



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE
GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE ARQUITECTURA

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

TEMA

**DESARROLLO DE UN PANEL AISLANTE TÉRMICO Y ACÚSTICO A
PARTIR DE CÁSCARAS DE HUEVO Y ALMIDÓN DE MAÍZ PARA LA
CONSTRUCCIÓN**

TUTOR

MGTR. MARÍA EUGENIA DUEÑAS BARBERÁN

AUTORES

**VICTOR DO-WIN LEE SALTOS
LUIS ENRIQUE LOOR ZAMBRANO**

GUAYAQUIL

2024

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO Y SUBTÍTULO: Desarrollo de un panel aislante térmico y acústico a partir de cáscaras de huevo y almidón de maíz para la construcción	
AUTOR/ES: Lee Saltos Víctor Do-win Loor Zambrano Luis Enrique	TUTOR: Mgr. Maria Eugenia Dueñas Barberán
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	Grado obtenido: Arquitecto
FACULTAD: FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN	CARRERA: ARQUITECTURA
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2024	N. DE PÁGS: 134
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción	
PALABRAS CLAVE: Construcción, aislamiento, arquitectura, materiales, fibra.	
<p>RESUMEN:</p> <p>En un contexto marcado por el creciente interés en soluciones ecológicas para la industria de la construcción, en la actualidad la industria de la construcción enfrenta el desafío de encontrar soluciones que minimicen su impacto ambiental. Este estudio se enfoca en aprovechar las propiedades únicas de recursos naturales para desarrollar un panel termoacústico que mejore tanto el aislamiento térmico como el acústico. A través de una serie de experimentos y análisis, se busca combinar eficazmente estos elementos para crear un material alternativo que reduzca la demanda energética en edificaciones y mejore la calidad de vida de las personas. Este enfoque innovador tiene el potencial de contribuir significativamente al campo de la construcción sostenible al utilizar recursos renovables y subproductos de la industria alimentaria en la búsqueda de soluciones respetuosas con el medio ambiente.</p> <p>Ante la necesidad de encontrar alternativas para reducir los desechos avícolas y aprovecharlos en la industria de la construcción, se propone la creación de un panel a partir de elementos principales como la cáscara de huevo y el almidón de maíz, impulsando así soluciones ecológicas.</p> <p>Esta investigación ha demostrado diversas fortalezas del panel en pruebas como el aislamiento acústico, la resistencia al fuego, la resistencia a la humedad, la conductividad térmica, logrando ser además una opción económica y respetuosa con el medio ambiente.</p>	

N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (Web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: Lee Saltos Víctor Do-win Loor Zambrano Luis Enrique	Teléfono: 0992824805 0981223834	E-mail: dowin61@gmail.com luisenrique_iz@hotmail.com
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Ph.D Marcial Calero Amores Decano de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción Teléfono: 04 259 6500 Ext. 241 E-mail: mcaleroa@ulvr.edu.ec Mgr. Lissete Carolina Morales Robalino Directora de la Carrera de Arquitectura Teléfono: 04 259 6500 Ext. 211 E-mail: lmoralesr@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Visualizador de documentos

Turnitin Informe de Originalidad

Procesado el: 01-mar-2024 21:56 -05

Identificador: 2285550447

Número de palabras: 13992

Entregado: 2

TESIS Por VICTOR LEE

Similitud según fuente	
Índice de similitud	
7%	
Internet Sources:	6%
Publicaciones:	1%
Trabajos del estudiante:	4%

excluir citas	Excluir bibliografía	excluyendo las coincidencias < 15 de las palabras	modo: ver informe en vista quickview (vista clásica)	imprimir	actualizar
descargar					
<1% match (Internet desde 28-feb.-2024)					
https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/download/9023/13456?inline=1					
<1% match (Internet desde 24-feb.-2023)					
https://aleph.org.mx/que-tiene-la-yema-de-huevo					
<1% match (Internet desde 07-dic.-2023)					
https://zeolia.es/clasificacion-de-aislantes-termicos/					
<1% match (trabajos de los estudiantes desde 15-sept.-2022)					
Submitted to Universidad San Francisco de Quito on 2022-09-15					
<1% match (trabajos de los estudiantes desde 20-may.-2023)					
Submitted to Universidad San Francisco de Quito on 2023-05-20					
<1% match (Internet desde 09-ene.-2023)					
https://la-respuesta.com/pautas/Cual-es-la-funcion-de-los-Homopolisacaridos/					
<1% match (Internet desde 05-feb.-2023)					
https://todocarne.es/wp-content/uploads/Estudio-Vicente-Rocafuerte_compressed.pdf					



Firmado electrónicamente por:
**MARIA EUGENIA
DUENAS BARBERAN**

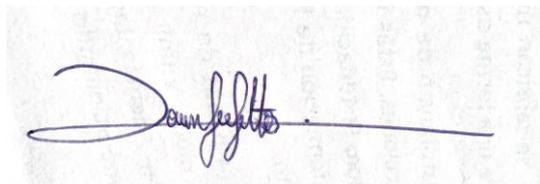
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los estudiantes egresados VICTOR DO-WIN LEE SALTOS Y LUIS ENRIQUE LOOR ZAMBRANO, declaramos bajo juramento, que la autoría del presente Trabajo de Titulación, DESARROLLO DE UN PANEL AISLANTE TÉRMICO Y ACÚSTICO A PARTIR DE CÁSCARAS DE HUEVO Y ALMIDÓN DE MAÍZ PARA LA CONSTRUCCIÓN, corresponde totalmente a ellos suscritos y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

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

Autores

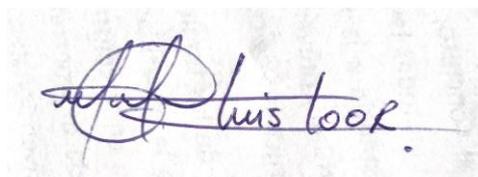
Firma:

A handwritten signature in blue ink on a light-colored background. The signature is stylized and appears to read "Victor Do-Win Lee Saltos".

VICTOR DO-WIN LEE SALTOS

C.I. 0931654917

Firma:

A handwritten signature in blue ink on a light-colored background. The signature is stylized and appears to read "Luis Enrique Loor Zambrano".

LUIS ENRIQUE LOOR ZAMBRANO

C.I. 0950646208

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de docente Tutor del Trabajo de Titulación DESARROLLO DE UN PANEL AISLANTE TÉRMICO Y ACÚSTICO A PARTIR DE CÁSCARAS DE HUEVO Y ALMIDÓN DE MAÍZ PARA LA CONSTRUCCIÓN, 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: DESARROLLO DE UN PANEL AISLANTE TÉRMICO Y ACÚSTICO A PARTIR DE CÁSCARAS DE HUEVO Y ALMIDÓN DE MAÍZ PARA LA CONSTRUCCIÓN, presentado por los estudiantes VICTOR DO-WIN LEE SALTOS Y LUIS ENRIQUE LOOR ZAMBRANO como requisito previo, para optar al Título de ARQUITECTO, encontrándose apto para su sustentación.



Firmado electrónicamente por:
MARÍA EUGENIA
DUENAS BARBERAN

MGTR. MARÍA EUGENIA DUEÑAS BARBERÁN

C.C. 1303722365

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, me gustaría expresar mi profundo agradecimiento hacia mi padre, el Lic. Chun Fai Lee. A pesar de la distancia, ha sido un sólido pilar y una constante fuente de inspiración en mi vida. También quiero reconocer el apoyo inquebrantable de mi madre, Maricela Saltos, y de mi hermano, el Dr. Anthony Cedeño. Gracias a ellos, he sido guiado en la toma de decisiones y he encontrado el rumbo adecuado en mi camino. En especial, debo agradecer a mi hermano mayor por su mentira "Estudia arquitectura, es puro dibujo", pues gracias a ella descubrí que esta vocación va más allá del simple dibujo.

A mis dos hermanos menores, que quisiera ser un modelo a seguir y por brindarme la oportunidad de guiarlos en el futuro, tal como lo hicieron mis padres y mi hermano mayor.

No puedo dejar de mencionar el apoyo incondicional de mi pareja a lo largo de mi carrera universitaria. Su constante respaldo ha sido fundamental para mi crecimiento personal y profesional.

Agradezco también a mi compañero y colega universitario, Luis Loor. Desde los primeros días en la universidad, ha sido un amigo invaluable, y estoy seguro de que se convertirá en un arquitecto excepcional.

Finalmente, mi más sincero reconocimiento a mi tutora, la Master Ma. Eugenia Dueñas. Ella fue una de mis primeras mentoras en la carrera y le debo una gratitud eterna por sus consejos, experiencias y profesionalismo.

Victor Do-win Lee Saltos

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la voluntad y la sabiduría para enfrentar estos retos que se ponen en el camino.

Agradezco a mi padre infinitamente ya que, gracias a él, a su esfuerzo, a su trabajo me pudo ayudar a cumplir mis sueños de ser un profesional, y a cumplir los sueños de él de ver a su hijo ser un arquitecto.

Más que todo estoy agradecido con mi madre, que a pesar de todo ella siempre está ahí, en cada obstáculo es la que siempre está, no importa la circunstancia, ella ha sido un pilar fundamental para terminar mi carrera, ha sido el apoyo que necesitaba en los días difíciles, gracias mamá.

Agradezco a mi mujer y a mi hijo por ser un apoyo incondicional en esta etapa de mi carrera, son mi felicidad en todo momento y sin ellos no fuera lo que soy.

A mi compañero de tesis y muy buen amigo Víctor Lee que se esforzó en cada momento para terminar este proyecto.

A mi tutora Mgtr. María Eugenia Dueñas por su valiosa enseñanza y dedicación que nos prestó en nuestra tesis.

A la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil por darme la oportunidad de formarme como profesional.

Luis Enrique Loor Zambrano

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a mis padres, hermanos, pareja por ser ese apoyo incondicional y motivarme a ser mejor persona y poder cumplir cada meta que me proponga.

Victor Do-win Lee Saltos

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a Dios, a mis padres, a mi mujer e hijo, fuente inagotable de amor y apoyo, y a todos aquellos que creyeron en mi capacidad para alcanzar este logro. Este trabajo está dedicado a ustedes, por ser mi inspiración constante en el viaje hacia el conocimiento y la realización personal.

Luis Enrique Loor Zambrano

RESUMEN

En un contexto marcado por el creciente interés en soluciones ecológicas para la industria de la construcción, en la actualidad la industria de la construcción enfrenta el desafío de encontrar soluciones que minimicen su impacto ambiental. Este estudio se enfoca en aprovechar las propiedades únicas de recursos naturales para desarrollar un panel termoacústico que mejore tanto el aislamiento térmico como el acústico. A través de una serie de experimentos y análisis, se busca combinar eficazmente estos elementos para crear un material alternativo que reduzca la demanda energética en edificaciones y mejore la calidad de vida de las personas. Este enfoque innovador tiene el potencial de contribuir significativamente al campo de la construcción sostenible al utilizar recursos renovables y subproductos de la industria alimentaria en la búsqueda de soluciones respetuosas con el medio ambiente.

Ante la necesidad de encontrar alternativas para reducir los desechos avícolas y aprovecharlos en la industria de la construcción, se propone la creación de un panel a partir de elementos principales como la cáscara de huevo y el almidón de maíz, impulsando así soluciones ecológicas.

Esta investigación ha demostrado diversas fortalezas del panel en pruebas como el aislamiento acústico, la resistencia al fuego, la resistencia a la humedad, la conductividad térmica, logrando ser además una opción económica y respetuosa con el medio ambiente.

Palabras claves: construcción, aislamiento, arquitectura, materiales, fibra.

ABSTRACT

In a context marked by a growing interest in ecological solutions for the construction industry, the construction sector is currently faced with the challenge of finding solutions that minimize its environmental impact. This study focuses on harnessing the unique properties of natural resources to develop a thermoacoustic panel that enhances both thermal and acoustic insulation. Through a series of experiments and analyses, the goal is to effectively combine these elements to create an alternative material that reduces energy demand in buildings and enhances people's quality of life. This innovative approach has the potential to contribute significantly to the field of sustainable construction by utilizing renewable resources and by-products of the food industry in the pursuit of environmentally friendly solutions.

Given the need to find alternatives to reduce poultry waste and utilize it in the construction industry, the creation of a panel from main elements such as eggshell and cornstarch is proposed, thereby driving ecological solutions.

This research has demonstrated various strengths of the panel in tests such as acoustic insulation, fire resistance, moisture resistance, thermal conductivity, achieving it as an economical and environmentally friendly option.

Keywords: construction, insulation, architecture, materials, fiber.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	2
ENFOQUE DE LA PROPUESTA	2
1.1. Tema.....	2
1.2. Planteamiento del problema	2
1.3. Formulación del problema	3
1.4. Objetivos.....	3
1.4.1. Objetivo general	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. Hipótesis.....	4
1.6. Líneas de investigación	4
Dominios ULVR.....	4
Línea de investigación institucional.....	4
Línea de investigación facultad	4
Sub-línea de investigación facultad	4
CAPITULO II	5
MARCO REFERENCIAL.....	5
2.1. Marco Teórico	5
2.2. Antecedentes.....	20
2.2.1. Historia	20
2.2.1.1 Estructura del huevo	22
2.2.1.2. Características y propiedades del huevo	23
2.2.1.3. Producción de huevos en el Ecuador.....	23
2.2.1.4. Obtención de la cáscara de huevo	24
2.2.1.5. Composición de la cáscara de huevo.....	25
2.2.1.6. Formación de la cáscara	25

2.2.1.7.	Usos y beneficios de la cáscara de huevo	26
2.2.2.	Historia del almidón	27
2.2.2.1	Estructura del almidón.....	28
2.2.2.2.	Como se obtiene el almidón	29
2.2.2.3.	Usos y propiedades del almidón	30
2.2.2.4.	Producción de almidón en Ecuador.....	30
2.2.2.5.	Almidón de maíz.....	31
2.2.2.6.	Propiedades y usos del almidón de maíz	32
2.2.3.	Qué es un panel	32
2.2.3.1	Usos y características de un panel.....	33
2.2.3.2.	Como se fabrica un panel.....	33
2.2.3.3.	Medidas estándar de un panel	34
2.2.3.4.	Como se instala un panel	34
2.2.3.5.	Mantenimiento del panel	35
2.2.4.	Tipos de paneles aislantes	35
2.2.4.1	Paneles de Lanas minerales	36
2.2.4.2.	Paneles Aislantes sintéticos	36
2.2.4.3.	Paneles aislantes ecológicos	38
2.3.	Marco Legal.....	41
CAPÍTULO III		47
MARCO METODOLÓGICO		47
3.1.	Enfoque de la investigación.....	47
3.2.	Alcance de la investigación	47
3.3.	Técnicas e instrumentos para obtener los datos	47
3.4.	Población y muestra	48
CAPÍTULO IV		49
PROPUESTA O INFORME		49
4.1.	Presentación y análisis de resultados.....	49

4.1.1. Diagrama para elaboración del panel.....	49
4.1.2. Materiales.....	50
4.1.3. Obtención de las cáscaras de huevo.....	51
4.1.4. Instrumentos utilizados.....	58
4.1.5. Elaboración de prototipos en moldes circulares.....	65
• Primer prototipo.....	65
• Segundo prototipo.....	66
• Tercer prototipo.....	67
• Cuarto prototipo.....	69
• Quinto prototipo.....	70
• Sexto prototipo.....	71
• Prototipo 1.....	72
• Prototipo 2.....	74
• Prototipo 3.....	75
4.1.7. Experimentación y pruebas de laboratorio.....	77
• Prueba acústica.....	77
• Prueba de humedad.....	80
• Prueba de transferencia de calor.....	81
• Prueba ignífuga.....	84
• Prueba de color.....	86
• Prueba de flexión.....	88
• Prueba de compresión.....	92
4.1.8. Presupuesto del prototipo del panel.....	94
CONCLUSIONES.....	95
RECOMENDACIONES.....	96
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	97
ANEXOS.....	103

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Muestras finales del conglomerante	5
Ilustración 2: Prototipo experimental	6
Ilustración 3: Base de lámpara impresa con el biomaterial formulado	7
Ilustración 4: Estructura metálica de cielo raso, panel final.....	7
Ilustración 5: Documento de evaluación empleado para calcular la capacidad de cubrir.....	8
Ilustración 6: Desencofrado y medida del concreto sustituido al cemento en 12% y 20%	9
Ilustración 7: Probetas terminadas con los agregados	10
Ilustración 8: Curado de ladrillo experimental	10
Ilustración 9: Pesaje de matriz por medio de balanza.....	11
Ilustración 10: Adoquín Ecológico	12
Ilustración 11: Colocación de paneles.....	12
Ilustración 12: Muestra luego del ensayo.....	13
Ilustración 13: Resultado final del panel.....	14
Ilustración 14: Paneles de fibra vegetal	15
Ilustración 15: Bloques de adobe seco	16
Ilustración 16: Muestra de probetas con almidón.....	17
Ilustración 17: Prototipo de panel acústico.....	18
Ilustración 18: Aplicación de pintura en los paneles.....	18
Ilustración 19: Acabado final	19
Ilustración 20: Resultado de prototipo.....	19
Ilustración 21: Ovoproductos derivados del huevo	21
Ilustración 22: Estructura del huevo	22
Ilustración 23: Ocho usos sorprendentes de la cáscara de huevo.....	24
Ilustración 24: Formación de la cáscara de huevo.....	26
Ilustración 25: El almidón: un polímero natural	28
Ilustración 26: Enlaces a 1-4 entre moléculas de glucosa	28
Ilustración 27: Enlaces en la amilopectina.	29
Ilustración 28: Paneles de fachada o pared	34
Ilustración 29: Panel semi-rígido de lana mineral	36

Ilustración 30: Panel aislante de poliestireno expandido	37
Ilustración 31: Panel de Poliestireno extruido	37
Ilustración 32: Panel de espuma de poliuretano	38
Ilustración 33: Aislantes reflexivos	38
Ilustración 34: Panel aislante de corcho.....	39
Ilustración 35: Aislantes de lino	39
Ilustración 36: Lana natural de oveja	40
Ilustración 37: Fibras de celulosa.....	40
Ilustración 38: Aislantes de fibra de madera	41
Ilustración 39: Diagrama para elaboración del panel	49
Ilustración 40: Cáscaras de huevo	50
Ilustración 41: Almidón de maíz Royal	50
Ilustración 42: Yeso Latina	51
Ilustración 43 :Soga y fibra de cabuya	51
Ilustración 44: Recolección de cáscaras de huevo	52
Ilustración 45: Recolección de cáscaras de huevo	52
Ilustración 46 : Proceso de lavado.....	53
Ilustración 47: Se escurren durante una noche.....	53
Ilustración 48: Secado de cáscaras	54
Ilustración 49: Proceso de secado	54
Ilustración 50: Proceso de trituración	55
Ilustración 51: Trituración	55
Ilustración 52 :Secado del triturado	56
Ilustración 53: Molido de la cáscara	56
Ilustración 54: Proceso de molido	57
Ilustración 55: Proceso de molido	57
Ilustración 56: Resultado obtenido	58
Ilustración 57: Balanza digital	58
Ilustración 58: Molde de madera	59
Ilustración 59: Molde de silicón	59
Ilustración 60:Lavacara de plástico.....	60
Ilustración 61: Masking tape	60
Ilustración 62: Pala dosificadora	61
Ilustración 63: Molino	61

