el centro del fruto un cordón fibroso, blanco, sirve de asiento a cada uno de los granos o almendras, que se hallan envueltos en la pulpa blanca o cremosa, muy jugosa y azucarada. (Nosti, 2021)

Aprovechamiento de la cascara de cacao

En todas las actividades humanas se generan residuos. En el ámbito agrícola, la gestión adecuada de los residuos debe ser una prioridad para quienes trabajan en agricultura, ganadería y el sector agroalimentario. Estos residuos están regulados por

marcos jurídicos que prohíben su vertido y eliminación incontrolada. (Macías Cedeño, 2021)

Una mala gestión de los residuos agrícolas y su tratamiento tiene un gran impacto ambiental y puede afectar la salud pública. A diferencia de los residuos domésticos, cuya gestión recae en los servicios municipales, la responsabilidad de los residuos agrícolas recae en el generador. Por lo tanto, los poseedores de residuos deben confiar su recogida, transporte y tratamiento a empresas autorizadas.

Dada su complejidad y volumen, es crucial identificar y tratar adecuadamente los residuos agrícolas para evitar daños al medio ambiente y riesgos para la salud. Algunas malas prácticas relacionadas con estos residuos incluyen la quema indiscriminada, el abandono en el campo, el vertido sin control y la acumulación de residuos metálicos. Sin embargo, muchos residuos agrarios son valorizables y pueden reciclarse, reutilizarse o utilizarse como recursos energéticos. (Rodríguez López y Vargas Barrantes, 2022)

Por ejemplo, los restos vegetales de cultivos y podas pueden convertirse en subproductos agrícolas o utilizarse en compostaje. Además, el reciclaje de purines puede servir como fertilizante natural y la reutilización en nuevos materiales. (Chumacero Espinoza y Nicolas Hernandez, 2022)

2.2.2 Materiales

Definición de materiales de construcción

A lo largo de la historia, la construcción ha sido un reflejo del progreso en el conocimiento humano. A medida que la humanidad descubría cómo utilizar los recursos naturales, también desarrollaba técnicas y métodos para trabajarlos. Estos avances permitieron la manipulación de materiales previamente inaccesibles. Hoy en día, nos enfrentamos a la complejidad de manejar una vasta gama de materiales tanto naturales como artificiales, además de diversos equipos especializados, todo con el objetivo de resolver problemas técnicos. Según los Ingenieros Matus Lazo y Blanco Rodriguez (s.f.) podemos definir materiales de construcción:

“...a todos elementos o cuerpos que integran las obras de construcción, cualquiera que sea su naturaleza, composición y forma, de tal manera que cumplan con los requisitos mínimos para tal fin”

Tipologías de cielo raso según método de montaje

Los tipos de cielo raso según método de montaje son:

- Continuo y liso
- Mixto
- Especiales
- Desmontable

El análisis para determinar el tipo que utilizaremos para la realización del cielo raso será el desmontable, por sus siguientes características:

Están compuestos por paneles de dimensiones y pesos uniformes que facilitan su manipulación, proporcionando una apariencia de cuadrícula gracias a la estructura de aluminio utilizada. No requieren adhesivos y permiten su movilidad.

Este tipo de techo es el objeto de estudio de esta investigación y reúne todas las características mencionadas, siendo uno de los más comúnmente utilizados. Permiten una instalación y mantenimiento sencillos. Son ampliamente utilizados en diversos espacios tanto residenciales como comerciales.

Es importante destacar que la mayoría de los paneles para este tipo de techo se fabrican considerando medidas estándar para su aplicación. El techo desmontable fue seleccionado como la opción más adecuada para nuestro proyecto debido a sus diversas ventajas tanto en su montaje como en su mantenimiento.

Es altamente versátil, y su diseño modular permite una manipulación fácil de los paneles, que suelen ser estándar en tamaño y peso. Esto no solo facilita la

instalación inicial, sino que también simplifica futuras tareas de mantenimiento, como reparaciones o reemplazo de piezas.

La principal razón por la cual se optó por esta tipología para aplicar nuestro material experimental, compuesto por cáscara de cacao y resina poliéster, radica en su integración con una estructura de soporte de aluminio en forma de cuadrícula. Esta configuración proporciona un marco sólido y adaptable que se ajusta perfectamente a las características físicas y mecánicas de los paneles desarrollados. Al no necesitar adhesivos y permitir su movilidad, este tipo de cielo raso sobresale por su practicidad y eficiencia.

Al incorporar materiales sostenibles como la cáscara de cacao, esta investigación busca innovar en la producción de paneles más ecológicos sin comprometer la funcionalidad ni los estándares de calidad que los techos desmontables requieren.

Tipo de cielo raso o tumbado según material

Tipos de techo según el material, los más utilizados son:

Fibra mineral: Este tipo de techo mejora la iluminación, reduce el ruido y la temperatura. Es ampliamente usado en áreas comerciales y residenciales con alto tráfico o habitadas permanentemente.

Madera: Los techos de madera vienen en diferentes patrones y técnicas de instalación, ofreciendo diversos efectos de textura. Se instalan en un marco de metal o rejilla para sostener el techo y evitar caídas. Algunos pueden suspenderse para una apariencia colgante y permiten la inserción de otros elementos como iluminación y altavoces.

Metal: Los techos metálicos, principalmente de aluminio, son duraderos y resistentes a la humedad y el moho, siendo populares en zonas públicas y residenciales que buscan estética.

Yeso: El yeso, utilizado desde los inicios de la construcción, ofrece diversas opciones como el gypsum y el aljez, con resistencia y facilidad de instalación. Su costo varía según el área y los requerimientos del proyecto. Es de suma importancia el uso del mismo desde el inicio de las labores de la humanidad, por lo que es un elemento de importancia de la construcción. Su costo varía dependiendo de la calidad y diseño que requiera el residente o dueño de la obra. (Sanz Arauz y Sepulcre Aguilar, 2022)

Drywall: Tumbado con yeso. Estructura de acero galvanizado que es de fácil instalación y peso. Resistencia, no inflamable y buen aislante acústico y térmico.

Escayola: Mezclado yeso con fibras sintéticas. Es muy conocido por su capacidad de aislar sonidos (acústicos), resistente y ayuda a la iluminación.

PVC: Este material proporciona excelente aislamiento térmico y acústico, además de ser resistente a la humedad y al fuego. Es muy usado en entornos sanitarios y se adapta a diversos ambientes. Al seleccionar un techo, el propietario considera sus necesidades, decoración, durabilidad y confort, así como el factor económico.

2.2.3 Resinas

El sector de la construcción está en constante transformación, adoptando nuevos materiales y técnicas que permiten llevar a cabo proyectos de manera más eficiente. Uno de los materiales que ha tenido un impacto significativo y que sigue siendo ampliamente utilizado es la resina.

Son líquidos viscosos o pastosos, transparentes o translúcidos, que se solidifican al exponerse al aire. Dentro de esta categoría se incluyen materiales termoplásticos, como el polivinilo o el polietileno, así como los termo rígidos, como los poliésteres y las siliconas.

Se pueden clasificar según su origen, siendo naturales o sintéticas. La utilidad de la resina en la construcción es variada, ya que existen numerosos tipos de resinas, cada una con características únicas que las hacen adecuadas para diferentes

aplicaciones. Por ello, es crucial seleccionar la resina adecuada según las necesidades específicas de cada proyecto para asegurar su éxito.

Tipos de resinas plásticas

Resina Epóxica: En el ámbito de la construcción, la resina se utiliza en pintura y acabados, aplicándose en capas de imprimación para proteger contra la corrosión y mejorar la adherencia de las capas de pintura subsecuentes. También se emplea en suelos de alta resistencia, como el terrazo, y en la fabricación de piletas de este material. En términos generales, se usa como adhesivo e impregnante. Indicaciones de peligro (Prevención, 2024)

Entre los aspectos negativos de esta sustancia se incluyen la capacidad de causar irritación en la piel (H315) y potencialmente inducir reacciones alérgicas cutáneas (H317). También puede provocar una irritación ocular severa (H319). Además, existe la sospecha de que podría causar defectos genéticos (H341). Por último, es tóxica para los organismos acuáticos y puede tener efectos dañinos y persistentes en el medio ambiente (H411).

Figura 28. Resina Epóxica, ilustración de advertencia de seguridad



Fuente: Prevención (2024)

Resina Urea-Formaldehído: Las propiedades de la resina urea-formaldehído comprenden una notable resistencia a la tracción, un elevado módulo de flexión y una alta temperatura de distorsión por calor. También presenta baja absorción de agua y

contracción durante el moldeo, así como una gran dureza superficial, buen alargamiento antes de la rotura y resistencia volumétrica (plásticos, 2012). Un aspecto negativo de las resinas urea-formaldehído (UF) es su liberación de formaldehído, un compuesto que puede ser perjudicial para la salud y es conocido por sus efectos irritantes y potencialmente carcinogénicos.

Figura 29. Artículos moldeados con resina UF



Fuente: Plásticos (2012)

Resina Poliéster: Una de las principales ventajas de las resinas de poliéster es su notable durabilidad, que prolonga su vida útil. Estas resinas presentan una alta resistencia tanto a sustancias corrosivas como a condiciones climáticas adversas. Según estudios previos documentados en la literatura, la incorporación de partículas de alta rigidez en el polímero mejora significativamente las propiedades del compuesto, como la resistencia mecánica y el módulo de elasticidad/rigidez. Esto ayuda a prevenir fallas en las fibras en el sentido transversal del laminado, ya que las partículas de refuerzo en la región interlaminar dificultan la propagación de grietas, resultando en un rendimiento visiblemente mejorado. (Monteiro de lima et al., 2024)

Figura 30. Aplicación de Resina poliéster



Fuente: Montero de lima et al., (2024)

Después del proceso de investigación de la Resina Poliéster y sus especificaciones optamos por el uso de la misma debido que, se distingue por su resistencia a la intemperie, bajo costo y facilidad de manipulación, lo que la convierte en una opción versátil y accesible.

Tabla 1. Ficha técnica Resina Poliéster RPUG320P

RPUG320P	
RESINA POLIESTER INSATURADO ORTOFTALICO	
Características	
Resina poliéster pre-acelerado de mediana reactividad y mediana viscosidad. Formulada para uso general en donde no se requiere altas exigencias de abrasión ni exposición a agentes químicos.	
Función	
Se obtienen excelentes propiedades mecánicas a la tensión, flexión; buena resistencia al impacto en coladas, revestimientos, prensado y fundiciones con fibra de vidrio.	
Usos sugeridos	
Laminado en fibra de vidrio en general, moldeo, decorativo, encapsulado. Moldes de resina curado en frío. Botes, confección y reparaciones; tinas, bañeras, jacuzzis. Mármol sintético, superficie sólida; sanitarios; preparaciones arquitectónicas. Manufactura vagones, carrocerías, partes y piezas vehículos. Mesas, sillas, base de cocina; otros prensados.	
Especificaciones	
% de sólidos	63% +/-0,5
Viscosidad Gardner	L+/ M
Disolvente	Estireno Monómero
Aspecto	Violeta cristalino
Numero de acido	<40
Estabilidad garantizada	Cuatro meses en sombra desde fecha de elaboración

Tolerancia		
Material listo para aplicación. Adicionar estireno únicamente lo indispensable para obtener brochabilidad y así evitar pérdida de propiedades y separación de fases.		
Sistema catalítico sugerido		
Secante de cobalto al 12%	0,227% (INCORPORADO)	
MEK-peróxido al 50%.	1,0% sobre peso	2,0% sobre peso
Características del curado		
Tiempo de gel (minutos)	8 min +-1	4 min +-1
Pico exotérmico °C	147 +1-4	154 +/-7
Tiempo al pico exotérmico	13 +/-1 35-40	7+-1
Durez Barcol	35-40	35-40
Uso		
No trabajar en lugar húmedo, el ambiente debe ser templado, fresco, ventilado y con bastante altura y espacio.		
Los rodillos, brochas, tijeras y otros útiles de trabajo utilizados deben limpiarse bien después de su uso, utilizando un disolvente apropiado.		
Almacenamiento		
La resina poliéster es sensible a la temperatura y puede gelarse en temperaturas mayor a 26.		
Almacenar el material en lugares frescos; evitar la influencia solar y alejar de fuentes de calor, llamas abiertas, chispas y proteger de descargas eléctricas. Mantener herméticamente cerrado el contenedor.		
Manipulación		
Utilice el material en lugares ventilados, utilizando equipo de protección personal para los ojos, la piel, la nariz y ropa.		
Medios de extinción en incendios		
Agua, polvo químico seco o CO ₂ , usando equipos de aire autocontenido		
Seguridad y efectos fisiológicos		
Toda resina poliéster insaturada está elaborada con materias primas que contienen grados variables de toxicidad y están disueltas con un monómero polimizable, por lo que es necesario evitar el contacto directo, la ingestión, hasta la inhalación.		
CONTACTO CON LOS OJOS. - Enjuague los ojos con abundante agua cuidadosa y minuciosamente por un mínimo de 10 minutos. Acuda a un oculista inmediatamente.		
CONTACTO CON LA PIEL. - Elimínese mecánicamente con un pedazo de tela o papel absorbente. Usar una crema limpiadora para remover las trazas de resina.		
INHALACION DE VAPORES. - Remover a la persona afectada hacia áreas de aire fresco. En caso de irritación de las vías respiratorias o en caso de ingestión hay que consultar a un médico. Dar respiración artificial si es necesario.		
INGESTION. - No inducir al vómito. Llamar al médico inmediatamente.		
Medidas de emergencia		
Los poliésteres insaturados propiamente no requieren ni medidas, ni equipos especiales adicionales.		
Fuente: Pintulac (s.f.)		
Modificado por: Lata y Mendoza (2024)		

2.3 Marco Legal

A continuación, se detallará las leyes, normativas, reformas que se deben realizar para el diseño del nuevo material, donde la elaboración de los procesos cumpla con las normativas vigentes para poder realizar los análisis respectivos de nuestra propuesta. Por ello, la revisión absoluta de las leyes respaldará el presente proyecto, garantizando su conformidad con los estándares éticos y legales.

