



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIA Y CONSTRUCCION
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

**TEMA
DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE PANEL DE AISLAMIENTO
TÉRMICO PARA VIVIENDAS DEL SECTOR MARTHA DE
ROLDÓS DE GUAYAQUIL**

**TUTOR
Mgtr. TEOFILO FERNANDO VALLEJO REMACHE**

**AUTORES
PINCAY BRIONES JOEL EDUARDO
VELEZ BRIONES ELKIN ARMANDO**

GUAYAQUIL

2025

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO Y SUBTÍTULO: Diseño de un prototipo de panel de aislamiento térmico para viviendas del sector Martha de Roldós de Guayaquil	
AUTORES: PINCAY BRIONES JOEL EDUARDO VELEZ BRIONES ELKIN ARMANDO	TUTOR: Mgr. TEOFILO FERNANDO VALLEJO REMACHE
INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL	Grado obtenido: INGENIERO CIVIL
FACULTAD: FIIC	CARRERA: INGENIERIA CIVIL
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2025	N. DE PÁGS: 120
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y construcción	
PALABRAS CLAVE: Calor, cambio climático, hormigón, vivienda.	
RESUMEN: El presente trabajo de titulación tiene como objetivo diseñar un prototipo de panel de aislamiento térmico utilizando materiales sostenibles como yeso blanco, cáscara de maní y almidón de maíz, con un enfoque de mejora del confort térmico de las viviendas del sector Martha de Roldós, ubicado en un sector con altas temperaturas en la ciudad de Guayaquil. La investigación parte del análisis de los efectos del cambio climático en las condiciones habitacionales locales y también de la necesidad de implementar soluciones ecológicas e innovadoras. Se recopilieron datos climáticos del INAMHI y se seleccionaron materiales por su bajo impacto ambiental y propiedades térmicas favorables. La metodología se basó en la elaboración de cinco dosificaciones de paneles, las cuales fueron evaluadas experimentalmente mediante una cámara térmica experimental, diseñada para poder medir la conductividad térmica de los paneles. Los resultados de conductividad térmica obtenidos fueron comparados con los valores de conductividad térmica de materiales convencionales como lo son el hormigón, el poliestireno expandido, el ladrillo, la fibra de celulosa y el corcho natural. El panel	

con la mejor dosificación alcanzó una conductividad térmica de 0,1320132 W/m·K demostrando una mejor capacidad de aislación térmica que algunos de los materiales tradicionales como el hormigón y el ladrillo. Se concluye que, el panel propuesto no solo representa una alternativa viable para enfrentar las altas temperaturas, sino que también promueve el uso de residuos agroindustriales como solución sostenible en la construcción.

N. DE REGISTRO (en base de datos):

N. DE CLASIFICACIÓN:

DIRECCIÓN URL (Web):

ADJUNTO PDF:

SI ☒

NO ☐

CONTACTO CON AUTOR/ES:
PINCAY BRIONES JOEL
EDUARDO

Teléfono:
0967843238

E-mail:
jpincayb@ulvr.edu.ec

VELEZ BRIONES ELKIN
ARMANDO

0981588938

evelezb@ulvr.edu.ec

CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:

PhD. Marcial Sebastián Calero Amores
Decano de la Facultad de Ingeniería,
Industria y Construcción

Teléfono: (04) 25 96 500 **Ext.** 241

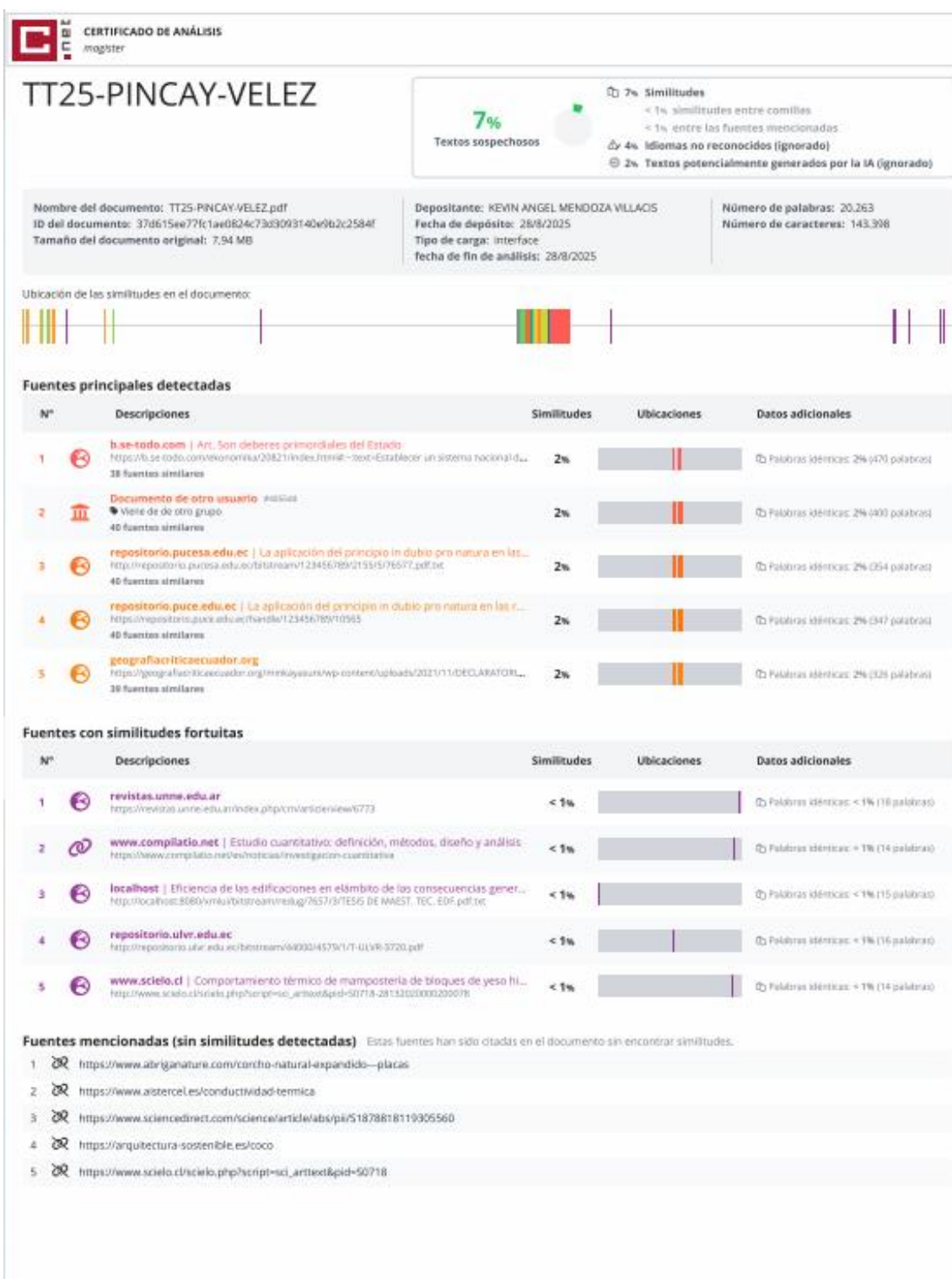
E-mail: mcaleroa@ulvr.edu.ec

Mgr. Jorge Enrique Torres Rodríguez
Director de Carrera de Ingeniería Civil

Teléfono: (04) 25 96 500 **Ext.** 242

E-mail: etorresr@ulvr.edu.ec

CERTIFICADO DE SIMILITUD

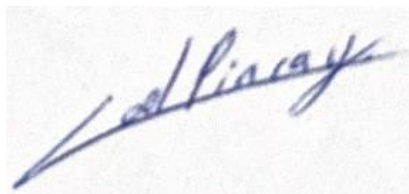


DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los estudiantes egresados **Pincay Briones Joel Eduardo y Vélez Briones Elkin Armando**, declaramos bajo juramento, que la autoría del presente Trabajo de Titulación, **Diseño de un prototipo de panel de aislamiento térmico para viviendas del sector Martha de Roldós de Guayaquil**, corresponde totalmente a los 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.

Autor(es)

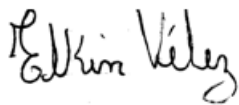


Firma:

Joel Eduardo Pincay Briones

C.I: 0943395624

Firma:



Elkin Armando Vélez Briones

C.I: 0929757805

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de docente Tutor del Trabajo de Titulación **Diseño de un prototipo de panel de aislamiento térmico para viviendas del sector Martha de Roldós de Guayaquil**, designado por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería Industria y Construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Trabajo de Titulación, titulado: **Diseño de un prototipo de panel de aislamiento térmico para viviendas del sector Martha de Roldós de Guayaquil**, presentado por los estudiantes Joel Eduardo Pincay Briones y Elkin Armando Vélez Briones como requisito previo, para optar al Título de Ingeniero Civil, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:

Mgtr. TEOFILO FERNANDO VALLEJO REMACHE

C.C. 1204919227

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a Dios por ser mi apoyo, mi refugio y el alivio en los momentos difíciles, por haberme dado la valentía necesaria para perseguir mis metas y nunca rendirme.

Con el corazón lleno de gratitud, agradezco también a mis padres, quienes han sido mi inspiración, motivándome a luchar por cada uno de mis sueños, inculcándome valores que me han permitido llegar hasta este momento.

Joel Pincay

DEDICATORIA

A mis padres, Karina y Joel, por su esfuerzo constante, por brindarme su apoyo en todo momento y ser la fuerza que me impulsa a alcanzar mis objetivos.

A mi hermana, Jaela, por su bondad y por estar siempre dispuesta a ayudarme.

A mi hermano, Jarek, que este logro le genere orgullo y le sirva como inspiración para su propio camino.

Joel Pincay

AGRADECIMIENTO

Al llegar al final de esta etapa, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que hicieron posible este logro.

En primer lugar, agradezco profundamente a mis padres, por su amor incondicional, su apoyo constante y por creer en mí incluso cuando yo dudaba. Su ejemplo, esfuerzo y dedicación han sido mi mayor inspiración.

A mis hermanos, gracias por estar siempre presentes, por sus palabras de aliento, por escucharme en los momentos difíciles y por alegrar mi camino con su compañía.

A mis profesores y asesores, por compartir generosamente sus conocimientos, por su orientación académica y por motivarme a seguir aprendiendo con pasión y compromiso.

A mis amigos y compañeros de estudio, por su amistad, por las conversaciones que me ayudaron a crecer y por los momentos compartidos que hicieron de esta etapa algo inolvidable.

A todas las personas que, de una u otra forma, contribuyeron a que este proyecto se hiciera realidad: gracias, de corazón.

Este trabajo es el reflejo de un esfuerzo colectivo, y a todos los que fueron parte de él, les estaré siempre agradecido.

Elkin Vélez

DEDICATORIA

A mis padres, por ser el pilar fundamental de mi vida. Gracias por su amor incondicional, su apoyo constante y por enseñarme con el ejemplo el valor del esfuerzo, la perseverancia y la honestidad. Esta meta es tan mía como suya.

A mis hermanos, por acompañarme en cada paso, por su aliento en los momentos difíciles y por recordarme siempre que no estoy solo en este camino. Su cariño y confianza han sido una fuente de fuerza invaluable. Con todo mi amor, esta tesis es para ustedes.

Elkin Vélez

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo diseñar un prototipo de panel de aislamiento térmico utilizando materiales sostenibles como yeso blanco, cáscara de maní y almidón de maíz, con un enfoque de mejora del confort térmico de las viviendas del sector Martha de Roldós, ubicado en un sector con altas temperaturas en la ciudad de Guayaquil. La investigación parte del análisis de los efectos del cambio climático en las condiciones habitacionales locales y también de la necesidad de implementar soluciones ecológicas e innovadoras. Se recopilaron datos climáticos del INAMHI y se seleccionaron materiales por su bajo impacto ambiental y propiedades térmicas favorables. La metodología se basó en la elaboración de cinco dosificaciones utilizando materiales ecológicos como la maicena y la cáscara de maní para la fabricación de los paneles, los cuales fueron evaluados experimentalmente mediante una cámara térmica experimental, diseñada para poder medir la conductividad térmica de los paneles. Los resultados de conductividad térmica obtenidos fueron comparados con los valores de conductividad térmica de materiales convencionales como lo son el hormigón, el poliestireno expandido, el ladrillo, la fibra de celulosa y el corcho natural. El panel con la mejor dosificación alcanzó una conductividad térmica de $0,1320132 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ demostrando una mejor capacidad de aislación térmica que algunos de los materiales tradicionales como el hormigón y el ladrillo. Se concluye que, el panel propuesto no solo representa una alternativa viable para enfrentar las altas temperaturas, sino que también promueve el uso de residuos agroindustriales como solución sostenible en la construcción.

Palabras claves: Calor, cambio climático, hormigón, vivienda.

ABSTRACT

This thesis aims to design a thermal insulation panel prototype using sustainable materials such as white plaster, peanut shells, and corn starch, with a focus on improving the thermal comfort of homes in the Martha de Roldós sector, located in a hot area of the city of Guayaquil. The research is based on an analysis of the effects of climate change on local housing conditions and the need to implement ecological and innovative solutions. Climate data were collected from INAMHI (National Institute of Statistics and Census), and materials were selected for their low environmental impact and favorable thermal properties. The methodology was based on the development of five dosages using ecological materials such as cornstarch and peanut shells for the manufacture of the panels. These were experimentally evaluated using an experimental thermal chamber, designed to measure the panels' thermal conductivity. The thermal conductivity results obtained were compared with the thermal conductivity values of conventional materials such as concrete, expanded polystyrene, brick, cellulose fiber, and natural cork. The panel with the highest dosage achieved a thermal conductivity of $0.1320132 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, demonstrating better thermal insulation capacity than some traditional materials such as concrete and brick. It is concluded that the proposed panel not only represents a viable alternative to address high temperatures, but also promotes the use of agro-industrial waste as a sustainable solution in construction.

Keywords: Heat, climate change, concrete, housing.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 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 Objetivo General	4
1.5 Objetivos Específicos	4
1.6 Hipótesis (investigaciones cuantitativas)	4
1.7 Línea de Investigación Institucional / Facultad.....	4
CAPÍTULO II	5
MARCO REFERENCIAL	5
2.1 Marco Teórico	5
2.1.1 Antecedentes.....	5
2.1.2 Causas de los aumentos de la temperatura.....	8
2.1.3 Condiciones climáticas de Guayaquil.....	10
2.1.4 Efectos de las olas y golpes de calor en los seres humanos.....	18
2.1.5 Principales causas de los golpes de calor.....	19
2.1.6 ¿Cuáles son los factores de riesgo?	19
2.1.7 Materiales sustentables con funciones de aislación térmica.....	20
2.1.8 Características y propiedades de los materiales sostenibles a utilizar para la fabricación de los paneles.....	29
2.2 Marco Legal	37
2.2.1 Constitución de la República del Ecuador	37
2.2.2 Norma Ecuatoriana de la Construcción	41
2.2.3 Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1 6885: 2010; Yeso para construcción.....	42
2.2.4 Norma ASTM C1363: Método de prueba estándar para el rendimiento térmico de materiales de construcción y conjuntos de envolventes mediante un aparato de caja caliente.....	43
2.2.5 ASTM C518 / ASTM C578 (EE.UU.)	45
2.2.6 Norma UNE-EN 13162:2012+A1	45
2.2.7 Norma UNE-EN 12667:2002 / ISO 8302: Guarded hot plate apparatus	47

CAPÍTULO III	48
MARCO METODOLÓGICO	48
3.1 Enfoque de la investigación:.....	48
3.2 Alcance de la investigación:.....	49
3.3 Técnica e instrumentos para obtener los datos.....	49
3.4 Población y muestra.....	51
CAPÍTULO IV	52
PROPUESTA O INFORME	52
4.1 Presentación y análisis de resultados.....	54
4.1.1. Materiales y herramientas a utilizar	54
4.1.2. Procedimientos	59
4.1.3 Pruebas experimentales.....	75
4.1.4 Cálculo de conductividad térmica en condiciones de calor real con el panel más eficiente.....	86
4.1.5 Densidad de los paneles	88
4.1.6 Comparación de resultados de conductividad térmica	91
4.1.7 Presupuesto unitario del panel de la 5ta dosificación.....	95
CONCLUSIONES	96
RECOMENDACIONES	97
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	98
ANEXOS.....	103

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1: TEMPERATURAS MÁXIMAS REGISTRADAS EL 19 DE DICIEMBRE EN GUAYAQUIL DESDE LAS 07:00 HASTA LAS 19:00.	11
ILUSTRACIÓN 2: REGISTRO DE LAS TEMPERATURAS MÁXIMAS EN CADA ESTACIÓN.	11
ILUSTRACIÓN 3: TEMPERATURAS MÍNIMAS REGISTRADAS EL 20 DE DICIEMBRE EN GUAYAQUIL DESDE LAS 00:00 HASTA LAS 07:00.	12
ILUSTRACIÓN 4: REGISTRO DE LAS TEMPERATURAS MÍNIMAS EN CADA ESTACIÓN.	12
ILUSTRACIÓN 5: CUADRO COMPARATIVO DE LAS TEMPERATURAS REGISTRADAS EN GUAYAQUIL DESDE LA ESTACIÓN GUAYAQUIL AEROPUERTO - DGAC.	13
ILUSTRACIÓN 6: REGISTRO DE LA TEMPERATURA MÁXIMA EN GUAYAQUIL EL DÍA 24 DE DICIEMBRE DEL 2024.	14
ILUSTRACIÓN 7: TEMPERATURAS MÁXIMAS DEL MES DE ABRIL DEL 2025.	15
ILUSTRACIÓN 8: REGISTRO DE LAS TEMPERATURAS MÁXIMAS EN CADA ESTACIÓN.	15
ILUSTRACIÓN 9: TEMPERATURAS MÍNIMAS DEL MES DE ABRIL DEL 2025.	16
ILUSTRACIÓN 10: REGISTRO DE LAS TEMPERATURAS MÍNIMAS EN CADA ESTACIÓN.	16
ILUSTRACIÓN 11: CUADRO COMPARATIVO DE LAS TEMPERATURAS REGISTRADAS EN GUAYAQUIL DESDE LA ESTACIÓN GUAYAQUIL AEROPUERTO - DGAC.	17
ILUSTRACIÓN 12: SÍNTOMAS DEL GOLPE DE CALOR.	20
ILUSTRACIÓN 13: PLANCHAS DE CORCHO AGLOMERADO.	22
ILUSTRACIÓN 14: FIBRAS DE LINO.	23
ILUSTRACIÓN 15: TEXTILES, PANELES Y TABLEROS A BASE DE FIBRA DE LINO.	24
ILUSTRACIÓN 16: FIBRAS DE CELULOSA.	25
ILUSTRACIÓN 17: FIBRA DE COCO.	27
ILUSTRACIÓN 18: ALMIDÓN DE MAÍZ.	28
ILUSTRACIÓN 19: CÁSCARA DE MANÍ.	29
ILUSTRACIÓN 20: BIOPOLÍMERO A BASE DE ALMIDÓN DE MAÍZ.	31
ILUSTRACIÓN 21: TABLEROS CON CÁSCARA DE MANÍ.	33
ILUSTRACIÓN 22: YESO BLANCO.	35
ILUSTRACIÓN 23: CÁSCARA DE MANÍ MOLIDA.	46
ILUSTRACIÓN 24: MOLINO DE IMPACTO PARA MOLER LA CÁSCARA DE MANÍ.	46
ILUSTRACIÓN 25: CÁSCARA DE MANÍ.	54
ILUSTRACIÓN 26: YESO AL GRANEL.	55
ILUSTRACIÓN 27: MAICENA.	55
ILUSTRACIÓN 28: COLA BLANCA.	56
ILUSTRACIÓN 29: TERMÓMETRO LÁSER.	56
ILUSTRACIÓN 30: MOLDE DE SILICONA.	57
ILUSTRACIÓN 31: TABLAS MDF DE 50*50.	57
ILUSTRACIÓN 32: CINTA AISLANTE NEGRA.	58
ILUSTRACIÓN 33: FOCO LED DE 30W.	58
ILUSTRACIÓN 34: MOLINO DE IMPACTO.	59
ILUSTRACIÓN 35: EXTENSIÓN PARA EL FOCO LED.	59
ILUSTRACIÓN 36: FABRICACIÓN DE LA CÁMARA DE CALOR.	60
ILUSTRACIÓN 37: UNIÓN DE LAS TABLAS DE MADERA MDF CON LA COLA BLANCA.	61
ILUSTRACIÓN 38: PROCESO DE FABRICACIÓN DE LA CAJA.	61

