



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

DEPARTAMENTO DE POSGRADO

**MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GESTIÓN DE LA
CONSTRUCCIÓN**

TRABAJO DE TITULACIÓN

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
MAGÍSTER EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GESTIÓN DE LA
CONSTRUCCIÓN**

TEMA:

**“DISEÑO DE BLOQUE CON MORTERO QUE ADICIONA FIBRAS VEGETALES
TRATADAS CON HIDRÓXIDO DE SODIO EVALUANDO EL DESEMPEÑO
AMBIENTAL Y MECÁNICO.”**

AUTORA:

LIZ SCARLETT SANTACRUZ FIGUEROA

TUTOR:

MG. ALEX BOLIVAR SALVATIERRA ESPINOZA

GUAYAQUIL –ECUADOR

2024

FICHA SENESCYT



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO Y SUBTÍTULO: Diseño de bloque con mortero que adiciona fibras vegetales tratadas con hidróxido de sodio evaluando el desempeño ambiental y mecánico.	
AUTOR/ES: Santacruz Figueroa Liz Scarlett	REVISORES O TUTORES: Mg. Salvatierra Espinoza Alex Bolívar.
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	Grado obtenido: Maestría en Ingeniería Civil con Mención en Gestión de la Construcción
DEPARTAMENTO DE POSGRADO: Maestría en Ingeniería Civil con Mención en Gestión de la Construcción	COHORTE: II
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2024	N. DE PAGS: 115
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción.	
PALABRAS CLAVES: Fibra natural, Hormigón, Fibra sintética, Contaminación ambiental, Elemento estructural (construcción) Desarrollo sostenible.	
RESUMEN: <p>Un análisis de nuevos materiales para la construcción, como las fibras naturales de origen vegetal como animal, radica principalmente por sus características físicas, químicas y mecánicas, lo cual le otorga cualidades como la textura, resistencia, aspecto, longitud y flexibilidad. (Rendón y Neyra, 2020). Es por ello, que se ha implementado su uso en el diseño de un hormigón como material amigable con el ambiente expresamente para la fabricación de bloques de construcción.</p> <p>La aplicación de estos elementos estructurales es muy variada en la construcción como muros de carga y viviendas o como material en carreteras, reduciendo la mano de obra, costos de transporte, contaminación acústica y resistencia al fuego. (Anónimo, Poyatos, 2023). Pese a que todo material de</p>	

construcción a emplear tiende a generar impactos al medio, se deberá mitigar y considerar la correcta gestión de residuos peligrosos, desde el uso de procesos productivos menos contaminantes como un correcto reciclaje o reutilización de desechos, por medio del cual se pueden crear nuevos productos que cumplan una necesidad específica.

Es por eso, que se detalla el diseño y análisis de la problemática fundamental que atañe y conlleva la fabricación de los bloques realizando el desarrollo teórico y referencial del tema propuesto determinando la población y la muestra, para así obtener los resultados con base en los parámetros predestinados a calcular mediante la elaboración de encuestas acerca del prototipo propuesto.

Y con el análisis de resultados como respuesta a la hipótesis planteada, a partir de mediciones o datos resultantes, por lo que la interpretación de esos resultados será con relación a todo aquello que se conoce del problema, obteniendo la viabilidad o no de la propuesta útil de los bloques con mortero que adiciona fibras vegetales tratadas con hidróxido de sodio.

N. DE REGISTRO (en base de datos):		N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			
ADJUNTO PDF:	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: Santacruz Figueroa Liz Scarlett	Teléfono: 0995185138	E-mail: liz.santacruz@hotmail.com	
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Mg. Ing. Civil Kleber Alberto Moscoso Riera Teléfono: (04)2596500 Ext. 170 E-mail: kmoscosor@ulvr.edu.ec Coordinador de Maestría Mg. Eva Marjoriet Guerrero López, PhD. Teléfono: (04)2596500 Ext. 170 E-mail: eguerrerol@ulvr.edu.ec Directora del Departamento de Posgrado		

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación se lo quiero dedicar principalmente A Dios, por ser el Gran Ser inspirador, protector, incomparable por sobre todas las cosas. A Él, que me otorga la fortaleza para avanzar paso a paso en mis metas y sueños. A Él que me da la vida, para poder ser mi mejor versión aquí en el mundo. Y que gracias a Él puedo convertirme en esa guerrera frente a las adversidades de la vida.

A mi Ángel de la Guarda, mi PADRE, que dolorosamente para mí, Diosito lo llamó un 04 de julio de 2018, pero JAMÁS puedo ni podré olvidar sus enseñanzas, consejos y testimonio de vida, él se convirtió en mi HÉROE aquí en la Tierra. Su mayor virtud era su Sonrisa ante todas las circunstancias, convirtiéndose así en una persona mágica e inolvidable, de la cual sin importar los años que pasen sin Ti, en mi corazón permanecerás siempre cerca y envuelto de mi amor.

A mi segundo Ángel de la Guarda, mi MADRE, que es una mujer virtuosa, fuerte, ejemplo digno de imitar, por su amor, dedicación, trabajo y sacrificio en todos estos años, y más loable desde que perdimos físicamente a mi papito, ella ha sido mi apoyo en este camino duro y cada logro al llegar hasta aquí, siempre Ella en cada momento, por lo que no hay palabras suficientes para describir que has sido mi guía, mi inspiración y mi roca en cada aspecto de mi vida, tanto espiritualmente como profesionalmente.

A mi hermano menor, Pedrito, por siempre estar presente, acompañándome en cada etapa de mi vida, por ser muy dedicado en su carrera de Medicina, por motivarme con su ejemplo de que todo sacrificio tiene su recompensa, y más porque siempre mantiene a Dios en su corazón. A ti hermanito porque te admiro y te dedico cada uno de mis triunfos, ya que ahora te has convertido en el representante de nuestro papito.

A Francisco Cruz, mi amigo, mi confidente, a esa personita profesional, íntegra y valuable que me ha motivado a avanzar, siendo un ejemplo constante en el amor a Dios. A Rodrigo Carrión, por su amistad y su apoyo total en varios aspectos de mi vida. A Jonathan Pantoja que, sin dudas se ha convertido en ese amigo que forma parte de mi familia y que lo admiro y le deseo lo mejor del mundo. Y a mi Novio Martín Fierro, que desde el día 01 ha sido mi cimentación en mi Conexión con Dios y conmigo misma, el que me inspira a ser mejor profesional y a la vez mejor hija para Dios.

Liz Scarlett Santacruz Figueroa.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios, ya que sin Él no hubiera sido posible esto, ya que siempre se presentan problemas, más sin embargo su amor tan grande y bondad infinita, me han enseñado en nunca rendirme ni perder la fe ni la esperanza, y aún con pruebas en el camino, se aprende de los errores tratando de ser un mejor ser humano creciendo en diferentes aspectos.

Quiero extender mi infinita gratitud hacia el Cielo porque allí se encuentra el ser de luz más bonito que pude conocer en esta vida, y ese eres TÚ papito lindo, de verdad gracias y mil gracias por haberme permitido compartir contigo 23 años de mi vida, este logro es para ti que siempre estuviste orgulloso de tus hijos, gracias por ser el padre que jamás se rindió ante las adversidades, el héroe que me enseñó a vivir la vida disfrutando cada cosa que hacía como lo es la Música y la Ingeniería civil, agradecerte por ser una persona íntegra en todos los aspectos llena de valores.

Gracias mamita, por estar presente no sólo en esta etapa tan importante, sino en cada momento de mi vida, ofreciéndome lo mejor y demostrándome que siempre hay que tener por sobre todo el amor a Dios, gracias mamita por ser mi apoyo constante, mi fuente inagotable de sabiduría, mi faro de esperanza, gracias por tus palabras de aliento e innumerables momentos mágicos y felices. Mi Querida mamita, gracias por tu sabiduría y apoyo incondicional, que han sido fundamentales en este proceso, por lo que estoy infinitamente agradecida.

Gracias hermanito querido, por tus anécdotas, planes, momentos de estrés y por tus chistes. Gracias por ser un estudiante destacado y un hombre de corazón noble entregado a Dios. Tus constantes guardias y esfuerzos diarios han sido un ejemplo notable de sacrificio cuando uno hace lo que ama. Gracias por ser el niño que siempre me hace reír con sus mensajitos de aliento o sus stickers de buen humor.

Gracias Panchito y a tu mamita, por su apoyo y por impulsarme siempre a ser mejor. Gracias Jonathan por siempre motivarme y ayudarme muchas veces a tomar el riesgo de continuar y de dar el salto a nuevas experiencias o retos en mi vida, de verdad valoro muchísimo que estés en mi vida.