2.3.1 CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

Art. 14.- Se establece el derecho de la población a vivir en un entorno saludable y ecológicamente equilibrado, que promueva la sostenibilidad y el “sumak kawsay” (buen vivir). Además, se declara de interés público la preservación del medio ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, así como la prevención del daño ambiental y la recuperación de áreas naturales degradadas. (Asamblea Nacional, 2008)

Art. 30.- Sección sexta Hábitat y vivienda. Establece que todas las personas tienen el derecho a un hábitat seguro y saludable, así como a una vivienda adecuada y digna, sin importar su situación social o económica. Este derecho se encuentra en el Capítulo Séptimo sobre los Derechos de la Naturaleza. (Asamblea Nacional, 2008)

Art. 71.- La Constitución de la República del Ecuador reconoce que la naturaleza o Pacha Mama, como el lugar donde se reproduce y realiza la vida, tiene derechos integrales. Estos derechos incluyen el respeto a su existencia, el mantenimiento y la regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. Además, el Estado fomentará la protección de la naturaleza por parte de personas naturales, jurídicas y colectivos, promoviendo el respeto hacia todos los elementos que conforman un ecosistema. (Asamblea Nacional, 2008)

Art. 72.- Reconoce que la naturaleza tiene derecho a la restauración. Este derecho es independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependen de los sistemas naturales afectados. En casos de impacto ambiental grave o permanente, como los ocasionados por la explotación de recursos naturales no renovables, el Estado establecerá mecanismos eficaces para lograr la restauración y adoptará medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas. (Asamblea Nacional, 2008)

Art. 83.- Establece que las ecuatorianas y los ecuatorianos tienen la responsabilidad de respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente saludable y utilizar los recursos naturales de manera racional, sustentable y

sostenible. Este deber se encuentra en la Sección Cuarta sobre Hábitat y Vivienda. (Asamblea Nacional, 2008)

Art. 375.- El Estado, en todos sus niveles de gobierno, se compromete a garantizar el derecho al hábitat y a una vivienda digna. Generará información necesaria para diseñar estrategias y programas que aborden la relación entre vivienda, servicios, espacio público, transporte, equipamiento y gestión del suelo urbano. Implementará políticas, planes y programas de hábitat y acceso universal a la vivienda, basados en los principios de universalidad, equidad e interculturalidad, con especial atención a la gestión de riesgos. Desarrollará planes y programas de financiamiento para viviendas de interés social, a través de la banca pública y las instituciones de finanzas populares, priorizando a personas de bajos recursos económicos y mujeres jefas de hogar. (Asamblea Nacional, 2008)

Art. 376.- Indica: Las municipalidades tienen la facultad de expropiar, reservar y controlar áreas para el desarrollo futuro, con el objetivo de garantizar el derecho a la vivienda, al hábitat y a la conservación del ambiente. Además, se prohíbe obtener beneficios mediante prácticas especulativas relacionadas con el uso del suelo, como el cambio de rústico a urbano o de público a privado. Esta disposición está contemplada en la Sección octava de la Constitución de la República del Ecuador. (Asamblea Nacional, 2008)

Art. 385.- El sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, en consonancia con el respeto al ambiente, la naturaleza, la vida, las culturas y la soberanía, tiene como objetivo principal: Generar, adaptar y difundir conocimientos científicos y tecnológicos. Recuperar, fortalecer y potenciar los saberes ancestrales. Desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, aumenten la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan al logro del buen vivir. (Asamblea Nacional, 2008)

Art. 387.- El Estado tiene las siguientes responsabilidades en relación con la ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales: Fomentar la generación y producción de conocimiento, así como promover la investigación científica y tecnológica, con el objetivo de contribuir al buen vivir o “sumak kawsay”. Garantizar

la libertad de creación e investigación, siempre dentro del marco ético y respetando la naturaleza, el ambiente y los conocimientos ancestrales. En resumen, la Constitución establece un compromiso estatal para impulsar el desarrollo del conocimiento y la innovación, considerando tanto la ciencia moderna como los saberes tradicionales. (Asamblea Nacional, 2008)

Art. 395.- la Constitución ecuatoriana promueve un enfoque ambientalmente responsable y participativo para asegurar un futuro sostenible donde establece: El Estado se compromete a un modelo de desarrollo sustentable, equilibrado ambientalmente y respetuoso de la diversidad cultural donde debe conservar la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, asegurando la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras. Garantizar la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas en la planificación, ejecución y control de actividades que generen impactos ambientales. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales relacionadas con el medio ambiente, se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza. (Asamblea Nacional, 2008)

Art. 397.- Establece que, en caso de daños ambientales, el Estado debe actuar de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de aplicar las sanciones correspondientes, el Estado repetirá contra el operador responsable de la actividad dañina las obligaciones necesarias para lograr una reparación integral, según lo establecido por la ley. La responsabilidad también recae en los servidores encargados del control ambiental. (Asamblea Nacional, 2008)

Art. 406.- Sección tercera Patrimonio natural y ecosistemas. establece que el Estado regulará la conservación, manejo y uso sustentable, así como la recuperación y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles y amenazados. Estos ecosistemas incluyen los páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos, manglares, y ecosistemas marinos y marinos-costeros. (Asamblea Nacional, 2008)

Art. 407.- La Constitución prohíbe la extracción de recursos no renovables en áreas protegidas y zonas declaradas como intangibles, incluyendo la explotación forestal. Sin embargo, en circunstancias excepcionales, estos recursos podrán ser explotados mediante una solicitud fundamentada de la Presidencia de la República y una declaración de interés nacional por parte de la Asamblea Nacional, que, si lo considera apropiado, puede convocar a una consulta popular. (Asamblea Nacional, 2008)

Art. 409.- Sección quinta Suelo. Establece que la conservación del suelo es de interés público y prioridad nacional. Se implementará un marco normativo para protegerlo y garantizar su uso sustentable, previniendo su degradación, especialmente por contaminación, desertificación y erosión. (Asamblea Nacional, 2008)

2.3.2 Código orgánico del ambiente (COA)

El objetivo de esta investigación se basa en el cumplimiento de la normativa constitucional, específicamente en relación con la ejecución de planes de desarrollo social, bienestar colectivo y manejo sustentable del ambiente, tal como lo indica el artículo 323.

En el capítulo II, que aborda las facultades ambientales de los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD), el artículo 26, numeral 8, establece que los GAD tienen la facultad de “controlar el cumplimiento de los parámetros ambientales y la aplicación de normas técnicas relacionadas con los componentes agua, suelo, aire y ruido” (COA, 2018)

En particular, en lo que respecta al “Ruido y vibraciones”, se prevé la expedición de normas técnicas para el control de la contaminación por ruido. Estos niveles máximos permisibles de ruido permitirán establecer la forma en que deben evaluarse, medirse y aplicarse procedimientos apropiados. (COA, 2018)

2.3.3 Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 “Toda una Vida”

Objetivos Nacionales de Desarrollo para el Buen Vivir

Objetivo 1

El Plan Toda una Vida tiene como objetivo 1 garantizar una vida digna con igualdad de oportunidades para todas las personas. Algunos de los aspectos claves respecto a nuestra investigación de este plan son:

1. Inclusión económica y social: Se busca combatir la pobreza en todas sus dimensiones, promoviendo la equidad económica, social, cultural y territorial. (Plan Nacional de Desarrollo, 2017-2021)

3. Derecho a la salud, educación y cuidado integral: Se garantiza el acceso a servicios de salud, educación y cuidado integral, considerando criterios de accesibilidad, calidad y pertinencia territorial y cultural. (Plan Nacional de Desarrollo, 2017-2021)

4. Vivienda adecuada y segura: Se asegura el acceso a una vivienda digna, culturalmente pertinente y en un entorno seguro. Esto incluye la provisión de servicios públicos relacionados con el hábitat, como suelo, energía, transporte, agua y saneamiento. (Plan Nacional de Desarrollo, 2017-2021)

5. Gestión sostenible del suelo: Se fomenta la corresponsabilidad entre la sociedad y el Estado en la construcción del hábitat, garantizando el uso equitativo y sostenible del suelo. (Plan Nacional de Desarrollo, 2017-2021)

Objetivo 3

El Plan Toda una Vida tiene como objetivo 3 garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones. Los puntos que hemos determinado para nuestra investigación son:

3. Precaución en el uso de recursos no renovables: Se prioriza el cuidado del patrimonio natural y la vida humana por encima del uso y aprovechamiento de recursos naturales no renovables. (Plan Nacional de Desarrollo, 2017-2021)

4. Promoción de buenas prácticas ambientales: Se fomenta la reducción de la contaminación, la conservación, la mitigación y la adaptación a los efectos del cambio climático, tanto a nivel local como global. (Plan Nacional de Desarrollo, 2017-2021)

5. Desarrollo de la economía sostenible: Se impulsa una economía urbana y rural basada en el uso sostenible y el valor agregado de recursos renovables. Esto promueve la corresponsabilidad social y el desarrollo de la bioeconomía. (Plan Nacional de Desarrollo, 2017-2021)

6. Generación de bioconocimiento y bioseguridad: Se busca alternativas a la producción primario-exportadora mediante la generación de bioconocimiento. Además, se desarrolla un sistema de bioseguridad para proteger a las personas y otros seres vivos de condiciones ambientales adversas. (Plan Nacional de Desarrollo, 2017-2021)

7. Consumo responsable y economía circular: Se incentiva la producción y el consumo ambientalmente responsable, combatiendo la obsolescencia programada y promoviendo la economía circular. (Plan Nacional de Desarrollo, 2017-2021)

9. Diplomacia verde y justicia ambiental: Se defienden los derechos de la naturaleza a través de una diplomacia verde y una voz propositiva en favor de la justicia ambiental. (Plan Nacional de Desarrollo, 2017-2021)

2.3.4 Norma Ecuatoriana de la Construcción

La Norma Ecuatoriana de la Construcción (2014), desarrollada por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) en 2014, tiene como objetivo establecer, dirigir y controlar el proceso constructivo de edificaciones. En este contexto, se aplicarán los siguientes códigos para fabricar un panel tipo cielo raso, contribuyendo al correcto desarrollo de los procesos permitiendo cumplir con las normativas básicas

de seguridad y calidad en las edificaciones, especificando parámetros, objetivos y procedimientos basados en los siguientes criterios:

1. Establecer parámetros mínimos de seguridad y salud.
2. Mejorar los mecanismos de control y mantenimiento
3. Definir principios de diseño y montaje con niveles mínimos de calidad
4. Reducir el consumo energético y mejorar la eficiencia energética.
5. Abogar por el cumplimiento de los principios básicos de habitabilidad.
6. Fijar responsabilidades, obligaciones y derechos de los actores involucrados.

2.3.5 Norma NTE INEN 0642-2009 - Ensayos para la determinación de la absorción al agua.

Para continuar con el análisis de nuestras pruebas era esencial realizar la prueba de absorción basándonos en la normativa NTE INEN 0642-2009 (2016), donde hemos detallado los siguientes pasos:

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

2. 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.

3. Una vez anotada la masa de los especímenes, éstos deben secarse en un horno de secado a una temperatura entre 100°C y 150°C, durante no menos de 24 horas, y luego pesarse de nuevo.

4. 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.

Del cálculo: Calcular la absorción de agua mediante la siguiente fórmula: $A-B$ en donde: A = masa en húmedo del espécimen, en kg; B = masa en seco del

espécimen, en kg; Del informe de resultados: Se deben registrar los resultados del ensayo de cada espécimen por separado.

2.3.6 Norma NTE INEN 3110 - Tableros de partículas

Una vez elaboradas las muestras se determinará sus propiedades físicas y mecánicas de acuerdo a la norma ecuatoriana NTE INEN 3110: 2016 que corresponden a la evaluación de los tableros de partículas dado los siguientes aspectos que debemos considerar:

1. En los ensayos físicos se determinará la densidad EN-323
2. El porcentaje de absorción o hinchazón en grosor después de 24 horas EN 317
3. Resistencia a la humedad bajo condiciones de ensayo cíclicas como, la cohesión interna e hinchazón en grosor EN 321 y cohesión interna después de ensayo de cocción EN 1087-1
4. Coeficiente de absorción y de la impedancia acústica UNE- EN ISO 10534-2 y el ensayo de conductividad térmica por medio del método de placa caliente resguardada ISO 8302, EN 319
5. Y finalmente, se determinará la resistencia a la compresión.