ILUSTRACIÓN 39: REFUERZO DE LA CAJA CON CINTA AISLANTE	62
ILUSTRACIÓN 40: SEPARACIÓN DE LA CAJA EN DOS PARTES.	62
ILUSTRACIÓN 41: COLOCACIÓN DEL FOCO LED EN UN LADO DE LA CAJA.....	63
ILUSTRACIÓN 42: CÁSCARA DE MANÍ EN EL MOLINO DE IMPACTO.	63
ILUSTRACIÓN 43: CÁSCARA DE MANÍ MOLIDO.....	64
ILUSTRACIÓN 44: CANTIDADES DE MATERIAL DE LA DOSIFICACIÓN #1.	65
ILUSTRACIÓN 45: PESO DEL YESO.	65
ILUSTRACIÓN 46: PESO DE LA CÁSCARA DE MANÍ.....	66
ILUSTRACIÓN 47: PESO DE LA MAICENA.....	66
ILUSTRACIÓN 48: PESO DEL AGUA.	67
ILUSTRACIÓN 49: PESO DE LA MAICENA.....	67
ILUSTRACIÓN 50: PESO DE LA CÁSCARA DE MANÍ.....	68
ILUSTRACIÓN 51: MATERIALES LISTOS PARA MEZCLAR.....	68
ILUSTRACIÓN 52: MEZCLA DE LOS MATERIALES.	69
ILUSTRACIÓN 53: MEZCLA LISTA PARA VERTIR EN LOS MOLDES.	69
ILUSTRACIÓN 54: COLOCACIÓN DE LA MEZCLA EN LOS MOLDES.....	70
ILUSTRACIÓN 55: COLOCACIÓN DE LA MEZCLA EN LOS MOLDES.....	70
ILUSTRACIÓN 56: PANEL DE LA PRIMERA DOSIFICACIÓN.	71
ILUSTRACIÓN 57: CANTIDADES DE MATERIAL DE LA DOSIFICACIÓN #2.	71
ILUSTRACIÓN 58: PANEL DE LA SEGUNDA DOSIFICACIÓN.	72
ILUSTRACIÓN 59: CANTIDADES DE MATERIAL DE LA DOSIFICACIÓN #3.	72
ILUSTRACIÓN 60: CANTIDADES DE MATERIAL DE LA DOSIFICACIÓN #4.....	73
ILUSTRACIÓN 61: CANTIDADES DE MATERIAL DE LA DOSIFICACIÓN #5.	73
ILUSTRACIÓN 62: PANELES DE LA TERCERA, CUARTA Y QUINTA DOSIFICACIÓN.....	74
ILUSTRACIÓN 63: SECADO DE LOS PANELES AL SOL.	74
ILUSTRACIÓN 64: CODIFICACIÓN DE LOS PANELES.....	75
ILUSTRACIÓN 65: PREPARACIÓN DE LA CAJA PARA LAS PRUEBAS EXPERIMENTALES...	76
ILUSTRACIÓN 66: COLOCACIÓN DEL PANEL EN LA CAJA.	77
ILUSTRACIÓN 67: COLOCACIÓN DEL PANEL CERCA DEL FOCO.	77
ILUSTRACIÓN 68: COLOCACIÓN DE LA TAPA DE LA CAJA.	78
ILUSTRACIÓN 69: TEMPERATURA DE 32°C EN LA CARA CALIENTE DEL PANEL DE LA DOSIFICACIÓN 1.	78
ILUSTRACIÓN 70: TEMPERATURA DE 27,3°C EN LA CARA FRÍA DEL PANEL DE LA DOSIFICACIÓN 1.	79
ILUSTRACIÓN 71: TEMPERATURA DE 32,8°C EN LA CARA CALIENTE DEL PANEL DE LA DOSIFICACIÓN 2.	80
ILUSTRACIÓN 72: TEMPERATURA DE 27,4°C EN LA CARA FRÍA DEL PANEL DE LA DOSIFICACIÓN 2.	80
ILUSTRACIÓN 73: TEMPERATURA DE 30,9°C EN LA CARA CALIENTE DEL PANEL DE LA DOSIFICACIÓN 3.	81
ILUSTRACIÓN 74: TEMPERATURA DE 27°C EN LA CARA FRÍA DEL PANEL DE LA DOSIFICACIÓN 3.	81
ILUSTRACIÓN 75: TEMPERATURA DE 31,2°C EN LA CARA CALIENTE DEL PANEL DE LA DOSIFICACIÓN 4.	82

ILUSTRACIÓN 76: TEMPERATURA DE 31,2°C EN LA CARA CALIENTE DEL PANEL DE LA DOSIFICACIÓN 5.	82
ILUSTRACIÓN 77: CONDUCTIVIDAD Y RESISTENCIA TÉRMICA DE LA DOSIFICACIÓN 1. ..	83
ILUSTRACIÓN 78: CONDUCTIVIDAD Y RESISTENCIA TÉRMICA DE LA DOSIFICACIÓN 2. ..	84
ILUSTRACIÓN 79: CONDUCTIVIDAD Y RESISTENCIA TÉRMICA DE LA DOSIFICACIÓN 3. ..	84
ILUSTRACIÓN 80: CONDUCTIVIDAD Y RESISTENCIA TÉRMICA DE LA DOSIFICACIÓN 4. ..	85
ILUSTRACIÓN 81: CONDUCTIVIDAD Y RESISTENCIA TÉRMICA DE LA DOSIFICACIÓN 5. ..	85
ILUSTRACIÓN 82: 2DO PROTOTIPO DE PANEL DE LA QUINTA DOSIFICACIÓN EXPUESTO AL SOL.....	86
ILUSTRACIÓN 83: TEMPERATURA DEL SEGUNDO PANEL DE LA DOSIFICACIÓN 5 EXPUESTO AL SOL.....	87
ILUSTRACIÓN 84: CONDUCTIVIDAD Y RESISTENCIA TÉRMICA DEL SEGUNDO PANEL DE LA DOSIFICACIÓN 5.	87
ILUSTRACIÓN 85: PESO DEL PANEL DE LA PRIMERA DOSIFICACIÓN (360 GRAMOS).	88
ILUSTRACIÓN 86: PESO DEL PANEL DE LA SEGUNDA DOSIFICACIÓN (411 GRAMOS).	89
ILUSTRACIÓN 87: PESO DEL PANEL DE LA TERCERA DOSIFICACIÓN (354 GRAMOS).....	89
ILUSTRACIÓN 88: PESO DEL PANEL DE LA TERCERA DOSIFICACIÓN (369 GRAMOS).....	90
ILUSTRACIÓN 89: PESO DEL PANEL DE LA TERCERA DOSIFICACIÓN (360 GRAMOS).....	90
ILUSTRACIÓN 90: RANGO DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DEL HORMIGÓN.....	92

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: PROPIEDADES DEL ALMIDÓN DE MAÍZ.	31
TABLA 2: PROPIEDADES DE LA CÁSCARA DE MANÍ.....	33
TABLA 3: PROPIEDADES DEL YESO BLANCO.....	36
TABLA 4: TÉCNICA E INSTRUMENTOS.....	51
TABLA 5: DENSIDAD DE LOS PANELES.....	91
TABLA 6: TABLA COMPARATIVA DE LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA.....	94
TABLA 7: PRESUPUESTO UNITARIO DEL PANEL DE LA QUINTA DOSIFICACIÓN.	95

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: DESMOLDADO DE LOS PRIMEROS PANELES.....	103
--	-----

INTRODUCCIÓN

El cambio climático se ha intensificado en los últimos años debido a los problemas que se relacionan a las altas temperaturas alrededor del mundo, siendo la ciudad de Guayaquil una de las afectadas debido a su localización geográfica, lo cual ha desencadenado condiciones climáticas extremas. En sectores como la Martha de Roldós, estas afectaciones climáticas han impactado significativamente la calidad de vida de los residentes, los cuales suelen enfrentar un sobrecalentamiento dentro de sus viviendas, y también aumentos con su consumo energético debido al constante uso de aires acondicionados y ventiladores para minimizar el impacto del calor. (Inamhi, 2025)

Frente a esta problemática, el presente trabajo de titulación plantea el diseño de un prototipo de panel de aislamiento térmico utilizando materiales ecológicos, innovadores y con un costo bajo como lo son el almidón de maíz y la cáscara de maní; por una parte, el precio del almidón de maíz por kg cuesta entre \$2 y \$3, mientras que, la cáscara de maní suele ser un residuo agroindustrial, con lo cual se lo podría conseguir sin costo alguno.

El presente trabajo se estructura en cuatro capítulos: el primer capítulo aborda el planteamiento del problema, los objetivos y la hipótesis; el segundo capítulo se compone del marco teórico y legal; el tercer capítulo detalla la metodología empleada para la fabricación y la evaluación de los paneles, y por último, el cuarto capítulo presenta el paso a paso de la fabricación de los paneles, de la cámara de calor experimental; los resultados experimentales y la comparación de la conductividad térmica del mejor panel con materiales convencionales de la construcción.

La finalidad de este proyecto es proponer una solución sostenible que contribuya a la mejora de las condiciones térmicas de las viviendas en zonas afectadas por las altas temperaturas, promoviendo a su vez el uso de residuos agroindustriales como la cáscara de maní, con potencial aplicabilidad en el sector de la construcción.

CAPÍTULO I

ENFOQUE DE LA PROPUESTA

1.1 Tema:

Diseño de un prototipo de panel de aislamiento térmico para viviendas del sector Martha de Roldós de Guayaquil.

1.2 Planteamiento del Problema:

El calentamiento global, que corresponde a los aumentos de la temperatura a nivel mundial, es, probablemente, uno de los desafíos más significativos a los que se enfrenta el ser humano. Esta problemática surge a raíz de la acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera, lo cual es producto de las propias actividades del ser humano, tales como la quema de combustibles y otros procesos de industrialización masiva. Los impactos que puede llegar a tener el aumento de la temperatura son realmente preocupantes, por ejemplo, tenemos el derretimiento de los glaciares, que, en consecuencia, genera un aumento del nivel del mar, la intensificación de ciertos fenómenos meteorológicos, como, por ejemplo: olas de calor, inundaciones, huracanes, entre otros.

Estos cambio climáticos también, ponen en riesgo a la biodiversidad, esto debido a que, algunas especies se deben enfrentar a ciertas dificultades como por ejemplo la adaptación de nuevas condiciones climáticas, que, en algunos casos puede que no ocurra, lo que puede llegar a ocasionar el riesgo de extinción de dichas especies. En algunas zonas secas de Guayaquil, específicamente el sector Martha de Roldós, las condiciones climáticas extremas, como por ejemplo las temperaturas elevadas durante el día y descensos significativos por la noche, ocasionan un impacto directo en el confort térmico de las viviendas. Este entorno desfavorable afecta la calidad de vida de los habitantes, quienes son los que enfrentan problemas como el sobrecalentamiento en interiores, la dificultad para dormir e incluso un aumento en el consumo energético a causa del uso excesivo de ventiladores o aires acondicionados.

A esta problemática se le suma también la presencia de ciertos fenómenos climáticos como por ejemplo el “Fenómeno El Niño”, que incrementa la temperatura ambiental debido al aumento de la radiación solar y la alteración de los patrones de los vientos. Dichos cambios no solo afectan la percepción de calor, sino que generan graves problemas de salud relacionados a los golpes de calor y la deshidratación, especialmente en sectores vulnerables.

Las viviendas en el sector Martha de Roldós, varían entre edificaciones de una sola planta, dos plantas e incluso tres; son de hormigón y ladrillo en su mayoría, materiales que, no suelen tener una gran capacidad de aislamiento térmico, razón por la cual se produce una gran acumulación de calor durante el día.

En áreas rurales y de bajos ingresos, este problema se agrava aún más, esto debido a que las familias no tienen mayor acceso a tecnologías avanzadas ni a materiales especializados para mejorar las condiciones térmicas de sus viviendas. Incluso, las alternativas existentes, como los sistemas de aire acondicionado, son económicamente inviables para estas comunidades.

Además, la falta de diseños arquitectónicos adaptados al entorno natural de estas zonas, como la orientación adecuada, la ventilación cruzada y el uso de sombras, contribuye a un empeoramiento de las condiciones térmicas. Estas problemáticas resaltan la necesidad de desarrollar soluciones económicas y prácticas en donde se pueda hacer provecho de los materiales locales y las estrategias pasivas para mitigar estos efectos del clima árido, mejorando el confort térmico y reduciendo los costos energéticos.

1.3 Formulación del Problema:

¿La elaboración de un panel de aislación térmica para las viviendas del sector Martha de Roldós es una propuesta factible para reducir las altas temperaturas dentro de las viviendas?

1.4 Objetivo General

Diseñar un prototipo de un panel de aislamiento térmico para las viviendas del sector Martha de Roldós de Guayaquil.

1.5 Objetivos Específicos

- Analizar los registros climáticos de los meses más calurosos de Guayaquil por medio de la revisión de los boletines disponibles en la página del Inamhi.
- Investigar las características y propiedades de los materiales ecológicos a utilizar para el panel de aislación térmica por medio de revisión bibliográfica.
- Elaborar los prototipos de los paneles de aislación térmica por medio de mezclas con distintas dosificaciones específicas.
- Medir la capacidad de aislación térmica de cada panel por medio de ensayos comparativos experimentales utilizando una cámara de calor experimental y un termómetro láser.

1.6 Hipótesis (investigaciones cuantitativas)

Si se aplican paneles de aislación térmica en las viviendas del sector Martha de Roldós de Guayaquil se minimizará la transmisión de calor generada por las altas temperaturas.

1.7 Línea de Investigación Institucional / Facultad.

Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1 Marco Teórico

2.1.1 Antecedentes

Para poder tener una noción del enfoque que le daremos a este trabajo, es importante basarnos en los trabajos que anteriormente hayan realizado otras personas, para tomar estos conocimientos y orientarlos a este.

En primer lugar, tenemos un artículo titulado Comportamiento térmico estacional de fachadas verdes conformadas por especies trepadoras perennes en muros máxicos orientados al oeste. Estudio de casos en zonas áridas, en donde se procura evaluar el comportamiento térmico estacional de las fachadas verdes tradicionales, conocidas también por sus siglas FVT. Dicha evaluación se la realiza en ambientes interiores y exteriores, principalmente en zonas áridas. La metodología que sigue este trabajo es la de desarrollar ensayos experimentales en condiciones controladas en tres muros de mampostería, en donde un muro no tiene ningún tipo de cobertura, mientras que los otros dos muros poseen una cobertura vegetal; los tres muros se encuentran orientados al oeste, y aislados al este, sur y norte.

Se supervisaron las variables climáticas —temperatura ambiente exterior e interior, y temperatura superficial exterior e interior— durante dos lapsos de siete días durante invierno y verano del 2021-2022. Los resultados obtenidos indican fluctuaciones de la temperatura en los muros cubiertas por vegetación en comparación con el muro observado. Son capaces de incrementar la temperatura ambiente interior en invierno hasta 0.8 °C, disminuir en verano hasta 4.4 °C y reducir la temperatura ambiente exterior mediata hasta 3.9 °C durante la estación de calor. (Suárez, 2023, pág. 84)

Dicha metodología logra demostrar la eficacia de aplicar una estrategia que no requiere mayor complejidad tecnológica para poder generar una mejora en el

comportamiento térmico de los espacios, y, además, contribuir a una eficiencia energética, junto con la disminución de las temperaturas, especialmente a escala urbana en las ciudades que poseen un clima árido.

Otro ejemplo de un trabajo relacionado a la aislación térmica es el de “Sistema constructivo como estrategia de aislante térmico para las viviendas de Tarapoto”, en donde se realiza una investigación con un enfoque evaluativo con respecto a la eficacia de los distintos tipos de sistemas constructivos que sirven como aislantes térmicos para las viviendas de Tarapoto. En dicho trabajo de investigación se utiliza un enfoque cuantitativo para poder obtener una muestra. Los resultados de este trabajo lograron demostrar la diversidad de enfoques que hay para las viviendas, algunas optando por la implementación de medidas de aislamiento térmico y otras optando por los sistemas de control de temperaturas.

La sensación de los residentes mostró malestar general a causa de las elevadas temperaturas. El estudio exhaustivo reveló que sistemas de construcción apropiados, tales como adobe, tapial, prefabricados y construcciones modulares, en combinación con tácticas de resistencia al calor, incrementaron notablemente la regulación del calor y la calidad de vida. La selección de materiales tuvo un impacto en la habitabilidad, resaltando los materiales no convencionales por su resistencia y aislamiento térmico, en contraposición a los tradicionales. (López, 2023)

Este trabajo destaca la importancia de aplicar prácticas constructivas sostenibles, y también, la importancia de optar por diseños eficaces que sean capaces de contrarrestar las condiciones adversas, y, en consecuencia, mejorar el confort térmico de las viviendas.

Ahora se presenta un trabajo, en donde los investigadores proponen el desarrollo de un panel que funcione como un aislante acústico y térmico, a partir de la utilización de cáscaras de huevo y almidón de maíz. Lo que propusieron fue enfocarse en sacar provecho de las propiedades de los recursos naturales para poder llevar a cabo la elaboración de un panel termoacústico. Por medio de experimentos buscaban combinar de manera eficaz dichos materiales para poder crear un material alternativo, de manera que se reduzca la demanda energética en edificaciones.

Podemos denominar este enfoque como innovador, ya que tiene un gran potencial de contribuir a la construcción sostenible, al utilizar dichos recursos renovables, y que, terminan siendo, subproductos del sector alimentario. Esto debido a la necesidad de hallar soluciones alternativas para contribuir a la reducción de los desechos avícolas, y, utilizarlos en el sector constructivo. La investigación que realizaron demuestra las fortalezas del panel frente a distintas pruebas como la del aislamiento acústico, la resistencia a la humedad, la conductividad térmica, la resistencia al fuego, y finalmente mostrando una opción económica. (Lee & Loor, 2024)

Por otro lado, tenemos un trabajo basado en la revisión bibliográfica en donde se realiza un análisis de los sistemas de aislamiento térmico en edificaciones residenciales de hormigón. Esta investigación tuvo un enfoque analítico en donde se identificaron ciertos aspectos económicos y técnicos, relacionados principalmente a la humedad relativa y la temperatura en distintos climas de Colombia. Este análisis se considera como un aspecto esencial para la mejora de la eficiencia energética de las edificaciones de hormigón. Es por esto que, se realiza la evaluación de las características de los distintos sistemas de aislamiento térmico, como, por ejemplo: la resistencia al paso del vapor de agua, la resistencia térmica, la conductividad térmica, el costo por metro cuadrado, y el costo unitario por cada sistema. Por último, el estudio demuestra que los sistemas de aislamiento térmico sirven como una opción efectiva y viable para poder contribuir a la mejora de la eficiencia energética en las edificaciones residenciales de hormigón, de manera que brinda un mejor confort; sin embargo, es importante también tomar en cuenta las desventajas de éstos, como, por ejemplo: los elevados costos de ciertos sistemas, el mayor cuidado posible al momento de la instalación, la mano de obra calificada, entre otros. (Ripoll, 2023, págs. 5-7)

Una buena opción para el aislamiento térmico, son los paneles térmicos, este trabajo titulado Elaboración de placas de aislamiento térmico a partir de fibra de coco empleando ácido poliláctico (PLA) como aglutinante es una prueba de ello. En vista de que, en la región del Caribe, la cáscara de coco es un residuo presente en diferentes lugares debido a la ausencia de procesos de tratamiento de residuos, los autores de este trabajo decidieron elaborar paneles de manera que se pueda generar una opción de reutilización de este residuo. Es por esto que, optaron por elaborar

placas de aislamiento térmico utilizando la fibra de coco utilizando PLA, conocido como ácido poliláctico, para que haga la función de aglutinante. Estudiaron el efecto que había en los dos tratamientos de la fibra de coco, un tratamiento con acetosol, y el otro con extracción de acetona, comparándolos sin tratar.

Se utilizó un prensado de las fibras a 14,7 KN y 186 °C para la elaboración de las láminas, el cual se distinguió por sus conductividades térmicas. Luego se llevó a cabo un fortalecimiento con PLA y se evaluó la resistencia en ensayos de tracción. Los hallazgos indicaron que la conductividad térmica de las láminas fue de: 0,1330 W/m°C con acetosol, 0,0792 W/m°C con extracción de acetona, 0,0332 W/m°C sin tratamiento y 0,0693 W/m°C sin tratamiento con PLA. Al estudiar la resistencia a la tracción, se consiguió un valor de $290,33 \pm 48,73$ N. (Espinoza Montero y otros, 2022)

Después de analizar los resultados, concluyen que el método viable para poder obtener un aislante térmico es utilizando la fibra de coco sin realizar el tratamiento, sin embargo, para mejorar las propiedades mecánicas serviría el PLA como aglutinante.

2.1.2 Causas de los aumentos de la temperatura

Los cambios de temperatura a nivel mundial son consecuencia de algunas malas prácticas como, por ejemplo, la quema de combustibles fósiles, las emisiones de gases en enormes cantidades los cuales terminan por liberarse en la atmósfera, lo cual genera un aumento del efecto invernadero y del calentamiento global. De todo lo anteriormente mencionado, es el efecto invernadero el principal causante del cambio climático. Se debe entender que ciertos gases de la atmósfera terrestre actúan de forma similar a la del cristal de un invernadero, es decir, reteniendo el calor y en consecuencia impidiendo que escape al espacio, generando lo que se conoce como calentamiento global.

Algunos de estos gases son producidos de forma natural, pero, son debido a las actividades realizadas por el ser humano, por ello, las concentraciones de los mismos aumentan en la atmósfera, principalmente la del:

- Dióxido de carbono, también conocido como CO₂.

- Metano.
- Óxido nitroso, combinación de nitrógeno y oxígeno.
- Gases fluorados, gases artificiales.

El dióxido de carbono que produce la actividad humana es sin duda alguna el principal causante del calentamiento global, de hecho, en el años 2020 la concentración del mismo en la atmósfera había aumentado hasta el 48% por encima del nivel preindustrial, que corresponde a antes del año 1750.

Los demás gases de efecto invernadero son también emitidos por las actividades humanas, pero en menor cantidad. Hay que recalcar que, el efecto invernadero del metano es mucho mayor que el del dióxido de carbono, sin embargo, el ciclo de vida del mismo en la atmósfera es mucho más breve. Por otro lado, el óxido nitroso es un gas que, al igual que el dióxido de carbono, se puede llegar a acumular en la atmósfera por muchas décadas, incluso siglos.

Considerando que cada tonelada de CO₂ liberada favorece el calentamiento global, todas las disminuciones en las emisiones ayudan a acelerarlo. Para frenar completamente el calentamiento global, es necesario lograr las cero emisiones netas de CO₂ a nivel global. Adicionalmente, disminuir la liberación de otros gases de efecto invernadero, como el metano, también puede generar impactos significativos para frenar el calentamiento global, especialmente en el corto plazo. (Europea, s.f.)