Gracias a mi Novio y su linda familia por abrirme las puertas de su corazón y por ser super transparentes conmigo y Gracias a mi tutor y coordinador de maestría, por siempre ser una guía en este proyecto de titulación, gracias por demostrarme con su ejemplo. el arduo trabajo, al ser profesionales admirables, íntegros y muy destacables.

Liz Scarlett Santacruz Figueroa

IMPRESIÓN DE INFORME ANTIPLAGIO

T-ULVR-2023 LSSF síntesis 1.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%	6%	2%	1%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRINCIPALES

1	repositorio.ulvr.edu.ec Fuente de Internet	2%
2	repositorio.ucsg.edu.ec Fuente de Internet	1%
3	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	1%
4	pdfslide.tips Fuente de Internet	1%



Firmado electrónicamente por:
**ALEX BOLIVAR
SALVATIERRA
ESPINOZA**

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias: < 1%

Excluir bibliografía

Activo

Firma: _____

MG. ALEX BOLIVAR SALVATIERRA ESPINOZA

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Guayaquil, 16 de febrero de 2024.

Yo, LIZ SCARLETT SANTACRUZ FIGUEROA, declaro bajo juramento, que la autoría del presente trabajo me corresponde totalmente y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo mis derechos de autor a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establecido por las normativas Institucionales vigentes.

Firma:



LIZ SCARLETT SANTACRUZ FIGUEROA

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR DE LA TESIS

Guayaquil, 16 de febrero de 2024.

Certifico que el trabajo titulado Diseño de bloque con mortero que adiciona fibras vegetales tratadas con Hidróxido de Sodio evaluando el desempeño ambiental y mecánico ha sido elaborado por Liz Scarlett Santacruz Figueroa bajo mi tutoría, y que el mismo reúne los requisitos para ser defendido ante el tribunal examinador que se designe al efecto.



Firma: _____

MG. ALEX BOLIVAR SALVATIERRA ESPINOZA

Resumen Ejecutivo

Un análisis de nuevos materiales para la construcción, como las fibras naturales de origen vegetal como animal, radica principalmente por sus características físicas, químicas y mecánicas, lo cual le otorga cualidades como la textura, resistencia, aspecto, longitud y flexibilidad. (Rendón y Neyra, 2020). Es por ello, que se ha implementado su uso en el diseño de un hormigón como material amigable con el ambiente expresamente para la fabricación de bloques de construcción.

La aplicación de estos elementos estructurales es muy variada en la construcción como muros de carga y viviendas o como material en carreteras, reduciendo la mano de obra, costos de transporte, contaminación acústica y resistencia al fuego. (Anónimo, Poyatos, 2023). Pese a que todo material de construcción a emplear tiende a generar impactos al medio, se deberá mitigar y considerar la correcta gestión de residuos peligrosos, desde el uso de procesos productivos menos contaminantes como un correcto reciclaje o reutilización de desechos, por medio del cual se pueden crear nuevos productos que cumplan una necesidad específica.

Es por eso, que se detalla el diseño y análisis de la problemática fundamental que atañe y conlleva la fabricación de los bloques realizando el desarrollo teórico y referencial del tema propuesto determinando la población y la muestra, para así obtener los resultados con base en los parámetros predestinados a calcular mediante la elaboración de encuestas acerca del prototipo propuesto.

Y con el análisis de resultados como respuesta a la hipótesis planteada, a partir de mediciones o datos resultantes, por lo que la interpretación de esos resultados será con relación a todo aquello que se conoce del problema, obteniendo la viabilidad o no de la propuesta útil de los bloques con mortero que adiciona fibras vegetales tratadas con hidróxido de sodio.

Palabras Claves: Fibra natural, Hormigón, Fibra sintética, Contaminación ambiental, Elemento estructural (construcción), Desarrollo sostenible.

Abstract

An analysis of new materials for construction, such as natural fibers of vegetable and animal origin, is based mainly on their physical, chemical and mechanical characteristics, which give them qualities such as texture, resistance, appearance, length and flexibility (Rendón and Neyra, 2020). For this reason, its use has been implemented in the design of concrete as an environmentally friendly material specifically for the manufacture of building blocks.

The application of these structural elements is very varied in construction as load-bearing walls and housing or as a material in roads, reducing labor, transportation costs, noise pollution and fire resistance (Anonymous, Poyatos, 2023). Despite the fact that all construction materials tend to generate environmental impacts, the correct management of hazardous waste must be mitigated and considered, from the use of less polluting production processes to the correct recycling or reuse of waste, through which new products can be created to meet a specific need.

That is why, the design and analysis of the fundamental problem that concerns and involves the manufacture of the blocks is detailed, carrying out the theoretical and referential development of the proposed topic, determining the population and the sample, in order to obtain the results based on the parameters predestined to be calculated by means of the elaboration of surveys about the proposed prototype.

And with the analysis of results as an answer to the hypothesis raised, from measurements or resulting data, so that the interpretation of these results will be in relation to everything that is known about the problem, obtaining the feasibility or not of the useful proposal of the blocks with mortar that adds vegetable fibers treated with sodium hydroxide.

Keywords: Natural fiber, Concrete, Synthetic fiber, Environmental pollution, Structural element (construction), Sustainable development.

INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Título.....	3
1.2. Planteamiento del Problema.....	3
1.3. Formulación del problema.....	3
1.4. Sistematización del problema.	4
1.5. Delimitación de problema.	4
1.6. Línea de Investigación Institucional/Facultad.	4
1.7. Objetivos.....	4
1.7.1. Objetivo general	4
1.7.2. Objetivos específicos	4
1.8. Justificación de la Investigación.	5
1.9. Idea a defender.....	6
1.10. Variables.....	6
CAPÍTULO II.....	7
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1. Marco Teórico referencial.	7
2.2. Marco histórico	8
2.2.1. Evolución del mortero.	8
2.3. Marco Conceptual.	10
2.3.1. Definición de bloque.	10
2.3.2. Tipos de bloques de construcción.....	10
2.3.3. Características y dimensiones de los bloques de construcción.....	11
2.3.4. Ventajas de los bloques de construcción.	12
2.3.5. Desventajas de los bloques de construcción.....	13
2.3.6. Sostenibilidad de los materiales.	13
2.3.7. Importancia de los bloques en la construcción.	13
2.3.8. Hormigón.....	13
2.3.9. Fibras Naturales Vegetales.	14

2.3.10. Usos y aplicaciones de las fibras naturales vegetales.....	16
2.3.11. Ventajas de las fibras naturales vegetales.....	16
2.3.12. Hidróxido de Sodio.....	17
2.3.13. Revestimiento exterior.....	17
2.3.14. Desempeño Ambiental.	17
2.3.15. Desempeño Mecánico.....	18
2.3.16. Análisis del Ciclo de Vida (GWP).	18
2.4. Marco Legal o Normativo	19
CAPÍTULO III.....	20
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	20
3.1. Metodología	20
3.2. Enfoque de la investigación.....	20
3.3. Tipo de Investigación.....	20
3.4. Técnicas de investigación	21
3.4.1. Población, muestra y recolección de datos.	22
3.4.2. Método de Experimentación.....	38
CAPÍTULO IV	53
INFORME TÉCNICO- PROPUESTA	53
4.1. Análisis Granulométrico del Agregado Grueso.	53
4.2. Análisis Granulométrico del Agregado Fino.....	55
4.3. Masa Volumétrica de Materiales.	57
4.4. Fraguado del Cemento (Método Vicat)	57
4.5. Ensayo de Resistencia a la Compresión Simple.	58
4.6. Gráfico de Resistencia vs Densidad.....	62
4.7. Análisis Económico de la Propuesta.	66
4.7.1. Costos de Materiales usados para los Cilindros y los respectivos ensayos.....	66
4.8. Encofrado para el prototipo de bloque con mortero que adiciona fibras vegetales con dimensiones de 40x20x10 cms.....	72
4.9. Fabricación y Preparación de la mezcla de la dosificación de 50% de Fibra de Abacá para el bloque de 40 x 20 x 10 cms y 40x20x15 cms.	74

4.10. Ensayos en el bloque de 40x20x15 cms. con la dosificación del 50 % de fibra de abacá.	76
4.10.1. Ensayo de absorción en los bloques de construcción:	77
4.10.2. Ensayo de permeabilidad a los bloques de concreto.	78
4.10.3. Ensayo de conductividad térmica a los bloques de construcción.	78
4.10.4. Análisis de Ciclo de Vida aplicado a las Fibras Naturales Vegetales. .	79
4.10.5. Ensayo de aislación acústica.	84
4.11. Instalación de los bloques de construcción.	85
4.12. Imagen referencial de la aplicación de los bloques de construcción como revestimiento exterior de una vivienda.	88
CONCLUSIONES	89
RECOMENDACIONES	92
BIBLIOGRAFÍA	93