Ilustración 64: Tela de triturado	62
Ilustración 65: Flexómetro	62
Ilustración 66: Tacho para hacer la mezcla	63
Ilustración 67: Sierra	63
Ilustración 68: Pinza de corte	64
Ilustración 69: Tinas de plástico	64
Ilustración 70: Moldes circulares	65
Ilustración 71: Primer prototipo	66
Ilustración 72: Segundo prototipo	67
Ilustración 73: Prototipo en proceso	68
Ilustración 74: Tercer prototipo	68
Ilustración 75: Cuarto prototipo	69
Ilustración 76: Quinto prototipo	70
Ilustración 77: Sexto prototipo	71
Ilustración 78: Molde normal de 30 x 23	72
Ilustración 79: Prototipo 1 terminado	73
Ilustración 80: Prototipo 1	73
Ilustración 81: Resultado de prototipo 2	74
Ilustración 82: Proceso de moldeado	74
Ilustración 83: Molde que se usó para prototipo 3	75
Ilustración 84: Resultado final parte frontal	76
Ilustración 85: Resultado final parte trasera	76
Ilustración 86: Adecuación de caja acústica con paneles	77
Ilustración 87: Limpieza de caja	78
Ilustración 88: Sonómetros que se usaron	78
Ilustración 89: Frecuencia para emitir Hz	78
Ilustración 90: Poniendo los sonómetros en su sitio	79
Ilustración 91: Resultado de la prueba sin paneles	79
Ilustración 92: Resultado de la prueba con paneles	79
Ilustración 93: Peso del panel antes de ser sumergido en agua	80
Ilustración 94: Recipiente de vidrio con el panel sumergido	80
Ilustración 95: Peso del panel después de las 24h sumergido	81
Ilustración 96: Foco LED de 7W	81
Ilustración 97: Termómetro láser	81

Ilustración 98: Temperatura de panel al inicio 23 °C	82
Ilustración 99: Foco encendido a 7cm del panel	82
Ilustración 100: Temperatura del ambiente donde se realizó la prueba 29.5°C	83
Ilustración 101: Temperatura de la cara opuesta al foco 30.6°C	83
Ilustración 102: Temperatura final de la cara del panel expuesta al foco 31.4 °C	83
Ilustración 103: Prototipo antes de ser expuesto al fuego.....	84
Ilustración 104: Estufa donde se hará la prueba	84
Ilustración 105: Prototipo en estufa.....	85
Ilustración 106: Prototipo después de los 15 minutos al fuego	85
Ilustración 107: Prototipo que se usó para la prueba	86
Ilustración 108: Pintando el material	86
Ilustración 109: Prototipo pintado.....	87
Ilustración 110: Prototipo seco	87
Ilustración 111: Maquina Versatester 30m	88
Ilustración 112: Calibración de máquina	88
Ilustración 113: Colocacion de panel.....	88
Ilustración 114: Pieza de metal	89
Ilustración 115: Inicio de prueba.....	89
Ilustración 116: Momento de ruptura.....	90
Ilustración 117: Midiendo el arco de flexion	90
Ilustración 118: Paneles después de la prueba.....	91
Ilustración 119: Calibracion y colocacion de panel.....	92
Ilustración 120: Panel secado al horno	92
Ilustración 121: Proceso de la prueba de compresión	92
Ilustración 122: Prueba de compresión.....	93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Línea de investigación	4
Tabla 2: Técnicas e instrumentos.....	48
Tabla 3: Dosificación de primer prototipo	65
Tabla 4: Dosificación de segundo prototipo.....	66
Tabla 5: Dosificación de tercer prototipo	67
Tabla 6: Dosificación de cuarto prototipo	69
Tabla 7: Dosificación de quinto prototipo.....	70
Tabla 8: Dosificación de sexto prototipo.....	71
Tabla 9: Dosificación prototipo 1	72
Tabla 10: Dosificación prototipo 2	74
Tabla 11: Dosificación prototipo 3.....	75
Tabla 12: Presupuesto de panel.....	94

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1:Secando cáscaras	103
Anexo 2: Moliendo	104
Anexo 3: Haciendo mezcla	105
Anexo 4: Set de trabajo.....	106
Anexo 5: Sumergiendo el panel	107
Anexo 6: Secado en horno.....	108
Anexo 7: Temperatura	109
Anexo 8: Sacando la fibra de la cabuya.....	110
Anexo 9: Prueba fallida de la temperatura	111
Anexo 10: Hoja de resultados prueba de compresión	112
Anexo 11: Hoja de resultados prueba de flexión	113

INTRODUCCIÓN

Este proyecto inicia con la base de un prototipo de panel acústico desarrollado a partir de cáscaras de huevo y almidón de maíz, con un enfoque en su versátil aplicación en interiores de edificaciones. Las cualidades físicas y mecánicas de las cáscaras de huevo y el almidón de maíz se emplean para potenciar la utilidad de estos paneles en el ámbito de la construcción. Actualmente, no se está aprovechando eficazmente los recursos disponibles en el sector industrial, que a menudo son considerados desechos y terminan siendo incinerados. Por tanto, surge la necesidad de encontrar alternativas que minimicen los impactos ambientales, como la reutilización de estos materiales en la industria de la construcción. Esta motivación ha impulsado la búsqueda de formas de aprovechar estos residuos de manera más eficiente y accesible para todos. El objetivo es crear un panel utilizando como componentes principales las cáscaras de huevo y el almidón de maíz, con el propósito de reducir los costos, contrarrestar los efectos negativos en el ecosistema al darles un uso adecuado y hacerlos disponibles para la población en general.

Esta investigación se llevó a cabo con el siguiente procedimiento:

Capítulo I. Se comienza describiendo los problemas identificados, así como los objetivos generales y específicos de la investigación, que servirán de guía para abordar dichos problemas. Además, se plantea una hipótesis que se someterá a prueba y se establece una línea de investigación.

Capítulo II. Se presentan modelos análogos relevantes que han respaldado y esta investigación, basándose en diversas investigaciones realizadas por otros autores. Se abordan las características de la cáscara de huevo en aplicaciones de construcción, así como la variedad de paneles disponibles en el mercado. El marco legal local actual relacionado con la investigación.

Capítulo III. Se describe el enfoque de investigación que se llevará a cabo mediante un análisis exploratorio y descriptivo. Además, se establecerá una estructura organizativa adecuada que permita experimentar con diversas dosificaciones para determinar la óptima.

Capítulo IV. Se desarrollan y detallan todos los pasos para llegar al panel, desde instrumentos y materiales a utilizar para realizar paneles con cascara de huevo y almidón de maíz, realizando varios prototipos y así poder lograr un prototipo optimo y detallar el presupuesto y al final con este realizar varias pruebas físicas y mecánicas, mostrando sus resultados obtenidos

CAPITULO I

ENFOQUE DE LA PROPUESTA

1.1. Tema

“Desarrollo de un panel aislante termoacústico a partir de cáscaras de huevo y almidón de maíz para aplicaciones en la construcción”

1.2. Planteamiento del problema

La sostenibilidad en el aislamiento térmico y acústico de edificios se va convertido en un desafío crítico debido a la dependencia de materiales aislantes tradicionales, como es la espuma de poliestireno expandido, que tienen un alto impacto ambiental y emiten sustancias dañinas.

Ya que cuando estos no son desechados de una manera adecuada, estos atraen a roedores y la descomposición de esta causa la aparición de hongos. Para la industria esta es manera más fácil, desecharlas. Ya que estas son biodegradables ya que estas llegan a descomponerse en un máximo de 7 días, esto hace que estos desechos sean orgánicos. El almidón de maíz causa pequeños efectos negativos en el ecosistema ya que estos requieren condiciones específicas para descomponerse.

Los problemas causados por los desechos de la cáscara de huevo son un factor importante de la contaminación ambiental cuando no se desechan adecuadamente, atraen mucho lo que son roedores y causan llegada de hongos, para la industria esto es lo más fácil, desecharlas. Las cáscaras son biodegradables ya que se descomponen en un máximo de 7 días, esto hace que este tipo de desechos sean orgánicos. El almidón de maíz no causa muchos problemas a nivel ambiental ya que su impacto es realmente positivo, es ecológico y se puede utilizar en la industria de la construcción.

En numerosas construcciones ubicadas en proximidad de las avenidas más concurridas, los residentes no pueden disfrutar de la paz en sus hogares, ya que se ven afectados por el ruido proveniente de la agitación urbana, como el tráfico, bocinas, obras de construcción, entre otros. La ciudad de Guayaquil ha lidiado con esta

cuestión durante un extenso período, y este desafío también conlleva posibles repercusiones en la salud de sus habitantes.

Esto lleva a la interrogativa de los problemas ocasionados por desechos de cáscara de huevo y almidón de maíz. Si las cáscaras de huevo y el almidón de maíz se desechan incorrectamente, por ejemplo, si se arrojan en lugares inapropiados o se queman, pueden contribuir a la contaminación del suelo, el agua y el aire. Estos materiales pueden tardar mucho tiempo en descomponerse y liberar sustancias dañinas al entorno. Si los residuos de cáscara de huevo y almidón de maíz se desechan en ríos, lagos o mares, pueden afectar negativamente a los ecosistemas acuáticos. Pueden alterar la calidad del agua y perjudicar la vida marina, incluyendo peces, plantas acuáticas y otros organismos.

Si no se gestiona adecuadamente, los desechos de cáscara de huevo y almidón de maíz pueden acumularse en vertederos o instalaciones de incineración, ocupando espacio y contribuyendo a la emisión de gases de efecto invernadero. Además, su descomposición puede generar olores desagradables y atraer plagas, lo que complica su gestión apropiada.

La acumulación sin control de residuos de cáscara de huevo y almidón de maíz en grandes cantidades puede convertirse en criaderos de bacterias y plagas, aumentando así el riesgo de enfermedades para las personas que residen o trabajan en las áreas circundantes. En el caso específico de la ciudad de Guayaquil, donde se concentra una gran población y, por ende, una gran cantidad de desechos de cáscara de huevo, se ha propuesto implementar paneles fabricados a partir de estos materiales, aprovechando de esta manera los residuos que se generan en la ciudad.

1.3. Formulación del problema

¿Qué beneficios puede tener este material basado en cáscara de huevo y almidón de maíz en el área de la construcción?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Desarrollar un panel aislante termoacústico a partir de cáscara de huevo y almidón de maíz para aplicar en la construcción.

1.4.2. Objetivos específicos

- Investigar las propiedades de cada elemento a utilizar en el panel aislante térmico y acústico hecho a partir de cáscara de huevo y almidón de maíz.
- Diseñar paneles aislantes térmicos y acústicos para aplicar en la construcción.
- Implementar paneles aislantes térmicos y acústicos en la construcción para reducir el ruido, calor y humedad.

1.5. Hipótesis

La integración de cáscaras de huevo y almidón de maíz en la fabricación de paneles aislantes térmicos y acústicos resultará positivo en la elaboración de un material alternativo.

1.6. Líneas de investigación

Tabla 1: Línea de investigación

Dominios ULVR	Línea de investigación institucional	Línea de investigación facultad	Sub-línea de investigación facultad
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables.	Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción.	Materiales de construcción.	Tecnologías de construcción y materiales innovadores.

Fuente: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil (2023)

CAPITULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1. Marco Teórico

El presente marco teórico proporcionará las bases conceptuales y teóricas necesarias para comprender y respaldar el desarrollo de un panel aislante térmico y acústico utilizando cáscara de huevo y almidón de maíz como materiales principales. Este estudio se enmarca en el ámbito de la construcción sostenible y busca explorar alternativas eco amigables para mejorar las propiedades térmicas y acústicas de los materiales de construcción.

Se propuso la reutilización de cáscaras de huevo, un residuo de la industria alimentaria, como aditivo en la producción de conglomerantes hidráulicos. El objetivo principal fue desarrollar un conglomerante que cumpliera con la normativa europea vigente para su uso en carreteras, al tiempo que aprovechó este residuo rico en carbonato de cálcico y resistente. El proyecto buscó establecer una base tecnológica que justificara futuras inversiones en estudios a escala industrial para la fabricación de conglomerantes hidráulicos de carreteras utilizando estos desechos. (Calvo P. P., 2019)

Ilustración 1: Muestras finales del conglomerante



Fuente: Purificación Pradas Calvo (2019)

Este estudio analizó diversas investigaciones sobre el aprovechamiento de la cáscara de huevo en diferentes campos, incluyendo su composición. Además, se propuso una alternativa para aprovechar este residuo y crear un producto biodegradable y ecológico utilizando los principios de la química verde y la economía circular. La propuesta principal fue la producción de platos biodegradables utilizando principalmente cáscaras de huevo, lo que contribuiría a la reducción de residuos y a la creación de productos sostenibles. (Beltrán et al, 2021)

Ilustración 2: Prototipo experimental



Fuente: Universidad EAN (2021)

La propuesta se basó en una práctica de experimentación material que utilizó residuos de alimentos para la creación de bio-materiales. El proyecto se centró específicamente en la utilización de cáscaras de huevo y conchas de mejillones u otros moluscos, que contienen altas cantidades de carbonato de cálcico. A través de un enfoque circular, se investigaron y experimentaron formas de revalorizar estos desechos alimentarios y convertirlos en materia prima para la producción de biocompuestos, especialmente para aplicaciones como la impresión 3D. (Otero, 2022)

Ilustración 3: Base de lámpara impresa con el biomaterial formulado



Fuente: BAU, Centro Universitario de Artes y Diseño de Barcelona (2022)

El propósito del proyecto fue elaborar paneles para cielos rasos fabricados con cáscara de maní y de huevo. Fue así que se buscó determinar si el proceso de reciclaje de la cáscara de maní y huevo era idóneo para la creación e implementación de cielos rasos. La idea fue identificar las características estos materiales. los componentes y medidas para estructurar los paneles de cielo raso propusieron una alternativa de reducción de costos y a su vez utilidad a un desecho natural, aislar la temperatura sin importar la región en la que se use. Para este proyecto el costo tan bajo que se pudo obtener, ya que casi es del 80% como se pudo ver el aislante termo acústico ya que demuestra los decibeles de sonido al momento de un ruido alto los reduce, igualmente ocurre con el calor ya que reduce su temperatura en 67,7%. (Segura Cuesta, 2019)

Ilustración 4: Estructura metálica de cielo raso, panel final



Fuente: Universidad La Gran Colombia (2019)

Se emplearon los desechos como materia prima en la producción de pintura látex de color, ofreciendo una solución integral desde el punto de vista social, medioambiental y técnico. Este proceso implicó la recolección de cáscaras de huevo, las cuales pasaron por un procedimiento de separación de proteínas de membrana antes de su posterior secado. Las muestras secas se sometieron a un proceso de molienda utilizando un molino eléctrico, y el producto resultante se separó mediante un tamiz con una malla de 325. A continuación, se formuló la pintura de látex, evaluando sus propiedades fisicoquímicas, como viscosidad, densidad, poder de cobertura, tiempo de secado y color en términos de coordenadas R, G y B. Estos análisis proporcionaron una evaluación cualitativa del producto al aplicarlo en una pared de concreto, demostrando su idoneidad para su uso como pintura de látex de color. (Burga Jacobi, 2018)

Ilustración 5: Documento de evaluación empleado para calcular la capacidad de cubrir

Pinturas ECOCOLOR Date 19/01/18 Time _____
Formula: _____ Aplicator _____
Batch No. _____ **MUESTRA** _____
Notes _____ **B - 2** _____
BGD 1105 BATCH **cc: 86.3** STANDARD

La imagen muestra un formulario de evaluación de pintura ECOCOLOR. El formulario contiene campos para la fecha (19/01/18), hora, fórmula, aplicador, número de lote, notas y un campo para la muestra (B-2). En la parte inferior del formulario, se muestra una fotografía de una muestra de pintura aplicada en una pared de concreto, con un recuadro que indica el tipo de muestra (B-2) y el valor de cobertura (cc: 86.3).