Según la Comisión Europea, para reducir los impactos negativos de los gases emitidos, se debe procurar alcanzar las cero emisiones netas de dióxido de carbono a nivel mundial, así mismo, reducir la emisión de los demás gases invernaderos. Si bien es cierto, decirlo es fácil, pero hacerlo una realidad es lo complicado, debido a que las grandes industrias que generalmente son las responsables de la emisión de estos gases, no van a cesar sus actividades, esto debido a que dicha acción podría representar pérdidas millonarias, pérdidas de producción, así como la pérdida de trabajo a falta de ingresos, entre otros, es por eso que, se debería optar por implementar soluciones sostenibles que contribuyan a una menor emisión de gases de efecto invernadero sin afectar la operación de las actividades humanas.

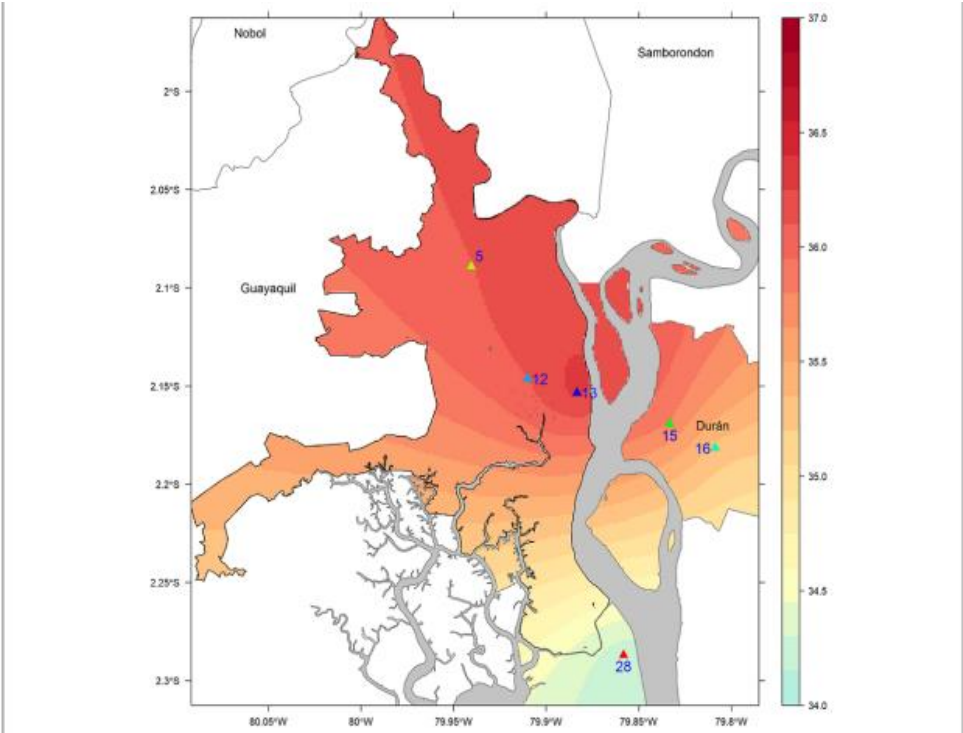
2.1.3 Condiciones climáticas de Guayaquil

El mundo atraviesa por una complicada situación climática durante los últimos años, esto debido al calentamiento global, la contaminación, entre otros factores. Las principales afectaciones a causa de esto las encontramos en las sequías, en las olas de calor, en los cambios de temperatura, e incluso la presencia de temperaturas extremas. Esta situación no es reciente, se viene dando desde hace muchos años, en donde por cada año que pasa, las temperaturas son más fuertes y, por ende, tienen un impacto negativo en la calidad de vida de las personas.

Según datos del Inamhi, durante el 19 y 20 de diciembre del 2024 se presentaron las siguientes temperaturas máximas y mínimas en algunos sectores de Guayaquil:

Desde las 07h00 hasta las 19h00 del jueves 19 de diciembre de 2024, se registró una temperatura máxima que fluctuó entre 34,2 °C y 36,3 °C. La temperatura más alta alcanzó 36,3 °C en la estación (EMC) Aeropuerto-DGAC, situada al norte de la ciudad. El viernes 20 de diciembre de 2024, desde las 00 horas hasta las 07 horas. La temperatura más baja se situó entre 23,6 °C y 24,5 °C. La temperatura más baja alcanzó los 23,6 °C; se registró en la estación (EMA) COE Montebello, situada al norte de la ciudad. (Inamhi, 2024)

Ilustración 1: Temperaturas máximas registradas el 19 de diciembre en Guayaquil desde las 07:00 hasta las 19:00.



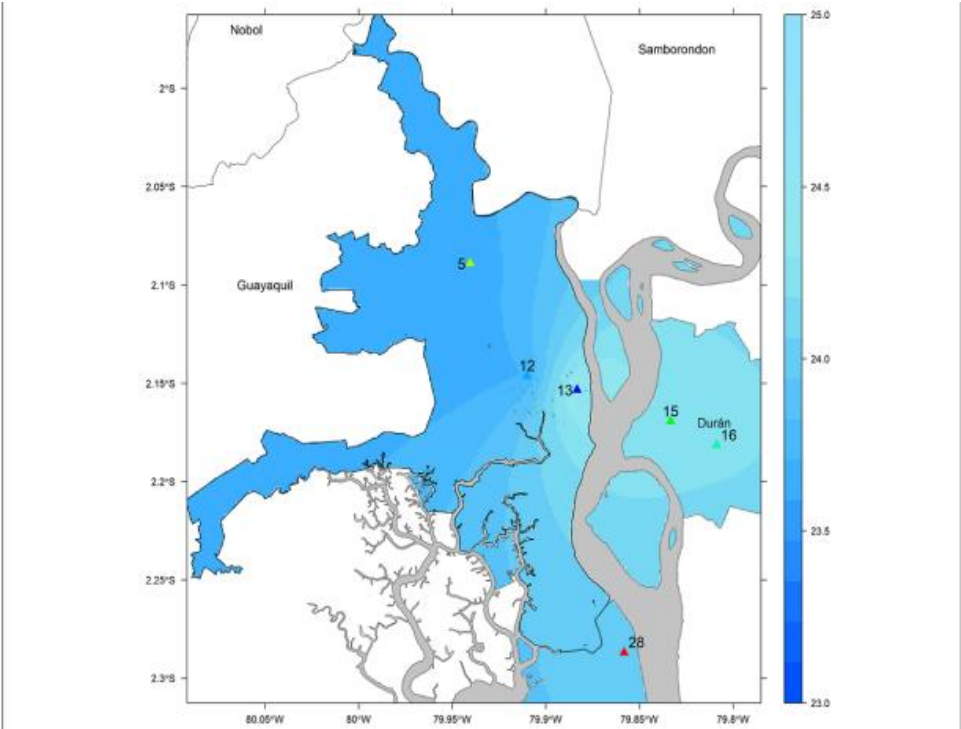
Fuente: Inamhi (2024)

Ilustración 2: Registro de las temperaturas máximas en cada estación.

ESTACIÓN	Tmax(°C)
5. EMA Montebello	36,1
12. EMA Facultad CCNN (UG)	36,1
13. EMC Aeropuerto (DGAC)	36,3
16. EMA Durán	35,8
17. EMA Universidad Bolivariana del Ecuador (UBE)	35,3
28. EMA Songa	34,2

Fuente: Inamhi (2024)

Ilustración 3: Temperaturas mínimas registradas el 20 de diciembre en Guayaquil desde las 00:00 hasta las 07:00.



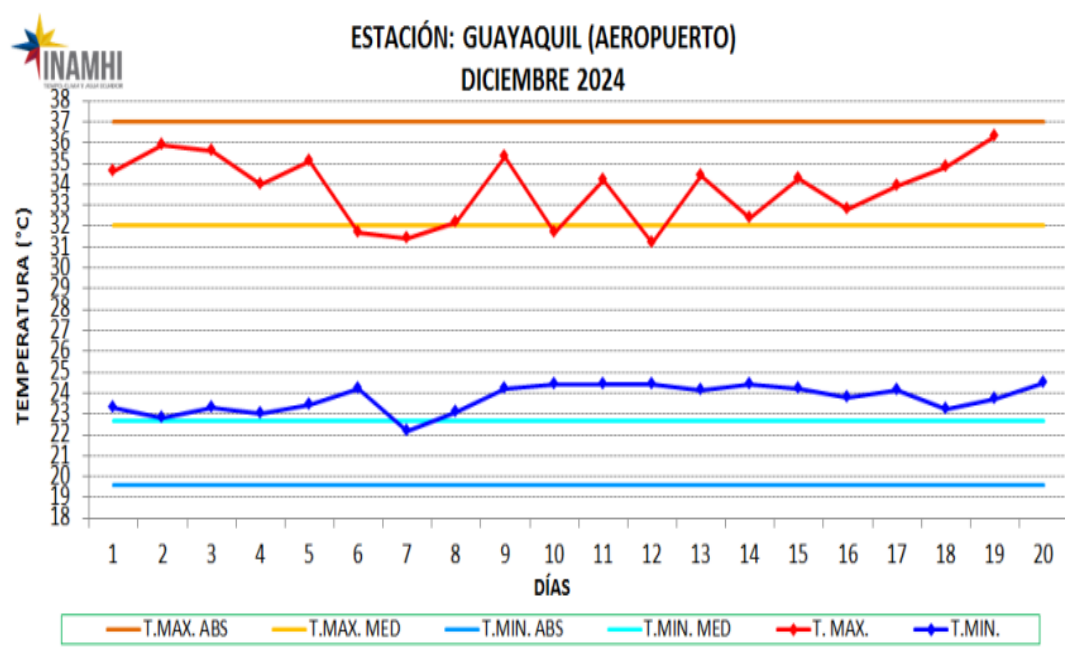
Fuente: Inamhi (2024)

Ilustración 4: Registro de las temperaturas mínimas en cada estación.

ESTACIÓN	Tmin (°C)
5. EMA Montebello	23,6
12. EMA Facultad CCNN (UG)	23,7
13. EMC Aeropuerto (DGAC)	24,5
16. EMA Durán	24,2
17. EMA Universidad Bolivariana del Ecuador (UBE)	24,2
28. EMA Songa	24,0

Fuente: Inamhi (2024)

Ilustración 5: Cuadro comparativo de las temperaturas registradas en Guayaquil desde la Estación Guayaquil Aeropuerto - DGAC.

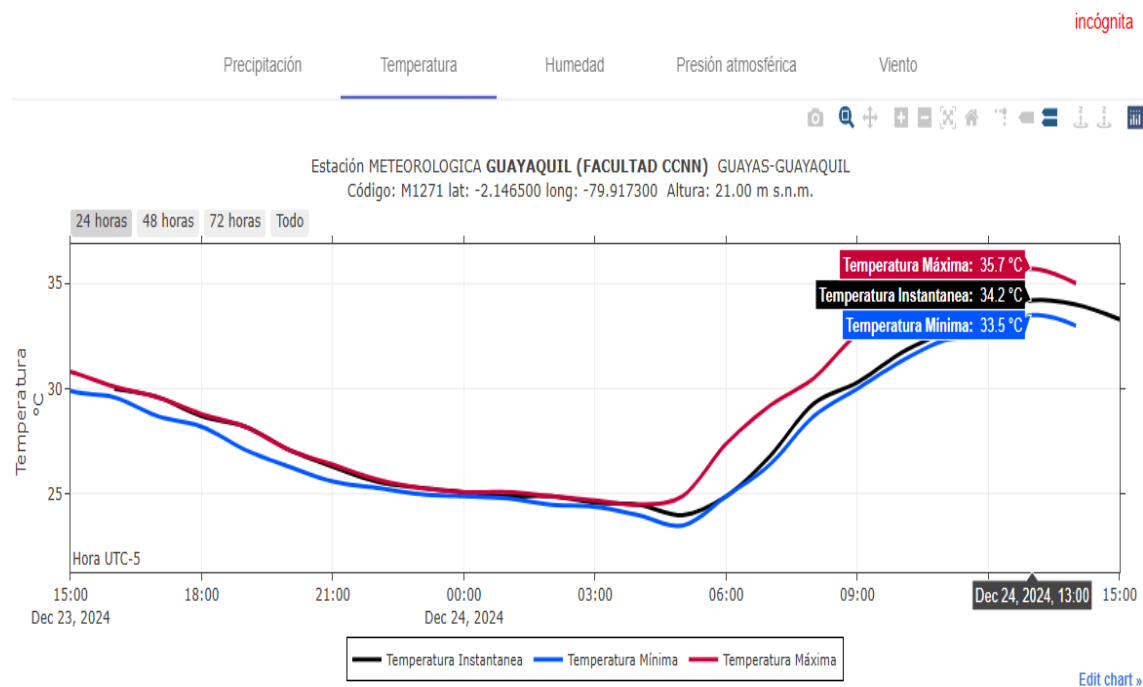


Fuente: Inamhi (2024)

Tomando en cuenta los registros y datos de la INAMHI con respecto a las temperaturas máximas registradas en una franja horaria de 07:00 a 19:00, podemos notar que 36,3 °C es la temperatura más alta del día 19 de diciembre, temperatura que resulta ser perjudicial para las personas debido a que, puede tener efectos negativos para la salud de las mismas, ya que las altas temperaturas generan estrés por calor a las personas, así como los golpes de calor, las quemaduras a causa del golpe directo del sol con la piel, entre otros.

Sin irnos tan lejos de la actualidad, podemos tomar como ejemplo la temperatura máxima registrada el día 24 de diciembre del 2024 en donde, gracias al Visor de estaciones meteorológicas e hidrológicas del INAMHI pudimos generar un gráfico en donde se puede observar la temperatura máxima registrada por la estación meteorológica Guayaquil (Facultad CCNN) fue de 35,7 °C a las 13:00 PM.

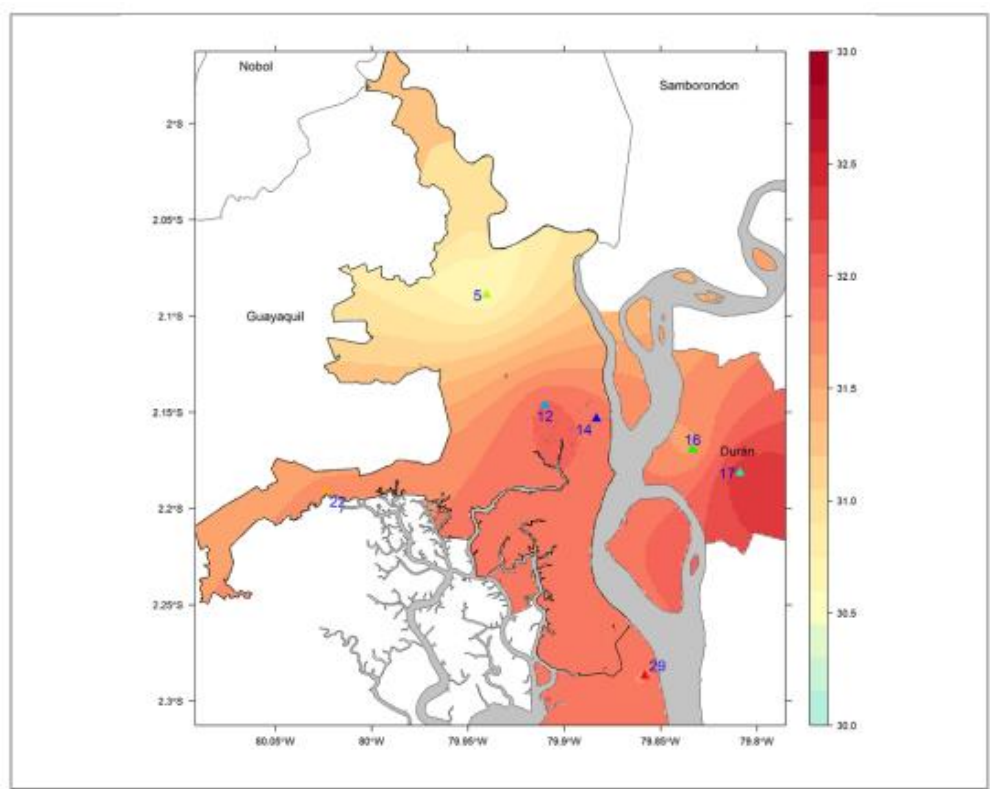
Ilustración 6: Registro de la temperatura máxima en Guayaquil el día 24 de diciembre del 2024.



Fuente: Inamhi (2024)

Ahora presentamos los datos del boletín climático de Guayaquil-Durán del mes de Abril del 2025, en donde las temperaturas máximas promedio oscilaron entre 30,6°C y 32,4°C. Siendo el mayor promedio de 32,4°C, el cual fue registrado en la estación (EMA) Universidad Bolivariana Ecuador (UBE) ubicada en Durán. (Inamhi, 2025)

Ilustración 7: Temperaturas máximas del mes de Abril del 2025.



Fuente: Inamhi (2025)

Ilustración 8: Registro de las temperaturas máximas en cada estación.

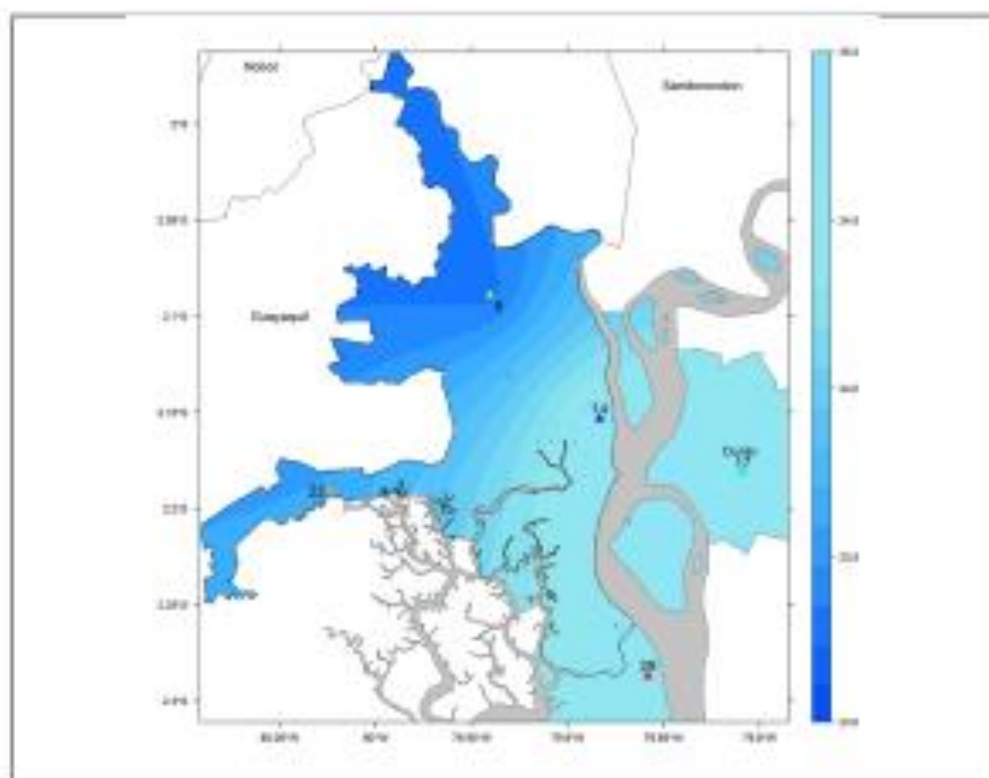
ESTACIÓN	Tmax med(°C)
5. EMA Montebello	30,6
12. EMA Facultad CCNN (UG)	32,0
13. EMC Aeropuerto (DAC)	31,9
16. EMA Duran	31,6
29. EMA Songa	31,8
17. EMA UBE-Duran (Universidad Bolivariana)	32,4

(a) Temperatura máxima promedio, Abril 2025

Fuente: Inamhi (2025)

Por otro lado, las temperaturas mínimas promedio oscilaron entre los 23,3°C y 24,6°C. Siendo el menor promedio de 23,3°C, el cual fue registrado en la estación (EMA) Montebello ubicada al norte de la ciudad de Guayaquil. (Inamhi, 2025)

Ilustración 9: Temperaturas mínimas del mes de Abril del 2025.



Fuente: Inamhi (2025)

Ilustración 10: Registro de las temperaturas mínimas en cada estación.

ESTACIÓN	Tmin med (°C)
5. EMA Montebello	23,3
13. EMC Aeropuerto (DAC)	24,6
29. EMA Songa	24,5
17. EMA UBE-Duran (Universidad Bolivariana)	24,5

(b) Temperatura mínima promedio Abril 2025

Fuente: Inamhi (2025)

Tomando en cuenta los registros y datos de la INAMHI con respecto a las temperaturas máximas registradas el mes de Abril del presente año, podemos notar que 33,6 °C es la temperatura máxima del mes, la más alta del día 14 específicamente, temperatura que si bien es cierto no es considerada una temperatura récord, sí es una temperatura que puede llegar a causar tener efectos negativos para la salud de las personas. (Inamhi, 2025)

Ilustración 11: Cuadro comparativo de las temperaturas registradas en Guayaquil desde la Estación Guayaquil Aeropuerto - DGAC

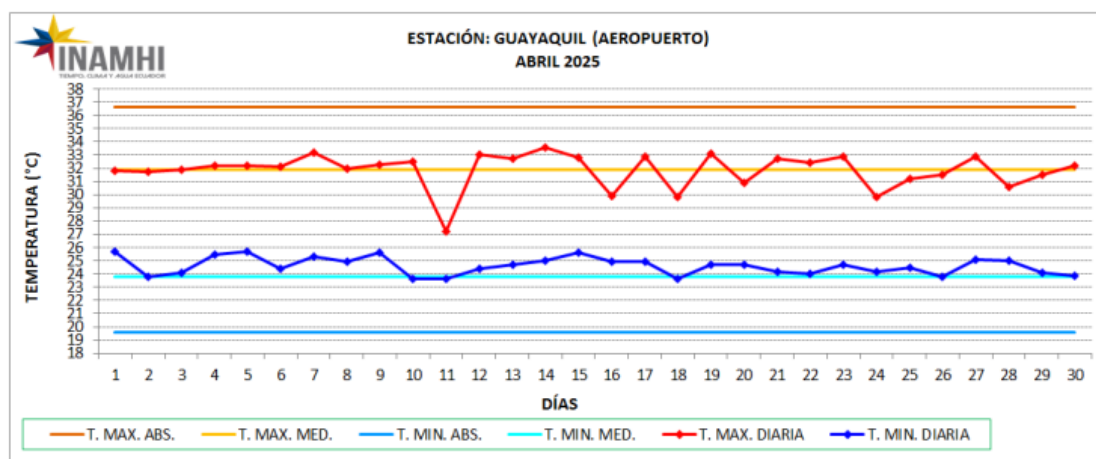


Figura 5: Temperatura Abril 2025 (Guayaquil Aeropuerto-DGAC)

Fuente: Inamhi (2025)

Si bien el sector Martha de Roldós no posee una estación meteorológica propia, la estación Guayaquil Aeropuerto DGAC, sirve como referencia para evidenciar las temperaturas máximas y mínimas que ha habido en la ciudad de Guayaquil. Estos datos de temperatura sirven también como una referencia de las temperaturas a las que tendrían que ser sometidos los paneles para realizar los procedimientos lo más apegado posible a la realidad.