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 <i>Bloque de construcción hueco típico en Ecuador con medidas 7cm x 20cm x 40cm.</i>	12
Ilustración 2 <i>Bloque de construcción sólido de hormigón para todo tipo de muros, por su fácil colocación</i>	13
Ilustración 3 <i>Fibra natural de Banano obtenida del tallo del plátano.</i>	15
Ilustración 4 <i>Fibra natural de Coco extraída de las cáscaras de coco.</i>	15
Ilustración 5 <i>Fibra natural de Abacá extraída del tallo de la planta.</i>	16
Ilustración 6 <i>Estructura para un ACV presente en la Norma ISO 14044.</i>	18
Ilustración 7 <i>Ferretería Bellavista y Materiales usados en el Laboratorio de la UCSG.</i>	40
Ilustración 8 <i>Cilindros y materiales listos para realizar las mezclas M1, M2 y M3.</i>	47
Ilustración 9 <i>Balanza gramera electrónica para pesar los materiales a emplear.</i>	47
Ilustración 10 <i>Medición del peso de la grava (agregado grueso), arena (agregado fino), cemento, agua, aditivo y fibras en la balanza gramera.</i>	48
Ilustración 11 <i>Medición del peso de las fibras naturales, aditivos, agua en la balanza gramera.</i>	48
Ilustración 12 <i>Fibras de Coco-proceso de limpieza, homogeneidad y dimensión. ...</i>	48
Ilustración 13 <i>Proceso de tratamiento de las fibras de Coco y fibras de banano.</i>	48

Ilustración 14 <i>Fibras de coco, fibras de abacá y fibras de banano y compra del Hidróxido de Sodio al 3% para tratar las fibras vegetales.</i>	49
Ilustración 15 Se mezclan todos los materiales según la dosificación diseñada.	49
Ilustración 16 <i>Mezcla de todos los materiales para la composición del diseño de un hormigón y adición de la cantidad de agua de forma gradual.</i>	49
Ilustración 17 Cilindros con dimensiones según la normativa regulados para el ensayo de resistencia a la compresión simple antes del curado.	50
Ilustración 18 Se obtienen los pesos, dimensiones y curado de los cilindros.....	50
Ilustración 19 Fuerza en Kilo Newton a los 7 días de ensayo de un hormigón tradicional, de la muestra al 100% de fibra de banano, ensayo de la muestra al 50% de fibra de coco, 100% de fibra de coco y 50% de fibra de abacá.	50
Ilustración 20 Fuerza en Kilo Newton a los 14 días de ensayo de la muestra de hormigón tradicional, 50% de fibra de banano, 100% de fibra de banano, hormigón al 50% de fibra de coco, 100% de fibra de coco y 50% de fibra de abacá.....	51
Ilustración 21 Fuerza en Kilo Newton a los 14 días de ensayo de la muestra de 100% de fibra de abacá, a los 28 días de la muestra de hormigón tradicional, al 50% de fibra de banano y 100% de fibra de banano.....	51
Ilustración 22 Fuerza en KN a los 28 días de ensayo de la muestra al 50% de fibra de coco y 100% de fibra de coco, 50% de fibra de abacá y 100% de fibra de abacá.....	51
Ilustración 23 Ensayo de aplicación del ensayo de resistencia para un hormigón tradicional (3 cilindros a los 7 días, a los 14 días y 28 días).....	51
Ilustración 24 Ensayo de aplicación del ensayo de resistencia para un hormigón con fibras de coco al 50 y 100% (3 cilindros a los 7 días, a los 14 días y 28 días). .	51
Ilustración 25 Ensayo de aplicación del ensayo de resistencia para un hormigón con fibras de banano al 50 y 100% (3 cilindros a los 7 días, a los 14 días y 28 días).	52
Ilustración 26 Ensayo de aplicación del ensayo de resistencia para un hormigón con fibras de abacá al 50 y 100% (3 cilindros a los 7 días, a los 14 días y 28 días).	52
Ilustración 27 Ensayo de aplicación del ensayo de resistencia a las muestras.	52
Ilustración 28 Medición y corte de las piezas para la fabricación del encofrado.	73
Ilustración 29 Proceso de pega de piezas para el encofrado.....	73

Ilustración 30 Perfil longitudinal del encofrado terminado y Vista lateral en donde crearon sujetadores para cuando fragüe el hormigón en el encofrado.	73
Ilustración 31 Encofrado terminado y sus placas, sujetadores y pinzas que actúan para confinar el material.....	73
Ilustración 32 Encofrado dividido en dos partes: la interna que es para dar la sección al bloque hueco y la externa que define sus dimensiones comerciales.....	73
Ilustración 33 <i>Materiales según la dosificación pesados en una balanza gramera.</i>	74
Ilustración 34 <i>Mezcla de materiales acorde a la dosificación al 50% de fibra de abacá.</i>	74
Ilustración 35 <i>Cantidad porcentuada de agua en la mezcla de dosificación.</i>	74
Ilustración 36 Bloque de 40x20x10 cms con la dosificación M2.....	75
Ilustración 37 Implantación de la ubicación de Ladri Bloc.....	75
Ilustración 38 Búsqueda de lugares que fabrican ladrillos y bloques de construcción.	75
Ilustración 39 Proceso de fabricación de los bloques de construcción.....	76
Ilustración 40 Medición de las dimensiones de los bloques de construcción de 40x20x15 cms, las áreas internas huecas son de 10 x 10 cm y el espesor de 2.5 mm.....	76
Ilustración 41 Bloques de 40x20x15 cms con fibras de coco, abacá y de banano con la dosificación al 50% de fibras naturales y 50% árido grueso.....	76
Ilustración 42 Cantidad de energía transmitida, energía absorbida y energía reflejada.	84
Ilustración 43 Aparejo corriente de junta trabada; aparejo de juntas verticales en forma continua, aparejo sistemático en una dirección y distancia preestablecida de modo de formar resaltos.	85
Ilustración 44 Aparejo utilizando bloques de dimensiones homogéneas con junta vertical continua y en el segundo caso se combina con bloques de 39x19x19 intercalando los bloques en cada hilada	85
Ilustración 45 Herramientas para la correcta colocación de los bloques, colocación del mortero y primera hilada- línea de referencia sobre el cimiento.....	86
Ilustración 46 Construcción de las esquinas de los bloques y bloque de cierre.	87
Ilustración 47 Bloque de cierre.....	87
Ilustración 48 Imagen referencial de la aplicación de los bloques de construcción como revestimiento exterior de una vivienda.	88

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Tipo de Sexo de los encuestados.....	27
Gráfico 2 Rango de Edad de encuestados	28
Gráfico 3 Resultados de la pregunta 1 de la encuesta.	29
Gráfico 4 Resultados de la pregunta 2 de la encuesta.	29
Gráfico 5 Resultados de la pregunta 3 de la encuesta.	30
Gráfico 6 Resultados de la pregunta 4 de la encuesta	31
Gráfico 7 Resultados de la pregunta 5 de la encuesta.	31
Gráfico 8 Resultados de la pregunta 6 de la encuesta.	32
Gráfico 9 Resultados de la pregunta 7 de la encuesta	33
Gráfico 10 Resultados de la pregunta 8 de la encuesta	34
Gráfico 11 Resultados de la pregunta 9 de la encuesta	34
Gráfico 12 Resultados de la pregunta 10 de la encuesta	35
Gráfico 13 Curva de Distribución Granulométrica	55
Gráfico 14 Curva de Distribución Granulométrica	57
Gráfico 15 Curva de Distribución Granulométrica con los límites de la normativa.	57
Gráfico 16 Gráfico Tiempo vs Profundidad.....	58
Gráfico 17 Relación entre la Resistencia vs Densidad.....	62
Gráfico 18 Resistencia vs Tiempo de un hormigón tradicional comparadas a las muestras al 50% de cada una de las fibras.	64
Gráfico 19 Resistencia vs Tiempo de un hormigón tradicional comparadas a las muestras al 100% de cada una de las fibras.	65
Gráfico 20 Cantidad de scucha para la producción.....	66
Gráfico 21 Cantidad de Materiales para la producción.	67
Gráfico 22 Cantidad de Materiales para la producción.	68
Gráfico 23 Número de pieza de bloque de 40x20x10 cms y 40x20x15 cms.	70
Gráfico 24 Costo Unitario por bloque de 40x20x10 cms y 40x20x15 cms.	70
Gráfico 25 Comparativo de resultado de GWP.....	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación de los bloques huecos según su uso	11
Tabla 2 Dimensiones de los bloques	12
Tabla 3 Resultados pregunta 1.	27
Tabla 4 Resultados pregunta 2.	28