Fuente: Universidad Nacional Mayor de San Marcos (2018)

La investigación tuvo como objetivo analizar la resistencia a la compresión de un concreto al reemplazar el 12% y el 20% del peso del cemento con mezclas de cáscaras de huevo y arcilla. Se recopilaron estos materiales, procesándolos térmicamente para obtener la ceniza de la cáscara de huevo y elementos puzolánicos de arcilla. Los resultados indicaron que las muestras experimentales con un 12% de remplazo (cáscara de huevo + arcilla) alcanzaron a la compresión de 217,8 Kg/cm². Sin embargo, las pruebas con un 20% de remplazo tuvieron una resistencia de 166,6 Kg/cm². La resistencia a la compresión de estas muestras fue a los 7,14 y 28 días. Comparándolas con probetas de concreto estándar. (Alvarado Maguiña, 2019)

Ilustración 6: Desencofrado y medida del concreto sustituido al cemento en 12% y 20%



Fuente: Universidad de San Pedro (2019)

El propósito fue realizar un diseño de pavimento rígido utilizando cáscara de huevo triturado para mejorar la resistencia a la compresión, en donde se buscó arreglar las conductas mecánicas de un concreto ecológico reforzado con este mismo material y uno convencional. En la investigación se utilizaron testigos de hormigón, para dicha investigación se realizó diferentes tipos de estudios como, estudio de suelos, IMD, características de los agregados, propiedades de la cáscara de huevo, y se diseñó una mezcla del material incorporando el insumo del huevo en porcentajes de 1.5%, 3% y 5%, y como resultado fue favorable a cargas axiales incorporando el 1.5% de cascarilla de huevo triturado, donde se obtuvo resultados con un $f'c=219.9$ kg/cm² a los 28 días. (Meza Coral & Vela Meza, 2019)

Ilustración 7: Probetas terminadas con los agregados



Fuente: Universidad César Vallejo (2019)

El proceso constructivo del cemento tiene un gran impacto negativo en el medio ambiente. Por esta razón se realizó un estudio para la elaboración de ladrillos de concreto por la sustitución del cemento por una combinación del 9% y del 15%. En los resultados alcanzados a través del ensayo de resistencias de compresión, los ladrillos patrón a los 28 días de curado se alcanzó una resistencia promedio de 129.05 kg/cm², mientras que los ladrillos experimentales tendieron a aumentar su resistencia, obteniendo con una sustitución del cemento en un 9% una resistencia promedio de 131.20 kg/cm² y en un 15% una resistencia promedio de 134.11 kg/cm². (Cayán Calderón & Valladares Ibáñez, 2021)

Ilustración 8: Curado de ladrillo experimental



Fuente: Universidad César Vallejo (2021)

El objetivo principal del proyecto fue analizar el comportamiento de las propiedades mecánicas del adoquín de concreto tipo II al agregar cenizas de monofolios de eucaliptus o cáscara de huevo en diferentes porcentajes, se exploró el efecto de agregar este material en porcentajes del 4%, 8% y 12% en las propiedades mecánicas del adoquín de concreto. Se compararon los resultados con las investigaciones anteriores y se concluyó que estas adiciones llevaron a un impacto positivo en la resistencia y otras características del adoquín. Además, se evaluó el impacto económico de estas adiciones en la fabricación del adoquín (Reibán Ojeda, 2017)

Ilustración 9: Pesaje de matriz por medio de balanza



Fuente: Universidad Técnica Particular de Loja (2017)

Mediante ensayos se determinó que los adoquines elaborados con la viruta de hoja de maíz presentaron mejores propiedades mecánicas, mayor resistencia y menor absorción de agua en comparación con los adoquines tradicionales. Se destacó que la cantidad de fibra en la mezcla debió ser controlada, ya que su exceso pudo afectar negativamente la consistencia y la adherencia de los materiales. También se señaló que ajustar la proporción de cemento, arena y agua pudo influir en la calidad y durabilidad del producto final. (Varas Ramírez, 2021)

Ilustración 10: Adoquín Ecológico



Fuente: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil (2021)

El problema causado por las industrias agrícolas que desechan sus residuos en los ríos o los incineran. En lugar de esto se sugirió aprovechar estos desechos mediante procesos de transformación centrándose en la fibra de banano y la cáscara de arroz. Estos materiales se utilizaron para crear paneles que redujeron la necesidad de yeso y actuaron como aislantes térmicos debido a sus propiedades naturales. Al recoger grandes cantidades de cáscaras de arroz y fibras de banano, se logró convertir los desechos en agregados necesarios para fabricar los paneles y se redujeron sus costos al fabricar estos paneles, incluso de disminuyó el peso en comparación con paneles importados. (Alarcón Ramírez & Alfonso Salinas, 2020)

Ilustración 11: Colocación de paneles



Fuente: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil (2020)

La siguiente investigación se basó en el uso de una fibra vegetal natural como refuerzo de un material, además de tener un bajo costo ya que ésta muchas veces nos la proporciona la naturaleza, estando a nuestro alcance. El objetivo de este trabajo fue poder estudiar un material que tuviera como unos de sus componentes al bagazo de la caña de azúcar como una opción, ya que se quiso aprovechar al máximo los usos y propiedades puesto que vemos que en nuestro país la caña de azúcar es uno de los productos más abundantes y se utilizan en las industrias azucareras y comerciantes de carretillas ambulatorias. Las cuales muchas veces incineran estos residuos del vegetal en el caso de las fábricas o como desechos de basura por los comerciantes y vendedores, provocando alguna contaminación, a pesar que pueden ser estudiados para ser aprovechados en el campo de la construcción, de esta manera se promoverá la producción de un residuo como lo es el bagazo de la caña de azúcar. (Tinoco Padilla, 2018)

Ilustración 12: Muestra luego del ensayo



Fuente: Universidad César Vallejo (2018)

La utilización de desechos orgánicos pudo tener un impacto significativo en las ciudades que enfrentan serios problemas con la gestión de sus residuos. En la industria de la construcción, que emplearon una amplia gama de materiales, se estuvo explorando enfoques circulares que involucraron el uso de diversos recursos en su ciclo natural. Se llevó a cabo un avance en la creación de ladrillos utilizando hongos, microalgas y desechos de papa, con fines de aislamiento y absorción acústica. El

resultado mostró que este proceso generó calor y biomasa como producto secundario. (Fitzgerald, 2017)

La problemática de la gestión inadecuada de residuos agrícolas y su influencia en la contaminación especialmente en zonas rurales densamente pobladas, la falta de un manejo adecuado de la recolección y reutilización de desechos agrava el problema. Por esta razón se elaboró un prototipo de panel a base de fibra de Pseudotallo de plátano y fibra de coco, teniendo este una construcción eco amigable (Sánchez Naranjo & Sevilla Zambrano, 2023)

Ilustración 13: Resultado final del panel



Fuente: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil (2023)

La investigación se centró en comparar dos modelos experimentales para aislamiento termo-acústico, ambos basados en materiales vegetales, con un tercer prototipo de concreto, para su utilización en viviendas unifamiliares. La metodología empleada involucró la creación de paneles a partir de fibras vegetales, así como la construcción de un prototipo de maqueta vaciada en concreto, con el fin de realizar una comparación entre los tres modelos. Los resultados de la investigación indicaron que los paneles elaborados con cáscara de coco y con cáscara de grano de arroz redujeron los niveles de ruido hasta 90 dB (decibelios), mientras que el prototipo de

fachada construido con la mezcla de concreto no logró una disminución significativa del ruido. (Beltrán Uribe & Martínez Chaparro, 2017)

Ilustración 14: Paneles de fibra vegetal



Fuente: Universidad Católica de Colombia (2017)

El enfoque principal fue introducir un diseño de panel acústico de tipo abierto, incorporando aberturas subsonoras, en el cual se pudo colocar material reciclado derivado de la cáscara de coco. La metodología empleada en este estudio fue de naturaleza experimental, ya que se utilizó la cáscara de coco para crear una pantalla de absorción acústica. Los resultados de la investigación demostraron que el material obtenido en el laboratorio, al compactar las fibras de coco, presentó una notable capacidad de absorción de bajos sonidos o frecuencias, específicamente en el rango de 100 a 1500 Hz (Hertz), junto con una densidad considerable de aproximadamente 210 kg/m³. (Padilla Galarreta, 2020)

El propósito central de este estudio fue evaluar el empleo de aserrín y poliestireno en la fabricación de bloques de adobe destinados a viviendas unifamiliares, con el fin de analizar su efecto en el acondicionamiento acústico y térmico. Este se llevó a cabo de manera científica en un entorno de laboratorio para validar o refutar la hipótesis planteada. Los resultados obtenidos permitieron concluir que, a través de pruebas acústicas y térmicas, los bloques de adobe con incorporación de un 5% y 15% de aserrín presentan un buen nivel de aislamiento acústico y confort

térmico. Por lo tanto, estos bloques se perfilaron como prototipos adecuados y viables para su implementación en viviendas unifamiliares. (Pino Escobar, 2019)

Ilustración 15: Bloques de adobe seco



Fuente: Universidad Técnica de Ambato (2019)

Se logró una precisa articulación de los principales criterios esenciales en el diseño arquitectónico, considerando aspectos como el confort acústico, lumínico, ambiental, olfativo, psicológico y térmico, entre otros, que deben ser incorporados en el espacio habitable de las viviendas en el barrio Tunape (Piura). Se buscó abordar y solucionar el problema mediante la búsqueda de conocimientos. Y se determinó que el diseño de viviendas debe considerar diversos aspectos contextuales, tales como el clima, las temperaturas, la dimensión sociocultural, la ubicación geográfica, el entorno y las actividades cotidianas de los habitantes, tales como estudio, alimentación y descanso, además del propósito de utilización de los espacios. Según estos factores, se concibieron los diseños de viviendas, lo que a su vez influyó en lograr un nivel de confort positivo o negativo en los espacios habitables resultantes. (Escobar Carreño, 2021)

Los materiales orgánicos presentaron la particularidad de ofrecer un desempeño acústico notable, Su origen en la naturaleza les confiere propiedades únicas que les permitieron interactuar de manera efectiva con el sonido y el entorno sonoro en general. En esencia, estos materiales orgánicos actúan como agentes que participan en la absorción y modificación de las ondas sonoras, lo que los convierte en opciones valiosas y versátiles para lograr un mejor confort acústico en diversos

espacios. La capacidad para ser reintegrados al ciclo natural aporta ventajas adicionales desde una perspectiva de sostenibilidad, al minimizar su impacto ambiental y promover la reutilización de recursos. (Bhingare, 2019)

Mediante estudios para analizar y explorar en detalle el papel y las implicaciones de los aditivos en el desarrollo del mortero, un material esencial en la construcción. El mortero, compuesto por cemento, árido fino y en ocasiones otros conglomerantes y agua. Se le añadió almidón de papa, en las propiedades del mortero de cemento, estas incluyen las propiedades mecánicas y este dio un resultado que trabaja mejor e incluso tiene mayor durabilidad. (Vidal Moya, 2017)

Ilustración 16: Muestra de probetas con almidón



Fuente: Universidad Católica de la Santísima Concepción (2017)

La creación de un panel aislante acústico elaborado a partir de neumáticos reciclados y polipropileno. Este panel se desarrolló con el propósito de proporcionar aislamiento acústico para mejorar la concentración y la comodidad de sus usuarios. El diseño versátil lo hace adecuado para diversas aplicaciones en construcciones como viviendas, oficinas, escuelas y restaurantes. Debido a que se utilizó materiales reciclados, su costo es asequible y esto permitió su introducción en el mercado. (Iñiga Balón & Ledesma Salazar, 2019)

Ilustración 17: Prototipo de panel acústico



Fuente: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil (2019)

El siguiente artículo abordó el tema de cómo reducir la emisión de ruido en un entorno específico. Para abordar esta pregunta, se examinaron dos tipos de materiales que tienen propiedades de absorción: la lana de vidrio y la napa textil. Estos materiales fueron utilizados en la creación de un prototipo de panel acústico y se logró obtener niveles de aislamiento acústico que oscilaron entre 20 dB y 30 dB, aplicables a rangos de intensidad sonora que iban de 100 dB hasta 120 dB (Inche et al, 2010)

El enfoque de esta propuesta fue transformar un modelo tradicional de paneles mediante el uso de los mismos en 3D. Estos en su mayoría tienen una función meramente decorativa, por lo tanto, se rediseñó para cumplir un propósito termoacústico dentro de los hogares. Y, además de brindar un aspecto estético, mejoró la comodidad acústica y térmica de los espacios interiores de las viviendas. (Espitia & Rodríguez Duque, 2022)

Ilustración 18: Aplicación de pintura en los paneles



Fuente: Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca (2022)

La investigación se centró en el análisis y evaluación de fibras naturales producidas en el país en la relación con su influencia en la calidad de sonido al ser incorporadas en los paneles acústicos para un estudio de grabación. Los resultados fueron positivos ya que mejoraron de manera contundente la captación del sonido y el equilibrio auditivo. Este enfoque radica en la innovación al combinar diversos elementos y esto resultó una herramienta de bajo costo en todos los campos. (Angulo Achille, 2021)

Ilustración 19: Acabado final



Fuente: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil (2021)

El proyecto se enfocó en el procedimiento para la creación de un panel ornamentado elaborado a partir de las fibras extraídas de las hojas de piña, las cuales se han caracterizado por sus notables propiedades mecánicas en comparación con otras fibras de origen vegetal. Estas fibras se combinaron con yeso, un aditivo que facilita la compresión óptima. El objetivo de este estudio fue desarrollar un material de construcción destinado a interiores de viviendas, se inició con la intención de abordar problemas asociados a la contaminación medioambiental. (Bayas Paula, 2020)

Ilustración 20: Resultado de prototipo



Fuente: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil (2020)

2.2. Antecedentes

En la industria de la construcción, el aislamiento térmico y acústico juega un papel muy importante para mejorar la eficiencia energética y la comodidad en los edificios y casas. En la búsqueda de alternativas sostenibles y amigables con el medio ambiente, se ha despertado un gran interés en el desarrollo de materiales de construcción a partir de fuentes renovables y residuos biodegradables. En este contexto, la presente investigación se enfoca en el desarrollo de un panel aislante térmico y acústico utilizando cascaras de huevo y almidón de maíz como materia prima.

El aumento de la población y la demanda de edificaciones más eficientes energéticamente exigen soluciones innovadoras en el campo de los materiales de construcción. Los paneles aislantes convencionales a menudo están compuestos por materiales no renovables y contaminantes, lo que tiene un impacto negativo en el medio ambiente y la salud humana. El uso de cáscara de huevo y almidón de maíz como materia prima para el desarrollo de paneles aislantes puede ofrecer una alternativa sostenible y biodegradable, reduciendo así la huella ambiental y promoviendo la reutilización de residuos agroindustriales.

2.2.1. Historia

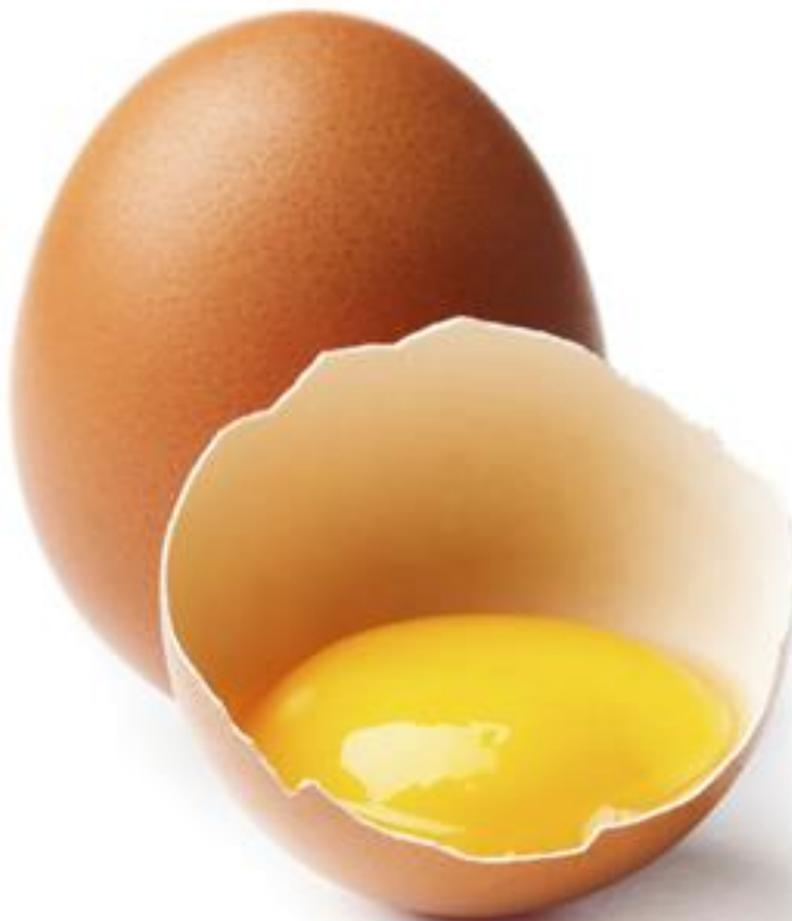
Es imposible precisar cuando el Hombre empezó a consumir huevos por primera vez. La producción de huevos para el consumo humano es paralela a la domesticación de las primeras aves de granja, aunque su consumo es conocido con anterioridad en algunas zonas del sudeste asiático y parte de Oriente y la India desde el año 3000 a.C. ya que se consumían esporádicamente por recolección directa de la naturaleza. En la época de los romanos, el huevo era muy apreciado y consumido como aperitivo, pero también lo ha sido gracias a sus propiedades adherentes, por lo cual ha llegado a formar parte de la elaboración de algunas pinturas con las que se realizaban cuadros y decoraciones muy apreciadas desde los egipcios, persas, hasta la era medieval, e incluso en pintores famosos como Leonardo Da Vinci. (Botanical-online, 2019)

El huevo de gallina recibe la denominación científica de Gallus Gallus y ha sido siempre uno de los alimentos más consumidos por el ser humano. Según algunos documentos históricos, fue en el año 6000 a.C. cuando los pobladores de algunas

regiones de Asia y de la India decidieron domesticar a las gallinas salvajes, había nacido la avicultura. De Mesopotamia, gracias a las civilizaciones llegó este animal a Grecia y en la Edad de Hierro comenzó a generalizarse su crianza gracias al huevo. En España hay constancia de la cría de gallinas desde el año 45 d.C. (Faborit, 2019)

La comercialización, producción y consumo del producto de gallina, inició hace poco más de 3400 años, con su domesticación, llegada a poblaciones cercanas en el oriente como: Babilonia, Persia y Asiria; posteriormente, los egipcios, inventaron el primer sistema de incubación artificial; la introducción de la gallina en Europa en el siglo VI a.C. Su arribo a América de la mano de Cristóbal Colón, quien se cree que trajo las primeras gallinas al nuevo continente, originarias de Asia, y de las que descienden las que ahora están produciendo huevos. (Santos, 2021)

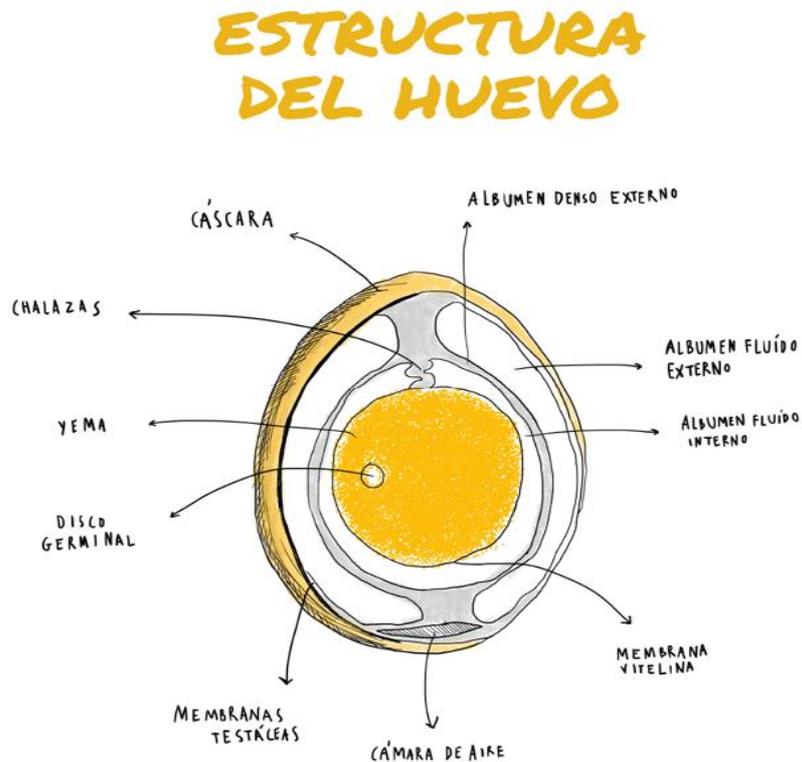
Ilustración 21: Ovoproductos derivados del huevo



Fuente: Puleva sitio web (2021)

2.2.1.1 Estructura del huevo

Ilustración 22: Estructura del huevo



Fuente: Instituto de estudios del huevo (2017)

-Yema (óvulo): Es la parte central y anaranjada del huevo. Supone de un 30 a un 33% del peso del huevo y está constituida por múltiples capas de vitelo blanco y amarillo, un disco germinal, una membrana vitelina y látebra.