Esto solo demuestra la grave situación por la cual estamos atravesando a nivel mundial, con estas temperaturas extremas que generan es una gran preocupación, no solo para la salud de las personas, sino también para su calidad de vida. Hay que tomar en cuenta también que, esta situación no es ocasional, sino que, se ha convertido en algo cotidiano con lo que las personas tienen que lidiar. Las altas

temperaturas, las olas y golpes de calor, las enfermedades causadas por el contacto directo al sol, entre otros.

2.1.4 Efectos de las olas y golpes de calor en los seres humanos

El golpe de calor es una condición frecuente causada por la exposición prolongada a temperaturas elevadas, usualmente debido a la exposición prolongada a altas temperaturas o al esfuerzo físico en altas temperaturas. La lesión por calor más severa es el golpe de calor y puede presentarse si la temperatura corporal llega a los 104 °F (40 °C) o superior. Esta condición es más común durante los meses de calor. (Clinic, 2024)

Según la acotación de Mayo Clinic con respecto a los golpes de calor, nos indica que es una afectación peligrosa para la salud de las personas, más aún si éstas no reciben el tratamiento adecuado, por ejemplo, un golpe de calor sin tratar puede causar daños en el cerebro, en los músculos, en el corazón, entre otros; y, el daño puede empeorar si no se tiene ningún tipo de precaución o cuidado, lo cual aumenta el riesgo de que las personas sufran complicaciones e incluso puedan morir.

El principal síntoma que puede presentar una persona a causa de los golpes de calor es, una alta temperatura corporal, es decir, de unos 39 °C o más. Otro de los síntomas es el comportamiento y/o estado mental alterado de la persona, por ejemplo, la confusión, la pérdida de la noción, la dificultad para hablar, incluso el delirio y las convulsiones.

El golpe de calor puede llegar a provocar también, alteraciones en la sudoración, por ejemplo, la piel puede llegar a sentirse totalmente seca y muy caliente al tacto. Otro de los efectos son los mareos o las sensaciones de náuseas. La piel tiende a enrojecerse mientras vaya aumentando la temperatura corporal. Pueden llegar a existir cambios en la respiración de la persona afectada, lo cual también puede desembocar en una aceleración en la frecuencia cardíaca, el pulso puede llegar a aumentar de manera significativa a causa del estrés que produce el calor. Y, por último, los dolores de cabeza.

2.1.5 Principales causas de los golpes de calor

La actividad extenuante es una de las principales causas de los golpes de calor, esto debido a que, la realización de actividad física intensa en un ambiente o clima caluroso genera un aumento en la temperatura corporal central, provocando una insolación. Cualquier persona que realice actividades físicas de gran esfuerzo tienen tendencia a sufrir de un golpe de calor, principalmente aquellas personas que no estén acostumbradas a las temperaturas altas.

Ahora tenemos el caso de los golpes de calor a causa de la exposición a ambientes calurosos, por ejemplo, la insolación sin realizar esfuerzo, que es el tipo de afectación que se produce cuando una persona está en un ambiente muy caluroso, que provoca un aumento en la temperatura corporal central. Este caso se relaciona al tema central de este trabajo, ya que, las viviendas que no se encuentran adecuadas para aislar las altas temperaturas tienden a ser los principales espacios y/o ambientes calurosos en donde la temperatura sube sin regularse y termina por afectar a las personas y generar los golpes de calor.

Cabe destacar que, estas afectaciones aparecen de una manera más rápida cuando las personas utilizan demasiada ropa, lo cual evita que el sudor pueda evaporarse con facilidad. Y también, a causa de la deshidratación, principalmente las personas que no tienen la costumbre de tomar agua todos los días, por ende, no pueden recuperar los líquidos perdidos al sudar.

2.1.6 ¿Cuáles son los factores de riesgo?

Hay que tener en cuenta que, a pesar de que todas las personas somos vulnerables a los golpes de calor, hay grupos que son mucho más vulnerables, por ende, el riesgo para ellos es mucho mayor.

Uno de los principales factores es la edad, ya que, la capacidad que pueda tener una persona para hacerle frente a los calores extremos depende de la fortaleza de su sistema nervioso central, por ejemplo, los niños poseen un sistema nervioso central que no se ha desarrollado a plenitud, mientras que, en el caso de los adultos

mayores, el sistema nervioso central empieza a deteriorarse, lo cual provoca que el organismo no tenga mayor capacidad para afrontar el cambio de temperatura en su cuerpo. Adicional a esto, estos dos grupos tienen a tener dificultados con su hidratación, lo cual solo genera un aumento del riesgo.

Ilustración 12: Síntomas del golpe de calor.



Fuente: Boletines Independencia (2024)

Otro de los factores es la exposición repentina a ambientes calurosos, por ejemplo, es muy probable que, las personas sean más propensas a las enfermedades relacionadas al calor si se exponen a aumentos de temperatura repentinos. Es importante que se le permita al organismo adaptarse al cambio de temperatura, sin embargo, se presenta un gran riesgo si el cuerpo es expuesto a altas temperaturas constantemente.

2.1.7 Materiales sustentables con funciones de aislación térmica

Existen algunos materiales que se pueden considerar como sustentables debido a su gran producción sin generar impactos ambientales mayores, disminuyendo el uso de los recursos naturales y generando menos residuos. Algunos de estos materiales son:

Corcho

El corcho es considerado un material ecológico y natural con una gran variedad de aplicaciones dentro de la industria de la construcción. Este, se obtiene de la corteza de los árboles de alcornoque, por ende, no existe la necesidad de talar los árboles para obtener este material, lo que significa que, podría considerarse un material renovable.

Las propiedades que posee, siendo un material reutilizable y reciclable, hacen de este material, una solución eficiente para proyectos afines a la bioconstrucción relacionados a la mejora de la eficiencia energética de las infraestructuras. También, al ser sostenible, contribuye a una reducida huella de carbono, a su vez que también favorece a la reducción del dióxido de carbono en la atmósfera. El uso del corcho aglomerado ofrece algunas ventajas, tal como se detallan a continuación:

Es un producto de alta densidad, lo que lo hace una excelente opción para el aislamiento sonoro. Además, tiene una baja conductividad térmica, lo que lo convierte en un excelente aislante que ayuda a mantener el hogar más fresco durante el verano y más caluroso en la estación invernal. Posee un índice de porosidad reducido, otra característica que potencia su papel de aislante térmico y favorece un significativo ahorro de energía. En conclusión, incrementa el confort interior de los edificios. (Cir62, 2022)

Ilustración 13: Planchas de corcho aglomerado.



Fuente: Corcho Ecuador (s.f.)

Lino

El lino es una planta, la cual puede brotar en distintos climas. Se la conoce popularmente por su uso milenario en fibras del sector textil, también, con los avances tecnológicos, se ha podido descubrir que dichas fibras son materiales que dan buenos resultados al tratarse de aislación térmica y acústica. Su funcionalidad se relaciona cercanamente a la del cáñamo, con la diferencia de sus características:

Respecto a la aislación térmica, el coeficiente de conductividad térmica del lino es bastante reducido, lo que significa que apenas permite la transmisión del calor. Sus fibras resultan sencillas de manipular y poseen la capacidad de ajustarse de manera óptima a las irregularidades de la estructura del armazón, asegurando de esta manera un aislamiento de alta calidad que también se distingue por su prolongada durabilidad. (Arquitectura sostenible, 2023)

Ilustración 14: Fibras de lino.



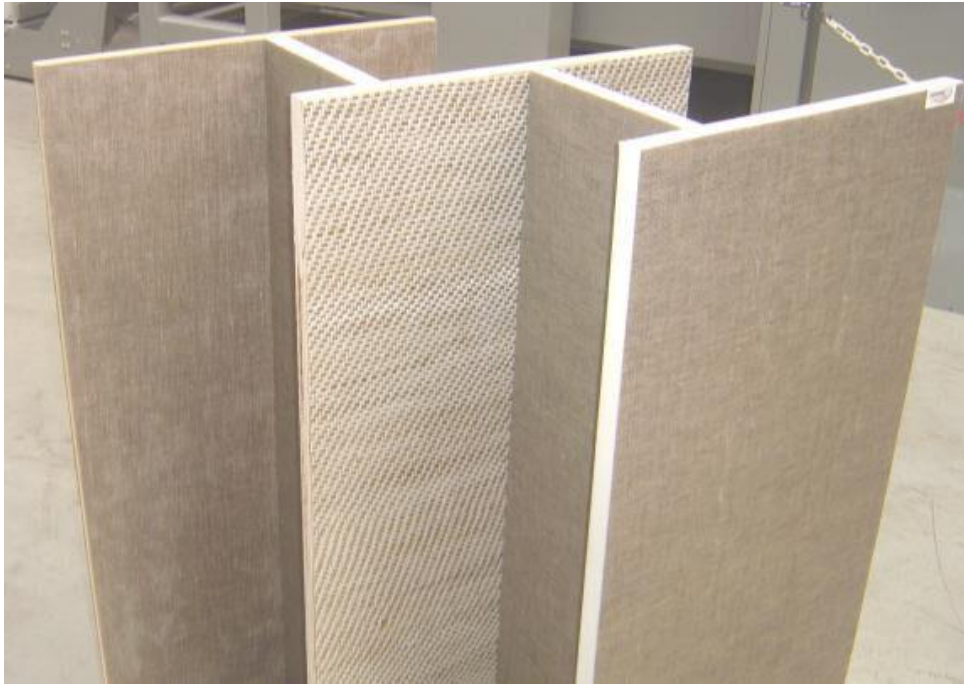
Fuente: Arquitectura sostenible (2023)

Entre las principales ventajas que ofrece la fibra de lino tenemos su característica ignífuga, es decir, posee una alta resistencia al fuego. Otra de las ventajas es que, son antisépticas, es decir, son resistentes a los hongos y bacterias. También, poseen una gran capacidad para absorber y regular la humedad. Tiene una gran resistencia natural ante los ataques por parte de roedores e insectos.

En cuanto a la comercialización de este material ya fabricado en los subproductos, se realizan en forma de placas, paneles o rollos, y, principalmente se los puede encontrar en las tiendas de bricolaje, específicamente para el aislamiento térmico de zonas como las paredes, las fachadas y los tejados.

Según la página de arquitectura sostenible, tenemos que, “El método más habitual de su venta es en paneles que contienen una combinación de un elevado porcentaje de lino termofijado con un leve porcentaje de poliéster... Estos se acoplan con facilidad a armarios de madera a través de grapas”. (Arquitectura sostenible, 2023)

Ilustración 15: Textiles, paneles y tableros a base de fibra de lino.



Fuente: Tectonica (s.f.)

Celulosa

La celulosa es un material que actúa como un aislante, el cual es producido por medio de la trituración del papel común para reciclar, especialmente aquel que proviene de los excedentes desechados de los periódicos. Luego de ser triturado, se lo mezcla con sales de boro, las cuales se utilizan para proteger la madera, también, poseen propiedades insecticidas y fungicidas, las cuales evitan el origen de plagas de insectos y de moho. Estas sales son inocuas, es decir, no son dañinas para las personas o animales.

Ilustración 16: Fibras de celulosa.



Fuente: Arquitectura sostenible (2021)

Entre las principales ventajas que nos ofrece el uso de la celulosa en la construcción tenemos, “Excelente aislante térmico con un coeficiente de conductividad reducido que impide la transferencia de calor y conserva energía, balanceando las temperaturas máximas y mínimas en verano y resguardando del frío en invierno”. (Arquitectura sostenible, 2021)

Otras de las ventajas es que, es un material higroscópico, lo que significa que tiene la capacidad de absorber el vapor de agua, de manera que reduce las condensaciones y permite que la vivienda pueda respirar. También, al ser mezcladas con las sales de boro, adquiere propiedades ignífugas, es decir, evitan que el fuego se propague, sin generar ningún tipo de gas tóxico. Además, las mismas sales de boro le proporcionan propiedades fungicidas, es decir, le ofrece una total protección contra todo tipo de plagas y hongos.

Ya que posee una baja densidad, su distribución es homogénea, lo que quiere decir que se adapta a cualquier cavidad, evitando puentes térmicos, y adquiriendo propiedades de aislación acústica. Otra de las principales ventajas es su baja emisión de CO₂ al momento de ser fabricada, ya que, se requiere de poca energía para poder

obtener el material final. Material que, se puede considerar como ecológico debido a que la materia que se utiliza para su fabricación es reciclada.

Fibra de coco

La fibra de coco suele utilizarse en algunas industrias como por ejemplo en la industria textil, agricultura, automovilística, y también, en la industria de la construcción. Una de las principales cualidades es que es una fibra inerte y duradera, esto debido a la lignina, lo que la hace ideal para utilizarla en la construcción resistente. También, es un material consistente ante el ataque de todo tipo de plagas. También posee una gran resistencia ante condiciones climatológicas adversas, como por ejemplo el calor extremo, incluso, es un material que, no se deforma ni se agrieta ante las altas temperaturas.

Una de las principales características de la fibra de coco es su capacidad de aislación, no solo acústica sino también térmica. Es por ello que se la utiliza en diferentes elementos dentro de la industria de la construcción. Por ejemplo:

Placas de fibra: suele ser uno de los productos más comercializados en la construcción, se utilizan generalmente en paredes, techos y suelos, con la finalidad de aplicar su aislación acústica y térmica.

Paneles: En este producto, la fibra de coco es unida al fibrocemento, para posteriormente ser utilizados en encofrados de suelos. Se considera un muy buen complemento para el cemento, mejorando las cualidades del mismo.

Bloques: Para la elaboración de bloques con fibra de coco, no solo se emplea dicha fibra, sino también la cáscara del mismo coco. Se la tritura y se la prensa para luego emplearla como material de construcción en trabajos menores como paredes, por ejemplo. (Arquitectura sostenible, 2022)

Ilustración 17: Fibra de coco.



Fuente: Hidroponía Ecuador (s.f.)

Aparte de las características termoacústicas que la fibra de coco puede poseer, también tiene una gran resistencia al agua, manteniendo índices de humedad bajos, e incluso puede albergar hasta 9 veces su peso en agua en su interior. Por lo tanto, es visto como un material específicamente sugerido para las áreas situadas en la costa. Además, es crucial considerar que la fibra de coco representa un excelente reemplazo del amianto, especialmente al combinarla con el cemento para la producción de paneles y placas. Por lo tanto, se puede catalogar como un material sustentable. (Arquitectura sostenible, 2022)

Almidón de maíz

El almidón de maíz, o también conocido como fécula de maíz, es un polvo fino, de color blanco, no posee ningún sabor ni olor, es insoluble al agua, y se obtiene por medio del proceso de molienda. El almidón como tal, es un polisacárido, considerado uno de los principales componentes de los granos del maíz. Es formado por dos polímeros de glucosa, uno llamado amilopectina, y otro llamado amilosa, las cuales se utilizan para la reserva de alimento de las plantas.

Ilustración 18: Almidón de maíz.



Fuente: Kitchen Academy (s.f.)

El almidón generalmente es utilizado para mezclarlo con otros elementos que, al ser fusionados, dan como resultado un producto final con características de aislación térmica y acústica. Adicional a esto, el maíz es uno de los productos mayormente producidos, con lo cual, podría ser un material de fácil acceso para la elaboración de productos de aislación térmica y acústica dentro de la industria de la construcción.

Cáscara de maní

La cáscara de maní es considerada un residuo agroindustrial que se obtiene al extraer la vaina del interior de la misma. Dicho residuo tiene una degradación muy lenta en condiciones naturales, también, la cáscara de maní posee distintos componentes bioactivos que resultan beneficios para los seres vivos. En el ámbito comercial, este residuo se lo utiliza como materia prima, biofiltros, relleno de fertilizantes, entre otros. (Anh, s.f.)

A pesar de esto, la mayoría de las cáscaras de maní terminan siendo enterradas o quemadas, lo cual ocasiona un problema de contaminación ambiental.

Es por esta razón que, se podría considerar a las cáscara de maní como un material innovador en la elaboración de un panel de aislación térmica, contribuyendo una concientización sobre la utilización de residuos agroindustriales para fines constructivos. (Anh, s.f.)

Ilustración 19: Cáscara de maní.



Fuente: El Agrario (2020)

2.1.8 Características y propiedades de los materiales sostenibles a utilizar para la fabricación de los paneles

Tomando en consideración que, en la actualidad se vive una crisis ambiental con respecto al cambio climático, se ha incrementado el interés en la utilización de materiales renovables y ecológicos en el sector de la construcción, principalmente para sistemas o productos que actúen como un aislante térmico, permitiendo una reducción en la demanda energética.

Por esta razón, después de haber investigado algunos materiales alternativos y sustentables para la fabricación de los paneles de aislación térmica, se determina que tanto el almidón de maíz como la cáscara de maní son los materiales ideales gracias a sus propiedades químicas y físicas, las cuales son favorables para utilizarlas

como componentes en paneles de aislación térmica. A continuación, se detallan dichas características y propiedades:

Almidón de maíz, la matriz aglutinante

El almidón de maíz, también conocido como maicena, es considerado un biopolímero natural, que se compone de amilopectina y amilosa, los cuales son dos polisacáridos que, al ser expuestos al agua y al calor, desarrollan la capacidad de formar una estructura gelatinosa. Dicha característica le permite al almidón actuar como una matriz aglutinante, lo cual es favorable al combinarse con otros materiales, en este caso, materiales de origen vegetal para la fabricación de compuestos sólidos como lo son los paneles de aislación térmica. (Mostafa & Ahmed, 2024)

También, el almidón de maíz posee una baja conductividad térmica, característica que la convierte en un aislante térmico. Esto se justifica por su estructura granular, la cual contribuye a capturar cantidades menores de aire, mismas que se encargan de dificultar el paso del calor a través del mismo material. Por dicha razón, este biopolímero es comúnmente utilizado para la formulación de bioplásticos, ya que tiene una gran capacidad de formar películas resistentes. (Monireh & Taban, 2023)

Ilustración 20: Biopolímero a base de almidón de maíz.



Fuente: Avellán, y otros (2020)

Otra característica importante del almidón de maíz es que, posee una gran disponibilidad a nivel comercial, tiene un costo muy bajo y no es tóxico, lo cual convierte a este material como una alternativa viable para implementar en la fabricación de los paneles de aislación térmica.

Tabla 1: Propiedades del almidón de maíz.

Propiedad	Descripción
Composición química	Principalmente amilosa (20%-30%) y amilopectina (70%-80%)
Estado físico	Es un polvo fino de color blanco con un sabor neutro
Conductividad térmica	La conductividad térmica es baja debido a su estructura granular porosa
Capacidad de formar gel	Al mezclarlo con agua caliente se forma un gel térmico estable. Se conoce también como espesamiento por gelatinización
Función aglutinante	Sirve como una matriz natural que uno los componentes con el que se lo quiera mezclar

Disponibilidad	Posee una disponibilidad alta ya que se comercializa como maicena
Ventajas adicionales	No es tóxico, es económico y es ecológico

Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

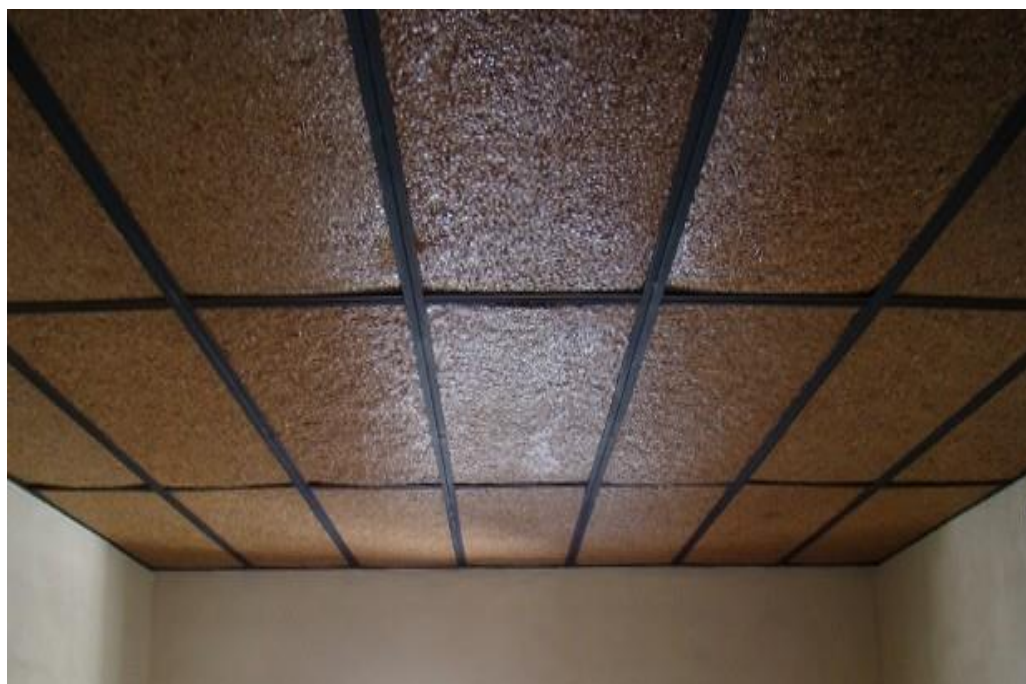
Cáscara de maní, el relleno aislante

La cáscara de maní es un residuo agrícola que se genera abundantemente, y también posee un valor económico muy bajo. Es un material muy poco estudiado con respecto a su uso en productos de aislación térmica, lo cual lo convierte en un material innovador.