Tabla 5 Resultados pregunta 1 de la encuesta.....	28
Tabla 6 Resultados pregunta 2 de la encuesta.....	29
Tabla 7 Resultados pregunta 3 de la encuesta.....	30
Tabla 8 Resultados pregunta 4 de la encuesta.....	30
Tabla 9 Resultados pregunta 5 de la encuesta.....	31
Tabla 10 Resultados pregunta 6 de la encuesta.....	32
Tabla 11 Resultados pregunta 7 de la encuesta.....	33
Tabla 12 Resultados pregunta 8 de la encuesta.....	33
Tabla 13 Resultados pregunta 9 de la encuesta.....	34
Tabla 14 Resultados pregunta 10 de la encuesta.....	35
Tabla 15 Dimensiones del bloque de construcción.....	41
Tabla 16 Método del volumen absoluto (ACI)	42
Tabla 17 Recommended slumps for various type of construction (SI).....	42
Tabla 18 Manual of concrete practice	43
Tabla 19 Interpolar	44
Tabla 20 Relationships between water-cement ratio and compressive strength of concrete (SI)	44
Tabla 21 Volume of coarse aggregate per unit of volume of concrete (SI)	44
Tabla 22 Suma de materiales.....	45
Tabla 23 Corrección por humedad y absorción.....	45
Tabla 24 Resultados de ensayos de clasificación.....	53
Tabla 25 Resultados de la granulometría realizada al agregado grueso.....	53
Tabla 26 Resultados del porcentaje de absorción del agregado grueso	54
Tabla 27 Resultados del peso volumétrico requerido.	54
Tabla 28 Resultados de Ensayos de clasificación	55
Tabla 29 Resultados de Ensayos de clasificación	55
Tabla 30 Resultados del peso volumétrico requerido.	56
Tabla 31 Granulometría -materiales finos ASTM C33	56
Tabla 32 Determinación de masa volumétrica de materiales.....	57
Tabla 33 Ensayo de absorción de materiales.....	57
Tabla 34 Profundidad en mm del Método de Vicat	58
Tabla 35 Ensayo de compresión simple a una velocidad en kpa / s.....	58
Tabla 36 Días de las roturas de los cilindros.....	59
Tabla 37 Tabla de Cálculo del Primer Ensayo.....	59

Tabla 38 Tabla de Cálculo del Primer Ensayo.....	60
Tabla 39 Tabla de Cálculo del Segundo Ensayo.....	60
Tabla 40 Tabla de Cálculo del Segundo Ensayo.....	61
Tabla 41 Tabla de Cálculo del Tercer Ensayo.	61
Tabla 42 Tabla de Cálculo del Tercer Ensayo.	62
Tabla 43 Diferentes resistencias para cada muestra establecida y ensayada.	63
Tabla 44 Costos de producción - Materia prima con fibras de banano.....	66
Tabla 45 Costos de producción - Materia prima con fibras de coco.....	67
Tabla 46 Costos de producción - Materia prima con fibras de abacá.....	67
Tabla 47 Dimensiones del bloque construcción.....	68
Tabla 48 Costos por unidad de bloque de una dimensión de 40x20x10 cms y de 40x20x15 cms	69
Tabla 49 Relación de los Materiales en función de X con 0 %, 50% y 100% de Fibras.....	71
Tabla 50 Absorción máxima de agua en bloques de construcción Clase A.....	77
Tabla 51 Resultados del ensayo de absorción de los diferentes prototipos.....	77
Tabla 52 Resultados del ensayo de permeabilidad de los bloques de concreto.	78
Tabla 53 Resultados del GWP de 1m ³ según Dosificación de un hormigón tradicional en Unidad de kg CO ₂ eq	79
Tabla 54 Resultados del GWP de 1m ³ según Dosificación de un hormigón con 50% grava y 50% de Fibra Natural Vegetal de Banano.....	80
Tabla 55 Resultados del GWP de 1m ³ según Dosificación de un hormigón con 50% grava y 50% de Fibra Natural Vegetal de Coco.....	80
Tabla 56 Resultados del GWP de 1m ³ según Dosificación de un hormigón con 50% grava y 50% de Fibra Natural Vegetal de Abacá.....	80
Tabla 57 Resultados del GWP de 1m ³ según Dosificación de un hormigón con 0% grava y 100% de Fibra Natural Vegetal de Banano.....	81
Tabla 58 Resultados del GWP de 1m ³ según Dosificación de un hormigón con 0% grava y 100% de Fibra Natural Vegetal de Coco.....	82
Tabla 59 Resultados del GWP de 1m ³ según Dosificación de un hormigón con 0% grava y 100% de Fibra Natural Vegetal de Abacá.....	82
Tabla 60 Resultados del GWP para 1 m ³ de las diferentes dosificaciones en kg CO ₂ eq/ton.....	83

INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la construcción, conociendo que los materiales empleados generan un gran impacto ambiental, se ve imperante realizar un análisis de nuevos materiales como las fibras vegetales por sus características en adición a un mortero convencional para poder evaluar el desempeño mecánico en cuanto a su resistencia con el objetivo de poder usar el material en elementos estructurales como los bloques de construcción, pero sobre todo el desempeño ambiental. (Loor, 2020).

Es importante que el sector de la construcción avance en pro de la sostenibilidad para poder tomar acciones preventivas, correctivas contra el cambio climático, reducir la huella ambiental disminuyendo las emisiones de CO₂.

El prototipo de bloque de construcción ecológico, que tiene como materia base residuos de fibras vegetales y mortero, en lo que León (2020) refiere a realizarlo a través de una dosificación ACI del ensayo granulométrico del agregado fino y grueso según ASTM C-136, ensayo de peso unitario de los agregados según ASTM C-29, ensayo de peso específico del agregado fino ASTM C-128, ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso ASTM C-127, con lo cual se ensayarán cilindros para determinar el desempeño mecánico de la mezcla.

Se deberá analizar si los bloques propuestos cumplen los requisitos técnicos importantes y funcionales como, por ejemplo; la impermeabilización, aislación térmica y acústica en el caso de que se use como revestimiento exterior en lo que Yagual (como se citó en Albiño, 2015) se refiere que “algunos tipos de fachadas que son ligeras y no contribuyen a la estabilidad de la estructura debido a que poseen poca masa y eso hace que adquieran poca aislación al ruido y no suelen funcionar tampoco como aislante térmico” (p.75).

Comúnmente, las fachadas tradicionales pueden ser muy pesadas al usarse aplacados, de piedra, de madera, ladrillo visto, enfoscados¹, u otros materiales, así como los que son prefabricados característicamente de hormigón, es así que hay que considerar el peso del prototipo para conocer si es viable la rapidez de montaje en la construcción. (Carangui, 2015)

¹ Acción de enfoscar, recubrir de cemento un muro.

Adicional a ello, el costo de los materiales de construcción suele ser significativo por lo que existen quienes prescinden de acabados en sus viviendas. (Guerrero, 2022), en donde el prototipo podría emplearse directamente como fachada en una vivienda sin necesidad de recubrimiento, siendo amigable con el ambiente y funcional estructuralmente.

Por lo anteriormente expuesto, es necesario cuidar las acciones del ser humano respecto al uso de los materiales de construcción ya que incide directamente en un impacto al ambiente, es así que este proyecto de titulación busca incorporar los residuos generados como fibras vegetales para así motivar a procesos productivos menos contaminantes como el reciclaje o reutilización de desechos, creando nuevos productos que cumplan características y especificaciones técnicas eco-amigables (Reyes, Pellegrini, & Reyes, 2021), como lo es el prototipo de bloque con mortero que adiciona fibras vegetales tratadas con hidróxido de sodio.

Siendo así que, en el capítulo I se detalla el diseño de la investigación y análisis de la problemática conjunta a los objetivos planteados para la fabricación del prototipo propuesto, considerado una hipótesis con sus respectivas variables que la sustentan. En el capítulo II se expone el marco histórico, teórico y legal referencial del tema propuesto con las concepciones de los términos para el buen entendimiento y comprensión del lector.

En el capítulo III se desarrolla la metodología empleada para esta investigación como la determinación de la población y la muestra, con la cual se obtienen los resultados con base en las encuestas realizadas acerca del prototipo caracterizada en parámetros predestinados importantes. En el capítulo IV se realiza el análisis de resultados, como respuesta a la hipótesis de este proyecto, tras la revisión de los datos obtenidos en donde se conoce la viabilidad en varios ámbitos que se fragmentan del prototipo planteado conociendo si el bloque con mortero que adiciona fibras vegetales tratadas con hidróxido de sodio aporta con el desarrollo funcional estructural en una vivienda y a su vez si es amigable con el ambiente usado sin recubrimiento.

CAPÍTULO I

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Título.

“Diseño de bloque con mortero que adiciona fibras vegetales tratadas con hidróxido de sodio evaluando el desempeño ambiental y mecánico”.

