



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE  
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y  
CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

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

**TEMA**

**DISEÑO DE BLOQUE TERMOAISLANTE CON FIBRA DE COCO Y  
BAGAZO DE CAÑA PARA VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL.**

**TUTORA**

**Mgtr. JULY ROXANA HERRERA VALENCIA**

**AUTORES**

**NORMA MARÍA ERRAZURIZ CARRILLO**

**NATHALY VIRGINIA ROMERO GÓMEZ**

**GUAYAQUIL**

**2025**

| REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| FICHA DE REGISTRO DE TESIS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                     |
| <b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b><br>Diseño de bloque termoaislante con fibra de coco y bagazo de caña para viviendas de interés social.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                     |
| <b>AUTOR/ES:</b><br>Errazuriz Carrillo Norma María<br>Romero Gómez Nathaly Virginia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>TUTOR:</b><br>Mgtr. July Roxana Herrera Valencia |
| <b>INSTITUCIÓN:</b><br>Universidad Laica Vicente<br>Rocafuerte de Guayaquil                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Grado obtenido:</b><br>Ingeniero Civil           |
| <b>FACULTAD:</b><br>INGENIERÍA, INDUSTRIA Y<br>CONSTRUCCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>CARRERA:</b><br>INGENIERÍA CIVIL                 |
| <b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b><br>2025                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>N. DE PÁGS:</b> 144                              |
| <b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b> Arquitectura y Construcción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                     |
| <b>PALABRAS CLAVE:</b> Desperdicio, Materiales de construcción, Hormigón, Fibra.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                     |
| <b>RESUMEN:</b><br>Este proyecto tuvo como objetivo el diseño de un bloque termoaislante con fibra de coco y bagazo de caña de azúcar para viviendas de interés social, aportando a las mismas un mayor confort térmico, puesto que este bloque se diseñó para que tenga un coeficiente de conductividad térmica bajo mediante la incorporación de fibras vegetales como bagazo de caña y fibra de coco, las cuales son consideradas como desperdicios agrícolas.<br><br>Se realizaron ensayos de resistencia a compresión a los bloques con 5 dosificaciones de fibra de coco y bagazo de caña, dichas fibras fueron sometidas a un tratamiento hidrotérmico con el fin de eliminar sus impurezas. La primera dosificación correspondió al bloque patrón sin fibras vegetales y la cuarta dosificación tuvo los mismos porcentajes de la tercera dosificación, con la diferencia de que ésta contuvo el bagazo de caña tratado con hidróxido de sodio |                                                     |

para mejorar su adherencia al cemento y verificar su resistencia a compresión. La cuarta dosificación fue aquella que mejores resultados obtuvo en la prueba de compresión, con un promedio de 3,36 MPA.

Además, se realizó el ensayo de conductividad térmica para determinar el coeficiente de conductividad térmica del bloque. En este sentido, se elaboró un bloque de 15cm x 15cm x 7cm con fibra de coco y bagazo de caña que sirvió como muestra para el ensayo de conductividad térmica, el cual fue elaborado con la dosificación que cumplió con los resultados del ensayo de resistencia a compresión. El bloque obtuvo una conductividad térmica 0,902 W/m\*K°.

|                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| <b>N. DE REGISTRO (en base de datos):</b>                                                        | <b>N. DE CLASIFICACIÓN:</b>                                                                                                                                                                                                          |                                                                   |
| <b>DIRECCIÓN URL (Web):</b>                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                   |
| <b>ADJUNTO PDF:</b>                                                                              | <b>SI</b> <input checked="checked" type="checkbox"/>                                                                                                                                                                                 | <b>NO</b> <input type="checkbox"/>                                |
| <b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b><br>Errazuriz Carrillo Norma María<br>Romero Gómez Nathaly Virginia | <b>Teléfono:</b>                                                                                                                                                                                                                     | <b>E-mail:</b><br>nerrazurizc@ulvr.edu.ec<br>nromerog@ulvr.edu.ec |
| <b>CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:</b>                                                               | PhD. Marcial Calero Amores<br><b>Teléfono:</b> (04) 2596500 Ext. 241<br><b>E-mail:</b> mcaleroa@ulvr.edu.ec<br>Mgtr. Jorge Enrique Torres Rodríguez<br><b>Teléfono:</b> (04) 2596500 Ext. 242<br><b>E-mail:</b> etorresr@ulvr.edu.ec |                                                                   |

## CERTIFICADO DE SIMILITUD

Errazuriz y Romero\_TESIS FINAL REC.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

< 1%

★ Submitted to BENEMERITA UNIVERSIDAD  
AUTONOMA DE PUEBLA BIBLIOTECA

Trabajo del estudiante

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los estudiantes egresados **NORMA MARÍA ERRAZURIZ CARRILLO Y NATHALY VIRGINIA ROMERO GÓMEZ**, declaramos bajo juramento, que la autoría del presente Trabajo de Titulación, **DISEÑO DE BLOQUE TERMOAISLANTE CON FIBRA DE COCO Y BAGAZO DE CAÑA PARA VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL**, 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.

Autores

Firma:



NORMA MARÍA ERRAZURIZ CARRILLO

C.I.: 0951192822

Firma:



NATHALY VIRGINIA ROMERO GÓMEZ

C.I.: 0931738090

## CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de docente Tutor del Trabajo de Titulación **DISEÑO DE BLOQUE TERMOAISLANTE CON FIBRA DE COCO Y BAGAZO DE CAÑA PARA VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL**, designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

### CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Trabajo de Titulación, titulado: **DISEÑO DE BLOQUE TERMOAISLANTE CON FIBRA DE COCO Y BAGAZO DE CAÑA PARA VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL**, presentado por las estudiantes NORMA MARÍA ERRAZURIZ CARRILLO Y NATHALY VIRGINIA ROMERO GÓMEZ como requisito previo, para optar al Título de **INGENIERO CIVIL**, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:

Mgtr. JULY ROXANA HERRERA VALENCIA

C.C. 0916201569

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco primeramente a Dios, por darme la fortaleza y la claridad necesarias para completar esta etapa de mi vida. A mis padres José Celso Errazuriz Espinoza, Cefisa Verónica Carrillo Veliz, cuyo amor y sacrificio han sido la base de mi educación, gracias por estar siempre a mi lado, impulsándome a continuar y no rendirme. Agradezco de todo corazón a Mgtr. July Roxana Herrera Valencia mi tutora de tesis, por su paciencia, motivación y consejos los cuales fueron esenciales para superar los retos de esta tesis. Gracias por su tiempo, por compartir su conocimiento y por impulsarme a dar lo mejor de mí. También quiero agradecerles a mis profesores de la Universidad, en especial a mi querida profesora PhD. Iris Carolina Vargas de Carrasquero, por sus enseñanzas en la materia de escritura científica y al Ing. Mendoza Villacís Kevin Ángel, quien también fue una gran guía en la realización del proyecto, al Sr. Guillermo Remache, dueño de la bloquera, gracias por su disposición al permitir que ingresemos a su instalación y poder realizar nuestras muestras, por compartir su experiencia la cual fue de mucha ayuda para el desarrollo de esta investigación. Agradezco también a mis amigos de curso, en especial a Andrés Ortiz Murillo, Kevin Pinto Cañarte, Nathaly Romero Gómez con quienes he compartido largas jornadas de estudio, por su apoyo incondicional.

## **DEDICATORIA**

Le dedico este trabajo a mis padres, José Celso Errazuriz Espinoza y Cefisa Verónica Carrillo Veliz, por su amor, por sacrificar tantas cosas para que yo pueda seguir con mis estudios, ellos han sido la base de mi formación. A mis abuelitas Sara María Veliz Falcones y Norma María Espinoza Burgos, quienes también han estado impulsándome con todo su amor para que salga adelante, gracias por creer en mí, por sus historias y enseñanzas me han inspirado a perseverar y luchar por mis sueños. A mis queridos amigos de estudio quienes, por su apoyo en cada etapa de este camino.

**ERRAZURIZ CARRILLO NORMA MARÍA**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, quiero agradecerle a mi tutora de tesis, Mgtr. July Roxana Herrera Valencia, por su paciencia, guía, confianza en nuestra capacidad para desarrollar esta investigación. Su apoyo y consejos fueron clave para superar muchos obstáculos en el proceso. Estoy muy agradecida con mis padres y mis abuelos paternos y maternos, quienes son los pilares de mi vida, por su apoyo incondicional, ánimo y motivación en cada etapa de mi formación y por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia, y a mi hermano Andrés, por estar siempre a mi lado cuando lo necesito. También me gustaría agradecer a mi tía Paola Romero, al Ing. Daniel Falquez, Ing. Carolina Massay, PhD. Haci Baykara y al Ing. José Macías por su guía en la realización de los ensayos del proyecto, al Sr. Guillermo, dueño de la bloquera, por permitirnos hacer los bloques de esta tesis en su bloquera; su generosidad y disposición fueron esenciales para este estudio. A mis amigos Kevin Pinto, Andrés Ortiz y Norma Errazuriz, y también a mis compañeros de curso; su apoyo, conocimientos y ánimos a lo largo de esta carrera me han permitido superar todos los obstáculos.

## **DEDICATORIA**

Les dedico este trabajo a mis padres, mi hermano, mis abuelos paternos y maternos, y mi familia, quienes han sido mi fortaleza e inspiración en toda mi vida.

**ROMERO GÓMEZ NATHALY VIRGINIA**

## RESUMEN

Este proyecto tuvo como objetivo el diseño de un bloque termoaislante con fibra de coco y bagazo de caña de azúcar para viviendas de interés social, aportando a las mismas un mayor confort térmico, puesto que este bloque se diseñó para que tenga un coeficiente de conductividad térmica bajo mediante la incorporación de fibras vegetales como bagazo de caña y fibra de coco, las cuales son consideradas como desperdicios agrícolas.

Se realizaron ensayos de resistencia a compresión a los bloques con 5 dosificaciones de fibra de coco y bagazo de caña, dichas fibras fueron sometidas a un tratamiento hidrotérmico con el fin de eliminar sus impurezas. La primera dosificación correspondió al bloque patrón sin fibras vegetales y la cuarta dosificación tuvo los mismos porcentajes de la tercera dosificación, con la diferencia de que ésta contuvo el bagazo de caña tratado con hidróxido de sodio para mejorar su adherencia al cemento y verificar su resistencia a compresión. La cuarta dosificación fue aquella que mejores resultados obtuvo en la prueba de compresión, con un promedio de 3,36 MPA.

Además, se realizó el ensayo de conductividad térmica para determinar el coeficiente de conductividad térmica del bloque. En este sentido, se elaboró un bloque de 15cm x 15cm x 7cm con fibra de coco y bagazo de caña que sirvió como muestra para el ensayo de conductividad térmica, el cual fue elaborado con la dosificación que cumplió con los resultados del ensayo de resistencia a compresión. El bloque obtuvo una conductividad térmica 0,902 W/m\*K°.

**Palabras claves:** Desperdicio, Materiales de construcción, Fibra, Hormigón.

## ABSTRACT

This project aimed to design a thermal insulation block with coconut fiber and sugar cane bagasse for social housing, providing them with greater thermal comfort, since this block was designed to have a low thermal conductivity coefficient by incorporating plant fibers such as sugar cane bagasse and coconut fiber, which are considered agricultural waste.

Compression resistance tests were carried out on the blocks with 5 dosages of coconut fiber and sugar cane bagasse, said fibers were subjected to a hydrothermal treatment in order to eliminate their impurities. The first dosage corresponded to the standard block without plant fibers and the fourth dosage had the same percentages as the third dosage, with the difference that it contained sugar cane bagasse treated with sodium hydroxide to improve its adherence to cement and verify its compressive strength. The fourth dosage was the one that obtained the best results in the compression test, with an average of 3,36 MPA.

In addition, the thermal conductivity test was performed to determine the thermal conductivity coefficient of the block. In this sense, a 15cm x 15cm x 7cm block was made with coconut fiber and sugarcane bagasse that served as a sample for the thermal conductivity test, which was made with the dosage that met the results of the compressive strength test. The block obtained a thermal conductivity of 0.902 W/m\*K°.

**Keywords:** Waste, Building materials, Strength, Fiber, Concrete.

## ÍNDICE GENERAL

|                                                                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| INTRODUCCIÓN .....                                                                                          | 1  |
| CAPÍTULO I .....                                                                                            | 3  |
| ENFOQUE DE LA PROPUESTA.....                                                                                | 3  |
| 1.1 Tema: .....                                                                                             | 3  |
| 1. 2 Planteamiento del Problema:.....                                                                       | 3  |
| 1.3 Formulación del Problema: .....                                                                         | 4  |
| 1.4 Objetivo General .....                                                                                  | 4  |
| 1.5 Objetivos Específicos.....                                                                              | 5  |
| 1.6 Hipótesis .....                                                                                         | 5  |
| 1.7 Línea de Investigación Institucional / Facultad.....                                                    | 5  |
| CAPÍTULO II .....                                                                                           | 6  |
| MARCO REFERENCIAL.....                                                                                      | 6  |
| 2.1 Marco Teórico: .....                                                                                    | 6  |
| 2.1.1 Impactos Ambientales por Emisiones de CO <sub>2</sub> por Parte del Sector de la<br>Construcción..... | 6  |
| 2.1.2 Clima de Guayaquil .....                                                                              | 8  |
| 2.1.3 Antecedentes.....                                                                                     | 10 |
| 2.1.4 Bloques de Hormigón .....                                                                             | 14 |
| 2.1.5 Diseño de Mezclas de Hormigón .....                                                                   | 18 |
| 2.1.6 Hormigón con Fibras Vegetales .....                                                                   | 19 |
| 2.1.7 Fibras Vegetales.....                                                                                 | 20 |
| 2.1.8 Tratamiento Químico para las Fibras Vegetales.....                                                    | 27 |
| 2.1.9 Aislamiento Térmico en Edificaciones .....                                                            | 28 |
| 2.2 Marco Legal: .....                                                                                      | 31 |
| 2.2.1 Constitución de la República del Ecuador .....                                                        | 31 |
| 2.2.2 Código Orgánico del Ambiente .....                                                                    | 32 |
| 2.2.3 Normas Técnicas para la Fabricación de los Bloques de Hormigón .....                                  | 35 |
| CAPÍTULO III .....                                                                                          | 36 |
| MARCO METODOLÓGICO .....                                                                                    | 36 |

|                                                                                                                                       |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.1 Enfoque de la Investigación: Cuantitativo .....                                                                                   | 36  |
| 3.2 Alcance de la Investigación: Correlacional y Descriptivo .....                                                                    | 36  |
| 3.3 Técnica e Instrumentos para Obtener los Datos .....                                                                               | 37  |
| 3.4 Población y Muestra .....                                                                                                         | 40  |
| CAPÍTULO IV .....                                                                                                                     | 42  |
| PROPUESTA O INFORME.....                                                                                                              | 42  |
| 4.1 Procedimiento para el Diseño de Bloque Termoaislante con Fibra de Coco y<br>Bagazo de Caña para Viviendas de Interés Social ..... | 42  |
| 4.1.2 Ensayos para La Caracterización de Los Agregados Gruesos y Finos .....                                                          | 42  |
| 4.1.3 Dosificación del Bloque Patrón con La Normativa ACI 211.1.....                                                                  | 49  |
| 4.1.4 Tratamiento Químico de Las Fibras de Coco y El Bagazo de Caña de Azúcar<br>.....                                                | 57  |
| 4.1.5 Proceso de Elaboración de los Bloques .....                                                                                     | 60  |
| 4.1.6 Ensayo de Resistencia a Compresión (INEN 3066) .....                                                                            | 64  |
| 4.1.7 Cálculo del Contenido de Humedad en los Bloques.....                                                                            | 64  |
| 4.1.8 Ensayo de Conductividad Térmica.....                                                                                            | 65  |
| 4.2 Presentación de Resultados.....                                                                                                   | 66  |
| 4.2.1 Resultados de la Caracterización de los Agregados Gruesos y Finos.....                                                          | 66  |
| 4.2.2 Resultados del Contenido de Humedad de los Bloques.....                                                                         | 75  |
| 4.2.3 Resultados del Ensayo de Resistencia a Compresión .....                                                                         | 82  |
| 4.2.4 Resultados del Ensayo de Conductividad Térmica .....                                                                            | 96  |
| 4.2.5 Cantidad de Bloques para 1 m <sup>2</sup> de pared de una vivienda .....                                                        | 100 |
| 4.2.6 Análisis de Precios Unitarios (APU) para la elaboración de bloques para 1 m <sup>2</sup><br>de pared de una vivienda .....      | 104 |
| 4.2.7 Presupuesto.....                                                                                                                | 109 |
| 4.2.8 Modelado en 3D de vivienda Empleando el Bloque Prototipo.....                                                                   | 109 |
| CONCLUSIONES.....                                                                                                                     | 113 |
| RECOMENDACIONES .....                                                                                                                 | 114 |
| ANEXOS.....                                                                                                                           | 120 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 1:</b> Medidas estándar de los bloques de hormigón .....                                         | 14 |
| <b>Tabla 2:</b> Tipos de bloques huecos de hormigón y sus usos .....                                      | 14 |
| <b>Tabla 3:</b> Bloques de Hormigón de Acuerdo a Su Densidad.....                                         | 14 |
| <b>Tabla 4:</b> Características Físicas de La Fibra de Coco .....                                         | 21 |
| <b>Tabla 5:</b> Características Físico Mecánicas de La Fibra de Coco.....                                 | 21 |
| <b>Tabla 6:</b> Componentes Principales del Coco .....                                                    | 22 |
| <b>Tabla 7:</b> Componentes principales del bagazo de caña de azúcar .....                                | 25 |
| <b>Tabla 8:</b> Muestra de Bloques para Los Diferentes Ensayos .....                                      | 40 |
| <b>Tabla 9:</b> Resultados de los Ensayos del Agregado Grueso y Fino.....                                 | 49 |
| <b>Tabla 10:</b> Revenimientos Recomendados para Diversos Tipos de Construcción.....                      | 49 |
| <b>Tabla 11:</b> Requisitos Aproximados de Agua de Mezclado y Contenido de Aire.....                      | 50 |
| <b>Tabla 12:</b> Desviación Estándar de La Resistencia del Concreto en kg/cm <sup>2</sup> .....           | 51 |
| <b>Tabla 13:</b> Relación Agua/Cemento por Peso .....                                                     | 52 |
| <b>Tabla 14:</b> Volumen de Agregado Grueso por Volumen Unitario de Concreto .....                        | 52 |
| <b>Tabla 15:</b> Estimación del Peso de Los Materiales .....                                              | 54 |
| <b>Tabla 16:</b> Ajustes por Humedad .....                                                                | 54 |
| <b>Tabla 17:</b> Ajustes por Humedad .....                                                                | 54 |
| <b>Tabla 18:</b> Cantidad de materiales en peso para 1 m <sup>3</sup> corregidas por humedad.....         | 54 |
| <b>Tabla 19:</b> Resultados para La Cantidad de Materiales de 8 Bloques.....                              | 55 |
| <b>Tabla 20:</b> Bagazo de caña=0% y fibra de coco 0% .....                                               | 56 |
| <b>Tabla 21:</b> Bagazo de caña=0,5% y fibra de coco 2% .....                                             | 56 |
| <b>Tabla 22:</b> Bagazo de caña=0,5% y fibra de coco 3% .....                                             | 56 |
| <b>Tabla 23:</b> Bagazo de caña=0,5% y fibra de coco 3,5% .....                                           | 56 |
| <b>Tabla 24:</b> Bagazo de caña=0,5% (tratamiento con hidróxido de sodio al 2%) y fibra de coco 3,5%..... | 57 |
| <b>Tabla 25:</b> Granulometría del Chasqui .....                                                          | 67 |
| <b>Tabla 26:</b> Cálculo del porcentaje de error del ensayo de granulometría del chasqui....              | 67 |
| <b>Tabla 27:</b> Resultados del ensayo para el peso volumétrico del chasqui .....                         | 69 |
| <b>Tabla 28:</b> Ensayo de gravedad específica y absorción del chasqui .....                              | 70 |
| <b>Tabla 29:</b> Ensayo de granulometría de la piedra chispa.....                                         | 71 |
| <b>Tabla 30:</b> Cálculo del porcentaje de error del ensayo de granulometría de la piedra chispa .....    | 71 |
| <b>Tabla 31:</b> Resultados del ensayo para el peso volumétrico de la piedra chispa .....                 | 73 |
| <b>Tabla 32:</b> Gravedad específica y absorción del agregado grueso.....                                 | 74 |
| <b>Tabla 33:</b> Resultados del ensayo de granulometría de la arena .....                                 | 72 |
| <b>Tabla 34:</b> Cálculo del porcentaje de error del ensayo de granulometría de la arena....              | 72 |
| <b>Tabla 35:</b> Resultados del ensayo del peso volumétrico de la arena.....                              | 73 |
| <b>Tabla 36:</b> Resultados del ensayo de gravedad específica y absorción del agregado fino .....         | 74 |

|                                                                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tabla 37:</b> Dimensiones de las muestras de la Dosificación 0:.....                                     | 77  |
| <b>Tabla 38:</b> Unidades para determinar el contenido de humedad de la Dosificación 0 ...                  | 77  |
| <b>Tabla 39:</b> Dimensiones de las muestras de la Dosificación 1.....                                      | 78  |
| <b>Tabla 40:</b> Unidades para determinar el contenido de humedad de la Dosificación 1 ...                  | 79  |
| <b>Tabla 41:</b> Dimensiones de las muestras de la Dosificación 2.....                                      | 79  |
| <b>Tabla 42:</b> Unidades para determinar el contenido de humedad de la Dosificación 2 ...                  | 80  |
| <b>Tabla 43:</b> Dimensiones de las muestras de la Dosificación 3.....                                      | 80  |
| <b>Tabla 44:</b> Unidades para determinar el contenido de humedad de la Dosificación 3 ...                  | 81  |
| <b>Tabla 45:</b> Dimensiones de las Muestras para el Ensayo de Absorción de la Dosificación 4.....          | 81  |
| <b>Tabla 46:</b> Unidades para el Ensayo de Absorción de la Dosificación 4 .....                            | 82  |
| <b>Tabla 47:</b> Resultados del ensayo de resistencia a compresión de la Dosificación 0 a los 28 días.....  | 82  |
| <b>Tabla 48:</b> Datos obtenidos del ensayo de resistencia a compresión de D0-B1 .....                      | 83  |
| <b>Tabla 49:</b> Datos obtenidos del ensayo de resistencia a compresión de D0-B2 .....                      | 84  |
| <b>Tabla 50:</b> Datos obtenidos del ensayo de resistencia a compresión de D0-B3 .....                      | 84  |
| <b>Tabla 51:</b> Curva Esfuerzo-Deformación de D0 .....                                                     | 85  |
| <b>Tabla 52:</b> Resultados del ensayo de resistencia a compresión de la dosificación 1 a los 28 días.....  | 85  |
| <b>Tabla 53:</b> Datos obtenidos del ensayo de resistencia a compresión de D1-B1 .....                      | 86  |
| <b>Tabla 54:</b> Datos obtenidos del ensayo de resistencia a compresión de D1-B2 .....                      | 86  |
| <b>Tabla 55:</b> Datos obtenidos del ensayo de resistencia a compresión de D1-B3 .....                      | 87  |
| <b>Tabla 56:</b> Resultados del Ensayo de Resistencia a Compresión de la Dosificación 2 a los 28 días ..... | 88  |
| <b>Tabla 57:</b> Datos obtenidos del ensayo de resistencia a compresión de D2-B1 .....                      | 88  |
| <b>Tabla 58:</b> Datos obtenidos del ensayo de resistencia a compresión de D2-B2 .....                      | 89  |
| <b>Tabla 59:</b> Datos obtenidos del ensayo de resistencia a compresión de D2-B3 .....                      | 89  |
| <b>Tabla 60:</b> Resultados del ensayo de resistencia a compresión de la Dosificación 3 a los 28 días.....  | 90  |
| <b>Tabla 61:</b> Datos obtenidos del ensayo de resistencia a compresión de D3-B1 .....                      | 91  |
| <b>Tabla 62:</b> Datos obtenidos del ensayo de resistencia a compresión de D3-B2 .....                      | 91  |
| <b>Tabla 63:</b> Datos obtenidos del ensayo de resistencia a compresión de D3-B3 .....                      | 92  |
| <b>Tabla 64:</b> Curva Esfuerzo-Deformación de D3 .....                                                     | 92  |
| <b>Tabla 65:</b> Resultados del ensayo de resistencia a compresión de la Dosificación 4 a los 28 días.....  | 93  |
| <b>Tabla 66:</b> Datos obtenidos del ensayo de resistencia a compresión de D4-B1 .....                      | 93  |
| <b>Tabla 67:</b> Datos obtenidos del ensayo de resistencia a compresión de D4-B2 .....                      | 94  |
| <b>Tabla 68:</b> Datos obtenidos del ensayo de resistencia a compresión de D4-B3 .....                      | 94  |
| <b>Tabla 69:</b> Volumen de mortero para 1 m <sup>2</sup> de pared.....                                     | 103 |
| <b>Tabla 70:</b> Cantidades finales para el mortero y bloques por 1 m <sup>2</sup> de pared .....           | 104 |

|                                                                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tabla 71:</b> Bagazo de caña=0,5% (tratamiento con hidróxido de sodio al 2%) y fibra de coco 3,5%..... | 104 |
| <b>Tabla 72:</b> APU de la producción de 13 bloques de la dosificación 4.....                             | 105 |
| <b>Tabla 73:</b> APU del emblocado con bloques de la dosificación 4 .....                                 | 106 |
| <b>Tabla 74:</b> APU del enlucido interior de 1 m2 de pared .....                                         | 107 |
| <b>Tabla 75:</b> APU del enlucido exterior de 1 m2 de pared .....                                         | 108 |
| <b>Tabla 76:</b> Presupuesto.....                                                                         | 109 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1:</b> Emisiones de CO2 por sectores .....                                       | 7  |
| <b>Figura 2:</b> Partes del coco .....                                                     | 21 |
| <b>Figura 3:</b> Localización en Mapa del Coco en Ecuador .....                            | 24 |
| <b>Figura 4:</b> Localización en mapa de la caña de azúcar en Ecuador.....                 | 27 |
| <b>Figura 5:</b> Conducción de calor a través de cualquier material .....                  | 30 |
| <b>Figura 6:</b> Tamizado del Chasqui por el tamiz No.4.....                               | 45 |
| <b>Figura 7:</b> Pesaje de la Cantidad de BCA para el Tratamiento Hidrotérmico .....       | 57 |
| <b>Figura 8:</b> Medición de temperatura de la solución con agua destilada y BCA .....     | 58 |
| <b>Figura 9:</b> Pesaje del BCA.....                                                       | 60 |
| <b>Figura 10:</b> Pesaje del agregado grueso .....                                         | 61 |
| <b>Figura 11:</b> Mezclado de los materiales .....                                         | 62 |
| <b>Figura 12:</b> Textura y Acabado de la Mezcla durante el Mezclado.....                  | 62 |
| <b>Figura 13:</b> Carga de la mezcla en la máquina vibro compactadora .....                | 63 |
| <b>Figura 14:</b> Acabado final de los bloques con fibra de coco y BCA.....                | 63 |
| <b>Figura 15:</b> Curva granulométrica del chasqui .....                                   | 68 |
| <b>Figura 16:</b> Curva granulométrica de la piedra chispa .....                           | 72 |
| <b>Figura 17:</b> Curva granulométrica de la arena .....                                   | 72 |
| <b>Figura 18:</b> Peso del bloque seco Inicial .....                                       | 75 |
| <b>Figura 19:</b> Bloques sumergidos en agua por 24 horas.....                             | 76 |
| <b>Figura 20:</b> Peso del bloque superficialmente saturado.....                           | 76 |
| <b>Figura 21:</b> Contenido de humedad de los bloques de la Dosificación 0.....            | 77 |
| <b>Figura 22:</b> Contenido de humedad de los bloques de la Dosificación 1.....            | 79 |
| <b>Figura 23:</b> Contenido de humedad de los bloques de la Dosificación 2.....            | 80 |
| <b>Figura 24:</b> Contenido de humedad de los bloques de la Dosificación 3.....            | 81 |
| <b>Figura 25:</b> Contenido de humedad de los bloques de la Dosificación.....              | 82 |
| <b>Figura 26:</b> Curva Esfuerzo-Deformación de D1.....                                    | 87 |
| <b>Figura 27:</b> Curva Esfuerzo-Deformación de D2.....                                    | 90 |
| <b>Figura 28:</b> Curva Esfuerzo-Deformación de D4.....                                    | 95 |
| <b>Figura 29:</b> Informe de resultados del ensayo de conductividad térmica (parte 1)..... | 96 |

|                                                                                                    |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Figura 30:</b> Informe de resultados del ensayo de conductividad térmica (parte 2).....         | 97  |
| <b>Figura 31:</b> Informe de resultados del ensayo de conductividad térmica (parte 3).....         | 98  |
| <b>Figura 32:</b> Guía de los valores de conductividad térmica.....                                | 99  |
| <b>Figura 33:</b> Dimensiones del bloque prototipo para 1 m <sup>2</sup> de pared.....             | 100 |
| <b>Figura 34:</b> Dimensiones de la pared y número de bloques para 1 m <sup>2</sup> de pared ..... | 102 |
| <b>Figura 35:</b> Modelado con vista en planta de la vivienda.....                                 | 109 |
| <b>Figura 36:</b> Modelado de fachada frontal de la vivienda .....                                 | 110 |
| <b>Figura 37:</b> Modelado de fachada lateral izquierda de la vivienda .....                       | 110 |
| <b>Figura 38:</b> Modelado de fachada posterior de la vivienda .....                               | 111 |
| <b>Figura 39:</b> Modelado de fachada lateral derecha de la vivienda .....                         | 111 |
| <b>Figura 40:</b> Plano arquitectónico de la vivienda .....                                        | 112 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|                                                                                                    |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Anexo 1:</b> Elaboración del bloque del ensayo de conductividad térmica.....                    | 120 |
| <b>Anexo 2:</b> Incorporación de fibra de coco al bloque del ensayo de conductividad térmica ..... | 120 |
| <b>Anexo 3:</b> Bloque de muestra para el ensayo de conductividad térmica.....                     | 121 |
| <b>Anexo 4:</b> Cantidad de agua para el refrentado de los bloques .....                           | 121 |
| <b>Anexo 5:</b> Cantidad de cemento para el refrentado de los bloques.....                         | 122 |
| <b>Anexo 6:</b> Refrentado de los bloques.....                                                     | 122 |
| <b>Anexo 7:</b> Máquina de ensayo de resistencia a compresión .....                                | 123 |
| <b>Anexo 8:</b> Falla del bloque 1 de la dosificación 3.....                                       | 123 |
| <b>Anexo 9:</b> Falla del bloque 3 de la dosificación 3.....                                       | 124 |
| <b>Anexo 10:</b> Falla del bloque 1 de la dosificación 2.....                                      | 124 |

## INTRODUCCIÓN

En el Ecuador las técnicas más antiguas de la construcción son las que se realizan con bloques y ladrillos. Los ladrillos de arcilla se remontan en la antigua civilización egipcia y los bloques tradicionales de la romana. Los bloques son necesarios para una amplia cantidad de proyectos de construcción debido a que resisten daños climáticos y protegen la estructura (Choez Abata, 2023).

En la provincia del Guayas, las temperaturas van en aumento debido al calentamiento global. El área de la construcción es una de las mayores fuentes de contaminación, debido a la reducción de vegetación como bosques o zonas protegidas, también para la extracción de materias primas contribuyendo con el calentamiento global. Estas altas temperaturas afectan a las viviendas de interés social, debido a que en su mayoría están construidas con bloques de hormigón y otros materiales que no tienen aislamiento térmico, siendo perjudicial para sus habitantes en especial las personas de la tercera edad y los niños.

Los desechos de la fibra de coco y el bagazo de caña, no son aprovechados en gran medida y no tienen el tratamiento adecuado, lo cual afecta a la población y al medio ambiente, pero ¿qué pasaría si se usan esos desechos para el diseño del bloque? ¿las fibras en que aportarán en las propiedades mecánicas del bloque?

En la presente tesis se determinan las características de los materiales alternativos y convencionales a utilizar, cuyos resultados sirven de base para determinar la dosificación adecuada para elaborar un bloque termoaislante de mampostería no estructural con fibra de coco y bagazo de caña para viviendas de interés social mediante la norma técnica ACI 211.1 para el diseño de la mezcla de concreto con el fin de que los bloques cumplan con la resistencia a compresión mínima establecida en las normativas INEN. De igual manera, se evalúa el desempeño del aislamiento térmico del bloque según la ISO 8302, por último, se propondrá el diseño y desarrollo de un bloque termoaislante con fibra de coco y bagazo de caña de azúcar.

Para lograr los objetivos de la tesis, se aplica un enfoque cuantitativo con alcance correlacional y descriptivo con técnicas como la observación y ensayos. Se llevan a cabo varios ensayos de resistencia a compresión según la INEN 3066, caracterización de agregados finos y gruesos según las normas NTE INEN 872 y ASTM, ensayos de contenido de humedad de los bloques y ensayos de conductividad térmica (ISO 8302, ASTM C177, EN 12667); con el fin de conocer las propiedades físicas, mecánicas y termoaislantes de los bloques. Además, se realizan tratamientos químicos como el hidrotérmico y el alcalino (con hidróxido de sodio) a las fibras vegetales para eliminar sus impurezas y disminuir su riesgo a la biodegradación con el paso del tiempo dentro del bloque.

# **CAPÍTULO I**

## **ENFOQUE DE LA PROPUESTA**

### **1.1 Tema:**

Diseño de bloque termoaislante con fibra de coco y bagazo de caña para viviendas de interés social.

### **1. 2 Planteamiento del Problema:**

Las olas de calor cuyas temperaturas alcanzan los 36.1 °C en la provincia del Guayas perjudica la calidad de vida de las personas que residen en viviendas de interés social. Debido a que estas viviendas no son construidas con materiales que tengan propiedades de aislamiento térmico, los espacios interiores de las mismas se sobrecalientan y el calor afecta a grupos de personas vulnerables como niños, ancianos o personas con enfermedades crónicas, agravando dichos problemas de salud.

En cuanto a los materiales con los que están contruidos los muros y paredes las viviendas de interés social son los bloques de hormigón, mismos que no presentan propiedades termoaislantes eficientes ante las nuevas altas temperaturas en la actualidad. Por otra parte, las soluciones innovadoras por parte del sector de la construcción que están en el mercado para mejorar el confort térmico en su mayoría no son asequibles en cuanto a costo del producto como tal o en su instalación, sobre todo para personas de escasos recursos.

El sobrecalentamiento de las viviendas se intensifica aún más si estas personas no pueden abastecerse de suficientes equipos o sistemas de refrigeración como aires acondicionados, sistemas de ventilación mecánica controlada, extractores de aire caliente, entre otros. No obstante, en caso de disponer de estos equipos, les produce un alto gasto energético al tener que estar en funcionamiento durante largos periodos de tiempo para mantener la temperatura interior confortable.

Frente a dichas limitaciones de los materiales convencionales para reducir la transferencia de calor al interior de las viviendas de interés social, además de la importante huella de carbono que conlleva producir dichos materiales de construcción, resulta importante explorar materiales sostenibles derivados del reciclaje de residuos. En este sentido, Ecuador cuenta con una gran producción de coco y al carecer de industrias que reciclen dichos subproductos industriales y agrícolas, causa que éstos se depositen en rellenos sanitarios o terminen incinerados, desaprovechando así las propiedades de sus fibras vegetales. Otro material alternativo es el bagazo de caña de azúcar de la industria azucarera cuya incineración genera vapor que es aprovechado para producir energía en las fábricas azucareras. Sin embargo, la quema irresponsable y no controlada del bagazo de caña de azúcar en lugares abiertos libera varios tipos de gases y cenizas a la atmósfera que son perjudiciales para la salud humana.

La presente investigación se centra en elaborar y ensayar materiales de construcción, específicamente los bloques de mampostería no estructural para viviendas de interés social, que incorporen materiales sostenibles como es el caso de los residuos orgánicos reciclados, de tal manera que las propiedades mecánicas y termoaislantes de dichos residuos se puedan aprovechar como materiales alternativos a la materia prima tradicional, beneficiando al medio ambiente y contribuyendo al confort térmico de sus habitantes.

### **1.3 Formulación del Problema:**

¿De qué manera afectará la fibra de coco y bagazo de caña de azúcar en el diseño de un bloque termoaislante de mampostería no estructural?

### **1.4 Objetivo General**

Diseñar un bloque termoaislante de mampostería no estructural con fibra de coco y bagazo de caña de azúcar mejorando el confort térmico dentro de las viviendas de interés social en Guayaquil.

### **1.5 Objetivos Específicos**

- Identificar las características de los materiales alternativos y convencionales a utilizar para el diseño del bloque termoaislante de mampostería no estructural con fibra de coco y bagazo de caña de azúcar.
- Determinar la dosificación óptima del bloque termoaislante de mampostería no estructural con fibra de coco y bagazo de caña de azúcar mediante los ensayos de resistencia a compresión.
- Evaluar el desempeño del aislamiento térmico del bloque termoaislante de mampostería no estructural con fibra de coco y bagazo de caña de azúcar.
- Proponer el diseño y desarrollo de un bloque termoaislante con fibra de coco y bagazo de caña de azúcar.

### **1.6 Hipótesis**

La incorporación de materiales sostenibles con propiedades de aislamiento térmico y resistencia mecánica, como la fibra de coco y la fibra del bagazo de caña de azúcar, respectivamente, en el diseño de un bloque termoaislante de mampostería no estructural, disminuirá la transferencia de calor a través del mismo al tener un bajo coeficiente de conductividad térmica y mantendrá sus propiedades mecánicas adecuadas.

### **1.7 Línea de Investigación Institucional / Facultad**

**Línea institucional:** Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción.

**Línea de Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción:** Materiales de Construcción.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO REFERENCIAL**

#### **2.1 Marco Teórico:**

##### ***2.1.1 Impactos Ambientales por Emisiones de CO<sub>2</sub> por Parte del Sector de la Construcción***

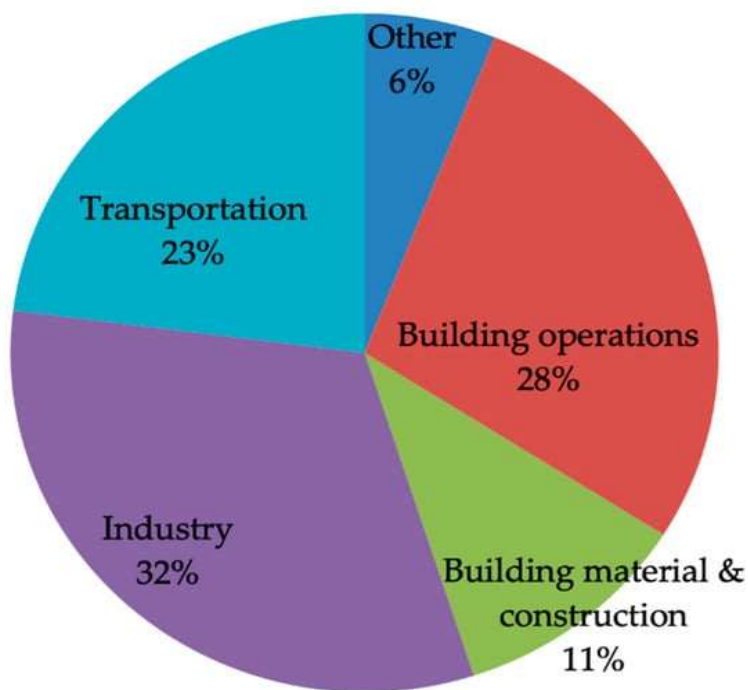
Según Zambrano Murillo y otros (2020), varios estudios alrededor del mundo han demostrado que el sector de la construcción es una de las fuentes de contaminación más grandes del planeta. Esto se debe a que no sólo hace necesaria la reducción y modificación de ambientes naturales como bosques y áreas protegidas tanto para construir inmuebles como para extraer materias primas como arena, piedra y minerales, sino también por la explotación de recursos energéticos no renovables, operación de maquinaria a base de combustible fósil y el depósito en vertederos de los residuos de demolición de una estructura.