2.3.7 Norma NTE INEN-EN 239

En la normativa técnica que se estudia, es un reglamento elaborado para establecer los requisitos técnicos que deben de cumplir las placas, específicamente previa a la importación, nacionalización y comercialización de dicho producto. Es importante destacar que en este documento se incluye como alcance a las placas con elementos de perfilería. En este documento se hace mención sobre la normativa INEN 520 que será revisada brevemente en la siguiente sección, pero descrita de forma explícita en el capítulo consecutivo. (NTE INEN, 2016)

2.3.8 Norma NTE INEN-EN 1688

Es una normativa técnica que establece los ensayos físicos a seguir para yesos que sean utilizados en la industria de la construcción. La finalidad de estos es poder identificar cualquier falencia, contaminación o modificaciones que sufra el material y que cambian las características del producto (NTE INEN, 2016). Así se tiene que analizar:

- Cantidad de Agua Libre
- Finura
- Consistencia normal
- Tiempo de fraguado
- Resistencia de comprensión

2.3.9 Norma NTE INEN-EN 520 2018-06

La normativa relacionada con las placas laminado desempeña un papel fundamental en la construcción, garantizando su seguridad y calidad. Estas regulaciones establecen criterios rigurosos para la fabricación e instalación de estas placas, asegurando su durabilidad y resistencia. Aquí indica que las placas deben estar compuestas por una capa central de yeso entre dos láminas de cartón, cuando nosotros a su vez utilizaremos la cáscara de cacao laminado de resina poliéster, lo que les otorga resistencia y versatilidad. Además de formar tabiques interiores, estas placas también se utilizan para revestir y forrar paredes y techos, ofreciendo un buen aislamiento acústico y térmico. La normativa considera dimensiones, resistencia al fuego y aislamiento, y establece pautas para el muestreo y selección de placas según su tipo, tamaño, espesor y perfil del borde (Valdiviezo y Vera, 2019)

2.3.10 Ordenanza contra ruido

El GAD Municipal de Guayaquil en su artículo 2 establece que la prohibición en el uso de cualquier otro aparato o dispositivo de alto sonido como parlantes, aún

dentro de locales o edificaciones privadas, si el volumen empleado perturba la tranquilidad o el descanso colectivos, en las zonas correspondientes. (GAD, 2019)

2.3.11 Normativa ASTCM C1774-13

Se establece los materiales que realizan la función de aislamiento térmico, su coeficiente térmico entre un rango de 0,01 W/Mk -0,10 W/Mk.

2.3.12 Norma ASTM C 518 (Resistencia Térmica)

La resistencia térmica (valor R) se determina con el método de prueba estándar del sector ASTM C 518

Este método de prueba proporciona un medio rápido para determinar las propiedades de transmisión térmica en estado estable de aislamientos térmicos y otros materiales con un alto nivel de precisión cuando el aparato se ha calibrado adecuadamente.

Las propiedades de transmisión térmica de las muestras de un material o producto dado pueden variar debido a la variabilidad de la composición del material; ser afectado por la humedad u otras condiciones; cambia con el tiempo; cambio con la temperatura media y la diferencia de temperatura; y dependen de la historia térmica previa. Por lo tanto, debe reconocerse que la selección de valores típicos de las propiedades de transmisión térmica representativas de un material en una aplicación particular debe basarse en la consideración de estos factores y no se aplicará necesariamente sin modificación a todas las condiciones de servicio.

Como ejemplo, este método de prueba establece que las propiedades térmicas se obtendrán en muestras que no contengan humedad libre, aunque en servicio estas condiciones pueden no cumplirse. Aún más básica es la dependencia de las propiedades térmicas de las variables, como la temperatura media y la diferencia de temperatura. Estas dependencias deben medirse o la prueba debe realizarse en condiciones típicas de uso.

Se debe tener especial cuidado en el procedimiento de medición para muestras que manifiesten inhomogeneidades apreciables, anisotropías, rigidez o especialmente alta o baja resistencia al flujo de calor (consulte la Práctica C1045). El uso de un aparato medidor de flujo de calor cuando hay puentes térmicos presentes en la muestra puede dar resultados muy poco confiables. Si el puente térmico está presente y es paralelo al flujo de calor, los resultados obtenidos pueden no tener ningún significado. También son necesarias consideraciones especiales cuando las mediciones se realizan a temperaturas altas o bajas, en presiones ambientales por encima o por debajo de la presión atmosférica, o en gases ambientales especiales que son inertes o peligrosos.

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque de la Investigación

En nuestra investigación, adoptaremos un enfoque cuantitativo para evaluar la resistencia de un nuevo material. Realizaremos pruebas de laboratorio para medir propiedades específicas con valores numéricos, dichos resultados serán parte de nuestro análisis, desarrollo y conclusión. Estos resultados se compararán con los estándares y normativas relevantes para determinar si el material cumple con los reglamentos establecidos.

3.2 Alcance de la investigación:

Esta investigación contribuirá al conocimiento sobre materiales sostenibles y su aplicación en la construcción. Además, proporcionará información valiosa para futuros desarrollos en el campo de la arquitectura y la ingeniería, por lo que definiremos los siguientes alcances:

Tabla 2. Alcance de la Investigación.

DESCRIPTIVA	EXPERIMENTAL
Investigar y describir las propiedades físicas y mecánicas de la cáscara de cacao como material base. Analizaremos su durabilidad y resistencia a la intemperie. Asegurándonos de seguir estándares nacionales e internacionales para los ensayos, los cuales hemos considerado de diversos autores. Evaluaremos la resistencia a la compresión, flexión y tracción. Compararemos los resultados con materiales convencionales utilizados en cielos rasos. Realizaremos pruebas de laboratorio para evaluar la capacidad de aislamiento térmico y acústico.	Se realizarán pruebas para validar las hipótesis planteadas. Donde, estudiaremos la resistencia del nuevo material, reformaremos las proporciones del cacao y la resina, para evaluar cómo eso afecta su resistencia. Recopilaremos datos mediante pruebas, observaciones o mediciones. Luego, se analizarán para determinar si hay diferencias significativas. Este método nos permite establecer relaciones de causa y efecto entre las variables. Encontrando si el panel con más cacao tiene una resistencia significativamente diferente

Elaborado por: Lata y Mendoza (2024)

3.3 Técnica e instrumentos

Las técnicas que implementaremos son:

Tabla 3. Técnica e Instrumentos

Técnica / Instrumento	Descripción	Propiedades a Evaluar
Observación	Descripción de las observaciones realizadas durante la fabricación o manipulación del material, ya que llevaremos a cabo la validación de varios prototipos a través de diferentes dosificaciones	Textura, color, comportamiento ante la humedad, termisidad, sonido, etc
Ensayos de laboratorio	Pruebas específicas realizadas en el laboratorio para medir propiedades físicas y mecánicas, donde expondremos las tablas comparativas por dosificaciones y obtener los mejores resultados de cada prueba	Resistencia a la tracción, dureza, flexibilidad, absorción, etc.
Experimentos	Diseño y ejecución de prototipos con diferentes dosificaciones, para llegar a la mejor conclusión del nuevo material investigado.	Resistencia, durabilidad, comportamiento ante cargas, etc.

Elaborado por: Lata y Mendoza (2024)

3.4 Población y muestra

Para nuestro trabajo investigativo hemos tomado la elaboración de 4 prototipos tanto en dosificaciones controladas, así como en espesor, donde hemos valorado el porcentaje y características donde evaluaremos las características del nuevo material. Además, que nuestro enfoque cuantitativo nos permitirá verificar los objetivos y la hipótesis de la investigación, estos se evaluarán utilizando los valores obtenidos en las pruebas de ensayo y se validarán según las normativas aplicables, donde no es necesario involucrar a terceros mediante encuestas u opiniones, ya que su información podría ser subjetiva y no contribuiría al logro de los objetivos

3.4.1 Tipos de Muestra en investigación

En primer lugar, realizamos la recolección de la materia prima, la cáscara de cacao, los tipos de muestras fueron recolectados en las ciudades de Manta y Vinces, respectivamente, donde después de ejecutó un secado para proceder selección, dosificación y elaboración de los prototipos. Luego concluimos con el análisis de cada prototipo para determinar cuál fue la mejor opción para nuestra tesis.

CAPÍTULO IV PROPUESTA O INFORME

4.1 Proceso de Desarrollo

Esta investigación se encuentra en una fase preliminar de prueba y ensayos donde tomamos una matriz de resina poliéster junto con fibras naturales de cáscara de cacao recolectadas en fincas de la ciudad de Vinces, provincia de los Ríos y en la ciudad de Manta, provincia de Manabí, las cuales no fueron sometidas a manipulación química para mejorar sus propiedades, fueron expuestas al sol para un secado natural de aproximadamente un mes a una temperatura ambiente de 23° a 27° en la ciudad de Guayaquil.

Figura 31. Proceso de desarrollo



Elaborado por: Lata y Mendoza (2024)

En primera instancia realizamos la recolección de cacao en la ciudad de Manta y Vinces, respectivamente, procedimos a la selección de las cáscaras y luego al secado, para llegar a determinar el tamaño elegido de la materia prima.

Figura 32. *Proceso de la recolección, elección y determinación del tamaño de la materia prima.*



Elaborado por: Lata y Mendoza (2024)

Se realizó varios tipos de pruebas inicialmente, con diferentes tipos de dosificaciones para llegar a las dosificaciones deseadas. Se elaboró el tamaño del grano: fino de 0,01 – 0,05 cms, medio de 0,50 – 1,00 cms y grueso de 1,00 a 3,00, donde determinamos que el grano más grueso tenía mejor cubrimiento con la resina y mejor vistosidad.

Figura 33. *Pruebas de las diferentes dosificaciones que se elaboraron*



Elaborado por: Lata y Mendoza (2024)

Toma de la mejor dosificación de las probetas para realizar las pruebas físicas, las de laboratorio de compresión, flexión, absorción, térmica, etc.

Figura 34. Detalle de las pruebas elaboradas / Prueba Conductividad Térmica



Elaborado por: Lata y Mendoza (2024)

4.2 Presentación y análisis de resultados

4.2.1 Propuesta de los prototipos

Para la caracterización del material utilizamos 4 tipos de dosificaciones, detalladas en la **tabla 4.**, donde pusimos en práctica las referencias de las normativas y ensayos de investigaciones antes mencionadas en el marco teórico, donde después de varias pruebas determinamos las mejores tomas para poder someterlas a las pruebas físicas y mecánicas para mejoras de la propiedad. Analizamos el comportamiento natural de la fibra natural fusionada con la resina tipo poliéster insaturado ortoftálico RPUG320P, después de mezclarlo y dejarlo al secado en el molde por 24 horas y posteriormente secado al ambiente por 5 días, según indica la ficha técnica de la resina utilizada.

Tabla 4. Porcentaje de Dosificaciones

Prototipo	Cacao %	Resina %
I	40	60
II	50	50
III	70	30
IV	80	20

Elaborado por: Lata y Mendoza (2024)

Figura 35. Proceso a la mejor elección de dosificación



Elaborado por: Lata y Mendoza (2024)

Dentro de nuestra investigación realizamos varios tipos de pruebas preliminares antes de llegar a las dosificaciones necesarias, como la elección de la granulometría de la cascara de cacao, donde determinamos en moldes de 3,5 x 3,5 x 3,5 para determinar el peso de las probetas con la mezcla de la matriz de resina poliéster junto con la cáscara de cacao, donde analizamos que los pesos de prototipos de la muestra que tenía el grano fino de 0,01 – 0,05 cms pesaba 62,8 gramos, el grano medio de 0,50 – 1,00 cms pesaba 51,7 gramos y el grano grueso de 1,00 a 3,00 cms pesaba 40,1 gramos; como mostramos en **tabla 5.**; concluimos en tomar la cáscara de cacao del gramaje grueso, ya que en el molde donde se realizaron las mezclas de resina poliéster con el cacao fino llegaba a pesar más, por el hecho de ser un importe fino llega a tener un volumen más pesado y tiende a absorber más resina lo que vuelve más pesado al molde, el cual vamos a utilizar para cielo raso y debemos de mantener el peso más aligerado por la seguridad del usuario, además

que la resina es traslúcida y en el grano más grueso se ve mejor las características físicas de la cascara de cacao lo cual hace al material más llamativo e innovador.