1.2. Planteamiento del Problema.

La falta de investigación de materiales sustentables en la construcción se ve afectada por la poca inversión en nuevas tecnologías en el desarrollo de investigación científica en donde se evidencia que el desconocimiento de los efectos negativos al medio ambiente por la producción y operación de materiales de construcción generan y contribuyen al incremento de CO₂ producto del cambio climático ; es así que el poco apoyo de los entes gubernamentales no incentivan a las constructoras que manejan estos recursos ni fábricas dedicadas a la producción para lo cual es de suma importancia velar por materiales idóneos y accesibles basados en un buen manejo y distribución de la economía.

Si bien es cierto, los materiales deben ser sustentables, pero también funcionales estructuralmente sobre todo cuando se trata de un elemento constructivo como lo es el bloque de construcción y para ello se requiere poder analizar el desempeño mecánico del material a emplear a través de los ensayos técnicos regidos bajo la normativa técnica vigente.

Cabe mencionar que tampoco existe el suficiente apoyo ni interés de entidades o universidades que gestionen los recursos o las bases para el avance científico, lo que desencadena un miedo al desempleo en esta rama de la investigación. A más de ello, la costumbre de la sociedad en invertir precios módicos en los bloques que se usan en mampostería, genera comodidad y algo que no molesta a la comunidad, sin saber el impacto ambiental negativo que esto produce ni la poca funcionalidad estructural empleada en las mamposterías de sus viviendas.

1.3. Formulación del problema.

¿Cómo deben diseñarse los bloques de construcción usando materiales de ingeniería que aporten al desarrollo sustentable (sostenible) del país y sean funcionales estructuralmente?

1.4. Sistematización del problema.

¿Qué acciones se deberá tomar frente a la continua producción y uso de materiales de ingeniería que emiten CO₂ a la atmósfera contribuyendo al cambio climático?

¿Qué costos implicaría desarrollar morteros amigables con el medio ambiente en donde se evalúe el desempeño ambiental y mecánico comparado con morteros tradicionales?

¿Cuál es la actitud de los gremios, empresas, profesionales frente a la existencia de normas regulatorias respecto a la producción de materiales y diseño de elementos estructurales que sean sustentables con el medio ambiente?

¿Qué tan factible es usar morteros con fibras vegetales para la producción de bloques que sirvan estructuralmente en cuanto a su resistencia a la compresión simple usados en mamposterías de las viviendas?

1.5. Delimitación de problema.

Campo: Educación Superior Posgrado

Área: Ingeniería Civil

Aspecto: Investigación experimental

Tema: Diseño de bloque con mortero que adiciona fibras vegetales tratadas con hidróxido de sodio evaluando el desempeño ambiental y mecánico.

Delimitación: Guayaquil – Ecuador

Delimitación Temporal: 2022-2023

1.6. Línea de Investigación Institucional/Facultad.

Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de construcción eco- amigable, industria y desarrollo de energías renovables; Materiales de construcción; Materiales innovadores en la Construcción

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general

Diseñar bloque con mortero que adiciona fibras vegetales tratadas con hidróxido de sodio para mejorar el desempeño ambiental y mecánico.

1.7.2. Objetivos específicos

Establecer el diseño de un bloque en donde se obtenga el porcentaje óptimo de fibras vegetales tratadas con hidróxido de sodio que se adicionarán a un mortero.

Evaluar el desempeño mecánico del bloque con mortero que adiciona fibras vegetales tratadas con hidróxido de sodio.

Conocer la postura de los gremios, empresas y profesionales ante la posibilidad del uso de materiales que contribuya a disminuir el impacto ambiental.

Determinar el desempeño ambiental del bloque con mortero que adiciona fibras vegetales tratadas con hidróxido de sodio.

1.8. Justificación de la Investigación.

Con el diseño de un bloque con mortero que adiciona fibras vegetales tratadas con hidróxido de sodio se busca obtener un comportamiento mecánico con resistencias requeridas según las normativas vigentes y según el proceso de producción propuesto se busca obtener un desempeño ambiental y mecánico, que represente costos reducidos al compararlos con un bloque tradicional usado en mampostería. He ahí la importancia de implementar bloques que sean sustentables (resistentes) y aporten al desarrollo sostenible del medio ambiente, y logrando una producción significativa de acuerdo con la demanda; se podrá disminuir los factores que contribuyen al problema funcional, económico y ambiental actual.

La manera más conveniente de aportar al desarrollo sustentable es tener la iniciativa del reciclaje ya que reduce la quema y la acumulación indiscriminada de residuos, por ello, es que se busca aminorar el impacto ambiental originado por los productos existentes en el mercado, además que se pretende impulsar a la reutilización de recursos naturales debido a los índices contaminantes por el procesamiento en la producción de materiales de ingeniería y de la mala disposición final de residuos lo que genera y evidencia un aumento progresivo en las emisiones de CO₂.

Esta propuesta busca realizar su aporte a las diversas formas de reutilizar las fibras vegetales, a más de suplir de alguna forma el irresponsable y descontrolado manejo de sustancias nocivas en materiales convencionales, incorporando materiales amigables que favorezcan a la reducción del cambio climático, sin dejar de lado la parte funcional estructural del elemento constructivo, en este caso el bloque de construcción. Aunque la industria de la construcción cuenta con una gama amplia de insumos mejorados, pero con un alto índice de diseño y hasta un costo no asequible para una sociedad carente de recursos.

Finalmente, con este nuevo diseño del bloque usando un mortero con fibras vegetales y sus adaptaciones en la construcción se desea dar respuestas a los nuevos estándares globales es decir las mayores exigencias de calidad, resistencia, confort de la sociedad y recalcando que es importante la opinión y aceptación de la ciudadanía, fabricando un elemento que reúna las características imprescindibles para cumplir los parámetros que dictaminan las normas técnicas vigentes.

1.9. Idea a defender.

Si se diseña un bloque con mortero que adiciona fibras vegetales tratadas con hidróxido de sodio se logrará disminuir las emisiones de CO₂ acorde a la normativa vigente de calidad y a su vez que posea una óptima resistencia a la compresión simple para ser empleada en la mampostería de las viviendas.

1.10. Variables.

El desempeño ambiental y el desempeño mecánico.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Teórico referencial.

Es de manera notable que en el sector de la construcción no se considere el impacto ambiental de los materiales que conforman elementos estructurales, sino que el objetivo del uso es directamente proporcional al desempeño mecánico que se obtiene de éstos, por lo que las siguientes investigaciones ayudarán a comprender el desempeño ambiental pero también su comportamiento mecánico asimismo sus diferentes aplicaciones mediante el uso de fibras vegetales.

“Análisis del ciclo de vida del mortero con adiciones de fibra de abacá tratada con hidróxido de sodio”. Stalin Fernando Cobeña Zambrano e Ingrid Belén Tobar Vergara, Guayaquil Septiembre de 2020.

Este estudio se basa en demostrar el desempeño ambiental entre morteros tradicionales comparados al que tiene fibras vegetales y el que tiene fibras sintéticas mediante el análisis de ciclo de vida. Al tratarse de fibras vegetales, éstas deben estar previamente tratadas con hidróxido de sodio al 3% para dicho análisis. Además, se realiza un análisis de costo para cada mortero y según su costo y cantidad de kgCO₂ eq por cada m³ de producción. Dicho análisis presentó valores esperados siendo el mortero con fibra de abacá tratada con NaOH al 3% está por debajo de los otros morteros analizados, teniendo un menor resultado en cuanto al impacto ambiental que genera en la categoría de GWP (Global Warming Potential) y al menor costo que presenta realizar su producción (Cobeña Zambrano & Tobar Vergara, 2020).

“Elaboración de bloques ecológicos implementando sistemas de producción alternativos, para la construcción de viviendas sostenibles y sustentables”. Juan Carlos López Lagos y Carlos Aberto Guerrero Ruales, San Juan de Pasto-Colombia de 2020.

En esta investigación se tiene como objetivo diseñar y producir ladrillo ecológico a comparación de los ladrillos de arcilla de manera tradicional describiendo los procesos y las mezclas para la fabricación de bloques y ladrillos en donde se evaluó los resultados obtenidos en sus propiedades físicas y mecánicas según la normativa técnica vigente, dentro del marco legal. Por lo que se realizan las diversas alternativas a ensayar como bloques de cal y arena evaluando diferentes aspectos como beneficios, aspecto social, económico, cultural y sobre todo la comparativa entre pesos de los

bloques por m², análisis de resistencias, análisis de costos y precios de producción y venta (López Lagos & Guerrero Ruales, 2020).

“Estudio de las características físico- mecánicas de bloques de hormigón con fibra de Cabuya”. Ana Belén Zambrano Sandoval. Quito Agosto de 2016.