El ciclo de vida del material más usado para casi todas las infraestructuras de la ingeniería civil, el cemento, produce más del 7% de las emisiones antropogénicas anuales de gases de efecto invernadero (GEI), en particular el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), que resultan tanto del consumo de energía proveniente de recursos energéticos y minerales no renovables a corto plazo, como de las reacciones químicas (Miller y otros, 2021).

En cuanto a las causas de este aumento de la temperatura atmosférica, además de la cadena de manufactura del cemento y otros materiales empleados en la construcción, otra de las fuentes importantes de emisión de CO<sub>2</sub> en el sector de la construcción es el proceso de urbanización. La urbanización tiene por objeto la transformación de las zonas rurales en zonas urbanas, proporcionando infraestructuras e instalaciones que promuevan una mejora en la calidad de vida de las personas por medio del desarrollo de viviendas adecuadas, servicios básicos, sistemas de transporte eficientes, áreas recreativas y zonas de comercio que creen mayores oportunidades de empleo y crecimiento económico de la zona.

Por otro lado, el crecimiento poblacional acelerado tanto horizontal como verticalmente ejerce una influencia notable en el aumento de emisiones de GEI, tales como el dióxido de azufre, monóxido de carbono y óxido de nitrógeno, que llegan a representar el 40% de emisiones de GEI en todo el mundo (Ahmed Ali y otros, 2020). Estos altos niveles de contaminación se atribuyen a que el sector de la construcción utiliza gran cantidad de energía de combustibles fósiles en los procesos de construcción y operación de dichas infraestructuras.

**Figura 1:** Emisiones de CO2 por sectores



Fuente: Ahmed Ali y otros (2020).

El cambio climático se define como los cambios en los patrones climáticos y de temperatura que se desarrollan a largo plazo en la Tierra. A pesar de que éste se debe a factores naturales como mecanismos atmosféricos y oceánicos, los aumentos de temperaturas que se han experimentado en el último siglo guardan relación con las prácticas preindustriales sin regulaciones adecuadas que corresponden a actividades antropogénicas. Entre los impactos de las emisiones de CO2 en el medio ambiente generado por el aumento global de las temperaturas están cambios de la temporada de cosecha, alteraciones en los suministros de agua, socavación de regiones costeras, lluvia ácida, entre otros.

### **2.1.2 Clima de Guayaquil**

La ciudad de Guayaquil de la provincia del Guayas, está situada al nivel del mar en latitud 2° 12' S y longitud 79° 54' O. Esta ciudad está ubicada en la zona costera del Ecuador y su clima es cálido húmedo. Tiene una estación lluviosa de diciembre a abril y una estación seca que dura de mayo a noviembre. Las precipitaciones se extienden de 4 a 5 meses, por ende, la humedad es constantemente alta todo el año debido a su proximidad con el océano Pacífico. Esta temporada de lluvias trae consigo las peores condiciones térmicas debido a que tanto la temperatura del aire como la presión de vapor son las más altas. Por otra parte, la velocidad del viento es generalmente menor, mientras que la radiación solar es bastante fuerte durante todo el año (Johansson y otros, 2018).

#### **Olas de Calor en Guayaquil**

La ciudad de Guayaquil experimentó el 16 de marzo del 2024 y en los días posteriores la mayor ola de calor en los últimos 30 años, con una temperatura de 36.5 °C bajo sombra junto con una sensación térmica de 38°C aproximadamente. Esto ha generado un aumento de las afecciones en la piel de los ciudadanos en un 40%, siendo los más afectados los niños y adultos mayores. Las zonas más afectadas por el incremento de la temperatura diurna en la región Litoral fueron las provincias de Esmeraldas, Manabí, Los Ríos, Guayas y El Oro (López, 2024).

#### **Efectos de las Altas Temperaturas en Guayaquil.**

##### **Salud en los ciudadanos**

Las altas temperaturas afectan el rendimiento físico y mental de los ciudadanos. Entre sus graves consecuencias, provocan un aumento en la mortalidad de los seres humanos debido al intenso estrés térmico y la exposición directa a la alta radiación de los rayos Ultra Violeta (UV) (Montenegro y otros, 2022). Las principales molestias a la salud a causa de los golpes de calor son dolores de cabeza, fatiga, deshidratación, siendo la población más vulnerable los bebés, niños, mujeres embarazadas, adultos mayores y quienes padecen de enfermedades cardíacas y

respiratorias. Cuando el organismo atraviesa por temperaturas de calor extremas, el mecanismo de respuesta fisiológico es la vasodilatación periférica y el sudor, es decir, el corazón bombea más sangre para transportarla masivamente hacia la periferia del cuerpo con el fin de facilitar su enfriamiento, causando una sobrecarga del sistema cardiovascular (Acosta, 2024).

### **Confort térmico**

El confort térmico se define como la sensación de bienestar a nivel físico y mental de una persona dentro de una edificación con respecto al ambiente térmico. Si bien es cierto esta sensación también puede ser subjetiva, depende de algunos factores exteriores como el clima, a la geografía, los materiales que recubren la edificación, la distribución y configuración de los espacios interiores (Guimarães Merçon, 2008, como se citó en Castillo Quimis y otros, 2019).

El ser humano como tal no siente la temperatura del ambiente, sino la pérdida de energía del cuerpo. Los parámetros a medir que contribuyen a esta pérdida de energía son los factores ambientales exteriores, por ejemplo: la temperatura del aire (°C), la temperatura media radiante (°C), velocidad del aire (m/s), humedad del aire (Pa) y temperatura efectiva (Martínes, 2011, como se citó en Castillo Quimis y otros, 2019).

### **Alta demanda energética**

Por otra parte, tanto los hogares públicos como las viviendas sociales al ser afectadas por el clima exterior, éstas tienen un mayor consumo de electricidad por hogar, el cual tiene relación con las variables climáticas en comparación con las viviendas privadas de las ciudades tropicales (Godoy-Vaca y otros, 2021). En otras palabras, dicha demanda energética influye en cierta medida en la temperatura exterior de los inmuebles produciendo un aumento en la temperatura interior de las ciudades además de condiciones climáticas adversas durante periodos prolongados de tiempo. Este efecto se le denomina Isla de Calor Urbana (Godoy-Vaca y otros, 2021).

En Ecuador, el sector residencial representa el 15,7% del total de energía consumida en 2020, ocupando el tercer lugar entre los sectores de mayor demanda energética. De igual manera, a nivel nacional, este sector produjo el 9,9% de emisiones de GEI en el mismo año (Ministerio de energía y recursos naturales no renovables, 2020). Por lo tanto, se recalca la importancia de implementación de estrategias de confort térmico para las infraestructuras y sus materiales para mitigar la demanda energética y así, beneficiar no solo la dinámica socioeconómica y medio ambiental, sino también la economía de las familias de bajos ingresos en sus esfuerzos de llegar a un aceptable confort térmico dentro de sus viviendas por medio del uso de aires acondicionados durante largos periodos de tiempo durante el día.

### **2.1.3 Antecedentes**

En el artículo **Cement and Clay Bricks Reinforced with Coconut Fiber and Fiber Dust** el principal objetivo fue encontrar el efecto que tiene en la mezcla la adición de fibra de coco y aserrín de fibra de coco en comparación con los bloques de cemento tradicionales en base a sus propiedades de confort térmico, resistencia a compresión, absorción de agua y masa. Para ello, se elaboró 3 muestras de bloques de cemento y bloques de arcilla con fibra de coco y 2 muestras de bloques de cemento y bloques de arcilla con aserrín de coco. Cabe recalcar que ni a las fibras ni al aserrín de coco se ha realizado un tratamiento químico que incremente su vida útil (Rajapakse y otros, 2022).

En cuando a los resultados de la prueba de conductividad térmica, cuyo procedimiento consiste en calcular la diferencia entre la temperatura de la superficie del bloque superior y la superficie del bloque inferior en contacto con la placa caliente después de un lapso de 30 min, se observa que la reducción de la conductividad térmica llega a ser de 2.1% para la muestra con aserrín de fibra de coco y un 1.2% para la muestra con fibra de coco en comparación con el bloque de control (Rajapakse y otros, 2022).

Por otra parte, en el ensayo de resistencia a compresión de las muestras, se observó que la resistencia a compresión de bloques de cemento se reduce a medida que se incrementa el volumen de aserrín de coco. Además, en los bloques reforzados

con fibra de coco, la resistencia a compresión incrementó un 27% en comparación y en cuanto al bloque de arcilla con aserrín de coco, la resistencia a compresión aumentó un 73% en comparación al bloque de control (Rajapakse y otros, 2022).

En el artículo **Sugarcane Bagasse as Aggregate in Composites for Building Blocks** propone un uso alternativo de dicho residuo como agregado único en unidades de mampostería para muros no portantes, sin darle un tratamiento químico al bagazo crudo. Además, se utilizó como aglutinante cal aérea y/o tierra. El bloque bagazo de caña de azúcar (BCA) y tierra obtuvo 2,6 MPA en resistencia a la compresión y 2,1 MPA en resistencia a la flexión. Por otra parte, el compuesto de BCA y cal tuvo una menor resistencia a la compresión y flexión de 1,76 MPA y 1,7 MPA, respectivamente. Sin embargo, el bloque con BCA con cal obtuvo un mejor desempeño como aislante térmico en comparación con el ladrillo de arcilla o el de hormigón tradicional, así como una mayor resistencia al agua y una menor pérdida de resistencia mecánica al ser saturados por la humedad (Souza y otros, 2023).

En el artículo titulado **Development of Interlocking Concrete Blocks with Added Sugarcane Residues** de la revista *Fibers*, indica que la implementación de fibras en el hormigón como refuerzo pueden resultar como una alternativa prometedora que compense su baja resistencia a la tracción y a su capacidad de deformación limitada, reemplazando a las fibras estándar debido al alto rendimiento de sus propiedades mecánicas y su bajo costo de adquisición. Por consiguiente, en este artículo se clasifica el bagazo de caña en tres categorías por medio del proceso de tamizado, obteniendo la fibra de bagazo, arena de bagazo y ceniza de bagazo. Estos residuos fueron utilizados en la preparación de muestras de mortero e investigar sus propiedades mecánicas (Ribeiro y otros, 2020).

Con respecto a los materiales y metodología de investigación, la capa superficial de los bloques de hormigón entrelazados estaba compuesta de cemento Portland blanco (WPC) y arena de cuarzo (QS). En estos bloques entrelazados, los materiales utilizados fueron el cemento Portland ordinario, agregado grueso con un módulo de finura de 5.00, agregado fino con un módulo de finura de 3.05. Por otra parte, el bagazo crudo y residuos quemados, se obtuvieron de un molino de azúcar en la prefectura de Okinawa, Japón. El bagazo de caña de azúcar crudo fue

sumergido en agua a 30 °C durante 30 min y fue secado al aire libre, dicho proceso se realizó con el fin de reducir el contenido residual del azúcar residual del bagazo de caña de azúcar. Luego, se clasificaron los residuos mediante el proceso de tamizado; los residuos retenidos en el tamiz de 4,76 mm fueron clasificados como fibra de bagazo grande (BFL), el bagazo de caña de azúcar crudo retenido en el tamiz de 2,36 mm se clasificó como fibra de bagazo pequeña (BFS), mientras que los residuos quemados que fueron retenidos en el tamiz 0,297 mm se clasificaron como arena de bagazo (BS) (Ribeiro y otros, 2020).

Los resultados revelaron que el mortero adicionado con 2% de fibra de bagazo de caña de azúcar obtuvo un mayor porcentaje de retención de agua en comparación con las muestras de mortero sin fibras. Aquellas fibras que pasaron por el tamiz de 4,76 mm y quedaron retenidas en el tamiz de 2 mm fueron utilizadas en la investigación, apartando el bagazo cuyo tamaño de fibra sea mayor a 4,76 mm para ser cortado y aprovechado de otra forma, por ejemplo, como agregados de hormigón para la fabricación de adoquines para aceras (Ribeiro y otros, 2020).

En este contexto, los resultados de los ensayos de resistencia a flexión para las muestras C (sin adición de bagazo), BFL1, BFL2, BFL3, BFL5, BFS2 y BS fue de 7,36, 7,58, 7,60, 7,47, 7,72 y 7,96 N/mm<sup>2</sup> a los 28 días, respectivamente. En el caso de la muestra C y BFL1, en la que se incorporó una relación de volumen de residuo de 1% en comparación con la cantidad total de agregado en los bloques, las tasas de evaporación de agua y las temperaturas superficiales demostraron ser más altas a diferencia de los otros casos, los cuales contenían mayor cantidad de residuo (Ribeiro y otros, 2020).

En la tesis titulada **Análisis de factibilidad del uso de fibra de coco en la fabricación de ladrillos de cemento para construcciones de vivienda en el Ecuador** de la Universidad Internacional SEK de la Facultad de Arquitectura e Ingeniería en la Carrera de Ingeniería Mecánica tiene como objetivo determinar cómo la fibra de coco añadida a un material compuesto de cemento, agua, tierra y piedra pómez, influye en la resistencia a la compresión de dichos compuestos, al igual que el peso de las probetas a los 7, 14 y 21 días de edad (Aulestia Altamirano, 2020).

En los resultados, se indicó que la utilización de fibra de coco en 2.5%, 5% y 10% no llegaron a la resistencia promedio de 8MPa que exige la norma INEN 297 correspondiente a los requisitos de los ladrillos cerámicos. Del mismo modo, la población de probetas con 5% de fibra de coco obtuvo la mayor resistencia, con un promedio de 6.34 MPA (Aulestia Altamirano, 2020).

Según Acevedo de la Espriella y Luna Velasco (2021), en el trabajo de investigación **Tratamientos químicos superficiales para el uso de fibras naturales en la construcción: concretos y morteros** se abordaron los tratamientos químicos más idóneos para a los que deben someterse las fibras vegetales para mejorar el comportamiento mecánico de los morteros y evitar el deterioro de los compuestos reforzados con dichas fibras, mediante el análisis de fuentes secundarias y bibliográficas del área de los materiales de construcción, así como por medio de comparaciones entre los tratamientos químicos más utilizados, señalando que el tratamiento con hidróxido de sodio (NaOH) fue el tratamiento más económico de realizar.

Según Acevedo de la Espriella y Luna Velasco (2021) a nivel local, el estudio más destacado fue aquel realizado por Quiroz y Godoy, 2020, quienes evaluaron los efectos del aserrín de madera de amargo modificado en el concreto hidráulico mediante ensayos de resistencia a compresión y flexión. Se realizaron 3 tratamientos químicos: tratamiento con cal al 2% en peso, tratamiento alcalino con hidróxido de sodio al 4% en peso y descomposición térmica sumergiendo las fibras en agua hirviendo a 100°C por 90 min. Los investigadores concluyeron que el tratamiento con NaOH no presentó mejoras en la resistencia a compresión debido a la dosificación empleada, basándose en investigaciones de Aigbomian y Fan, 2014, quienes argumentan que concentraciones mayores al 3% de NaOH extraen el contenido soluble del aserrín, lo que causa el debilitamiento de la fibra y altera la unión entre ésta y la matriz de cemento.

## 2.1.4 Bloques de Hormigón

### 2.1.4.1 Definición.

Según el Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN] (2016), en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 3066, un bloque de hormigón se define como una pieza prefabricada con la forma de paralelepípedo hecha de hormigón simple, con o sin huecos en su interior, que está constituida por cemento hidráulico, agua, áridos finos y gruesos, con o sin aditivos, de modo que el volumen del material sólido corresponda al 50% a 75% del volumen total del bloque.

### 2.1.4.2 Dimensiones.

**Tabla 1:** Medidas estándar de los bloques de hormigón

| Tipo de bloque | Medidas Reales |             |      |
|----------------|----------------|-------------|------|
|                | Largo          | Ancho       | Alto |
| A, B           | 39             | 19,14, 09   | 19   |
| C, D           | 39             | 09,14,19    | 19   |
| E              | 39             | 09,14,19,24 | 20   |

Fuente: NTE INEN 638 (2014).

### 2.1.4.3 Clasificación de los Bloques.

**Tabla 2:** Tipos de bloques huecos de hormigón y sus usos

| Tipo | Uso                                                     |
|------|---------------------------------------------------------|
| A    | Paredes exteriores de carga, sin revestimiento.         |
| B    | Paredes exteriores de carga, con revestimiento.         |
|      | Paredes interiores de carga, con o sin revestimiento.   |
| C    | Paredes divisorias exteriores, sin revestimiento.       |
| D    | Paredes divisorias exteriores, con revestimiento.       |
|      | Paredes divisorias interiores, con o sin revestimiento. |
| E    | Losas alivianadas de hormigón armado.                   |

Fuente: NTE INEN 638 (2014).

**Tabla 3:** Bloques de Hormigón de Acuerdo a Su Densidad

| Tipo    | Densidad del hormigón (kg/m3) |
|---------|-------------------------------|
| Liviano | < 1 680                       |

|         |               |
|---------|---------------|
| Mediano | 1 680 a 2 000 |
| Normal  | > 2 000       |

---

Fuente: NTE INEN 3066 (2016).

#### 2.1.4.4 Proceso de Elaboración del Bloque de Hormigón.

En Ecuador no existe un método de dosificación cuyos procesos de manufactura cumplan con la normativa INEN 3066 para bloques de hormigón. Por lo general, se utilizan agregados de peso ligero como piedra pómez pura o pómez con arena, conocidas como chasqui, las cuales se combinan con arena fina de baja densidad; dichos materiales poseen propiedades diferentes a las que exige la normativa para bloques, lo cual es la razón por la que los bloques, después del tiempo de fraguado, no alcanzan la resistencia a compresión simple mínima estándar (Villacís Troncoso y otros, 2020).

#### Materiales a Utilizar en la Elaboración de los Bloques

Según la NTE INEN 638 (2014), los parámetros que deben cumplir los materiales para elaborar los bloques son los siguientes:

- **Cemento:** Utilizar cemento Portland o Portland especial el cual debe cumplir con los requisitos que exige la Norma INEN 152 y la Norma INEN 1548.
- **Agregados:** Utilizar áridos finos y gruesos; arena, grava, piedra partida, granulados volcánicos, piedra pómez y otros materiales inorgánicos adecuados los cuales deben cumplir que exige la Norma INEN 872. Además, deben pasar por un tamiz con una abertura nominal de 10 mm.
- **Agua:** Debe utilizarse agua potable, dulce y limpia, sin cantidades apreciables de material particulado que pueda ser nocivo como ácidos, álcalis, sales y materias orgánicas.

Según Villacís y otros (2020), la descripción para cada uno de los agregados comúnmente utilizados en las bloqueras artesanales es la siguiente:

### **Agregado grueso:**

- **Chasqui grueso:** se define como una roca de origen volcánico con un color blanco amarillento. Se forma cuando la lava es impulsada al aire y ésta sufre una gran descompensación, por lo tanto, deja escapar gases y hace que la roca tenga un acabado con textura rugosa con pequeñas celdas interconectadas, lo que hace que tenga una alta porosidad y, por ende, un alto grado de absorción. También se la conoce como “chasqui” por la zona de donde se la obtiene (minas localizadas en el sector El Chasqui al lado oeste del volcán Cotopaxi) y su tamaño suele ser entre 4.5 mm hasta 25 mm.
- **Chasqui fino:** al igual que la roca anterior, también es de origen volcánica y es extraída de la misma zona, pero su tamaño es menor a 9.5 mm.
- **Piedra chispa:** es una roca volcánica que se obtiene del proceso de trituración, trituración y cribado a partir de una roca sólida, tiene un color gris azulado y tiene un tamaño máximo de 9.5 mm.

### **Agregado fino:**

- **Arena:** tienen una textura fina y liviana de color café claro. Es el agregado de menor tamaño nominal de los tres más usados en la elaboración de bloques. Su finura otorga un acabado cerrado a la unidad de mampostería y llena los vacíos.

### **Proceso de Elaboración**

#### **Dosificación:**

Consiste en pesar la materia prima a utilizar en la elaboración de los bloques y para su análisis dicho peso se puede manejar en cantidades de volumen o por peso. La mezcla tiene que prepararse de tal forma que tenga la suficiente cohesión como para ser desmoldada sin que se deforme, con una compactación absorción mínima y un acabado superficial lo menos poroso posible.

### **Mezcla:**

Los agregados se humedecen en una mezcladora mecánica con una parte del agua durante al menos 5 minutos con el fin de que los agregados se saturen de agua y no impidan la correcta hidratación del cemento. Luego, se añade el cemento y el agua restante, ésta última no tiene una relación a/c definida, sino que se agrega la cantidad necesaria que permita una adecuada trabajabilidad de la mezcla, permitiendo que la mezcla no se desparrame por debajo del molde y que facilite su desmolde sin fisurarlo.

### **Moldeo:**

La siguiente fase, una vez obtenida una consistencia de mezcla adecuada, es el formado de los bloques en la máquina vibro-compactadora por unos 3 minutos aproximadamente. Primero, se coloca la mezcla en los moldes sobre la vibro-compactadora, permitiendo el llenado de los moldes. Luego, se deja caer el apisonador y se espera aproximadamente 10 segundos para desmoldar los bloques. Al desmoldarlos, se observa si ha ocurrido la segregación por exceso de agua o fisuración por la falta de agua en los mismos.

### **Secado:**

Una vez los bloques estén desmoldados, se transportan sobre un tablero apenas salen de la vibro-compactadora a un lugar donde estén protegidos del sol y los vientos fuertes para que puedan fraguar correctamente sin perder demasiada agua. Deben permanecer inmóviles por al menos 24 horas hasta que lleguen a una resistencia que permita manipularlos.

### **Curado:**

El curado inicia cuando hayan transcurrido de 2 a 3 horas. Por lo general, con una manguera se humedece cuidadosamente la superficie de los bloques, procurando que la presión del agua no los fisure. Cabe recalcar que en esta etapa se les debe brindar protección ante los rayos solares y el viento fuerte.

### **2.1.5 Diseño de Mezclas de Hormigón**

El diseño de mezclas se basa en la selección de la materia prima y sus respectivas proporciones para la producción del concreto considerando los aspectos de costos, peso, durabilidad, resistencia y apariencia del acabado. En la mezcla del concreto, el cemento ocupa un 7% al 15% del volumen de la mezcla brindándole a dicha mezcla propiedades de adherencia y cohesión, por otra parte, los agregados compuestos de grava y arena ocupan la mayor parte del volumen, entre un 56% a 76% del volumen total de la mezcla, mientras que el agua, fundamental para la hidratación del cemento, corresponde al 14% y 18% del volumen. Finalmente, el aire contenido en la mezcla representa entre el 1% y el 3% (Cordero Estévez y otros, 2022).

#### **2.1.5.1 Requisitos de las Mezclas de Concreto.**

Según Cordero Estévez y otros (2022), los requisitos para las mezclas de concreto son los siguientes:

- **Manejabilidad:** Es la capacidad del concreto para ser colocado y consolidado sin presentar signos de segregación superficial, asegurando su adecuado moldeo, cohesión y compactación.
- **Consistencia:** Es la movilidad relativa de la mezcla del concreto, es decir, la capacidad con la que la mezcla fluye durante los procesos de preparación, transporte, vertido y compactación, lo que incide en su trabajabilidad. Un asentamiento dado está relacionado con el requerimiento de agua en la mezcla. La cantidad de agua aumenta dependiendo si los agregados tienen características rugosas y superficies angulares, por otra parte, se puede disminuir su cantidad si se incorpora el máximo tamaño de agregados bien graduados.
- **Resistencia:** es la capacidad del concreto para soportar cargas y fuerzas externas sin que el concreto falle o se deforme significativamente o permanentemente. La resistencia del concreto a los 28 días de su

compactación, se toma en cuenta como un parámetro en el diseño estructural, dosificación y evaluación del hormigón.

- **Relación agua/cemento:** la cantidad de agua neta en la mezcla del concreto incide en la resistencia del concreto dependiendo de la cantidad del cemento, sin tomar en cuenta la absorción de los agregados.
- **Durabilidad:** es un parámetro que permite al concreto soportar las condiciones adversas externas según las condiciones del ambiente al cual esté sometido.
- **Densidad:** el concreto puede tener diversos usos y aplicaciones según sus características de peso.

#### **2.1.5.2 Metodología para el Diseño de Mezclas.**

Según la información obtenida de las experiencias con los materiales que componen las mezclas de concreto, se procede a seleccionar las proporciones de concreto. Sin embargo, cuando la información sea escasa sobre estos materiales, se puede utilizar la norma ACI 211.1 como guía (Cordero Estévez y otros, 2022). Los datos necesarios sobre los materiales son los siguientes:

- Granulometría de los agregados.
- Peso unitario del agregado grueso y fino.
- Requerimientos agua/mezcla en base a los agregados.
- Relación agua/cemento.
- Densidad del cemento.
- Combinaciones óptimas de los agregados para obtener la densidad adecuada del concreto.

#### **2.1.6 Hormigón con Fibras Vegetales**

En la actualidad, las fibras vegetales reemplazan a las fibras convencionales como refuerzo en composiciones de concreto por cuestiones medioambientales y ecológicas, entre las cuales están los materiales como el yute, sisal, bagazo de caña de azúcar, cáscara de arroz, lino, entre otros (Shadheer Ahamed y otros, 2021).

Según resultados de estudios, se demostró que la fibra natural reduce la tasa de agrietamiento del hormigón, lo cual, aumenta la resistencia a tracción del hormigón. Además, las fibras mejoran la distribución de las fuerzas de tensión dentro del hormigón, pero se reduce la resistencia a compresión del mismo. Por otro lado, el 28,6% y el 43% de los estudios indicaron que estos hormigones con fibras naturales tienen una sostenibilidad económica y social efectiva, respectivamente. Otro hallazgo es que el uso potencial de los mismos corresponde a un 60% en pavimentos y carreteras y 30% en edificios residenciales (Lin Chen y otros, 2023).

El uso de fibras vegetales como aditivo en el hormigón limita el consumo de recursos naturales mediante el aprovechamiento de residuos agrícolas, reduciendo indirectamente la cantidad de gases de efecto invernadero (Lin Chen y otros, 2023).

### **2.1.7 Fibras Vegetales**

Las fibras vegetales están conformadas por una matriz de lignina, microfibrillas de celulosa y hemicelulosa, estas fibras provienen de la fotosíntesis de las plantas y sirven para dar sostén a las mismas. En este sentido, las fibras vegetales pueden ser divididas en seis grupos de acuerdo a su origen en la planta: tallo (lino, yute, cáñamo, etc.), hoja (sisal, palma, piña), semilla (algodón), fruta (plátano), caña (bambú) y madera. Este tipo de fibras son las más utilizadas en la elaboración de materiales compuestos (Pozo Morales, 2019).

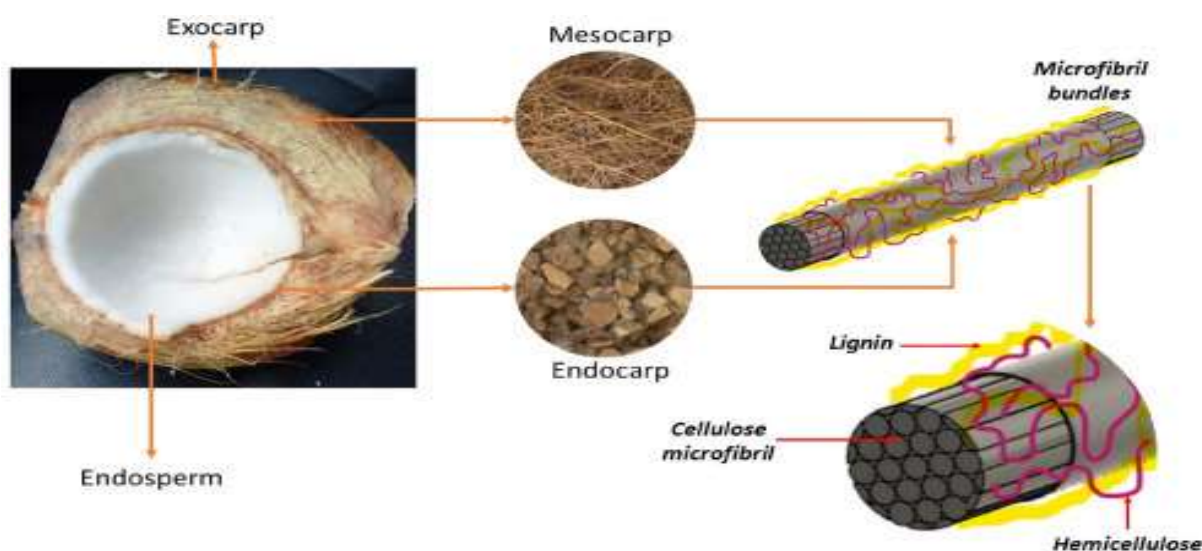
#### **2.1.7.1 El Coco y su Fibra.**

En la costa de Ecuador, específicamente en Guayas, Esmeraldas y Manabí, se puede obtener coco, el cual sirve como alimento y se encuentra en gran cantidad. El coco maduro tiene aproximadamente un diámetro de 20-30 cm, el cual puede tener un peso de 2-4 kg, tiene una cubierta fibrosa de 4.2 a 5.2 centímetros de espesor, la cual envuelve una cáscara dura de 5.2 milímetros y dentro ésta una pulpa blanca contiene su cavidad central un líquido. El coco es una fruta tropical cuya versatilidad permite utilizarla en la cocina, medicina y diversas industrias, por esa razón, su cultivo es una fuente importante de ingresos para muchos países (Brios-Avendaño y otros, 2023).

## Partes del Coco

La capa externa del coco es la que protege al coco del exterior llamada exocarpio, más adentro está la capa fibrosa llamada mesocarpio (35%) que recubre la pulpa del coco, luego de la capa fibrosa está la concha o endocarpio (12%), la cual contiene el endospermo (28%) también conocido como carne o pulpa que corresponde a la parte blanca comestible y a su vez contiene el agua de coco (25%) (San Andrés Zevallos y otros, 2023).

**Figura 2:** Partes del coco



Fuente: San Andrés Zevallos y otros (2023).

**Tabla 4:** Características Físicas de La Fibra de Coco

| Características físicas de la fibra de coco (fibra única) |             |
|-----------------------------------------------------------|-------------|
| Longitud máxima                                           | 15-25 cm    |
| Diámetro                                                  | 0,1-0,25 mm |
| Diámetro máximo                                           | 0,31 mm     |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

**Tabla 5:** Características Físico Mecánicas de La Fibra de Coco

| Parámetro            | Unidad | Valor   |
|----------------------|--------|---------|
| Absorción de humedad | %      | 94.0    |
| Densidad             | g/cc   | 1.42    |
| Diámetro de la fibra | mm     | 0.1-1.6 |

|                                  |       |        |
|----------------------------------|-------|--------|
| <b>Longitud del bonote</b>       | cm    | 14-22  |
| <b>Masa específica real</b>      | Kg/m3 | 1.2    |
| <b>Módulo de elasticidad</b>     | GPA   | 3.0    |
| <b>Resistencia a la tracción</b> | MPA   | 94-117 |
| <b>Ruptura por elongamiento</b>  | %     | 24-52  |

Fuente: Brios-Avendaño y otros (2023).

## Composición Química de la Fibra de Coco

### Lignina:

- Brinda propiedades viscosas y elásticas a la fibra de coco, aumentando la resistencia a compresión.
- La lignina proporciona rigidez a la pared celular, es decir, funciona como medio de unión entre las células vegetales, incrementando la resistencia mecánica de la planta.
- Hace que la fibra trabaje como amortiguador cuando se encuentra bajo carga.
- Es el componente con mayor porción en la fibra.

### Celulosa:

- Brinda rigidez y resistencia a la fibra.
- Es rico en polisacáridos (pequeñas moléculas de azúcar).
- Es insoluble al agua.

### Hemicelulosa:

- Ayuda en la retención de agua.
- Forma parte de la pared celular, donde brinda soporte y rigidez.

**Tabla 6:** Componentes Principales del Coco

|                  |       |
|------------------|-------|
| <b>Lignina</b>   | 42.5% |
| <b>Celulosa</b>  | 32.3% |
| <b>Pentanosa</b> | 14.7% |

|                                      |         |
|--------------------------------------|---------|
| <b>Grasas saponificables</b>         | 5.1%    |
| <b>Grasas insaponificables</b>       | 0.7%    |
| <b>Cenizas</b>                       | 3.5%    |
| <b>Proteínas</b>                     | 1.2%    |
| <b>Composición total de la fibra</b> | 100.00% |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

### **Ventajas de la Fibra de Coco**

La fibra de coco está conformada por celulosa y una parte leñosa, lo que hace que tenga una baja conductividad térmica y tenga resistencia a la humedad y las bacterias. Debido a su alta resistencia y tiempo de vida, se puede usar en el área de la construcción, ya que es un buen aislante acústico y térmico. Tiene diversas propiedades que la convierten en un componente eficiente en varios diseños de materiales, específicamente, en materiales compuestos. Específicamente, se ha observado una aplicación relevante en la construcción de un material compuesto derivado de la fibra de coco y escoria de cobre en placas para techos (San Andrés Zevallos y otros, 2023).

### **Problemática de la Fibra de Coco**

Según Buelvas Arrieta y Díaz Reyes (2023), el coco (cocos nucifera) es un producto muy abundante en el Ecuador y de igual manera, es muy utilizado en la industria alimentaria, pero sus residuos en gran escala son peligrosos para el ambiente y la salud humana, ya que estos al degenerarse atraen mosquillas y microorganismos que descomponen rápidamente la hemicelulosa. Por otra parte, su gran cantidad de celulosa, al ser un polisacárido lineal bien estructurado, tiene una estructura cristalina que hace difícil su degradación en las etapas finales, por ello, simplemente se suelen desechar dichos residuos.

Varias investigaciones indican que en la provincia de Manabí los desechos del coco en muchas ocasiones suelen ser incinerados a cielo abierto (Trujillo Sánchez y Arias Maya, 2013, como se citó en San Andrés y otros, 2023). De igual manera, en las ciudades de Manta y Portoviejo dichos desechos son depositados en rellenos

sanitarios sin antes haber realizado una previa clasificación de residuos (San Andrés Zevallos y Aguilar Sierra, 2022, como se citó en San Andrés Zevallos y otros, 2023).

La información inicial del Ministerio de Agricultura y Ganadería expuesta en 2019, indicó que la producción anual de coco de Ecuador fue de 6,2 toneladas, de las cuales, 1.8 toneladas se generaron en Manabí. No obstante, los resultados de estas estadísticas parecen ser subestimados significativamente al compararse con la información obtenida de las entrevistas realizadas a las empresas, donde una de ellas informó producir 90 toneladas por semana (San Andrés Zevallos y otros, 2023)

### Localización en Mapa del Coco en Ecuador

Se puede encontrar el coco en zonas tropicales, en Ecuador las provincias con abundante coco son: Manabí, Esmeraldas, Guayas, El Oro.

**Figura 3:** Localización en Mapa del Coco en Ecuador



Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

### 2.1.7.2 Caña de Azúcar y el Bagazo de Caña de Azúcar.

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) es una planta proveniente del sudeste asiático que en la actualidad es cultivada alrededor del mundo. Posee un tallo macizo de 2 a 5 metros de altura y con un diámetro de 5 a 6 centímetros. Su periodo de crecimiento puede variar entre los 11 y 17 meses, dependiendo de factores climáticos y ambientales de la zona, calidad de la tierra, entre otros. De igual manera, debe ser cultivada en zonas donde reciban la luz solar con el fin de que la fotosíntesis se enfoque en la producción de carbohidratos tales como la celulosa (Siap, 2023, como se citó en Vallejo Naranjo y Guerrero Luzuriaga, 2024). Según Montoya Murillo (2024), el bagazo de caña de azúcar contiene en su composición química los siguientes componentes:

**Tabla 7:** Componentes principales del bagazo de caña de azúcar

| Componentes principales del bagazo de caña de azúcar | Porcentajes |
|------------------------------------------------------|-------------|
| Celulosa                                             | 34.5%       |
| Hemicelulosa                                         | 22.4%       |
| Lignina                                              | 18.9.%      |
| Xilano                                               | 20.7%       |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

Según Vallejo Naranjo y Guerrero Luzuriaga (2024), el bagazo de caña de azúcar es un residuo orgánico que nace del proceso en que se produce el alcohol y azúcar. Proviene de la fibra residual luego de extraer el jugo de la caña de azúcar. Este residuo contiene grandes cantidades de fibra en forma de filamentos por los que están compuestos los tejidos orgánicos vegetales y son aptos para hacer hilado debido a su finura y flexibilidad. Se puede obtener el bagazo de forma industrial o artesanal. Para diferenciar ambas formas se debe observar su morfología. Esto quiere decir que, al obtener un bagazo artesanal, este será de una longitud más grande que la industrial que tiene una forma más heterogénea (Guillen Herrera, 2022).

## **Ventajas de Bagazo de Caña de Azúcar**

El bagazo de caña se obtiene de los restos del material fibroso producto del proceso de extracción del jugo de la caña de azúcar, este residuo tiene una gran cantidad de fibra, por tanto, el bagazo se considera un residuo de tejido vegetal orgánico con varias propiedades, una de ellas es la flexibilidad, aislamiento térmico y baja densidad.

Anteriormente solía ser visto como desperdicio, pero gracias a que se ha conocido su potencial como una fuente de materia prima para la agroindustria, ha podido ser aprovechado en la producción de biocombustibles. Respecto a las cenizas del bagazo de caña de azúcar, se pueden con ellas producir butanol, un biocombustible que puede ser utilizado en motores de gasolina sin tener que modificar la infraestructura existente (Jácome-Pilco y otros, 2023).

## **Problemática de Bagazo de Caña de Azúcar**

Según Vallejo Naranjo y Guerrero Luzuriaga (2024), la población que se encuentra cerca de las zonas de producción industrial se queja debido al olor de la descomposición de los residuos que las industrias después de utilizar esta materia prima dejan expuesto a la intemperie dicho subproducto donde se descompone lentamente, produciendo mal olor, además, la quema de este residuo que genera partículas que afectan a personas con problemas respiratorios.