-Clara o albumen: Supone un 60% aproximadamente del total del peso. Se compone de 4 capas que forman el llamado “saco albuminoideo”, cuya función es proteger a la yema.

-Membranas testáceas (interna y externa): Están en la cara interna de la cáscara, y son un 3% aproximadamente del peso del huevo.

-Cáscara: Supone un 9% del peso del huevo y se compone de carbonato de cálcico (94%), carbonato magnésico (1%), fosfato cálcico (1%) y materia orgánica (4% de proteína). Su color depende de la presencia de un pigmento compuesto por ovoporfirinas, ligado a la raza de la gallina.

-Cutícula: Capa proteica de queratina que cierra los poros, aunque permite el intercambio gaseoso (salida de CO₂ y de vapor de agua y entrada de O₂).

-Cámara de aire: Espacio que se forma por contracción de albumen tras la puesta y fuerza la separación de las membranas. Aumenta con la edad del huevo, las pérdidas de CO₂ y de vapor de agua. (Instituto de Estudios del Huevo, 2017)

2.2.1.2. Características y propiedades del huevo

-Tiene grandes cantidades de vitaminas A, B6, B12, D Y E.

-Es rico en ácido fólico, vitamina muy importante para las embarazadas ya que contribuye a la formación del cerebro del feto.

-Un huevo de tamaño grande posee 6 gramos de proteína completa, aminoácidos esenciales que el organismo humano es incapaz de producir.

-Los colores de la cáscara de los huevos dependen de las razas de las gallinas.

-Se usa mucho en repostería por sus capacidades espumante, emulsionante, espesante, aglutinante y colorante.

-Tiene valores cercanos al 75% en agua contenida y el 25% restante está formado por otros nutrientes.

-A nivel de carbohidratos, los huevos son muy pobres y en su mayoría los carbohidratos son simples, es decir, azúcares que residen en la yema de huevo.

-El PH, es decir, la acidez, del huevo recién puesto es neutro (sobre un 7), pero, una vez es comprado y depositado en refrigeración para su conservación previo consumo, aumenta hasta 9, siendo más básico.

2.2.1.3. Producción de huevos en el Ecuador

La producción de huevos en Ecuador representa una parte importante de la economía nacional, en esta industria se producen muchas cantidades de huevos cada día en diferentes partes del país. Los productores de huevo cada vez producen más, esto gracias a la demanda que existe en el país.

En la avícola Yema de Oro se producen cada día 4800 cubetas, es decir, 144000 huevos. Estos son comercializados a los mercados de Quito, Guayaquil, Puyo, Tena y otras ciudades del país. William Llerena, gerente de la empresa se encarga de controlar los procesos de alimentación y cuidado de las aves para que el producto sea de calidad. En la Sierra centro se concentra el 75% de la producción de huevos nacional. Es decir, en Tungurahua, Cotopaxi y Chimborazo se producen al menos 10

millones de los 14 millones de huevos diarios con que se abastece al país. (Moreta, 2021)

El sector avícola en Ecuador representa un 23% del PIB agropecuario y el 3% del PIB nacional y está especialmente desarrollado en las zonas rurales del país. El valor bruto anual para 2021 ha sido de 3700 millones de dólares y ha generado más de 300 mil empleos. En cuanto a la producción, en 2021 se estimó una producción de 3500 millones de huevos producidos por 13.7 millones de gallinas ponedoras existentes en un total de 310 granjas. Según datos oficiales, un ecuatoriano consume aproximadamente 230 huevos al año. Aunque la producción de huevos ha crecido un 3% en 2021, con respecto a 2020, según la Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador (Conave), la producción no ha llegado al nivel anterior a la pandemia. (Ionita, 2022)

2.2.1.4. Obtención de la cáscara de huevo

La cáscara de huevo, un recurso natural que se puede encontrarlo en cualquier parte del mundo, ha sido aprovechado en diversos campos industriales. Como producto derivado de los huevos, esta estructura protectora ha captado la atención de investigadores en desarrollar materiales sostenibles y eco amigables para la construcción. La obtención de la cáscara de huevo es un proceso cuidadoso que garantiza la recolección eficiente de este material sin alterar sus propiedades fundamentales.

La cáscara de huevo representa un ejemplo inspirador de cómo los subproductos de la industria agroalimentaria pueden transformarse en soluciones valiosas y ecológicas para diversas aplicaciones.

Ilustración 23: Ocho usos sorprendentes de la cáscara de huevo



Fuente: El periódico de España (2023)

2.2.1.5. Composición de la cáscara de huevo

Es una capa delgada mineral (aproximadamente de 350 micras de espesor) que protege el contenido del huevo contra impactos mecánicos, deshidratación y la contaminación por microorganismos. Esta capa está perforada por numerosos poros que permiten el intercambio de gases necesarios para la respiración del embrión. También suministra el calcio necesario para el desarrollo del esqueleto.

La cáscara de huevo está compuesta por unas membranas orgánicas, la capa mineral y la cutícula que recubre la superficie externa de la cáscara. Las membranas de la cáscara de huevo son una red de fibras de colágeno, glicoproteínas y proteínas. Existe una membrana interna más delgada ubicada sobre la membrana limitante que rodea la clara de huevo, y una membrana externa más gruesa unida a los conos mamilares. La parte más gruesa de la capa mineral está constituida por cristales columnares de calcita (carbonato cálcico).

Por último, la superficie exterior de la cáscara de huevo está cubierta por la cutícula, una capa orgánica muy delgada, que tapa los poros controlando la permeabilidad de la cáscara y evitando la entrada de bacterias a través de la cáscara. La cutícula contiene proteínas (lisozima) y lípidos con potente actividad antimicrobiana. (Navarro, 2021)

2.2.1.6. Formación de la cáscara

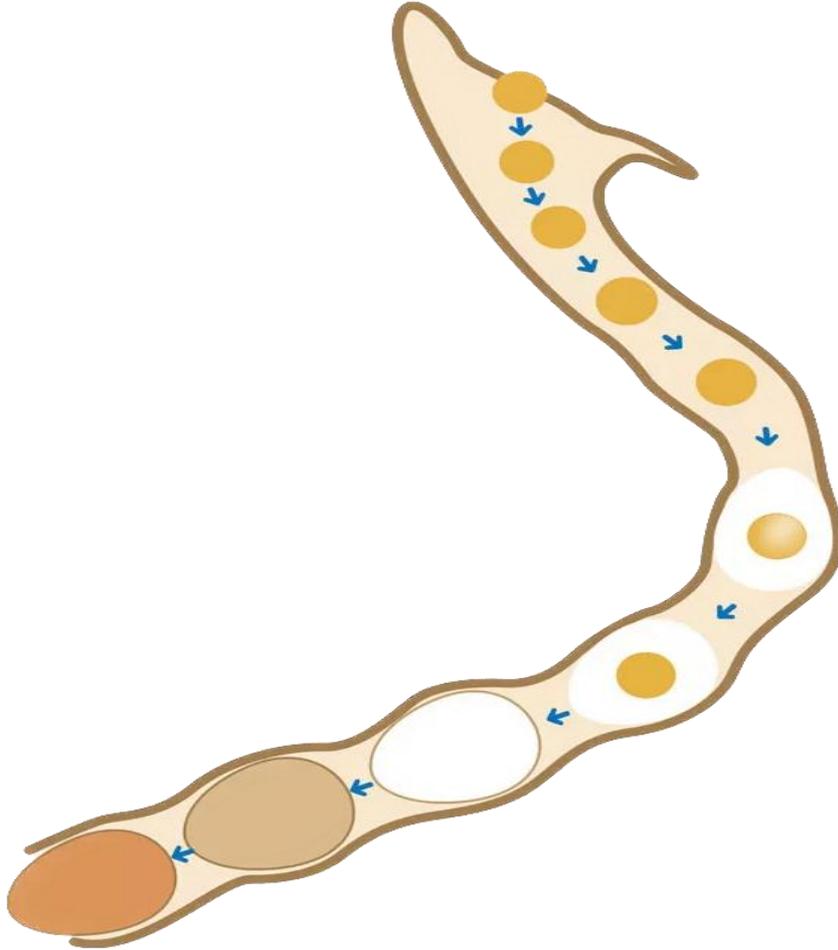
La formación y mineralización de la cáscara de huevo es un proceso que requiere una gran cantidad de calcio. Las gallinas necesitan movilizar más de 2g de calcio al día, lo que equivale al 10% de su calcio corporal total. En general, el calcio proviene en parte de la dieta y en parte del esqueleto. Además, las gallinas desarrollan un nuevo tipo de hueso dentro de las cavidades de la médula de sus huesos largos (hueso medular) que es metabólicamente activo y puede reabsorberse más fácilmente para liberar calcio. (Navarro, 2021)

1. La formación del hueso medular comienza aproximadamente dos semanas antes de poner el primer huevo.

2. Durante el ciclo diario de postura, hay cambios notables en la fisiología de las gallinas que necesitan transportar grandes cantidades de iones de calcio y carbonato a través del tejido uterino.

3. Por la tarde, antes de que comience la formación de la cáscara de huevo, las gallinas desarrollan un apetito específico por el calcio y durante la noche cuando se forma la cáscara de huevo, se estimula la producción de vitamina D, lo que aumenta la absorción de calcio por los tejidos del intestino. (Navarro, 2021)

Ilustración 24: Formación de la cáscara de huevo



Fuente: Revista AviNews Latam (2021)

2.2.1.7. Usos y beneficios de la cáscara de huevo

La cáscara de huevo es un recurso natural que ofrece una variedad de usos y beneficios en diferentes áreas.

- Ayuda a elevar el PH de suelo
- Se puede usar como abono orgánico
- También es usado como fertilizante y suplemento nutricional
- Purificación de agua
- Fortalece el organismo y limpia la sangre
- Sirve como vendaje natural

- Ayuda a tratar las irritaciones en la piel
- Material para la industria cosmética y farmacéutica
- Puede utilizarse como material aislante en la construcción
- Artes y manualidades
- Se puede usar para crear tipos de cartón

2.2.2. Historia del almidón

El almidón es un carbohidrato complejo que desempeña un papel fundamental en la nutrición humana y la agricultura.

El almidón constituye el principal polisacárido de almacenamiento en la mayoría de las plantas y representa la principal fuente de energía en la dieta de la mayoría de las personas en todo el mundo. Su presencia en los elementos es relevante tanto desde una perspectiva nutricional como en términos de procesos tecnológicos de producción alimentaria. El almidón, aislado, es un material importante en diversas industrias, entre ellas la alimentaria. La técnica para su preparación se conocía en el antiguo Egipto, y está descrita por diversos autores clásicos romanos. En esas épocas se utilizaba especialmente para dar resistencia al papiro, y como apresto de tejidos. (Calvo M. , 2006)

El almidón se ha utilizado por muchos siglos. Un papiro egipcio que data de hace 3500 a.C. fue tratado al parecer con un adhesivo de almidón. Las principales fuentes de almidón son los tubérculos, como la papa y la yuca, y los cereales. El almidón se fabrica en las hojas verdes de las plantas a partir del exceso de glucosa producido durante la fotosíntesis y sirve a la planta como una reserva de suministro de alimentos. El almidón se almacena en cloroplastos en forma de gránulos y en órganos. (Todo en Polímeros, 2018)

La fórmula química básica de la molécula de almidón es $(C_6H_{10}O_5)_n$. El almidón es un polisacárido que comprende monómeros de glucosa unidos en enlaces a 1,4. La forma más simple del almidón es el polímero de amilosa lineal y la amilopectina es la forma ramificada. La mayor parte del almidón comercial viene del maíz, aunque el trigo, la tapioca, y el almidón de papa también se utilizan. (Todo en Polímeros, 2018)

Ilustración 25: El almidón: un polímero natural

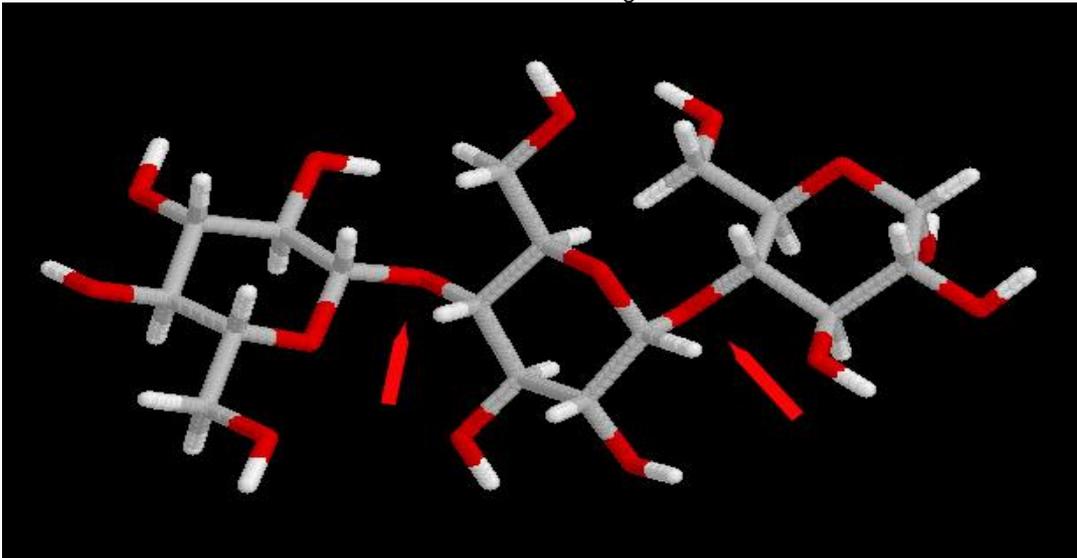


Fuente: Todo en Polímeros sitio web (2018)

2.2.2.1 Estructura del almidón

El término 'almidón' en realidad se refiere a una combinación de dos polisacáridos: la amilosa y la amilopectina. Ambos están compuestos por unidades de glucosa, pero difieren en sus enlaces químicos. La amilosa se caracteriza por tener enlaces 1-4, lo que da como resultado una estructura de cadena lineal. Por otro lado, la amilopectina presenta ramificaciones debido a los enlaces 1-6. (Calvo M. , 2006)

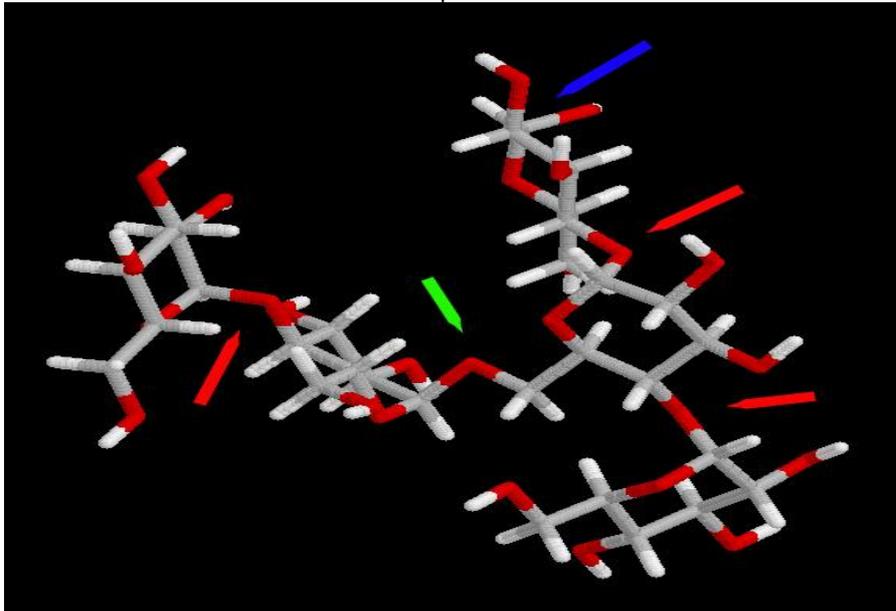
Ilustración 26: Enlaces a 1-4 entre moléculas de glucosa



Fuente: Bioquímica de los alimentos sitio web (2006)

La amilosa, aunque teóricamente se presenta como una cadena lineal, en la práctica contiene sustituciones similares a las de la amilopectina, aunque en una proporción baja, lo que no afecta sus características fundamentales. Las cadenas de amilosa tienen un peso molecular que se ubica en torno al millón. Por otro lado, en la amilopectina, se encuentran dos tipos de enlaces entre las unidades de glucosa: los enlaces a 1-4, semejantes a los de la amilosa, y los enlaces a 1-6, que generan las ramificaciones. (Calvo M. , 2006)

Ilustración 27: Enlaces en la amilopectina.



Fuente: Bioquímica de los alimentos sitio web (2006)

2.2.2.2. Como se obtiene el almidón

Hace miles de años, el grano se remojaba en agua, se machacaba con piedras para formar una pulpa de grano, se mezclaba con agua clara y, tras un periodo de reposo, se vertían los componentes flotantes. El sedimento claro del fondo del recipiente era principalmente almidón. Después de esto el sedimento se seca al sol, de forma similar, nuestros antepasados obtuvieron más tarde fécula de papa a partir de papas trituradas. En Europa, la industria del almidón se desarrolló como una actividad agrícola secundaria. Trabajaban con los aparatos más sencillos, que solo se convirtieron en máquinas especiales de procedimiento en el curso de la industrialización. Esto mejoró la pureza, el rendimiento y la estructura de costos. (Amixon Mixing Technology, 2023)

2.2.2.3. Usos y propiedades del almidón

- El almidón de por si tiene muchos usos y beneficios que aportan a la salud y al ámbito de los materiales como lo son el papel, etc.

- En la nutrición es muy importante por su aporte de calorías

- Al igual que los carbohidratos, contribuye al desarrollo cerebral

- Es muy fácil de asimilar, por lo que la digestión no resulta pesada

- Otorga energía al organismo, considerado combustible para el ser humano

- Mejora el sistema inmunológico

- Se utiliza en la elaboración de cerveza y otros productos similares

- El almidón también se lo puede utilizar como agente espesante en productos horneados y confecciones.