La presente investigación estudia las características físico-mecánicas de bloques de hormigón elaborados con una mezcla de fibra de cabuya ligado con cemento portland, agua y agregados comercializados en la provincia de Imbabura, los resultados obtenidos fueron comparados con bloques convencionales, con el objeto de determinar si estos son económicamente sustentables y cumplen con la normativa vigente en nuestro medio local. Las concentraciones de fibra en el hormigón fueron de 0; 3,3; 6,6 y 9,9% del peso de cemento empleado en la mezcla, proporciones que se tomaron con el fin de poder observar el comportamiento de los bloques fabricados.

Los resultados de los ensayos evidenciaron que la adición de esta fibra en proporciones determinadas aumenta la resistencia a tensión diametral, a flexión y la resistencia a compresión en bloques de hormigón, mientras que la resistencia al impacto muestra un incremento a mayores concentraciones de fibra (Zambrano Sandoval, 2016).

2.2. Marco histórico

2.2.1. Evolución del mortero.

Es preciso indagar en el proceso que ha tenido el mortero desde la antigüedad hasta la época moderna en donde esta mezcla ha sido esencial para la construcción en lo que se puede mencionar las civilizaciones más antiguas como las egipcias, griegos, romanos que usaban arena, agua y cal para poder unir los ladrillos o piedras en sus estructuras (Ramirez Vasconez, 2021). Por esto, se muestra a continuación el proceso evolutivo que ha sufrido el mortero a lo largo del tiempo, recalcando que en los últimos años ha ganado terreno los morteros sostenibles.

2.2.1.1. Morteros prehistóricos.

Se dice que los morteros prehistóricos usaron la cal como ligante y según Malinowski (1991) data del año 7000 antes de Cristo, cuando se calentaban con fuego dentro de cuevas de rocas calizas. Además, el primer uso reconocido del mortero de cal, fue la Máscara de Jericó, una calavera cubierta con un emplasto de cal pulido y con suelos hechos con morteros de cal con superficies pulidas “enlucidos”.

2.2.1.2. Morteros egipcios.

Los egipcios lograron el mayor conocimiento respecto al uso, aplicación, preparación del yeso que tuvo como fin un mortero para colocación de grandes bloques de piedra por deslizamiento en planos no inclinados como por ejemplo hacia 2600 antes de Cristo para el mampostado de los bloques de la pirámide de Keops (Perez Castro, 2016).

2.2.1.3. Morteros griegos.

Las excavaciones realizadas por científicos, arqueólogos, e historiadores afirmaron que las construcciones griegas usaban morteros de cal para muros. Aunque también se encontraron construcciones de morteros de tierra y de arcilla (Sanchez Bustamante, 2021). Data desde 1500 antes de Cristo este enlucido griego similar al mármol como por ejemplo en el Palacio de Croesus, o como en la famosa cisterna de Micenas o en edificios de Festo y Malia en Creta (Vitruvio & Malinowski, 2020).

2.2.1.4. Morteros romanos.

El empleo de los morteros de cal ha sido bastante usado por los romanos ya que ellos fueron los herederos de la tecnología del pulimentado de la construcción griega sobre todo en construcciones para la conducción de agua por ejemplo el Panteon, el Coliseo y acueductos como el Pont du Garde, o el de Segovia (Rodriguez Bonin, 2022).

2.2.1.5. Morteros medievales.

Surgieron en la Edad Media y no hubo progreso técnico notable más sin embargo ocurrió la caída del Imperio Romano que originó tras este hecho, invasiones numerosas en cada país, o región en donde los morteros tuvieron diversas vías de desarrollo, y es ahí donde se observan edificaciones conjuntas contemporáneas con características variables y a menudo de baja calidad, heterogéneas, y/o frágiles (Vitruvio & Malinowski, 2020).

2.2.1.6. Morteros modernos.

En el siglo XVIII se comienza el uso de ligantes hidráulicos basados en los estudios y aplicaciones que ya habían realizado los griegos y los romanos y es allí donde se descubre que para que aumente la resistencia a la acción de agua de mar, la caliza debía de contener arcilla convirtiéndose en cales hidráulicas consideradas como intermedias entre una cal hidratada y el cemento portland actual (Rassineux, 2020).

2.2.1.7. Morteros actuales.

A partir del siglo XVIII se patentó un cemento artificial en donde se calcinaba caliza molida y arcilla en forma lenta lo que conllevó a futuro el establecimiento de cementos hidráulicos como lo es el portland, por su similitud y apariencia de la roca caliza. De allí en 1850, se convierte la caliza en cal viva y con la arcilla se forma lo que ahora es el Clinker de cemento portland (Ashurst, 2020).

2.3. Marco Conceptual.

La construcción ha sido catalogada como una industria altamente contaminante, por ello diseñar proyectos que contemplen elementos que sean reciclables y reutilizables es imprescindible para optimizar su utilización (reducción).

Ramírez (2016) afirma: “Estos materiales deben cumplir con las características necesarias asegurando la calidad de las estructuras, obteniendo a través de la gestión de residuos materiales sustentables permitiendo mayor eficiencia energética...” (p.35).

En ese sentido es necesario desarrollar nuevos materiales en el ámbito de la construcción que produzcan el mínimo impacto ambiental.

2.3.1. Definición de bloque.

Un bloque es una unidad o pieza prefabricada, que una vez secado el bloque es colocado de manera manual y asentado mediante una mezcla de mortero pegante para conformar muros o paredes conocidos como mampostería, en donde su colocación en obra es sencilla debido a que solo se usa mortero como aglomerante como unión entre cada bloque (Rosevelt, 2019).

2.3.1.1. Historia de los bloques de construcción.

En el periodo del emperador romano Calígula aproximadamente 41 años después de Cristo, se utilizaron pequeños fragmentos de hormigón prefabricado en la zona de la actual Nápoles, aunque tras la caída del imperio romano mucha de la tecnología se perdió y en 1824 el inglés Joseph Aspdin patentó el cemento portland, y después en 1890 y 1900 Harmon Sylvanus diseñó y patentó el primer bloque de concreto hueco tras 10 años de experimentación (Roque Contreras, 2021).

2.3.2. Tipos de bloques de construcción.

2.3.2.1. Bloques sólidos

Se entiende por bloque sólido a los bloques macizos característicamente de piedra o de hormigón que poseen dimensiones uniformes, suelen ser específicos en tamaño con una gran resistencia a la compresión simple debido a que son usados en diques donde generalmente impiden el paso de agua (Carrillo Gualoto, 2022).

2.3.2.2. Bloques huecos

Los bloques huecos suelen ser más ligeros comparados a los bloques macizos o sólidos por sus áreas huecas, generalmente poseen una resistencia normal a la compresión simple y debido a su alivianado peso facilita su implantación en obra y transporte (Carrillo Gualoto, 2022).

El Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN 638 expone lo siguiente definiendo al bloque en forma de paralelepípedo que posee uno o más huecos de manera transversal en su interior ocupando como material sólido un volumen de un 50 al 75 porcentaje del total como elemento y lo clasifica así:

Tabla 1

Clasificación de los bloques huecos según su uso

TIPO	USO
<i>A</i>	<i>Paredes exteriores de carga, sin revestimiento.</i>
	<i>Paredes exteriores de carga, con revestimiento.</i>
<i>B</i>	<i>Paredes interiores de carga, con sin revestimiento.</i>
<i>C</i>	<i>Paredes divisorias exteriores, sin revestimiento.</i>
	<i>Paredes divisorias exteriores, con revestimiento.</i>
<i>D</i>	<i>Paredes divisorias interiores, con o sin revestimiento.</i>
<i>E</i>	<i>Losas alivianadas de hormigón armado</i>

Nota: Esta tabla detalla la clasificación según la normativa del tipo de bloques huecos según su uso. Tomado de Norma NTE INEN 638 (2014).

2.3.3. Características y dimensiones de los bloques de construcción.

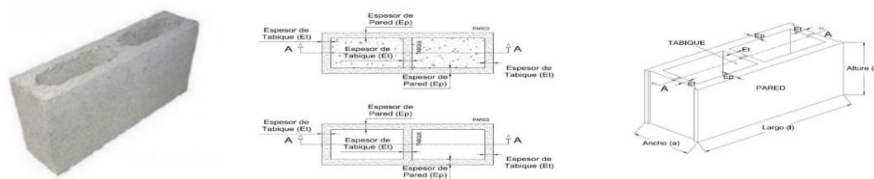
Para la construcción por sus características mecánicas, suelen ser utilizados frecuentemente comparados al ladrillo tradicional. (Carrillo Gualoto, 2022).

Bloque hueco estándar (bloque de concreto): Ancho: 20 centímetros, Altura: 20 centímetros y Longitud: 40 centímetros.

Bloque hueco más pequeño (también conocido como bloque de media cara): Ancho: 7,10 centímetros, Altura: 20 centímetros y Longitud: 40 centímetros.

Ilustración 1

Bloque de construcción hueco típico en Ecuador con medidas 7cm x 20cm x 40cm.