## **Localización en Mapa de caña de Azúcar en Ecuador**

En Ecuador las provincias ricas en caña de azúcar son las que tienen un clima cálido y húmedo como: Manabí, Esmeraldas, Guayas, Los ríos, Imbabura y Cañar.

**Figura 4:** Localización en mapa de la caña de azúcar en Ecuador



Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

## **2.1.8 Tratamiento Químico para las Fibras Vegetales**

### **2.1.8.1 Tratamiento con Hidróxido de Sodio.**

También se le conoce como Mercerización que consiste en sumergir las fibras vegetales en un álcali, comúnmente con hidróxido de sodio (NaOH), bajo condiciones específicas de temperatura, tiempo y concentración de NaOH. Este tratamiento modifica las propiedades de la celulosa de las fibras vegetales; se aumenta la resistencia a la absorción de humedad al reducir los grupos hidrófilos, aumenta la capacidad de transferencia de cargas debido a que, a la mejora de uniformidad de la superficie de la fibra, incrementa el cociente de la relación longitud/diámetro, es decir, se alarga más y se obtiene una mayor superficie efectiva que mejora la adhesión con la matriz en los materiales compuestos. Por lo tanto, la extracción química de la

celulosa de las fibras con NaOH disuelve la lignina de las mismas y mejora su tenacidad y a su vez, su resistencia a la ruptura (Pozo Morales, 2019).

Según Zheng y otros (2002) y Gierer (1986) el tratamiento con NaOH y blanqueo con clorito de sodio ( $\text{NaClO}_2$ ) son útiles para eliminar los carbohidratos no estructurales y la lignina, por lo tanto, mejora las propiedades mecánicas de las fibras. Sin embargo, una alta concentración de álcali causa que la celulosa se expanda y dificulte la separación de la hemicelulosa de la fibra. En este sentido, la optimización de NaOH y  $\text{NaClO}_2$  es importante para producir fibras de celulosa (Rambabu y otros, 2016).

### **2.1.9 Aislamiento Térmico en Edificaciones**

#### **2.1.9.1 Definición de Aislamiento Térmico.**

El aislamiento térmico en el área de la ingeniería civil y arquitectura, se refiere a la técnica de proteger un edificio de fluctuaciones térmicas externas de tal manera que los espacios interiores del mismo tengan una temperatura confortable para los usuarios. Esta técnica consiste en recubrir las paredes, techos y suelos de la edificación con materiales de baja conductividad térmica para disminuir la transferencia de calor producida por la temperatura exterior, mejorando la eficiencia energética de un edificio (Cortes, 2008, como se citó en Ripoll Puentes y Yepes Ayola, 2023).

#### **2.1.9.2 Tipos de Aislamientos Térmicos.**

**Aislamiento térmico estructural:** según Ripoll Puentes y Yepes Ayola (2023), están constituidos por materiales aislantes que son incorporados en la estructura del edificio, es decir, pasan a formar parte integral de dicha estructura. Entre estos materiales se tienen las espumas de poliestireno, lana mineral, vidrio celular, entre otros.

**Aislamiento térmico no estructural:** según Ripoll Puentes y Yepes Ayola (2023) son aquellos que se utilizan para recubrir la fachada o la superficie de un

edificio, por ejemplo, paredes exteriores, techos y pisos. Entre los más comunes se destacan los paneles de yeso, espumas de poliuretano, lana de vidrio, entre otros.

### **2.1.9.3 Mecanismos de Transferencia de Calor.**

Uno de los términos que engloba tanto el mecanismo de transferencia de calor como el aislamiento térmico es la conductividad térmica, que se trata de una teoría de cómo se transmite el calor a través de los objetos dependiendo del material del que estén hechos y cómo los materiales aislantes logran disminuir la transferencia del calor. A continuación, se muestran las teorías de transmisión de calor más relevantes:

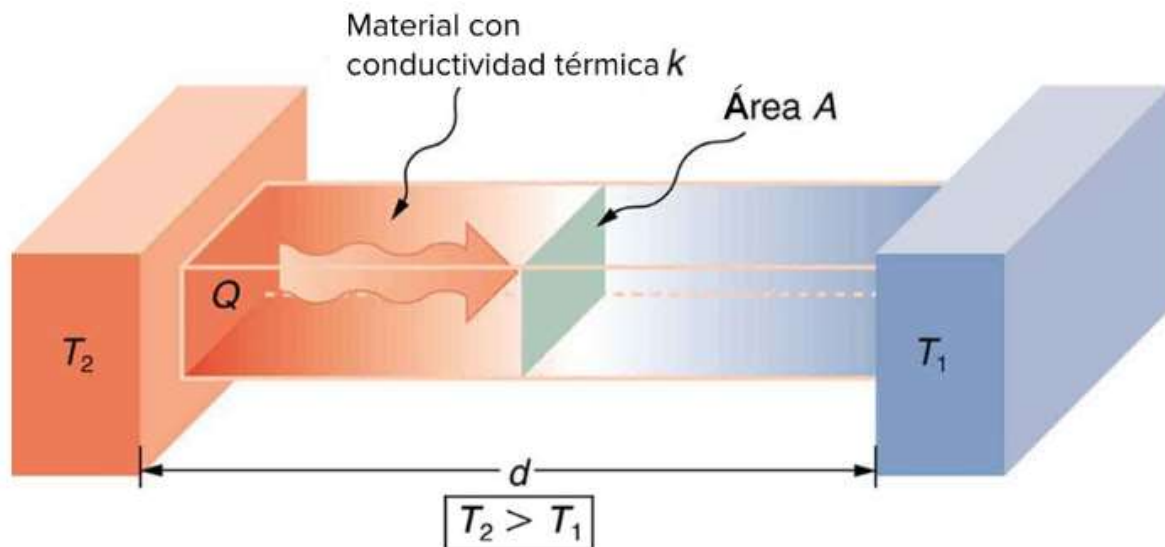
#### **Conducción:**

Es el mecanismo de transferencia de calor en escala atómica a través de la materia que implica la transferencia de energía cinética de una molécula a otra adyacente. Ésta sólo se lleva a cabo si hay diferencia de temperatura entre dos partes del medio conductor, es decir, para un volumen de material  $\Delta x$  que tiene un área transversal  $A$  y cuyas caras opuestas tienen diferentes temperaturas  $T_1$  y  $T_2$ , siendo  $T_2 > T_1$ , entonces, el calor  $\Delta Q$  se transfiere en un intervalo de tiempo  $\Delta t$  de la cara más caliente a la cara más fría. Por lo tanto, la rapidez de transmisión de calor “ $H$ ” por unidad de tiempo estará dada por la ley de conducción de calor que se expresa por medio de la siguiente ecuación:

$$H = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = -kA * \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

Donde “ $k$ ” es la conductividad térmica del material, que se define como la magnitud que representa la capacidad de dicho material para conducir el calor, produciendo una variación de la temperatura entre dos puntos extremos del material, donde  $\frac{\Delta T}{\Delta x}$  es el gradiente de temperatura (la tasa de cambio de temperatura con respecto a la distancia entre dichos extremos del material). El signo menos indica que la dirección de la conducción de calor es decreciente de la temperatura, es decir, que ésta disminuye de una cara transversal a la otra, como se muestra en la figura 5.

**Figura 5:** Conducción de calor a través de cualquier material



**Nota:** La “d” representa el  $\Delta x$ , el espesor del material.

Fuente: Openstax College Physics (s.f.).

### **Convección:**

Es la transferencia de calor que se lleva a cabo en fluidos, como líquidos y gases, por el movimiento de los mismos. Este movimiento de los fluidos se puede deber a la diferencia de densidades de los mismos por diferencias de temperatura. La convección se puede dar de manera natural (cuando el movimiento de un fluido es causado por las diferencias de temperatura) o forzada, por ejemplo, cuando el movimiento de un fluido es causado por un dispositivo externo, como una bomba o ventilador, por ejemplo, la circulación de agua en un sistema de calefacción (Torres, 2018, como se citó en Ripoll Puentes y Yepes Ayola, 2023).

### **Radiación:**

Es la transferencia de calor por medio de ondas electromagnéticas. Cuando un objeto emite estas ondas en todas las direcciones éstas viajan a través del espacio y cuando alcanzan otro cuerpo, parte de ella puede reflejarse y la energía radiante restante es absorbida en calor, lo que resulta en el aumento de la temperatura del otro cuerpo. Un ejemplo clásico es el sol, cuya energía que emite se transmite a través

del espacio y calienta la Tierra (Torres, 2018, como se citó en Ripoll Puentes y Yepes Ayola, 2023).

## **2.2 Marco Legal:**

### ***2.2.1 Constitución de la República del Ecuador***

**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.

**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.

**Art. 70.-** 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.

Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda.

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.” (Asamblea Nacional Constituyente de Ecuador, 2008, s.p.)

### **2.2.2 Código Orgánico del Ambiente**

**Art. 224.-** Objeto. La gestión integral de los residuos y desechos está sometida a la tutela estatal cuya finalidad es contribuir al desarrollo sostenible, a través de un conjunto de políticas intersectoriales y nacionales en todos los ámbitos de gestión, de conformidad con los principios y disposiciones del Sistema Único de Manejo Ambiental.

**Art. 225.-** Políticas generales de la gestión integral de los residuos y desechos. Serán de obligatorio cumplimiento, tanto para las instituciones del Estado, en sus distintos niveles y formas de gobierno, regímenes especiales, así como para las personas naturales o jurídicas, las siguientes políticas generales:

El manejo integral de residuos y desechos, considerando prioritariamente la eliminación o disposición final más próxima a la fuente;

La responsabilidad extendida del productor o importador;

La minimización de riesgos sanitarios y ambientales, así como fitosanitarios y zoonosarios;

El fortalecimiento de la educación y cultura ambiental, la participación ciudadana y una mayor conciencia en relación al manejo de los residuos y desechos;

El fomento al desarrollo del aprovechamiento y valorización de los residuos y desechos, considerándolos un bien económico con finalidad social, mediante el establecimiento de herramientas y mecanismos de aplicación;

El fomento de la investigación, desarrollo y uso de las mejores tecnologías disponibles que minimicen los impactos al ambiente y la salud humana;

El estímulo a la aplicación de buenas prácticas ambientales, de acuerdo con los avances de la ciencia y la tecnología, en todas las fases de la gestión integral de los residuos o desechos; 8. La aplicación del principio de responsabilidad compartida, que incluye la internalización de costos,

derecho a la información e inclusión económica y social, con reconocimientos a través de incentivos, en los casos que aplique;

El fomento al establecimiento de estándares para el manejo de residuos y desechos en la generación, almacenamiento temporal, recolección, transporte, aprovechamiento, tratamiento y disposición final;

La sistematización y difusión del conocimiento e información, relacionados con los residuos y desechos entre todos los sectores;

La jerarquización en la gestión de residuos y desechos; y,

Otras que determine la Autoridad Ambiental Nacional.

**Art. 226.-** Principio de jerarquización. La gestión de residuos y desechos deberá cumplir con la siguiente jerarquización en orden de prioridad:

Prevención;

Minimización de la generación en la fuente;

Aprovechamiento o valorización;

Eliminación; y,

Disposición final.

La disposición final se limitará a aquellos desechos que no se puedan aprovechar, tratar, valorizar o eliminar en condiciones ambientalmente adecuadas y tecnológicamente factibles.

La Autoridad Ambiental Nacional, así como los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos, promoverán y fomentarán en la ciudadanía, en el marco de sus competencias, la clasificación, reciclaje, y en general la gestión de residuos y desechos bajo este principio.

**Art. 243.-** Objeto. La Autoridad Ambiental Nacional impulsará y fomentará nuevos patrones de producción y consumo de bienes y servicios con responsabilidad ambiental y social, para garantizar el buen vivir y reducir la huella ecológica. El cumplimiento de la norma ambiental y la producción más limpia serán reconocidos por la Autoridad Ambiental Nacional mediante la emisión y entrega de certificaciones o sellos verdes, los mismos que se guiarán por un proceso de evaluación, seguimiento y monitoreo.

**Art. 244.-** Medidas preventivas. Las instituciones del Estado adoptarán las medidas y acciones preventivas necesarias fundamentadas en el uso de tecnologías limpias, considerando el ciclo de vida del producto y el fomento de hábitos de producción y consumo sustentable de la población. Se generarán buenas prácticas ambientales en las instalaciones.

**Art. 245.-** Obligaciones generales para la producción más limpia y el consumo sustentable. Todas las instituciones del Estado y las personas naturales o jurídicas, están obligadas según corresponda, a:

Incorporar en sus propias estructuras y planes, programas, proyectos y actividades, la normativa y principios generales relacionados con la prevención de la contaminación, establecidas en este Código;

Optimizar el aprovechamiento sustentable de materias primas;

Fomentar y propender la optimización y eficiencia energética, así como el aprovechamiento de energías renovables;

Prevenir y minimizar la generación de cargas contaminantes al ambiente, considerando el ciclo de vida del producto;

Fomentar procesos de mejoramiento continuo que disminuyan emisiones;

Promover con las entidades competentes el acceso a la educación para el consumo sustentable;

Promover el acceso a la información sobre productos y servicios en base a criterios sociales, ambientales y económicos para la producción más limpia y consumo sustentable;

Coordinar mecanismos que faciliten la transferencia de tecnología para la producción más limpia;

Minimizar y aprovechar los desechos; y,

Otros que la Autoridad Ambiental Nacional dicte para el efecto. (Código Orgánico del Ambiente [COA], 2017, s.p.)

### ***2.2.3 Normas Técnicas para la Fabricación de los Bloques de Hormigón***

**ACI 211:** Diseño de mezclas de concreto.

**ISO 8302:** Aislamiento térmico. Determinación de la resistencia térmica en estado estacionario y propiedades relacionadas – Aparato con placa calefactora protegida.

**NTE INEN 872:** Áridos para hormigón. Requisitos.

**ASTM C 127-01:** Método de ensayo para determinar la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción de agregados gruesos.

**ASTM C 128-01:** Método de ensayo para determinar la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción de agregados finos.

**ASTM C 29/ C 29M-97:** Método de ensayo para el peso unitario y vacío en los agregados.

**NTE INEN 152:** Cemento Portland. Requisitos.

**NTE INEN 638:** Bloques huecos de hormigón. Definiciones, clasificación y condiciones generales.

**NTE INEN 3066:** Bloques de Hormigón. Requisitos y Métodos de ensayo.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1 Enfoque de la Investigación: Cuantitativo**

Se usa un enfoque cuantitativo debido a que se realiza principalmente los ensayos de granulometría de los agregados, ensayos de resistencia mecánica y conductividad térmica a los bloques de mampostería no estructural con fibra de coco y bagazo de caña de azúcar, mediante los cuales se obtendrán datos numéricos para comprobar objetivamente si se cumple la hipótesis.

#### **3.2 Alcance de la Investigación: Correlacional y Descriptivo**

##### **Correlacional**

El alcance de la investigación es exploratorio porque se realizarán prototipos con diferentes porcentajes de fibra de coco y bagazo de caña para determinar el desempeño mecánico y termoaislante de la muestra de cada dosificación de los bloques de mampostería no estructural con fibra de coco y bagazo de caña de azúcar para viviendas de interés social.

##### **Descriptivo**

Se describen las características tanto de la materia prima convencional para el diseño del bloque patrón (sin adición de fibra de coco y bagazo de caña de azúcar) como para la materia prima alternativa que corresponde a la fibra de coco y bagazo de caña de azúcar para el diseño del bloque termoaislante de mampostería no estructural, así como el tratamiento químico a las fibras vegetales que son la fibra de coco y bagazo de caña. Además, se explica el procedimiento para su diseño y elaboración de los bloques patrón y los bloques de mampostería no estructural con fibra de coco y bagazo de caña de azúcar. En cuanto a los resultados de los ensayos,

éstos se analizarán para describir las propiedades físicas, mecánicas y termoaislantes de los bloques, al igual que su factibilidad económica.

### 3.3 Técnica e Instrumentos para Obtener los Datos

#### Técnicas

**Observación:** constituye la primera una de las primeras etapas de cualquier investigación. Es una técnica que se trata de observar detenidamente un fenómeno, hecho o caso, para obtener información del mismo de manera objetiva y registrarla para su posterior análisis, en otras palabras, se realiza una recopilación directa de los datos mediante trabajos de laboratorio o en el campo. En la investigación cuantitativa, generalmente la información es expresada en cifras y relaciones lógico-formales empleando ya sea métodos de análisis numéricos y estadísticos, o métodos de medición sistemáticos.

**Observación directa:** se implementa cuando el investigador está en contacto con el fenómeno que observa sin intermediarios, por ejemplo, cuando sus instrumentos de medición o sus sentidos pueden registrar el comportamiento del objeto de estudio.

**Observación pasiva:** se implementa cuando la presencia del investigador no necesita ser tomada en cuenta en el análisis de los valores obtenidos y no interviene en el objeto de estudio observado.

**Observación sistemática:** se implementa cuando el investigador organiza y procesa la información en base a métodos y protocolos específicos o cuidadosamente estipulados mediante criterios y parámetros prioritarios con una dirección en cuanto a los resultados esperados.

Entre los tipos de observación para el presente estudio, se utilizan los tipos observación mencionados para verificar el control de calidad del proceso experimental y documentar información cuantitativa y aspectos cualitativos de los resultados para

posteriormente ser procesados y analizados. Esta técnica se puede emplear en los siguientes casos:

- Medir el peso de los agregados de los bloques durante el procedimiento de los ensayos de granulometría, peso volumétrico, gravedad específica y absorción de humedad con el fin de procesar los datos y evaluar mediante las fórmulas y gráficas si las características de los agregados son apropiadas para la elaboración de los bloques y si no hubo error durante el procedimiento de los ensayos.
- Medir el peso de los materiales de acuerdo con las dosificaciones establecidas y controlar la homogeneidad de la mezcla, así como describir el acabado final de los bloques una vez terminado el proceso de la máquina vibro compactadora en los moldes con las medidas establecidas para ajustar las proporciones de los materiales.
- Medir la cantidad de agua destilada o solución de hidróxido de sodio para realizar el tratamiento hidrotérmico o alcalino, respectivamente, así como la medición y control de la temperatura del agua destilada o NaOH y la medición del pH de la solución filtrada de NaOH para determinar si llegó a un pH neutro.
- Registrar y describir cambios en la textura superficial de la fibra de coco y bagazo de caña durante y después de los tratamientos químicos para verificar y validar la efectividad de dichos tratamientos.
- Registrar la respuesta de los bloques sometidos a las pruebas experimentales para evaluar sus propiedades físicas y térmicas, ya sea en forma de datos numéricos o datos cualitativos que puedan surgir durante el ensayo como la documentación de fracturas y deformaciones visibles en los bloques.

En este sentido, otras técnicas o métodos que ayudan a obtener resultados cuantitativos sobre las propiedades físicas, mecánicas y termoaislantes de los bloques son los ensayos.

**Ensayos.** Es una técnica experimental que permite al investigador obtener resultados de las propiedades físicas, mecánicas, químicas y térmicas de un material mediante pruebas controladas y reguladas con el fin de que estos resultados sean

evaluados en base a si el comportamiento de dichos materiales es considerado apto con respecto a normativas técnicas y estándares de calidad para ser utilizado en un proyecto.

## **Instrumentos**

### **Ensayos para la caracterización de agregados finos y gruesos:**

- Conjunto de tamices con diferentes aberturas.
- Balanza con precisión mínima de 0.1 g.
- Horno de secado.
- Matraz aforado.

### **Ensayo de resistencia a compresión:**

- Máquina de ensayo de resistencia a compresión.
- Vernier.
- Nivel.
- Computador.
- Cámara fotográfica.

### **Dimensiones y contenido de humedad de los bloques:**

- Vernier.
- Balanza de precisión.
- Horno de secado.

### **Ensayo de conductividad térmica:**

- Fuente de calor controlada.
- Sistemas de medición de flujo de calor.
- Balanza con precisión mínima de 0.1 g.
- Sensores de temperatura (termopares).

### **Tratamiento hidrotérmico y alcalino de las fibras vegetales**

- Balanza de precisión.

- Termómetro de mercurio.
- Horno de secado.
- Matraz aforado y matraz Erlenmeyer.
- Probeta graduada.
- Plancha de calentamiento.

### **Modelado computacional del acabado e implementación del bloque termoaislante con fibra de coco y bagazo de caña para viviendas interés social**

- Sketch Up.
- AutoCAD.

## **3.4 Población y Muestra**

**Población:** se considera como población a los 40 bloques elaborados con cada una de las dosificaciones planteadas. Cabe especificar que, para la presente investigación, cada una de las 5 dosificaciones definidas está compuesta por un total de 8 bloques, obteniendo como resultado 40 bloques.

**Muestra:** Las muestras para los ensayos mencionados a partir de la dosificación del bloque patrón y de la dosificación de los bloques con diferentes proporciones de fibra de coco (F.C.) y bagazo de caña (B.C.) son seleccionadas mediante un muestreo no probabilístico de acuerdo a la normativa INEN 3066. A continuación, se presenta una tabla que demuestra la cantidad de bloques tomados como muestra para realizar los ensayos en función de las variables dependientes e independientes asociadas con las proporciones de fibra de coco y bagazo de caña:

**Tabla 8:** Muestra de Bloques para Los Diferentes Ensayos

|                          | $S_0$              | $S_1$                | $S_2$                  | $S_3$                 | $S_4$                           |
|--------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| Proporción               | F.C= 0%<br>B.C= 0% | F.C= 2%<br>B.C=0.50% | F.C=0.30%<br>B.C=0.50% | F.C=0.35%<br>B.C=0.5% | F.C=0.35%<br>B.C=0.5%<br>(NaOH) |
| Resistencia a compresión | 3                  | 3                    | 3                      | 3                     | 3                               |

|                             |   |   |   |   |   |
|-----------------------------|---|---|---|---|---|
| Densidad, absorción y otros | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Conductividad térmica       | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

---

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

## CAPÍTULO IV

### PROPUESTA O INFORME

#### **4.1 Procedimiento para el Diseño de Bloque Termoaislante con Fibra de Coco y Bagazo de Caña para Viviendas de Interés Social**

Para el presente estudio, primero se realizaron los siguientes ensayos para los agregados gruesos y finos con el objetivo de determinar la dosificación del hormigón de los bloques por el método ACI:

##### **4.1.2 Ensayos para La Caracterización de Los Agregados Gruesos y Finos**

###### **4.1.2.1 Granulometría de Los Agregados Gruesos y Finos (NTE INEN 872).**

Esta norma indica los requisitos de granulometría y calidad para áridos finos y gruesos para ser utilizados en el hormigón (Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2011).

**Objetivo del ensayo:** determinar idoneidad de las partículas de los agregados gruesos y finos por medio de la representación de su distribución de tamaños en una curva granulométrica, comparándolos con los límites inferiores y superiores de la normativa INEN 872.

**Materiales y equipos:** tamizadora mecánica, equipos de protección personal, recipientes, espátulas y pala.

###### **Procedimiento:**

- Obtener una cantidad representativa del agregado mediante el cuarteo de los agregados, aproximadamente 1200 gramos en total por cada tipo de agregado a ensayar.

- Secar la muestra en el horno a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C hasta no notar rastros de humedad en el agregado y permitir que la muestra alcance una temperatura ambiente antes de realizar el ensayo.
- Pesar la cantidad total de agregado. Este peso se considera como peso inicial o “masa inicial”. Sin embargo, dado que la capacidad de la tamizadora es de aproximadamente 500 gramos, entonces, se optó por dividir la cantidad de agregados en dos recipientes distintos y, por ende, tamizarlo en dos partes.
- Seleccionar el conjunto de tamices para el ensayo que cumplan con las condiciones de apertura de la normativa INEN y colocarlos en orden decreciente de apertura en la máquina tamizadora, en este caso, se usan los tamices: 3/4, 1/2, 3/8, No. 4 y No. 8 para los agregados gruesos y para los agregados finos se usan los tamices: No.4, No. 8, No. 16, No. 30, No. 50 y No. 100.
- Colocar la muestra de agregados del primer recipiente en el tamiz superior y cerrar con la tapa el tamiz superior.
- Encender la tamizadora mecánica y tamizar durante 2 minutos.
- Pesar el material retenido en cada malla de los tamices y registrarlos.
- Calcular el porcentaje retenido, el porcentaje del retenido acumulado, y porcentaje de pasante acumulado.

#### **4.1.2.2 Ensayo para El Peso Unitario y Vacíos en los Agregados (ASTM C 29/ C 29M-97).**

Este procedimiento permite medir la densidad aparente (peso unitario) de un árido, ya sea en su estado suelto o compactado. De igual forma, permite calcular el porcentaje de huecos entre las partículas sólidas en áridos finos, gruesos y o las combinaciones de ambos bajo el mismo método de análisis. Esta técnica es adecuada para áridos cuyo tamaño de partícula nominal es de máximo 5 pulgadas o 125 mm (American Society for Testing Materials [ASTM]).

**Objetivo del ensayo:** evaluar la cantidad de un tipo de agregado contenida en un volumen específico, siendo un parámetro esencial en el diseño de las mezclas de concreto que se utiliza para calcular las proporciones de materiales de mezclas de

concreto y optimizar el diseño de las mismas para mejorar sus propiedades como la resistencia y durabilidad.

**Materiales y equipos:** recipiente cilíndrico de metal de masa y volumen conocido, varilla compactadora de 5/8 pulgadas (16 mm), regla metálica o varilla para nivelar, equipos de protección personal, tamiz N.4, 2 bandejas de chapa metálica, pala grande y una pala pequeña.

#### **Procedimiento para el peso volumétrico suelto:**

- Obtener una cantidad representativa del agregado mediante el cuarteo de los agregados, aproximadamente 10 kg por cada tipo de agregado a ensayar.
- Tamizar los agregados por el tamiz No.4 y el material restante en la malla del tamiz se conserva en una charola grande de superficie plana para el ensayo y el material pasante se desecha.
- Registrar la masa y el volumen del recipiente cilíndrico de metal.
- Colocar el recipiente sobre una charola grande de superficie plana.
- Recoger el material con la pala pequeña y agregar el contenido a una altura constante (aproximadamente a la altura del puño de la mano) dentro del recipiente.
- Nivelar la superficie del agregado con la varilla o regla metálica cuando la cantidad de agregados rebose el recipiente.
- Pesar el material en la balanza y se registra el peso del recipiente más el agregado.
- Determinar la masa del agregado realizando la resta entre la masa del recipiente y la masa del agregado.
- Calcular el peso volumétrico del agregado dividiendo la masa del agregado para el volumen del recipiente.

$$P.V.S = \frac{\text{Masa del agregado (kg)}}{\text{Volumen del recipiente (m}^3\text{)}}$$

- Repetir el procedimiento con otras 2 muestras del material; determinar la masa del agregado.
- Devolver toda la cantidad de agregados a la charola grande para el siguiente ensayo del peso volumétrico varillado.

**Figura 6:** Tamizado del Chasqui por el tamiz No.4



Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

### **Procedimiento para el peso volumétrico compactado:**

- Recoger el material con la pala pequeña y agregar el contenido a una altura constante (aproximadamente a la altura del puño de la mano) dentro del recipiente. Esta es la primera capa del material.
- Compactar cada capa dando 25 golpes con la varilla compactadora distribuyendo los golpes uniformemente.
- Nivelar la superficie del agregado de la última capa con la varilla o regla metálica cuando la cantidad de agregados rebose el recipiente.
- Pesar el material en la balanza y se registra el peso del recipiente más el agregado.
- Determinar la masa del agregado realizando la resta entre la masa del recipiente y la masa del agregado.
- Calcular el peso volumétrico del agregado dividiendo la masa del agregado para el volumen del recipiente.

$$P.V.V = \frac{\text{Masa del agregado (kg)}}{\text{Volumen del recipiente (m}^3\text{)}}$$

#### **4.1.2.3 Ensayo para Determinar la Densidad, Densidad Relativa (gravedad específica) y Absorción de Agregados Finos (ASTM C 128-01).**

Es un método de ensayo que determina la densidad promedio de un grupo de partículas excluyendo el volumen de los espacios vacíos entre las partículas, obteniendo la densidad relativa (peso específico) y la capacidad de absorción de los áridos finos (American Society for Testing Materials [ASTM]).

**Objetivo del ensayo:** obtener parámetros clave en el diseño de mezclas de hormigón como la densidad y densidad relativa (gravedad específica) de los áridos finos para determinar las proporciones adecuadas de los componentes del hormigón, así mismo, la absorción de los áridos finos indica su capacidad de retención de agua, lo que puede afectar en la relación agua/cemento de la mezcla y su trabajabilidad.

**Materiales y equipos:** plancha de calentamiento, recipientes, pala pequeña, espátula y equipos de protección personal.

- Obtener una cantidad representativa del agregado mediante el cuarteo de los agregados, aproximadamente 2 kg de arena.
- Secar la muestra la muestra a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C hasta no notar rastros de humedad en el agregado y permitir que la muestra alcance una temperatura ambiente antes de realizar el ensayo.
- Colocar la muestra en un recipiente con agua limpia durante un mínimo de 24 horas.
- Decantar el exceso de agua y dejar la muestra húmeda sobre una plancha de calentamiento y mover constantemente los agregados hasta remover el exceso de humedad. Para verificar que el agregado haya alcanzado estado de saturación con superficie seca (SSS), utilizar el método del cono de arena que consiste en llenar 3 capas de dicha arena en un cono metálico compactadas con 25 golpes en total. Si al retirar el cono metálico la arena conserva la forma

del cono sin colapsar, esto indica que se ha alcanzado el estado de saturación con superficie seca (SSS).

- Registrar el peso de la muestra de arena en el estado SSS (“S” en la ecuación 3).
- Determinar la “masa del frasco volumétrico + agua”, es decir, del matraz aforado (“B” en la ecuación 3).
- Colocar la muestra en un recipiente de 500 ml, colocar agua y esa solución colocarla en el matraz aforado.
- Remover las burbujas de aire agitando el matraz.
- Llenar el matraz con agua hasta la marca de calibración, pesarlo y registrar ese peso como “masa del frasco volumétrico + agua + muestra” (“C” en la ecuación 3).
- Colocar el contenido del matraz aforado en un recipiente y llevarlo al horno a  $110 \pm 5$  °C por 24 horas y pesarlo para determinar la “masa de la muestra seca al horno + recipiente” y, finalmente, determinar la masa de la muestra (“A” en la ecuación 3).
- Calcular la gravedad específica y el porcentaje de absorción de humedad del agregado.

$$G.E = \frac{S}{(B + S - C)}$$

$$Absorción = \frac{S - A}{A}$$

#### **4.1.2.4 Ensayo para Determinar la Densidad, Densidad Relativa (Gravedad Específica) y Absorción de Agregados Gruesos.**

Es un método de ensayo que determina la densidad promedio de un grupo de partículas excluyendo el volumen de los espacios vacíos entre las partículas, obteniendo la densidad relativa (peso específico) y la capacidad de absorción de los áridos gruesos (American Society for Testing Materials [ASTM], 2009).

**Objetivo del ensayo:** obtener parámetros clave en el diseño de mezclas de hormigón como la densidad y densidad relativa (gravedad específica) de los áridos gruesos para determinar las proporciones adecuadas de los componentes del hormigón, así mismo, la absorción de los áridos gruesos indica su capacidad de retención de agua, lo que puede afectar en la relación agua/cemento de la mezcla y su trabajabilidad.

**Materiales y equipos:** balde con alambre de aluminio, pala, espátula, recipientes y equipos de protección personal.

**Procedimiento:**

- Obtener una cantidad representativa del agregado mediante el cuarteo de los agregados, aproximadamente 2 kg de arena.
- Secar la muestra a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C hasta no notar rastros de humedad en el agregado y permitir que la muestra alcance una temperatura ambiente antes de realizar el ensayo.
- Determinar la masa del recipiente donde se pesó inicialmente la muestra del agregado.
- Colocar la muestra del agregado en el mismo recipiente, añadir suficiente agua y dejar remojando la muestra por mínimo 24 horas.
- Decantar el exceso de agua del recipiente y secar con una franela la superficie de los agregados, asegurándose de que las partículas de los agregados lleguen al estado de saturación con superficie seca (SSS).
- Pesar y registrar la masa del recipiente con la muestra en estado SSS.
- Determinar la “masa de la muestra SSS” (“B” en la ecuación 4).
- Colocar los agregados en un balde y unir la agarradera de éste a un alambre de metal que cuelgue de la parte inferior de la balanza para medir la “masa de la muestra sumergida en el agua” (“C” en la ecuación 4).
- Colocar la muestra del agregado en un recipiente y llevarlo al horno a  $110 \pm 5$  °C hasta que su masa sea constante. Finalmente, determinar la “masa de la muestra seca” (“A” en la ecuación).
- Calcular la gravedad específica y el porcentaje de absorción de humedad del agregado.

$$G.E = \frac{B}{(B - C)}$$

$$Absorción = \frac{(B - A)}{A}$$

#### 4.1.3 Dosificación del Bloque Patrón con La Normativa ACI 211.1

##### Datos iniciales:

F'c= 140 kg/cm<sup>2</sup>

Tamaño máximo del agregado: 9.5 mm (3/8").

**Tabla 9:** Resultados de los Ensayos del Agregado Grueso y Fino

| Material | M.V.S.S.<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | M.V.S.V.<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | Densidad<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | Módulo de<br>finura | %<br>Absorción |
|----------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------|----------------|
| Grava    | 1428,41                          | 1566,95                          | ---                              | ---                 | 2,65           |
| Arena    | 1175,97                          | 1299,16                          | 2560                             | 2,5                 | 1,08           |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

##### Paso 1: Selección del revenimiento y tamaño máximo del agregado.

**Tabla 10:** Revenimientos Recomendados para Diversos Tipos de Construcción

| Tipos de<br>construcción          | Revenimiento en cementos |        |             |
|-----------------------------------|--------------------------|--------|-------------|
|                                   | Máximo                   | Mínimo | Tolerancias |
| Vigas y muros<br>reforzados       | 10                       | 2,5    | ± 3,5       |
| Columnas para<br>edificios        | 10                       | 2,5    | ± 3,5       |
| Pavimentos y losas                | 8                        | 2,5    | ± 2,5       |
| Muros de cimentación<br>y zapatas | 7,5                      | 2,5    | ± 2,5       |
| Concreto masivo                   | 7,5                      | 2,5    | ± 2,5       |

Fuente: Cordero Estévez y otros (2022).

**Paso 2:** Cálculo de la cantidad de agua de mezclado y contenido de aire.

**Tabla 11:** Requisitos Aproximados de Agua de Mezclado y Contenido de Aire

| <b>Agua, kg/m3 de concreto</b>                                                                            |      |      |      |     |        |     |     |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|-----|--------|-----|-----|-----|
| Revenimiento<br>(cm)                                                                                      | 3/8" | 1/2" | 3/4" | 1"  | 1 1/2" | 2"  | 3"  | 6"  |
|                                                                                                           | 10   | 12,5 | 20   | 25  | 40     | 50  | 70  | 150 |
| <b>Concreto sin aire incluido</b>                                                                         |      |      |      |     |        |     |     |     |
| 2,5 a 5                                                                                                   | 207  | 199  | 190  | 179 | 166    | 154 | 130 | 113 |
| 7,5 a 10                                                                                                  | 228  | 216  | 205  | 193 | 181    | 169 | 145 | 124 |
| 15 a 18                                                                                                   | 243  | 228  | 216  | 202 | 190    | 178 | 160 | --- |
| % aire incluido                                                                                           | 3    | 2,5  | 2    | 1,5 | 1      | 0,5 | 0,3 | 0,2 |
| <b>Concreto con aire incluido</b>                                                                         |      |      |      |     |        |     |     |     |
| 2,5 a 5                                                                                                   | 181  | 175  | 168  | 160 | 150    | 142 | 122 | 107 |
| 7,5 a 10                                                                                                  | 202  | 193  | 184  | 175 | 165    | 157 | 133 | 119 |
| 15 a 18                                                                                                   | 216  | 205  | 197  | 184 | 174    | 166 | 154 | --- |
| <b>Promedio recomendado del contenido total de aire, porcentaje de acuerdo con el nivel de exposición</b> |      |      |      |     |        |     |     |     |
| Exposición ligera                                                                                         | 4,5  | 4    | 3,5  | 3   | 2,5    | 2   | 1,5 | 1   |
| Exposición moderada                                                                                       | 6    | 5,5  | 5    | 4,5 | 4,5    | 4   | 3,5 | 3   |
| Exposición severa                                                                                         | 7,5  | 7    | 6    | 6   | 5,5    | 5   | 4,5 | 4   |

Fuente: Cordero Estévez y otros (2022).

Dado que se tiene con un revenimiento de 2,5 cm y se trabaja con un concreto sin aire incluido, la cantidad de agua y porcentaje de aire en el concreto es:

Cantidad de agua: 207 kg/m3.

Contenido de aire: 3%.

### Paso 3: Resistencia a la compresión requerida.

**Tabla 12:** Desviación Estándar de La Resistencia del Concreto en kg/cm<sup>2</sup>

| Procedimiento de fabricación                                                                                                           | $F'c \leq 200 \text{ kg/cm}^2$ | $200 \text{ kg/cm}^2 \leq F'c \leq 300 \text{ kg/cm}^2$ |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Mezclado mecánico, proporcionamiento, corrección por humedad y absorción de los agregados de una misma fuente y de calidad controlada. | 30                             | 35                                                      |
| Mezclado mecánico, proporcionamiento por peso.                                                                                         | 35                             | 45                                                      |
| Mezclado mecánico, proporcionamiento por volumen; volúmenes cuidadosamente controlados.                                                | 50                             | 60                                                      |

Fuente: Cordero Estévez y otros (2022).

La desviación estándar (C) seleccionada para el procedimiento de fabricación de mezclado mecánico, proporcionamiento por peso, para una resistencia de 200 kg/cm<sup>2</sup> es 35.

$$C=35$$

$$F'_{cr} = F'c + 1,28C = 140 \text{ kg/cm}^2 + 1,28 (35) = 184,8$$

$$F'_{cr} = F'c + (2,52C) - C = 140 + (2,52 \times 35) - 35 = 193,2$$

El mayor valor es 193,2. Por lo tanto, este será la nueva resistencia a compresión requerida.

**Paso 4:** Cálculo de la relación agua/cemento.

**Tabla 13:** Relación Agua/Cemento por Peso

| <b>Resistencia a la compresión<br/>a los 28 días (kg/cm2)</b> | <b>Sin aire incluido</b> | <b>Con aire incluido</b> |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 420                                                           | 0,41                     | ---                      |
| 350                                                           | 0,48                     | 0,4                      |
| 280                                                           | 0,57                     | 0,48                     |
| 210                                                           | 0,68                     | 0,59                     |
| 140                                                           | 0,82                     | 0,74                     |

Fuente: Cordero Estévez y otros (2022).

La relación agua/cemento para una resistencia a compresión a los 28 días de 193, 20 kg/cm2 y sin aire incluido, por interpolación, es:

Relación agua/cemento= 0,716.