- Se puede utilizar en la fabricación de papel para aumentar su resistencia y también en el tratamiento superficial del papel

- Se puede fabricar cartón corrugado, bolsas de papel, cajas de cartón y cinta adhesiva

- También se usan grandes cantidades de almidón en la industria textil como acabado superficial que da una mejor resistencia al hilo durante el tejido.

- El almidón también es usado en la industria farmacéutica como lubricante para guantes médicos

- Como agente de recubrimiento y desintegración para comprimidos

- Como ingrediente básico de polvos medicinales y desodorantes

- Como aglutinante de sustancias medicinales

2.2.2.4. Producción de almidón en Ecuador

En lo que respecta a exportaciones, en 2021, Ecuador exportó \$305 mil dólares en almidón, convirtiéndolo en el exportador número 80 del almidón en el mundo. Los principales destinos del almidón en exportación son: Perú, Bélgica, Países Bajos, Estados Unidos y Alemania. Los mercados de exportación de más rápido crecimiento para el almidón de Ecuador entre 2020 y 2021 fueron Perú (\$114 mil), Países Bajos (\$61,3 mil), y Chequia (\$1,42 mil). (Observatorio de Complejidad Económica (OEC), 2021)

En importaciones, en 2021, Ecuador importó \$14,6 millones de dólares en almidón, convirtiéndose en el importador número 41 de almidón en el mundo. En el

mismo año, este producto fue el número 265 más importado del país. Ecuador importa almidón principalmente de Colombia (\$3,24 M), Argentina (\$2,96 M), Ucrania (\$2,34 M), Rusia (\$1,62 M) y Perú (\$674 mil). Los mercados de importación de más rápido crecimiento en almidón para Ecuador entre 2020 y 2021 fueron Ucrania (\$2,34 M), Rusia (\$1,63 M), y Argentina (\$1,03 M). (Observatorio de Complejidad Económica (OEC), 2021)

En resumen, en diciembre de 2021 se contabilizaron exportaciones hasta \$596 dólares y las importaciones representaron hasta \$1,02 millones de dólares, resultando en un negativo balance comercial de \$1,02 M. Entre septiembre de 2020 y diciembre de 2021 la exportación de almidón tuvo un decrecimiento \$-2,58 mil dólares (-81,3%) desde \$3,18 mil a \$596, mientras que las importaciones tuvieron un incremento de \$444 mil dólares (77,5%) desde \$573 mil a \$1,02 M. (Observatorio de Complejidad Económica (OEC), 2021)

2.2.2.5. Almidón de maíz

La fécula de maíz es un polvo blanco, fino, sin olor ni sabor, insoluble en agua, que se obtiene por un proceso de molienda. El almidón es un polisacárido o hidrato de carbono compuesto. Es el principal componente de los granos de maíz. Se forma por dos polímeros de glucosa llamados amilosa y amilopectina, que son la reserva de alimento de las plantas. (Grupo Pochteca, S.A.B., 2022)

El maíz es una planta de la familia botánica de las gramíneas, originaria de México y forma parte de la dieta diaria de los mexicanos gracias a su versatilidad y cientos de recetas en los que se puede usar. La mazorca se divide en:

- Pericarpio. La capa externa, dura y fibrosa que también se conoce como salvado.

- Endospermo. Es donde se encuentra la fécula o almidón, sirve como reserva energética para la planta y constituye la mayor parte del grano.

- Germen. Es la capa interna que principalmente se forma de lípidos.

A diferencia de la harina de maíz, el almidón se obtiene moliendo solo una parte del grano, por lo que ambos productos tienen diferente valor nutricional ya que la fécula contiene más del 80% de maíz. (Grupo Pochteca, S.A.B., 2022)

Dependiendo del proceso para obtener el almidón, su valor nutricional puede variar. Aproximadamente, 100 g de almidón de maíz contienen 91,3 g de

carbohidratos, 0,9 g de fibra, 7,5 g de agua, 0,26 g de proteínas, 0,05 g de grasa, 0,9 g de fibra, además de minerales como magnesio, calcio, fósforo, hierro, zinc, selenio, potasio, sodio, yoduro, que en conjunto aportan 374 calorías. (Grupo Pochteca, S.A.B., 2022)

2.2.2.6. Propiedades y usos del almidón de maíz

El almidón de maíz, al igual que las cáscaras de huevo estas también aportan muchos beneficios para la salud y para diferentes usos en grado industrial y alimenticio.

- Gelatinización
- Retrogradación
- Gelificación
- En cocina se usa para espesar guisos, salsa y sopas
- Humectar algunos alimentos
- Dar consistencia a productos de repostería
- A nivel industrial se usa para hacer papel y cartón
- Formulación de adhesivos
- Pegamentos

2.2.3. Qué es un panel

Hablando un poco de su historia, estos productos comenzaron a construirse debido a la necesidad de construir cámaras frigoríficas y conservación de temperaturas extremas en la época de la segunda guerra mundial. En este periodo, este método de construcción se consideró efectiva para edificios funcionales e industriales, ya que le otorgaba nuevas posibilidades a los ingenieros y arquitectos que encontraron en los paneles tipo sándwich una oportunidad eficaz, más económica y versátil para sus proyectos de gestión. (Franco, 2021)

El panel aislante es un producto fabricado con dos láminas externas de acero y en el medio contienen un relleno de poliuretano de alta densidad. Su composición de revestimientos metálicos y su núcleo de espuma rígida, hacen de este material un perfecto aislante termoacústico, por lo cual reduce los ruidos provenientes del exterior y permite mantener una temperatura estable dentro del inmueble. (Franco, 2021)

Su composición está mezclada con distintos materiales que permiten que haya aislamiento térmico dentro de un área, además de que funcionan como protectores acústicos, ideales para realizar proyectos que requieren de una separación tanto del ruido como de las condiciones climáticas. Los paneles aislantes al ser piezas en forma de planchas y versátiles son aplicables en viviendas y grandes superficies, sus propiedades relación calidad-costos en ningún momento se ven interferidas cuando se busca reducir el consumo eléctrico y mejorar el confort térmico. (Acerofom, 2022)

2.2.3.1 Usos y características de un panel

Al estar compuesto por dos caras de acero previamente tratadas y la inyección de poliuretano hacen que el elemento final sirva perfectamente para aislar de manera térmica y acústica los espacios futuros a construir. La reacción química del mismo y las caras de acero tratado crean fachadas, muros y techos resistentes, pero en el área de la construcción sirve para levantar naves industriales, almacenes, centros de distribución, centros comerciales, tiendas de autoservicio, aeropuertos y muchos usos más. (Acerofom, 2022)

- Propiedades aislantes que bloquean el paso del ruido y temperaturas no deseadas al interior de un inmueble.
- Cuentan con un sistema de traslape tipo gasket que facilita su instalación y ofrece hermeticidad.
- Son ligeros en su estructura
- Disponen de una gran apariencia estética
- Descartan el uso de mampostería y acabados
- Son económicos y optimizan los tiempos de obra
- Fáciles de desmontar para rediseñar una zona o una ampliación
- Resistencia mecánica (Panel y acanalados, 2021)

2.2.3.2. Como se fabrica un panel

1. Para la fabricación de un panel aislante se deben preparar, inicialmente, las capas de acero en rollo, las cuales son sometidas a un proceso en donde pasan por una prensa con la cual, por medio de rodillos se le aporta forma al acero.

2. Luego, se inyecta la espuma de poliuretano líquida que, posteriormente produce una reacción química haciendo que se agrande y se adhiera a las dos capas de acero.

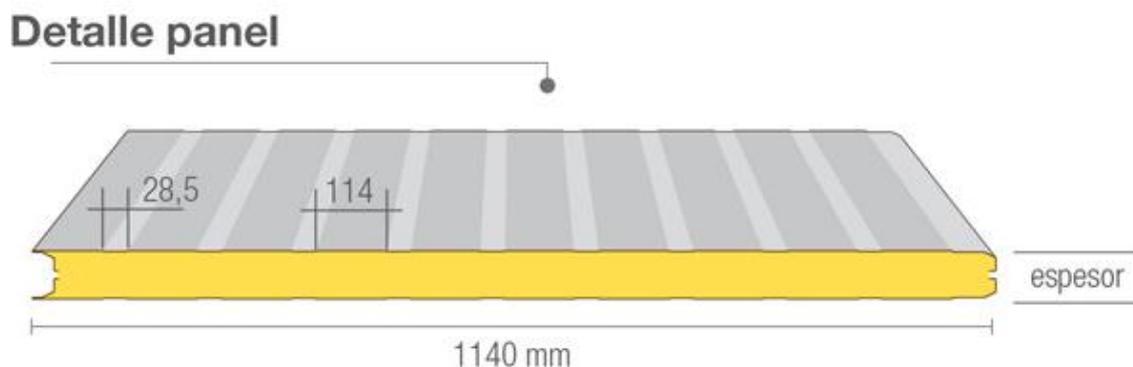
3. Después debe permanecer bajo presión para darle mayor estabilidad y adhesión al material, lo cual sería mayor o menor de acuerdo al nivel de engrosamiento que tomó el poliuretano.

4. Por último, los paneles se cortan a la medida que necesita el cliente para el proyecto y son empaquetados y agrupados para su traslado. (Franco, 2021)

2.2.3.3. Medidas estándar de un panel

Las medidas dependen directamente del tipo de producto que se elija para la construcción. Sin embargo, 1 mm se considera como mínimo seguro de ancho. Con respecto a la longitud, lo cual puede ser entre 1.00 y 3.50 m, pudiendo variar también del tipo de panel que se pida y el uso que se le da. Pueden llegar hasta los 12 m de longitud. Por último, con respecto al espesor, puede variar entre 1 y 2.5 pulgadas. (Franco, 2021)

Ilustración 28: Paneles de fachada o pared



Fuente: Tecnomateriales sitio web (2020)

2.2.3.4. Como se instala un panel

- Retirar el polietileno adhesivo protector del panel dentro de un plazo máximo de 2 meses desde su fabricación para evitar que el adhesivo quede adherido a la lámina metálica.

- Asegurarse de eliminar las virutas metálicas que se producen durante la instalación de las fijaciones o los cortes en el panel, así como cualquier elemento metálico que podría causar rayones en la pintura o corroerse con el tiempo.

- Durante la instalación, evitar el contacto de elementos pesados o herramientas de otras tareas con el panel para prevenir daños o desgastes en el panel.

- Cuando se instalen paneles de fachada, tener cuidado de no apoyar elementos temporales que pueden rayar o dañar la superficie metálica de los paneles.

- Al limpiar con jabón, evitar que se seque al sol durante la aplicación. Aplicar el jabón y enjuagar inmediatamente con agua.

- Es esencial llevar a cabo limpiezas en los extremos de la cubierta y en los lados internos de los remates para eliminar cualquier acumulación de partículas que pueda haberse depositado durante la instalación.

- Asegurarse de proteger los puntos de apoyo con elementos pesados que se coloquen sobre el panel para evitar rayones y distribuir adecuadamente la carga.

- Para caminar sobre el panel de cubierta, se recomienda utilizar zapatos livianos con suelas de goma.

- Si el panel se mancha durante el proceso de construcción debido al contacto con concreto o mezclas de mortero, es importante lavarlo de inmediato con abundante agua para evitar que estas sustancias se solidifiquen sobre el acero. (MultyCasetas, 2020)

2.2.3.5. Mantenimiento del panel

- Planificar revisiones regulares de los productos y llevar a cabo labores de mantenimiento cuando sea preciso. Esto garantizará la durabilidad de los paneles a lo largo del tiempo.

- Cada construcción necesitará un mantenimiento periódico adaptado a las condiciones locales a las que este expuesta, como la exposición a la radiación solar, niveles de polvo o humo, ambientes corrosivos, entre otros factores. (Tzab, 2019)

2.2.4. Tipos de paneles aislantes

Actualmente en el mercado existen muchos tipos de paneles aislantes tanto térmicos como acústicos, uno de los paneles más usados ya sea en casas o edificios es el de lanas minerales.

2.2.4.1 Paneles de Lanas minerales

Este material es el más usado en lo que conlleva la construcción. Son productos aislantes constituidos por un entrelazado de filamentos pétreos que forman un fieltro que mantiene entre ellos aire en estado inmóvil. Este tipo de aislante es muy eficaz ya que además de proporcionar un buen aislamiento térmico también actúan como aislamiento acústico. (S&P, 2018)

Dentro de las lanas minerales se distinguen dos tipos:

- Lana de roca o lana mineral (SW). Se fabrica a partir de roca volcánica y se utiliza en cubiertas, forjados, fachadas, suelos, falsos techos.

- Lana de vidrio (GW). Se fabrica fundiendo arena a altas temperaturas y se considera mejor aislante acústico que la lana de roca. (S&P, 2018)

Ilustración 29: Panel semi-rígido de lana mineral



Fuente: Comaudi Industrial sitio web (2021)

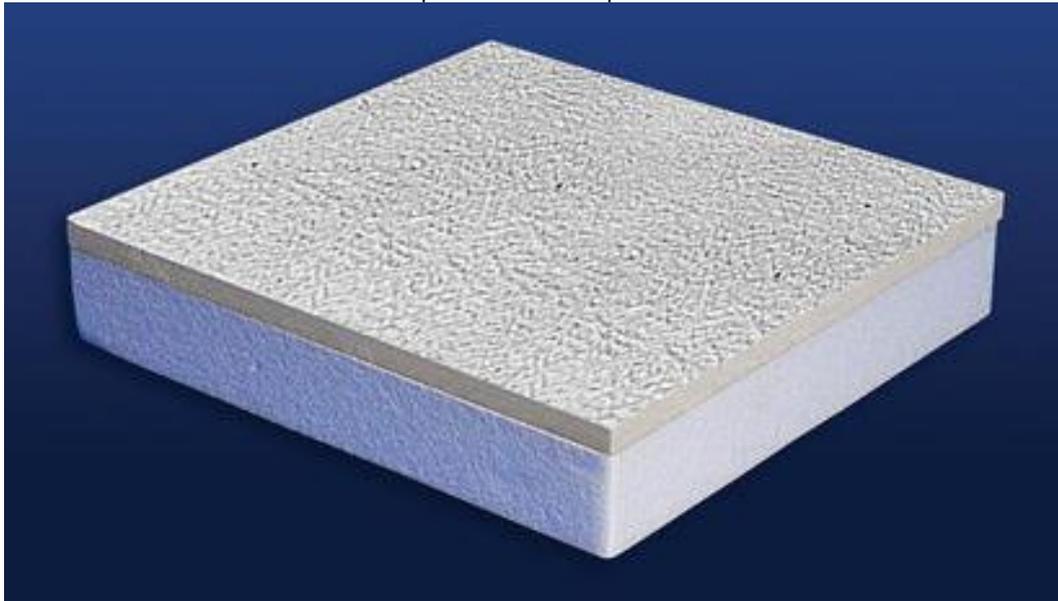
2.2.4.2. Paneles Aislantes sintéticos

Son aquellos compuestos por materiales sintéticos como el plástico, los polímeros procedentes del petróleo y otros materiales sintéticos. (S&P, 2018)

Los más comunes son:

- Poliestireno expandido (ESP). Es uno de los aislantes más utilizados por su densidad y baja conductividad térmica. (S&P, 2018)

Ilustración 30: Panel aislante de poliestireno expandido



Fuente: ArchiExpo sitio web (2020)

- Poliestireno extruido (XPS). Tiene ventaja de que se puede mojar ya que es muy absorbente. (S&P, 2018)

Ilustración 31: Panel de Poliestireno extruido



Fuente: ChovA sitio web (2020)

- Poliuretano. Tiene un mayor rendimiento térmico y se usa generalmente proyectado como espuma. (S&P, 2018)

Ilustración 32: Panel de espuma de poliuretano



Fuente: Cero grados Celsius sitio web (2017)

- Rollos reflexivos. Formados por una o varias capas, de burbujas de polietileno utilizado especialmente en zonas climáticas suaves. (S&P, 2018)

Ilustración 33: Aislantes reflexivos



Fuente: Diaterm sitio web (2016)

2.2.4.3. Paneles aislantes ecológicos

El uso de este tipo de paneles cada vez es más extendido porque no contienen sustancias ni aditivos y por tanto son más respetuosos con el medio ambiente, además son reciclables y biodegradables. (S&P, 2018)

- **Paneles de corcho.** Tiene buenas propiedades como aislante es reciclable y renovable.

Ilustración 34: Panel aislante de corcho



Fuente: todopanel.es sitio web (2016)

- **Paneles de lino.** Procede de una planta de fácil cultivo de la que se obtienen fibras reciclables que se utilizan como aislante. (S&P, 2018)

Ilustración 35: Aislantes de lino



Fuente: Casas Ecológicas sitio web (2011)

- **Paneles de lana de oveja.** Aislante de procedencia animal que cuando se humedece mejora su capacidad de aislamiento. (S&P, 2018)

Ilustración 36: Lana natural de oveja



Fuente: Naturclay sitio web (2019)

- **Paneles de celulosa.** Formada por residuos de papel que se reciclan en forma de aislante para su aplicación por insuflado en cámaras, trasdosados o sobre forjados. (S&P, 2018)

Ilustración 37: Fibras de celulosa



Fuente: Teoría de construcción blog (2012)

- **Paneles de fibra de madera.** Aislamiento obtenido del triturado de madera con prensado en seco o húmedo más aditivos naturales. (Eco Green Home, 2017)

Ilustración 38: Aislantes de fibra de madera



Fuente: GUTEX sitio web (2023)

2.3. Marco Legal

La realización de esta investigación centrada en un prototipo de panel aislante térmico y acústico se encuentra influenciada por las regulaciones de construcción y el contexto legal de Ecuador. Además, también se ve influidas por organismos a nivel internacional que ya han establecido pautas y recomendaciones para la consolidación de materiales.

➤ Constitución de la República del Ecuador

Sección segunda: Ambiente sano

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir “sumak kawsay”. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Sección sexta: Hábitat y vivienda

Art. 30.- Las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica.

Sección séptima: Salud

Art. 32.- La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir.

Capítulo séptimo: Derechos de la naturaleza

Art. 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema.

Art. 74.- Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permita el buen vivir. Los servicios ambientales no serán susceptibles de apropiación; su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el Estado.

Sección primera: Formas de organización de la producción y su gestión

Art. 320.- En las diversas formas de organización de los procesos de producción se estimulará una gestión participativa, transparente y eficiente, la producción, en cualquiera de sus formas, se sujetará a principios y normas de calidad, sostenibilidad, productividad sistémica, valoración del trabajo y eficiencia económica y social.

Sección cuarta: Hábitat y vivienda

Art. 375.- El Estado, en todos sus niveles de gobierno, garantizará el derecho al hábitat y a la vivienda digna, para lo cual:

1. Generará la información necesaria para el diseño de estrategias y programas que comprendan las relaciones entre vivienda, servicios, espacio y transporte públicos, equipamiento y gestión del suelo urbano.