La cáscara de maní se compone principalmente por fibras lignocelulósicas, teniendo la celulosa, la lignina y la hemicelulosa, propiedades que le otorgan una estructura porosa, liviana y resistente. La naturaleza de las fibras permite que se retenga el aire en su interior, lo cual genera una barrera térmica natural que contribuye a la reducción en la transferencia del calor. También, gracias a su densidad baja, se podría lograr que los paneles sean más livianos, logrando mantener una eficiencia térmica sin el riesgo de aumentar exponencialmente el peso del panel. (Bobet & Nassio, 2020)

La cáscara de maní se suele utilizar exitosamente en la producción de tableros aglomerados, y también de productos compuestos, debido a ello se puede destacar su facilidad al momento de ser triturada para posteriormente mezclarse con aglutinantes, en este caso con el almidón de maíz. Es por esto que, utilizar este material en este trabajo de investigación, contribuye a la utilización de residuos agrícolas, lo cual refuerza un enfoque de innovación y sostenibilidad. (Zambrano & Barreiro, 2022)

Ilustración 21: Tableros con cáscara de maní.



Fuente: El Puntano (2015)

Tabla 2: Propiedades de la cáscara de maní.

Propiedad	Descripción
Composición química	Fibra lignocelulósica: celulosa (45%-50%), hemicelulosa (20%-25%) y lignina (15%-20%)
Estructura	Su estructura es fibrosa y porosa, con cámaras de aire que contribuyen a la reducción de la transferencia térmica
Conductividad térmica	Posee una conductividad térmica baja ya que posee buena resistencia al paso del calor
Uso en materiales compuestos	Es utilizado en paneles aglomerados, en bioplásticos y en tablero MDF
Ventaja ecológica	Se reutiliza un residuo agroindustrial que generalmente se desecha
Textura y procesamiento	Es ligera, muy fácil de triturar y de mezclar con matrices naturales como lo es el almidón de maíz
Costo	El costo de obtención es muy bajo ya que se la puede obtener como residuo en ciertas industrias procesadoras de maní

Innovación	Al ser un material muy poco explorado en paneles de aislación térmica, se lo puede aportar como un punto de innovación para el trabajo de investigación
------------	---

Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Yeso blanco

El yeso es uno de los materiales más comunes en la fabricación de paneles, esto debido a su disponibilidad, facilidad y versatilidad en su aplicación. La obtención del yeso es gracias a la deshidratación parcial del yeso natural, conocido como sulfato de calcio dihidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), el cual, al ser mezclado con agua, forma una especie de pasta que fragua de manera rápida y posteriormente se endurece, recuperando al final su estructura cristalina original. (Química, s.f.)

Algunas de las principales propiedades del yeso son su capacidad de moldeado, lo cual es gracias a la consistencia plástica que tiene cuando se encuentra en un estado húmedo, por ende, el yeso se puede adoptar a cualquier molde, característica que lo convierte en un material ideal para la fabricación de paneles con distintos tipo de formas.

Otra de sus propiedades es que posee una baja conductividad térmica, esto se justifica en su valor de conductividad térmica que puede variar entre $0,25 \text{ W}/(\text{m}^\circ\text{C})$ a $0,50 \text{ W}/(\text{m}^\circ\text{C})$, característica que, si bien es cierto no lo convierte en un aislante térmico por sí solo, sí le proporciona cierta capacidad de poder causar un retraso en la transferencia de calor, principalmente cuando es combinado con otros tipos de materiales con una densidad baja o materiales que posean celdas y/o espacios de aire en su interior. (Arruda, 2020)

Otra de sus propiedades es la ignífuga, lo que se traduce como una resistencia al fuego, esto debido a que, durante el calentamiento, se libera agua en estado de vapor, característica que retrasa un aumento en la temperatura de la superficie expuesta al fuego. Por dicha razón, es un material utilizado comúnmente en

alternativas relacionadas a la protección pasiva contra los incendios. (Tecnologías M.T. Copeland, 2022)

Ilustración 22: Yeso blanco.



Fuente: Pintulac (2025)

Es un material compatible con distintos tipos de materiales naturales, ya que, similar al almidón de maíz, también actúa como un aglutinante al mezclarse con materiales de origen vegetal tales como residuos agrícolas, cáscaras y/o fibras, característica que lo convierte en un soporte estructural idóneo para la fabricación de paneles ecológicos. También, el yeso posee propiedades acústicas y estéticas, ya que posee un nivel de aislamiento acústico menor, y su superficie lisa y blanca, es favorable para emplearlos como acabados decorativos. (P&H Construyendo Soluciones, 2023)

Dentro del contexto de este trabajo de investigación, el yeso se toma como un material complementario para la fabricación de los paneles térmicos a realizarse. El uso del mismo tiene la finalidad de aprovechar su capacidad estructural, su facilidad de conformado, y su resistencia al fuego y al calor, potenciando de esta manera la unión con los demás materiales ecológicos como lo con la cáscara de maní,

contribuyendo de tal manera a una propuesta sostenible con un bajo impacto ambiental.

Tabla 3: Propiedades del yeso blanco.

Propiedad	Descripción
Nombre químico	El nombre es sulfato de calcio hemihidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$)
Color	Posee un color blanco y en ocasiones ligeramente grisáceo
Textura	En su estado normal es un polvo fino
Densidad aparente	La densidad en polvo seco es de $800 \text{ kg/m}^3 - 1100 \text{ kg/m}^3$
Conductividad térmica	La conductividad térmica varía entre $0,25 \text{ W/(m}^\circ\text{C)}$ a $0,50 \text{ W/(m}^\circ\text{C)}$
Tiempo de fraguado inicial	El tiempo varía dependiendo de los aditivos y la temperatura ambiente, rondando entre los 6 y 30 minutos
Tiempo de fraguado final	El tiempo varía entre 30 y 60 minutos
Resistencia a la compresión	La resistencia depende del tipo y de la mezcla, rondando entre los 5 Mpa y 15 MPa
Absorción de humedad	Posee una alta absorción de humedad debido a que es higroscópico
Resistencia al fuego	Posee una gran resistencia al fuego ya que actúa como un retardante natural de la transferencia de calor
Capacidad de moldeado	Es ideal para la formación de superficies lisas y detalladas

Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

2.2 Marco Legal

2.2.1 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. (Constitución del Ecuador, 2021, pág. 14)

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. (Constitución del Ecuador, 2021, pág. 18)

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. (Constitución del Ecuador, 2021, págs. 18-19)

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. (Constitución del Ecuador, 2021, págs. 35-36)

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. (Constitución del Ecuador, 2021, pág. 36)

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. (Constitución del Ecuador, 2021, págs. 160-161)

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. (Constitución del Ecuador, 2021, pág. 176)

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. (Constitución del Ecuador, 2021, pág. 176)

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. (Constitución del Ecuador, 2021, pág. 177)

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 (Constitución del Ecuador, 2021, pág. 185):

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. (Constitución del Ecuador, 2021, pág. 185)

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 (Constitución del Ecuador, 2021, pág. 187)

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. (Constitución del Ecuador, 2021, pág. 187)

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. (Constitución del Ecuador, 2021, pág. 188)

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. (Constitución del Ecuador, 2021, pág. 188)

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. (Constitución del Ecuador, 2021, pág. 188)

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 (Constitución del Ecuador, 2021, pág. 189):

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. (Constitución del Ecuador, 2021, pág. 189)

2. Regular la producción, importación, distribución, uso y disposición final de materiales tóxicos y peligrosos para las personas o el ambiente. (Constitución del Ecuador, 2021, pág. 189)

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. (Constitución del Ecuador, 2021, pág. 189)

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. (Constitución del Ecuador, 2021, pág. 191)

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 del Ecuador, 2021, pág. 191)

2.2.2 Norma Ecuatoriana de la Construcción

Eficiencia energética en edificaciones residenciales (EE)

El presente capítulo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) establece los criterios y requisitos mínimos para el diseño y construcción de edificaciones residenciales, con el fin de optimizar el consumo energético asegurando el confort térmico interno para los usuarios en función del clima donde el proyecto será emplazado. (NEC, 2018)

Bienestar térmico. Implica una ausencia de cualquier sensación de incomodidad o malestar térmico causado por condiciones inapropiadas de temperatura y humedad. (NEC, 2018, pág. 2)

Clima. Conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan una región, constituido por la radiación solar, lluvias, humedad, temperatura y vientos. (NEC, 2018, pág. 2)

Confort térmico. Condición mental derivada de la satisfacción con el ambiente térmico. (NEC, 2018, pág. 2)

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

Norma técnica ecuatoriana NTE INEN-EN 520 2018-06 placa de yeso laminado.

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. (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2025)

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. (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2025)

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. (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2025)

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

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

Este método de prueba proporciona un medio rápido para determinar las propiedades de transmisión térmica en estado estable de aislamientos térmicos y otros materiales con un alto nivel de precisión cuando el aparato se ha calibrado adecuadamente. (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2025)

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. (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2025)

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. (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2025)

- **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. (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2025)

2.2.4 Norma ASTM C1363: Método de prueba estándar para el rendimiento térmico de materiales de construcción y conjuntos de envolventes mediante un aparato de caja caliente.

Se debe realizar un análisis detallado del flujo de calor antes de utilizar el aparato de caja caliente en estructuras grandes y complejas. Una estructura que contenga cavidades entre superficies adyacentes, por ejemplo, un ático con techo inclinado, puede ser difícil de ensayar correctamente. Al diseñar la muestra de ensayo, se deben considerar los efectos del tamaño de la muestra, el movimiento natural del aire, los efectos de la ventilación, los efectos radiativos y los deflectores en la interfaz entre la protección y el medidor. (Advancing Standards Transforming Markets, 2024)

Dado que este método de ensayo se utiliza para determinar el flujo de calor total a través del área de prueba delimitada por la caja de medición, es posible determinar el flujo de calor a través de un elemento del edificio menor que el área de prueba, como una ventana o el área representativa de un panel, si se determina de forma independiente el flujo de calor paralelo a través del área circundante restante. (Advancing Standards Transforming Markets, 2024)

En el contexto de este trabajo de investigación, se propone la fabricación de paneles de aislación térmica por medio de la utilización de materiales ecológicos, tales como el almidón de maíz y la cáscara de maní, en mezcla con yeso. Esto con la finalidad de evaluar su eficiencia térmica, es por esto que, es importante contar con una referencia térmica que pueda respaldar este proceso experimental.

Dicho esto, se considera la norma ASTM C1363, también conocida como Standard Test Method for Thermal Performance of Building Materials and Envelope Assemblies by Means of a Hot Box Apparatus, que traducido al español sería el Método de prueba estándar para el rendimiento térmico de materiales de construcción y conjuntos de envolventes mediante un aparato de caja caliente. El motivo por el cual el trabajo se guiará con esta norma es porque dicha especificación técnica describe un proceso confiable en el cual se evalúa el comportamiento térmico de los paneles en condiciones de transferencia de calor, por medio de una cámara caliente, misma que servirá para introducir los paneles en las paredes de la cámara y evaluar la transferencia de calor por medio de un sensor de temperatura en un determinado período de tiempo.

Si bien es cierto, el equipo que se utiliza según la norma es un equipo profesional, el cual no está contemplado en el contexto de este trabajo de investigación, pero se toma en cuenta la lógica del ensayo la cual se considera replicable en una pequeña escala, utilizando materiales accesibles. Para este trabajo de investigación se tiene pensado emplear cajas de madera que actúen como las cámaras térmicas, y, dentro de las mismas se coloca el panel, en donde en una cara del panel estará expuesta al foco led que aumentará la temperatura, y el otro lado que estará a temperatura ambiente, de esta manera se pueden simular las condiciones mencionadas en la norma ASTM C1363.

La elección de esta norma es justificable si se toma en cuenta que, se alinea con la naturaleza del experimento casero que se pretende realizar, ya que se contempla un sistema de cámaras y la utilización de un sensor de temperatura, como por ejemplo un termómetro laser manual. También, nos permite comparar el rendimiento térmico por medio de diferentes muestras en condiciones controladas.

Esta norma es aceptada y reconocida a nivel internacional, principalmente por su referencia en el análisis de la eficiencia térmica de los materiales ecológicos para la construcción. Podemos concluir que, a pesar de que el método que se ha propuesto no se replica de manera exacta con el equipo profesional que menciona la norma, sí se respeta su principio físico, ya que, se lo adapta a un entorno académico. Gracias a esto, se podrán obtener resultados coherentes y válidos con respecto a los objetivos de este trabajo de investigación.

2.2.5 ASTM C518 / ASTM C578 (EE.UU.)

La presente normativa es netamente para poliestirenos, sin embargo, es utilizada como referente para la realización de paneles de aislación térmica no estructural. En esta normativa se utilizan dimensiones en rangos similares a la norma UNE-EN 13162:2012+A1, en donde se consideran placas de ensayo de 300 * 300 mm, e incluso de 300 mm * 350 mm. (MaTestLab, 2025)

Tomando en consideración la normativa ASTM C518 y ASTM C578, y también el hecho de que no existe una normativa técnica ecuatoriana que establezca específicamente las dimensiones de paneles de aislación térmica no estructurales hechos con materiales alternativos y/o sustentables, se opta por utilizar las medidas de 30*30*2 en base a ciertas normas internacionales que son aceptadas ampliamente dentro de la industria de la construcción.

2.2.6 Norma UNE-EN 13162:2012+A1

La presente normativa no hace referencia o mención de materiales alternativos como la cáscara de maní o la maicena para la fabricación de paneles de aislación térmica, sin embargo, se pueden tomar las medidas de los paneles especificados en

esta normativa como referencia ya que son de un uso común, principalmente en Europa.

Ilustración 23: Cáscara de maní molida.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 24: Molino de impacto para moler la cáscara de maní.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

La normativa Norma UNE-EN 13162:2012+A1 menciona que, el formato de los paneles suele ser de 600 mm * 600 mm, o también de 600 mm * 1200 mm. Sin embargo, para ensayos experimentales se pueden utilizar placas más pequeñas de medidas de 300 mm * 300 mm. (UNE Normalización Española, 2015)

2.2.7 Norma UNE-EN 12667:2002 / ISO 8302: Guarded hot plate apparatus

Tanto la norma ISO 8302 como la norma UNE-EN 12667, las cuales son una normativa de ensayos por placa (o panel) caliente guardada, establecen que, para considerar a un material como aislante térmico, el mismo debe tener una conductividad térmica menor a $0.06 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$, es decir, $\lambda \leq 0.06 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$. Esta información es de vital importancia ya que bajo ese parámetro se realizará la medición de la conductividad térmica de los paneles y de esta manera se podrá comprobar si los paneles pueden ser considerados como aislantes térmicos. (CEISLAB, 2022)

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque de la investigación:

El enfoque del trabajo de investigación es cuantitativo, esto debido a que se busca la recopilación, el análisis y la comparación de los datos que se obtengan gracias a las pruebas térmicas que se realizarán a los paneles de aislación térmica que fabricaremos. Este enfoque da acceso a la medición de forma objetiva del comportamiento térmico que posea cada panel, por medio de instrumentos como un termómetro láser que mida la temperatura de los paneles.

La investigación cuantitativa se define como una metodología que contribuye a la predicción de resultados y también, proporciona un respaldo con respecto a las conclusiones que se establezcan en la investigación. Los métodos de este tipo de investigación están diseñados para poder recopilar datos numéricos que se puedan utilizar para la medición de variables. Los datos cuantitativos que den como resultado, deben ser estadísticos y también estar estructurados, de manera que, se puedan presentar hallazgos concluyentes, y estos mismos deben estar basados en la recopilación de datos. (Compilatio, 2024)

Realizar un análisis cuantitativo facilita la comparación entre las distintas versiones del panel, ya que, no todos tendrán la misma dosificación. También, se facilitará la validación de la eficacia que tenga el panel como un elemento o producto que contribuya a la aislación térmica. La recolección de los datos de la temperatura se realizará de manera controlada, mientras que, los resultados serán interpretados por medio de la utilización de una herramienta estadística básica, como Excel, para poder organizar por panel los datos de temperatura obtenidos y calcular la conductividad y resistencia térmica, de manera que se pueda sustentar dicha información en las conclusiones de este trabajo de investigación.

3.2 Alcance de la investigación:

El alcance de este trabajo de investigación es exploratorio, esto debido a que, se manipularán algunas variables en relación a la fabricación de los paneles de aislación térmica con ciertos materiales como almidón de maíz, cáscara de maní, entre otros; para la observación y la medición del comportamiento térmico en situaciones controladas. Cabe resaltar que, el material que tendrá una mayor incidencia será la cáscara de maní.

Las dosificaciones realizadas para fabricar los paneles son en base a la relación agua/yeso con la que se realizan los paneles de yeso. La relación agua/yeso es de "0,5/1", lo cual significa que, por cada 0,5 unidades de agua, se colocará 1 unidad de yeso. (Leroy Merlin, 2023)

Con la relación agua/yeso establecida, se realiza un reemplazo parcial de que va desde los 25 hasta los 75 gramos de maicena y/o de cáscara de maní, según se determine en cada dosificación establecida.

De igual manera, se puede considerar como aplicada ya que, se busca la solución a una problemática práctica como lo es el mejoramiento del confort térmico para las viviendas ubicadas en zonas secas, por medio del desarrollo de un panel de aislación térmica como un material alternativo y sustentable.

Podemos destacar también que, el diseño de este trabajo de investigación es cuasiexperimental con la medición de dos variables dependientes, que en este caso serían la temperatura a la que se expone el panel, y la temperatura que transmite el panel al interior, es decir, al otro lado del panel; en función de la solución planteada que sería la elaboración del panel de aislación térmica.

3.3 Técnica e instrumentos para obtener los datos

La técnica de investigación es un proceso que se utiliza para recolectar y analizar la información con la finalidad de poder resolver una problemática, o también se lo puede utilizar para responder a alguna pregunta de investigación. Existen

distintas técnicas de investigación, entre ellas están las encuestas, la observación, las entrevistas, los experimentos, entre otros. Cada una de estas técnicas proporcionan ventajas y desventajas, con lo cual, es importante saber reconocer qué técnica se alinea de mejor manera según cada trabajo de investigación. (Arias, 2020)

Un instrumento de investigación es una herramienta que se utiliza con la finalidad de recolectar y analizar la información durante el proceso de la investigación. Dichos instrumentos pueden ser cuestionarios, fichas de cotejo, pruebas estandarizadas, escalas de medición, entre otros. Estos instrumentos contribuyen a los investigadores en la obtención de información confiable y precisa con respecto a la propuesta de investigación que realicen. (Arias, 2020)

La técnica principal para el trabajo de investigación será la observación cuantitativa mediante pruebas experimentales, en las que se simularán condiciones térmicas típicas de zonas secas. Se utilizará una cámara de transmisión de calor experimental con tablas de madera MDF, y también se expondrá al panel que posea la menor conductividad térmica al sol, de manera que, se pueda calcular la conductividad por medio de una metodología experimental como lo es con la cámara de calor casera experimental, y también calcular la conductividad por medio del calor directo del sol.

Es importante mencionar que, la cámara de calor experimental será colocada en un cuarto en donde no haya presencia de corrientes de aire que afecten la temperatura dentro de la cámara de calor, de manera que, no afecte la toma de temperatura de los paneles.

Los instrumentos a utilizar pueden incluir:

- Termómetro láser
- Cronómetros
- Cámara de calor experimental

- Hojas de registro o tablas en Excel para el almacenamiento de datos

Cada panel será sometido a una misma fuente de calor durante un tiempo determinado, y se anotará el comportamiento térmico a lo largo del tiempo.

Tabla 4: Técnica e instrumentos.

Técnica	Instrumentos
Experimentación y pruebas	Sistema de cámara de calor, sensor de temperatura.

Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

3.4 Población y muestra

En este trabajo de investigación la población y la muestra se representa en la cantidad de paneles que se realizarán. Fabricaremos distintos paneles con los cuales se experimentarán distintas dosificaciones. Al hacer esto, podremos identificar qué paneles presentan una menor o mayor conductividad térmica a causa del calor al que será expuesto. Se debe considerar también que, parte de la muestra son dos viviendas del sector Martha de Roldós, las cuales son de hormigón, por ende, la conductividad térmica y la resistencia térmica obtenida en el panel que posea el valor más bajo, será comparado con la conductividad y resistencia térmica común del hormigón. La comparación de los resultados del panel con menor conductividad térmica será realizada al final del capítulo 4.

La utilización de un termómetro laser manual será de vital importancia para poder medir las distintas temperaturas tanto máximas como mínimas que representen los paneles que serán sometidos a las pruebas de calor para el cálculo de la conductividad y la resistencia térmica.

La propuesta de este trabajo de investigación está orientada hacia ingenieros, arquitectos e incluso empresas que se dediquen a la utilización de materiales y/o componentes de aislación térmica, de manera que, se ofrezca una solución ecológica en el sector constructivo.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA O INFORME

Se fabricarán paneles térmicos experimentales utilizando materiales como el almidón de maíz, cáscara de maní, yeso blanco y agua, con la finalidad de exponer el proceso de fabricación del mismo, y la fomentación de tomar en cuenta la producción ecológica de paneles térmicos. De tal manera que, se contribuya en aspectos tanto económicos, como sociales y ecológicos.