**Paso 5:** Cálculo de la cantidad de cemento.

$$V_c = \frac{a}{a/c} = \frac{207 \text{ kg/cm}^2}{0,7136} = 290,078 \text{ kg}$$

**Paso 6:** Cálculo del volumen del agregado grueso.

**Tabla 14:** Volumen de Agregado Grueso por Volumen Unitario de Concreto

| <b>Tamaño<br/>máximo<br/>del<br/>agregado<br/>(mm)</b> | <b>Volumen de agregado grueso* varillado en seco, por volumen unitario de concreto para diferentes módulos de figura de la arena indicados</b> |            |            |          |            |            |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|----------|------------|------------|
|                                                        | <b>2,4</b>                                                                                                                                     | <b>2,6</b> | <b>2,8</b> | <b>3</b> | <b>3,2</b> | <b>3,4</b> |
| 9,5 (3/8")                                             | 0,5                                                                                                                                            | 0,5        | 0,46       | 0,44     | 0,42       | 0,4        |
| 12,5 (1/2")                                            | 0,59                                                                                                                                           | 0,60       | 0,55       | 0,53     | 0,51       | 0,49       |
| 19 (3/4")                                              | 0,66                                                                                                                                           | 0,60       | 0,62       | 0,60     | 0,58       | 0,56       |
| 25 (1")                                                | 0,71                                                                                                                                           | 0,70       | 0,67       | 0,65     | 0,63       | 0,61       |
| 37,5 (1 1/2")                                          | 0,75                                                                                                                                           | 0,70       | 0,71       | 0,69     | 0,67       | 0,65       |
| 50 (2")                                                | 0,78                                                                                                                                           | 0,80       | 0,74       | 0,72     | 0,70       | 0,68       |
| 75 (3")                                                | 0,82                                                                                                                                           | 0,80       | 0,78       | 0,76     | 0,74       | 0,72       |
| 150 (6")                                               | 0,87                                                                                                                                           | 0,90       | 0,83       | 0,81     | 0,79       | 0,77       |

Fuente: Cordero Estévez y otros (2022).

De acuerdo con el tamaño máximo del agregado grueso, 3/8" y el módulo de finura de la arena adoptado de 2,4, la cantidad de grava es:

Cantidad de grava: 0,5 (50% del volumen de 1m<sup>3</sup> de concreto).

**Paso 7:** Cálculo del volumen de agua.

$$V_a = \frac{a}{\text{densidad del agua}} = \frac{207 \text{ kg/cm}^2}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0,207 \text{ m}^3$$

**Paso 8:** Cálculo del volumen de cemento.

$$V_c = \frac{\text{cantidad de cemento}}{\text{densidad del cemento}} = \frac{290,078 \text{ kg}}{3150 \text{ kg/m}^3} = 0,092 \text{ m}^3$$

**Paso 9:** Cálculo del volumen de agregado grueso.

$$V_{AG} = \frac{M.V.S.V. \text{ de la grava}}{\text{densidad de la grava}} = \frac{1566,95 \text{ kg} * 0,5}{2910 \text{ kg/m}^3} = 0,269 \text{ m}^3$$

**Paso 10:** Volumen de aire (teórico).

$$V_{\text{aire}} = 0,03 * 1 \text{ m}^3 = 0,03 \text{ m}^3$$

**Paso 11:** Estimación de la cantidad de agregado fino.

$$V_{AF} = 1 \text{ m}^3 - 0,092 \text{ m}^3 - 0,207 \text{ m}^3 - 0,269 \text{ m}^3 - 0,03 \text{ m}^3 = \\ V_{AF} = 0,402 \text{ m}^3$$

**Paso 12:** Primera estimación de cantidad de materiales en peso para 1 m3.

**Tabla 15:** Estimación del Peso de Los Materiales

| Material | Densidad ( $kg/m^3$ ) | Volumen ( $m^3$ ) | Peso (kg) |
|----------|-----------------------|-------------------|-----------|
| Grava    | 2910                  | 0,269             | 782,79    |
| Arena    | 2560                  | 0,402             | 1029,12   |
| Cemento  | 3150                  | 0,092             | 289,8     |
| Agua     | 1000                  | 0,207             | 207       |
| Aire     | ---                   | 0,03              | ---       |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

**Tabla 16:** Ajustes por Humedad

| Material        | % Absorción | %Humedad Actual |
|-----------------|-------------|-----------------|
| Agregado grueso | 1,08        | 0               |
| Agregado fino   | 2,65        | 0               |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

Agregado grueso: % Absorción - % Humedad Actual= 1,08% - 0%= 1,08%

Agregado fino: % Absorción - % Humedad Actual= 2,65% - 0%= 2,65%

**Tabla 17:** Ajustes por Humedad

| Material        | Peso (m3) | % Absorción - % Humedad Actual | Agua en exceso o adición (kg) |
|-----------------|-----------|--------------------------------|-------------------------------|
| Agregado grueso | 782,79    | 1,08                           | 8,45                          |
| Agregado fino   | 1029,12   | 2,65                           | 27,27                         |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

Sumando la cantidad de agua por adición a la cantidad de agua ya calculada en el paso 2, el agua de mezclado sería 242,72 kg.

**Paso 13:** Segunda estimación de cantidad de materiales en peso para 1 m3.

**Tabla 18:** Cantidad de materiales en peso para 1 m3 corregidas por humedad

| Material | Peso (kg) |
|----------|-----------|
| Grava    | 782,79    |
| Arena    | 1029,12   |
| Cemento  | 289,80    |
| Agua     | 242,72    |
| Aire     | ---       |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

**Paso 13:** Cálculo de cantidad de materiales para 1 bloque y 8 bloques.

**Dimensiones del bloque:**

Largo= 39 cm

Ancho= 9cm

Altura= 19 cm

Volumen=  $6669 \text{ cm}^3$

Dimensiones de las cavidades del bloque:

Largo= 10 cm

Ancho= 5 cm

Altura 15,5 cm

Volumen de 1 cavidad=  $775 \text{ cm}^3$

Volumen de 3 cavidades=  $2325 \text{ cm}^3$

Volumen de concreto en el bloque=  $6669 \text{ cm}^3 - 2325 \text{ cm}^3 = 4344 \text{ cm}^3$

En metros, el volumen neto del bloque es de  $0,004344 \text{ m}^3$ . Por consiguiente, el volumen total para 8 bloques es de  $0,0348 \text{ m}^3$ .

**Tabla 19:** Resultados para La Cantidad de Materiales de 8 Bloques

| Material | Peso (kg) | Volumen para 8 bloques (m3) | Peso total (kg) |
|----------|-----------|-----------------------------|-----------------|
| Grava    | 782,79    | 0,0348                      | 27,24           |
| Arena    | 1029,12   | 0,0348                      | 35,81           |
| Cemento  | 289,80    | 0,0348                      | 10,085          |
| Agua     | 242,72    | 0,0348                      | 8,44            |
| Aire     | ---       | ---                         | ---             |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

Luego de dosificar el bloque patrón (dosificación 0) con los resultados de los ensayos para la caracterización de los agregados, se procedió a determinar las 4 dosificaciones:

### Dosificación 0: 8 bloques

**Tabla 20:** Bagazo de caña=0% y fibra de coco 0%

| Material       | Peso (kg) | Peso (g) |
|----------------|-----------|----------|
| PIEDRA CHISPA  | 26.00     | --       |
| ARENA          | 30.00     | --       |
| CHASQUI        | 18.00     | --       |
| CEMENTO        | 9.60      | --       |
| AGUA           | 6         | --       |
| FIBRA DE COCO  | 0.00      | --       |
| BAGAZO DE CAÑA | 0.00      | --       |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

### Dosificación 1: 8 bloques

**Tabla 21:** Bagazo de caña=0,5% y fibra de coco 2%

| Material       | Peso (kg) | Peso (g) |
|----------------|-----------|----------|
| PIEDRA CHISPA  | 26.00     | --       |
| ARENA          | 30.00     | --       |
| CHASQUI        | 17.90     | --       |
| CEMENTO        | 9.40      | --       |
| AGUA           | 6         | --       |
| FIBRA DE COCO  | 0.192     | 192      |
| BAGAZO DE CAÑA | 0.09      | 90       |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

### Dosificación 2: 8 bloques

**Tabla 22:** Bagazo de caña=0,5% y fibra de coco 3%

| Material       | Peso (kg) | Peso (g) |
|----------------|-----------|----------|
| PIEDRA CHISPA  | 26.00     | --       |
| ARENA          | 30.00     | --       |
| CHASQUI        | 17.90     | --       |
| CEMENTO        | 9.31      | --       |
| AGUA           | 6.5       | --       |
| FIBRA DE COCO  | 0.288     | 288      |
| BAGAZO DE CAÑA | 0.09      | 90       |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

### Dosificación 3: 8 bloques

**Tabla 23:** Bagazo de caña=0,5% y fibra de coco 3,5%

| Material       | Peso (kg) | Peso (g) |
|----------------|-----------|----------|
| PIEDRA CHISPA  | 26.00     | --       |
| ARENA          | 30.00     | --       |
| CHASQUI        | 17.90     | --       |
| CEMENTO        | 9.26      | --       |
| AGUA           | 6.00      | --       |
| FIBRA DE COCO  | 0.336     | 336      |
| BAGAZO DE CAÑA | 0.09      | 90       |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

## Dosificación 4: 8 bloques

**Tabla 24:** Bagazo de caña=0,5% (tratamiento con hidróxido de sodio al 2%) y fibra de coco 3,5%

| Material       | Peso (kg) | Peso (g) |
|----------------|-----------|----------|
| PIEDRA CHISPA  | 26.00     | --       |
| ARENA          | 30.00     | --       |
| CHASQUI        | 17.90     | --       |
| CEMENTO        | 9.26      | --       |
| AGUA           | 6.50      | --       |
| FIBRA DE COCO  | 0.336     | 336      |
| BAGAZO DE CAÑA | 0.09      | 90       |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

### 4.1.4 Tratamiento Químico de Las Fibras de Coco y El Bagazo de Caña de Azúcar

#### 4.1.4.1 Tratamiento Hidrotérmico.

El tratamiento hidrotérmico ayuda a la eliminación de impurezas y la hemicelulosa de las fibras vegetales (bagazo de caña y fibra de coco).

1. Pesar la fibra de coco o bagazo de caña.

**Figura 7:** Pesaje de la Cantidad de BCA para el Tratamiento Hidrotérmico



Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

2. Añadir 30 ml de agua por cada gramo de fibra de coco/bagazo de caña.
3. Calentar la fibra de coco con el agua hasta llegar a una temperatura de 90 °C

**Figura 8:** Medición de temperatura de la solución con agua destilada y BCA



Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

4. Una vez que se ha comprobado que la temperatura del agua destilada llegó a los 90 °C, se tiene que controlar ésta por 2 horas e ir moviendo la fibra. La temperatura no puede subir de 90 °C, porque se podría quemar la fibra.
5. Al transcurrir las 2h se decanta la mayor cantidad de agua posible, dejando sólo la fibra de coco.
6. Esparcir la fibra en una base de plástico o de cartón donde pueda secarse completamente.

#### **4.1.4.3 Tratamiento Alcalino del Bagazo de Caña.**

El tratamiento alcalino ayuda a la eliminación de la lignina obteniendo como resultado una celulosa refinada.

1. En 1000 ml de agua destilada se colocan 20g de hidróxido de sodio (2%).
2. Pesar los pellets de hidróxido de sodio y después se mezclan continuamente en el agua destilada hasta que se disuelvan por completo los pellets.
3. Por cada gramo de fibra se ponen 15.71 ml de agua destilada.
4. Calentar el bagazo con la solución hasta llegar a una temperatura de 70 °C.
5. Una vez que se ha comprobado la temperatura se tiene que controlar por 4 horas e ir moviendo el bagazo, la temperatura no puede subir de 70 °C, porque se podría quemar el bagazo.
6. Al pasar las 4h se coloca en el mesón o en una superficie despejada el recipiente con el bagazo y la solución.
7. Se prepara un recipiente en donde se pueda hacer el lavado de la fibra con la solución, esto se realiza con agua destilada.
8. Se coloca un recipiente hondo y sobre el recipiente se coloca una tela, la cual servirá para colar la solución, el bagazo y el agua destilada.
9. Una vez estén listos el paso 7 y 8 se realiza el lavado de la fibra, donde una vez que se pone el recipiente con la tela y se vierte el bagazo la solución y el agua destilada, se exprime lo más que se pueda, se puede tomar como referencia cuando se lava una prenda, al final la exprime para que se decante toda el agua que contiene.
10. La solución y el agua destilada que pasa la tela se la coloca en un recipiente seguro, ya que este se tiene que tratar más adelante.
11. Se tiene que repetir el paso 9 y 10 hasta que el agua sobrante alcance un pH neutro.
12. Una vez comprobado que el pH tiene un valor cercano al pH del agua destilada, se coloca el bagazo en un recipiente y se deja secar en el horno a 60 °C por 3 días.

#### **Neutralización de una solución de 1 litro de NaOH al 2%= 2g/100ml**

$$20 \text{ g NaOH} = \frac{1}{40} * \frac{\text{mol HCl}}{1 \text{ mol NaOH}} * \frac{36,46 \text{ g HCl}}{1 \text{ mol HCl}} = 18,23 \text{ g HCl}$$

$$18,23 \text{ g HCl} * \frac{1 \text{ ml sol HCl}}{1,19 \text{ g HCl}} = 15,32 \text{ ml sol HCl}$$

#### **4.1.5 Proceso de Elaboración de los Bloques**

Tras determinar la dosificación del bloque patrón, así mismo, se determinaron las 4 dosificaciones con diferentes proporciones con fibra de coco y bagazo de caña. A continuación, se presenta el procedimiento para elaborar todas las dosificaciones de los bloques.

1. Primero se pesan la cantidad correspondiente de materiales según las dosificaciones establecidas; cemento, arena chasqui, piedra chispa y agua.

**Figura 9:** Pesaje del BCA



Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

**Figura 10:** Pesaje del agregado grueso



Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

2. Se vierte la arena junto al cemento, haciendo una circunferencia, donde se añade el chasqui. Luego de mezclarlo se añade el agua y se mezclan todos los materiales constantemente.

Al ser poca cantidad de bloques a elaborar, el mezclado de la materia prima se realizó de manera manual. Mientras se mezclaban de manera uniforme todos los agregados gruesos y finos con el cemento, se añadía poco a poco un litro de agua a la mezcla.

**Figura 11:** Mezclado de los materiales



Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

3. Una vez mezclados todos los materiales estén uniformemente mezclados, se coloca la mezcla en la máquina vibro-compactadora durante 1 min 30 segundos.

**Figura 12:** Textura y Acabado de la Mezcla durante el Mezclado



Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

4. Retirar los bloques formados de la máquina y colocarlos en una zona segura.

**Figura 13:** Carga de la mezcla en la máquina vibro compactadora



Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

**Figura 14:** Acabado final de los bloques con fibra de coco y BCA



Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

#### **4.1.6 Ensayo de Resistencia a Compresión (INEN 3066)**

**Materiales y equipos:** placas de apoyo superior e inferior, recipiente para los desechos y equipos de protección personal.

**Procedimiento:**

- Registrar en la máquina las medidas del largo y ancho del bloque a ensayar.
- Calibrar la máquina del ensayo.
- Colocar la placa inferior de apoyo y encima colocar el bloque centrado en la máquina de compresión, seguido de la placa superior.
- Asegurarse de que las superficies de carga superior e inferior estén alineadas en relación con las placas y el pistón que aplica la carga.
- Aplicar la carga a una velocidad constante de 3700 N/segundo.
- Continuar la aplicación de la carga sin interrupciones hasta que el espécimen falle o colapse.
- Registrar la carga máxima en el momento de la falla y realizar el cálculo de la resistencia a compresión:

$$f'_c = \frac{P}{A}$$

#### **4.1.7 Cálculo del Contenido de Humedad en los Bloques**

**Materiales y equipos:** balanza de precisión de 0.1 g, franela y recipiente con agua.

Para calcular la tasa de absorción de las tres muestras, primero se determinó el peso inicial de cada bloque, se sumergieron los 3 bloques en agua por 24 horas, transcurrido ese tiempo se los retiró del agua y se los colocó en una franela para que se escurran por un minuto aproximadamente, se secó el agua visible en el bloque y determinó el peso saturado. Finalmente, se aplicó la siguiente fórmula para calcular la tasa de absorción:

$$\%Humedad = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100$$

Donde:

W1: peso inicial de la muestra.

W2: peso saturado de la muestra.

#### **4.1.8 Ensayo de Conductividad Térmica**

De los materiales de construcción, este ensayo determina el coeficiente de conductividad térmica. Según la ISO 8302 el ensayo de conductividad térmica, mediante el método de placa caliente, determina la conducción y resistencia térmica de los materiales (Núñez Naranjo y otros, 2023).

##### **Características del método de ensayo**

- Método de placa caliente resguardada
- ISO 8302, ASTM C177, EN 12664, EN 12667
- Temperatura medes de 10 °C hasta 40°C
- Rango de conductividad medible desde 0.002 W/m-k hasta 3 W/m-k.

##### **Materiales y equipos:**

##### **Procedimiento**

- Seleccionar un bloque con dimensiones y características especificadas para cumplir con los requisitos de las normas (15 cm x 15 cm x 7 cm).
- Medir el espesor y las dimensiones laterales del bloque con una precisión de  $\pm 0.1$  mm cumpliendo con los parámetros de tolerancias, tales como paralelismo entre sus caras (tolerancia máxima 2%), planicidad (tolerancia máxima 2%) y bordes redondeados para asegurar la precisión en el cálculo de la conductividad térmica.

- Calibrar del equipo utilizando materiales de referencia con conductividad térmica conocida.
- Colocar el bloque entre la placa caliente (fuente de calor) y la placa fría (disipador).
- Mantener una diferencia de temperatura constante entre las placas para asegurar un estado de equilibrio térmico. Las temperaturas se fijaron según las recomendaciones de las normativas.
- Registrar el flujo de calor que pasa a través del bloque cuando el sistema alcance el equilibrio térmico y medir las temperaturas de las superficies del bloque en contacto con la placa caliente y la placa fría.
- Calcular la conductividad térmica con la siguiente fórmula:

$$K = \frac{Q \times d}{A \times \Delta t}$$

Donde:

Q: cantidad de calor transferido a través del bloque (W)

d: espesor del bloque o distancia entre sus caras (m)

A: área de la superficie del bloque (m<sup>2</sup>)

$\Delta t$ : Diferencia de temperatura entre las dos caras del bloque (Temperatura Caliente – Temperatura Fría)

## **4.2 Presentación de Resultados**

### ***4.2.1 Resultados de la Caracterización de los Agregados Gruesos y Finos***

#### **4.2.1.2 Resultados de Granulometría del Agrado Grueso (Chasqui).**

4.2.1.2 Resultados de Granulometría del Agrado Grueso (Chasqui).

Tabla 25: Granulometría del Chasqui

| Ensayo: GRANULOMETRÍA                           |                                                                                                    |              |       |             |                  |       |                               |        |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------|-------------|------------------|-------|-------------------------------|--------|
| Proyecto:                                       | Diseño de bloque termoaislante con fibra de coco y bagazo de caña para viviendas de interés social |              |       |             |                  |       |                               |        |
| Ubicación:                                      | Guayaquil, provincia del Guayas                                                                    |              |       |             |                  |       |                               |        |
| Entidad:                                        | Escuela Superior Politécnica del Litoral                                                           |              |       |             |                  |       |                               |        |
| Nombre del estudiante responsable:              | Errazuriz Carrillo Norma María y Romero Gómez Nathaly Virginia                                     |              |       |             |                  |       |                               |        |
| Docente supervisor:                             | Falquez Torres Daniel Andres                                                                       |              |       |             |                  |       |                               |        |
| Fecha de ejecución                              | 6 de septiembre del 2024                                                                           |              |       |             |                  |       |                               |        |
| Fecha de finalización                           | 6 de septiembre del 2024                                                                           |              |       |             |                  |       |                               |        |
| Descripción                                     | Chasqui                                                                                            |              |       |             |                  |       |                               |        |
| Análisis Granulométrico por tamizado ASTM C-136 |                                                                                                    |              |       |             |                  |       |                               |        |
| Tamiz                                           | Abertura (mm)                                                                                      | Masa ret (g) | % Ret | % Ret Acum. | %Pasa. Acumulado | Tamiz | NTE INEN 872 %Pasa. Acumulado |        |
| 3/4                                             | 19,00                                                                                              | 0,00         | 0,00  | 0,00        | 100,00           | 19,00 | 100,00                        | 100,00 |
| 1/2                                             | 12,50                                                                                              | 46,30        | 4,53  | 4,53        | 95,47            | 12,50 | 90,00                         | 100,00 |
| 3/8                                             | 9,50                                                                                               | 102,10       | 9,99  | 14,52       | 85,48            | 9,50  | 85,00                         | 100,00 |
| No. 4                                           | 4,75                                                                                               | 221,50       | 21,67 | 36,20       | 63,80            | 4,75  | 40,00                         | 70,00  |
| No. 8                                           | 2,36                                                                                               | 167,40       | 16,37 | 52,60       | 47,40            | 2,36  | 20,00                         | 55,00  |
| Fondo                                           |                                                                                                    | 485,00       | 47,44 | 100,20      | 0,00             |       |                               |        |
| Total                                           |                                                                                                    | 1022,30      |       |             |                  |       |                               |        |

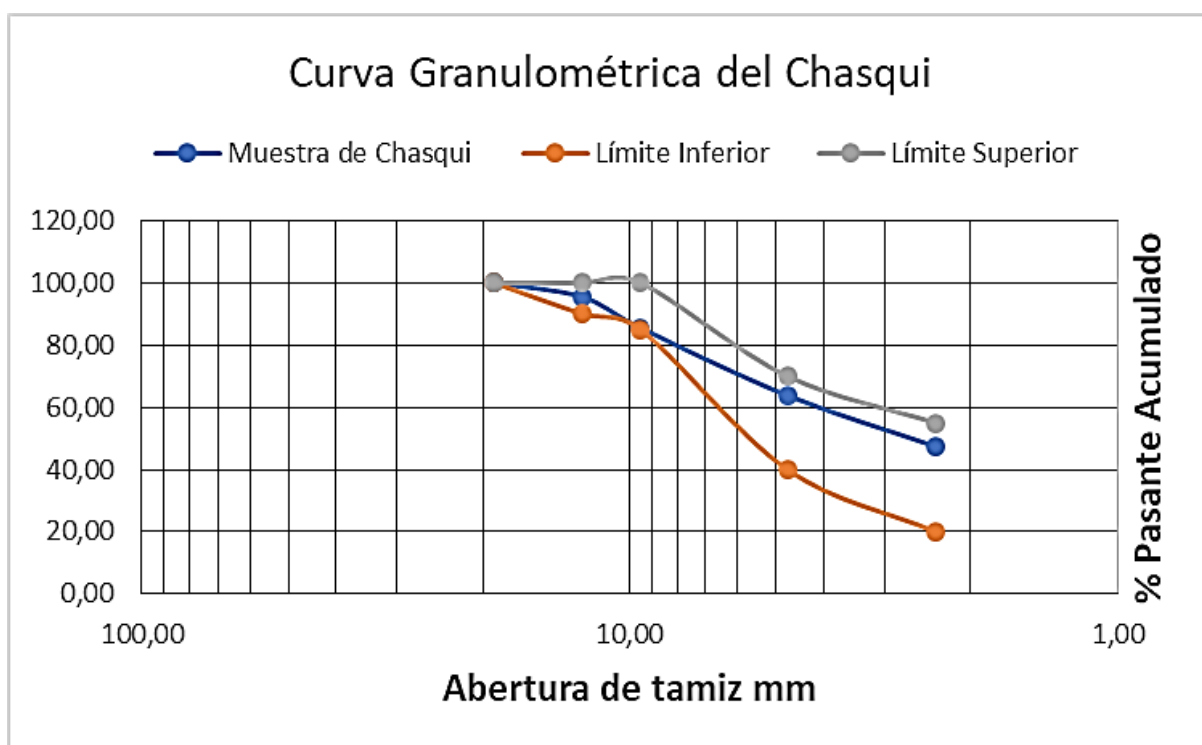
Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

Tabla 26: Cálculo del porcentaje de error del ensayo de granulometría del chasqui

|               |            |
|---------------|------------|
| Masa inicial: | 1025,20 gr |
| Masa final:   | 1022,30 gr |
| %Error        | 0,28       |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

**Figura 15:** Curva granulométrica del chasqui



Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

### 4.2.1.3 Resultados del Ensayo para Peso Unitario y Vacíos en los Agregados (Chasqui).

**Tabla 27:** Resultados del ensayo para el peso volumétrico del chasqui

| Ensayo: PESO VOLUMÉTRICO                  |                                                                                                                                         |                                  |           |       |                   |           |    |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------|-------|-------------------|-----------|----|
| Proyecto:                                 | Diseño de bloque termoaislante con fibra de coco y bagazo de caña para viviendas de interés social                                      |                                  |           |       |                   |           |    |
| Ubicación:                                | Guayaquil, provincia del Guayas                                                                                                         |                                  |           |       |                   |           |    |
| Entidad:                                  | Escuela Superior Politécnica del Litoral-Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra (FICT) Laboratorio de Geotecnia y Construcción |                                  |           |       |                   |           |    |
| Nombre del estudiante responsable:        | Errazuriz Carrillo Norma María y Romero Gómez Nathaly Virginia                                                                          |                                  |           |       |                   |           |    |
| Docente supervisor:                       | Falquez Torres Daniel Andres                                                                                                            |                                  |           |       |                   |           |    |
| Fecha de ejecución:                       | 6 de septiembre del 2024                                                                                                                |                                  |           |       |                   |           |    |
| Fecha de finalización                     | 6 de septiembre del 2024                                                                                                                |                                  |           |       |                   |           |    |
|                                           |                                                                                                                                         |                                  |           |       |                   |           |    |
| Datos del recipiente de medida            |                                                                                                                                         |                                  |           |       |                   |           |    |
|                                           | Volumen                                                                                                                                 | 0,002868                         |           | Masa  | 1,580             |           |    |
|                                           |                                                                                                                                         |                                  |           |       |                   |           |    |
| Determinación de la masa suelta varillada |                                                                                                                                         |                                  |           |       |                   |           |    |
|                                           | Prueba                                                                                                                                  | Masa del recipiente más agregado |           |       | Masa del agregado |           |    |
|                                           |                                                                                                                                         | Suelto                           | Varillado |       | Suelto            | Varillado |    |
|                                           | 1                                                                                                                                       | 2,53                             | 2,64      | Kg    | 0,95              | 1,06      | Kg |
|                                           | 2                                                                                                                                       | 2,54                             | 2,64      | Kg    | 0,96              | 1,06      | Kg |
|                                           | 3                                                                                                                                       | 2,55                             | 2,61      | Kg    | 0,97              | 1,03      | Kg |
|                                           | Promedio                                                                                                                                |                                  |           | Kg    |                   |           | Kg |
|                                           |                                                                                                                                         |                                  |           |       |                   |           |    |
| Determinación del peso volumétrico        |                                                                                                                                         |                                  |           |       |                   |           |    |
|                                           | Prueba                                                                                                                                  | Peso volumétrico                 |           |       |                   |           |    |
|                                           |                                                                                                                                         | Suelto                           | Varillado |       |                   |           |    |
|                                           | 1                                                                                                                                       | 332,64                           | 368,90    | Kg/m3 |                   |           |    |
|                                           | 2                                                                                                                                       | 333,33                           | 369,60    | Kg/m3 |                   |           |    |
|                                           | 3                                                                                                                                       | 339,61                           | 359,14    | Kg/m3 |                   |           |    |
|                                           | Promedio                                                                                                                                | 335,19                           | 365,88    | Kg/m3 |                   |           |    |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

#### 4.2.1.4 Resultados del Ensayo para Determinar la Densidad, Densidad Relativa (Gravedad Específica) y Absorción de Agregados Gruesos (Chasqui).

**Tabla 28:** Ensayo de gravedad específica y absorción del chasqui

| Ensayo: GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO |                                                                                                                                         |  |  |                                          |         |   |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|------------------------------------------|---------|---|--|--|--|
| Proyecto:                                                   | Diseño de bloque termoaislante con fibra de coco y bagazo de caña para viviendas de interés social                                      |  |  |                                          |         |   |  |  |  |
| Ubicación:                                                  | Guayaquil, provincia del Guayas                                                                                                         |  |  |                                          |         |   |  |  |  |
| Entidad:                                                    | Escuela Superior Politécnica del Litoral-Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra (FICT) Laboratorio de Geotecnia y Construcción |  |  |                                          |         |   |  |  |  |
| Nombre del estudiante responsable:                          | Errazuriz Carrillo Norma María y Romero Gómez Nathaly Virginia                                                                          |  |  |                                          |         |   |  |  |  |
| Docente supervisor:                                         | Falquez Torres Daniel Andres                                                                                                            |  |  |                                          |         |   |  |  |  |
| Fecha de ejecución:                                         | 10 de septiembre del 2024                                                                                                               |  |  |                                          |         |   |  |  |  |
| Fecha de finalización                                       | 11 de septiembre del 2024                                                                                                               |  |  |                                          |         |   |  |  |  |
| Descripción:                                                | Chasqui                                                                                                                                 |  |  |                                          |         |   |  |  |  |
| Determinación de masas                                      |                                                                                                                                         |  |  |                                          |         |   |  |  |  |
|                                                             |                                                                                                                                         |  |  | ID recipiente                            | C12     |   |  |  |  |
|                                                             |                                                                                                                                         |  |  | Masa del recipiente                      | 152,82  | g |  |  |  |
|                                                             |                                                                                                                                         |  |  | Masa del recipiente más muestra SSS      | 1731,51 | g |  |  |  |
|                                                             |                                                                                                                                         |  |  | Masa de la muestra SSS (B)               | 1578,69 | g |  |  |  |
|                                                             |                                                                                                                                         |  |  | Masa de la muestra sumergida en agua (C) | 227,23  | g |  |  |  |
|                                                             |                                                                                                                                         |  |  | Masa del recipiente más muestra seca     | 1096,93 | g |  |  |  |
|                                                             |                                                                                                                                         |  |  | Masa de la muestra seca (A)              | 944,11  | g |  |  |  |
| Determinación de la gravedad específica y absorción         |                                                                                                                                         |  |  |                                          |         |   |  |  |  |
|                                                             |                                                                                                                                         |  |  | Gravedad específica SSS (B/(B-C))        | 1,17    |   |  |  |  |
|                                                             |                                                                                                                                         |  |  | Absorción ((B-A)/A)*100                  | 67,21   | % |  |  |  |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

#### 4.2.1.5 Resultados del Ensayo de Granulometría de la Piedra Chispa

**Tabla 29:** Ensayo de granulometría de la piedra chispa

| Ensayo: GRANULOMETRÍA                           |                                                                                                    |              |       |             |                  |       |                                  |        |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------|-------------|------------------|-------|----------------------------------|--------|
| Proyecto:                                       | Diseño de bloque termoaislante con fibra de coco y bagazo de caña para viviendas de interés social |              |       |             |                  |       |                                  |        |
| Ubicación:                                      | Guayaquil, provincia del Guayas                                                                    |              |       |             |                  |       |                                  |        |
| Entidad:                                        | Escuela Superior Politécnica del Litoral                                                           |              |       |             |                  |       |                                  |        |
| Nombre del estudiante responsable:              | Errazuriz Carrillo Norma María y Romero Gómez Nathaly Virginia                                     |              |       |             |                  |       |                                  |        |
| Docente supervisor:                             | Falquez Torres Daniel Andres                                                                       |              |       |             |                  |       |                                  |        |
| Fecha de ejecución:                             | 4 de septiembre del 2024                                                                           |              |       |             |                  |       |                                  |        |
| Fecha de finalización:                          | 4 de septiembre del 2024                                                                           |              |       |             |                  |       |                                  |        |
| Descripción                                     | Piedra Chispa 2                                                                                    |              |       |             |                  |       |                                  |        |
| Análisis Granulométrico por tamizado ASTM C-136 |                                                                                                    |              |       |             |                  |       |                                  |        |
| Tamiz                                           | Abertura (mm)                                                                                      | Masa ret (g) | % Ret | % Ret Acum. | %Pasa. Acumulado | Tamiz | NTE INEN 872<br>%Pasa. Acumulado |        |
| 3/4                                             | 19,00                                                                                              | 0,00         | 0,00  | 0,00        | 100,00           | 19,00 | 100,00                           | 100,00 |
| 1/2                                             | 12,50                                                                                              | 0,00         | 0,00  | 0,00        | 100,00           | 12,50 | 100,00                           | 100,00 |
| 3/8                                             | 9,50                                                                                               | 310,50       | 25,27 | 25,27       | 74,73            | 9,50  | 40,00                            | 85,00  |
| No. 4                                           | 4,75                                                                                               | 791,78       | 64,44 | 89,71       | 10,29            | 4,75  | 0,00                             | 15,00  |
| No. 8                                           | 2,36                                                                                               | 116,64       | 9,49  | 99,20       | 0,80             | 2,36  | 0,00                             | 5,00   |
| Fondo                                           |                                                                                                    | 9,87         | 0,80  | 100,00      | 0,00             |       |                                  |        |
| Total                                           |                                                                                                    | 1228,79      |       |             |                  |       |                                  |        |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

**Tabla 30:** Cálculo del porcentaje de error del ensayo de granulometría de la piedra chispa

|                      |         |
|----------------------|---------|
| <b>Masa inicial:</b> | 1229,30 |
| <b>Masa final:</b>   | 1228,79 |
| <b>%Error</b>        | 0,04    |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

**Figura 16:** Curva granulométrica de la piedra chispa



Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

#### 4.2.1.6 Resultados del Ensayo para Peso Unitario y Vacíos en los Agregados (Piedra Chispa).

**Tabla 31:** Resultados del ensayo para el peso volumétrico de la piedra chispa

| Ensayo: PESO VOLUMÉTRICO                  |                                                                                                                                         |                                  |           |       |                   |           |  |    |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------|-------|-------------------|-----------|--|----|
| Proyecto:                                 | Diseño de bloque termoaislante con fibra de coco y bagazo de caña para viviendas de interés social                                      |                                  |           |       |                   |           |  |    |
| Ubicación:                                | Guayaquil, provincia del Guayas                                                                                                         |                                  |           |       |                   |           |  |    |
| Entidad:                                  | Escuela Superior Politécnica del Litoral-Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra (FICT) Laboratorio de Geotecnia y Construcción |                                  |           |       |                   |           |  |    |
| Nombre del estudiante responsable:        | Errazuriz Carrillo Norma María y Romero Gómez Nathaly Virginia                                                                          |                                  |           |       |                   |           |  |    |
| Docente supervisor:                       | Falquez Torres Daniel Andres                                                                                                            |                                  |           |       |                   |           |  |    |
| Fecha de ejecución:                       | 5 de septiembre del 2024                                                                                                                |                                  |           |       |                   |           |  |    |
| Fecha de finalización:                    | 5 de septiembre del 2024                                                                                                                |                                  |           |       |                   |           |  |    |
| Descripción:                              | Piedra Chispa 2                                                                                                                         |                                  |           |       |                   |           |  |    |
| Datos del recipiente de medida            |                                                                                                                                         |                                  |           |       |                   |           |  |    |
|                                           | Volumen                                                                                                                                 | 0,002868                         | Masa      | 1,580 |                   |           |  |    |
| Determinación de la masa suelta varillada |                                                                                                                                         |                                  |           |       |                   |           |  |    |
|                                           | Prueba                                                                                                                                  | Masa del recipiente más agregado |           |       | Masa del agregado |           |  |    |
|                                           |                                                                                                                                         | Suelto                           | Varillado |       | Suelto            | Varillado |  |    |
|                                           | 1                                                                                                                                       | 5,68                             | 6,09      | Kg    | 4,10              | 4,51      |  | Kg |
|                                           | 2                                                                                                                                       | 5,68                             | 6,09      | Kg    | 4,10              | 4,51      |  | Kg |
|                                           | 3                                                                                                                                       | 5,67                             | 6,04      | Kg    | 4,09              | 4,46      |  | Kg |
|                                           | Promedio                                                                                                                                | 5,68                             | 6,07      | Kg    | 4,10              | 4,49      |  | Kg |
| Determinación del peso volumétrico        |                                                                                                                                         |                                  |           |       |                   |           |  |    |
|                                           | Prueba                                                                                                                                  | Peso volumétrico                 |           |       |                   |           |  |    |
|                                           |                                                                                                                                         | Suelto                           | Varillado |       |                   |           |  |    |
|                                           | 1                                                                                                                                       | 1428,17                          | 1573,92   | Kg/m3 |                   |           |  |    |
|                                           | 2                                                                                                                                       | 1430,96                          | 1573,22   | Kg/m3 |                   |           |  |    |
|                                           | 3                                                                                                                                       | 1426,08                          | 1553,70   | Kg/m3 |                   |           |  |    |
|                                           | Promedio                                                                                                                                | 1428,41                          | 1566,95   | Kg/m3 |                   |           |  |    |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

#### 4.2.1.7 Resultados del Ensayo para Determinar la Densidad, Densidad Relativa (Gravedad Específica) y Absorción de Agregados Gruesos (Piedra Chispa).