2. Elaborará, implementará y evaluará políticas, planes y programas de hábitat y de acceso universal a la vivienda, a partir de los principios de universalidad, equidad e interculturalidad, con enfoque en la gestión de riesgos.

Art. 376.- Para hacer efectivo el derecho a la vivienda, al hábitat y a la conservación del ambiente, las municipalidades podrán expropiar, reservar y controlar áreas para el desarrollo futuro, de acuerdo con la ley. Se prohíbe la obtención de

beneficios a partir de prácticas especulativas sobre el uso del suelo, en particular por el cambio de uso, de rústico a urbano o de público a privado.

Sección octava: Ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales

Art. 385.- El sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, en el marco del respeto al ambiente, la naturaleza, la vida, las culturas y la soberanía, tendrá como finalidad:

1. Generar, adaptar y difundir conocimientos científicos y tecnológicos.
2. Recuperar, fortalecer y potenciar los saberes ancestrales.
3. Desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir.

Art. 387.- Será responsabilidad del Estado:

1. Promover la generación y producción de conocimiento, fomentar la investigación científica y tecnológica, potenciar los saberes ancestrales, para así contribuir a la realización del buen vivir, al sumak kawsay
2. Garantizar la libertad de creación e investigación en el marco del respeto a la ética, la naturaleza, el ambiente, y el rescate de los conocimientos ancestrales.

Sección primera: Naturaleza y ambiente

Art. 395.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.
2. El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda la actividad que genere impactos ambientales.
3. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

Art. 397.- En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad

también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental.

Para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el Estado se compromete a:

1. Establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios naturales degradados y de manejo sustentable de los recursos naturales.

2. Regular la producción, importación, distribución, uso y disposición final de materiales tóxicos y peligrosos para las personas o el ambiente.

3. Asegurar la intangibilidad de las áreas naturales protegidas, de tal forma que se garantice la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas de los ecosistemas. El manejo y administración de las áreas naturales protegidas estará a cargo del Estado.

Sección tercera: Patrimonio natural y ecosistemas

Art. 406.- El Estado regulará la conservación, manejo y uso sustentable, recuperación, y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles y amenazados; entre otros, los páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos y manglares, ecosistemas marinos y marinos-costeros.

Art. 407.- Se prohíbe la actividad extractiva de recursos no renovables en las áreas protegidas y en zonas declaradas como intangibles, incluida la explotación forestal. Excepcionalmente dichos recursos se podrán explotar a petición fundamentada de la Presidencia de la República y previa declaratoria de interés nacional por parte de la Asamblea Nacional, que, de estimarlo conveniente, podrá convocar a consulta popular. (Constitución de la República del Ecuador, 2008)

➤ Normas Técnicas Ecuatorianas

Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1 6885: 2010; Yeso para construcción

Norma técnica ecuatoriana NTE INEN-EN 520 2018-06 placa de yeso laminado. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo (en 520:2004+A1: 2009, IDT).

Las placas de yeso laminado están formadas por un alma de yeso íntimamente ligada a dos láminas de cartón para formar placas rectangulares y lisas. La

composición de placas de yeso laminado las hace especialmente adecuadas para su utilización cuando se requiere protección al fuego y aislamiento térmico y acústico.

Las placas de yeso laminado se pueden fijar mediante distintos sistemas, por ejemplo, por clavado, atornillado o pegado con adhesivo a base de yeso o con otros adhesivos. También pueden incorporarse a un sistema de falsos techos suspendidos.

En función de su utilización, las placas pueden usarse, por ejemplo, como trasdosados de muros, de techos fijos y suspendidos, de tabiques o para revestimiento de pilares y vigas. También pueden emplearse para suelos y como aplicaciones en exteriores.

➤ **Norma ASTM C 518 – Resistencia Térmica**

La resistencia térmica se denomina con el método de prueba estándar del sector ASTM C 518.

4.1. 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.

4.3. 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 depende 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.

4.3.1. 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.

4.4. Se debe tener especial cuidado en el procedimiento de medición para muestras que manifiestan 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 espaciales 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.

NTE INEN 0318 (1978) coordinación modular de la construcción. Paneles verticales.

Serie de dimensiones: Esta norma tiene como objetivo establecer la serie de dimensiones de paneles modulares verticales, así como la ubicación que debe tener dentro de las edificaciones, construyendo así un sistema de coordinación modular, por ellos se debe tener presente que la aplicación de esta norma se ajusta tanto a proyectos como a construcción de paneles ya prefabricados, dentro de este se contempla el panel modular vertical, el vertical estructural y el vertical de cerramiento o de separación. (Gobierno del Ecuador, 2018)

➤ **Instructivo de la Normativa General para Promover y Regular la Producción**

La producción vegetal llevada a cabo de forma orgánica estará regida bajo los siguientes principios:

c. El reciclaje de los organismos considerados desechos y subproductos que mantengan origen vegetal y animal como recurso indispensable para la producción ganadera y agrícola.

d. Tomar en consideración el equilibrio ecológico adoptando medidas que puedan ser usadas como modelos en ámbitos sostenibles.

De acuerdo al artículo 28 del presente acuerdo menciona a los literales c y d como los principales promotores en la regulación y fomentación de la producción orgánica a través del proceso de reciclamiento cuyo fin sea la obtención de un bio-producto reutilizable. (MAGAP, 2014)

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque de la investigación

Este trabajo de investigación está enfocado en la medición y evaluación de las propiedades térmicas y acústicas del panel, es probable que se utilicen métodos de análisis numéricos y mediciones específicas para cuantificar el rendimiento del material en términos de aislamiento térmico y acústico. Esto implica pruebas de laboratorio con instrumentación especializada para recolectar datos cuantitativos sobre conductividad térmica, absorción acústica, densidad y otros parámetros medibles.

3.2. Alcance de la investigación

- **Exploratorio**

Este enfoque permite investigar y descubrir aspectos novedosos sobre el uso de estos materiales para la creación de paneles aislantes. Se buscan posibles aplicaciones, propiedades y limitaciones de estos componentes, lo que nos da un enfoque exploratorio para entender mejor las potencialidades y aplicaciones en el campo de la construcción.

- **Descriptivo**

Este enfoque se ajusta a la investigación ya que implica la descripción detallada de las propiedades físicas, térmicas y acústicas del panel aislante desarrollado. También se detallarán las características específicas del material, cómo se fabrica, sus propiedades, así como sus aplicaciones potenciales en la construcción.

3.3. Técnicas e instrumentos para obtener los datos

Son los procedimientos o formas de obtener los datos del tema de estudio. Se apoya en las herramientas para recopilar, organizar, analizar, examinar y presentar la información encontrada. (Tesis y Másters, 2022)

- **Experimentación y pruebas de laboratorio**

Implican la realización de pruebas y experimentos en un entorno de laboratorio para medir las propiedades físicas, térmicas y acústicas del material desarrollado.

Tabla 2: Técnicas e instrumentos

Técnica	Instrumentos
Experimentación y pruebas de laboratorio	Balanzas y calibradores, máquinas de ensayo de materiales, medidor de conductividad térmica, equipos de análisis acústico.

Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

3.4. Población y muestra

La población y muestra representa la cantidad de prototipos hechos o por fabricar. En este caso se harán varios con los cuales se experimentará con diferentes combinaciones de dosificaciones. Esto permitirá identificar paneles con problemas como resistencia insuficiente o defectos en su estructura, entre otros aspectos.

La propuesta va dirigida hacia constructores, arquitectos, ingenieros, empresas de construcción, usuarios que puedan usar este tipo de material aislante, para personas que buscan una alternativa ecológica en el campo de la construcción.

CAPÍTULO IV

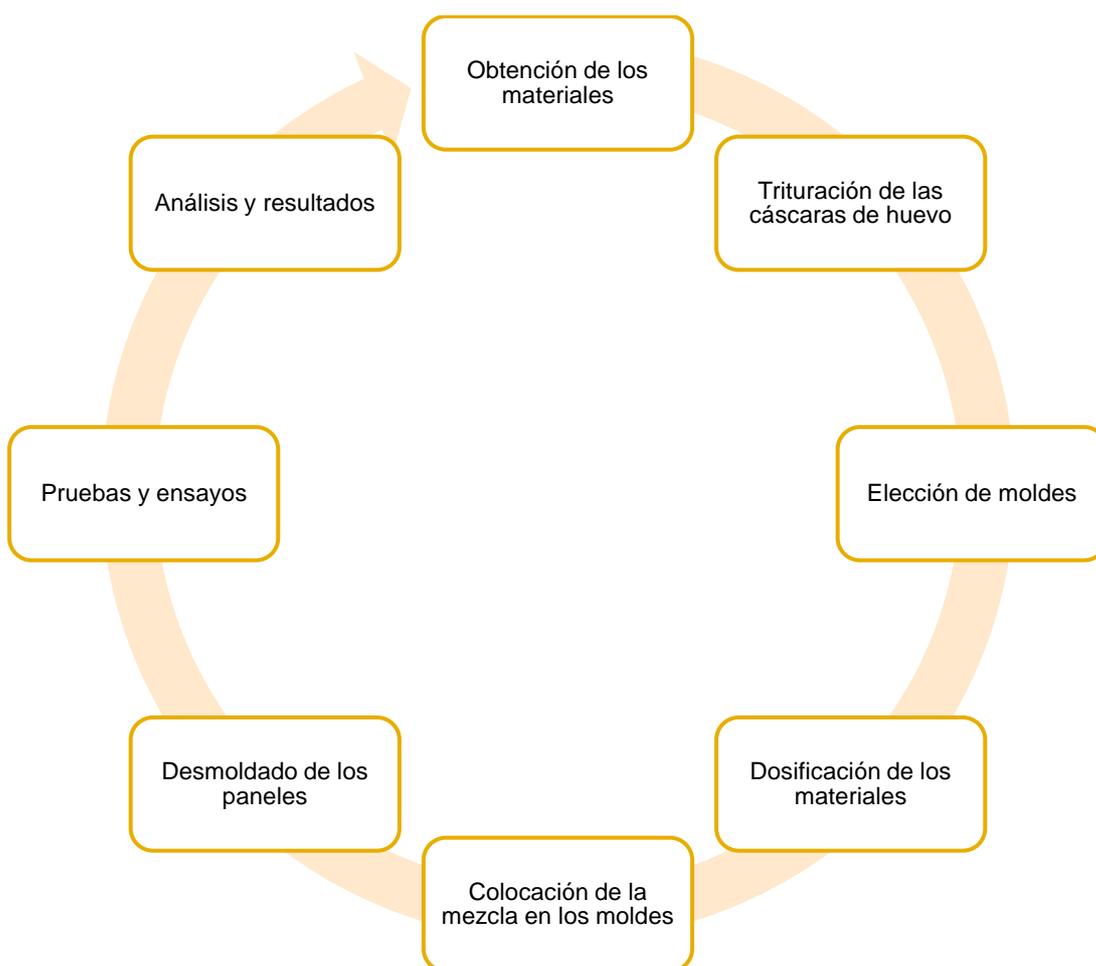
PROPUESTA O INFORME

Se crearán modelos experimentales de paneles termoacústicos utilizando la cáscara de huevo y el almidón de maíz, con el objetivo de divulgar el proceso de fabricación y fomentar la consideración de la producción de paneles similares en entornos domésticos. De esta manera, se busca contribuir al bienestar del ecosistema, impulsar aspectos económicos y mejorar la comodidad.

4.1. Presentación y análisis de resultados

4.1.1. Diagrama para elaboración del panel

Ilustración 39: Diagrama para elaboración del panel



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

4.1.2. Materiales

- **Cáscara de huevo**

Después de recoger y moler las cáscaras de huevo, se obtiene un material esencial debido a su elevado contenido de carbonato de calcio, el cual desempeña un papel fundamental en la fabricación del cemento Portland.

Ilustración 40: Cáscaras de huevo



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

- **Almidón de Maíz**

Es el resultado del maíz una vez sea molido. Por sus propiedades es usado ampliamente en aditivos para la industria de la construcción.

Ilustración 41: Almidón de maíz Royal



Fuente: El Económico – sitio web (2023)

- **Yeso**

Es un mineral incoloro que se emplea extensamente en la construcción.

Ilustración 42: Yeso Latina



Fuente: Frecuento.com – sitio web (2023)

- **Soga de cabuya**

Se deshila la soga para obtener pequeñas fibras, para incrementar la tenacidad del panel.

Ilustración 43 :Soga y fibra de cabuya



Fuente: Semana – sitio web (2006)

4.1.3. Obtención de las cáscaras de huevo

En primer lugar, se recogen las cáscaras de huevo de varios locales comerciales como lo son pastelerías, panaderías, restaurantes, etc., luego se realiza un proceso de lavado para eliminar impurezas, después se deja escurrir durante una

noche, de ahí se deja secar durante 48 horas, pasado este tiempo se trituran y se dejan secar 2 días adicionales. Finalmente, se muele la cáscara de huevo con un molino para obtener el resultado deseado.

Ilustración 44: Recolección de cáscaras de huevo



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 45: Recolección de cáscaras de huevo



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 46 : Proceso de lavado



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 47: Se escurren durante una noche



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 48: Secado de cáscaras



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 49: Proceso de secado



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 50: Proceso de trituración



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 51: Trituración



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 52 :Secado del triturado



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 53: Molido de la cáscara



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 54: Proceso de molido



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 55: Proceso de molido



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 56: Resultado obtenido



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

4.1.4. Instrumentos utilizados

- Balanza digital

Ilustración 57: Balanza digital



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

- Moldes de silicón y madera

Ilustración 58: Molde de madera



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 59: Molde de silicón



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

- Lavacara de plástico

Ilustración 60: Lavacara de plástico



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

- Masking tape

Ilustración 61: Masking tape



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

- Pala dosificadora

Ilustración 62: Pala dosificadora



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

- Molino

Ilustración 63: Molino



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

- Tela para triturar

Ilustración 64: Tela de triturado



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

- Flexómetro

Ilustración 65: Flexómetro



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

- Tacho para mezclar

Ilustración 66: Tacho para hacer la mezcla



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

- Sierra

Ilustración 67: Sierra



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

- Pinza de corte

Ilustración 68: Pinza de corte



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

- Tinas grandes de plástico

Ilustración 69: Tinas de plástico

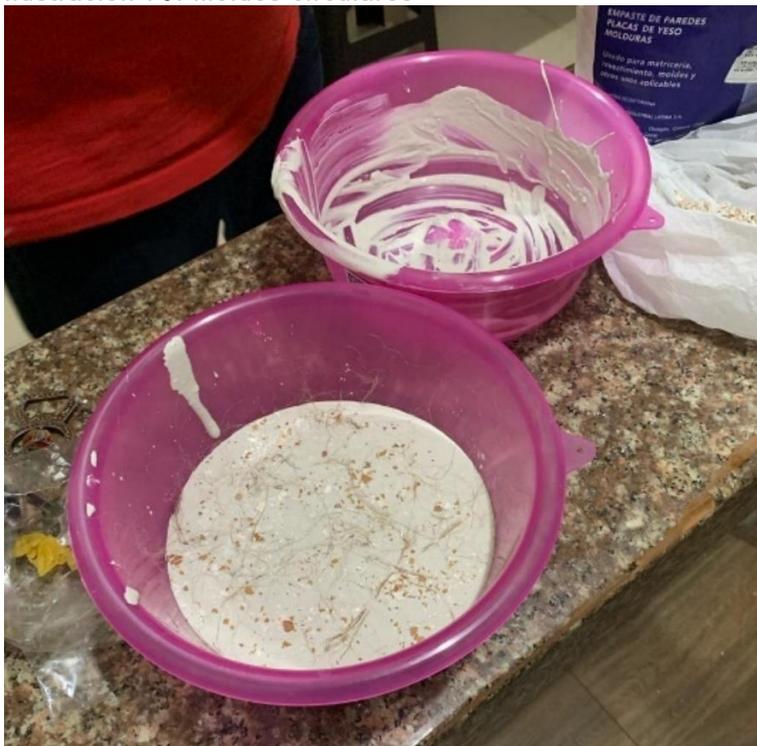


Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

4.1.5. Elaboración de prototipos en moldes circulares

En la creación de estos prototipos, se utilizó la experimentación con dos recipientes circulares de 16cm de diámetro y 1,5cm de espesor como moldes. Esta elección agilizó la observación del comportamiento de los materiales. A través de estos modelos, se inició el proceso de dosificación con el objetivo de alcanzar los resultados deseados, y al mismo tiempo, de obtener datos sobre tiempos de secado, textura, resistencia, entre otros aspectos.

Ilustración 70: Moldes circulares



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

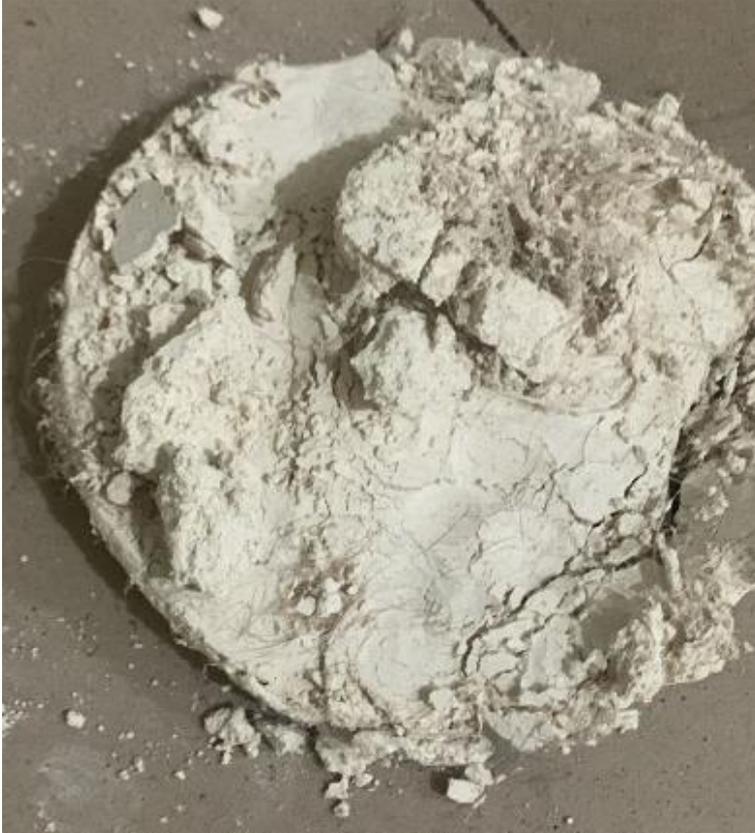
- **Primer prototipo**

Tabla 3: Dosificación de primer prototipo

Materiales	Cantidades en gramos	Porcentaje %
Yeso	250	45
Cáscara de huevo	100	18
Fibra de cabuya	1	1
Agua	200	36
Total	551	100

Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 71: Primer prototipo



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

En la elaboración del primer prototipo, se realizó la mezcla con uno de los componentes principales, la cáscara de huevo. Sin embargo, se observó que, en esta primera instancia, la proporción de cáscara fue excesiva, lo que resultó en un secado inadecuado debido a la falta de tiempo específico asignado para este proceso.