Para este trabajo de investigación, se realizarán paneles con las siguientes medidas: 30 cm de largo, 30 cm de ancho y 2 cm de espesor. Teniendo un volumen de 1800 cm³ por cada panel. Los motivos por el cual se eligen estas dimensiones son debido a la facilidad al momento de la fabricación y la manipulación para realizar las pruebas en los paneles, y también porque van acorde a las dimensiones que comúnmente se utilizan según normas internacionales.

Las normativas referentes son la UNE-EN 13162:2012+A1 y la ASTM C578, en donde por un lado la UNE utiliza placas de 600 × 600 mm, con formatos reducidos para ensayos, y por otro lado la ASTM considera placas de ensayo de 305 × 305 mm.

Por lo tanto, la elección de que las dimensiones sean de 30 × 30 × 2 cm son consideradas apropiadas para el contexto de este trabajo de investigación, encontrándose dentro de un rango aceptado por normativas técnicas internacionales.

Se realizarán 5 dosificaciones, en donde para cada dosificación se fabricarán 3 paneles de aislación térmica. El total de paneles será expuesto en la cámara de calor casera, en donde en uno de los compartimientos se colocará un foco LED de 30W que servirá para aumentar la temperatura del compartimiento, mientras que, el otro compartimiento estará vacío, lo cual nos da un compartimiento a temperatura ambiente (también llamado “cámara fría”) en donde de igual forma se pondrán los paneles para verificar la conductividad térmica de los mismos en ambos compartimientos.

Fórmula de la conductividad térmica

$$k = \frac{Q * d}{A * \Delta T}$$

k = Conductividad térmica (W/m*K) (vatios por metro Kelvin)

Q: Flujo de calor del foco.

A: Área en metros cuadrados del panel.

d: Espesor en metros del panel.

ΔT : Diferencia de temperatura entre la cara caliente y la fría del panel. (en °C)

Fórmula de la resistencia térmica

$$R = \frac{d}{\lambda}$$

R = Resistencia térmica (m²·K/W) (metro cuadrado por Kelvin por vatio)

d = Espesor del material (m)

λ o k = Conductividad térmica (W/m*K) (vatios por metro Kelvin)

Es de vital importancia tener en cuenta que el flujo de calor es la cantidad de calor que se transmite al panel. Al ser una tesis experimental, el flujo del calor puede ser estimado con un porcentaje en base a los vatios del foco, que es el instrumento que generará calor dentro de la cámara de calor. Es decir, se puede considerar un 20% de flujo de calor para los 30W del foco, teniendo:

$$Q = 0,20 * 30W = 6W$$

Este porcentaje se justifica en que, en todo tipo de focos, una parte de la energía se convierte en calor, y el porcentaje de esta conversión puede variar dependiendo de cada tipo de foco, ya sean LEDs o incandescentes. Por un lado, las bombillas incandescentes pueden convertir un 90%-95% de energía en calor, mientras que, los focos LED convierten la energía en una menor cantidad de calor, de 10% a 20%. (Worten, 2020)

4.1 Presentación y análisis de resultados

4.1.1. *Materiales y herramientas a utilizar*

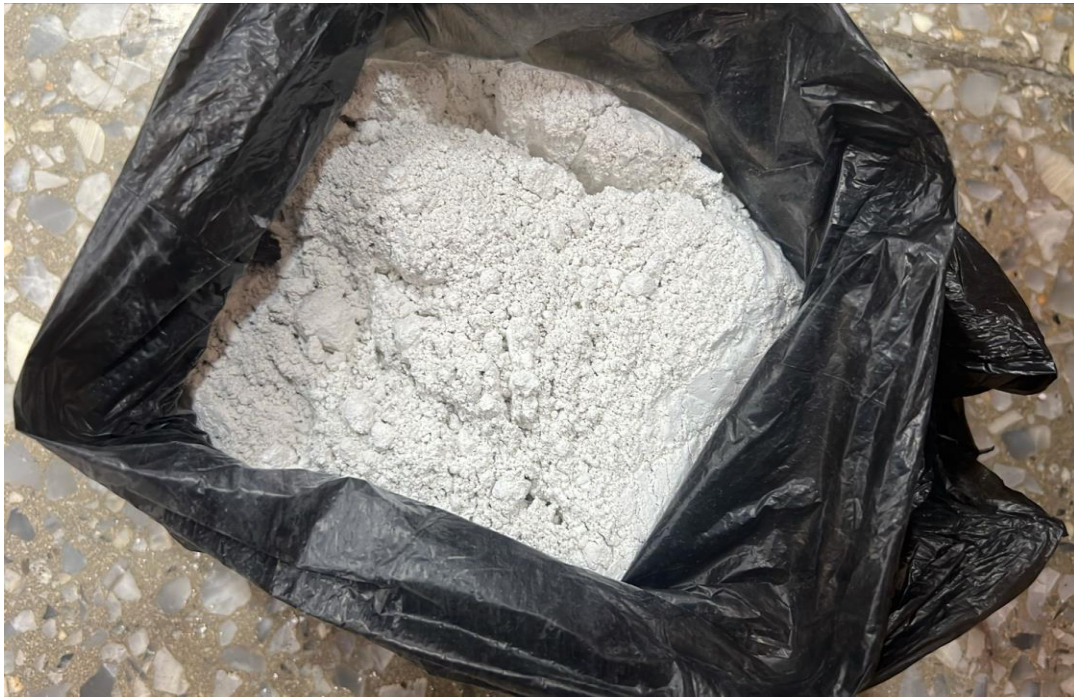
A continuación, se presentan los materiales a utilizar para la fabricación de los paneles de aislación térmica, así también, se muestran las herramientas que permitirán realizar dicho procedimiento de fabricación.

Ilustración 25: Cáscara de maní.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 26: Yeso al granel.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 27: Maicena.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 28: Cola blanca.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 29: Termómetro láser.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 30: Molde de silicona.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 31: Tablas MDF de 50*50.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 32: Cinta aislante negra.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 33: Foco LED de 30W.



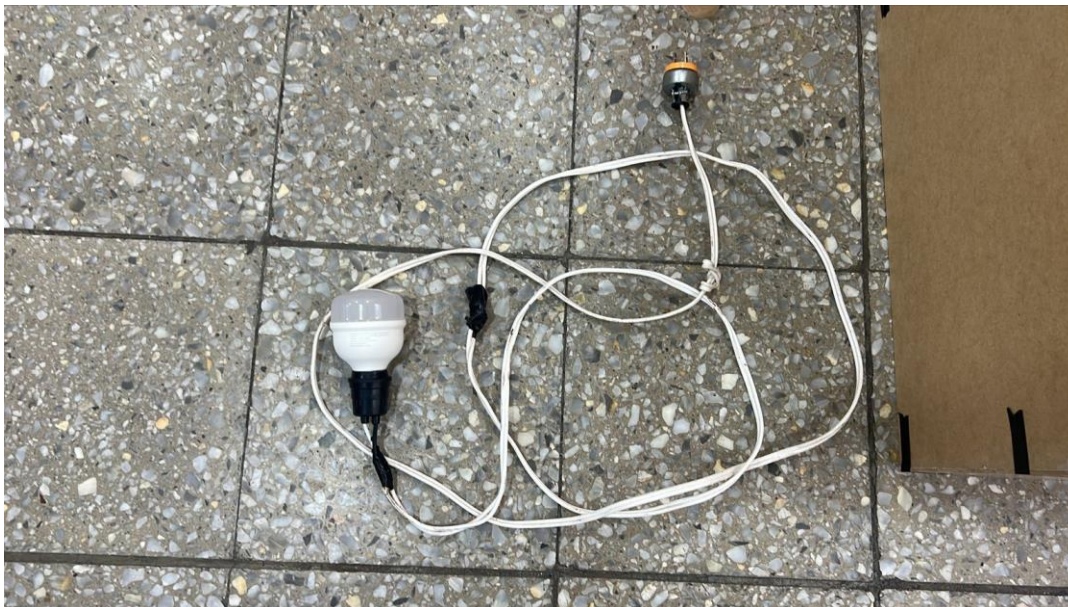
Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 34: Molino de impacto.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 35: Extensión para el foco LED.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

4.1.2. Procedimientos

Se inicia con la fabricación de la cámara de calor casera, en donde se utilizan las tablas de madera MDF de 50*50, la cola blanca, y la cinta aislante. La elección de

la madera MDF es debido a que es densa, con lo cual, las corrientes de aire no representarán un mayor problema para la toma de temperaturas de los paneles. Sin embargo, es importante sellar las uniones de la madera para maximizar la eficiencia de la cámara de calor experimental.

Ilustración 36: Fabricación de la cámara de calor.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

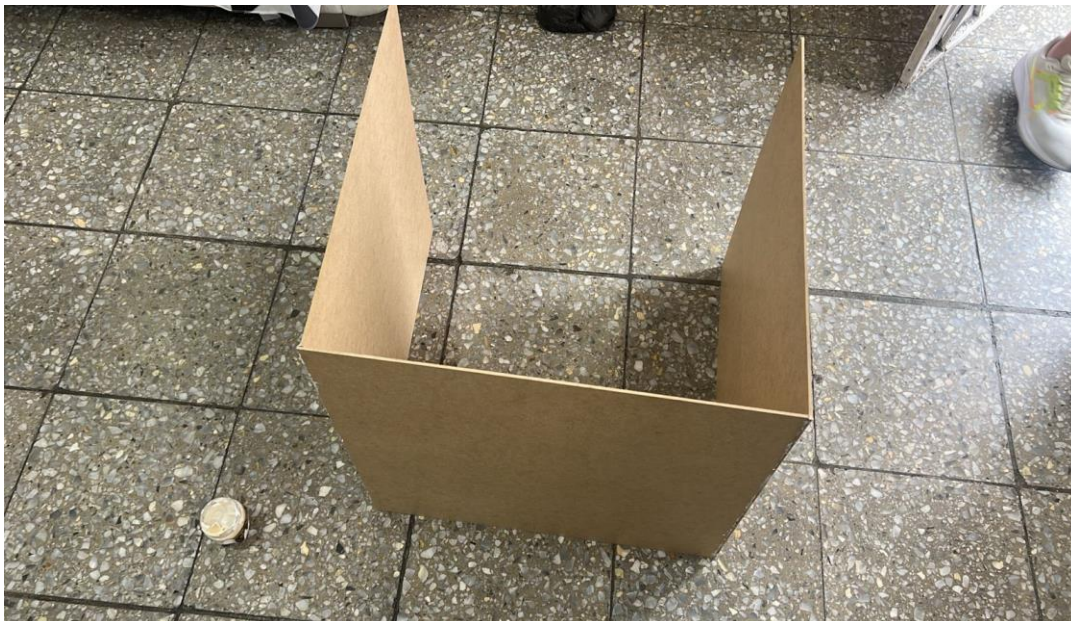
Se debe colocar la cola blanca en los bordes de las tablas de madera MDF y se las une de manera que se vaya formando una caja.

Ilustración 37: Unión de las tablas de madera MDF con la cola blanca.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 38: Proceso de fabricación de la caja.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Se utiliza la cinta aislante para reforzar la caja:

Ilustración 39: Refuerzo de la caja con cinta aislante.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Cuando la caja esté reforzada con la cinta aislante, se coloca una tabla en medio de la caja, misma que servirá como separador de la cámara caliente, en donde por un lado de la misma se colocará el foco LED, con lo cual será la “cámara caliente” ya que el foco LED se encargará de subir la temperatura de ese lado de la cámara, mientras que, el otro lado de la caja, será la “cámara a temperatura ambiente” la cual no recibirá ningún tipo de alteración en la temperatura.

Ilustración 40: Separación de la caja en dos partes.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 41: Colocación del foco LED en un lado de la caja.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

La cáscara de maní debe ser molida de tal manera que quede una textura similar al polvo. Para realizar este proceso se debe moler la cáscara de maní en un molino de impacto, que comúnmente se utiliza en la industria agrícola para la molienda de granos secos.

Ilustración 42: Cáscara de maní en el molino de impacto.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 43: Cáscara de maní molido.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Al momento en el que ya se cuente con los materiales e instrumentos necesarios, se comienza con la fabricación de los paneles de aislación térmica. El primer paso para la fabricación de los paneles de aislación térmica es pesar los materiales para crear la mezcla, para esto se toma en consideración la relación agua/yeso 0,5:1. Esta elección se fundamenta con la norma ASTM C472-99 (2020) – "Standard Test Methods for Physical Testing of Gypsum, Gypsum Plasters and Gypsum Concrete", traducido al español "Métodos de ensayo estándar para ensayos físicos de yeso, revocos de yeso y hormigón de yeso", en donde se establecen métodos de pruebas físicas para el yeso, y de igual forma, se recomienda que la relación agua/yeso esté dentro de un rango de 0,45 a 0,60. Con lo cual, la relación 0,5:1 que se pretende utilizar está dentro del rango que recomienda la norma ASTM C472-99-2020. (ASTM, 2020)

Se realizan los pesos de cada material de acuerdo a la relación anteriormente mencionada, para la posterior elaboración de la mezcla. Tomando en cuenta la relación 0,5:1, se consideran 500 ml de agua y 1000 gr de yeso, en donde a los 1000 gr de yeso se le debe sustituir un porcentaje de maicena y de cáscara de maní. Para la primera dosificación se consideran las siguientes cantidades:

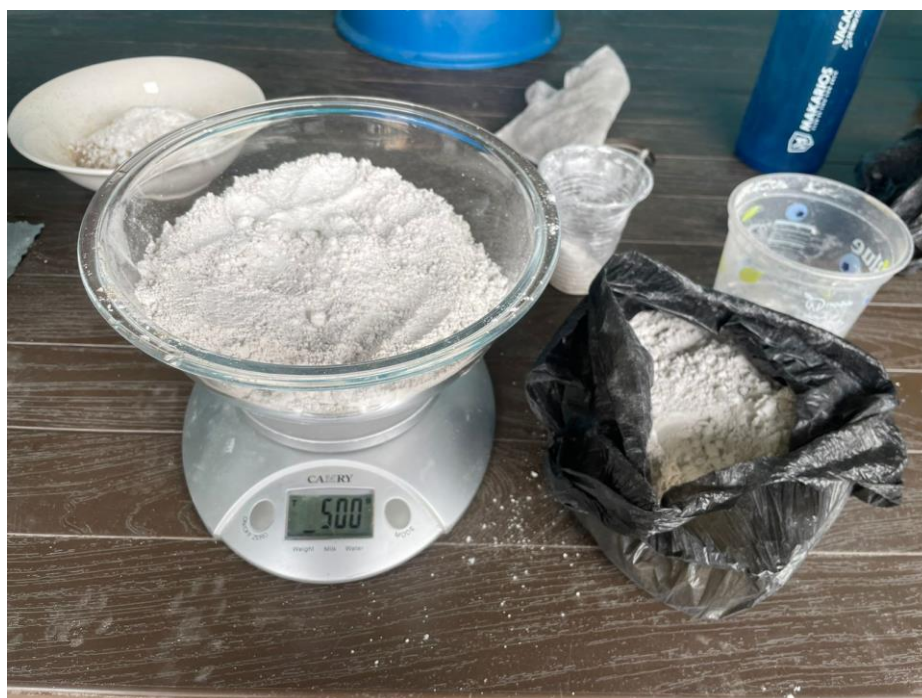
Ilustración 44: Cantidades de material de la dosificación #1.

Dosificación 1		
Material	Cantidad (gr)	%
Yeso blanco	950	63%
Maicena	25	2%
Cáscara de maní	25	2%
Agua	500	33%
Total	1500	100%

Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Tal como se aprecia en la imagen, de los 1000 gr de yeso se reemplaza un 2,5% tanto para la maicena como para la cáscara de maní. Una vez determinadas las cantidades se pesan todos los materiales de acuerdo a la dosificación establecida. Por cuestiones de espacio se tuvo que dividir el peso del yeso en dos partes, una parte de 500 gr y otra de 450 gr.

Ilustración 45: Peso del yeso.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 46: Peso de la cáscara de maní.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 47: Peso de la maicena.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 48: Peso del agua.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 49: Peso de la maicena.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 50: Peso de la cáscara de maní.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 51: Materiales listos para mezclar.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Para poder obtener un buen resultado con la mezcla, primero se debe colocar el agua, y posteriormente echar poco a poco la maicena, la cáscara de maní y el yeso.

Ilustración 52: Mezcla de los materiales.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 53: Mezcla lista para verter en los moldes.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

La superficie en donde se coloque la mezcla en los moldes debe ser plana, sin ningún tipo de elevación o pendiente que afecten la forma del panel al secarse.

Ilustración 54: Colocación de la mezcla en los moldes.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 55: Colocación de la mezcla en los moldes.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 56: Panel de la primera dosificación.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Para las siguientes dosificaciones se realiza el mismo procedimiento del peso de los materiales, realizar la mezcla y colocar en los moldes. En la dosificación 2, el porcentaje de reemplazo en el yeso es del 7,5% para la maicena y la cáscara de maní.

Ilustración 57: Cantidades de material de la dosificación #2.

Dosificación 2		
Material	Cantidad (gr)	%
Yeso blanco	925	62%
Maicena	75	5%
Cáscara de maní	75	5%
Agua	425	28%
Total	1500	100%

Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 58: Panel de la segunda dosificación.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

En la dosificación 3, el porcentaje de reemplazo es del 2,5% para la maicena y 7,5% para la cáscara de maní.

Ilustración 59: Cantidades de material de la dosificación #3.

Dosificación 3		
Material	Cantidad (gr)	%
Yeso blanco	900	60%
Maicena	25	2%
Cáscara de maní	75	5%
Agua	500	33%
Total	1500	100%

Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

En la dosificación 4, el porcentaje de reemplazo es del 2,5% para la maicena y 5% para la cáscara de maní.

Ilustración 60: Cantidades de material de la dosificación #4.

Dosificación 4		
Material	Cantidad (gr)	%
Yeso blanco	925	62%
Maicena	25	2%
Cáscara de maní	50	3%
Agua	500	33%
Total	1500	100%

Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

En la dosificación 5, el porcentaje de reemplazo es del 7,5% para la maicena y 2,5% para la cáscara de maní.

Ilustración 61: Cantidades de material de la dosificación #5.

Dosificación 5		
Material	Cantidad (gr)	%
Yeso blanco	900	57%
Maicena	75	5%
Cáscara de maní	25	2%
Agua	500	32%
Total	1500	95%

Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 62: Paneles de la tercera, cuarta y quinta dosificación.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Cuando ya los paneles se encuentren listos, se recomienda colocarlos a secar al sol, de esta manera se podrá garantizar el secado óptimo de los paneles.

Ilustración 63: Secado de los paneles al sol.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Cuando los paneles se encuentren completamente secos, hay que colocarles una codificación de manera que se pueda identificar qué panel corresponde a cada dosificación. Para saber si un panel está completamente seco hay que percatarse del cambio de color del mismo, ya que pasa de un color grisáceo, propio de la mezcla del panel, a un color blanco.

Ilustración 64: Codificación de los paneles.



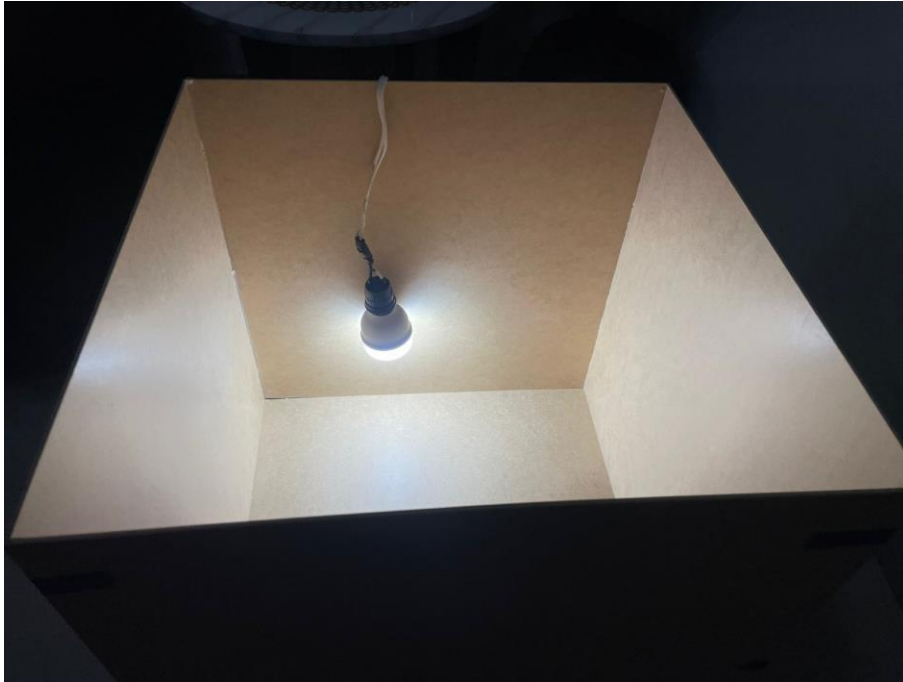
Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

El significado de la codificación de los paneles es el siguiente: P es el panel y D es la dosificación; de manera que, la codificación 2P 1D es el panel #2 de la dosificación #1.

4.1.3 Pruebas experimentales

Ahora que los paneles han sido fabricados, es tiempo de que se sometan a las pruebas experimentales para posteriormente realizar los cálculos de la conductividad térmica y la resistencia térmica de cada panel. En primer lugar, se prepara la caja en donde se dejará cada panel durante 1 hora expuesto al calor que produce el foco LED de 30 Watts.