**Tabla 32:** Gravedad específica y absorción del agregado grueso

| Ensayo: GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO |                                                                                                                                         |   |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Proyecto:                                                   | Diseño de bloque termoaislante con fibra de coco y bagazo de caña para viviendas de interés social                                      |   |
| Ubicación:                                                  | Guayaquil, provincia del Guayas                                                                                                         |   |
| Entidad:                                                    | Escuela Superior Politécnica del Litoral-Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra (FICT) Laboratorio de Geotecnia y Construcción |   |
| Nombre del estudiante responsable:                          | Errazuriz Carrillo Norma María y Romero Gómez Nathaly Virginia                                                                          |   |
| Docente supervisor:                                         | Falquez Torres Daniel Andres                                                                                                            |   |
| Fecha de ejecución:                                         | 10 de septiembre del 2024                                                                                                               |   |
| Fecha de finalización                                       | 11 de septiembre del 2024                                                                                                               |   |
| Descripción:                                                | Piedra Chispa 2                                                                                                                         |   |
| Determinación de masas                                      |                                                                                                                                         |   |
| ID recipiente                                               | C21                                                                                                                                     |   |
| Masa del recipiente                                         | 151,88                                                                                                                                  | g |
| Masa del recipiente más muestra SSS                         | 1301,01                                                                                                                                 | g |
| Masa de la muestra SSS (B)                                  | 1149,13                                                                                                                                 | g |
| Masa de la muestra sumergida en agua (C)                    | 754,16                                                                                                                                  | g |
| Masa del recipiente más muestra seca                        | 1288,70                                                                                                                                 | g |
| Masa de la muestra seca (A)                                 | 1136,82                                                                                                                                 | g |
| Determinación de la gravedad específica y absorción         |                                                                                                                                         |   |
| Gravedad específica SSS (B/(B-C))                           | 2,91                                                                                                                                    |   |
| Absorción ((B-A)/A)*100                                     | 1.08                                                                                                                                    | % |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

#### 4.2.1.8 Resultados del Ensayo de Granulometría de la Arena

**Tabla 33:** Resultados del ensayo de granulometría de la arena

| Ensayo: GRANULOMETRÍA                           |                                                                                                    |              |       |             |                  |       |                               |        |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------|-------------|------------------|-------|-------------------------------|--------|
| Proyecto:                                       | Diseño de bloque termoaislante con fibra de coco y bagazo de caña para viviendas de interés social |              |       |             |                  |       |                               |        |
| Ubicación:                                      | Guayaquil, provincia del Guayas                                                                    |              |       |             |                  |       |                               |        |
| Entidad:                                        | Escuela Superior Politécnica del Litoral                                                           |              |       |             |                  |       |                               |        |
| Nombre del estudiante responsable:              | Errazuriz Carrillo Norma María y Romero Gómez Nathaly Virginia                                     |              |       |             |                  |       |                               |        |
| Docente supervisor:                             | Falquez Torres Daniel Andres                                                                       |              |       |             |                  |       |                               |        |
| Fecha de ejecución:                             | 6 de septiembre del 2024                                                                           |              |       |             |                  |       |                               |        |
| Fecha de finalización:                          | 6 de septiembre del 2024                                                                           |              |       |             |                  |       |                               |        |
| Descripción:                                    | Arena                                                                                              |              |       |             |                  |       |                               |        |
| Análisis Granulométrico por tamizado ASTM C-136 |                                                                                                    |              |       |             |                  |       |                               |        |
| Tamiz                                           | Abertura (mm)                                                                                      | Masa ret (g) | % Ret | % Ret Acum. | %Pasa. Acumulado | Tamiz | NTE INEN 872 %Pasa. Acumulado |        |
| No. 4                                           | 4,75                                                                                               | 5,50         | 0,44  | 0,44        | 99,56            | 9,50  | 100,00                        | 100,00 |
| No. 8                                           | 2,36                                                                                               | 12,40        | 0,99  | 1,43        | 98,57            | 4,75  | 95,00                         | 100,00 |
| No. 16                                          | 1,18                                                                                               | 17,10        | 1,37  | 2,80        | 97,20            | 2,36  | 80,00                         | 100,00 |
| No. 30                                          | 0,60                                                                                               | 36,80        | 2,94  | 5,74        | 94,26            | 1,18  | 50,00                         | 85,00  |
| No. 50                                          | 0,30                                                                                               | 84,90        | 6,78  | 12,52       | 87,48            | 0,60  | 25,00                         | 60,00  |
| No. 100                                         | 0,15                                                                                               | 850,20       | 67,89 | 80,41       | 19,59            | 0,30  | 5,00                          | 30,00  |
| Fondo                                           |                                                                                                    | 245,50       | 19,60 | 100,00      | 0,00             |       |                               |        |
| Total                                           |                                                                                                    | 1252,40      |       |             |                  |       |                               |        |

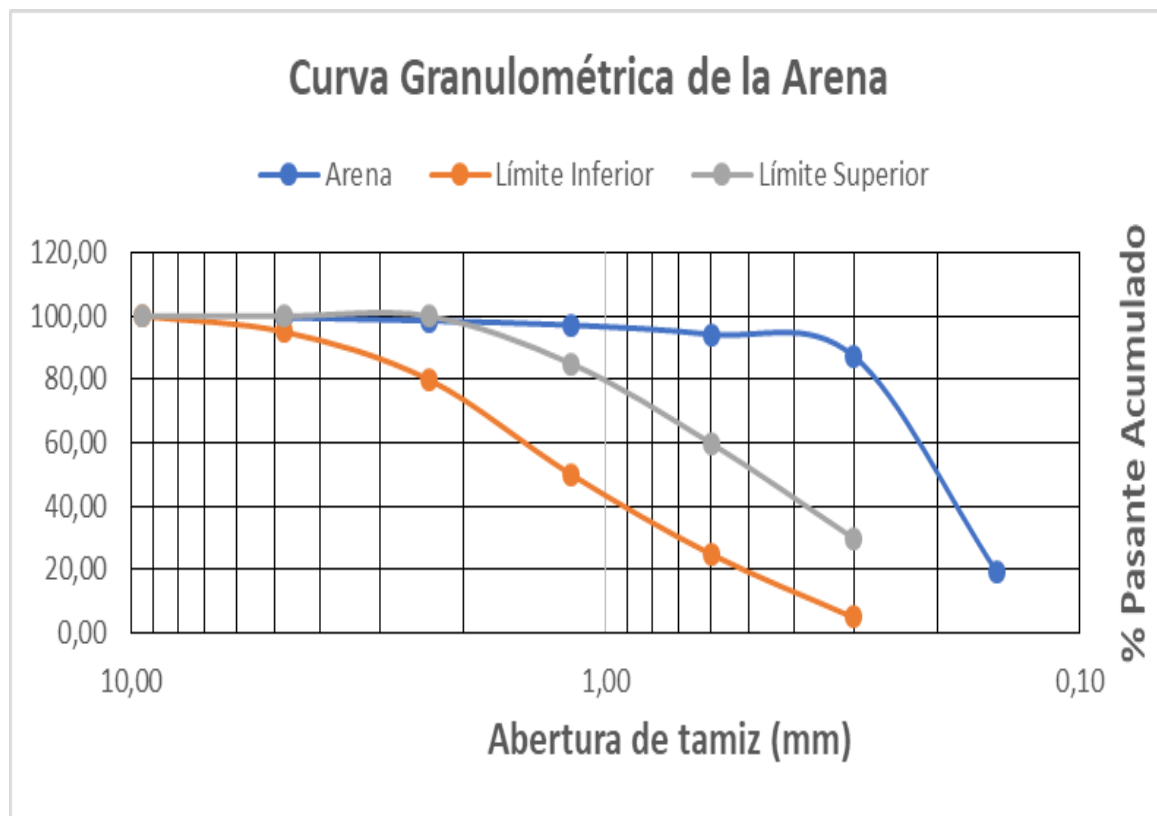
Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

**Tabla 34:** Cálculo del porcentaje de error del ensayo de granulometría de la arena

|                      |         |
|----------------------|---------|
| <b>Masa inicial:</b> | 1252,00 |
| <b>Masa final:</b>   | 1252,40 |
| <b>%Error</b>        | 0,03    |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024)

**Figura 17:** Curva granulométrica de la arena



Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

#### 4.2.1.9 Resultados del Ensayo para Peso Unitario y Vacíos en los Agregados (Arena).

**Tabla 35:** Resultados del ensayo del peso volumétrico de la arena

| Ensayo: PESO VOLUMÉTRICO                  |                                                                                                                                         |                                  |           |                   |        |           |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------|-------------------|--------|-----------|
| Proyecto:                                 | Diseño de bloque termoaislante con fibra de coco y bagazo de caña para viviendas de interés social                                      |                                  |           |                   |        |           |
| Ubicación:                                | Guayaquil, provincia del Guayas                                                                                                         |                                  |           |                   |        |           |
| Entidad:                                  | Escuela Superior Politécnica del Litoral-Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra (FICT) Laboratorio de Geotecnia y Construcción |                                  |           |                   |        |           |
| Nombre del estudiante responsable:        | Errazuriz Carrillo Norma María y Romero Gómez Nathaly Virginia                                                                          |                                  |           |                   |        |           |
| Docente supervisor:                       | Falquez Torres Daniel Andres                                                                                                            |                                  |           |                   |        |           |
| Fecha de ejecución:                       | 6 de septiembre del 2024                                                                                                                |                                  |           |                   |        |           |
| Fecha de finalización:                    | 6 de septiembre del 2024                                                                                                                |                                  |           |                   |        |           |
| Descripción:                              | Arena                                                                                                                                   |                                  |           |                   |        |           |
| Datos del recipiente de medida            |                                                                                                                                         |                                  |           |                   |        |           |
|                                           | Volumen                                                                                                                                 | 0,002868                         | Masa1,580 |                   |        |           |
| Determinación de la masa suelta varillada |                                                                                                                                         |                                  |           |                   |        |           |
|                                           | Prueba                                                                                                                                  | Masa del recipiente más agregado |           | Masa del agregado |        |           |
|                                           |                                                                                                                                         | Suelto                           | Varillado |                   | Suelto | Varillado |
|                                           | 1                                                                                                                                       | 4,95                             | 5,30      | Kg                | 3,37   | 3,72      |
|                                           | 2                                                                                                                                       | 4,95                             | 5,32      | Kg                | 3,37   | 3,74      |
|                                           | 3                                                                                                                                       | 4,95                             | 5,30      | Kg                | 3,37   | 3,72      |
|                                           | Promedio                                                                                                                                |                                  |           | Kg                |        | Kg        |
| Determinación del peso volumétrico        |                                                                                                                                         |                                  |           |                   |        |           |
|                                           | Prueba                                                                                                                                  | Peso volumétrico                 |           |                   |        |           |
|                                           |                                                                                                                                         | Suelto                           | Varillado |                   |        |           |
|                                           | 1                                                                                                                                       | 1176,43                          | 1296,37   | Kg/m3             |        |           |
|                                           | 2                                                                                                                                       | 1176,43                          | 1302,65   | Kg/m3             |        |           |
|                                           | 3                                                                                                                                       | 1175,04                          | 1298,47   | Kg/m3             |        |           |
|                                           | Promedio                                                                                                                                | 1175,97                          | 1299,16   | Kg/m3             |        |           |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

#### 4.2.1.10 Resultados del Ensayo para Determinar la Densidad, Densidad Relativa (Gravedad Específica) y Absorción de Agregados Finos (Arena).

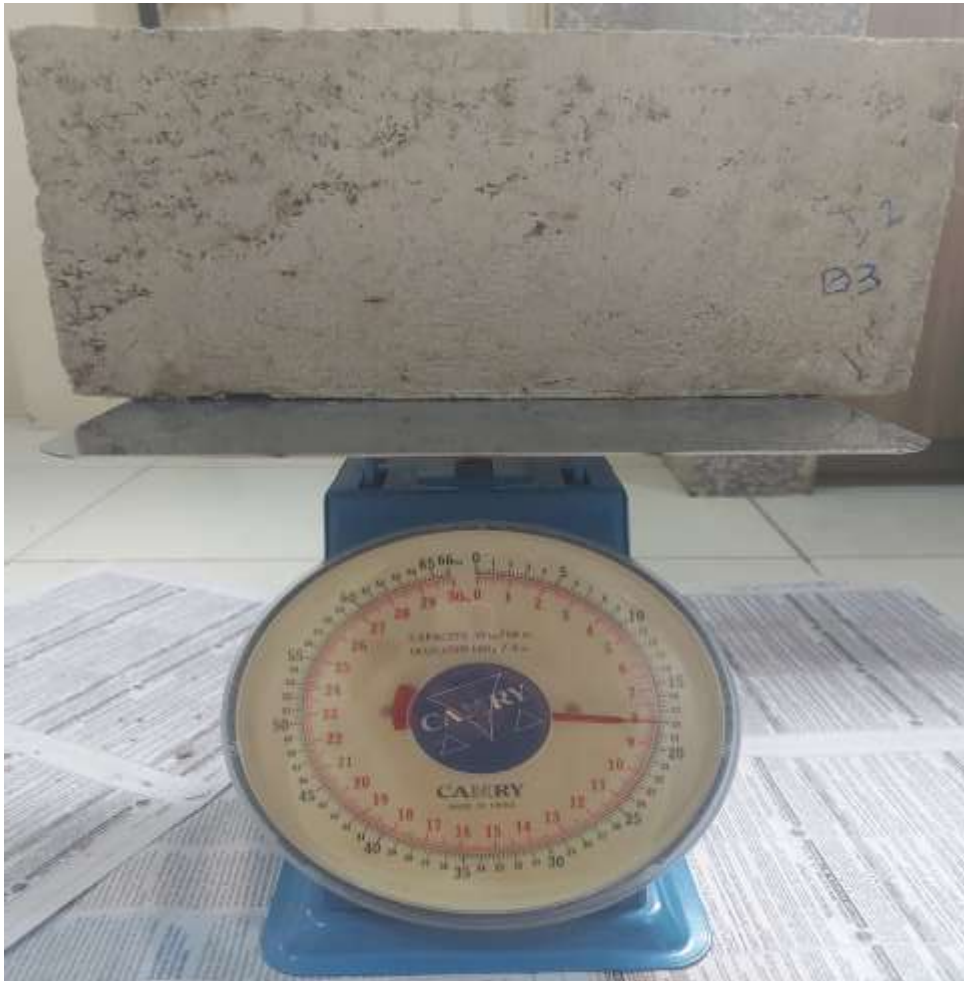
**Tabla 36:** Resultados del ensayo de gravedad específica y absorción del agregado fino

| Ensayo: GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO |                                                                                                                                         |   |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Proyecto:                                                 | Diseño de bloque termoaislante con fibra de coco y bagazo de caña para viviendas de interés social                                      |   |
| Ubicación:                                                | Guayaquil, provincia del Guayas                                                                                                         |   |
| Entidad:                                                  | Escuela Superior Politécnica del Litoral-Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra (FICT) Laboratorio de Geotecnia y Construcción |   |
| Nombre del estudiante responsable:                        | Errazuriz Carrillo Norma María y Romero Gómez Nathaly Virginia                                                                          |   |
| Docente supervisor:                                       | Falquez Torres Daniel Andres                                                                                                            |   |
| Fecha de ejecución:                                       | 10 de septiembre del 2024                                                                                                               |   |
| Fecha de finalización                                     | 13 de septiembre del 2024                                                                                                               |   |
| Descripción:                                              | Arena                                                                                                                                   |   |
| Determinación de masas                                    |                                                                                                                                         |   |
| ID recipiente                                             | 19,00                                                                                                                                   |   |
| Masa del recipiente                                       | 148,80                                                                                                                                  | g |
| Masa de la muestra SSS (S)                                | 500,00                                                                                                                                  | g |
| Masa del frasco volumétrico + agua + muestra (C)          | 1550,70                                                                                                                                 | g |
| Masa del frasco volumétrico + agua (B)                    | 1246,20                                                                                                                                 | g |
| Masa de la muestra seca al horno + recipiente             | 635,90                                                                                                                                  | g |
| Masa de la muestra seca (A)                               | 487,10                                                                                                                                  | g |
| Determinación de la gravedad específica y absorción       |                                                                                                                                         |   |
| Gravedad específica SSS (S/(B+S-C))                       | 2,56                                                                                                                                    |   |
| Absorción ((S-A)/A)*100                                   | 2,65                                                                                                                                    | % |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

#### 4.2.2 Resultados del Contenido de Humedad de los Bloques

**Figura 18:** Peso del bloque seco Inicial



Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

**Figura 19:** Bloques sumergidos en agua por 24 horas



Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

**Figura 20:** Peso del bloque superficialmente saturado



Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

**Tabla 37:** Dimensiones de las muestras de la Dosificación 0:

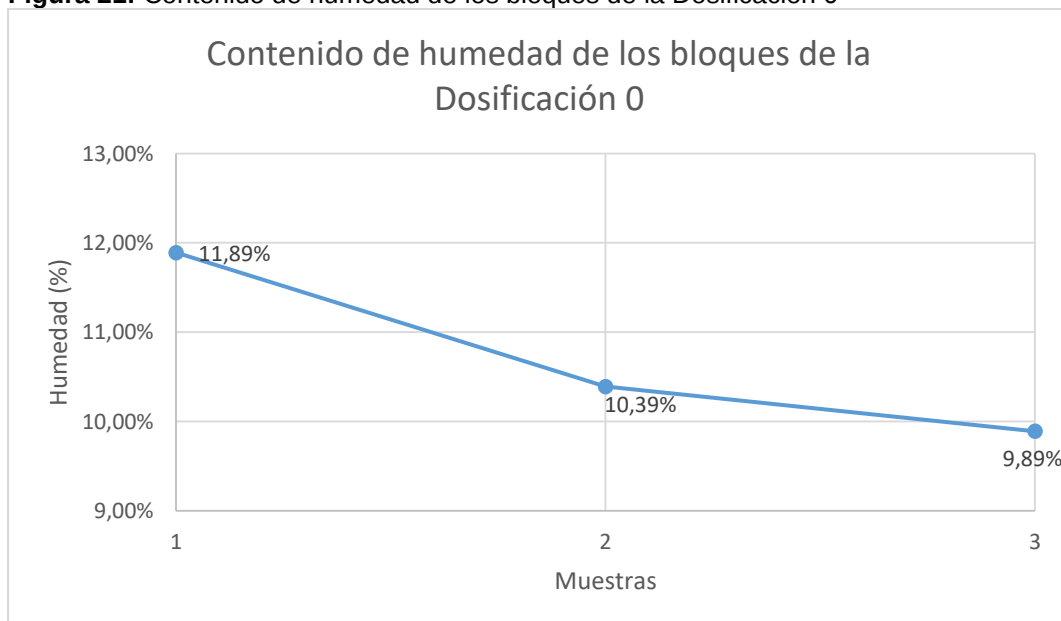
| Dosificación 0                     | No.1 | No.2 | No.3 |
|------------------------------------|------|------|------|
| <b>Ancho (W): mm</b>               |      |      |      |
| Borde superior:                    | 90   | 89   | 90   |
| Fondo:                             | 93   | 100  | 90   |
| <b>Altura (H): mm</b>              |      |      |      |
| Cara 1:                            | 191  | 190  | 190  |
| Cara 2:                            | 190  | 190  | 190  |
| <b>Largo (L): mm</b>               |      |      |      |
| Cara 1:                            | 385  | 386  | 385  |
| Cara 2:                            | 385  | 386  | 385  |
| <b>Espesor de pared (Ep): mm</b>   |      |      |      |
| Cara 1:                            | 20   | 20   | 19   |
| Cara 2:                            | 20   | 19   | 20   |
| <b>Espesor de tabique (Et): mm</b> |      |      |      |
| Tabique 1:                         | 20   | 20   | 20   |
| Tabique 2:                         | 25   | 20   | 22   |
| Tabique 3:                         | 25   | 25   | 20   |
| Tabique 4:                         | 25   | 22   | 23   |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

**Tabla 38:** Unidades para determinar el contenido de humedad de la Dosificación 0

|                                              | No.1  | No.2  | No.3 |
|----------------------------------------------|-------|-------|------|
| <b>Masa de la muestra seca (kg) (Mi)</b>     | 7,60  | 7,70  | 8,50 |
| <b>Masa de la muestra saturada (kg) (Ms)</b> | 8,50  | 8,50  | 9,40 |
| <b>%Humedad</b>                              | 11,84 | 10,39 | 9,89 |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

**Figura 21:** Contenido de humedad de los bloques de la Dosificación 0

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

**Tabla 39:** Dimensiones de las muestras de la Dosificación 1

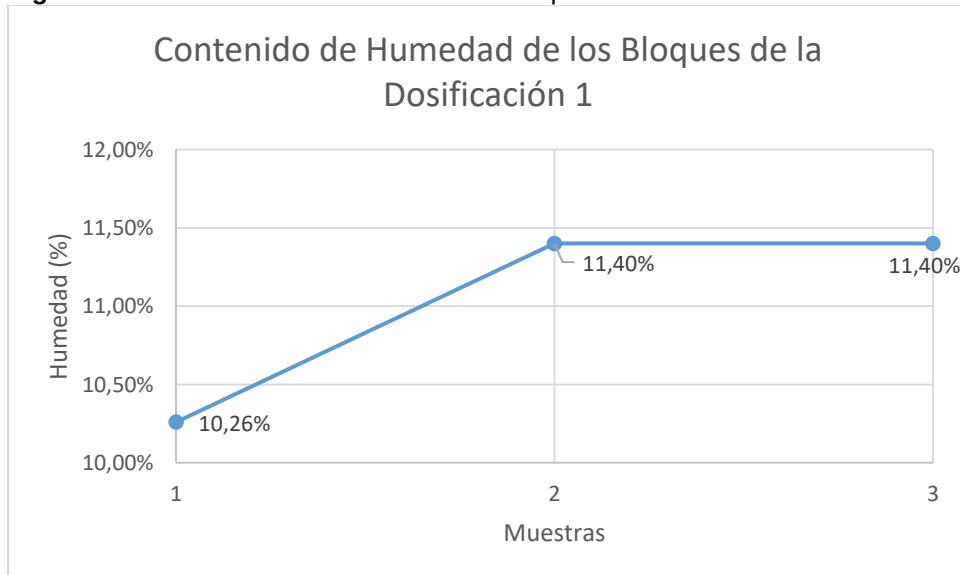
| Dosificación 1                     | No.1 | No.2 | No.3 |
|------------------------------------|------|------|------|
| <b>Ancho (W): mm</b>               |      |      |      |
| Borde superior:                    | 89   | 89   | 90   |
| Fondo:                             | 88   | 92   | 95   |
| <b>Altura (H): mm</b>              |      |      |      |
| Cara 1:                            | 190  | 185  | 194  |
| Cara 2:                            | 190  | 190  | 191  |
| <b>Largo (L): mm</b>               |      |      |      |
| Cara 1:                            | 385  | 385  | 385  |
| Cara 2:                            | 385  | 385  | 385  |
| <b>Espesor de pared (Ep): mm</b>   |      |      |      |
| Cara 1:                            | 19   | 20   | 20   |
| Cara 2:                            | 19   | 20   | 20   |
| <b>Espesor de tabique (Et): mm</b> |      |      |      |
| Tabique 1:                         | 25   | 25   | 20   |
| Tabique 2:                         | 23   | 23   | 20   |
| Tabique 3:                         | 23   | 20   | 22   |
| Tabique 4:                         | 19   | 22   | 21   |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

**Tabla 40:** Unidades para determinar el contenido de humedad de la Dosificación 1

|                                              | <b>No.1</b> | <b>No.2</b> | <b>No.3</b> |
|----------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Masa de la muestra seca (kg)</b>          | 7,80        | 7,90        | 7,90        |
| <b>Masa de la muestra saturada (kg) (Ms)</b> | 8,60        | 8,8         | 8,8         |
| <b>%Humedad</b>                              | 10,26       | 11,40       | 11,40       |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

**Figura 22:** Contenido de humedad de los bloques de la Dosificación 1

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

**Tabla 41:** Dimensiones de las muestras de la Dosificación 2

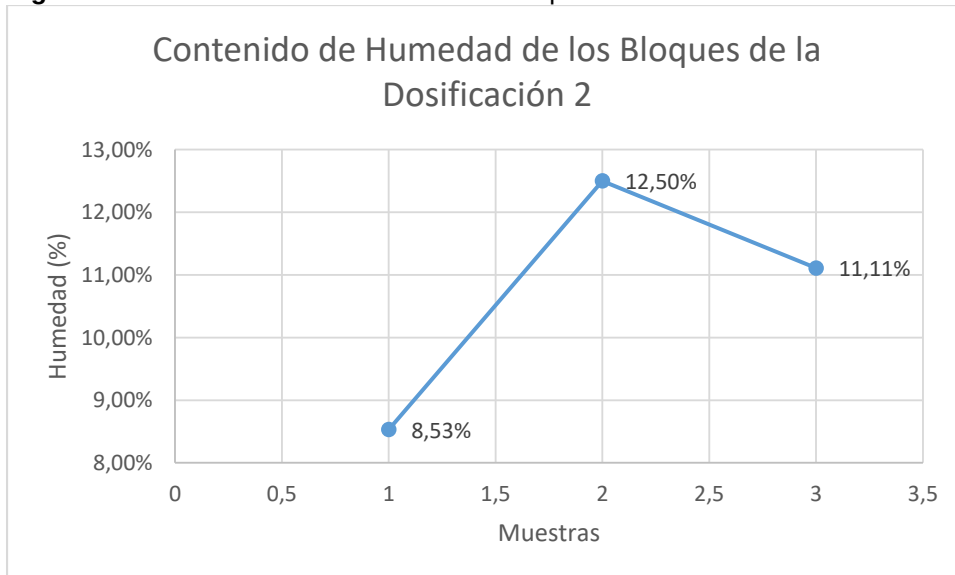
| Dosificación 2                     | <b>No.1</b> | <b>No.2</b> | <b>No.3</b> |
|------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Ancho (W): mm</b>               |             |             |             |
| Borde superior:                    | 90          | 90          | 90          |
| Fondo:                             | 92          | 93          | 94          |
| <b>Altura (H): mm</b>              |             |             |             |
| Cara 1:                            | 196         | 195         | 193         |
| Cara 2:                            | 196         | 195         | 192         |
| <b>Largo (L): mm</b>               |             |             |             |
| Cara 1:                            | 385         | 385         | 385         |
| Cara 2:                            | 385         | 385         | 385         |
| <b>Espesor de pared (Ep): mm</b>   |             |             |             |
| Cara 1:                            | 18          | 20          | 20          |
| Cara 2:                            | 20          | 20          | 20          |
| <b>Espesor de tabique (Et): mm</b> |             |             |             |
| Tabique 1:                         | 20          | 21          | 20          |
| Tabique 2:                         | 20          | 20          | 20          |
| Tabique 3:                         | 21          | 21          | 20          |
| Tabique 4:                         | 19          | 19          | 20          |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

**Tabla 42:** Unidades para determinar el contenido de humedad de la Dosificación 2

|                                              | <b>No.1</b> | <b>No.2</b> | <b>No.3</b> |
|----------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Masa de la muestra seca (kg)</b>          | 8,2         | 8           | 8,1         |
| <b>Masa de la muestra saturada (kg) (Ms)</b> | 8,90        | 9           | 9           |
| <b>%Humedad</b>                              | 8,53        | 12,5        | 11,11       |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

**Figura 23:** Contenido de humedad de los bloques de la Dosificación 2

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

**Tabla 43:** Dimensiones de las muestras de la Dosificación 3

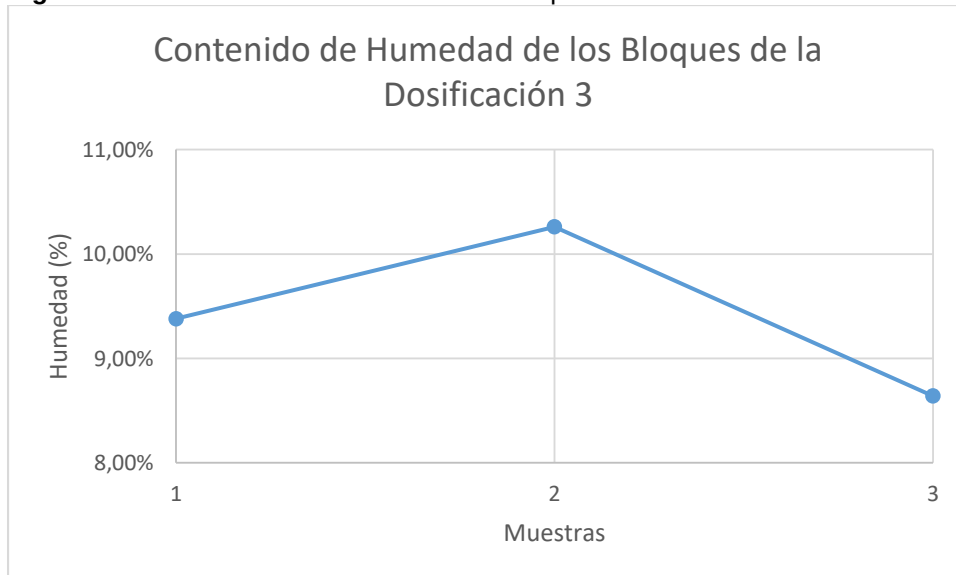
| Dosificación 3                     | <b>No.1</b> | <b>No.2</b> | <b>No.3</b> |
|------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Ancho (W): mm</b>               |             |             |             |
| Borde superior:                    | 90          | 90          | 90          |
| Fondo:                             | 90          | 95          | 93          |
| <b>Altura (H): mm</b>              |             |             |             |
| Cara 1:                            | 185         | 188         | 185         |
| Cara 2:                            | 185         | 185         | 185         |
| <b>Largo (L): mm</b>               |             |             |             |
| Cara 1:                            | 385         | 384         | 385         |
| Cara 2:                            | 385         | 384         | 385         |
| <b>Espesor de pared (Ep): mm</b>   |             |             |             |
| Cara 1:                            | 20          | 18          | 20          |
| Cara 2:                            | 20          | 18          | 20          |
| <b>Espesor de tabique (Et): mm</b> |             |             |             |
| Tabique 1:                         | 25          | 22          | 20          |
| Tabique 2:                         | 25          | 22          | 25          |
| Tabique 3:                         | 24          | 19          | 25          |
| Tabique 4:                         | 20          | 19          | 20          |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

**Tabla 44:** Unidades para determinar el contenido de humedad de la Dosificación 3

|                                              | <b>No.1</b> | <b>No.2</b>  | <b>No.3</b> |
|----------------------------------------------|-------------|--------------|-------------|
| <b>Masa de la muestra seca (kg)</b>          | <b>8,00</b> | <b>7,8</b>   | <b>8,1</b>  |
| <b>Masa de la muestra saturada (kg) (Ms)</b> | <b>8,75</b> | <b>8,60</b>  | <b>8,80</b> |
| <b>%Humedad</b>                              | <b>9,38</b> | <b>10,26</b> | <b>8,64</b> |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

**Figura 24:** Contenido de humedad de los bloques de la Dosificación 3

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

**Tabla 45:** Dimensiones de las Muestras para el Ensayo de Absorción de la Dosificación 4

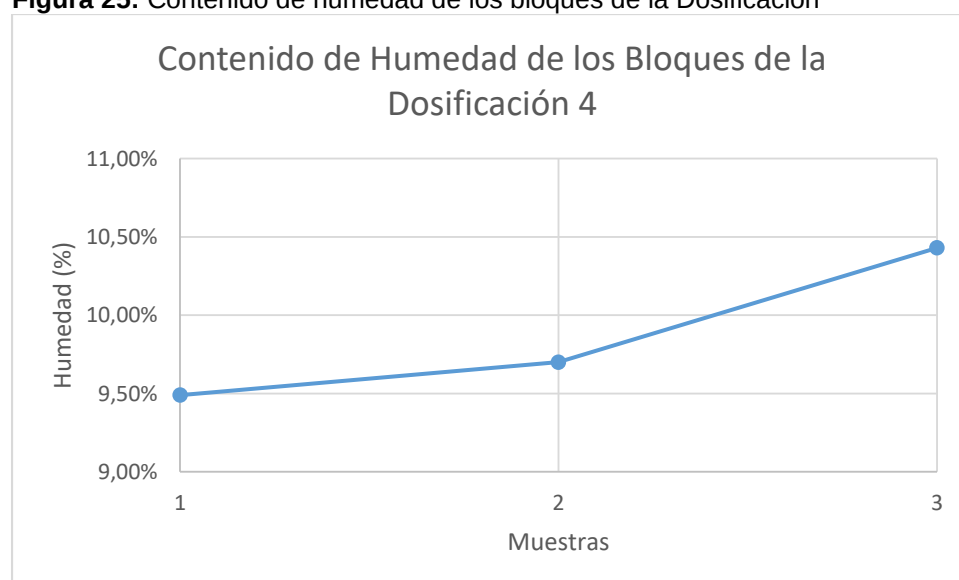
| Dosificación 4                     | <b>No.1</b> | <b>No.2</b> | <b>No.3</b> |
|------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Ancho (W): mm</b>               |             |             |             |
| Borde superior:                    | 90          | 90          | 90          |
| Fondo:                             | 100         | 100         | 92          |
| <b>Altura (H): mm</b>              |             |             |             |
| Cara 1:                            | 185         | 182         | 181         |
| Cara 2:                            | 185         | 182         | 181         |
| <b>Largo (L): mm</b>               |             |             |             |
| Cara 1:                            | 385         | 385         | 385         |
| Cara 2:                            | 385         | 385         | 385         |
| <b>Espesor de pared (Ep): mm</b>   |             |             |             |
| Cara 1:                            | 20          | 21          | 20          |
| Cara 2:                            | 20          | 20          | 20          |
| <b>Espesor de tabique (Et): mm</b> |             |             |             |
| Tabique 1:                         | 20          | 25          | 20          |
| Tabique 2:                         | 20          | 22          | 23          |
| Tabique 3:                         | 25          | 25          | 25          |
| Tabique 4:                         | 22          | 20          | 23          |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

**Tabla 46:** Unidades para el Ensayo de Absorción de la Dosificación 4

|                                       | No.1 | No.2 | No.3  |
|---------------------------------------|------|------|-------|
| Masa de la muestra seca (kg)          | 7,90 | 8,25 | 8,15  |
| Masa de la muestra saturada (kg) (Ms) | 8,65 | 9,05 | 9,00  |
| %Humedad                              | 9,49 | 9,70 | 10,43 |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

**Figura 25:** Contenido de humedad de los bloques de la Dosificación

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

La tasa promedio de absorción de humedad de las dosificaciones 0, 1, 2, 3 y 4 fue de 10.71%, 11.02%, 10.71%, 9.42% y 9.87%, respectivamente, por lo tanto, la dosificación con la menor tasa de absorción correspondió a la dosificación 3.

### 4.2.3 Resultados del Ensayo de Resistencia a Compresión

#### Dosificación 0

**Tabla 47:** Resultados del ensayo de resistencia a compresión de la Dosificación 0 a los 28 días

| Dosificación      | Elaboración        | Rotura             | Peso de la muestra | Carga máxima (N) | Área (mm <sup>2</sup> ) | Resistencia (MPa) |
|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------|-------------------------|-------------------|
| F.C=0% y B.C=A 0% |                    |                    |                    |                  |                         |                   |
| Bloque No.1       | 12 de oct del 2024 | 12 de nov del 2024 | 8.75               | 132520           | 37017.6                 | 3.58              |

|             |                       |                          |      |        |         |      |
|-------------|-----------------------|--------------------------|------|--------|---------|------|
| Bloque No.2 | 12 de oct del<br>2024 | 12 de<br>nov del<br>2024 | 8,75 | 146407 | 35150.5 | 4.17 |
| Bloque No.3 | 12 de oct del<br>2024 | 12 de<br>nov del<br>2024 | 8,20 | 132982 | 34804   | 3.82 |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2025).

### Bloque 1:

Área= 37017,6 mm<sup>2</sup>; h=200 mm.

**Tabla 48:** Datos obtenidos del ensayo de resistencia a compresión de D0-B1

| Tiempo        | Fuerza (N) | Esfuerzo ( $\sigma$ ) | Deformación (mm) | Deformación unitaria ( $\epsilon$ ) |
|---------------|------------|-----------------------|------------------|-------------------------------------|
| 0             | 3,576279   | 9,66102E-05           | 0                | 0                                   |
| 15            | 11,52356   | 0,000311299           | 0,23225          | 0,00116125                          |
| 30            | 27380,63   | 0,739665186           | 1,6205           | 0,0081025                           |
| 45            | 82419,23   | 2,226487671           | 2,376375         | 0,011881875                         |
| 55            | 119330,9   | 3,223626059           | 2,899375         | 0,014496875                         |
| 57            | 126533     | 3,418184863           | 3,054875         | 0,015274375                         |
| 59            | 132278,4   | 3,573392116           | 3,299375         | 0,016496875                         |
| 59,3          | 132519,6   | 3,579907936           | 3,370625         | 0,016853125                         |
| 60            | 116734     | 3,153472943           | 3,968            | 0,01984                             |
| 60,3          | 67379,23   | 1,820194448           | 4,709125         | 0,023545625                         |
| 60,6          | 58586,44   | 1,582664462           | 5,3475           | 0,0267375                           |
| 60,9          | 53372,07   | 1,441802548           | 5,977            | 0,029885                            |
| 61,2          | 42858,76   | 1,15779413            | 6,6295           | 0,0331475                           |
| 61,32         | 39930,26   | 1,078683113           | 6,887375         | 0,034436875                         |
| Fuerza Máx    | 132520     |                       |                  |                                     |
| Esfuerzo Máx. | 3,580      |                       |                  |                                     |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2025).

## Bloque 2:

Área= 35150 mm<sup>2</sup>; h=200 mm.

**Tabla 49:** Datos obtenidos del ensayo de resistencia a compresión de D0-B2

| Tiempo        | Fuerza (N) | Esfuerzo    | Deformación (mm) | Deformación unitaria |
|---------------|------------|-------------|------------------|----------------------|
| 0             | 6,278356   | 0,000178616 | 0                | 0                    |
| 15            | 36,39857   | 0,001035521 | 0,231875         | 0,001159375          |
| 30            | 41,64378   | 0,001184745 | 0,481125         | 0,002405625          |
| 45            | 41,96167   | 0,001193789 | 0,7305           | 0,0036525            |
| 60            | 17123,22   | 0,487147084 | 1,671375         | 0,008356875          |
| 75            | 72067,89   | 2,05029559  | 2,59075          | 0,01295375           |
| 90            | 127431,5   | 3,625362731 | 3,31925          | 0,01659625           |
| 93            | 138358,6   | 3,936233286 | 3,530625         | 0,017653125          |
| 96            | 146406,4   | 4,165189189 | 3,92875          | 0,01964375           |
| 96,2          | 145972,1   | 4,15283357  | 4,001875         | 0,020009375          |
| 96,4          | 143380,6   | 4,079106686 | 4,1005           | 0,0205025            |
| 96,6          | 135640,8   | 3,858913229 | 4,365375         | 0,021826875          |
| 96,8          | 107614,3   | 3,061573257 | 4,819125         | 0,024095625          |
| 97            | 89616,54   | 2,549545946 | 5,256625         | 0,026283125          |
| 97,2          | 73906,98   | 2,102616785 | 5,711751         | 0,028558755          |
| 97,4          | 61103,11   | 1,738353058 | 6,1415           | 0,0307075            |
| 97,68         | 52364,43   | 1,489741963 | 6,721251         | 0,033606255          |
| Fuerza Máx    | 146406,4   |             |                  |                      |
| Esfuerzo Máx. | 4,165      |             |                  |                      |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2025).

## Bloque 3:

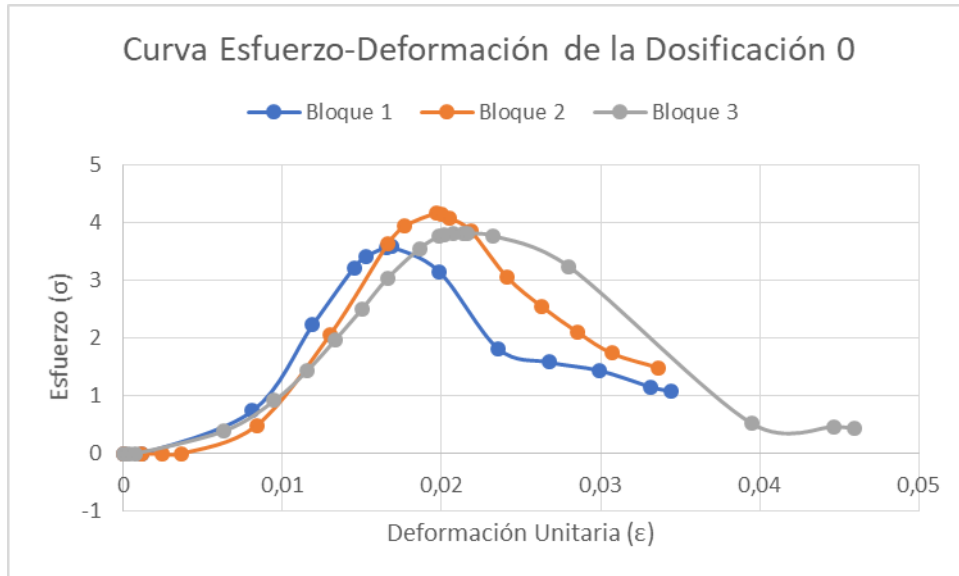
Área= 34804 mm<sup>2</sup>; h=200 mm.