- **Segundo prototipo**

Tabla 4: Dosificación de segundo prototipo

Materiales	Cantidades en gramos	Porcentaje %
Yeso	300	54
Cáscara de huevo	45	8
Fibra de cabuya	1	1
Agua	200	37
Total	546	100

Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 72: Segundo prototipo



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

En el segundo prototipo, se ajustó la cantidad de cáscara de huevo, utilizando únicamente 45g. Como resultado, este modelo mejoró significativamente en términos de fortaleza en comparación con el anterior. Además, el tiempo de secado para desmoldarlo se redujo a 30 minutos.

- **Tercer prototipo**

Tabla 5: Dosificación de tercer prototipo

Materiales	Cantidades en gramos	Porcentaje %
Yeso	300	57
Cáscara de huevo	40	8
Fibra de cabuya	1	1
Agua	180	34
Total	546	100

Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 73: Prototipo en proceso



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 74: Tercer prototipo



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Se confeccionó un tercer prototipo utilizando cáscaras de huevo con el fin de encontrar la dosificación adecuada. En este caso, se redujo el porcentaje de agua con respecto al modelo anterior, agilizando el tiempo de secado. Este ajuste contribuyó a lograr un material más rígido y resistente en comparación con las propuestas anteriores.

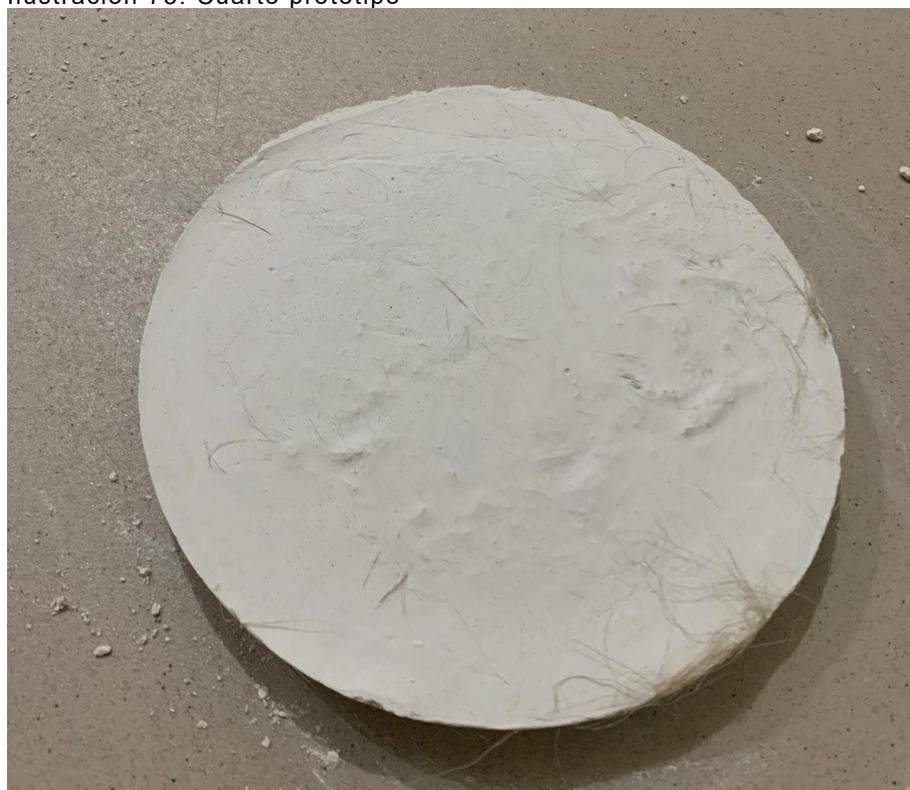
- **Cuarto prototipo**

Tabla 6: Dosificación de cuarto prototipo

Materiales	Cantidades en gramos	Porcentaje %
Yeso	220	45
Almidón de maíz	80	16
Fibra de cabuya	1	1
Agua	190	38
Total	491	100

Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 75: Cuarto prototipo



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Este prototipo se distingue de los demás por estar exclusivamente compuesto de almidón de maíz. Esto se hizo para evaluar su resistencia de manera individual, a simple vista, el modelo parece estar bien, sin embargo, no alcanza la dosificación deseada, resultando un tanto blando debido a la cantidad de almidón empleada. El tiempo de secado necesario para desmoldarlo es de 45 minutos, superando los prototipos con cáscaras de huevo.

- **Quinto prototipo**

Tabla 7: Dosificación de quinto prototipo

Materiales	Cantidades en gramos	Porcentaje %
Yeso	250	50
Almidón de maíz	50	10
Fibra de cabuya	1	1
Agua	200	39
Total	501	100

Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 76: Quinto prototipo



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Este prototipo sigue siendo exclusivo de almidón, aunque se ha ajustado la dosificación para intentar mejorar sus propiedades. Ahora, con una dosificación reducida de almidón, se ha observado una ligera mejora en la rigidez del material. El tiempo de secado bajo a 35 minutos para desmoldar, por lo tanto, aún no hemos alcanzado la dosificación óptima para obtener el resultado deseado.

- **Sexto prototipo**

Tabla 8: Dosificación de sexto prototipo

Materiales	Cantidades en gramos	Porcentaje %
Yeso	280	53
Almidón de maíz	35	7
Fibra de cabuya	1	1
Agua	200	39
Total	516	100

Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 77: Sexto prototipo



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

En el prototipo final a base de almidón se ha experimentado una modificación en su composición. Se ha incrementado la cantidad de yeso y se redujo la proporción del almidón. Este cambio da como resultado un modelo con un tiempo de secado menor a 30 minutos, además se ha observado una mejora significativa en la textura del material, que presenta una superficie lisa y uniforme.

4.1.6. Elaboración de prototipos en moldes 23x30x1.5cm

La confección de los prototipos se realizó empleando un molde de silicona de dimensiones: 30cm de largo, 23cm de ancho y 1,5cm de espesor. Se seleccionaron los modelos más óptimos de cada material, específicamente uno elaborado con cáscaras de huevo y otro con almidón de maíz. Esta elección permitió la creación de un prototipo que integra ambos materiales, facilitando la evaluación continua para verificar posibles mejoras en la rigidez y dureza del producto final.

Ilustración 78: Molde normal de 30 x 23



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

- **Prototipo 1**

Tabla 9: Dosificación prototipo 1

Materiales	Cantidades en gramos	Porcentaje %
Yeso	550	43
Cáscara de huevo	100	8
Almidón de maíz	100	8
Fibra de cabuya	6	1
Agua	500	40
Total	1256	100

Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 79: Prototipo 1 terminado



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 80: Prototipo 1



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

En este prototipo, se emplearon ambos materiales, almidón y cáscaras en proporciones cercanas a las utilizadas en los moldes circulares, aunque aquí la dosificación fue más elevada. Este ajuste de valores generó un modelo con una notable dureza, sin embargo, se observó que el tiempo de secado para el desmoldado fue prolongado, alcanzando 50 minutos, por lo tanto, el objetivo es mejorar el tiempo de fraguado en futuras iteraciones, otro punto es que al desmoldarlo se partieron las puntas y se trizó por mala manipulación.

- **Prototipo 2**

Tabla 10: Dosificación prototipo 2

Materiales	Cantidades en gramos	Porcentaje %
Yeso	600	48
Cáscara de huevo	100	8
Almidón de maíz	100	8
Fibra de cabuya	6	1
Agua	450	35
Total	1256	100

Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 81: Resultado de prototipo 2



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 82: Proceso de moldeado



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

En este modelo se utilizaron los mismos materiales que el prototipo anterior, con la única diferencia que se añadieron 50g de yeso y se quitó 50ml de agua. Esta modificación tenía como objetivo aumentar las propiedades físicas del material. Sin embargo, surgió un pequeño inconveniente el cual fue que la mezcla quedó demasiado espesa, ya que solo se agregó yeso y se quitó agua. Aunque el resultado final fue satisfactorio, se observó que el material se secaba muy rápido durante el proceso de moldeo.

- **Prototipo 3**

Tabla 11: Dosificación prototipo 3

Materiales	Cantidades en gramos	Porcentaje %
Yeso	650	48
Cáscara de huevo	100	7
Almidón de maíz	100	7
Fibra de cabuya	6	1
Agua	510	37
Total	1366	100

Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 83: Molde que se usó para prototipo 3



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 84: Resultado final parte frontal



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 85: Resultado final parte trasera



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

En este prototipo se realizaron correcciones basadas en las lecciones aprendidas del panel anterior. Se incrementó la cantidad de yeso, ajustando proporcionalmente la cantidad de agua para evitar rigidez excesiva durante el moldeo. El resultado fue un modelo considerablemente más resistente, con mejoras en sus propiedades físicas, mayor rigidez y una textura suave con un aspecto claro. Las dosificaciones de este prototipo representan los mejores resultados obtenidos hasta

ahora. Además, el tiempo de secado para el desmoldado se redujo significativamente a solo 30 minutos.

4.1.7. Experimentación y pruebas de laboratorio

Este tipo de pruebas tienen como objetivo analizar las propiedades del panel aislante, desde densidad hasta características térmicas y acústicas. Se emplearán pruebas específicas con equipos de laboratorio para obtener datos precisos, evaluando así la eficacia comparativa del material en relación con estándares y materiales convencionales.

- **Prueba acústica**

Para este tipo de prueba se usaron dos sonómetros, uno que va dentro de la caja y otro que va en la parte de afuera para si poder medir los dB que hay, ya sea con o sin recubrimiento, además de esto también se usó un parlante para emitir ondas de 100 Hz al volumen al máximo y poder verificar los datos.

Ilustración 86: Adecuación de caja acústica con paneles



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 87: Limpieza de caja



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 88: Sonómetros que se usaron



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 89: Frecuencia para emitir Hz



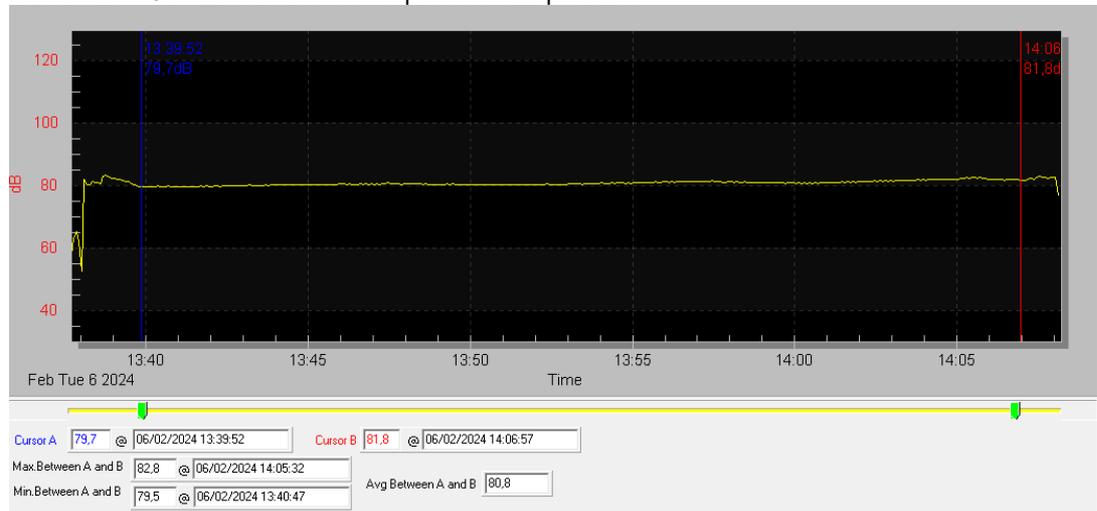
Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 90: Poniendo los sonómetros en su sitio



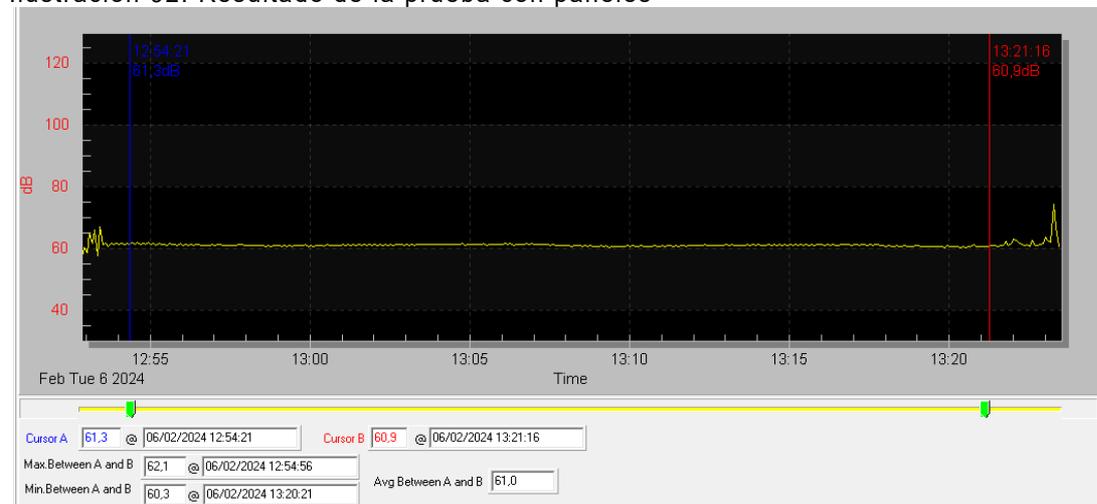
Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 91: Resultado de la prueba sin paneles



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 92: Resultado de la prueba con paneles



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

La prueba acústica reveló que, al incorporar el recubrimiento del panel en la caja, se produce una reducción significativa en los decibeles. Con la cobertura, la caja exhibe una mayor eficacia acústica. En ausencia de paneles en la caja, se registró una frecuencia de 82 dB, mientras que, con el recubrimiento de paneles, la frecuencia disminuyó a 61 dB. Estos resultados son óptimos y están en línea con las expectativas iniciales.

- **Prueba de humedad**

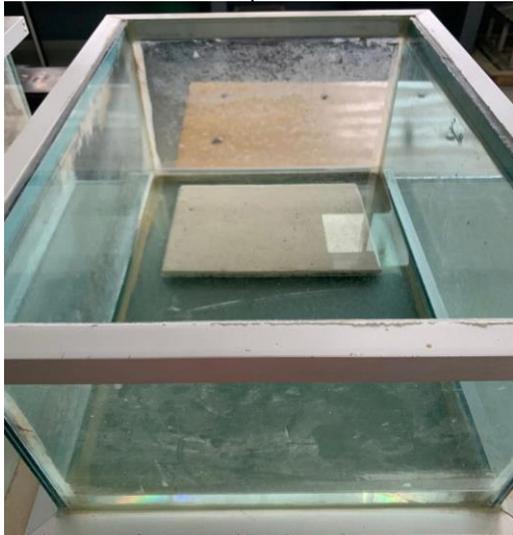
Para la realización de esta prueba se consideró sumergir el panel en agua con la finalidad de observar la variación de peso en un intervalo de 24 Horas.

Ilustración 93: Peso del panel antes de ser sumergido en agua



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 94: Recipiente de vidrio con el panel sumergido



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 95: Peso del panel después de las 24h sumergido



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

El panel presenta un incremento de peso de 300 gramos desde su medida inicial, señalando una absorción de humedad del 32%. A pesar de este aumento, no se evidencia alteraciones en su textura y el panel conserva su rigidez original.

- **Prueba de transferencia de calor**

Para realizar la prueba, se empleó un foco LED de 7W y un termómetro láser. El foco se mantuvo a una distancia constante de 7cm del panel durante 4 horas, con el propósito de facilitar la transferencia de energía térmica y observar el comportamiento del material.

Ilustración 96: Foco LED de 7W



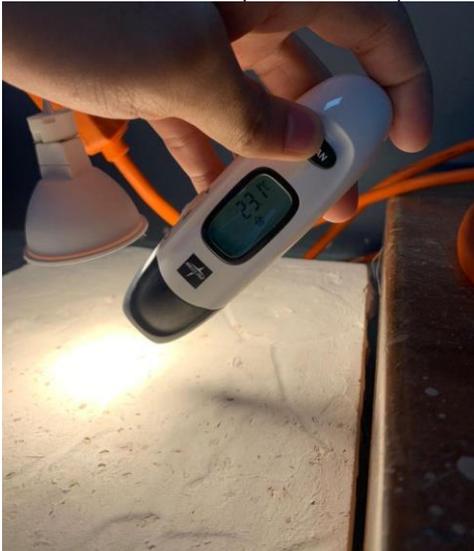
Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 97: Termómetro láser



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 98: Temperatura de panel al inicio 23 °C



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 99: Foco encendido a 7cm del panel



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 100: Temperatura del ambiente donde se realizó la prueba 29.5°C



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 101: Temperatura de la cara opuesta al foco 30.6°C



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 102: Temperatura final de la cara del panel expuesta al foco 31.4 °C



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Se ha notado que el material apenas experimenta cambios significativos en sus propiedades. En el lado interno, se observa solo un aumento de 1 grado respecto a la temperatura ambiente, indicando una conductividad térmica muy baja en el panel. Esto sugiere la capacidad del material para mantener una temperatura constante en la habitación y evitar la transmisión de calor.

- **Prueba ignífuga**

Para llevar a cabo esta prueba, se empleó una estufa, se encendió y se colocó el panel durante 15 minutos, con el fin de observar posibles alteraciones en sus propiedades.

Ilustración 103: Prototipo antes de ser expuesto al fuego



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 104: Estufa donde se hará la prueba



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 105: Prototipo en estufa



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 106: Prototipo después de los 15 minutos al fuego



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

En esta prueba, el panel fue sometido a una llama intensa en una estufa durante 15 minutos. Se evidenció un cambio de color en la superficie expuesta al fuego, junto con pequeñas grietas provocadas por el brusco cambio de temperatura. A pesar de esto, la textura lisa se conservó y no se observaron alteraciones en el lado opuesto del panel.

- **Prueba de color**

Se empleó un panel con el propósito de aplicarle pintura con una brocha para evaluar su capacidad de absorción, y tener en cuenta el tiempo de secado del mismo.