Tabla 5. Prototipo de acuerdo a granulometría

Prototipo	Medidas (cm)	Importe (g) Cacao	Importe (g) Resina	Cascara de cacao (cm)	Peso Prototipo
I	3,5X3,5	12,5	54,3	0,01 - 0,05	62,8
II	3,5X3,5	12,5	49,3	0,50 - 1,00	51,7
III	3,5X3,5	12,5	39,7	1,00 - 3,00	40,1

Elaborado por: Lata y Mendoza (2024)

Figura 36. Prueba de diferentes granulometrías de cacao



Elaborado por: Lata y Mendoza (2024)

A continuación, demostramos las dosificaciones que hemos implementado para la realización de las pruebas a las que vamos a someter nuestro análisis de compresión y flexión, siendo estas las más idóneas de acuerdo a las normativas:

Prototipo 1. El importe de cacao es de 10 gramos, porcentaje en volumen es del 40%; importe de la matriz de resina 150,7 gramos, el cual hemos considerado el peso en volumen del molde del 60%.

Tabla 6. Porcentajes Dosificación Prototipo 1

Material	Medidas (cm)	Importe (g)	Porcentaje (%)
Cacao	5x5x5	10	40
Resina	5x5x5	150,7	60

Elaborado por: Lata y Mendoza (2024)

Figura 37. Prototipo 1. Dosificación cacao 40%, resina 60%



Elaborado por: Lata y Mendoza (2024)

Prototipo 2. El importe de cacao es de 12,5 gramos, porcentaje en volumen es del 50%; importe de la matriz de resina 155,7 gramos, el cual hemos considerado el peso en volumen del molde del 50%

Tabla 7. Porcentajes Dosificación Prototipo 2

Material	Medidas (cm)	Importe (g)	Porcentaje (%)
Cacao	5x5x5	12,5	50
Resina	5x5x5	155,7	50

Elaborado por: Lata y Mendoza (2024)

Figura 38. Prototipo 2. Dosificación cacao 50%, resina 50%



Elaborado por: Lata y Mendoza (2024)

Prototipo 3. El importe de cacao es de 17,5 gramos, porcentaje en volumen es del 70%; importe de la matriz de resina 153,9 gramos, el cual hemos considerado el peso en volumen del molde del 30%.

Tabla 8. Porcentajes Dosificación Prototipo 3

Material	Medidas (cm)	Importe (g)	Porcentaje (%)
Cacao	5x5x5	17,5	70
Resina	5x5x5	153,9	30

Elaborado por: Lata y Mendoza (2024)

Figura 39. Prototipo 3. Dosificación cacao 70%, resina 30%



Elaborado por: Lata y Mendoza (2024)

Prototipo 4. El importe de cacao es de 20 gramos, porcentaje en volumen es del 80%; importe de la matriz de resina 157,3 gramos, el cual hemos considerado el peso en volumen del molde del 20%.

Tabla 9. Porcentajes Dosificación Prototipo 4

Material	Medidas (cm)	Importe (g)	Porcentaje (%)
Cacao	5x5x5	20	80
Resina	5x5x5	157,3	20

Elaborado por: Lata y Mendoza (2024)

Figura 40. Prototipo 4. Dosificación cacao 80%, resina 20%



Elaborado por: Lata y Mendoza (2024)

En conclusión, notamos que las proporciones seleccionadas son perfectas para nuestra propuesta y análisis, ya que la incorporación de la cáscara de cacao se amolda a la matriz de manera que no notamos que no se agrietaba los moldes, donde inicialmente tomando otros tipos de dosificaciones si pasaba esto, además recurrimos a varios referentes como la prueba de elaboración de “Reutilización de fibra de plátano y cáscaras de maní para el diseño de nuevos” de Echeverría-Maggi et al. (2022) donde sus dosificaciones se asemejan más hay la variable de la materia prima, donde sus resultados a las pruebas a la compresión y flexión fueron favorables.

4.2.2 Análisis de las propiedades de los prototipos.

Densidad

Para determinar la densidad, en base a la norma EN 323 se emplearon los cuatro modelos con una medida de base de 5x5 cm y espesores de 5, 2,0 y 1,5 cm, como detallamos en las medidas acorde al ancho de los estándares para prototipo de panel tipo cielo raso; los modelos se secaron al ambiente hasta alcanzar un peso constante, además realizó la prueba de absorción donde su peso inicial es igual al peso final luego de pasar las 24 horas establecidas por la norma. Los valores se encuentran dentro de los umbrales establecidos en la norma EN 323, con un rango entre 500 y 800 kg/cm³. (UNE, 1994)

Tabla 10. Densidad

Prototipo	Medidas (cm)	Espesor (cm)	Densidad (g/cm ³)
I	5x5	5	1,20
II	5x5	5	1,24
III	5x5	5	1,23
IV	5x5	5	1,25

Elaborado por: Lata y Mendoza (2024)

$$d = \frac{m}{b_1 \cdot b_2 \cdot e} =$$

Donde: d : densidad (kg/m³)
m : masa (g)
b₁ y b₂ : medidas ortogonales de los lados (mm)
e : espesor (mm)

Figura 41. Densidad



Elaborado por: Lata y Mendoza (2024)

Determinación del Contenido de humedad

Las probetas durante 24 horas se sumergieron en agua bajo el nivel de 5 cms, midiendo la masa antes y después de la inmersión, según la Norma en 322. Los cuatro prototipos están dentro del rango establecido por la normativa entre el 5% y el 13% de absorción de humedad, **Tabla 11.**, ya que después de un secamiento a un horno casero a 100° C, y pasar a un secado al ambiente de 24 horas, no tuvieron cambios variables en su peso **Figura 42.**, obteniendo una masa constante, donde demostramos que en diferentes dosificaciones y pesos mantienen sus peso inicial, además esto se debe a su alta propiedad de la Resina Poliéster Insaturado Ortoftálico RPUG320P de la marca Pintulac.

Tabla 11. Prueba Contenido a la humedad

Prototipo	Medidas (cm)	Espesor (cm)	Peso inicial (g)	Peso Final (g)
I	5x5	5	162.7	162.7
II	5x5	5	122.1	122.1
III	5x5	5	122.8	122.8
IV	3.5x3.5	3.5	48.2	48.2

Elaborado por: Lata y Mendoza (2024)

$$U: \frac{m_i - m_s}{m_s} * 100$$

Donde: U : contenido de humedad del tablero (%)
 m_i : masa inicial (g)
 m_s : masa final - seca (g)

Figura 42. Prototipos en prueba de absorción con peso inicial, secado y peso final.



Elaborado por: Lata y Mendoza (2024)

Conductividad Térmica

El ensayo de conductividad térmica basado en la ISO 8302, que describe el uso del método de placa caliente blindada para medir la transferencia de calor en estado estacionario a través de muestras de placas planas, detalla medidas inferiores a $0,10 \text{ W/m K}$, consideradas materiales aislantes térmicos.

Este valor lo obtuvimos del comportamiento del material para actuar como barrera térmica durante la transferencia de calor en la conducción. Representa la energía transferida por área y tiempo de unidad con un gradiente de temperatura de 1° C/m (grado por metro).

Se concluye que el panel con fibra natural absorbe la temperatura y no la transmite hacia el interior de la edificación, lo que significa que es un buen aislante térmico.

Tabla 12. Conductividad Térmica. Cacao exterior - Resina interior

Prototipo	Espesor (cm)	Cacao %	Resina%	Peso (g)	Temp. Exterior	Temp. Interior	Conductividad (W/m K)
I	2	50	50	99,5	49	22,2	0,37
II	1,50	50	50	64	50	25	0,40
III	2	80	20	99,5	56	23,4	0,31

Elaborado por: Lata y Mendoza (2024)

Basándonos en los datos proporcionados y las pruebas realizadas, podemos extraer las siguientes conclusiones: La conductividad térmica con el espesor de 2cm es en promedio es de 0,37 W/m·K. Este prototipo actúa como una barrera térmica, absorbiendo la temperatura y evitando su transmisión hacia el interior de la edificación. Es un buen aislante térmico. La conductividad térmica con el prototipo de 1,5 cms el promedio es de 0,40 W/m·K. También funciona como un aislante térmico eficaz. En resumen, ambos prototipos demuestran propiedades de aislamiento térmico, pero el Prototipo 1 con 50% cacao – 50% resina y 2 cm de espesor tiene una conductividad térmica ligeramente mejor.

Figura 43. Pruebas a la conductividad térmica



Elaborado por: Lata y Mendoza (2024)

Conductividad Acústica

Para el análisis de la prueba acústica, realizamos de la siguiente manera la prueba: Se coloca en el tubo la muestra del material que desea probar, el altavoz instalado en el tubo emite un sonido cuantificado con exactitud, los micrófonos montados a lo largo de la superficie interior del tubo miden el nivel de presión sonora a ambos lados del material, el software calcula las propiedades acústicas del material, a partir de la diferencia entre las señales. El software ayuda a determinar el coeficiente de absorción de sonido y la impedancia superficial mediante medidas y cálculos.

Prueba acústica prototipo 1.: 50% resina - 50% cacao, espesor 1,5 cms

Promedio General: La conductividad acústica promedio fue de 70,8 dB, indicando un buen desempeño en términos de aislamiento acústico. Valores Máximos y Mínimos: El valor máximo registrado fue de 72,9 dB y el mínimo de 67,1 dB. Esto muestra una variabilidad moderada en la conductividad acústica. Rango entre Cursores: Entre los cursores A y B, los valores oscilaron entre 67,1 dB y 72,2 dB, con un promedio de 69,8 dB.

Prueba acústica sin prototipo en el tubo

Promedio General: La conductividad acústica promedio fue significativamente mayor, 95,2 dB, lo que sugiere una mayor transmisión de sonido sin el material. Valores Máximos y Mínimos: El valor máximo registrado fue de 107,8 dB y el mínimo de 72,2 dB. Esto indica una mayor variabilidad y menor capacidad de aislamiento. Rango entre Cursores: Entre los cursores A y B, los valores oscilaron entre 105,7 dB y 107,8 dB, con un promedio de 106,8 dB.

Conclusión Prototipo 1

Esta prueba la realizamos con el Prototipo 1.: panel 50% resina - 50% cacao, con un espesor 1,5 cms de espesor, donde la presencia del material en el tubo reduce significativamente la conductividad acústica, mejorando el aislamiento sonoro. Esto

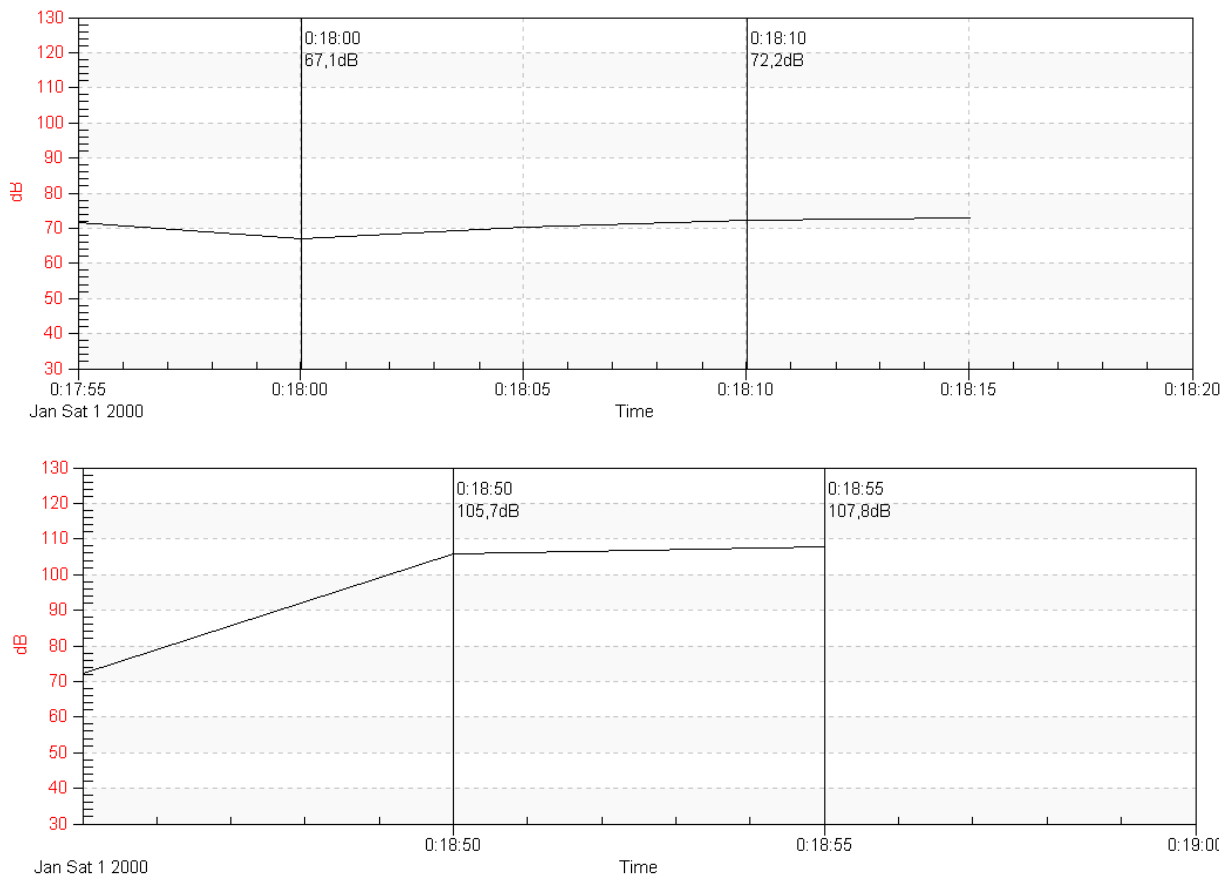
demuestra la eficacia del material propuesto para aplicaciones de aislamiento acústico en construcciones.