Nota: Se muestra la adaptación del Análisis de la exhalación de gas radón-222 en mampuestos de hormigón de la provincia de Tungurahua y su incidencia en la construcción.

Tomado de Moreta, 2022 (p. 25)

El registro de las dimensiones es directo y se toma cuando se valore la calidad del bloque. El espesor de paredes de los bloques clase A y B no debe ser menor de 25 mm, y de 20 mm en los bloques tipo C, D y E. La dimensión real de un bloque debe ser tal que, sumada al espesor de la junta, dé una medida modular (NORMA NTE INEN 638 , 2014). Los bloques deben tener las dimensiones indicadas en la siguiente tabla que se detalla a continuación:

Tabla 2

Dimensiones de los bloques

Tipo	Dimensiones nominales (cm)			Dimensiones reales (cm)		
	Largo	Ancho	Alto	Largo	Ancho	Alto
A, B	40	20,15,10	20	39	19,14,09	19
C, D	40	10,15,20	20	39	09,14,19	19
E	40	10,15,20,25	20	39	09,14,19,24	20

Nota: Esta tabla detalla las dimensiones de los bloques.

Tomado de Norma NTE INEN 638 (2014).

2.3.4. Ventajas de los bloques de construcción.

2.3.4.1. Ventajas de los bloques sólidos.

Este tipo de bloques suelen ser utilizados por su gran tamaño respecto a un bloque hueco tradicional en lo que Cruz (2016) refiere que una de las ventajas suele ser el peso de la misma brindando una mayor estabilidad estructural a los cimientos y dentro de las cuales se pueden citar las siguientes: resistencia al agua, al fuego, propiedades estéticas, propiedades aislantes térmicas y acústicas.

Ilustración 2

Bloque de construcción sólido de hormigón para todo tipo de muros, por su fácil colocación



Nota: Esta ilustración es adaptada del Diseño de una mezcla para la fabricación de bloques de hormigón con pet (polietileno tereftalato) triturado para analizar su desempeño en resistencia a la compresión y absorción de agua en base a la norma INEN 3066.

Tomado de Carrillo, 2022 (p. 25)

2.3.4.2. Ventajas de los bloques huecos.

Entre las ventajas de los bloques de construcción huecos se tienen las siguientes: ejecución rápida del trabajo, altamente duradero, facilidad de instalación debido a su peso, mejores propiedades de aislamiento, bajo mantenimiento en costos, conserva espacio, adhesión al mortero y yeso y se puede establecer patrones diferentes en las molduras (Carrillo Gualoto, 2022).

2.3.5. Desventajas de los bloques de construcción.

Una de las pocas desventajas de usar bloques de construcción es que son elementos de mampostería con: poca aislación contra el agua, aspecto poco atractivo y precio relativamente elevado.

2.3.6. Sostenibilidad de los materiales.

Es un eje clave que se debe tener en cuenta para poder crear nuevos productos con resultados que nos otorguen eficiencia energética en las edificaciones a construir considerando y analizando la procedencia de cada material a emplear que no genere efectos negativos ni a las personas ni al entorno. Todo esto, con la finalidad de que éstos puedan ser reciclados cumpliendo la regla de las R como reciclaje, reducción y reutilización (Santander, 2022).

2.3.7. Importancia de los bloques en la construcción.

Estos elementos son muy versátiles por su composición básica de insumos como: cemento, arena y agua y dependiendo del tipo de proyecto se puede adicionar aditivos que le otorguen características más precisas (Mediavilla, 2020).

2.3.8. Hormigón.

Piedra artificial compuesta de agregados finos como arena, agregados gruesos como grava o piedra, cemento y agua, siendo una de sus principales características su

consistencia, coste, secado y maleabilidad a lo que se le puede agregar aditivos para otorgarle específicas propiedades (Muñoz Vera, 2021).

2.3.8.1. Propiedades mecánicas del hormigón y su desempeño mecánico.

Para evaluar el desempeño mecánico del hormigón es importante conocer las principales propiedades mecánicas que son: Ductilidad, Módulo de elasticidad, Resistencia a la compresión, Resistencia a la tracción y Resistencia al corte (Ing. MSc Moya & Ing. Cando Lara, 2018).

Resistencia a la compresión. – Es la capacidad de soporte de una carga por unidad de área es decir es un esfuerzo de compresión ejercido en una base y se expresa generalmente en kg/cm², MPa o en el sistema inglés en libras por pulgada cuadrada (psi). Los ensayos suelen realizarse en muestras cilíndricas estándares de medidas 150 mm de diámetro y 300 mm de altura, llevadas a la rotura a través de cargas incrementales Este ensayo se evalúa tras los 28 días de fraguado (Ing Osorio, 2019).

2.3.8.2. Componentes del Hormigón.

Para un hormigón tradicional simple se tiene áridos: Grueso (Grava o Piedra) y Fino (Arena), cemento portland, agua y aditivos. Todos estos componentes trabajan en proporciones específicas para formar una mezcla de hormigón homogénea y maleable (Blanco Molina , 2022).

2.3.8.3. Pigmentación de morteros y hormigones

Es un proceso mediante el cual se añaden colorantes o pigmentos al material para lograr un aspecto estético específico, comúnmente utilizado en proyectos de construcción para mejorar la apariencia visual de las superficies (Saikia y Brito 2012).

Tipos de pigmentos: pigmentos inorgánicos y orgánicos.

2.3.8.4. Tipos de hormigones.

Ortega (como se citó en Garrido y Lozano, 2018) lo subdivide en tipos como: hormigón convencional, de alta resistencia, ligero, de alta densidad, autocompactante, premezclado, hormigón con fibras (sintéticas o vegetales), entre otros.

2.3.9. Fibras Naturales Vegetales.

Son fibras extraídas de plantas y se han utilizado históricamente en diversos campos, incluyendo la construcción. En el contexto de la construcción y el mortero, estas fibras pueden agregarse para mejorar ciertas propiedades del material (Moya Román, 2023).

2.3.9.1. Fibra Natural Vegetal de Banano.

Es un material derivado del pseudotallo de la planta de banano. Este material fibroso es extraído de las capas externas del tronco del banano después de la cosecha de los racimos de frutas. La fibra de banano se ha utilizado en diversas aplicaciones debido a sus propiedades específicas (Satyanarayana & Wypych, 2007).

Ilustración 3

Fibra natural de Banano obtenida del tallo del plátano.



Nota: Esta ilustración es adaptada del aprovechamiento del residuo del cultivo de banano (*musa paradisiaca*, *musa sapientum* y *musa acuminata*) en la producción artesanal de fibra textil

Tomado de Moreira & Zambrano, 2021 (p. 42)

Características de la Fibra de Banano: resistencia mecánica, biodegradabilidad, sostenibilidad, disponibilidad y costo y flexibilidad (Armas Ruiz, Ruiz Galarza, Piován, Carrión Matamoros, & Narváez Muñoz, 2015).

Usos de la Fibra de Banano: materiales compuestos, industria automotriz, industria textil, arquitectura y construcción, artesanía y diseño y muebles y artículos para el Hogar (Inpadesa, 2018).

2.3.9.2. Fibra Natural Vegetal de Coco.

La fibra natural vegetal de coco es un material derivado de las fibras que se encuentran en la cáscara del coco, conocida como "coco coir" o "coco peat" y se ha utilizado debido a sus propiedades únicas (Rojas Torres , 2015).

Ilustración 4

Fibra natural de Coco extraída de las cáscaras de coco.



Nota: Esta ilustración es adaptada de la Adición de la fibra de coco en el hormigón y su incidencia en la resistencia a compresión.

Tomado de Rojas, 2021 (p. 36)

Características de la Fibra de Coco: retención de agua, aeración del suelo, baja descomposición, baja conductividad eléctrica, ligereza y biodegradable.

Usos de la Fibra de Coco: sustrato para cultivo, control de erosión, paneles de refuerzo en construcción, productos de artesanía y diseño (Castillo Cortés, 2017).

2.3.9.3. Fibra Natural Vegetal de Abacá.

Proviene de la planta de abacá (*Musa textilis*), una especie de plátano originaria de las Filipinas y otras regiones tropicales del sudeste asiático. Esta fibra es conocida por su resistencia y durabilidad, y se utiliza en diversas aplicaciones (Choez, 2015).

Ilustración 5

Fibra natural de Abacá extraída del tallo de la planta.



Nota: Esta ilustración es adaptada de la caracterización de las propiedades mecánicas del material híbrido utilizando matriz epóxica reforzada con tejido de fibra vegetal de algodón y fibra natural de abacá.

Tomado de Paredes & Benavides, 2017 (p. 22)

Características de la Fibra de Abacá: resistencia, flexibilidad, resistencia al agua, biodegradabilidad, baja conductividad térmica (Yáñez, 2020).