**Tabla 50:** Datos obtenidos del ensayo de resistencia a compresión de D0-B3

| Tiempo        | Fuerza (N) | Esfuerzo    | Deformación (mm) | Deformación unitaria |
|---------------|------------|-------------|------------------|----------------------|
| 0             | 25,90815   | 0,000744402 | 0                | 0                    |
| 5             | 43,94849   | 0,001262743 | 0,06550001       | 0,0003275            |
| 10            | 91,9501    | 0,002641941 | 0,14875          | 0,00074375           |
| 15            | 13686,97   | 0,393258534 | 1,26175          | 0,00630875           |
| 20            | 31979,48   | 0,91884496  | 1,895125         | 0,009475625          |
| 25            | 50303,94   | 1,445349385 | 2,313875         | 0,011569375          |
| 30            | 68745,77   | 1,975226123 | 2,665875         | 0,013329375          |
| 35            | 87235,77   | 2,506486898 | 3,00025          | 0,01500125           |
| 40            | 105649,6   | 3,035559131 | 3,3185           | 0,0165925            |
| 45            | 123769     | 3,556171704 | 3,724375         | 0,018621875          |
| 47            | 130882,5   | 3,760559131 | 3,961            | 0,019805             |
| 47,5          | 132082,5   | 3,795037927 | 4,033            | 0,020165             |
| 48            | 132761,5   | 3,814547178 | 4,141875         | 0,020709375          |
| 48,37         | 132981,7   | 3,820874037 | 4,26725          | 0,02133625           |
| 48,5          | 132552,1   | 3,808530629 | 4,3205           | 0,0216025            |
| 49            | 131218,9   | 3,770224687 | 4,653125         | 0,023265625          |
| 49,5          | 112917,7   | 3,244388576 | 5,596125         | 0,027980625          |
| 50,5          | 18375,4    | 0,52796805  | 7,896626         | 0,03948313           |
| 51            | 16412,26   | 0,471562464 | 8,942            | 0,04471              |
| 51,11         | 15329,28   | 0,440445926 | 9,1905           | 0,0459525            |
| Fuerza Máx    | 132981,7   |             |                  |                      |
| Esfuerzo Máx. | 3,821      |             |                  |                      |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2025).

**Tabla 51:** Curva Esfuerzo-Deformación de D0



Elaborado por: Errazuriz y Romero (2025).

## Dosificación 1

**Tabla 52:** Resultados del ensayo de resistencia a compresión de la dosificación 1 a los 28 días

| Dosificación<br>F.C=0.5% y<br>B.C. A= 2% | Elaboración           | Rotura                   | Peso de la<br>muestra | Carga<br>máxima<br>(N) | Área<br>( $mm^2$ ) | Resistencia<br>(MPa) |
|------------------------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|----------------------|
| Bloque No.1                              | 15 de dic del<br>2024 | 15 de<br>ene del<br>2024 | 8,40                  | 113181                 | 36086,05           | 3,14                 |
| Bloque No.2                              | 15 de dic del<br>2024 | 15 de<br>ene del<br>2024 | 8,40                  | 82737.80               | 36349.62           | 2,28                 |
| Bloque No.3                              | 15 de dic del<br>2024 | 15 de<br>ene del<br>2024 | 8,45                  | 126244                 | 35449.2            | 3,56                 |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

### Bloque 1:

Área= 36086 mm<sup>2</sup>; h=200 mm.

**Tabla 53:** Datos obtenidos del ensayo de resistencia a compresión de D1-B1

| Tiempo        | Fuerza (N) | Esfuerzo ( $\sigma$ ) | Deformación (mm) | Deformación unitaria ( $\epsilon$ ) |
|---------------|------------|-----------------------|------------------|-------------------------------------|
| 0             | -2,940496  | -8,14858E-05          | 0                | 0                                   |
| 15            | 23,36502   | 0,000647482           | 0,232875         | 0,001164375                         |
| 30            | 27,57708   | 0,000764204           | 0,48225          | 0,00241125                          |
| 45            | 1705,249   | 0,04725514            | 0,983875         | 0,004919375                         |
| 60            | 56171,42   | 1,556598681           | 2,736625         | 0,013683125                         |
| 75            | 109874,2   | 3,044787452           | 3,958            | 0,01979                             |
| 75,5          | 111504,6   | 3,089968409           | 4,073            | 0,020365                            |
| 76            | 112994,8   | 3,131264202           | 4,22875          | 0,02114375                          |
| 76,1          | 113087,9   | 3,13384415            | 4,26725          | 0,02133625                          |
| 76,2          | 113145,4   | 3,135437566           | 4,30825          | 0,02154125                          |
| 76,28         | 113180,6   | 3,136413013           | 4,34275          | 0,02171375                          |
| 76,31         | 113147,4   | 3,135492989           | 4,356375         | 0,021781875                         |
| 76,4          | 112594,8   | 3,120179571           | 4,397375         | 0,021986875                         |
| 76,8          | 110074,8   | 3,050346395           | 4,765625         | 0,023828125                         |
| 78            | 57149,41   | 1,583700327           | 7,25475          | 0,03627375                          |
| 79            | 34012      | 0,942526187           | 9,31025          | 0,04655125                          |
| 80            | 25875,89   | 0,717061741           | 11,34            | 0,0567                              |
| 80,49         | 22511,8    | 0,623837499           | 12,33038         | 0,0616519                           |
| Fuerza Máx    | 113180,6   |                       |                  |                                     |
| Esfuerzo Máx. | 3,136      |                       |                  |                                     |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2025).

### Bloque 2:

Área= 36349,62 mm<sup>2</sup>; h=200 mm.

**Tabla 54:** Datos obtenidos del ensayo de resistencia a compresión de D1-B2

| Tiempo        | Fuerza (N) | Esfuerzo ( $\sigma$ ) | Deformación (mm) | Deformación unitaria ( $\epsilon$ ) |
|---------------|------------|-----------------------|------------------|-------------------------------------|
| 0             | 0          | 0                     | -1,033147        | -0,005165735                        |
| 15            | 25,82868   | 0,000710563           | 0,23325          | 0,00116625                          |
| 30            | 28,76917   | 0,000791457           | 0,482625         | 0,002413125                         |
| 45            | 8326,451   | 0,229065696           | 1,523375         | 0,007616875                         |
| 60            | 63039,54   | 1,734255819           | 2,800625         | 0,014003125                         |
| 62            | 70326,97   | 1,93473742            | 2,98475          | 0,01492375                          |
| 64            | 77410,54   | 2,129610708           | 3,215            | 0,016075                            |
| 66            | 82477,57   | 2,269007764           | 3,656875         | 0,018284375                         |
| 66,5          | 82459,21   | 2,268502669           | 3,89425          | 0,01947125                          |
| 66,7          | 82679,12   | 2,274552526           | 4,04175          | 0,02020875                          |
| 66,76         | 82737,77   | 2,276166023           | 4,09675          | 0,02048375                          |
| 66,8          | 82705,1    | 2,275267252           | 4,1375           | 0,0206875                           |
| 67            | 81710,34   | 2,247900803           | 4,41675          | 0,02208375                          |
| 67,5          | 67096,63   | 1,845868815           | 5,440625         | 0,027203125                         |
| 68            | 53125,46   | 1,46151349            | 6,47925          | 0,03239625                          |
| 68,5          | 43538,49   | 1,197770156           | 7,5165           | 0,0375825                           |
| 69            | 30016,34   | 0,825767642           | 8,563375         | 0,042816875                         |
| 69,18         | 26492,91   | 0,728835955           | 8,926625         | 0,044633125                         |
| Fuerza Máx    | 82737,77   |                       |                  |                                     |
| Esfuerzo Máx. | 2,276      |                       |                  |                                     |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2025).

### Bloque 3:

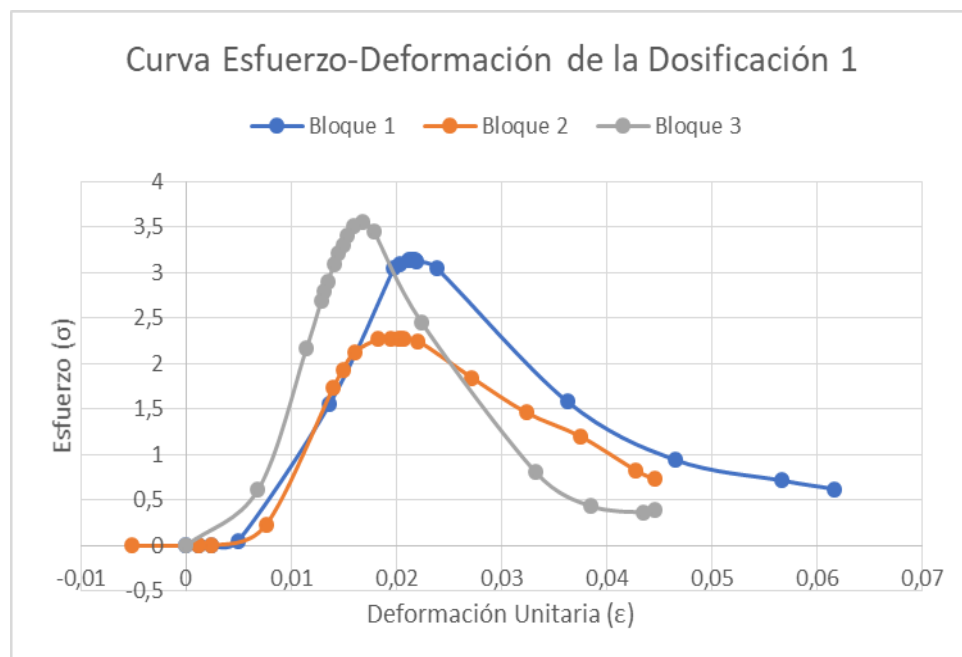
Área= 35449,2 mm<sup>2</sup>; h=200 mm.

**Tabla 55:** Datos obtenidos del ensayo de resistencia a compresión de D1-B3

| Tiempo        | Fuerza (N) | Esfuerzo ( $\sigma$ ) | Deformación (mm) | Deformación unitaria ( $\epsilon$ ) |
|---------------|------------|-----------------------|------------------|-------------------------------------|
| 0             | 1,986821   | 5,6047E-05            | 0                | 0                                   |
| 15            | 21666,45   | 0,61119715            | 1,368            | 0,00684                             |
| 30            | 76725,16   | 2,164369295           | 2,292375         | 0,011461875                         |
| 35            | 95190,05   | 2,685252418           | 2,5735           | 0,0128675                           |
| 36            | 98889,98   | 2,789625154           | 2,632375         | 0,013161875                         |
| 37            | 102570,1   | 2,893439062           | 2,69375          | 0,01346875                          |
| 39            | 109880,6   | 3,099663744           | 2,827875         | 0,014139375                         |
| 40            | 113610,8   | 3,204890378           | 2,90225          | 0,01451125                          |
| 41            | 117254,2   | 3,307668438           | 2,984125         | 0,014920625                         |
| 42            | 120846     | 3,408990894           | 3,078625         | 0,015393125                         |
| 43            | 124255,9   | 3,505182063           | 3,19275          | 0,01596375                          |
| 44            | 126243,5   | 3,56125103            | 3,36075          | 0,01680375                          |
| 44,5          | 122529,2   | 3,456472925           | 3,569625         | 0,017848125                         |
| 45            | 86869,24   | 2,450527515           | 4,487            | 0,022435                            |
| 46            | 28574,39   | 0,806065863           | 6,65725          | 0,03328625                          |
| 46,5          | 15470,5    | 0,436413234           | 7,6985           | 0,0384925                           |
| 47            | 13018,13   | 0,367233393           | 8,709001         | 0,043545005                         |
| 47,11         | 13832,17   | 0,390196958           | 8,9235           | 0,0446175                           |
| Fuerza Máx    | 126243,5   |                       |                  |                                     |
| Esfuerzo Máx. |            | 3,561                 |                  |                                     |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2025).

**Figura 26:** Curva Esfuerzo-Deformación de D1



Elaborado por: Errazuriz y Romero (2025).

## Dosificación 2

**Tabla 56:** Resultados del Ensayo de Resistencia a Compresión de la Dosificación 2 a los 28 días

| Dosificación<br>F.C 0.5% y<br>BCA 3% | Elaboración           | Rotura                   | Peso de la<br>muestra | Carga<br>máxima<br>(N) | Área<br>(mm <sup>2</sup> ) | Resistencia<br>(MPa) |
|--------------------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------------|----------------------|
| Bloque No.1                          | 16 de dic del<br>2024 | 17 de<br>ene del<br>2025 | 8,30                  | 84035.2                | 40751.1                    | 2.06                 |
| Bloque No.2                          | 16 de dic del<br>2024 | 17 de<br>ene del<br>2025 | 8,30                  | 88504.6                | 38545.2                    | 2.29                 |
| Bloque No.3                          | 16 de dic del<br>2024 | 17 de<br>ene del<br>2025 | 8,30                  | 72614.8                | 38866.4                    | 1.86                 |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

### Bloque 1:

Área= 40751,1 mm<sup>2</sup>; h=200 mm.

**Tabla 57:** Datos obtenidos del ensayo de resistencia a compresión de D2-B1

| Tiempo        | Fuerza (N) | Esfuerzo ( $\sigma$ ) | Deformación (mm) | Deformación unitaria ( $\epsilon$ ) |
|---------------|------------|-----------------------|------------------|-------------------------------------|
| 0             | 0,7947286  | 1,9502E-05            | 0                | 0                                   |
| 15            | 18,91454   | 0,000464148           | 0,23275          | 0,00116375                          |
| 30            | 29,16654   | 0,000715724           | 0,482125         | 0,002410625                         |
| 45            | 26,62341   | 0,000653318           | 0,731375         | 0,003656875                         |
| 60            | 28,76917   | 0,000705973           | 0,98075          | 0,00490375                          |
| 75            | 5495,866   | 0,134864237           | 1,649875         | 0,008249375                         |
| 90            | 60272,86   | 1,479048664           | 2,9685           | 0,0148425                           |
| 95            | 78171,66   | 1,918271163           | 3,447375         | 0,017236875                         |
| 96            | 81226,67   | 1,99323871            | 3,59775          | 0,01798875                          |
| 97            | 84012,83   | 2,061608889           | 3,834625         | 0,019173125                         |
| 97,07         | 84035,16   | 2,06215685            | 3,859375         | 0,019296875                         |
| 97,5          | 82633,41   | 2,027759005           | 4,054125         | 0,020270625                         |
| 98            | 60709,08   | 1,48975316            | 4,876            | 0,02438                             |
| 98,5          | 42724,53   | 1,048426423           | 5,921875         | 0,029609375                         |
| 98,7          | 39002,58   | 0,957092692           | 6,33525          | 0,03167625                          |
| 99            | 34145,52   | 0,837904253           | 6,958125         | 0,034790625                         |
| 99,2          | 30676,92   | 0,752787532           | 7,375125         | 0,036875625                         |
| 99,41         | 26825,75   | 0,658282844           | 7,809625         | 0,039048125                         |
| Fuerza Máx    | 84035,16   |                       |                  |                                     |
| Esfuerzo Máx. | 2,062      |                       |                  |                                     |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2025).

## Bloque 2:

Área= 38545,2 mm<sup>2</sup>; h=200 mm.

Tabla 58: Datos obtenidos del ensayo de resistencia a compresión de D2-B2

| Tiempo        | Fuerza (N) | Esfuerzo ( $\sigma$ ) | Deformación (mm) | Deformación unitaria ( $\epsilon$ ) |
|---------------|------------|-----------------------|------------------|-------------------------------------|
| 0             | 5,960464   | 0,000154636           | 0                | 0                                   |
| 15            | 16,84825   | 0,000437104           | 0,232625         | 0,001163125                         |
| 30            | 20,58347   | 0,000534009           | 0,482            | 0,00241                             |
| 40            | 17,96087   | 0,000465969           | 0,64825          | 0,00324125                          |
| 60            | 26836,08   | 0,696223654           | 1,849875         | 0,009249375                         |
| 70            | 63599,98   | 1,650010377           | 2,591625         | 0,012958125                         |
| 74            | 78080,89   | 2,025696844           | 2,94225          | 0,01471125                          |
| 75            | 81655,03   | 2,118422787           | 3,063            | 0,015315                            |
| 77            | 87734,15   | 2,276136847           | 3,405375         | 0,017026875                         |
| 77,2          | 88113,07   | 2,285967384           | 3,46475          | 0,01732375                          |
| 77,3          | 88326,77   | 2,291511524           | 3,49775          | 0,01748875                          |
| 77,52         | 88504,63   | 2,296125847           | 3,581125         | 0,017905625                         |
| 78            | 87234,26   | 2,263167917           | 3,83775          | 0,01918875                          |
| 78,1          | 86302,44   | 2,238993182           | 3,94475          | 0,01972375                          |
| 78,2          | 84370,85   | 2,188880846           | 4,102375         | 0,020511875                         |
| 79            | 45553,84   | 1,181829125           | 5,811875         | 0,029059375                         |
| 79,1          | 43428,5    | 1,126690223           | 6,019            | 0,030095                            |
| 79,2          | 40978,27   | 1,063122516           | 6,226875         | 0,031134375                         |
| 79,3          | 38063,61   | 0,987505837           | 6,435125         | 0,032175625                         |
| 79,4          | 35532,63   | 0,921843187           | 6,643875         | 0,033219375                         |
| 79,55         | 32358,09   | 0,839484294           | 6,946625         | 0,034733125                         |
| Fuerza Máx.   | 88504,63   |                       |                  |                                     |
| Esfuerzo Máx. | 2,296      |                       |                  |                                     |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2025).

## Bloque 3:

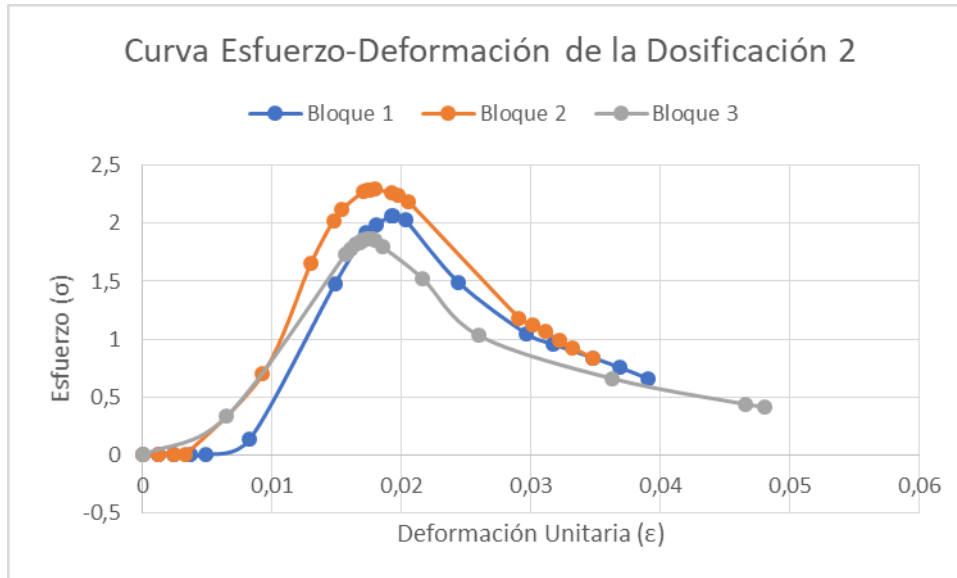
Área= 38866,41 mm<sup>2</sup>; h=200 mm.

Tabla 59: Datos obtenidos del ensayo de resistencia a compresión de D2-B3

| Tiempo        | Fuerza (N) | Esfuerzo ( $\sigma$ ) | Deformación (mm) | Deformación unitaria ( $\epsilon$ ) |
|---------------|------------|-----------------------|------------------|-------------------------------------|
| 0             | -2,145767  | -5,52088E-05          | 0                | 0                                   |
| 15            | 12863,16   | 0,330958275           | 1,290625         | 0,006453125                         |
| 30            | 67440,11   | 1,735177239           | 3,130875         | 0,015654375                         |
| 30,5          | 69018,76   | 1,775794574           | 3,206625         | 0,016033125                         |
| 31            | 70659,4    | 1,81800686            | 3,29775          | 0,01648875                          |
| 31,2          | 71303,92   | 1,834589817           | 3,339375         | 0,016696875                         |
| 31,3          | 71599,16   | 1,842186093           | 3,36175          | 0,01680875                          |
| 31,4          | 71882,33   | 1,849471819           | 3,3855           | 0,0169275                           |
| 31,5          | 72144,51   | 1,85621749            | 3,410875         | 0,017054375                         |
| 31,6          | 72372,04   | 1,862071645           | 3,438375         | 0,017191875                         |
| 31,7          | 72553,31   | 1,866735569           | 3,468375         | 0,017341875                         |
| 31,79         | 72614,75   | 1,868316369           | 3,498375         | 0,017491875                         |
| 31,9          | 72509,69   | 1,865613263           | 3,540625         | 0,017703125                         |
| 32            | 71951,07   | 1,851240441           | 3,58575          | 0,01792875                          |
| 32,2          | 69764,62   | 1,794984924           | 3,709            | 0,018545                            |
| 32,6          | 59236,45   | 1,524103976           | 4,319625         | 0,021598125                         |
| 33            | 40035,73   | 1,030085619           | 5,192625         | 0,025963125                         |
| 34            | 25592,8    | 0,658481192           | 7,254251         | 0,036271255                         |
| 35            | 16999,8    | 0,437390539           | 9,314            | 0,04657                             |
| 35,14         | 16162,87   | 0,415857034           | 9,598875         | 0,047994375                         |
| Fuerza Máx.   | 72614,75   |                       |                  |                                     |
| Esfuerzo Máx. | 1,868      |                       |                  |                                     |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2025).

**Figura 27:** Curva Esfuerzo-Deformación de D2



Elaborado por: Errazuriz y Romero (2025).

Según la gráfica de la dosificación 1 de los tres bloques indicó que la fuerza máxima en el bloque 1 fue de 84035,16 N con un esfuerzo máximo de 2,062 Mpa, en el bloque 2 la fuerza máxima fue de 88504,63 N con un esfuerzo máximo de 2,296 Mpa y en el bloque 3 fue de 72614,75 N con un esfuerzo máximo de 1,868 Mpa.

### Dosificación 3

**Tabla 60:** Resultados del ensayo de resistencia a compresión de la Dosificación 3 a los 28 días

| Dosificación<br>F.C=0,5% y<br>B.C. A=3.5% | Elaboración           | Rotura                   | Peso de la<br>muestra | Carga<br>máxima<br>(N) | Área<br>(mm <sup>2</sup> ) | Resistencia<br>(MPA) |
|-------------------------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------------|----------------------|
| Bloque No.1                               | 16 de dic del<br>2024 | 17 de<br>ene del<br>2025 | 8,30                  | 104388                 | 37861.5                    | 2.76                 |
| Bloque No.2                               | 16 de dic del<br>2024 | 17 de<br>ene del<br>2025 | 8,30                  | 90908.5                | 38351.7                    | 2.37                 |
| Bloque No.3                               | 16 de dic del<br>2024 | 17 de<br>ene del<br>2025 | 8,30                  | 100987                 | 36674.7                    | 2.66                 |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

### Bloque 1:

Área= 37861,5 mm<sup>2</sup>; h=200 mm.

**Tabla 61:** Datos obtenidos del ensayo de resistencia a compresión de D3-B1

| Tiempo        | Fuerza (N) | Esfuerzo ( $\sigma$ ) | Deformación (mm) | Deformación unitaria ( $\epsilon$ ) |
|---------------|------------|-----------------------|------------------|-------------------------------------|
| 0             | 349,0448   | 0,00921899            | 0,000125         | 0,000000625                         |
| 15            | 44180,47   | 1,16689698            | 1,945            | 0,009725                            |
| 16            | 47876,44   | 1,264515141           | 2,0205           | 0,0101025                           |
| 17            | 51534,42   | 1,361129908           | 2,0925           | 0,0104625                           |
| 20            | 62501,51   | 1,650793286           | 2,3055           | 0,0115275                           |
| 20,5          | 64345,68   | 1,699501605           | 2,341125         | 0,011705625                         |
| 22            | 69874,52   | 1,845529628           | 2,4485           | 0,0122425                           |
| 24            | 77218,29   | 2,039493681           | 2,597            | 0,012985                            |
| 26            | 84561,67   | 2,233447433           | 2,760375         | 0,013801875                         |
| 28            | 91806,41   | 2,424795901           | 2,949625         | 0,014748125                         |
| 30            | 98451,38   | 2,60030321            | 3,19775          | 0,01598875                          |
| 31            | 101899,9   | 2,691385708           | 3,36225          | 0,01681125                          |
| 31,4          | 103135,5   | 2,724020443           | 3,448875         | 0,017244375                         |
| 31,7          | 103892,3   | 2,744009086           | 3,52875          | 0,01764375                          |
| 32,12         | 104388,2   | 2,757106824           | 3,674875         | 0,018374375                         |
| 32,4          | 103552,4   | 2,735031628           | 3,7985           | 0,0189925                           |
| 32,8          | 97539,58   | 2,576220699           | 4,23875          | 0,02119375                          |
| 33            | 81063,2    | 2,141045653           | 4,685            | 0,023425                            |
| 33,5          | 47722,1    | 1,260438704           | 5,774375         | 0,028871875                         |
| 33,73         | 36528,9    | 0,964803296           | 6,25375          | 0,03126875                          |
| Fuerza Máx    | 104388,2   |                       |                  |                                     |
| Esfuerzo Máx. | 2,757      |                       |                  |                                     |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2025).

### Bloque 2:

Área= 38351,7mm<sup>2</sup>; h=200 mm.

**Tabla 62:** Datos obtenidos del ensayo de resistencia a compresión de D3-B2

| Tiempo        | Fuerza (N) | Esfuerzo ( $\sigma$ ) | Deformación (mm) | Deformación unitaria ( $\epsilon$ ) |
|---------------|------------|-----------------------|------------------|-------------------------------------|
| 0             | 324,4877   | 0,008460843           | 0                | 0                                   |
| 15            | 44097,9    | 1,149829082           | 1,67875          | 0,00839375                          |
| 20            | 62344,47   | 1,625598604           | 2,131            | 0,010655                            |
| 24            | 76885,06   | 2,004736687           | 2,593            | 0,012965                            |
| 25            | 80135,98   | 2,089502682           | 2,7285           | 0,0136425                           |
| 25,5          | 81969,19   | 2,137302649           | 2,80425          | 0,01402125                          |
| 26            | 83795,63   | 2,184926092           | 2,887125         | 0,014435625                         |
| 26,5          | 85577,64   | 2,231391047           | 2,97825          | 0,01489125                          |
| 27            | 87323,67   | 2,276917842           | 3,07775          | 0,01538875                          |
| 27,5          | 88962,23   | 2,319642415           | 3,192875         | 0,015964375                         |
| 28            | 90201,54   | 2,351956758           | 3,33775          | 0,01668875                          |
| 28,1          | 90323,61   | 2,355139668           | 3,37375          | 0,01686875                          |
| 28,2          | 90421,6    | 2,357694705           | 3,412125         | 0,017060625                         |
| 28,3          | 90424,62   | 2,357773449           | 3,45325          | 0,01726625                          |
| 28,6          | 90310,98   | 2,354810347           | 3,5845           | 0,0179225                           |
| 29            | 90891,05   | 2,369935361           | 3,844875         | 0,019224375                         |
| 29,04         | 90908,52   | 2,370390882           | 3,88175          | 0,01940875                          |
| 29,1          | 90810,22   | 2,367827763           | 3,943375         | 0,019716875                         |
| 29,15         | 90683,86   | 2,364532993           | 4,000875         | 0,020004375                         |
| 29,3          | 90288,56   | 2,354225758           | 4,211125         | 0,021055625                         |
| 29,5          | 87526,48   | 2,282206004           | 4,59875          | 0,02299375                          |
| 30            | 59719,25   | 1,557147402           | 5,670625         | 0,028353125                         |
| 30,18         | 53023,18   | 1,382550969           | 6,0325           | 0,0301625                           |
| Fuerza Máx    | 90908,52   |                       |                  |                                     |
| Esfuerzo Máx. | 2,370      |                       |                  |                                     |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2025).

### Bloque 3:

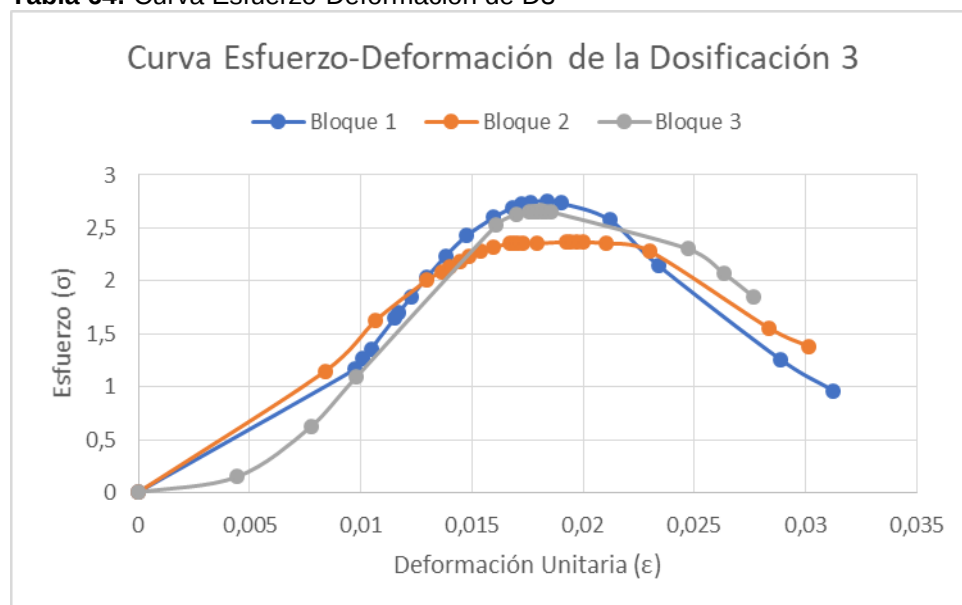
Área= 37964,7 mm<sup>2</sup>; h=200 mm.

**Tabla 63:** Datos obtenidos del ensayo de resistencia a compresión de D3-B3

| Tiempo        | Fuerza (N) | Esfuerzo ( $\sigma$ ) | Deformación (mm) | Deformación unitaria ( $\epsilon$ ) |
|---------------|------------|-----------------------|------------------|-------------------------------------|
| 0             | 210,0468   | 0,005532687           | 0                | 0                                   |
| 5             | 5785,227   | 0,152384373           | 0,886            | 0,00443                             |
| 10            | 23720,5    | 0,624804094           | 1,549625         | 0,007748125                         |
| 15            | 41723,73   | 1,099013821           | 1,963            | 0,009815                            |
| 30            | 96050,42   | 2,529992862           | 3,220875         | 0,016104375                         |
| 31            | 99578,62   | 2,622926561           | 3,395625         | 0,016978125                         |
| 31,5          | 100747,3   | 2,653709894           | 3,52025          | 0,01760125                          |
| 31,6          | 100887,8   | 2,6574107             | 3,552875         | 0,017764375                         |
| 31,65         | 100899,4   | 2,657716247           | 3,5705           | 0,0178525                           |
| 31,7          | 100928,3   | 2,65847748            | 3,588875         | 0,017944375                         |
| 31,77         | 100987     | 2,660023654           | 3,6155           | 0,0180775                           |
| 31,8          | 100969,8   | 2,659570601           | 3,627625         | 0,018138125                         |
| 31,9          | 100906,9   | 2,657913799           | 3,668875         | 0,018344375                         |
| 32            | 100724,7   | 2,653114604           | 3,710875         | 0,018554375                         |
| 33            | 87394,32   | 2,301988953           | 4,94575          | 0,02472875                          |
| 33,15         | 78605,49   | 2,070488902           | 5,267625         | 0,026338125                         |
| 33,28         | 70346,59   | 1,852947343           | 5,532            | 0,02766                             |
| Fuerza Máx    | 100987     |                       |                  |                                     |
| Esfuerzo Máx. |            | 2,660                 |                  |                                     |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2025).

**Tabla 64:** Curva Esfuerzo-Deformación de D3



Elaborado por: Errazuriz y Romero (2025).

## Dosificación 4

**Tabla 65:** Resultados del ensayo de resistencia a compresión de la Dosificación 4 a los 28 días

| Dosificación<br>F.C=0,5% y<br>B.C. A=3.5%<br>(NaOH) | Elaboración           | Rotura                   | Peso de la<br>muestra | Carga<br>máxima<br>(N) | Área<br>(mm <sup>2</sup> ) | Resistencia<br>(MPa) |
|-----------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------------|----------------------|
| Bloque No.1                                         | 16 de dic del<br>2024 | 17 de<br>ene del<br>2025 | 8,10                  | 111630                 | 37861.5                    | 2.97                 |
| Bloque No.2                                         | 16 de dic del<br>2024 | 17 de<br>ene del<br>2025 | 8,10                  | 127436                 | 38351.7                    | 3.44                 |
| Bloque No.3                                         | 16 de dic del<br>2024 | 17 de<br>ene del<br>2025 | 8,10                  | 135072                 | 36674.7                    | 3.68                 |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2024).

### Bloque 1:

Área= 37604,79 mm<sup>2</sup>; h=200 mm.

**Tabla 66:** Datos obtenidos del ensayo de resistencia a compresión de D4-B1

| Tiempo        | Fuerza (N) | Esfuerzo (σ) | Deformación (mm) | Deformación unitaria (ε) |
|---------------|------------|--------------|------------------|--------------------------|
| 0             | 0,7152557  | 1,90203E-05  | 0,000125         | 0,000000625              |
| 5             | 22,57029   | 0,000600197  | 0,065125         | 0,000325625              |
| 15            | 118,2556   | 0,003144695  | 0,231375         | 0,001156875              |
| 30            | 53282,26   | 1,416900879  | 2,276125         | 0,011380625              |
| 40            | 89883,17   | 2,390205344  | 2,951            | 0,014755                 |
| 45            | 106466,5   | 2,831195175  | 3,474125         | 0,017370625              |
| 45,2          | 107172,8   | 2,849977357  | 3,5175           | 0,0175875                |
| 45,4          | 107942,6   | 2,870448153  | 3,564375         | 0,017821875              |
| 45,8          | 109446,5   | 2,910440399  | 3,67             | 0,01835                  |
| 46            | 110023,3   | 2,92577887   | 3,732375         | 0,018661875              |
| 46,2          | 110601,4   | 2,941151912  | 3,801875         | 0,019009375              |
| 46,4          | 110972,4   | 2,951017676  | 3,878875         | 0,019394375              |
| 46,6          | 111241,9   | 2,958184316  | 3,959375         | 0,019796875              |
| 46,8          | 111408,8   | 2,962622581  | 4,0485           | 0,0202425                |
| 46,9          | 111521,7   | 2,965624858  | 4,103125         | 0,020515625              |
| 47            | 111602,3   | 2,967768202  | 4,16675          | 0,02083375               |
| 47,03         | 111630     | 2,96850481   | 4,188            | 0,02094                  |
| 47,2          | 111397,5   | 2,962322087  | 4,33575          | 0,02167875               |
| 47,4          | 109143,4   | 2,902380255  | 4,608625         | 0,023043125              |
| 47,8          | 98689,95   | 2,624398381  | 5,411625         | 0,027058125              |
| 48            | 91518,08   | 2,433681454  | 5,826875         | 0,029134375              |
| 49            | 45770,33   | 1,217140955  | 8,003125         | 0,040015625              |
| 49,2          | 43269,24   | 1,150631077  | 8,411876         | 0,04205938               |
| Fuerza Máx    | 111630     |              |                  |                          |
| Esfuerzo Máx. | 2,969      |              |                  |                          |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2025).

## Bloque 2:

Área= 37062,99 mm<sup>2</sup>; h=200 mm.

**Tabla 67:** Datos obtenidos del ensayo de resistencia a compresión de D4-B2

| Tiempo        | Fuerza (N) | Esfuerzo ( $\sigma$ ) | Deformación (mm) | Deformación unitaria ( $\epsilon$ ) |
|---------------|------------|-----------------------|------------------|-------------------------------------|
| 0             | 3,258387   | 8,79148E-05           | 0                | 0                                   |
| 15            | 8,424123   | 0,000227292           | 0,232125         | 0,001160625                         |
| 30            | 39,49801   | 0,0010657             | 0,481375         | 0,002406875                         |
| 45            | 39121,47   | 1,055540041           | 1,79             | 0,00895                             |
| 60            | 94381,8    | 2,546524174           | 2,628875         | 0,013144375                         |
| 65            | 112796,9   | 3,04338371            | 2,950125         | 0,014750625                         |
| 65,7          | 115313,9   | 3,111295122           | 3,00525          | 0,01502625                          |
| 65,9          | 116040,6   | 3,130902283           | 3,021875         | 0,015109375                         |
| 66,2          | 117132,1   | 3,160352146           | 3,0475           | 0,0152375                           |
| 66,4          | 117865,7   | 3,180145477           | 3,065            | 0,015325                            |
| 66,6          | 118595,8   | 3,199844373           | 3,083125         | 0,015415625                         |
| 67            | 120042,8   | 3,238886015           | 3,120875         | 0,015604375                         |
| 68            | 123471,2   | 3,331387996           | 3,229            | 0,016145                            |
| 69            | 126047,7   | 3,400904784           | 3,367625         | 0,016838125                         |
| 69,73         | 127435,5   | 3,438349146           | 3,546125         | 0,017730625                         |
| 70            | 126529,5   | 3,413904275           | 3,652875         | 0,018264375                         |
| 70,5          | 119523     | 3,224861243           | 4,13825          | 0,02069125                          |
| 71            | 97243,63   | 2,623739477           | 5,166375         | 0,025831875                         |
| 71,3          | 83888,53   | 2,263404275           | 5,793375         | 0,028966875                         |
| 71,5          | 76042,97   | 2,051722487           | 6,2135           | 0,0310675                           |
| 71,58         | 72283,74   | 1,95029435            | 6,377125         | 0,031885625                         |
| Fuerza Máx    | 127435,5   |                       |                  |                                     |
| Esfuerzo Máx. | 3,438      |                       |                  |                                     |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2025).