Tabla 13. Prueba acústica prototipo 1.: 50% resina - 50% cacao, espesor 1,5 cms

Prueba	Máximo (dB)	Mínimo (dB)	Promedio entre cursores A y B (dB)	Promedio (dB)
Con Prototipo	72,9	67,1	69,8	70.8
Sin Prototipo	107,8	72,2	106,8	95,2

Elaborado por: Lata y Mendoza (2024)

Figura 44. Prueba Conductividad Acústica. Prototipo 1.: 50% resina - 50% cacao, espesor 1,5 cms



Fuente: SE390 (s.f.)

Elaborado por: Lata y Mendoza (2024)

Prueba acústica prototipo 2.: 50% resina - 50% cacao, espesor 2 cms

Promedio General: La conductividad acústica promedio fue de 58,6 dB, indicando una buena capacidad de aislamiento acústico. Valores Máximos y Mínimos: El valor máximo registrado fue de 60,7 dB y el mínimo de 56,3 dB. Esto muestra una variabilidad moderada en la conductividad acústica. Rango entre

Cursores: Entre los cursores A y B, los valores oscilaron entre 105,7 dB y 107,8 dB, con un promedio de 106,8 dB.

Prueba acústica sin prototipo en el tubo

Promedio General: La conductividad acústica promedio fue significativamente mayor, 95,2 dB, lo que sugiere una mayor transmisión de sonido sin el material. Valores Máximos y Mínimos: El valor máximo registrado fue de 107,8 dB y el mínimo de 72,2 dB. Esto indica una mayor variabilidad y menor capacidad de aislamiento. Rango entre Cursores: Entre los cursores A y B, los valores oscilaron entre 105,7 dB y 107,8 dB, con un promedio de 106,8 dB.

Conclusión Prototipo 2

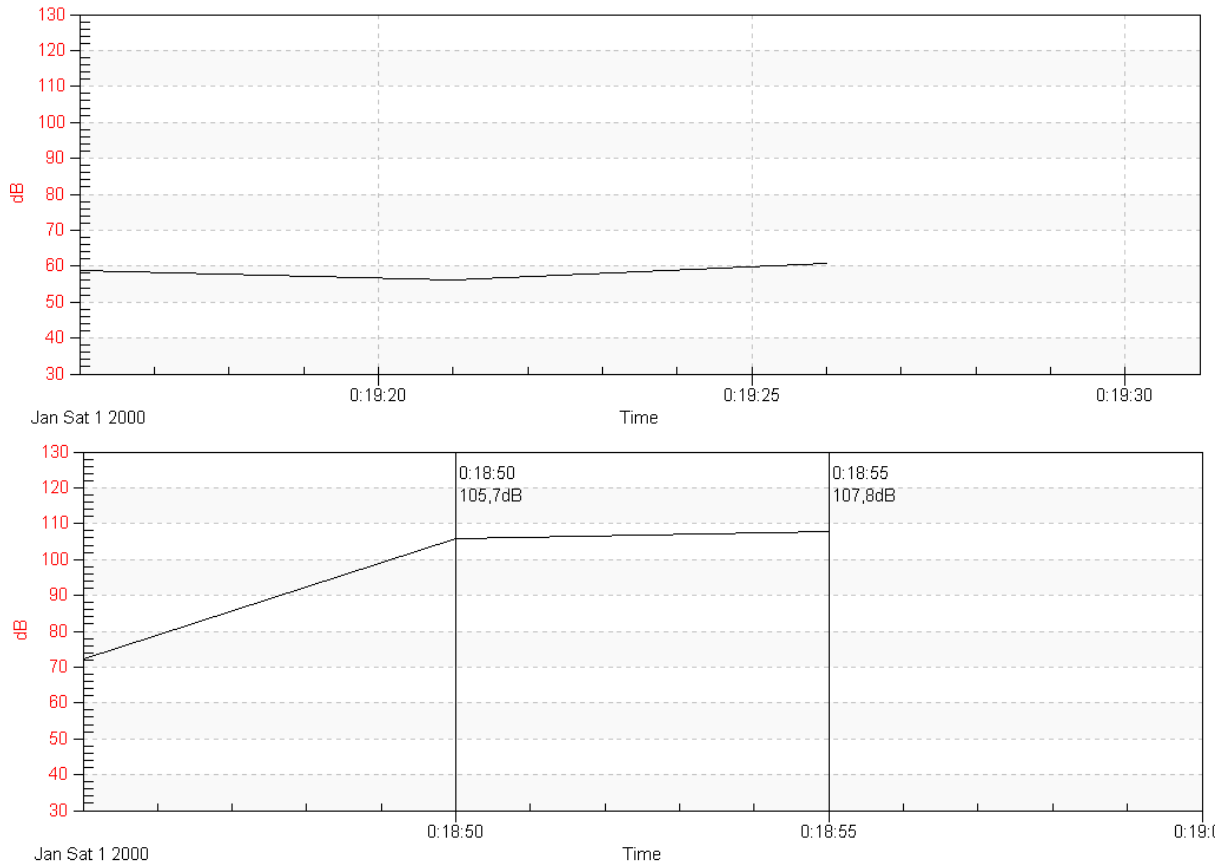
En el Prototipo 2.: panel 50% resina - 50% cacao, con un espesor 2 cms de espesor La presencia del material en el tubo reduce significativamente la conductividad acústica, mejorando el aislamiento sonoro. Esto demuestra la eficacia del material propuesto para aplicaciones de aislamiento acústico en construcciones.

Tabla 14. Prueba Conductividad Acústica. Prototipo 1.: 50% resina - 50% cacao, espesor 2 cms

Prueba	Máximo (dB)	Mínimo (dB)	Promedio entre cursores A y B (dB)	Promedio (dB)
Con Prototipo	60,7	56,3	106,8	58,6
Sin Prototipo	107,8	72,2	106,8	95,2

Elaborado por: Lata y Mendoza (2024)

Figura 45. Prueba Conductividad Acústica. Prototipo 1.: 50% resina - 50% cacao, espesor 2 cms



Fuente: SE390 (s.f.)

Elaborado por: Lata y Mendoza (2024)

Conclusión General

Basados en los datos proporcionados es la siguiente:

El prototipo 1 (50% resina - 50% cacao, espesor 1,5 cm) muestra una conductividad acústica promedio de 70,8 dB, lo que indica un buen desempeño en términos de aislamiento acústico.

El prototipo 2 (50% resina - 50% cacao, espesor 2 cm) tiene una conductividad acústica promedio de 58,6 dB, lo que también sugiere una buena capacidad de aislamiento acústico.

En resumen, ambos prototipos muestran propiedades de aislamiento acústico, pero el prototipo 2. 50% resina - 50% cacao, con un espesor 2 cm de tiene un mejor desempeño en términos de conductividad acústica, ya que es 58,6 dB con el material

y sin el material es de 95,2 dB, dando una variante de 36,6 dB por debajo del sonido exterior.

Figura 46. Pruebas de Laboratorio de Conductividad Acústica



Elaborado por: Lata y Mendoza (2024)

Conductividad Eléctrica

Realizamos la prueba de conductividad eléctrica con la utilización del multímetro ICEL MD6370. Conectamos las puntas de prueba del multímetro: el cable negro en la ranura “COM” y el rojo en la ranura “mAVΩ” o “AVΩ”. Giramos el dial del multímetro al modo de continuidad (generalmente representado por un símbolo de diodo u ondas sonoras).

Verificación de la Calibración con Multímetro: Chocamos las partes de metal de las puntas de prueba para asegurarnos de que funcionan correctamente. El multímetro debe de mostrar un valor inferior a 1 o emitir un pitido.

Prueba la Continuidad Eléctrica con Multímetro: Tocamos los extremos del conductor al prototipo de resina con cacao **figura 47.**, donde al medir con las puntas de prueba el multímetro muestra un valor cero, significa que hay no continuidad eléctrica en el circuito. Donde al realizar la prueba con el desarmador muestra que

tiene una conductividad de 0,36 ohmios (Ω). Esto significa que el material utilizado en los paneles actúa como un aislante eléctrico, impidiendo el paso de la corriente. Los paneles no permiten el paso de corriente eléctrica, lo que los convierte en excelentes aislantes eléctricos, esto mejora la seguridad en aplicaciones de construcción, evitando riesgos de electrocución.

Figura 47. Prueba la Continuidad Eléctrica con Multímetro



Elaborado por: Lata y Mendoza (2024)

Basándonos en la fórmula de conductividad eléctrica y los datos proporcionados, podemos concluir que nuestra propuesta de panel tipo cielo raso no presenta transferencia eléctrica.

Los paneles tipo cielo raso propuestos no solo son eficaces en términos de aislamiento térmico y acústico, sino que también ofrecen una excelente conductividad eléctrica, garantizando seguridad y eficiencia en su uso.

Módulo de ruptura en flexión estática

Esta prueba es esencial para evaluar la resistencia y la ductilidad de los materiales compuestos. Para esta prueba se utilizó el equipo Shimadzu F500KNX. Usando la fórmula:

$$Sf = 0.0028 * P$$

Donde: Sf : resistencia a la flexión
P : carga máxima

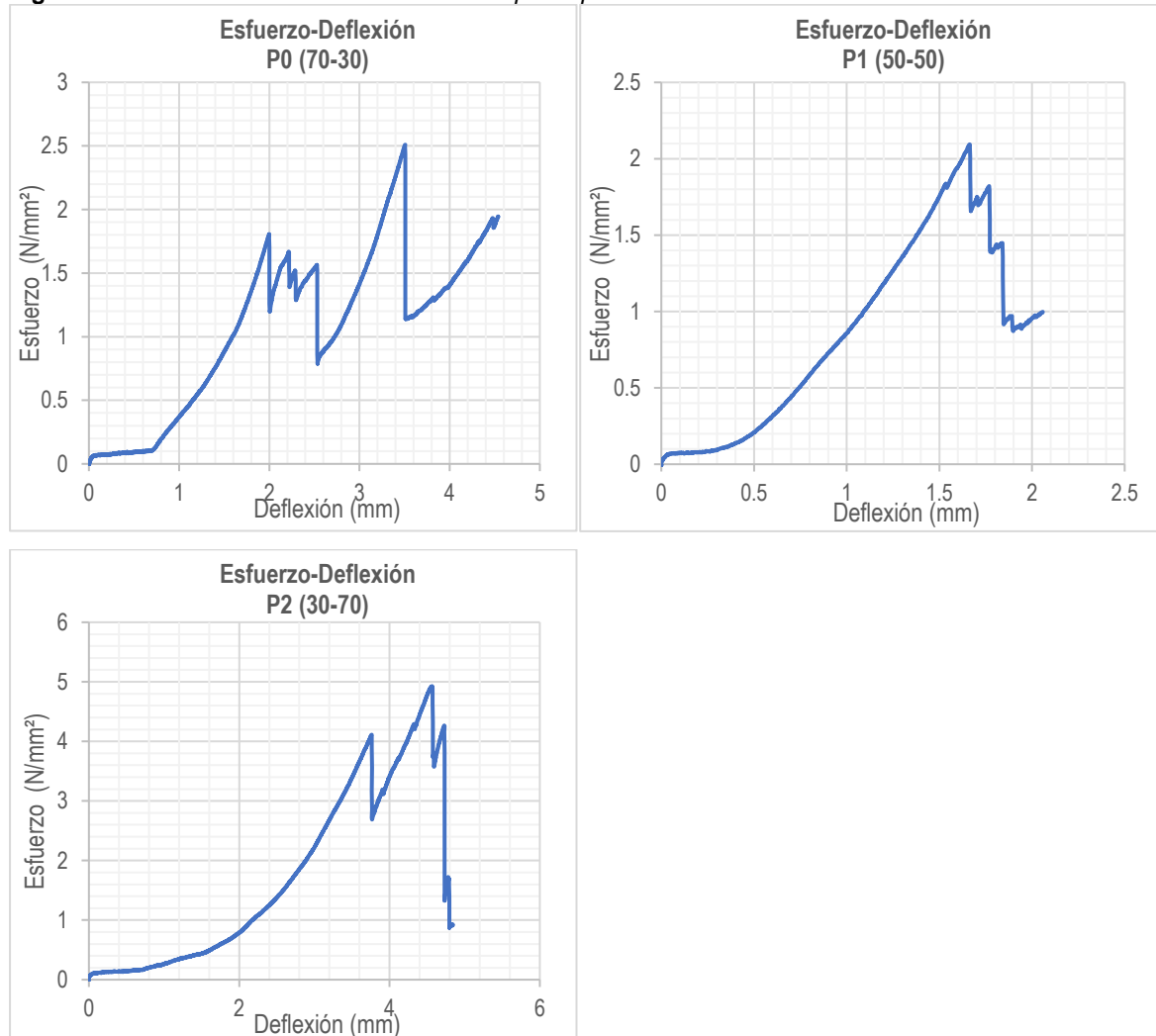
Tabla 15. Resultados de prueba de flexión

Prototipo	Dosificación	P (N)	Sf (Mpa)
2.1	30% Cacao 70% Resina	3321.33	9.30
2.2		1622.28	4.54
			6.92
1.1	50% Cacao 50% Resina	1262.11	3.53
1.2		1714.87	4.80
1.3		1448.87	4.06
1.4		1487.26	4.16
1.5		2704.86	7.57
1.6		2164.60	6.06
			5.03
0.1	70% Cacao 30% Resina	2653.44	7.43
0.2		2077.74	5.82
0.3		1802.60	5.05
0.4		2193.21	6.14
			6.11

Elaborado por: Lata y Mendoza (2024)

Los tres prototipos presentaron valores de resistencia a la flexión similares, siendo el prototipo 2.1, con una proporción del 30% de cáscara de cacao y 70% de resina, la que mostró una resistencia superior siendo esta de 9.30 Mpa y de promedio de las pruebas de 6.92 Mpa. A diferencia de la mínima del prototipo 1.1 de 50% de cacao y 50% de resina con un resultado de 3.53 Mpa y de promedio general 5.03 Mpa.