Ilustración 107: Prototipo que se usó para la prueba



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 108: Pintando el material



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 109: Prototipo pintado



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 110: Prototipo seco



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Se aplicó la pintura a base de agua de color rojo en este panel. Tras transcurrir 6 minutos, la pintura se secó por completo. Aunque en algunas áreas del panel el color se volvió opaco, se observó que la pintura se adhiere normalmente y no afecta las propiedades del prototipo.

- **Prueba de flexión**

Para llevar a cabo este ensayo, se empleó una máquina Versatester 30m, diseñada para realizar pruebas de flexión y compresión. Se utilizaron paneles de dimensiones 15x30x1.5cm, cada uno de ellos con medidas específicas. El ensayo se llevó a cabo en el prototipo número 3 que nos dio de resultado la mejor dosificación.

Ilustración 111: Máquina Versatester 30m



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 112: Calibración de máquina



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 113: Colocacion de panel



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 114: Pieza de metal



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 115: Inicio de prueba



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 116: Momento de ruptura



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 117: Midiendo el arco de flexión



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 118: Paneles después de la prueba



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

El resultado observable es que el panel con una dosificación mejorada puede soportar una carga máxima de 25 kg y un arco de flexión de 1.4 cm antes de alcanzar el punto de fractura. Es relevante destacar que estos paneles tienen 20 días.

- **Prueba de compresión**

Se utilizaron paneles con medidas 15x30x1.5cm con la dosificación del prototipo 3 del cual buscamos hasta qué punto puede reducir su tamaño sin fracturarse. El cual se usaron dos paneles con la misma dosificación, pero con dos métodos de secado diferente. Secado al horno y secado al ambiente.

Ilustración 119: Calibración y colocación de panel



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 120: Panel secado al horno



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 121: Proceso de la prueba de compresión



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Ilustración 122: Prueba de compresión



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Los resultados de la prueba nos muestran que el panel seco por al ambiente puede soportar una carga de 550kg a diferencia del panel seco por horno soporta 380kg antes de llegar al punto de fractura.

4.1.8. Presupuesto del prototipo del panel

Basándose en los resultados obtenidos en los laboratorios, se llevó a cabo un análisis de costos y presupuesto para el Panel #9, que contiene un 6% de fibra de cabuya y demostró ser el más óptimo durante las pruebas realizadas. Este análisis consideró el costo de cada material utilizado en su fabricación. Las cáscaras de huevo fueron adquiridas en una panadería, el almidón de maíz se obtuvo en una tienda de abastos, el yeso y la fibra de cabuya se consiguieron en el ferrisariato. La presentación de la cabuya fue en sogá, lo cual se deshilachó para conseguir la fibra. El molde de silicona se elaboró de forma casera, mientras que el agua proviene del suministro de la ciudad.

Tabla 12: Presupuesto de panel

Materiales	Unidad	Cantidades	precio	Precio Unitario
Yeso	Kg	2	\$4.50	\$1.46
Cáscara de huevo	Kg	13	\$0	\$0
Almidón de maíz	G	400	\$1.50	\$0.37
Fibra de cabuya	G	90	\$0.90	\$0.01
Molde de silicona	Un	1	\$2	\$2
Agua	Lt-m3	0.51-0.00051	\$0.41x20m3	\$0.01
TOTAL				\$3.85

Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

CONCLUSIONES

De manera específica, se establece que las fibras de cabuya empleadas en este panel proporcionan una notable resistencia sin agregar un peso significativo. A diferencia de los paneles tradicionales utilizados en construcción, que carecen de fibras y, por lo tanto, no pueden soportar cargas debido a su falta de resistencia a la flexión.

La cáscara de huevo, posee propiedades resistentes y es liviana en comparación con otros materiales, lo que beneficia considerablemente al sector de la construcción y a las personas de bajos recursos económicos. Esto se debe a que la preparación del material está al alcance de todos, aprovechando los desechos avícolas.

Después de llevar a cabo todas las pruebas en este proyecto de investigación, se concluye que el panel #9 es el más óptimo. Este panel, elaborado con una mezcla de yeso, cáscara de huevo, almidón de maíz y fibra de cabuya, ha sido encontrado con la mejor proporción: 48% de yeso, 7% de cáscara de huevo, 7% de almidón de maíz y 1% de fibra de cabuya. Esta composición consiste en un 63% de materiales sólidos y un 37% de agua.

Es importante destacar que este panel es ignífugo y resistente a las altas temperaturas. Durante las pruebas, se observó que el panel #9 no se rompió ni sufrió daños físicos tras ser sometido a cambios bruscos de temperatura, como la exposición directa al fuego o a temperaturas de 150°C durante más de 8 horas en un horno.

En conclusión, este proyecto investigativo cumple con todos los objetivos específicos y la hipótesis planteada al desarrollar un prototipo de panel basado en cáscara de huevo y almidón de maíz. Este nuevo panel ofrece una alternativa innovadora en el mercado de materiales de construcción.

RECOMENDACIONES

- Se sugiere que, una vez finalizado el panel, se aplique una fina capa de pintura de látex. Esta medida garantiza que el panel no presente una sensación polvorosa al tacto, proporcionando una superficie lisa y acabada. Además de mejorar la apariencia estética, la capa de pintura de látex también puede contribuir a proteger el panel contra la acumulación de polvo y prolongar su durabilidad.

- Para facilitar la obtención de cáscaras de huevo, se recomienda visitar panaderías, ya que ellos facilitan con la obtención de las mismas.

- Se sugiere explorar el uso de otros tipos de fibras para evaluar su desempeño en estudios comparables. Se propone mantener porcentajes similares al 6% de fibras, variando la dosificación del yeso. Esta estrategia busca ampliar las opciones de materiales fácilmente disponibles y brindar más alternativas.

- Se propone para futuras investigaciones crear prototipos con un grosor no superior a 1.5 cm. Esto evitará que el panel sea demasiado pesado para manipularlo y reducirá el riesgo de daños durante su manipulación.

- Es recomendable trabajar en espacios amplios y bien ventilados durante la fabricación de los paneles y al manipular el yeso. Se aconseja utilizar medidas de protección, como el uso de mascarillas para evitar la inhalación de polvo, así como el uso de guantes para prevenir posibles problemas de salud.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aceroform. (2022). *Paneles aislantes en la construcción*. Obtenido de ACEROFORM. S.A. de C.V.: <https://www.aceroform.com.mx/blog/paneles-aislantes-en-la-construccion/>
- Alarcón Ramírez, M., & Alfonso Salinas, J. (2020). *Paneles de yeso con fibra de banano y cáscara de arroz para cielo raso de edificaciones*. Obtenido de Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/3900>
- Alvarado Maguiña, E. S. (2019). *Resistencia a la compresión de un concreto sustituyendo al cemento en 12% y 20% por la combinación de cáscara de huevo y arcilla*. Obtenido de Universidad San Pedro: http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/12417/Tesis_62991.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Amixon Mixing Technology. (2023). *Extracción y transformación del almidón*. Obtenido de Amixon Mixing Technology: <https://www.amixon.com/es/blog/como-preparar-almidon#:~:text=El%20almidón%2C%20portador%20de%20energía,incorpora%20al%20grano%20de%20almidón.>
- Angulo Achilie, I. G. (2021). *UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL*. Obtenido de FIBRAS NATURALES Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DEL SONIDO EN PANELES ACUSTICOS PARA UN ESTUDIO DE GRABACION: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/4642/1/T-ULVR-3752.pdf>
- Bayas Paula. (2020). *UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL*. Obtenido de ELABORACIÓN DE PANELES DECORATIVOS INTERIORES A PARTIR DE LOS RESIDUOS DE LA PIÑA PARA VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/3994/1/T-ULVR-3353.pdf>
- Beltrán et al. (2021). *Estudio para el desarrollo de un biomaterial de cáscara de huevo*. Obtenido de Universidad EAN: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repository.universidatea>

n.edu.co/bitstream/handle/10882/10786/Beltr%C3%A1nNathalia2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Beltrán Uribe, N., & Martínez Chaparro, J. (2017). *Comparación de prototipos de fachadas termo-acústicas fabricadas con fibras vegetales para vivienda unifamiliar, con fachada de tipo estándar de concreto vaciado*. Obtenido de Universidad Católica de Colombia: <https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/9b22f417-0fb3-435c-96ad-8c0c4662ef77>
- Bhingare, N. (2019). *Una revisión sobre los materiales compuestos naturales y de desecho como material acústico*. Obtenido de ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0142941819310657>
- Botanical-online. (2019). *Historia del huevo*. Obtenido de Botanical-online: <https://www.botanical-online.com/alimentos/huevo-historia-consumo>
- Burga Jacobi, P. R. (2018). *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. Obtenido de Aprovechamiento de residuos agroindustriales de cascara de huevo como insumo para elaboracion de pintura latex de color: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/8805>
- Calvo, M. (2006). *Estructura del almidón*. Obtenido de Bioquímica de los alimentos: <https://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/azucars/almidon.html>
- Calvo, P. P. (2019). *Desarrollo de conglomerantes hidráulicos empleando cáscaras de huevo como componente*. Obtenido de Universidad de Sevilla: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/94247/TFG-2591-PRADAS%20CALVO.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cantero, R. (2023). Cáscaras de huevo en la construcción. *Mundo Deportivo*, 1.
- Cayán Calderón, P., & Valladares Ibáñez, J. (2021). *Evaluación de la Resistencia del Ladrillo de Concreto, por Sustitución Parcial del Cemento por Cáscara de Huevo y Zeolita*. Obtenido de Universidad César Vallejo: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/77558>
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Obtenido de Constitución de la República del Ecuador: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf

- Eco Green Home. (2017). *Todas las ventajas de un aislamiento termoacústico*. Obtenido de Eco Green Home: <https://ecogreenhome.es/todas-las-ventajas-aislamiento-termoacustico/>
- Escobar Carreño, A. (2021). *Criterios de diseño arquitectónico y su relación con el confort del espacio habitable de la vivienda, Caserio Tunape-Piura*. Obtenido de Universidad César Vallejo: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/80129/Escobar_CAJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Espitia, Y. M., & Rodríguez Duque, M. F. (2022). *Universidad Colegio Mayor De Cundinamarca*. Obtenido de Paneles con capacidad termo acústica de material de tereftalato de polietileno: <https://repositorio.unicolmayor.edu.co/bitstream/handle/unicolmayor/6530/Grupo%205%20V-20-234.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Faborit. (2019). *Origen del huevo*. Obtenido de Faborit: <https://www.faborit.com/el-huevo-un-ingrediente-con-muchas-y-buenas-propiedades/>
- Fitzgerald, F. (2017). *Los residuos orgánicos como materiales de construcción del futuro, según el informe de Arup*. Obtenido de ARUP: <https://www.arup.com/es-es/news-and-events/news/organic-waste-could-provide-the-building-materials-of-the-future-arup-report-shows>
- Franco, C. (2021). *Panel aislante: tipos y variados usos que necesitas conocer*. Obtenido de Aceropedia: <https://aceropedia.com/materiales/panel-aislante/>
- Gobierno del Ecuador. (2018). *Normas Técnicas Ecuatorianas*. Obtenido de Gobierno del Ecuador: <http://apps.normalizacion.gob.ec/descarga/>
- Grupo Pochteca, S.A.B. (2022). *¿Para qué sirve el almidón de maíz?* Obtenido de Pochteca materias primas: <https://tienda.pochteca.com.mx/blog/post/para-que-sirve-el-almidon-de-maiz.html#:~:text=¿Qué%20es%20el%20almidón%20de,de%20los%20granos%20de%20maíz.>
- Inche et al. (2010). Diseño y desarrollo de nuevos materiales textiles para el aislamiento y acondicionamiento acústico. *Industrial Data*, 2. Obtenido de Diseño y desarrollo de nuevos materiales textiles para el aislamiento y acondicionamiento acústico.
- Instituto de Estudios del Huevo. (2017). *Estructura del Huevo*. Obtenido de Instituto de Estudios del Huevo: https://www.institutohuevo.com/estructura_huevo/

- Iñiga Balón, C. S., & Ledesma Salazar, G. M. (2019). *UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL*. Obtenido de ESTUDIO DE PANELES DE AISLAMIENTO ACÚSTICO A BASE DE NEUMÁTICOS RECICLADOS Y FIBRAS DE POLIPROPILENO PARA USO COMERCIAL: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/2852/1/T-ULVR-1773.pdf>
- Ionita, E. (2022). *Mejora de la calidad de huevo en Ecuador*. Obtenido de Veterinaria Digital: <https://www.veterinariadigital.com/noticias/mejora-de-la-calidad-del-huevo-en-ecuador/>
- MAGAP. (2014). *Instructivo de la normativa general para promover y regular la producción*. Obtenido de Gobierno del Ecuador.
- Meza Coral, P., & Vela Meza, M. (2019). *“Diseño de pavimento rígido utilizando cascarilla de huevo triturada para mejorar la resis*. Obtenido de Universidad Cesar Vallejo: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/52883/Meza_CP_JP-Vela_MMR-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Moreta, M. (2021). *Producción de huevos*. Obtenido de El Comercio: <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/produccion-huevos-liderada-sierra-centro.html>
- MultyCasetas. (2020). *Consejos para la instalación de paneles aislantes*. Obtenido de MULTY CASSETAS Y LAMINAS: <https://www.multycasetas.com/consejos-para-la-instalacion-de-paneles-aislantes/>
- Navarro, A. R. (2021). La cáscara de huevo, estructura y formación. *AviNews Latam*, 2-3.
- Observatorio de Complejidad Económica (OEC). (2021). *Almidón en Ecuador*. Obtenido de Observatorio de Complejidad Económica (OEC): <https://oec.world/es/profile/bilateral-product/starches/reporter/ecu?redirect=true>
- Ochoa, L. D. (2019). Construcción sostenible. *Noticias institucionales*, 1.
- Otero, A. (2022). *Biomateriales basados en cáscaras de huevo y conchas de mejillón*. Obtenido de BAU, Centro Universitario de Artes y Diseño de Barcelona: <https://www.inmaterialdesign.com/INM/article/view/145/307>
- Padilla Galarreta, J. (2020). *ESTRATEGIAS PASIVAS DEL CONFORT ACUSTICO APLICADAS A LA ENVOLVENTE ARQUITECTÓNICA PARA EL DISEÑO DE UNA RESIDENCIA PARA ESTUDIANTES FORÁNEOS UPN*. Obtenido de

- Universidad Privada del Norte:
https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24312/T055_47455338_T_compressed.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Panel y acanalados. (2021). *Panel: Qué es, tipos y medidas disponibles*. Obtenido de Panel y acanalados:
<https://panelyacanalados.com/panel/#:~:text=%C2%BFC%C3%B3mo%20se%20fabrica%20un%20panel,y%20mantiene%20la%20temperatura%20ambiente>.
- Pino Escobar, H. (2019). *LA ADICIÓN DE ASERRÍN Y POLIESTIRENO EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES DE ADOBE PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES Y SU EFECTO EN LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA*. Obtenido de Universidad Técnica de Ambato:
<http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30026/1/Tesis%20I.%20C.%201344%20-%20Pino%20Escobar%20Holguer%20Alejandro.pdf>
- Reibán Ojeda, D. V. (2017). *Universidad Tecnica Particular de Loja*. Obtenido de Evaluacion experimental de las características mecánicas de matrices cementicias con adición de cáscara de huevo pulverizado deshidratado y sus aplicaciones en la arquitectura.:
<https://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/20.500.11962/20988/1/Reib%c3%a1n%20Ojeda%2c%20Dayanna%20Ver%c3%b3nica..pdf>
- S&P. (2018). *Materiales aislantes térmicos: tipos y aplicaciones*. Obtenido de S&P:
<https://www.solerpalau.com/es-es/blog/materiales-aislantes-termicos/#>
- Sánchez Naranjo, J., & Sevilla Zambrano, R. (2023). *PROTOTIPO DE PANEL A BASE DE FIBRA DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO, Y*. Obtenido de Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil:
<http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/6191/1/T-ULVR-5045.pdf>
- Santos, T. (2021). *Día mundial del huevo*. Obtenido de MILENIO:
<https://www.milenio.com/politica/comunidad/huevo-alimenta-humanidad-3-mil-400-anos-historia>
- Segura Cuesta, R. S. (2019). *Universidad de La Gran Colombia*. Obtenido de Paneles de cielo raso fabricados con cascara de mani y cascara de huevo:
<https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/5577/Roger%20Proyecto%20Cielo%20R%20VXX%20pdf%20%281%29.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

- Tesis y Másters. (2022). *¿Qué son las técnicas de investigación?* Obtenido de Tesis y Másters: <https://tesisymasters.com.co/tecnicas-de-investigacion/#:~:text=Las%20técnicas%20e%20instrumentos%20de,y%20presentar%20la%20información%20encontrada>.
- Tinoco Padilla, G. A. (2018). *Uso del residuo agrícola de la caña de azúcar como material alternativo para la elaboración de paneles prefabricados ecológicos de yeso.* Obtenido de Universidad César Vallejo: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/25868/Tinoco_PG_A.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Todo en Polímeros. (2018). *El almidón.* Obtenido de Todo en Polímeros: <https://todoenpolimeros.com/2018/01/29/el-almidon-un-polimero-natural/>
- Tzab, K. (2019). *Consejos para la instalación y mantenimiento de paneles aislantes.* Obtenido de Laminas y Aceros: <https://blog.laminasyaceros.com/blog/consejos-para-instalaci%C3%B3n-y-mantenimiento-de-paneles-aislantes>
- Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil. (2023). *Línea de investigación.* Obtenido de Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil: <https://www.ulvr.edu.ec/academico/unidad-de-titulacion/proyecto-de-investigacion>
- Varas Ramírez, J. B. (2021). *ELABORACIÓN DE UN PROTOTIPO DE ADOQUÍN DE HORMIGÓN CON RESIDUOS ORGÁNICOS DEL MAÍZ.* Obtenido de Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/4697>
- Vidal Moya, J. (2017). *EFECTO DEL ALMIDÓN COMO ADITIVO NATURAL EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DE UN MORTERO DE CEMENTO.* Obtenido de Universidad Católica de la Santísima Concepción: <http://repositoriodigital.ucsc.cl/bitstream/handle/25022009/1181/Jorge%20Luis%20Vidal%20Moya.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANEXOS

Anexo 1:Secando cáscaras



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Anexo 2: Moliendo



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Anexo 3: Haciendo mezcla



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Anexo 4: Set de trabajo



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Anexo 5: Sumergiendo el panel



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Anexo 6: Secado en horno



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Anexo 7: Temperatura



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Anexo 8: Sacando la fibra de la cabuya



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

Anexo 9: Prueba fallida de la temperatura



Elaborado por: Lee, V. & Loor, L. (2024)