## Bloque 3:

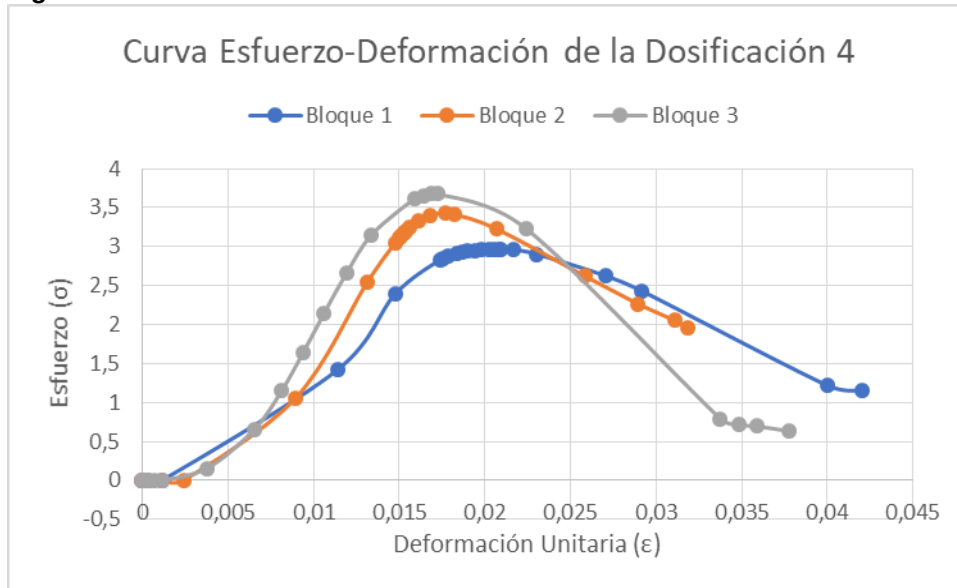
Área= 36714,69 mm<sup>2</sup>; h=200 mm.

**Tabla 68:** Datos obtenidos del ensayo de resistencia a compresión de D4-B3

| Tiempo        | Fuerza (N) | Esfuerzo     | Deformación (mm) | Deformación unitaria |
|---------------|------------|--------------|------------------|----------------------|
| 0             | -0,6357829 | -1,73169E-05 | 0                | 0                    |
| 5             | 11,36462   | 0,000309539  | 0,065875         | 0,000329375          |
| 10            | 25,51079   | 0,000694839  | 0,149            | 0,000745             |
| 15            | 64,1346    | 0,001746838  | 0,232125         | 0,001160625          |
| 20            | 5744,696   | 0,156468596  | 0,7566251        | 0,003783126          |
| 25            | 23914,34   | 0,651356174  | 1,30575          | 0,00652875           |
| 30            | 42138,02   | 1,147715533  | 1,626            | 0,00813              |
| 35            | 60440,38   | 1,646217904  | 1,8815           | 0,0094075            |
| 40            | 78887,06   | 2,148651126  | 2,124875         | 0,010624375          |
| 45            | 97386,76   | 2,652528457  | 2,381            | 0,011905             |
| 50            | 115812,7   | 3,154396782  | 2,679875         | 0,013399375          |
| 55            | 132735,4   | 3,615321279  | 3,179            | 0,015895             |
| 55,5          | 134199,9   | 3,655209945  | 3,28625          | 0,01643125           |
| 55,8          | 134885,6   | 3,673886393  | 3,3715           | 0,0168575            |
| 56,02         | 135072,2   | 3,678968827  | 3,45             | 0,01725              |
| 57            | 118393,1   | 3,224679277  | 4,489            | 0,022445             |
| 58            | 28996,87   | 0,789789319  | 6,751626         | 0,03375813           |
| 58,1          | 26216,11   | 0,714049608  | 6,965875         | 0,034829375          |
| 58,2          | 25454,2    | 0,693297424  | 7,178875         | 0,035894375          |
| 58,38         | 23205,52   | 0,632050005  | 7,559            | 0,037795             |
| Fuerza Máx    | 135072,2   |              |                  |                      |
| Esfuerzo Máx. | 3,679      |              |                  |                      |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2025).

**Figura 28:** Curva Esfuerzo-Deformación de D4



Elaborado por: Errazuriz y Romero (2025).

Según la gráfica de la dosificación 1 de los tres bloques indicó que la fuerza máxima en el bloque 1 fue de 111630 N con un esfuerzo máximo de 2,969 Mpa, en el bloque 2 la fuerza máxima fue de 127435,5 N con un esfuerzo máximo de 3,438 Mpa y en el bloque 3 fue de 135072,2 N con un esfuerzo máximo de 3,679 Mpa. Esta fue la dosificación más óptima debido a que obtuvo la mayor resistencia a compresión promedio (3.36 MPA).

#### 4.2.4 Resultados del Ensayo de Conductividad Térmica

Figura 29: Informe de resultados del ensayo de conductividad térmica (parte 1)

|                                                   |                                                                                                        |                                 |             |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------|
| Instituto de Investigación Geológico y Energético | LABORATORIO DE ENSAYOS TÉRMICOS Y EFICIENCIA ENERGÉTICA<br>FORMATO TÉCNICO<br>REPORTE DE CONDUCTIVIDAD |                                 | LABET FT 05 |
| Edición 3                                         | Fecha de revisión: 2019/08/31                                                                          | Fecha de aprobación: 2019/08/31 | Pag 1 de 3  |

Guayaquil, 14 de febrero de 2025

Código de Solicitud S25-001

**Atención:** Nathaly Romero

**Institución:**

**Teléfonos:** +593 96 721 5576

**Dirección:** Guayaquil

**e-mail:**

**Requerimiento:**

Ensayo para la determinación de conductividad térmica en 1 muestra tipo hormigón ligero con mezcla de biomaterial. Las muestras tienen una geometría aproximada de 150 x 150 x 70 mm.

**Metodología:**

El ensayo para la determinación de conductividad térmica es fundamentado en el estándar ISO 8302 por el método de placa caliente resguardada. El procedimiento permite medir conductividad térmica desde 0,002 hasta 2,500 W/m-K. Los ensayos pueden ser ejecutados en un rango de temperatura desde 10°C hasta 40°C, con un diferencial de temperatura de 15°C (entre placas). El método muestra limitación sobre materiales heterogéneos o no isotrópicos. Las modificaciones al procedimiento estándar se listan en la hoja 2 del presente informe.

**Equipamiento:**

|                          |                                                    |
|--------------------------|----------------------------------------------------|
| Equipo:                  | Medidor de conductividad térmica de placa caliente |
| Modelo:                  | $\lambda$ -Meter EP500e, Version C.                |
| Muestra de Verificación: | Etal 210                                           |
| Verificación:            | 2024-02-17                                         |
| Accesorios:              | N.A.                                               |

**Declaración:**

- \* Los Resultados del presente informe son atribuibles únicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s).
- \* El LABET no realiza procedimientos de muestreo.
- \* Este informe no debe ser reproducido parcialmente sin autorización manifiesta del LABET.

Fuente: Laboratorio de Ensayos Térmicos y Eficiencia Energética LABET FT 05.

Figura 30: Informe de resultados del ensayo de conductividad térmica (parte 2)

|                                                   |                                                                                                        |                                 |             |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------|
| Instituto de Investigación Geológica y Energético | LABORATORIO DE ENSAYOS TÉRMICOS Y EFICIENCIA ENERGÉTICA<br>FORMATO TÉCNICO<br>REPORTE DE CONDUCTIVIDAD |                                 | LABET FT 05 |
| Edición 3                                         | Fecha de revisión: 2019/08/31                                                                          | Fecha de aprobación: 2019/08/31 | Pag 2 de 3  |

Código de Solicitud: S25-001

| Condiciones y descripción de la(s) Muestra(s): |         |            |            |              |          |                               |                    |
|------------------------------------------------|---------|------------|------------|--------------|----------|-------------------------------|--------------------|
|                                                | Código  | Largo (mm) | Ancho (mm) | Espesor (mm) | Peso (g) | Densidad (kg/m <sup>3</sup> ) | Fecha de recepción |
| 1                                              | 2501001 | 151        | 150        | 70,5         | 2345,0   | 1468,5                        | 2025-02-11         |
| 2                                              | --      | --         | --         | --           | --       | --                            | --                 |
| 3                                              | --      | --         | --         | --           | --       | --                            | --                 |
| 4                                              | --      | --         | --         | --           | --       | --                            | --                 |
| 5                                              | --      | --         | --         | --           | --       | --                            | --                 |
| 6                                              | --      | --         | --         | --           | --       | --                            | --                 |

| Acondicionamiento de la(s) Muestra(s): |     |                                            |
|----------------------------------------|-----|--------------------------------------------|
| 1.- 2501001                            | 4.- | Equilibrio con el sitio de la prueba (24h) |
| 2.-                                    | 5.- |                                            |
| 3.-                                    | 6.- |                                            |

| Modificaciones al procedimiento o a las muestras: |     |                                                                             |
|---------------------------------------------------|-----|-----------------------------------------------------------------------------|
| 1.- 2501001                                       | 4.- | Aplicación de almohadillas de relleno y sensores adicionales tipo película. |
| 2.-                                               | 5.- |                                                                             |
| 3.-                                               | 6.- |                                                                             |

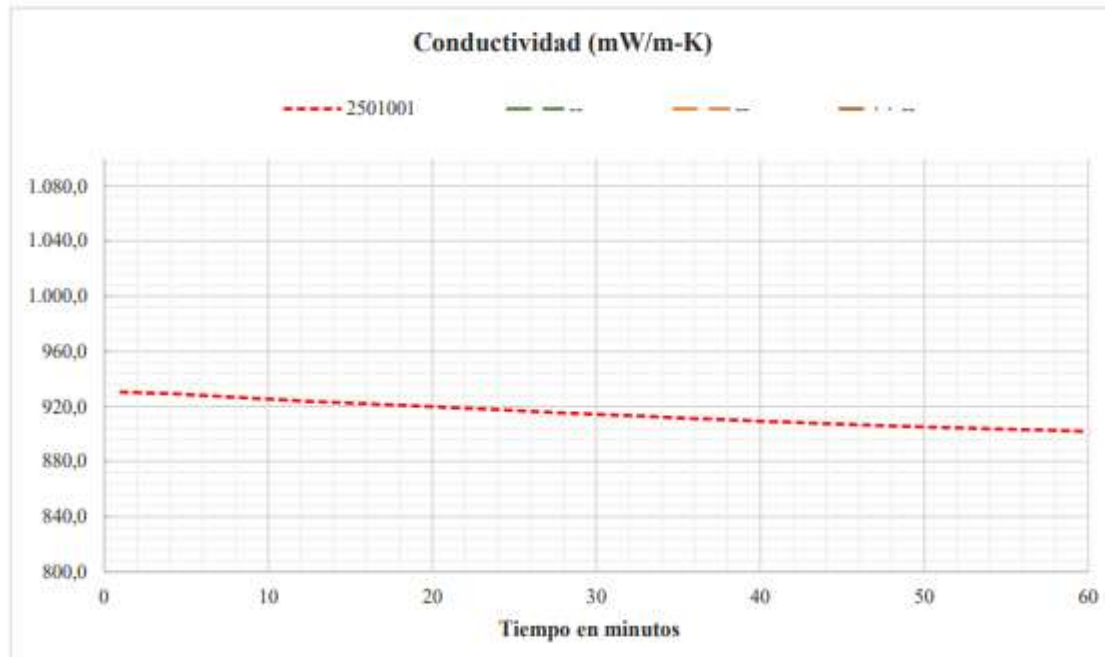
| Condiciones ambientales de ensayo:   |         |                       |            |
|--------------------------------------|---------|-----------------------|------------|
| Código de Muestra:                   | 2501001 | Fecha de ensayo:      | 2025-02-14 |
| Temperatura Ambiente Promedio: 21 °C |         | Humedad Relativa: 67% |            |
| Código de Muestra:                   | --      | Fecha de ensayo:      | --         |
| Temperatura Ambiente Promedio: --    |         | Humedad Relativa: --  |            |
| Código de Muestra:                   | --      | Fecha de ensayo:      | --         |
| Temperatura Ambiente Promedio: --    |         | Humedad Relativa: --  |            |
| Código de Muestra:                   | --      | Fecha de ensayo:      | --         |
| Temperatura Ambiente Promedio: --    |         | Humedad Relativa: --  |            |
| Código de Muestra:                   | --      | Fecha de ensayo:      | --         |
| Temperatura Ambiente Promedio: --    |         | Humedad Relativa: --  |            |
| Código de Muestra:                   | --      | Fecha de ensayo:      | --         |
| Temperatura Ambiente Promedio: --    |         | Humedad Relativa: --  |            |

Fuente: Laboratorio de Ensayos Térmicos y Eficiencia Energética LABET FT 05 (2025).

**Figura 31:** Informe de resultados del ensayo de conductividad térmica (parte 3)

**Resultado**

**Código de Solicitud:** S25-001



**Temperatura media de ensayo:** 28 °C  
**Diferencia de Temperatura:** 15 °C

**Conductividad Térmica:** 0,902 W/m-K  
 0,000 W/m-K  
 0,000 W/m-K  
 0,000 W/m-K

**Id. Muestra**

2501001  
 --  
 --  
 --

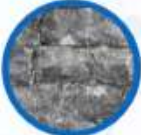
**Observaciones:**

N. A.

Fuente: Laboratorio de Ensayos Térmicos y Eficiencia Energética LABET FT 05 (2025).

## Análisis

**Figura 32:** Guía de los valores de conductividad térmica

| Imagen Referencial                                                                 | Clasificación                        | Tipo               | (W/m*K) | Densidad (kg/m3) | Se puede ensayar | $e_{min}$ (mm) | LXL |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------|---------|------------------|------------------|----------------|-----|
|   | Piedras y rocas                      | Piedra compacta    | 3.49    | 2880             | No               | -              | 150 |
|                                                                                    |                                      | Roca compacta      | 3.50    | 2750             | No               | -              |     |
|                                                                                    |                                      | Piedra             | 1.83    | 2200             | Si / No          | 46             |     |
|   | Concreto, Hormigón, Cemento, Asbesto | Hormigón           | 1.4     | 2220             | Si               | 35             | 150 |
|                                                                                    |                                      | Hormigón ligero    | 0.56    | 1400             |                  | 14             |     |
|                                                                                    |                                      | Hormigón armado    | 1.63    | 2400             |                  | 41             |     |
|                                                                                    |                                      | Bloque de Concreto | 0.62    | -                |                  | 16             |     |
|                                                                                    |                                      | Fibrocemento       | 0.93    | 2000             |                  | 24             |     |
|                                                                                    |                                      | Asbesto            | 0.36    | 1500             |                  | 10             |     |
|   | Materiales aislantes (Rígidos)       | EPS                | 0.040   | 15               | Si               | 10             | 250 |
|                                                                                    |                                      | XEPS               | 0.035   | 40               |                  |                | 500 |
|                                                                                    |                                      | Poliuretano        | 0.025   | 30               |                  |                |     |
|  | Materiales aislantes (Deformables)   | Lana mineral       | 0.042   | 12               | Si               | 10             | 250 |
|                                                                                    |                                      | Fibra de vidrio    | 0.047   | 7.5 a .8.2       |                  |                | 500 |
|                                                                                    |                                      | Lana de roca       | 0.037   | 32 a 37          |                  |                |     |
|                                                                                    |                                      | Celulosa en spray  | 0.040   | 26 a 42          |                  |                |     |

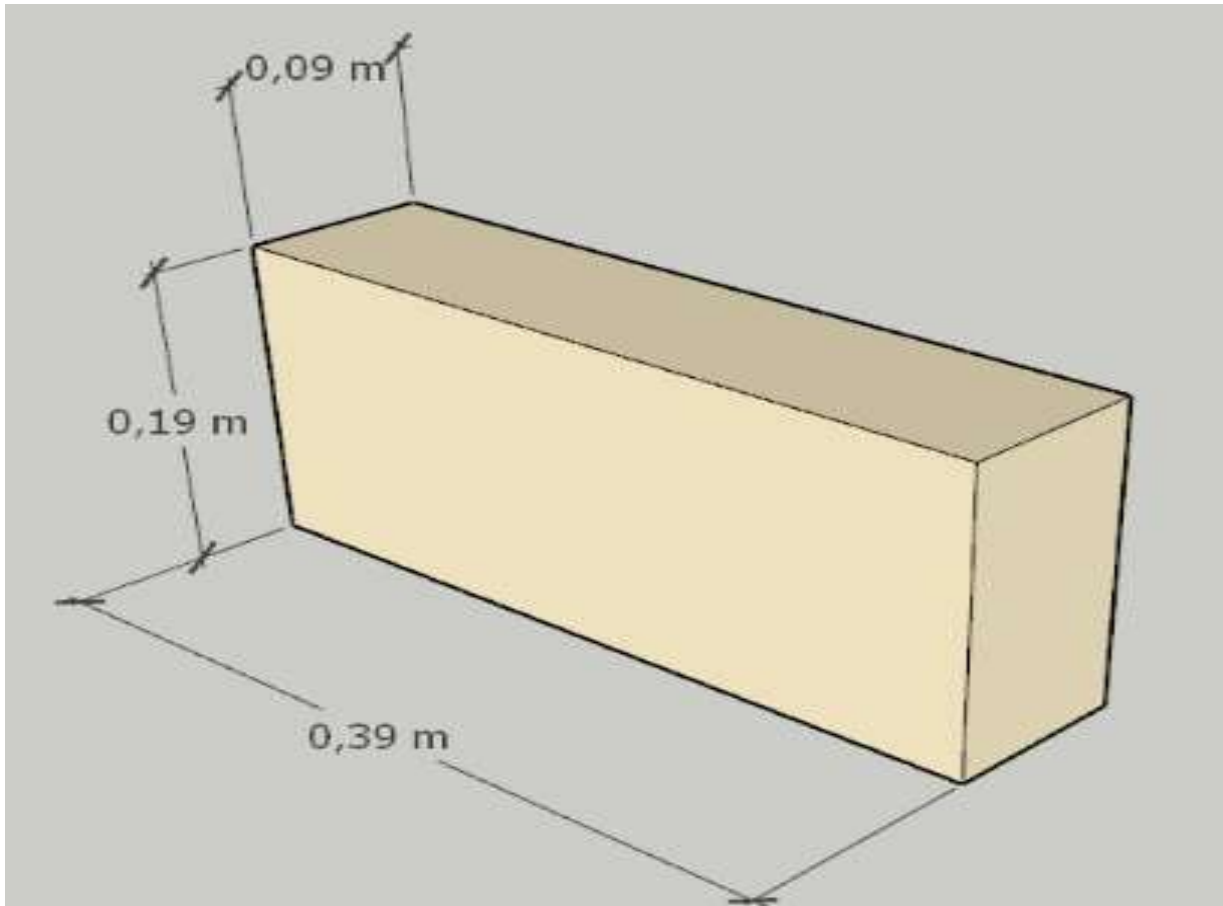
Elaborado por: Laboratorio de Ensayos Térmicos y Eficiencia Energética LABET FT 05 (2025).

Según los valores de conductividad térmica para cada tipo de material de la guía del laboratorio, los bloques de concreto tienen una conductividad térmica de 0,62 W/m\*K y el bloque del presente proyecto de investigación obtuvo una conductividad térmica de 0,902 W/m\*K, lo que indica que el bloque con fibra de coco y bagazo de caña de azúcar tiene mejor desempeño como aislante térmico.

#### 4.2.5 Cantidad de Bloques para 1 m<sup>2</sup> de pared de una vivienda

##### Dimensiones del bloque:

**Figura 33:** Dimensiones del bloque prototipo para 1 m<sup>2</sup> de pared



Elaborado por: Errazuriz y Romero (2025).

##### Número de bloques por m<sup>2</sup> de pared:

Cada bloque tiene dimensiones 39 cm x 19 cm (0.39 m x 0.19 m) de área.

El área de un bloque es:

##### Sin mortero

$$A = 0.39 \times 0.19 = 0.0741 \text{ m}^2$$

##### Con mortero

$$A = 0.4 \times 0.2 = 0.08 \text{ m}^2$$

Para cubrir 1 m<sup>2</sup> de pared, el número de bloques sin mortero es:

$$N_{\text{Bloques}} = \frac{\text{Área de la pared}}{\text{Área del bloque}} = \frac{1 \text{ m}^2}{0.0741 \text{ m}^2} = 13.5 \text{ bloques sin mortero}$$

### **Mortero (Juntas verticales y horizontales)**

El bloque tiene 39 cm de ancho y 19 cm de alto (sin juntas). Pero se debe considerar las juntas de mortero para obtener las dimensiones finales:

Junta horizontal = 1.5 cm (0.015 m)

Junta vertical = 1 cm (0.01 m)

Ahora, el tamaño efectivo del bloque con mortero es:

Altura total por fila = (bloque + junta horizontal) = 19 cm + 1.5 cm =  
20.5 cm = 0.205 m

Ancho del bloque = (bloque + junta vertical) = 39 cm + 1 cm = 40 cm = 0.4 m

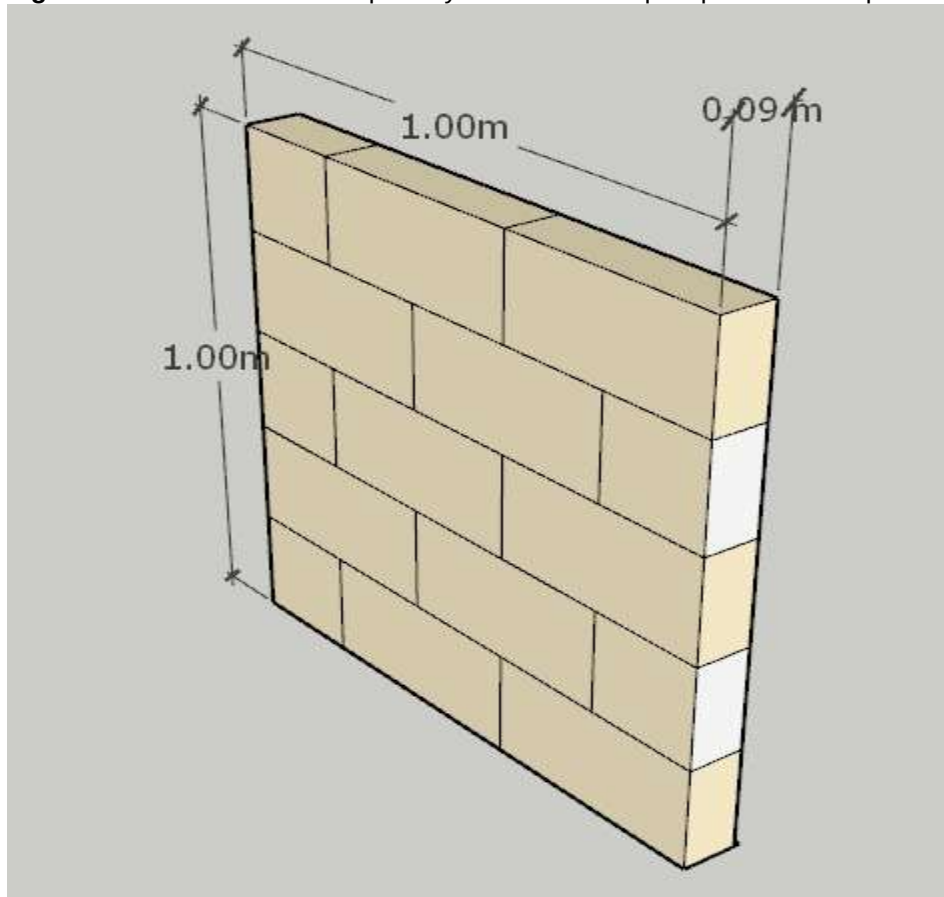
Se necesitaría para cubrir 1 m<sup>2</sup> de pared:

$$\text{Número de filas en 1 metro de altura} = \frac{1 \text{ m}^2 \text{ de pared}}{0.205 \text{ m de altura total por fila}} = 4.88 \text{ Filas} = 5 \text{ filas}$$

$$\text{Número de bloques por fila en 1 metro de ancho} = \frac{1 \text{ m}^2 \text{ de pared}}{0.4 \text{ m Ancho del bloque}} = 2.5 \text{ bloques por fila}$$

Número total de bloques en 1 m<sup>2</sup> de pared: 5 x 2.5 = 12.5 Bloques por metro cuadrado

**Figura 34:** Dimensiones de la pared y número de bloques para 1 m<sup>2</sup> de pared



Elaborado por: Errazuriz y Romero (2025).

**Volumen de mortero ocupan las juntas horizontales y verticales:**

**Datos de los bloques con mortero:**

Dimensiones del bloque: 39 × 19 × 9 cm

Dimensiones del bloque con mortero: 40 × 20 × 9 cm

Número de bloques en 1 m<sup>2</sup>: 12.5 bloques

**Tabla 69:** Volumen de mortero para 1 m<sup>2</sup> de pared

| JUNTAS VERTICALES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | JUNTAS HORIZONTALES                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Altura: 20 cm = 0.19 m<br>Espesor: 1 cm = 0.01m<br>Profundidad: 9 cm = 0.09 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Longitud: 1 m (ancho de la pared)<br>Espesor: 1 cm = 0.01 m<br>Profundidad: 9 cm = 0.09 m                                                            |
| <b><i>Volumen de junta V</i></b> = $7.5 \times 0.2 \times 0.01 \times 0.09$<br>= 0.00135 m <sup>3</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b><i>Volumen por fila H</i></b> = $5(1 \times 0.01 \times 0.09)$<br>= 0.0045 m <sup>3</sup><br><b><i>Juntas verticales 5 x 1.5 = 7.5 Juntas</i></b> |
| Volumen total de mortero por 1 m <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                      |
| <b><i>V de mortero</i></b> = <i>Volumen vertical</i> + <i>Volumen horizontal</i> = 0.00135 m <sup>3</sup> +<br>0.0045 m <sup>3</sup> = 0.00585 m <sup>3</sup><br>Desperdicios<br><i>V Final</i> = 0.00585 m <sup>3</sup> x 1.3 = 0.0076 m <sup>3</sup> , según el principio de mampostería se lo deja<br>en 0.015 m <sup>3</sup> para compensar irregularidades y que haya suficiente material. |                                                                                                                                                      |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2025).

El mortero se usa para las juntas horizontales y verticales entre los bloques. Según referencias técnicas de mampostería, para bloques de 40 cm x 20 cm (incluyendo el mortero de 1 cm), el consumo aproximado de mortero es 0.015 m<sup>3</sup> por 1 m<sup>2</sup> de pared.

### Dosificación del mortero 1:4 Cemento/Arena

#### Materiales para 0.015 m<sup>3</sup> de mortero

1 m<sup>3</sup> de mortero requiere:

- **Cemento:** 350 kg (≈ 7 sacos)
- **Arena:** 1 m<sup>3</sup>
- **Agua:** 220 litros = 0.22 m<sup>3</sup>

#### Cálculo del cemento:

7 sacos de cemento = 50 Kg cada saco = 7 sacos x 50 Kg = 350 Kg, para 0.015 m<sup>3</sup> de mortero sería:

$$\text{Cemento} = 350 \text{ Kg} \times 0.015 \text{ m}^3 = 5.25 \text{ Kg}$$

$$\frac{\text{Cemento}}{1 \text{ saco de cemento}} = \frac{5.25 \text{ Kg}}{50 \text{ Kg}} = 0.1 \text{ sacos de cemento}$$

Se aproxima 0.10 sacos de cemento por 1 m<sup>2</sup> que es igual a 0.1 sacos x 50 Kg de cemento = 5 Kg de cemento.

#### **Cálculo de la arena:**

$$\frac{1 \text{ m}^3 \text{ mortero}}{1 \text{ m}^3 \text{ arena}} \times 0.015 \text{ m}^3 \text{ mortero} = 0.015 \text{ m}^3 \text{ de arena}$$

#### **Cálculo del agua:**

Agua = 0.22 m<sup>3</sup> = 0.015 m<sup>3</sup> de mortero = 0.003 m<sup>3</sup> = 3 lt de agua por 1 m<sup>2</sup>.

#### **Cantidades finales para el mortero y bloques por 1 m<sup>2</sup> de pared**

**Tabla 70:** Cantidades finales para el mortero y bloques por 1 m<sup>2</sup> de pared

| Material | Cantidad por 1 m <sup>2</sup> |
|----------|-------------------------------|
| Bloques  | 12.5 unidades                 |
| Cemento  | 0.10 sacos                    |
| Arena    | 0.015 m <sup>3</sup>          |
| Agua     | 0.003 m <sup>3</sup>          |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2025).

#### **4.2.6 Análisis de Precios Unitarios (APU) para la elaboración de bloques para 1 m<sup>2</sup> de pared de una vivienda**

#### **Dosificación 4: 12 bloques**

**Tabla 71:** Bagazo de caña=0,5% (tratamiento con hidróxido de sodio al 2%) y fibra de coco 3,5%

| Material      | Peso (kg) | Peso (g) |
|---------------|-----------|----------|
| PIEDRA CHISPA | 44.20     | --       |
| ARENA         | 54.12     | --       |
| CHASQUI       | 19        | --       |
| CEMENTO       | 14.5      | --       |
| AGUA          | 10.50     | --       |

|                |      |     |
|----------------|------|-----|
| FIBRA DE COCO  | 0.53 | 336 |
| BAGAZO DE CAÑA | 0.09 | 90  |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2025).

**Tabla 72:** APU de la producción de 13 bloques de la dosificación 4

| ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO                                                                        |                                       |               |                  |                      |                   |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------|------------------|----------------------|-------------------|----------------|
| RUBRO: PRODUCCIÓN DE 13 BLOQUES                                                                    |                                       |               |                  | UNIDAD: U            |                   |                |
| CÓDIGO: M.1                                                                                        |                                       |               |                  | ITEM: 1,00           |                   |                |
| DESCRIPCIÓN: DOSIFICACIÓN 4 (BAGAZO DE CAÑA=0,5% (CON HIDRÓXIDO DE SODIO AL 2% Y FIBRA DE COCO=2%) |                                       |               |                  | RENDIMIENTO: 0,0080  |                   |                |
| EQUIPOS:                                                                                           |                                       |               |                  |                      |                   |                |
| CÓDIGO                                                                                             | DESCRIPCIÓN                           | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B      | COSTO HORA<br>C=A*B  | RENDIMIENTO<br>R  | COSTO<br>D=C*R |
| M.1.1                                                                                              | HERRAMIENTAS MENORES (5% M.O.)        | 1,00          |                  |                      |                   | 0,002          |
|                                                                                                    | MÁQUINA BLOQUERA                      | 1,00          | \$ 3,00          | 3,00                 | 0,100             | 0,300          |
|                                                                                                    |                                       |               |                  |                      |                   |                |
|                                                                                                    |                                       |               |                  |                      |                   |                |
|                                                                                                    |                                       |               |                  |                      |                   |                |
| SUBTOTAL M                                                                                         |                                       |               |                  |                      |                   | 0,302          |
| MANO DE OBRA:                                                                                      |                                       |               |                  |                      |                   |                |
| CÓDIGO                                                                                             | DESCRIPCIÓN                           | CANTIDAD<br>A | JORNAL/HORA<br>B | COSTO HORA<br>C=A*B  | RENDIMIENTO<br>R  | COSTO<br>D=C*R |
| M1.2                                                                                               | PEÓN                                  | 1,00          | 3,83             | 3,83                 | 0,0080            | 0,031          |
|                                                                                                    |                                       |               |                  |                      |                   |                |
|                                                                                                    |                                       |               |                  |                      |                   |                |
|                                                                                                    |                                       |               |                  |                      |                   |                |
|                                                                                                    |                                       |               |                  |                      |                   |                |
| SUBTOTAL N                                                                                         |                                       |               |                  |                      |                   | 0,031          |
| MATERIALES:                                                                                        |                                       |               |                  |                      |                   |                |
| CÓDIGO                                                                                             | DESCRIPCIÓN                           | UNIDAD        | CANTIDAD<br>A    | PRECIO UNITARIO<br>B | COSTO<br>C=A*B    |                |
| M1.3                                                                                               | CEMENTO PORTLAND                      | SACO          | 0,290            | 7,50                 | 2,175             |                |
| M1.4                                                                                               | ARENA FINA                            | M3            | 0,020            | 6,50                 | 0,130             |                |
| M1.5                                                                                               | PIEDRA CHISPA                         | M3            | 0,016            | 12,50                | 0,200             |                |
| M1.6                                                                                               | AGUA                                  | LITRO         | 10,500           | 0,02                 | 0,2100            |                |
|                                                                                                    | CHASQUI                               | KG            | 19,000           | 0,03                 | 0,570             |                |
|                                                                                                    | FIBRA DE COCO                         | KG            | 0,530            | -                    | -                 |                |
|                                                                                                    | BAGAZO DE CAÑA (TRATAMIENTO ALCALINO) | KG            | 0,09             | 0,95                 | 0,086             |                |
|                                                                                                    |                                       |               |                  |                      |                   |                |
|                                                                                                    |                                       |               |                  |                      |                   |                |
|                                                                                                    |                                       |               |                  |                      |                   |                |
| SUBTOTAL O                                                                                         |                                       |               |                  |                      |                   | 3,371          |
| TRANSPORTE:                                                                                        |                                       |               |                  |                      |                   |                |
| CÓDIGO                                                                                             | DESCRIPCIÓN                           | UNIDAD        | CANTIDAD         | TARIFA<br>TRANSPORTE | DISTANCIA<br>(km) | COSTO          |
|                                                                                                    |                                       |               |                  |                      |                   | -              |
|                                                                                                    |                                       |               |                  |                      |                   |                |
|                                                                                                    |                                       |               |                  |                      |                   |                |
|                                                                                                    |                                       |               |                  |                      |                   |                |
|                                                                                                    |                                       |               |                  |                      |                   |                |
|                                                                                                    |                                       |               |                  |                      |                   |                |
| SUBTOTAL P                                                                                         |                                       |               |                  |                      |                   | -              |
| TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)                                                                      |                                       |               |                  |                      |                   | 3,70           |
| UNIDADES PRODUCIDAS                                                                                |                                       |               |                  |                      |                   | 13,00          |
| COSTO UNITARIO POR BLOQUE                                                                          |                                       |               |                  |                      |                   | 0,28           |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2025).

**Tabla 73:** APU del emblocado con bloques de la dosificación 4

| ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO                                                                                     |                                            |               |                  |                                                                           |                   |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------|
| <div>RUBRO: EMBLOCADO DE PARED</div> <div>CÓDIGO: M-2</div> <div>DESCRIPCIÓN: EMBLOCADO DE 1 M2 DE PARED.</div> |                                            |               |                  | <div>UNIDAD: m2</div> <div>ITEM: 1,00</div> <div>RENDIMIENTO: 0,300</div> |                   |                |
| EQUIPOS:                                                                                                        |                                            |               |                  |                                                                           |                   |                |
| CÓDIGO                                                                                                          | DESCRIPCIÓN                                | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B      | COSTO HORA<br>C=A*B                                                       | RENDIMIENTO<br>R  | COSTO<br>D=C*R |
| M-2.1                                                                                                           | HERRAMIENTAS MENORES                       | 1,00          |                  |                                                                           |                   | 0,185          |
|                                                                                                                 |                                            |               |                  |                                                                           |                   |                |
|                                                                                                                 |                                            |               |                  |                                                                           |                   |                |
|                                                                                                                 |                                            |               |                  |                                                                           |                   |                |
|                                                                                                                 |                                            |               |                  |                                                                           |                   |                |
| SUBTOTAL M                                                                                                      |                                            |               |                  |                                                                           |                   | 0,185          |
| MANO DE OBRA:                                                                                                   |                                            |               |                  |                                                                           |                   |                |
| CÓDIGO                                                                                                          | DESCRIPCIÓN                                | CANTIDAD<br>A | JORNAL/HORA<br>B | COSTO HORA<br>C=A*B                                                       | RENDIMIENTO<br>R  | COSTO<br>D=C*R |
| M-2.2                                                                                                           | PEÓN                                       | 1,00          | 3,83             | 3,83                                                                      | 0,300             | 1,149          |
| M-2.2                                                                                                           | ALBAÑIL                                    | 1,00          | 3,87             | 3,87                                                                      | 0,300             | 1,161          |
| M-2.3                                                                                                           | MAESTRO                                    | 1,00          | 4,65             | 4,65                                                                      | 0,300             | 1,395          |
|                                                                                                                 |                                            |               |                  |                                                                           |                   |                |
|                                                                                                                 |                                            |               |                  |                                                                           |                   |                |
| SUBTOTAL N                                                                                                      |                                            |               |                  |                                                                           |                   | 3,705          |
| MATERIALES:                                                                                                     |                                            |               |                  |                                                                           |                   |                |
| CÓDIGO                                                                                                          | DESCRIPCIÓN                                | UNIDAD        | CANTIDAD<br>A    | PRECIO UNITARIO<br>B                                                      | COSTO<br>C=A*B    |                |
| M-2.4                                                                                                           | CEMENTO PORTLAND                           | SACO          | 0,100            | 7,510                                                                     | 0,751             |                |
| M-2.5                                                                                                           | ARENA                                      | M3            | 0,015            | 12,500                                                                    | 0,188             |                |
| M-2.6                                                                                                           | BLOQUES CON FIBRA DE COCO Y BAGAZO DE CAÑA | UNIDAD        | 13,000           | 0,280                                                                     | 3,640             |                |
| M-2.7                                                                                                           | AGUA                                       | KG            | 3,000            | 0,290                                                                     | 0,870             |                |
|                                                                                                                 |                                            |               |                  |                                                                           |                   |                |
|                                                                                                                 |                                            |               |                  |                                                                           |                   |                |
|                                                                                                                 |                                            |               |                  |                                                                           |                   |                |
|                                                                                                                 |                                            |               |                  |                                                                           |                   |                |
|                                                                                                                 |                                            |               |                  |                                                                           |                   |                |
|                                                                                                                 |                                            |               |                  |                                                                           |                   |                |
| SUBTOTAL O                                                                                                      |                                            |               |                  |                                                                           |                   | 5,449          |
| TRANSPORTE:                                                                                                     |                                            |               |                  |                                                                           |                   |                |
| CÓDIGO                                                                                                          | DESCRIPCIÓN                                | UNIDAD        | CANTIDAD         | TARIFA<br>TRANSPORTE                                                      | DISTANCIA<br>(km) | COSTO          |
|                                                                                                                 |                                            |               |                  |                                                                           |                   | -              |
|                                                                                                                 |                                            |               |                  |                                                                           |                   |                |
|                                                                                                                 |                                            |               |                  |                                                                           |                   |                |
|                                                                                                                 |                                            |               |                  |                                                                           |                   |                |
|                                                                                                                 |                                            |               |                  |                                                                           |                   |                |
|                                                                                                                 |                                            |               |                  |                                                                           |                   |                |
|                                                                                                                 |                                            |               |                  |                                                                           |                   |                |
| SUBTOTAL P                                                                                                      |                                            |               |                  |                                                                           |                   | -              |
| TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)                                                                                   |                                            |               |                  |                                                                           |                   | 9,34           |
| COSTOS INDIRECTOS %                                                                                             |                                            |               |                  |                                                                           | 20,00%            | 1,87           |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO                                                                                           |                                            |               |                  |                                                                           |                   | 11,21          |
| VALOR OFERTADO                                                                                                  |                                            |               |                  |                                                                           |                   | \$ 11,21       |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2025).