Ilustración 65: Preparación de la caja para las pruebas experimentales.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

La utilización de la caja es crucial ya que la misma se encargará de almacenar el calor generado por el foco, ya que, si este procedimiento se lo realizaría al aire libre, las propias corrientes de aire del medio ambiente afectarían la toma de temperaturas de los paneles. Cuando la caja esté lista se coloca un panel cerca del foco para que el calor vaya directo al mismo, de manera que se concentre todo el calor posible a la cara más cercana del panel que corresponde al lado “caliente” del panel. Mientras que, el lado trasero del panel, es decir, el que no está directamente en contacto con el calor es la cara “fría” del panel. Es importante saber que, tomar la temperatura de la cara caliente y fría del panel es fundamental para poder obtener la diferencia de temperaturas, variable que es necesaria para realizar el cálculo de la conductividad térmica y la resistencia térmica de cada panel y de esa forma obtener resultados favorables.

Ilustración 66: Colocación del panel en la caja.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 67: Colocación del panel cerca del foco.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Cuando el panel ya se encuentre dentro de la caja, se coloca la tapa encima, de manera que se concentre dentro la mayor cantidad de calor posible.

Ilustración 68: Colocación de la tapa de la caja.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Se debe realizar este procedimiento para cada uno de los paneles de cada dosificación, de manera que, en total se deben obtener los datos de temperatura para los 3 paneles de cada dosificación, es decir, 15 en total.

Ilustración 69: Temperatura de 32°C en la cara caliente del panel de la dosificación 1.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

El tiempo que permanece cada panel dentro de la cámara de calor y expuesto al calor del foco, es de una hora exacta. La toma de temperatura se la realiza con el termómetro láser, proceso que es instantáneo ya que, solo se presiona el botón de toma de temperatura cerca del panel y automáticamente arroja el resultado de la temperatura de esa superficie.

Ilustración 70: Temperatura de 27,3°C en la cara fría del panel de la dosificación 1.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 71: Temperatura de 32,8°C en la cara caliente del panel de la dosificación 2.



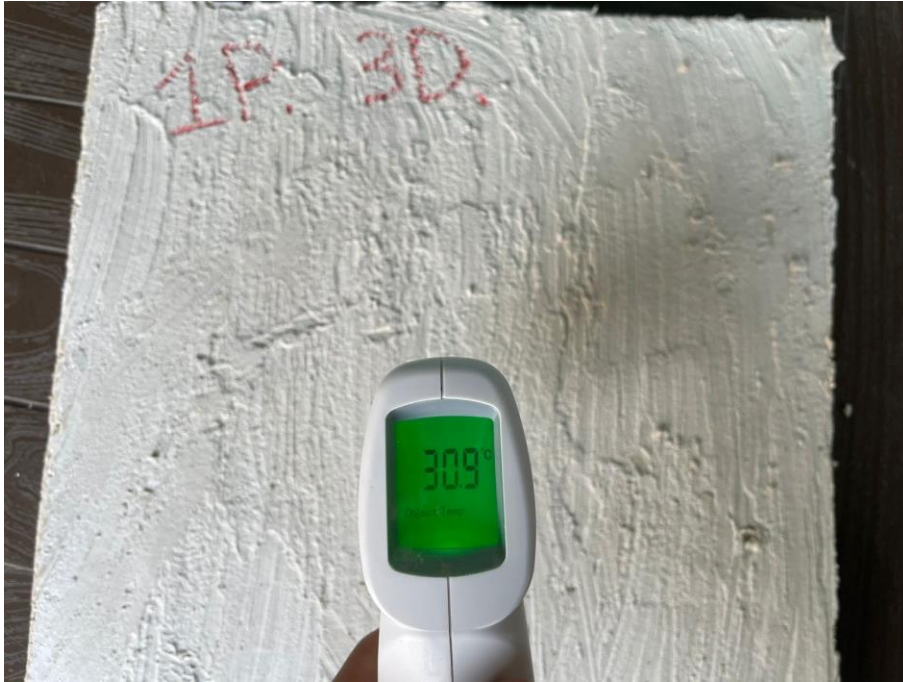
Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 72: Temperatura de 27,4°C en la cara fría del panel de la dosificación 2.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 73: Temperatura de 30,9°C en la cara caliente del panel de la dosificación 3.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 74: Temperatura de 27°C en la cara fría del panel de la dosificación 3.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 75: Temperatura de 31,2°C en la cara caliente del panel de la dosificación 4.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 76: Temperatura de 31,2°C en la cara caliente del panel de la dosificación 5.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Para no extender este proceso con varias fotos, se coloca la evidencia fotográfica de solo una temperatura de un solo panel, sin embargo, en las hojas de

Excel se encuentra toda la información con respecto a las temperaturas obtenidas, tanto de la cara caliente como de la cara fría del panel.

Ilustración 77: Conductividad y resistencia térmica de la dosificación 1.

Dosificación 1: 1er Prototipo			Dosificación 1: 2do Prototipo		
Datos	Cantidad	Unidad	Datos	Cantidad	Unidad
Q	6	Watts	Q	6	Watts
A	0,09	m ²	A	0,09	m ²
d	0,02	m	d	0,02	m
T(caliente)	32	°C	T(caliente)	32,1	°C
T(fría)	27,3	°C	T(fría)	27,3	°C
ΔT	4,7	°C	ΔT	4,8	°C
Conductividad térmica (k)	0,2836879	W/m*K	Conductividad térmica (k)	0,2777778	W/m*K

Dosificación 1: 3er Prototipo			Resistencia térmica		
Datos	Cantidad	Unidad	1er prototipo	0,0705	m ² *K/W
Q	6	Watts	2do prototipo	0,0720	m ² *K/W
A	0,09	m ²	3er prototipo	0,0750	m ² *K/W
d	0,02	m			
T(caliente)	32,1	°C			
T(fría)	27,1	°C			
ΔT	5	°C			
Conductividad térmica (k)	0,2666667	W/m*K			

Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 78: Conductividad y resistencia térmica de la dosificación 2.

Dosificación 2: 1er Prototipo			Dosificación 2: 2do Prototipo		
Datos	Cantidad	Unidad	Datos	Cantidad	Unidad
Q	6	Watts	Q	6	Watts
A	0,09	m ²	A	0,09	m ²
d	0,02	m	d	0,02	m
T(caliente)	32,6	°C	T(caliente)	32,6	°C
T(fría)	27,4	°C	T(fría)	27,4	°C
ΔT	5,2	°C	ΔT	5,2	°C
Conductividad térmica (k)	0,2564103	W/m*K	Conductividad térmica (k)	0,2564103	W/m*K

Dosificación 2: 3er Prototipo			Resistencia térmica		
Datos	Cantidad	Unidad	1er prototipo	0,0780	m ² *K/W
Q	6	Watts	2do prototipo	0,0780	m ² *K/W
A	0,09	m ²	3er prototipo	0,0780	m ² *K/W
d	0,02	m			
T(caliente)	32,8	°C			
T(fría)	27,6	°C			
ΔT	5,2	°C			
Conductividad térmica (k)	0,2564103	W/m*K			

Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 79: Conductividad y resistencia térmica de la dosificación 3.

Dosificación 3: 1er Prototipo			Dosificación 3: 2do Prototipo		
Datos	Cantidad	Unidad	Datos	Cantidad	Unidad
Q	6	Watts	Q	6	Watts
A	0,09	m ²	A	0,09	m ²
d	0,02	m	d	0,02	m
T(caliente)	30,9	°C	T(caliente)	31	°C
T(fría)	27	°C	T(fría)	26,8	°C
ΔT	3,9	°C	ΔT	4,2	°C
Conductividad térmica (k)	0,3418803	W/m*K	Conductividad térmica (k)	0,3174603	W/m*K

Dosificación 3: 3er Prototipo			Resistencia térmica		
Datos	Cantidad	Unidad	1er prototipo	0,0585	m ² *K/W
Q	6	Watts	2do prototipo	0,0630	m ² *K/W
A	0,09	m ²	3er prototipo	0,0585	m ² *K/W
d	0,02	m			
T(caliente)	30,8	°C			
T(fría)	26,9	°C			
ΔT	3,9	°C			
Conductividad térmica (k)	0,3418803	W/m*K			

Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 80: Conductividad y resistencia térmica de la dosificación 4.

Dosificación 4: 1er Prototipo			Dosificación 4: 2do Prototipo		
Datos	Cantidad	Unidad	Datos	Cantidad	Unidad
Q	6	Watts	Q	6	Watts
A	0,09	m ²	A	0,09	m ²
d	0,02	m	d	0,02	m
T(caliente)	31,2	°C	T(caliente)	31,2	°C
T(fría)	26,5	°C	T(fría)	26,2	°C
ΔT	4,7	°C	ΔT	5	°C
Conductividad térmica (k)	0,2836879	W/m*K	Conductividad térmica (k)	0,2666667	W/m*K

Dosificación 4: 3er Prototipo			Resistencia térmica		
Datos	Cantidad	Unidad			
Q	6	Watts	1er prototipo	0,0705	m ² *K/W
A	0,09	m ²	2do prototipo	0,0750	m ² *K/W
d	0,02	m	3er prototipo	0,0705	m ² *K/W
T(caliente)	31,1	°C			
T(fría)	26,4	°C			
ΔT	4,7	°C			
Conductividad térmica (k)	0,2836879	W/m*K			

Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 81: Conductividad y resistencia térmica de la dosificación 5.

Dosificación 5: 1er Prototipo			Dosificación 5: 2do Prototipo		
Datos	Cantidad	Unidad	Datos	Cantidad	Unidad
Q	6	Watts	Q	6	Watts
A	0,09	m ²	A	0,09	m ²
d	0,02	m	d	0,02	m
T(caliente)	31,6	°C	T(caliente)	31,2	°C
T(fría)	26,5	°C	T(fría)	25,9	°C
ΔT	5,1	°C	ΔT	5,3	°C
Conductividad térmica (k)	0,2614379	W/m*K	Conductividad térmica (k)	0,2515723	W/m*K

Dosificación 5: 3er Prototipo			Resistencia térmica		
Datos	Cantidad	Unidad			
Q	6	Watts	1er prototipo	0,0765	m ² *K/W
A	0,09	m ²	2do prototipo	0,0795	m ² *K/W
d	0,02	m	3er prototipo	0,0780	m ² *K/W
T(caliente)	31,4	°C			
T(fría)	26,2	°C			
ΔT	5,2	°C			
Conductividad térmica (k)	0,2564103	W/m*K			

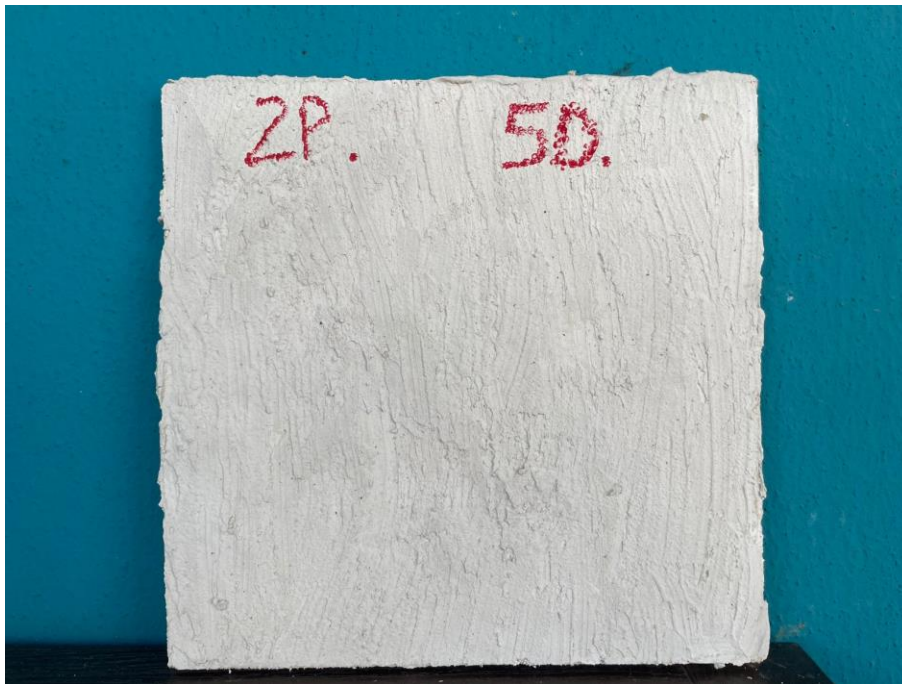
Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

4.1.4 Cálculo de conductividad térmica en condiciones de calor real con el panel más eficiente

Después de realizar los cálculos de conductividad y resistencia térmica a cada panel, se elige el que posea la menor conductividad térmica para realizar la prueba de temperatura, pero en exposición al sol. Esta prueba consiste en dejar al sol el panel durante una hora, de manera que, el panel absorba la mayor cantidad de calor para posteriormente realizar la toma de temperatura y calcular la conductividad y resistencia térmica en una condición de calor real.

En este caso, el panel que proporcionó la menor conductividad térmica es el segundo prototipo de la quinta dosificación, el cual tiene una conductividad térmica de $0,2515723 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, y una resistencia térmica de $0,0795 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$.

Ilustración 82: 2do prototipo de panel de la quinta dosificación expuesto al sol.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 83: Temperatura del segundo panel de la dosificación 5 expuesto al sol.



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 84: Conductividad y resistencia térmica del segundo panel de la dosificación 5.

PROTOTIPO CON MENOR CONDUCTIVIDAD TÉRMICA					
Dosificación 5: 2do Prototipo			Resistencia térmica		
Datos	Cantidad	Unidad	2do prototipo	0,1515	m ² *K/W
Q	6	Watts			
A	0,09	m ²			
d	0,02	m			
T(caliente)	36,9	°C			
T(fría)	26,8	°C			
ΔT	10,1	°C			
Conductividad térmica (k)	0,1320132	W/m*K			

Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

La conductividad térmica del panel que fue expuesto al sol es de 0,1320132 W/m*K, mientras que, la resistencia térmica es de 0,1515 m²*k/W.

Ahora que ya tenemos un coeficiente de conductividad térmica del panel de aislación térmica a base de yeso con la adición de materiales sustentables como la cáscara de maní y la maicena, podemos comparar los resultados con coeficientes de conductividad térmica de materiales convencionales en la construcción. Partimos con los siguientes datos de nuestro panel:

Conductividad térmica del panel en condiciones de calor experimentales: 0,2515723 W/m*K.

Conductividad térmica del panel en condiciones de calor real: 0,1320132 W/m*K.

4.1.5 Densidad de los paneles

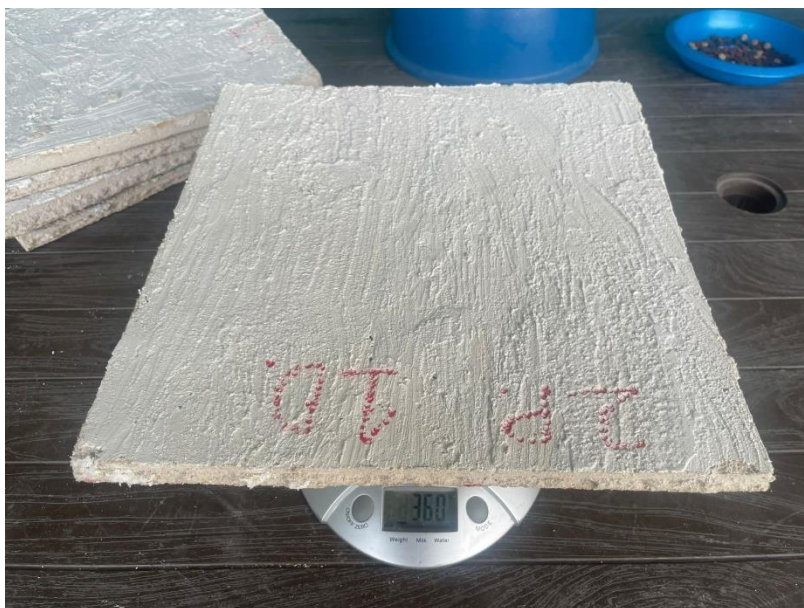
La densidad es la cantidad de materia que se encuentra en un espacio determinado, es decir, la cantidad de masa de alguna sustancia o elemento por unidad de volumen. Es por esto que, para calcular la densidad de los paneles de cada dosificación se hace uso de la fórmula general de densidad, que consiste en dividir la masa por el volumen del panel. (Zita, s.f.)

La fórmula de la densidad es:

$$D = \frac{m}{V}$$

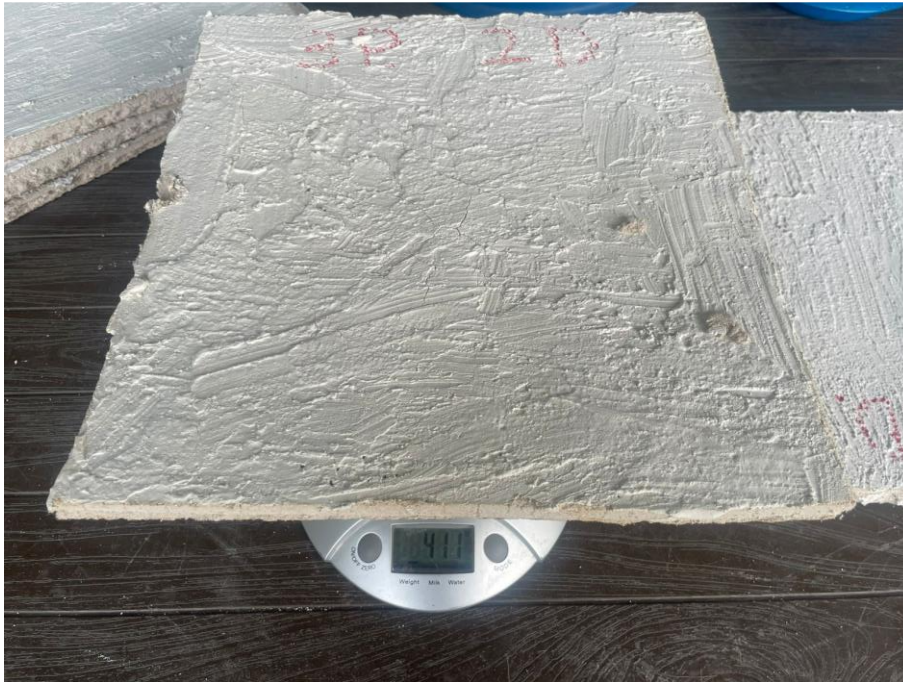
En primer lugar, se pesa un panel de cada dosificación:

Ilustración 85: Peso del panel de la primera dosificación (360 gramos).



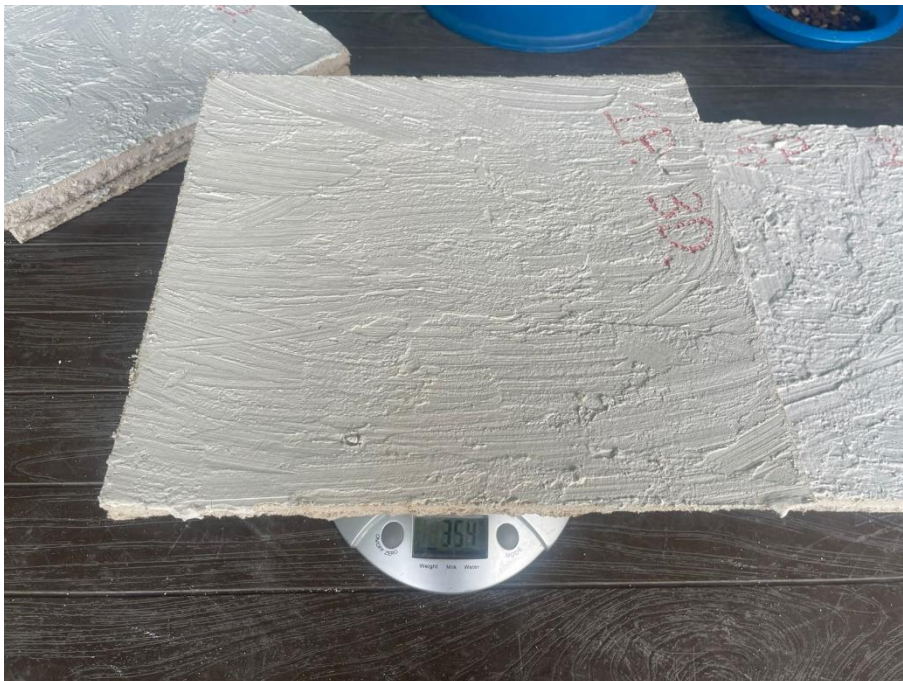
Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 86: Peso del panel de la segunda dosificación (411 gramos).



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 87: Peso del panel de la tercera dosificación (354 gramos).



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 88: Peso del panel de la tercera dosificación (369 gramos).



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Ilustración 89: Peso del panel de la tercera dosificación (360 gramos).



Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

Con los pesos de los paneles listos, se procede al cálculo de la densidad:

Tabla 5: Densidad de los paneles.

	Masa	Volumen	Total	Unidad
Dosificación 1	0,36	0,0018	200	kg/m ³
Dosificación 2	0,411	0,0018	228,33	kg/m ³
Dosificación 3	0,354	0,0018	196,67	kg/m ³
Dosificación 4	0,369	0,0018	205	kg/m ³
Dosificación 5	0,36	0,0018	200	kg/m ³

Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

La densidad de los paneles realizados varía entre 196,67 kg/m³ hasta 228,33 kg/m³. Si bien los paneles y tableros convencionales poseen una densidad que oscila entre los 600-900 kg/m³, no significa que los paneles de este trabajo de titulación sean “malos”. La normativa ASTM C 1396 no prohíbe densidades bajas, ya que, no establece un rango de densidad mínima y máxima. Un panel y/o tablero puede ser viable aún si la densidad es de 200 kg/m³, como lo es en este caso, pero debe cumplir con la principal función por la cual fue fabricado, en este caso, poseer una conductividad térmica baja para que el aislamiento térmico sea favorable. En vista de que la densidad de los paneles es baja, este tipo de panel corresponde a paneles aislantes ligeros no estructurales. (Build Site, s.f.)