Figura 48. Curvas de esfuerzo-deflexión de los prototipos



Elaborado por: Lata y Mendoza (2024)

Al ser un compuesto de cáscara de cacao y resina, este material exhibe una resistencia a la flexión que aumenta inicialmente. El prototipo con 30% de cáscara de cacao y 70% de resina muestra una resistencia inicial superior, alcanzando los valores máximos. Debido a la rigidez otorgada por la resina, una vez que se alcanza su límite elástico, los prototipos experimentan una deformación permanente.

Ensayo de compresión

Esta prueba de resistencia a la compresión permitió evaluar la capacidad de carga por unidad de área, expresada en términos de tensión en unidades de N/mm². Se determinó el comportamiento de cada prototipo al estar sometido a cargas. Para esta prueba se utilizó el equipo Shimadzu F500KNX. Usando la fórmula:

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Donde: P : fuerza
A : área determinada
σ : esfuerzo

De los prototipos P3 tuvieron una resistencia a la compresión promedio de 21.95 MPa siendo la mayor de los cuatro prototipos, soportando hasta una carga de 71789.30 N. El promedio de los prototipos P1 y P2 al tener una dosificación similar resistieron una compresión cercana de 19 MPa variando solo en decimales. A diferencia del promedio al prototipo P4 donde su resistencia a la compresión fue la más baja, se percibe que al pasar el porcentaje de cáscara de cacao del 70% su resistencia baja.

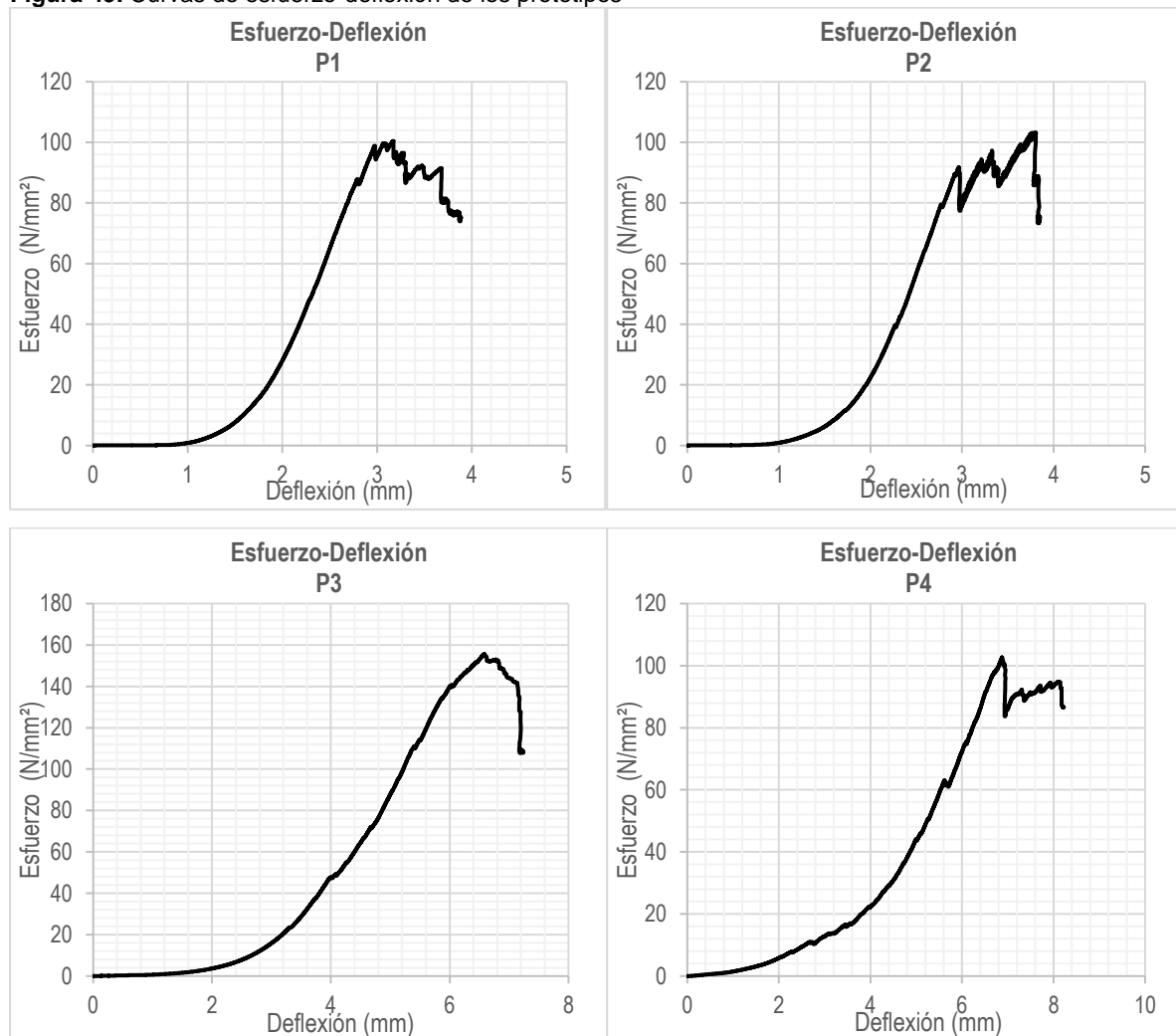
Tabla 16. Resultados de prueba de resistencia a la compresión

Prototipos	Dosificación	a (mm)	l (mm)	Área (mm ²)	Fuerza (N)	Compresión (MPa)
P4.1		55.50	55.50	3080.25	32805.80	10.65
P4.2	40% Cacao	55.50	55.50	3080.25	44736.30	14.52
P4.3	60% Resina	55.50	55.50	3080.25	56902.50	18.47
						14.55
P2.1		55.50	55.50	3080.25	62283.70	20.22
P2.2	50% Cacao	55.50	55.50	3080.25	57206.20	18.57
P2.3	50%Resina	55.50	55.50	3080.25	60732.50	19.72
						19.50
P1.1		55.50	55.50	3080.25	54646.00	17.74
P1.2	70% Cacao	55.50	55.50	3080.25	56106.70	18.21
P1.3	30% Resina	55.50	55.50	3080.25	64774.70	21.03
						19.00
P3.1		55.50	55.50	3080.25	62611.80	20.33
P3.2	80% Cacao	55.50	55.50	3080.25	71789.30	23.31
P3.3	20% Resina	55.50	55.50	3080.25	68445.80	22.22
						21.95

Elaborado por: Lata y Mendoza (2024)

La curva esfuerzo deflexión de los prototipos 1, 2 y 4 llegan a un esfuerzo de 100 a 110 MPa donde luego experimentan una falla frágil que se muestra en forma de picos debido a la energía almacenada durante la deformación. A diferencia del prototipo 3 que llega a un esfuerzo mayor de 150 MPa y su curva cae suavemente demostrando una falla dúctil sin liberar energía de manera brusca.

Figura 49. Curvas de esfuerzo-deflexión de los prototipos



Elaborado por: Lata y Mendoza (2024)

4.3 Propuesta

En esta investigación, proponemos la creación de paneles de cielo raso sostenibles utilizando cáscara de cacao y resina poliéster como aglomerante. Nuestro objetivo es desarrollar un material innovador que no solo cumpla con las normativas, sino que también supere las propiedades de los paneles convencionales. Este material sostenible se integrará perfectamente en las edificaciones, contribuyendo al cuidado del medio ambiente.

La cáscara de cacao, un subproducto de la industria chocolatera, se caracteriza por su ligereza y resistencia natural. Al reciclarla como componente

principal de nuestros paneles, reducimos el desperdicio y aprovechamos sus cualidades únicas.

La resina poliéster actúa como matriz, uniendo las partículas de cáscara de cacao. Su versatilidad y durabilidad hacen que sea ideal para este propósito. Además, su proceso de fabricación consume menos energía que otros aglomerantes convencionales.

Resistencia Mecánica: Los paneles resisten la compresión, flexión y tracción, demostrando su robustez. Los valores obtenidos superan a los paneles convencionales de yeso o madera.

Durabilidad: La cáscara de cacao, combinada con la resina poliéster, muestra una excelente resistencia a la intemperie y al desgaste. Estos paneles durarán más que los materiales tradicionales, reduciendo así la necesidad de reemplazo.

Propiedades Termoacústicas: Los paneles ofrecen un aislamiento térmico y acústico superior. Contribuyen a un ambiente interior más confortable y eficiente energéticamente.

Nuestro material cumple con todas las normativas y estándares relevantes para la construcción. Hemos seguido rigurosamente las pautas establecidas para garantizar la seguridad y la calidad.

Figura 50. *Renders de propuesta de panel*



Elaborado por: Lata y Mendoza (2024)

CONCLUSIONES

Tabla 17. Tabla de Conclusión General de Pruebas

Prueba	Mejor Resultado	Materiales Utilizados	Observaciones
Densidad	Prototipo I / 1,20 g/cm ³	Cáscara de cacao y resina poliéster	Todos los prototipos cumplieron con la norma EN 323 con un rango entre 500 y 800 kg/cm ³
Humedad	Todos los prototipos tuvieron resultados favorables	Cáscara de cacao y resina poliéster	Mantienen su peso al inicio y final de la prueba.
Conductividad térmica	Prototipo 1 / Promedio de 0,37 W/m-k	Cáscara de cacao y resina poliéster	El panel con fibra natural absorbe la temperatura y no la transmite hacia el interior de la edificación
Conductividad acústica	Prototipo II Máximo 60,7 dB y 56,3 Mínimo	Cáscara de cacao y resina poliéster	Prototipo 2 tiene un mejor desempeño en términos de conductividad acústica.
Conductividad eléctrica	Prototipo 1	Cáscara de cacao y resina poliéster	Concluimos no hay continuidad eléctrica en el circuito es 0 ohmios (Ω)
Compresión	Prototipo 2.1 70%resina y 30% cacao / 9.30 Mpa	Cáscara de cacao y resina poliéster	A mayor contenido resina aumenta la resistencia a la flexión.
Flexión	Prototipo 3.2 20% resina y 80% de cacao / 23.31 Mpa	Cáscara de cacao y resina poliéster	A mayor contenido de fibra aumenta su resistencia a la compresión.

Elaborado por: Lata y Mendoza (2024)

En el marco de nuestra investigación sobre paneles de cielo raso sostenibles, hemos alcanzado conclusiones significativas que resaltan tanto el cumplimiento de los objetivos específicos como el impacto positivo en el contexto analizado. A continuación, presentamos nuestras principales conclusiones:

Hemos logrado una caracterización exhaustiva de la cáscara de cacao como material base. Sus propiedades físicas y mecánicas han sido evaluadas con éxito, proporcionando información valiosa para su uso en los paneles. Los ensayos físicos y mecánicos han confirmado la robustez de los paneles. Su resistencia a la compresión, flexión y tracción es superior a la de los materiales convencionales.

Nuestros experimentos con diferentes dosificaciones han permitido optimizar la manufactura de los modelos. Hemos identificado proporciones ideales para lograr resistencia y durabilidad.

Las pruebas de laboratorio han revelado excelentes propiedades termoacústicas en nuestros paneles. Contribuirán al confort y la eficiencia energética en los espacios interiores.

Nuestra propuesta tiene un impacto significativo en la industria de la construcción ya que, al reciclar la cáscara de cacao, reducimos residuos y fomentamos prácticas más amigables con el medio ambiente.

La relevancia de nuestra propuesta radica en su carácter innovador. La combinación de cáscara de cacao y resina poliéster es novedosa y promete revolucionar los cielos rasos.