**Tabla 74:** APU del enlucido interior de 1 m2 de pared

| ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO                                                   |                      |               |                  |                           |                   |                |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------|------------------|---------------------------|-------------------|----------------|
| <b>RUBRO:</b> ENLUCIDO INTERIOR DE PARED                                      |                      |               |                  | <b>UNIDAD:</b> m2         |                   |                |
| <b>CÓDIGO:</b> M-3                                                            |                      |               |                  | <b>ITEM:</b> 1,00         |                   |                |
| <b>DESCRIPCIÓN:</b> MEZCLA DE CEMENTO, AGUA Y ARENA A 1 M2 DE PARED EMBLOCADA |                      |               |                  | <b>RENDIMIENTO:</b> 0,400 |                   |                |
| <b>EQUIPOS:</b>                                                               |                      |               |                  |                           |                   |                |
| CÓDIGO                                                                        | DESCRIPCIÓN          | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B      | COSTO HORA<br>C=A*B       | RENDIMIENTO<br>R  | COSTO<br>D=C*R |
| M-3.1                                                                         | HERRAMIENTAS MENORES | 1,00          |                  |                           |                   | 0,247          |
|                                                                               |                      |               |                  |                           |                   |                |
|                                                                               |                      |               |                  |                           |                   |                |
|                                                                               |                      |               |                  |                           |                   |                |
|                                                                               |                      |               |                  |                           |                   |                |
| SUBTOTAL M                                                                    |                      |               |                  |                           |                   | 0,247          |
| <b>MANO DE OBRA:</b>                                                          |                      |               |                  |                           |                   |                |
| CÓDIGO                                                                        | DESCRIPCIÓN          | CANTIDAD<br>A | JORNAL/HORA<br>B | COSTO HORA<br>C=A*B       | RENDIMIENTO<br>R  | COSTO<br>D=C*R |
| M-3.2                                                                         | PEÓN                 | 1,00          | 3,83             | 3,83                      | 0,400             | 1,532          |
| M-3.3                                                                         | ALBAÑIL              | 1,00          | 3,87             | 3,87                      | 0,400             | 1,548          |
| M-3.4                                                                         | MAESTRO              | 1,00          | 4,65             | 4,65                      | 0,400             | 1,860          |
|                                                                               |                      |               |                  |                           |                   |                |
|                                                                               |                      |               |                  |                           |                   |                |
|                                                                               |                      |               |                  |                           |                   |                |
| SUBTOTAL N                                                                    |                      |               |                  |                           |                   | 4,940          |
| <b>MATERIALES:</b>                                                            |                      |               |                  |                           |                   |                |
| CÓDIGO                                                                        | DESCRIPCIÓN          | UNIDAD        | CANTIDAD<br>A    | PRECIO UNITARIO<br>B      | COSTO<br>C=A*B    |                |
| M-3.5                                                                         | CEMENTO PORTLAND     | SACO          | 0,100            | 7,51                      | 0,751             |                |
| M-3.6                                                                         | ARENA                | M3            | 0,030            | 12,50                     | 0,375             |                |
| M-3.7                                                                         | AGUA                 | M3            | 0,010            | 0,29                      | 0,003             |                |
|                                                                               |                      |               |                  |                           |                   |                |
|                                                                               |                      |               |                  |                           |                   |                |
|                                                                               |                      |               |                  |                           |                   |                |
|                                                                               |                      |               |                  |                           |                   |                |
|                                                                               |                      |               |                  |                           |                   |                |
|                                                                               |                      |               |                  |                           |                   |                |
| SUBTOTAL O                                                                    |                      |               |                  |                           |                   | 1,129          |
| <b>TRANSPORTE:</b>                                                            |                      |               |                  |                           |                   |                |
| CÓDIGO                                                                        | DESCRIPCIÓN          | UNIDAD        | CANTIDAD         | TARIFA<br>TRANSPORTE      | DISTANCIA<br>(km) | COSTO          |
|                                                                               |                      |               |                  |                           |                   | -              |
|                                                                               |                      |               |                  |                           |                   |                |
|                                                                               |                      |               |                  |                           |                   |                |
|                                                                               |                      |               |                  |                           |                   |                |
|                                                                               |                      |               |                  |                           |                   |                |
|                                                                               |                      |               |                  |                           |                   |                |
|                                                                               |                      |               |                  |                           |                   |                |
| SUBTOTAL P                                                                    |                      |               |                  |                           |                   | -              |
| TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)                                                 |                      |               |                  |                           |                   | 6,32           |
| COSTOS INDIRECTOS %                                                           |                      |               |                  |                           | 20,00%            | 1,26           |
| UTILIDAD %                                                                    |                      |               |                  |                           |                   | -              |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO %                                                       |                      |               |                  |                           |                   | 7,58           |
| VALOR OFERTADO                                                                |                      |               |                  |                           | \$                | 7,58           |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2025).

Tabla 75: APU del enlucido exterior de 1 m2 de pared

| ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO                                            |                                      |               |                  |                      |                   |                |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------|------------------|----------------------|-------------------|----------------|
| RUBRO: ENLUCIDO EXTERIOR DE PARED                                      |                                      |               |                  | UNIDAD: m2           |                   |                |
| CÓDIGO: M-4                                                            |                                      |               |                  | ITEM: 1,00           |                   |                |
| DESCRIPCIÓN: MEZCLA DE CEMENTO, AGUA Y ARENA A 1 M2 DE PARED EMBLOCADA |                                      |               |                  | RENDIMIENTO: 0,400   |                   |                |
| EQUIPOS:                                                               |                                      |               |                  |                      |                   |                |
| CÓDIGO                                                                 | DESCRIPCIÓN                          | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B      | COSTO HORA<br>C=A*B  | RENDIMIENTO<br>R  | COSTO<br>D=C*R |
| M-4.1                                                                  | HERRAMIENTAS MENORES                 | 1,00          |                  |                      |                   | 0,247          |
|                                                                        |                                      |               |                  |                      |                   |                |
|                                                                        |                                      |               |                  |                      |                   |                |
|                                                                        |                                      |               |                  |                      |                   |                |
|                                                                        |                                      |               |                  |                      |                   |                |
| SUBTOTAL M                                                             |                                      |               |                  |                      |                   | 0,247          |
| MANO DE OBRA:                                                          |                                      |               |                  |                      |                   |                |
| CÓDIGO                                                                 | DESCRIPCIÓN                          | CANTIDAD<br>A | JORNAL/HORA<br>B | COSTO HORA<br>C=A*B  | RENDIMIENTO<br>R  | COSTO<br>D=C*R |
| M-4.2                                                                  | PEÓN                                 | 1,00          | 3,83             | 3,83                 | 0,400             | 1,532          |
| M-4.3                                                                  | ALBAÑIL                              | 1,00          | 3,87             | 3,87                 | 0,400             | 1,548          |
| M-4.4                                                                  | MAESTRO                              | 1,00          | 4,65             | 4,65                 | 0,400             | 1,860          |
|                                                                        |                                      |               |                  |                      |                   |                |
|                                                                        |                                      |               |                  |                      |                   |                |
|                                                                        |                                      |               |                  |                      |                   |                |
| SUBTOTAL N                                                             |                                      |               |                  |                      |                   | 4,940          |
| MATERIALES:                                                            |                                      |               |                  |                      |                   |                |
| CÓDIGO                                                                 | DESCRIPCIÓN                          | UNIDAD        | CANTIDAD<br>A    | PRECIO UNITARIO<br>B | COSTO<br>C=A*B    |                |
| M-4.5                                                                  | CEMENTO PORTLAND                     | SACO          | 0,100            | 7,51                 | 0,751             |                |
| M-4.6                                                                  | ARENA                                | M3            | 0,030            | 12,50                | 0,375             |                |
| M-4.7                                                                  | AGUA                                 | M3            | 0,010            | 0,29                 | 0,003             |                |
| M-4.8                                                                  | ADITIVO PARA IMPERMEABILIZAR MORTERO | KG            | 0,010            | 1,61                 | 0,016             |                |
|                                                                        |                                      |               |                  |                      |                   |                |
|                                                                        |                                      |               |                  |                      |                   |                |
|                                                                        |                                      |               |                  |                      |                   |                |
|                                                                        |                                      |               |                  |                      |                   |                |
|                                                                        |                                      |               |                  |                      |                   |                |
| SUBTOTAL O                                                             |                                      |               |                  |                      |                   | 1,145          |
| TRANSPORTE:                                                            |                                      |               |                  |                      |                   |                |
| CÓDIGO                                                                 | DESCRIPCIÓN                          | UNIDAD        | CANTIDAD         | TARIFA<br>TRANSPORTE | DISTANCIA<br>(km) | COSTO          |
|                                                                        |                                      |               |                  |                      |                   | -              |
|                                                                        |                                      |               |                  |                      |                   |                |
|                                                                        |                                      |               |                  |                      |                   |                |
|                                                                        |                                      |               |                  |                      |                   |                |
|                                                                        |                                      |               |                  |                      |                   |                |
|                                                                        |                                      |               |                  |                      |                   |                |
|                                                                        |                                      |               |                  |                      |                   |                |
| SUBTOTAL P                                                             |                                      |               |                  |                      |                   | -              |
| TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)                                          |                                      |               |                  |                      |                   | 6,33           |
| COSTOS INDIRECTOS %                                                    |                                      |               |                  |                      | 20,00%            | 1,27           |
| UTILIDAD %                                                             |                                      |               |                  |                      |                   | -              |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO %                                                |                                      |               |                  |                      |                   | 7,60           |
| VALOR OFERTADO                                                         |                                      |               |                  |                      | \$                | 7,60           |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2025).

## 4.2.7 Presupuesto

**Tabla 76:** Presupuesto

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE MAMPOSTERÍA DE VIVIENDA DE 1 PLANTA

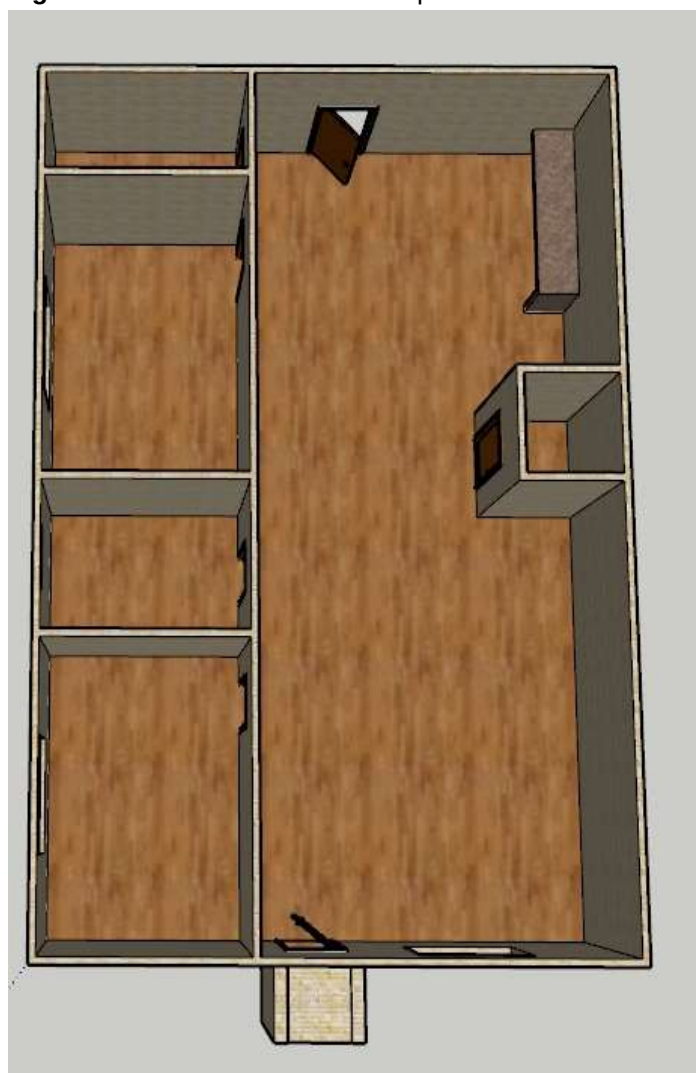
FECHA: 16/2/2025

| ITEM               | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN                                                      | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL       |
|--------------------|--------|------------------------------------------------------------------|--------|----------|-----------------|--------------------|
| <b>MAMPOSTERÍA</b> |        |                                                                  |        |          |                 |                    |
| 1                  | M-2    | EMBLOCADO DE PARED CON BLOQUE CON FIBRA DE COCO Y BAGAZO DE CAÑA | m2     | 11,21    | 110,60          | \$ 1.239,83        |
| 2                  | M-3    | ENLUCIDO INTERIOR                                                | m2     | 7,58     | 110,60          | \$ 838,35          |
| 3                  | M-4    | ENLUCIDO EXTERIOR                                                | m2     | 7,60     | 110,60          | \$ 840,56          |
|                    |        |                                                                  |        |          |                 | <b>\$ 2.918,73</b> |

Elaborado por: Errazuriz y Romero (2025).

## 4.2.8 Modelado en 3D de vivienda Empleando el Bloque Prototipo

**Figura 35:** Modelado con vista en planta de la vivienda



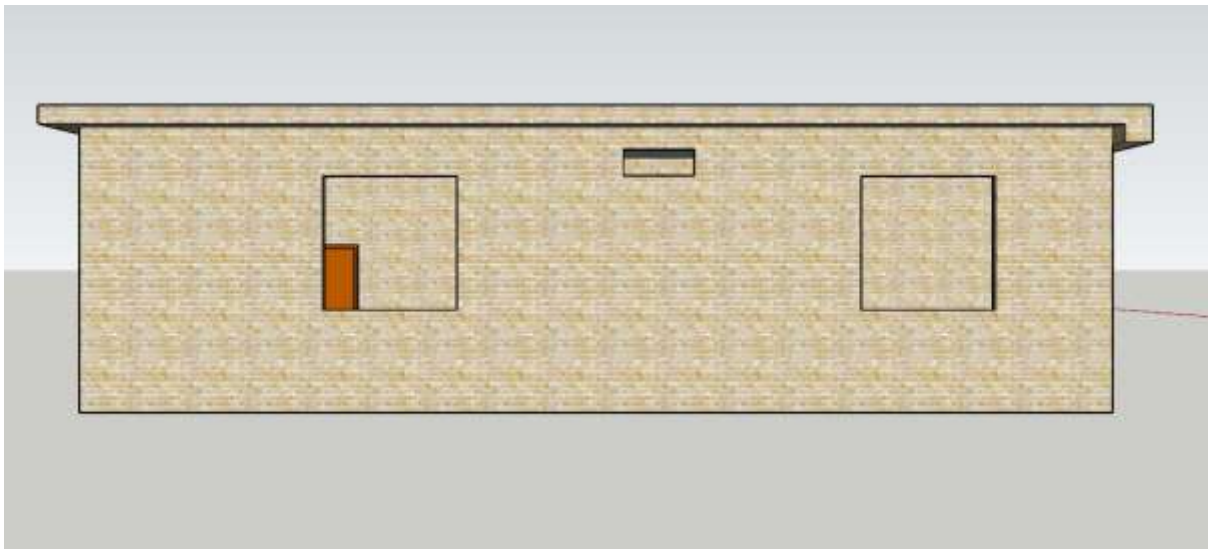
Elaborado por: Errazuriz y Romero (2025).

**Figura 36:** Modelado de fachada frontal de la vivienda



Elaborado por: Errazuriz y Romero (2025).

**Figura 37:** Modelado de fachada lateral izquierda de la vivienda



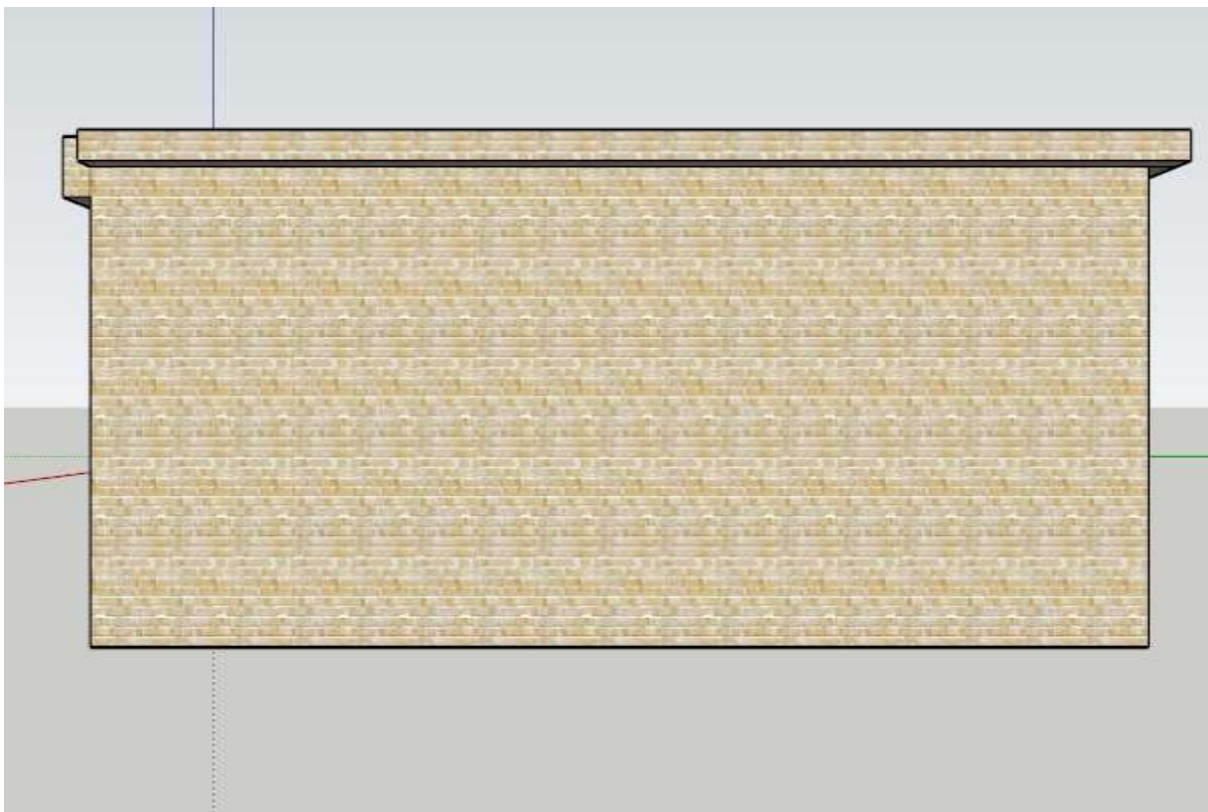
Elaborado por: Errazuriz y Romero (2025).

**Figura 38:** Modelado de fachada posterior de la vivienda



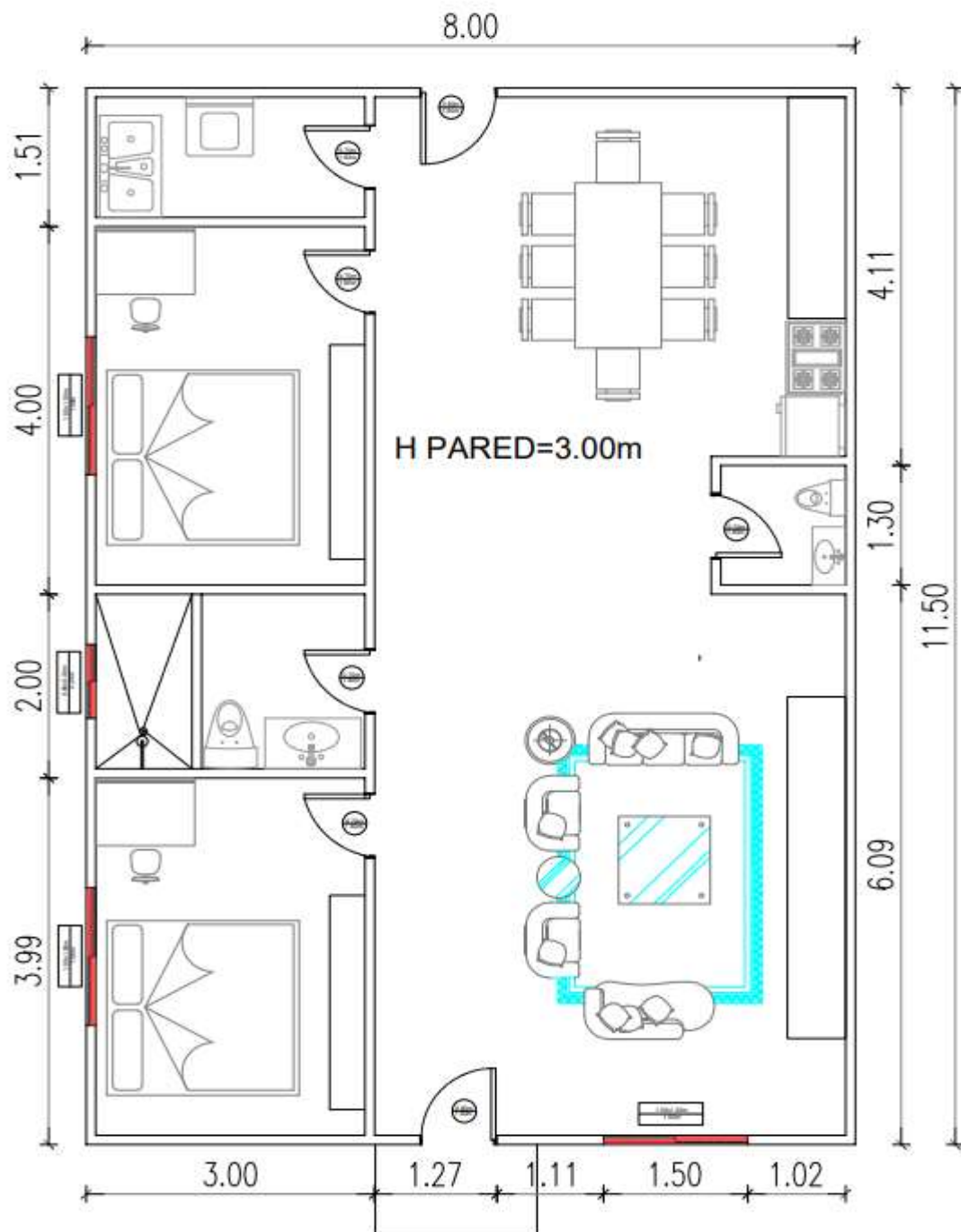
Elaborado por: Errazuriz y Romero (2025).

**Figura 39:** Modelado de fachada lateral derecha de la vivienda



Elaborado por: Errazuriz y Romero (2025).

**Figura 40:** Plano arquitectónico de la vivienda



Elaborado por: Errazuriz y Romero (2025).

## CONCLUSIONES

El bagazo de caña de azúcar y la fibra de coco mantuvieron en cantidades pequeñas y controladas mantienen la resistencia a compresión de los bloques al mismo tiempo que brindan una menor conductividad térmica en comparación con el bloque de concreto tradicional. Además, el tratamiento alcalino realizado al bagazo de caña hizo que se mejoraran sus propiedades mecánicas y adherencia a la mezcla de concreto.

Según las pruebas realizadas a los bloques la dosificación D4 fue la que mayor resistencia a compresión tuvo con resultados de bloque 1 – 2.97 MPA, bloque 2 con 3.44 MPA y bloque 3 con 3.68 MPA. La normativa de la ACI brindó una metodología de dosificación primaria, pero con los resultados de la práctica realizando los bloques, ésta se fue modificando ligeramente según la consistencia de la mezcla.

El bloque cumplió con su función de ser un aislante térmico según el ensayo de conductividad térmica, donde se obtuvo como resultado 0,902 W/m-K, esta conductividad, comprobando la hipótesis de que el bloque disminuirá la transferencia de calor a través del mismo mientras que mantiene su resistencia a compresión dentro de los valores de las normativas.

En este sentido, la incorporación de las fibras vegetales con propiedades de aislamiento térmico y resistencia mecaniza, como la fibra de coco y el bagazo de caña, hizo del bloque un material termoaislante de mampostería no estructural, siendo muy adecuado para el clima que tenemos en Guayas, realizando los tratamientos químicos a la fibra y el bagazo se pudo mejorar sus propiedades haciendo que su resistencia sea la aceptada, pero hay un problema y es con el costo del tratamiento alcalino el cual en caso de pequeña cantidad sería caro, pero diseñado en gran cantidad puede ser muy beneficioso para no solo las viviendas de interés social, sino a la población en general.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda que luego de la recolecta de los cocos para la obtención de la fibra, estos sean lavados y dejarlos secar de forma esparcida, no amontonados, ya que las cascaras de los cocos pueden contener aún parte de su pulpa junto con el agua y estos hacen que se descompongan de forma más acelerada.

Es aconsejable que en el momento de la extracción de la fibra de coco este proceso sea antes de que pasen 5 días desde su recolección, para evitar la descomposición y pérdida de material y en el momento del inicio de la extracción de la fibra, las cáscaras se deben humedecer para que la fibra sea más fácil de sacar y no lastimarla. Las fibras tienen que ser cortadas hasta tener máximo 1 cm de tal manera que en el momento de incorporarlas en la mezcla sea completamente uniforme.

Se recomienda tener cuidado con el tratamiento alcalino, ya que el hidróxido de sodio puede ser dañino para el cuerpo, ya que puede liberar vapores alcalinos altamente corrosivos, los cuales pueden irritar la piel, vías respiratorias y ojos, por lo que se recomienda siempre tener los equipos de protección que son mandil, guantes, gafas de protección y mascarillas.

Se debería considerar que, para los ensayos de granulometría, los materiales hayan pasado mínimo dos semanas en el sol, para que no se pierda mucho tiempo en la preparación de los materiales, por ejemplo, la arena. Si la arena está húmeda, para que se seque completamente en el horno deben pasar más de 72h.

Para que se obtenga una mezcla homogénea de los materiales se debe de asegurar que la dosificación sea la correcta para los bloques, dependiendo de cómo se vayan añadiendo los materiales tener cuidado con el agua, ya que para los bloques esta mezcla no debe estar muy líquida, tiene que tener una consistencia arenosa y granulosa. Por motivo de que la dosificación por el método ACI es para concreto, se debe tener cuidado con la cantidad de agua calculada, ya que suele ser más de la que el bloque necesita y en el momento en que la mezcla sea colocada en la máquina vibro compactadora o bloquera, no habrá pérdida de cemento y agua.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo de la Espriella, M. A., y Luna Velasco, M. S. (2021). Tratamientos químicos superficiales para el uso de fibras naturales en la construcción: concretos y morteros. *Monografía para optar por el título de ingenieros civiles*. Cartagena: Universidad de Cartagena.  
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.57799/11227/7913>
- Acosta, E. (19 de marzo de 2024). Ola de calor en Guayaquil está provocando malestares de salud. *Metro*. Recuperado el 10 de jul de 2024, de <https://www.metroecuador.com.ec/noticias/2024/03/19/ola-de-calor-en-guayaquil-esta-provocando-malestares-de-salud/>
- Ahmed Ali, K., Ahmad, M., y Yusup, Y. (2020). Issues, Impacts, and Mitigations of Carbon Dioxide Emissions in the Building Sector. *Sustainability*, 12(18).  
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su12187427>
- American Society for Testing Materials [ASTM]. (2009). *ASTM C 127-01: Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Densidad, la Densidad Relativa (peso específico) y la Absorción de los Áridos Gruesos*. Recuperado el 15 de may de 2024, de Scribd: <https://es.scribd.com/document/328614341/ASTM-C-127-01>
- American Society for Testing Materials [ASTM]. (s.f.). *ASTM C 128-01: Método de Ensayo para Determinar la Densidad, Densidad Relativa (Peso Específico) y Absorción de los Agregados Finos*. Recuperado el 20 de jul de 2024, de Scribd: <https://es.scribd.com/document/401062039/328614340-ASTM-C-128-01-pdf>
- American Society for Testing Materials [ASTM]. (s.f.). *ASTM C 29/C 29M - 97: Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Densidad Aparente ("peso unitario") e Índice de Huecos en los Áridos*. Recuperado el 15 de may de 2024, de Scribd: <https://es.scribd.com/document/362029309/ASTM-C29-Peso-Unitario>
- Asamblea Nacional Constituyente de Ecuador. (2008). *Constitución de la República de Ecuador*. Recuperado el 15 de jul de 2024, de Lexis: <https://www.lexis.com.ec/biblioteca/constitucion-republica-ecuador>
- Aulestia Altamirano, A. I. (ago de 2020). Análisis de factibilidad del uso de fibra de coco en la fabricación de ladrillos de cemento para construcciones de vivienda en el Ecuador. *Trabajo de grado al programa de Ingeniería Mecánica con mención en Diseño y Materiales*. Quito, Ecuador: Universidad

Internacional SEK. Obtenido de  
<http://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/3907>

Brios-Avendaño, J., Narciso-Gomez, K., Villalobos-Meneses, B., Mancha-Alvarez, V., Ramirez-Veliz, J., Solis-Tipian, M., y Gomero-Ostos, N. (2023). Utilization of coconut (Cocos nucifera) husk fiber for the manufacture of environmentally friendly packaging. *21st LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology*. Buenos Aires: Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions (LACCEI).  
<https://doi.org/https://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2023.1.1.1098>

Buelvas Arrieta , Y. A., y Díaz Reyes, L. L. (22 de feb de 2023). Caracterización de fibras del mesocarpio del coco como potencial refuerzo para la elaboración de materiales compuestos. *Trabajo de grado-Pregrado*. Universidad de Córdoba. Obtenido de  
<https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/7177>

Castillo Quimis, E. L., Mite Pezo, J. A., y Pérez Arévalo, J. J. (jul de 2019). Influencia de los materiales de la envolvente en el confort térmico de las viviendas. Programa Mucho Lote II, Guayaquil. *Revista Universidad y Sociedad*, 11(4), 303-309. Obtenido de  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202019000400303](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202019000400303)

Choez Abata, C. R. (2023). Diseño de bloques de mampostería con adición porcentual de aserrín para mejorar sus características mecánicas. *Diseño de bloques de mampostería con adición porcentual de aserrín para mejorar sus características mecánicas*. Recuperado el 15 de feb de 2025, de  
<https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/5249/1/Choez%20Abata%20Cristhian%20Rub%C3%A9n.pdf>

Código Orgánico del Ambiente [COA]. (2017). *Código Orgánico del Ambiente*. Recuperado el 16 de jul de 2024, de Lexis:  
<https://www.lexis.com.ec/biblioteca/codigo-organico-ambiente>

Cordero Estévez, G. D., Cárdenas Gutiérrez, J. A., y Rojas Suárez, J. P. (2022). *Diseño de mezclas de concreto aplicando el método ACI*. Editorial-UFPS. Obtenido de <https://libros.ufps.edu.co/index.php/editorial-ufps/catalog/book/25>

Godoy-Vaca, L., Vallejo-Coral, E. C., Martínez-Gómez, J., Orozco, M., y Villacreses, G. (2021). Predicted Medium Vote Thermal Comfort Analysis Applying Energy Simulations with Phase Change Materials for Very Hot-Humid Climates in Social Housing in Ecuador. *Sustainability*, 13(3).  
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su13031257>

Guillen Herrera, O. W. (Abr de 2022). Caracterización fisicoquímica preliminar para potenciales usos como material de construcción del bagazo de caña de

- azúcar industrial del valle del Chira y artesanal del distrito de Montero, Ayabaca, Piura. *Información Tecnológica*, 33(2), 247-258.  
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642022000200247>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. (2011). *NTE INEN 872: Áridos para hormigón. Requisitos*. Recuperado el 10 de may de 2024, de Scribd: <https://es.scribd.com/document/515214336/NTE-INEN-872-2011-Aridos-Hormigon-Requisitos>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. (2014). *NTE INEN 638: Bloques huecos de hormigón. Definiciones, clasificación y condiciones generales*. Recuperado el 12 de may de 2024, de Scribd: <https://es.scribd.com/document/291863521/Nte-Inen-638>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. (2016). *NTE INEN 3066: Bloques de Hormigón. Requisitos y métodos de ensayo*. Recuperado el 10 de may de 2024, de Vipresa: [https://vipresa.com.ec/wp-content/uploads/2019/02/nte\\_inen\\_3066.pdf](https://vipresa.com.ec/wp-content/uploads/2019/02/nte_inen_3066.pdf)
- Internacional Organization for Standardization [ISO]. (1991). *ISO 8302.- Standard Test Method for Steady-State Heat Flux Measurements and Thermal Transmission Properties by Means of the Guarded-Hot-Plate Apparatus*. Recuperado el 25 de may de 2024, de iTeh Standards: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/15422/a3c9a98d950c42759402e90ecde17762/ISO-8302-1991.pdf>
- Jácome-Pilco, C. R., García-Culqui, R. M., Guevara-Narváez, L. A., y Moreta-Guangasi, T. Y. (2 de May de 2023). Revalorización del bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) como residuo importante para la agroindustria. *593 Digital Publisher CEIT*, 8(3), 134-148.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.33386/593dp.2023.3.1661>
- Johansson, E., Yahia, M. W., Arroyo, I., y Bengs, C. (2018). Outdoor thermal comfort in public space in warm-humid Guayaquil, Ecuador. *International Journal of Biometeorology*, 62, 387-399.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1007%2Fs00484-017-1329-x>
- Lin Chen, Zhonghao Chen, Zhuolin Xie, Lilong Wei, Jianmin Hua, Lepeng Huang, y Pow-Seng Yap. (2023). Recent developments on natural fiber concrete: A review of properties, sustainability, applications, barriers, and opportunities. *Developments in the Built Environment*, 16.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.dibe.2023.100255>
- López, V. (16 de marzo de 2024). *Aumentan las afecciones en la piel por olas de calor en Guayaquil*. Expreso. Recuperado el 17 de jun de 2024, de <https://www.expreso.ec/guayaquil/aumentan-afecciones-piel-olas-calor-193749.html>

- Miller, S. A., Habert, G., Myers, R. J., y Harvey, J. T. (2021). Achieving net zero greenhouse gas emission in the cement industry via value chain mitigation strategies. *One Earth*, 4(10), 14.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.09.011>
- Ministerio de energía y recursos naturales no renovables. (2020). Balance Energético Nacional. (1), 12-172.
- Montenegro, M., Campozano, L., Urdiales-Flores, D., Maisincho, L., Serrano-Vicenti, S., y Borbor-Cordova, M. J. (31 de ene de 2022). Assessment of the Impact of Higher Temperatures Due to Climate Change on the Mortality Risk Indexes in Ecuador Until 2070. *Frontiers in Science*, 9.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.3389/feart.2021.794602>
- Montoya Murillo, L. (2024). Residuos vegetales de Banano (*Musa x paradisiaca* L), coco (*Cocos nucifera* L) y caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L) para la obtención de fibras textiles. *Trabajo de titulación*. Babahoyo, Los Ríos, Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo. Recuperado el 13 de jul de 2024, de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/17033>
- Núñez Naranjo, P., Palacios Pérez, F., y Armijos Mena, S. (4 de Abr de 2023). ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN MATERIAL COMPUESTO CON POLIETILENO DE TEREFTALATO PARA LA FABRICACIÓN DE BLOQUES. *Instituto Superior Tecnológico Tsachila, Mecánica Industrial, Santo Domingo, Ecuador*, 1(29).  
<https://doi.org/https://doi.org/10.47187/perf.v1i29.206>
- Openstax College Physics. (s.f.). *Openstax College Physics*. Recuperado el 18 de ago de 2024, de Conduction: <https://openstax.org/books/college-physics/pages/14-5-conduction?query=thermal%20conductivity&target=%7B%22index%22%3A0%2C%22type%22%3A%22search%22%7D#import-auto-id3062885>
- Pozo Morales, A. R. (2019). Materiales compuestos con fibras naturales. *Tesis (Doctoral)*. Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.55053>
- Rajapakse, A. M., Mudunkotuwa, D. Y., Sanjula, S. N., Nishantha, K., y Bandara, T. R. (31 de may de 2022). Cement and Clay Bricks Reinforced with Coconut Fiber and Fiber Dust. *Advances in Technology*, 2(3), 233-248.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.31357/ait.v2i3.5534>
- Rambabu, N., Panthapulakkal, S., Sain, M., y Dalai, A. K. (2016). Production of nanocellulose fibers from pinecone biomass: Evaluation and optimization of chemical and mechanical treatment conditions on mechanical properties of nanocellulose films. *Industrial Crops and Products*, 83, 746-754.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.11.083>

- Ribeiro, B., Uchiyama, T., Tomiyama, J., Yamamoto, T., y Yamashiki, Y. (2020). Development of Interlocking Concrete Blocks with Added Sugarcane Residues. *Fibers*, 8(10). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/fib8100061>
- Ripoll Puentes, A., y Yepes Ayola, E. (2023). Análisis de los sistemas de aislamiento térmico en edificaciones residenciales de hormigón. *Trabajo de grado-pregrado*. Cartagena, Colombia: Universidad de Cartagena. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.57799/11227/12053>
- San Andrés Zevallos, G. I., Aguilar-Sierra, S., y Graziella, B. (sept de 2023). Morphological, physical, and chemical characterization of coconut residues in Ecuador. *Heliyon*, 9(9). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19267>
- Shadheer Ahamed, M., Ravichandran, P., y Krishnaraja, A. (2021). Natural Fibers in Concrete – A Review. *IOP Science*, 1055. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1055/1/012038>
- Souza, P. L., Eires, R., y Malheiro, R. (2023). Sugarcane Bagasse as Aggregate in Composites for Building Blocks. *Energies*, 16(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/en16010398>
- Vallejo Naranjo, A. C., y Guerrero Luzuriaga, S. A. (27 de may de 2024). Obtención de fibras textiles, a partir del bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) generado en la industria panelera del cantón Echeandia. *Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Agroindustrial*. Riobamba, Chimborazo, Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo. Recuperado el 16 de jul de 2024, de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/13058>
- Villacís Troncoso, M., Luna Hermosa, G., Velastegui Zambrano, E., Santacruz, W. A., Zuñiga Morales, P., Nates Pasaje, J. D., y Orbe Pinchao, L. (2020). Dosificación para elaborar bloques huecos de hormigón que cumplan con la actual NTE INEN 3066. *Revista Tecnológica-ESPOL*, 32(1), 7. <https://doi.org/https://doi.org/10.37815/rte.v32n1.688>
- Zambrano Murillo, C., Hechavarría Hernández, J. R., y Vázquez, M. L. (2020). Multicriteria Analysis in the Proposed Environmental Management Regulations for Construction in Aurora, Guayas, Ecuador. *Advances in Artificial Intelligence, Software and Systems Engineering*, 965. [https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-20454-9\\_10](https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-20454-9_10)

## ANEXOS

**Anexo 1:** Elaboración del bloque del ensayo de conductividad térmica



**Anexo 2:** Incorporación de fibra de coco al bloque del ensayo de conductividad térmica



**Anexo 3:** Bloque de muestra para el ensayo de conductividad térmica



**Anexo 4:** Cantidad de agua para el refrentado de los bloques



**Anexo 5:** Cantidad de cemento para el refrentado de los bloques



**Anexo 6:** Refrentado de los bloques



**Anexo 7:** Máquina de ensayo de resistencia a compresión



**Anexo 8:** Falla del bloque 1 de la dosificación 3



**Anexo 9:** Falla del bloque 3 de la dosificación 3



**Anexo 10:** Falla del bloque 1 de la dosificación 2