4.1.6 Comparación de resultados de conductividad térmica

Comparación del panel de aislación térmica con el hormigón

Según fuentes bibliográficas, la conductividad térmica del hormigón suele variar de acuerdo al tipo de hormigón con el que se esté construyendo, por ejemplo, la conductividad térmica puede variar entre 1,55 W/m*K hasta 2,5 W/m*K dependiendo de los materiales con el que esté reforzado. (Balázs & Szagri, 2018)

Ilustración 90: Rango de conductividad térmica del hormigón.

Standard	Material	Density ρ [kg/m ³]	Thermal conductivity λ [W/mK]
MSZ 04-140/2:1991	reinforced concrete	2400	1.55
	concrete	2200	1.28
MSZ 24140:2015	reinforced concrete	2400	2.5
	concrete	2200	2.0
MSZ EN ISO 10456:2008	medium density concrete	1800	1.15
		2000	1.35
		2200	1.65
	high density concrete	2400	2.0
	reinforced concrete (with 1% of steel)	2300	2.3
	reinforced concrete (with 2% of steel)	2400	2.5
	steel	7800	50

Fuente: Balázs & Szagri (2018)

Tanto en condiciones de calor experimentales como en condiciones de calor reales nuestro panel posee una menor conductividad térmica en comparación al hormigón.

Comparación del panel de aislación térmica con el ladrillo

Los ladrillos de arcilla poseen algunas ventajas, una de ellas es la capacidad de aislación térmica que poseen, ya que tienen una baja conductividad térmica. La conductividad térmica de los ladrillos están en un rango que va desde los 0,5 W/m*K hasta 1,0 W/m*K. (Thermtest Instruments, 2021)

Tanto en condiciones de calor experimentales como en condiciones de calor reales nuestro panel posee una menor conductividad térmica en comparación al ladrillo.

Comparación del panel de aislación térmica con paneles de poliestireno expandido

Un panel de poliestireno expandido, también conocido como panel EPS, es una espuma plástica, que, aunque rígida, es ligera, y posee beneficios como una alta resistencia mecánica, una buena permeabilidad, una alta resistencia a la humedad y

también, una baja conductividad térmica. Generalmente la conductividad térmica de los paneles EPS es de $0,037 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$. (Rhonatherm, s.f.)

Tanto en condiciones de calor experimentales como en condiciones de calor reales nuestro panel posee una mayor conductividad térmica en comparación al poliestireno expandido.

Comparación del panel de aislación térmica con paneles de corcho natural

El corcho natural es un producto proveniente de fuentes renovables, 100% natural. Es considerado un producto que respeta y preserva los bosques. Posee propiedades hipoalergénicas y es resistente a bacterias y mohos. La conductividad térmica de los paneles de corcho natural puede variar entre $0,036 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ y $0,038 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$. (Abriga Nature, s.f.)

Tanto en condiciones de calor experimentales como en condiciones de calor reales nuestro panel posee una mayor conductividad térmica en comparación al corcho natural.

Comparación del panel de aislación térmica con paneles de fibra de celulosa

La fibra de celulosa posee un bajo coeficiente de conductividad térmica, esto significa que, no transmite calor, sino que, almacena la energía, de manera que logra equilibrar las temperaturas máximas y las temperaturas mínimas durante el día. La conductividad térmica de la celulosa es de $0,039 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$. (Aistercel, s.f.)

Tanto en condiciones de calor experimentales como en condiciones de calor reales nuestro panel posee una mayor conductividad térmica en comparación a la fibra de celulosa.

A continuación, se muestra una tabla de la conductividad térmica del panel con cáscara de maní y maicena, en comparación con la conductividad de otros materiales:

Tabla 6: Tabla comparativa de la conductividad térmica.

Material	Conductividad	Comparación
Panel con cáscara de maní y maicena	0,1320132 W/m*K	-
Hormigón	1,55 W/m*K hasta 2,5 W/m*K	El panel con cáscara de maní posee una menor conductividad térmica que el hormigón.
Ladrillo	0,5 W/m*K hasta 1,0 W/m*K	El panel con cáscara de maní posee una menor conductividad térmica que el ladrillo.
Panel de poliestireno expandido	0,037 W/m*K	El panel con cáscara de maní posee una mayor conductividad térmica que el panel de poliestireno expandido.
Panel de corcho natural	0,036 W/m*K y 0,038 W/m*K	El panel con cáscara de maní posee una mayor conductividad térmica que el panel de corcho natural.
Panel de fibra de celulosa	0,039 W/m*K	El panel con cáscara de maní posee una mayor conductividad térmica que el panel de fibra de celulosa.

Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

El segundo panel de la quinta dosificación elaborado a partir de yeso blanco, almidón de maíz y la cáscara de maní presenta una conductividad térmica de 0,1320132 W/m*K, lo cual lo posiciona como más eficiente térmicamente que materiales convencionales como: Hormigón (1,75 W/m·K), Ladrillo (0,6 W/m·K); mientras que, no supera la efectividad de los materiales especializados en aislación térmica como lo son: Poliestireno expandido (0,035–0,045 W/m·K), Corcho natural (0,07 W/m·K), y Fibra de celulosa (0,04–0,045 W/m·K en promedio).

4.1.7 Presupuesto unitario del panel de la 5ta dosificación

Se elige el panel de la quinta dosificación debido a que, fue el panel que presentó la conductividad térmica más baja. Este presupuesto consideró el costo de los materiales utilizados para la fabricación de los paneles. El yeso se consiguió en una ferretería, la maicena se consiguió en un Mi comisariato, el agua se consiguió en un Mi comisariato, los moldes de silicona fueron comprados en un local del centro de la ciudad de Guayaquil, la cáscara fue proporcionada por un comercial agrícola ubicado en El Empalme, la cáscara de maní no tuvo costo alguno ya que es un residuo agrícola y el comercial la desecha.

Tabla 7: Presupuesto unitario del panel de la quinta dosificación.

Materiales	Unidad	Cantidad	Precio	Precio total	Precio unitario
Cáscara de maní	Kg	1	\$0	\$0	\$0
Yeso	Kg	16	\$1	\$16	\$0,90
Maicena	Kg	1	\$2	\$2	\$0,15
Agua	litros	9	\$0,50	\$4,50	\$0,25
Total					\$1,30

Elaborado por: Pincay & Vélez (2025)

CONCLUSIONES

El panel propuesto logró un buen desempeño térmico en condiciones experimentales, reduciendo significativamente la temperatura en la cara opuesta a la fuente de calor, lo que evidencia su viabilidad para mejorar el confort térmico interior de las viviendas.

La investigación demostró que es factible utilizar residuos agroindustriales como la cáscara de maní y materiales de bajo costo como la maicena, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental y a la reducción del impacto climático de la construcción.

El diseño del prototipo y los ensayos realizados en una cámara de calor experimental permitieron verificar empíricamente el comportamiento térmico de las distintas dosificaciones, validando la propuesta como técnica y científicamente sustentada.

La densidad de los paneles dio valores por debajo de lo usual en paneles o tableros que usualmente poseen una densidad de 600-900 kg/m³. Sin embargo, esto no significa que los paneles no sean útiles o viables, ya que, según la norma ASTM C1396, no existe un rango mínimo y máximo de densidad para paneles y tableros, con lo cual, los paneles presentados en este trabajo pueden considerarse como viable siempre y cuando cumplan el propósito por el cual fueron hechos, que, en este caso su principal función era tener la capacidad de disminuir la transmisión de calor, es decir, tener una conductividad térmica baja.

Finalmente, la dosificación #5 es la más apropiada ya que es la que logró llegar a una conductividad térmica muy baja, siendo más eficaz que la conductividad térmica del hormigón y el ladrillo, materiales con los cuales se realiza la mayor parte de construcciones. El prototipo desarrollado representa una alternativa viable para sectores vulnerables con climas cálidos, ya que se adapta a los principios de bajo costo, fácil fabricación y bajo impacto ambiental.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar estudios a mayor escala en entornos reales de manera que se pueda comprobar el comportamiento térmico del panel en condiciones climáticas naturales y prolongadas. También se aconseja experimentar con otros materiales orgánicos, especialmente los que son considerados como residuos agroindustriales.

Se sugiere para futuras investigaciones, mejorar el diseño de la cámara de calor experimental, de manera que se pueda incorporar un mayor control en las variables como lo son la humedad, el tiempo de exposición, entre otros.

Se recomienda también que, se considere el análisis de propiedades mecánicas, estas corresponderían a la resistencia a flexión y a compresión, de manera que se pueda evaluar si su uso como un elemento constructivo estructural puede ser viable o no.

Por último, se recomienda desarrollar guías prácticas de implementación para que sectores de bajos recursos puedan fabricar sus propios paneles, con una fácil aplicación, para que puedan adaptarlos a sus viviendas y mejoren el confort térmico en las mismas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abriga Nature. (s.f.). *Corcho natural*. Abriga Nature:
<https://www.abriganature.com/corcho-natural-expandido---placas-1000x500mm-caja-161.html#:~:text=La%20conductividad%20t%C3%A9rmica%20del%20corcho,aislante%20tanto%20t%C3%A9rmica%20como%20ac%C3%Basticamente.>
- Advancing Standards Transforming Markets. (28 de mar de 2024). *Método de prueba estándar para el rendimiento térmico de materiales de construcción y conjuntos de envoltentes mediante un aparato de caja caliente*. Advancing Standards Transforming Markets: <https://store.astm.org/c1363-19.html>
- Aistercel. (s.f.). *Coeficientes óptimos de aislamiento térmico*. Aistercel:
<https://www.aistercel.es/conductividad-termica-celulosa/#:~:text=La%20celulosa%20tiene%20un%20coeficiente,protegiendo%20del%20fr%C3%ADo%20en%20invierno.&text=El%20valor%20de%20conductividad%20t%C3%A9rmica,celulosa%20es%200%2C039%20W/mK.>
- Anh, P. (s.f.). *Science Direct*. Cáscara de maní: un biorresiduo beneficioso:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1878818119305560>
- Arias, J. (2020). *Técnicas e instrumentos de investigación científica*. Perú: Enfoques Consulting Perú.
- Arquitectura sostenible. (06 de sep de 2021). *Arquitectura sostenible*. La celulosa: un excelente aislante y un material constructivo: <https://arquitectura-sostenible.es/celulosa-aislante-material-construccion/>
- Arquitectura sostenible. (11 de jul de 2022). *Arquitectura sostenible*. El coco como aislante termoacústico natural: <https://arquitectura-sostenible.es/coco-aislante-termoacustico-natural/#:~:text=Debemos%20tener%20en%20cuenta%20que,de%20microbios%20u%20otras%20plagas.>
- Arquitectura sostenible. (20 de feb de 2023). *Arquitectura sostenible*. Las fibras de lino, de las prendas de vestir al aislamiento de una vivienda: <https://arquitectura-sostenible.es/las-fibras-de-lino-de-las-prendas-de-vestir-al-aislamiento-de-una-vivienda/>
- Arruda, J. d. (dic de 2020). *Comportamiento térmico de mampostería de bloques de yeso hidrófugo con variación del espesor de revestimiento*. Scielo:
[https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-28132020000200078#:~:text=El%20yeso%20tiene%20un%20bajo,et%20al.%2C%202008\).](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-28132020000200078#:~:text=El%20yeso%20tiene%20un%20bajo,et%20al.%2C%202008).)

- ASTM. (29 de abr de 2020). *Standard Test Methods for Physical Testing of Gypsum, Gypsum Plasters, and Gypsum Concrete*. ASTM:
<https://store.astm.org/c0472-20.html>
- Avellán, A., Díaz, D., Mendoza, A., Zambrano, M., Zamora, Y., & Riera, M. A. (2020). *OBTENCIÓN DE BIOPLÁSTICO A PARTIR DE ALMIDÓN DE MAÍZ*. Portal Amelica: <https://portal.amelica.org/ameli/journal/215/215974004/html/>
- Balázs, N., & Szagri, D. (2018). *THERMOPHYSICAL BEHAVIOUR OF REINFORCED CONCRETES*. Research Gate:
https://www.researchgate.net/profile/Balazs-Nagy-4/publication/325408313_THERMOPHYSICAL_BEHAVIOUR_OF_REINFORCED_CONCRETES/links/5b30f21c4585150d23d01150/THERMOPHYSICAL-BEHAVIOUR-OF-REINFORCED-CONCRETES.pdf
- Bobet, O., & Nassio, S. (04 de jul de 2020). *Caracterización de cáscaras de maní para su valorización en ladrillos de tierra*. Scientific Research:
<https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=101843>
- Boletines Independencia. (22 de abr de 2024). *Boletines Independencia*. SSG exhorta a prevenir golpes de calor en esta temporada:
<https://boletines.guanajuato.gob.mx/tag/golpes-de-calor/>
- Build Site. (s.f.). *Gypsum Board Systems*. Build Site:
https://www.buildsite.com/pdf/nationalgypsum/Gypsum-Construction-Guide-Gypsum-Wallboard-Systems-Product-Catalog-B23966.pdf?utm_source=chatgpt.com
- CEISLAB. (03 de may de 2022). *Conductividad térmica y resistencia térmica*. CEISLAB: https://www.ceislab.com/2022/05/conductividad-y-resistencia-termica/?utm_source=chatgpt.com
- Cir62. (28 de mar de 2022). *Cir62*. Corcho aglomerado, aislante natural y sostenible:
https://cir62.com/blog/93_corcho-aglomerado-aislante-sostenible#
- Clinic, M. (12 de sep de 2024). *Mayo Clinic*. Golpe de calor:
<https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/heat-stroke/symptoms-causes/syc-20353581>
- Compilatio. (24 de jul de 2024). *Comprender la estudio cuantitativo: definición, métodos de recopilación, diseño, análisis y elaboración de informes*. Compilatio: <https://www.compilatio.net/es/noticias/investigacion-cuantitativa>
- Constitución del Ecuador. (25 de ene de 2021). *Lexis Finder*. Constitución de la República del Ecuador: https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf

- Corcho Ecuador. (s.f.). *Corcho Ecuador*. Planchas de corcho, el material # 1 ecológico y sustentable: <https://corchoecuador.com/planchas-de-corcho-un-material-ecologico/>
- El Agrario. (05 de ene de 2020). *El Agrario*. ¡No tiremos la cáscara de maní!: <https://www.elagrario.com/actualidad-no-tiremos-la-cascara-de-mani-4702.html>
- El Puntano. (16 de may de 2015). *Material del futuro: Paneles de cascara de maní*. El Puntano: <https://elpuntano.com/2015/05/26/material-del-futuro-paneles-de-cascara-de-mani/>
- Espinoza Montero, J., Amador Vargas, G., Navarro Navarro, J., & Rodríguez Mora, K. (18 de mar de 2022). InterSedes. *Elaboración de placas de aislamiento térmico a partir de fibra*. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/is/v23n48/2215-2458-is-23-48-290.pdf>
- Europea, C. (s.f.). *Comisión Europea*. Causas del cambio climático: https://climate.ec.europa.eu/climate-change/causes-climate-change_es#:~:text=El%20CO2%20producido%20por,total%20entre%201890%20y%202010.
- Hidroponía Ecuador. (s.f.). *Hidroponía Ecuador*. Fibra de coco: <https://hidroponiaec.com/product/fibra-de-coco/>
- Hospital privado universitario de Córdoba. (27 de dic de 2023). *Hospital privado universitario de Córdoba*. Golpe de calor: qué es y cómo prevenirlo: <https://hospitalprivado.com.ar/blog/actualidad/golpe-de-calor-que-es-y-como-prevenirlo.html>
- Inamhi. (20 de dic de 2024). *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología*. Condiciones meteorológicas Guayaquil - Durán: https://www.inamhi.gob.ec/guayaquil/bol_dia_cli.pdf
- Inamhi. (abr de 2025). *Boletín climático Guayaquil Abril 2025*. Inamhi: https://www.inamhi.gob.ec/guayaquil/bol_men_cli.pdf
- Intertek. (s.f.). *ASTM C518: Standard Test Method for Steady-State Thermal Transmission Properties*. Intertek: <https://www.intertek.com/building/standards/astm-c518/>
- Kitchen Academy. (s.f.). *Kitchen Academy*. Almidón de maíz: <https://kitchenacademy.es/biblioteca/alimentos/almidon-de-maiz>
- Lee, V., & Loor, L. (2024). *Desarrollo de un panel aislante térmico y acústico a partir de cáscaras de huevo y almidón de maíz para la construcción*. Repositorio ULVR: <https://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/7195>

- Leroy Merlin. (14 de jun de 2023). *¿Cómo se prepara el yeso?* Leroy Merlin: <https://www.leroymerlin.es/ideas-y-consejos/paso-a-paso/como-se-prepara-el-yeso.html#:~:text=1.1%20Vierte%20la%20cantidad%20de,Limpia%20las%20herramientas%20con%20agua.>
- López, H. (2023). *Universidad César Vallejo*. Sistema constructivo como estrategia de aislante térmico para las viviendas de Tarapoto: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/138349>
- MaTestLab. (04 de may de 2025). *ASTM C518 Steady-State Thermal Transmission Properties by Means of the Heat Flow Meter Apparatus*. MaTestLab: <https://matestlabs.com/test-standards/astm-c518/>
- Monireh, F., & Taban, E. (15 de oct de 2023). *Fibras de cáscara de maíz residual para aplicaciones de absorción acústica y aislamiento térmico: un paso hacia edificios sostenibles*. Science Direct: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710223016480>
- Mostafa, O., & Ahmed, G. (dic de 2024). *El almidón de maíz como aglutinante ecológico en supercondensadores: comprensión del efecto del aglutinante en el mecanismo de almacenamiento de carga*. Science Direct: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S266705692400083X>
- NEC. (feb de 2018). *Norma Ecuatoriana de la Construcción*. Eficiencia energética en edificaciones residenciales: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/4.-NEC-HS-Eficiencia-Energetica.pdf>
- P&H Construyendo Soluciones. (30 de ene de 2023). *¿Qué son los materiales aglutinantes?* P&H Construyendo Soluciones: <https://pyhca.com/que-son-los-materiales-aglutinantes/>
- Pintulac. (s.f.). *Yeso extra fino 36kg yesol*. Pintulac: <https://www.pintulac.com.ec/yeso-extra-fino-36kg-yesol.html>
- Química. (s.f.). *Yeso*. Química: <https://www.quimica.es/enciclopedia/Yeso.html>
- Redes de seguridad. (s.f.). *Redes de seguridad*. Cómo prevenir los golpes de calor en el sector de la Construcción: <https://www.redesdeseguridad.net/como-prevenir-los-golpes-de-calor-en-el-sector-de-la-construccion/>
- Rhonatherm. (s.f.). *Conductividad térmica en aislamientos: por qué tenerla en cuenta*. Rhonatherm: [https://www.saterhonatherm.com/blog/conductividad-termica-aislamientos/#:~:text=Poliestireno%20expandido,-EI%20panel%20EPS&text=Conductividad%20t%C3%A9rmica%20%CE%BB%20=%200%2C037%20W,J%20\(K%20DG%20DK\)%2025%C2%BA:%201300](https://www.saterhonatherm.com/blog/conductividad-termica-aislamientos/#:~:text=Poliestireno%20expandido,-EI%20panel%20EPS&text=Conductividad%20t%C3%A9rmica%20%CE%BB%20=%200%2C037%20W,J%20(K%20DG%20DK)%2025%C2%BA:%201300)

- Ripoll, A. (2023). *Repositorio Universidad de Cartagena*. Análisis de los sistemas de aislamiento térmico en edificaciones residenciales de hormigón: <https://repositorio.unicartagena.edu.co/entities/publication/76c7bc12-24f4-4e5c-8880-fda2d26246a2>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (27 de ene de 2025). *Servicio Ecuatoriano de Normalización*. Catálogo de Normas Técnicas INEN: <https://apps.normalizacion.gob.ec/descarga/>
- Suárez, P. (2023). *Cuaderno Urbano*. Comportamiento térmico estacional de fachadas verdes conformadas por especies trepadoras perennes en muros mäsicos orientados al oeste. Estudio de casos en zonas áridas: https://www.arq.unne.edu.ar/cuaderno-urbano-nro-35-4/?utm_source=chatgpt.com
- Tecnologías M.T. Copeland. (31 de may de 2022). *¿Qué es un panel de yeso ignífugo?* Tecnologías M.T. Copeland: <https://mtcopeland.com/es/blog/what-is-fire-rated-drywall/>
- Tectonica. (s.f.). *Tectonica*. Textiles, tableros y paneles sándwich a base de fibra de lino: <https://tectonica.archi/materials/textiles-tableros-y-paneles-sandwich-a-base-de-fibra-de-lino/>
- Thermtest Instruments. (13 de dic de 2021). *How the Thermal Conductivity of Clay Bricks Contributes to Their Success as a Building Material*. Thermtest Instruments: <https://thermtest.com/how-the-thermal-conductivity-of-clay-bricks-contributes-to-their-success-as-a-building-material#:~:text=En%20zonas%20donde%20las%20temperaturas,formaci%C3%B3n%20de%20ladrillos%20de%20arcilla.>
- UNE Normalización Española. (25 de nov de 2015). *UNE-EN 13162:2013+A1:2015*. UNE Normalización Española: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0055787>
- Worten. (2020). *Equivalencias de Lúmenes a Vatios en bombillas Led y tradicionales*. Worten.
- Worten. (17 de jun de 2020). *Equivalencias de Lúmenes a Vatios en bombillas Led y tradicionales*. Worten: <https://www.worten.es/blog/909/equivalencias-de-lumenes-a-vatios-en-bombillas-led-y-tradicionales/>
- Zambrano, R., & Barreiro, G. (2022). *Uso de la cáscara de maní en paneles prefabricados para viviendas de interés social en Manabí*. . Revistas ITSUP: <https://revistas.itsup.edu.ec/index.php/sinapsis/article/view/643/1391>
- Zita, A. (s.f.). *Densidad*. Toda Materia: <https://www.todamateria.com/densidad/>

ANEXOS

Anexo 1: Desmoldado de los primeros paneles.