En base a la tesis realizada y los resultados de las pruebas mostradas en la tabla, podemos concluir que el prototipo seleccionado, compuesto por 50% de cáscara de cacao y 50% de resina poliéster, presenta resultados favorables en diversos aspectos claves. Este balance específico de materiales ofrece un rendimiento adecuado en cuanto a densidad, manteniéndose dentro del rango establecido por la norma EN 323 (500-800 kg/cm³). Además, logra mantener niveles óptimos de humedad, garantizando la estabilidad del panel a lo largo del tiempo.

En términos de conductividad térmica, el prototipo demostró una absorción eficiente del calor sin transmitirlo hacia el interior, lo que lo convierte en una opción viable para climas cálidos. Respecto a la conductividad acústica, aunque otros prototipos presentaron un mejor desempeño, los resultados son lo suficientemente satisfactorios para ser considerados en aplicaciones donde se requiere un nivel medio de aislamiento sonoro.

En cuanto a la resistencia mecánica, este prototipo ofrece un balance adecuado entre flexión y compresión, superando los requerimientos básicos para ser utilizado en cielos rasos. El prototipo con 50% de cáscara de cacao y 50% de resina

logra una combinación efectiva de rigidez y flexibilidad, lo cual es crucial para aplicaciones en sistemas constructivos livianos.

Este equilibrio de propiedades sugiere que el prototipo es idóneo para su uso en sistemas de cielos rasos, ofreciendo una solución sostenible y de buen desempeño en proyectos de construcción que buscan una alternativa más ecológica a los materiales tradicionales.

En resumen, nuestra propuesta ofrece un material sostenible, resistente y funcional para cielos rasos. Invitamos a la comunidad de arquitectos, ingenieros y constructores a considerar esta opción innovadora que no solo beneficia a las edificaciones, ya que no solo cumplen con los estándares, sino también al planeta y a la calidad de vida en las edificaciones.

¡Optemos por un futuro más verde y eficiente!

RECOMENDACIONES

Es recomendable experimentar con distintos tamaños de partículas de la cáscara de cacao para observar cómo influyen en las propiedades mecánicas y estéticas del producto final. Partículas más finas podrían mejorar la homogeneidad y la adherencia de la mezcla, mientras que partículas más grandes podrían conferir una textura particular y afectar la absorción acústica.

Aunque la resina de poliéster ha mostrado buenos resultados, el estudio debería extenderse hacia el uso de resinas orgánicas o biodegradables como una alternativa más sostenible. Esto podría aumentar el valor ecológico del producto y abrir nuevos nichos de mercado enfocados en la sostenibilidad.

Se sugiere realizar más estudios para encontrar la proporción óptima de cáscara de cacao, resina, y otros aditivos. La dosificación precisa de estos materiales influye directamente en las propiedades mecánicas, la durabilidad y la viabilidad económica del prototipo.

Se recomienda la inclusión de fibras naturales como refuerzo (por ejemplo, fibras de banano) para mejorar las propiedades mecánicas del cielo raso. Estas fibras pueden aumentar la resistencia a la tracción y mejorar la flexibilidad, lo que podría hacer que el material sea más competitivo frente a opciones comerciales.

Es importante considerar el desarrollo de un proceso de fabricación escalable que permita la producción en serie de estos paneles de cielo raso. Esto incluye la estandarización de los tiempos de curado, el control de calidad y la optimización de recursos, factores clave para asegurar la viabilidad en el mercado.

Considerar el empleo de un sistema tradicional de cielo raso como referencia comparativa en el desarrollo de los prototipos con cáscara de cacao y resina poliéster. Estos sistemas convencionales, generalmente conformados por láminas de yeso, PVC o fibra mineral, presentan ventajas en términos de costos estandarizados y facilidad de instalación. Al contrastar estos sistemas con el nuevo prototipo, es posible resaltar las áreas donde la propuesta innovadora puede sobresalir.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfieri, P., y Jensen, M. S. (2021). Design and manufacture of insulation panels based on recycled lignocellulosic waste, *Cleaner Engineering and Technology. Science Direct, Volume 3*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.clet.2021.100111>
- Álvarez , D., y Polet , C. (2022). *Diseño de paneles con propiedades acústicas y térmicas a partir del yeso, soga de yute y materiales de polietileno reciclado*.
<http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/5808>
- Andes, U. d. (2021). Los nuevos usos del cacao .
- Andrade, A., y Palacios , K. (2019). *Elaboración de loque con cáscara de cacao, viruta de madera y mortero mixto*.
<http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/3039>
- Andrade, V. (2023). *Louver de fibra de coco y aserrín aglomerados con resina*.
<http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/6055>
- Angoaldo, S. (2023). *Reutiliza botellas de cerveza para crear tejas resistentes a los rayos UV*.
- Asamblea Nacional. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*.
https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf.
- Baquerizo , C., y Espinoza, D. (2016). *Paneles prefabricados de hormigón armado como alternativa de recubrimiento para fachadas en la región Costa*.
<http://repositorio.uees.edu.ec/123456789/490>
- Barazarte, M. (2022). *Desafíos ambientales en la explotación cacaotera y sus soluciones*. . Editorial Verde.
- Belloni, E., Buratti, C., y Merli, F. (2021). Paneles de residuos de madera ecosostenibles para aplicaciones de construcción: influencia de diferentes especies y técnicas de ensamblaje en el rendimiento térmico, acústico y ambiental. *Buildings*, 11 , 361.
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/buildings11080361>
- Camacho , A., y Kruzskaya, G. (2016). *Elaboración de un tablero de partículas a partir de la cáscara de cacao y su aplicación para cielos rasos y paredes*.
<http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/16058>

- Camacho Paredes, A. K., y Mena Lalama, M. J. (2018). *Diseño y fabricación de un ladrillo ecológico como material sostenible de construcción y comparación de sus propiedades mecánicas con un ladrillo tradicional*.
<http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/14548>
- Canencio, V. Á. (16 de junio de 2022). El control de enfermedades que afectan al cultivo del cacao en la finca Huasipungo en la vereda la Unión del Municipio de Florida Valle:
<https://repositorio.unicomfacauca.edu.co/xmlui/handle/3000/84>
- Change, U. N. (14 de marzo de 2022). *Las emisiones mundiales de CO2 repuntaron en 2021 hasta su nivel más alto de la historia*. <https://acortar.link/USEwl2>
- Chumacero Espinoza, M., y Nicolas Hernandez, D. A. (2022). *Universidad César Vallejo*. Aprovechamiento de la cascarilla de cacao, mediante la innovación de productos filtrantes, a base del Código de la NTP 209.228:2021:
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/110154>
- COA. (2018). *El Código Orgánico del Ambiente*. https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf.
- Continua, E. d. (abril de 2024). *Instituto Nacional de Estadística y Censos*.
https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/2023/Principales_resultados_ESPAC_2023.pdf
- Contreras, A. (2020). *Acondicionamiento termo-acústico de vivienda en zona tropical: Caso habilitación urbana San Cirilo, Iquitos, Maynas-Loreto*.
<http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/1311/>
- Díaz Oviedo, A. (2022). *Aprovechamiento de la cáscara de mazorca de cacao para la elaboración de tableros aglomerados*.
<http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/5135>
- Díaz, O. (2022). *Aprovechamiento de la cáscara de mazorca de cacao para la elaboración de tableros aglomerados*.
- Dubón, A. L., Álvarez, M. R., Alarcón, M., y Figueroa, N. A. (2021). *Revista 43 de la universidad del Valle de Guatemala*. Retrieved 27 de 04 de 24, from Caracterización botánica y genética de árboles élite de cacao (*Theobroma cacao* L. -Malvaceae) cultivadas en Alta Verapaz, Guatemala:
<https://repositorio.uvg.edu.gt/xmlui/handle/123456789/4386>

- Durango, W. (2019). *La cadena de valor del Cacao en América Latina y Caribe*.
https://www.fontagro.org/new/uploads/adjuntos/Informe_CACAO_linea_base.pdf
- Echeverría-Maggi, E., Flores-Alés, V., y Martín-Del-Río, J. J. (2022). Reuse of banana fiber and peanut shells for the design of new prefabricated products for buildings. *Revista de la construcción*, 21(2), 461-472., vol.21, 461-472.
- Ecuador, C. (s.f.). *Cadena de valor del Cacao*.
<https://cefaecuador.org/productos/cacao/>
- FAO Ecuador. (2022). *Ecuador: Productores de cacao empoderados acceden a nuevos mercados*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <https://www.fao.org/ecuador/noticias/detail-events/en/c/1609696/>
- Ferruzola, G., y Placencio, C. (2022). *ELABORACIÓN DE UN PANEL AGLOMERADO*. <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/5647>
- GAD. (2019). *Gobierno Autónomo Descentralizado Guayaquil*.
<https://guayaquil.gob.ec/Ordenanzas/Protecci%C3%B3n%20y%20Gesti%C3%B3n%20Ambiental/20-04-1960.%20Ordenanza%20contra%20ruidos.%20pdf.pdf>.
- González Orjuela, S. (2021). Retrieved 24 de 04 de 24, from Revisión de métodos para la fermentación de cacao y análisis de la fermentación combinada de cacao criollo y forastero.:
<https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/22265>
- Guerrero, J., y Calderón, K. (2017). *Obtención y caracterización de pectina a partir de la cáscara de cacao (Theobroma cacao L.) variedad CCN - 51 procedente del distrito de Pajarillo - provincia de Mariscal Cáceres*.
<http://hdl.handle.net/11458/3132>
- Herrera Rengifo, J., Villa Prieto, L., Olaya, A., y García, L. (30 de Agosto de 2020). *Extracción de almidón de cáscara de cacao Theobroma cacao L. como alternativa de bioprospección*. Extracción de almidón de cáscara de cacao Theobroma cacao L. como alternativa de bioprospección:
<https://doi.org/10.18273/revion.v33n2-2020002>
- Macías Cedeño, G. (2021). *UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO. APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE CÁSCARA DE CACAO EN LA:*

- <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/1382e6c6-fa8e-4f10-97a7-4038594bf622/content>
- MAGAP. (s.f.). *Ecuador es el primer exportador de cacao en grano de América*.
<https://www.agricultura.gob.ec/ecuador-es-el-primer-exportador-de-cacao-en-grano-de-america/>
- Marcoeconómica, S. d.-D. (2023). *Informe de Resultados de Comercio Exterior (Primer y Segundo trimestre)*. Banco Central del Ecuador.
- Matus Lazo, I., y Blanco Rodriguez, M. (s.f.). *Apuntes de Materiales de Construcción*. topodata.com: <https://topodata.com/wp-content/uploads/2020/02/Apuntes-de-Materiales-de-Construccion.pdf>
- Mendoza, L. (2018). *Evaluación de ladrillo ecológico machihembrado en resistencia*.
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13431>
- Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información. (s.f.).
Ecuador, la tierra del cacao.
<https://www.derechosintelectuales.gob.ec/ecuador-la-tierra-del-cacao/>
- Molano, J. (2021). *Uso de la Cáscara de Cacao como fuente primaria para obtención de materiales aplicados a la Ingeniería mediante el estudio de las propiedades mecánicas*.
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/80980/1024530115.2021.pdf>
- Monteiro de lima, A., García del Pino, G., Valin Rivera , J., Bin Chong, K., Bezazi, A., Costa de Macêdo Neto, J., . . . Valenzuela Díaz, F. (11 de agosto de 2024). *Caracterización de nanocompuestos de resina de poliéster con fibras de curauá y óxido de grafeno*. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542019000200005&lng=es&tlng=es.
- Naranjo , J., y Vera, J. (2021). *Optimización del tiempo de secado a través del sieño de una secadora de cacao*. <https://n9.cl/8gcke>
- Nazer, A., y Acosta, C. (Diciembre de 2023). *Uso de la cáscara de nuez en la fabricación de aglomerados*. <https://dx.doi.org/10.21703/0718-2813.2023.34.2449>
- NEC. (2014). *La Norma Ecuatoriana de la Construcción*.
https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/04/MTOP_NEC-SE-DS.pdf.

- Nosti, J. (2021). Características del cacao y su cáscara. Editorial Agroquímicos.
- NTE INEN. (2016). *Servicio Ecuatoriano de Normalización*.
<http://apps.normalizacion.gob.ec/descarga/>.
- Pascual Cortés, J. M. (2022). Instalación de revestimientos de paredes, techos, armarios y similares de madera. En J. M. Pascual Cortés, *Instalación de revestimientos de paredes, techos, armarios y similares de madera*. MAMS0108 (p. 216). IC Editorial.
- Pedraza Abril , C. G. (2019). *Caracterización de la fibra del pseudo tallo de plátano como refuerzo y desarrollo de un material compuesto para fabricación de tejas*. Pedraza Abril, C. (2019). Caracterización de la fibra del pseudo tallo de plátano como refuerzo y desarrollo de un material compuesto
<http://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/27>
- Plan Nacional de Desarrollo. (2017-2021). *Plan Nacional de Desarrollo*.
<https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/11/PLAN-NACIONAL-DE-DESARROLLO-2017-2021.compressed.pdf>.
- Plásticos, T. d. (14 de Noviembre de 2012). *Blog dedicado a los materiales plásticos, características, usos, fabricación, procesos de transformación y reciclado*. <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2012/11/resinas-urea-formaldehido.html#:~:text=Los%20atributos%20de%20la%20resina,rotura%20y%20resistencia%20de%20volumen>.
- Prevención, L. (2024). *FICHA COMPLETA RESINA EPOXI*.
<https://www.lineaprevencion.com/uploads/lineaprevencion/contenidos/files/ficha20completa20resina20epoxi.pdf>
- Quintero R, M. L., y Días Morales, K. M. (11 de agosto de 2024). *El mercado mundial del cacao*.
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-03542004000100004&lng=es&tlng=es
- Ramírez Romero, C. A. (2024). *Pectina de albedo de la mazorca de cacao como subproducto del proceso de cosecha: una propuesta práctica de economía circular*. Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador. Área de Gestión.:
<https://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/9900>

- Ramos Rodríguez, H. A., y Viera Arroba, L. P. (2023). FABRICACIÓN DE MORTEROS ALIGERADOS CON PERLITA Y CAL APLICADOS EN PANELES CON MATRIZ DE RESIDUOS DE PAJA DE ARROZ. *Revista hábitat sustentable*, 13(2), 76-91.
<https://doi.org/https://dx.doi.org/10.22320/07190700.2023.13.02.06>
- Rodríguez López, S. G., y Vargas Barrantes, Y. M. (2022). *Evaluación de la viabilidad Técnica del Aprovechamiento de la cascarilla y cáscara de cacao (Theobroma Cacao) en la elaboración de productos alimentarios*. Universidad Técnica Nacional :
<https://repositorio.utn.ac.cr/server/api/core/bitstreams/ccfd6be8-6810-4acb-b097-dfa967b831f0/content>
- Rojas González, L. M. (2019). *Aprovechamiento de la cáscara de Cacao para la elaboración de un biocomposito con aplicación en la construcción sostenible*.
<https://hdl.handle.net/20.500.12495/2817>
- ARIAE. (2 de enero de 2014). *ARIAE Asociación Iberoamericana de entidades reguladoras de energía*. Atlas Bioenergético de la República del Ecuador:
<http://www.mediafire.com/file/17dz5lbnwloiea6/ATLAS+BIOENERGETICO+DEL+ECUADOR.zip>
- Salcedo , B. (2020). *Fabricación de un panel para tumbado a partir de poliestireno reciclado para vivienda de interés social en el sector del suroeste de la ciudad de Guayaquil*. <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/3782>
- Sanz Arauz, A., y Sepulcre Aguilar, A. (2022). El yeso en la Arquitectura histórica. En A. S. Andres Sanz Arauz, *El yeso en la Arquitectura histórica* (p. 348). Madrid: UPM Press.
- Sánchez Naranjo, J. F., y Sevilla Zambrano, R. A. (2023). *Prototipo de panel a base de fibra de pseudotallo de plátano, y estopa de coco reciclados*.
<http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/6191>
- Segura Cuesta, R. S. (12 de 2019). *Paneles fabricados con cascara de maní y cascara de huevo*. <http://hdl.handle.net/11396/5577>
- Servicios, S. d. (Junio de 2023). *Cultivo de cacao; Elaboración de chocolate y productos de chocolate*. <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2023/fichas-sectoriales-2-trimestre/Ficha-Sectorial-Cacao.pdf>
- Soto, M. (2012). *Materiales aislantes acústicos para muros*. <https://n9.cl/6y5ehc>

- Suarez, J., y Aranzazu, F. (2010). *Manejo de las enfermedades del cacao (Theobroma cacao L) en Colombia, con énfasis en monilia*.
<https://doi.org/10.18273/revion.v33n2-2020002>
- Terreros , C., y Orellana, P. (2019). *Estudio de las propiedades mecánicas del adobe tradicional de San Antonio de Cumbe comparado con el adobe reforzado con fibra de vidrio y cal*.
<http://repositorio.uees.edu.ec/123456789/3176>
- UNE. (1994). *UNE EN 323:1994 Paneles Basados en Madera - Determinación de Densidad - Normas Europeas, n.d*. <https://www.en-standard.eu/une-en-323-1994-wood-based-panels-determination-of-density/?mena=8>.
- Valbuena, D. (2018). *Aprovechamiento de la cascarilla de cacao para la generación de producto derivado en la Asociación de Productos Orgánicos* .
https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1097&context=ing_industrial
- Valdez, F. (2003). *“Primeras Sociedades de la Alta Amazonía”*. IRD Édition, Edición Impresa/La nacion. https://doi.org/10.400/books.ird_editions.18159
- Valdiviezo, S., y Vera, K. (2019). *ELABORACION DE PANELES DE REVESTIMIENTO PARA PAREDES A BASE DE FIBRA DE VIDRIO Y ESTOPA DE COCO PARA VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL*.
<http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/3040/1/T-ULVR-2687.pdf>:
<http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/3040/1/T-ULVR-2687.pdf>
- Vera, J., Jiménez, W., Naula, M., Zaruma, F., Montecé, G., Cabrera, W., y Astudillo, C. (13 de February de 2023). *Revista colombiana de ciencia animal recia*.
<https://doi.org/10.24188/recia.v13.n2.2021.839>
- Villalta, V. (2023). *Diseño de un bloque alivianado*. <https://n9.cl/2v4ap>
- Zambrano, R., y Barreiro , G. (2022). *Uso de la cáscara de maní en paneles prefabricados para viviendas de interés social en Manabí. Revista Sinapsis., Vol. 1(Nro 21)*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.37117/s.v21i1.643>
- Zhiñin-Quezada, H., Narváez-Manchay, E., y Merino- Gálvez, B. P.-C. (28 de Octubre de 2020). *Revista Investigación Agraria. 2020*. Diversidad anatómica de cinco biotipos de la especie *Theobroma cacao* (cacao) en la región sur de Ecuador: https://www.researchgate.net/profile/Hector-Zhinin/publication/348250102_Diversidad_anatomica_de_cinco_biotipos_de_l

a_especie_Theobroma_cacao_cacao_en_la_region_sur_de_Ecuador/links/5ff4fdb492851c13feefcf00/Diversidad-anatomica-de-cinco-biotipos-de-la-esp

ANEXOS

Anexo 1. *Enlaces a páginas de las normativas*

Constitución De La República Del Ecuador - Decreto Legislativo 0

Registro Oficial 449 de 20-oct.-2008

Ultima modificación: 25-ene.-2021

Estado: Reformado

https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf

Código Orgánico Del Ambiente

Ley 0

Registro Oficial Suplemento 983 de 12-abr.-2017

Estado: Vigente

https://www.ambiente.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf

Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida

<https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/11/PLAN-NACIONAL-DE-DESARROLLO-2017-2021.compressed.pdf>

Norma Ecuatoriana De La Construcción - NEC

https://www.obraspublicas.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2016/04/MTOP_NEC-SE-DS.pdf

Gobiernos Autónomos Descentralizados

Ordenanzas Municipales - Guayaquil

<https://www.guayaquil.gob.ec/wpcontent/uploads/Documentos/Formularios%20para%20Tramites/2024-01-Ordenanzas%20Rejas%20Guayaquil/2024-01-Registro-Oficial-Ordenanza-Rejas-Guayaquil.pdf>

Normativa C1774 – 13

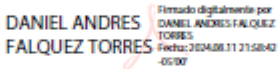
Guía estándar para Pruebas de rendimiento térmico del aislamiento criogénico

<https://cdn.standards.iteh.ai/samples/87063/d0657d0e85904554959e5656cdf32ebf/ASTM-C1774-13.pdf>



Ensayo: RESISTENCIA A LA FLEXION				
Información de contacto del cliente				
Nombre del solicitante: Srta Eliana Lata		Empresa: Srta Eliana Lata		
Dirección: -		Ciudad: Guayaquil		
Teléfono: +593 99 929 8586		Correo electrónico: elianitalata@gmail.com		
Información de la muestra				
Código: ver ID		Proforma: LABGC-361v2PROF		
Descripción: viguetas de polimero		Preparación: Preparados por el cliente		
Fecha de recepción: 2/agosto/2024 al 7/agosto/2024		Cantidad recibida: 12		
Obra: No especifica		Ubicación: No especifica		
Información del ensayo				
Norma de referencia: ASTM C348 (v carga= 5mm/min)		Fecha de emisión del reporte: 12/agosto/2024		
Fecha de ejecución: 05/agosto/2024		Técnico responsable: AB		
Identificación del equipo utilizado en la ejecución del ensayo				
Código	Nombre	Marca/Modelo	No. Serie	Calibración
210783	MUE	SHIMADZU F500KNX	I250555J0071	NOV. 2022
108000	PIE DE REY	ELE	NO ESPECIFICA	NOV. 2023
Determinación de la resistencia a la flexión				
	ID	P (N)	Sf (Mpa)	
	0.1	2653.44	7.43	
	0.2	2077.74	5.82	
	0.3	1802.60	5.05	
	1.1	1262.11	3.53	
	1.2	1714.87	4.80	
	1.3	1448.87	4.06	
	1.4	1487.26	4.16	
	1.5	2704.86	7.57	
	2.1	3321.33	9.30	
	2.2	1622.28	4.54	
	1.6	2164.60	6.06	
	0.4	2193.21	6.14	
Notación				
<p>$S_f =$ Resistencia a la flexión</p> <p>$P =$ Carga máxima</p> <p>$S_f = 0.0028 * P$</p>				
<p>DANIEL ANDRES FALQUEZ TORRES</p> <p>Firmado digitalmente por DANIEL ANDRES FALQUEZ TORRES Fecha: 2024.08.11 21:59:06 -05'00'</p>				
<p>Ing. Daniel Falquez T. Jefe del Laboratorio-responsable técnico FICT-ESPOL</p>				
<p>Dirección: Guayaquil- Ecuador ; Campus Gustavo Galindo Velasco- Km. 30.5 Vía Perimetral – Facultad de Ingeniería en Ciencia de la Tierra (FICT) Laboratorio de Geotecnia y Construcción. (+593 4) 2269428</p>				



Ensayo: DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN						
Información de contacto del cliente						
Nombre del solicitante: Srta Eliana Lata			Empresa: Srta Eliana Lata			
Dirección: -			Ciudad: Guayaquil			
Teléfono: +593 99 929 8586			Correo electrónico: elianitalata@gmail.com			
Información de la muestra						
Código: ver ID			Proforma: 361v2PROF			
Descripción: Cubos de polímero			Preparación: Preparados por el cliente			
Fecha de recepción: 2/agosto/2024 al 7/agosto/2024			Cantidad recibida: 12			
Obra: No Especifica			Ubicación: No Especifica			
Información del ensayo						
Norma de referencia: ASTM C 109 [v carga= 5mm/min]			Fecha de emisión del reporte: 12/agosto/2024			
Fecha de ejecución: 05/agosto/2024			Técnico responsable: AB			
Identificación del equipo utilizado en la ejecución del ensayo						
Código	Nombre	Marca/Modelo	No. Serie	Calibración		
210783	MUE	SHIMADZU F500KNX	I250555J0071	NOV. 2022		
108000	PIE DE REY	ELE	NO ESPECIFICA	NOV. 2022		
Determinación de la resistencia a la compresión						
ID	a (mm)	l (mm)	Área (mm ²)	Fuerza (N)	Compresión (MPa)	
P1.1	55.50	55.50	3080.25	54646.00	17.74	
P1.2	55.50	55.50	3080.25	56106.70	18.21	
P1.3	55.50	55.50	3080.25	64774.70	21.03	
P2.1	55.50	55.50	3080.25	62283.70	20.22	
P2.2	55.50	55.50	3080.25	57206.20	18.57	
P2.3	55.50	55.50	3080.25	60732.50	19.72	
P3.1	55.50	55.50	3080.25	62611.80	20.33	
P3.2	55.50	55.50	3080.25	71789.30	23.31	
P3.3	55.50	55.50	3080.25	68445.80	22.22	
P4.1	55.50	55.50	3080.25	32805.80	10.65	
P4.2	55.50	55.50	3080.25	44736.30	14.52	
P4.3	55.50	55.50	3080.25	56902.50	18.47	
 DANIEL ANDRES FALQUEZ TORRES Firmado digitalmente por DANIEL ANDRES FALQUEZ TORRES Fecha: 2024.08.11 21:58:42 -05'00'						
Ing. Daniel Falquez T. Jefe del Laboratorio-responsable técnico FICT-ESPOL						
Observaciones						
* El ensayo ha sido realizado con la muestra e información provista por el cliente						
* Sin la aprobación del laboratorio no se debe reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad						
Dirección: Guayaquil- Ecuador ; Campus Gustavo Galindo Velasco- Km. 30.5 Vía Perimetral – Facultad de Ingeniería en Ciencia de la Tierra (FICT) Laboratorio de Geotecnia y Construcción. (+593 4) 2269428						