Usos de la Fibra de Abacá: papel y productos de papel, cuerdas y cordajes, tejidos y textiles, productos de artesanía y diseño, muebles y tapicería, refuerzo en materiales compuestos (Sanchez, 2019).

2.3.10. Usos y aplicaciones de las fibras naturales vegetales.

En el ámbito de la construcción y otras áreas, se presentan algunos como: refuerzo en hormigón y mortero, paneles y tableros compuestos, arquitectura y diseño como en revestimientos y paneles decorativos e industria de la energía renovable como biocomposites para componentes de turbinas eólicas (Vidal, 2016).

2.3.11. Ventajas de las fibras naturales vegetales.

Las fibras naturales vegetales ofrecen varias ventajas en comparación con otros materiales, especialmente en contextos donde se busca sostenibilidad, biodegradabilidad y un enfoque más amigable con el medio ambiente, baja energía incorporada, bajo impacto ambiental, alternativa a materiales sintéticos, propiedades mecánicas, agricultura sostenible, menor toxicidad, textura y estética (Nieto, 2017).

2.3.12. Hidróxido de Sodio.

El hidróxido de sodio (NaOH), también conocido como sosa cáustica, es una sustancia química alcalina fuerte. Se presenta comúnmente en forma de un sólido blanco, escamas o perlas, entre sus características se tienen la alcalinidad, solubilidad, reacciones químicas, procesos de tratamiento de aguas, desengrasante y limpiador y producción de biodiesel (López C. , 2023). Es una sustancia química muy corrosiva y debe manipularse con extrema precaución. Puede causar quemaduras graves en la piel y los ojos, y la inhalación de vapores o polvo puede ser perjudicial para la salud.

Se debe utilizar equipo de protección personal (EPP) al manipular hidróxido de sodio, y seguir estrictamente las prácticas de seguridad recomendadas (Bustamante, 2020). Debido a su naturaleza fuertemente alcalina, se recomienda almacenar y manipular el hidróxido de sodio en áreas bien ventiladas y siguiendo las normativas de seguridad específicas de cada lugar.

2.3.13. Revestimiento exterior.

El revestimiento exterior es la capa protectora que se aplica a la parte exterior de un edificio o estructura con el objetivo de proporcionar protección contra los elementos, mejorar la estética y, en algunos casos, mejorar las propiedades térmicas o de aislamiento (Parra, 2016).

2.3.13.1. Clasificación de revestimiento exterior.

Según el Material: revestimientos pétreos, revestimientos cerámicos, revestimientos metálicos, revestimientos de madera, revestimientos de vidrio, revestimientos de polímeros (Soria, 2020). **Según la Función:** revestimientos estructurales, estéticos, térmicos, aislantes, revestimientos impermeabilizantes e ignífugos (Sáez, 2022).

2.3.14. Desempeño Ambiental.

La metodología que se empleará es del análisis de ciclo de vida y el desempeño mecánico a través de normas como American Society for Testing and Materials (ASTM), Norma Ecuatoriana de Normalización (INEN), método del American Concrete (ACI) y la evaluación de Categoría de Impacto Ambiental del Global Warming Potential (GWP) (Gil , Serrano, Gallego, & Peña, 2017).

2.3.14.1. Método de Evaluación Ambiental.

Se realizará a través del Análisis de Ciclo de Vida (ACV), que es una herramienta que evalúa el impacto ambiental de un producto o servicio desde la

extracción de materias primas hasta su eliminación. Incluye etapas como la producción, el transporte, el uso y la disposición final (Vega, 2018).

2.3.15. Desempeño Mecánico.

El desempeño mecánico se refiere a la capacidad de un material, componente o sistema para resistir fuerzas y cargas, así como para cumplir con las expectativas en términos de comportamiento mecánico. En el caso de materiales, este desempeño se evalúa en relación con propiedades como resistencia, elasticidad, dureza, tenacidad, entre otras (Hidalgo , Muñoz, & Quintana, 2011).

2.3.15.1. Método de Evaluación Mecánico.

El Método de Evaluación Mecánico se realizará a través del Ensayo de Resistencia a la Compresión Simple.

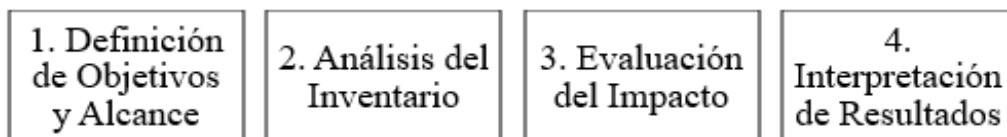
Resistencia a la Compresión Simple: mide la capacidad de un material para resistir fuerzas de compresión o aplastamiento. **Importancia:** Es esencial en estructuras que soportan cargas compresivas, como columnas y pilares (Burgos Galindo, Guzmán Aponte, & Castellanos Torres, 2019).

2.3.16. Análisis del Ciclo de Vida (GWP).

Este enfoque sistemático ayuda a comprender y cuantificar los impactos ambientales en diversas etapas, incluyendo la producción, el uso y el fin de vida (Cortez et al., 2015). Con esta herramienta basada en la norma ISO 14040-14044 se puede obtener resultados de forma cuantitativa, esta metodología para su desarrollo consta de 4 pasos principales: Definición de Objetivos y Alcance, Análisis del Inventario de Ciclo de Vida, Evaluación del Impacto de Ciclo de Vida e Interpretación de Ciclo de Vida (2006). En el siguiente esquema se muestra la estructura para un análisis del ciclo de vida presente en el Norma ISO 14044 (Cobeña Zambrano & Tobar Vergara, 2020).

Ilustración 6

Estructura para un ACV presente en la Norma ISO 14044.



Nota: Esta ilustración es adaptada del análisis del ciclo de vida del mortero con adiciones de fibra de abacá tratada con hidróxido de sodio.

Tomado de Cobeña, 2020 (p. 26)

El ACV es una herramienta valiosa para la toma de decisiones sostenibles, ya que proporciona una comprensión holística de los impactos ambientales asociados con un producto o servicio. Su aplicación contribuye a la búsqueda de soluciones más sostenibles y a la reducción del impacto ambiental global.

Dentro de las categorías de impactos asociados según Guinée dentro del ámbito de la construcción se clasifican en las siguientes: Calentamiento Global GWP en kg CO₂ eq, Potencial de agotamiento abiótico, Agotamiento de la capa de ozono, Potencial de acidificación, Potencial de eutrofización y Potencial de oxidación fotoquímico (Cobeña Zambrano & Tobar Vergara, 2020).

2.3.16.1. Global Warming Potential (GWP).

Se refiere al Potencial de Calentamiento Global en inglés. Es una métrica utilizada en el ámbito del cambio climático para cuantificar el impacto climático de las emisiones de gases de efecto invernadero a lo largo del tiempo, en comparación con el dióxido de carbono, que se utiliza como referencia con un GWP de 1. El GWP se expresa como un número que representa la capacidad de calentamiento global de un gas específico durante un período de tiempo específico, generalmente 100 años (Guinée, 2001).

La forma en que se calcula el GWP tiene en cuenta la capacidad de retención de calor del gas, la duración de su permanencia en la atmósfera y la capacidad del CO₂ para causar calentamiento global. La unidad comúnmente utilizada para expresar el GWP es el CO₂-equivalente (CO₂e) (Do Veiga , 2021).

2.4. Marco Legal o Normativo

La normativa técnica para la fabricación de bloques en Ecuador puede regirse por las normas y códigos de construcción nacionales, así como por estándares internacionales que puedan ser adoptados o adaptados a nivel local como: Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), Normas Técnicas Ecuatorianas (NTE), Reglamento Técnico Ecuatoriano (INEN), Códigos Internacionales de Construcción, Normas ISO y Normas ASTM.

Se tienen como normativas principales, las que rigen los ensayos que se aplicarán a los materiales como: ASTM C191, ASTM C 184, ASTM C33, NTE INEN 638, NTE INEN 3066, NTE INEN 856, NTE INEN 857, ASTM C29, ASTM C566, ASTM C131, ASTM C172, ASTM C1064, ASTM C143, ASTM C138, ASTM C31, NTE INEN 1573, ASTM 1231, ACI 211.4R e ISO 14040-14044.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se usa un conjunto de técnicas y procedimientos para poder conseguir una investigación de manera sistemática de recolección de datos, que orientados a través de la identificación de la población y muestra de este estudio para el procesamiento y análisis de datos que conllevaría a la interpretación de resultados y validación haciendo cumplir los objetivos planteados.

La población objetivo se encuentra dentro del marco de investigación y alcance a nivel local, identificada mediante las características propuestas del prototipo destinados para la construcción de viviendas. Es importante esto, para asegurarse de que el diseño del bloque satisfaga las necesidades y requisitos específicos de aquellos que serán usuarios o clientes potenciales. La investigación de mercado y la comprensión de las demandas del sector de la construcción son fundamentales en este proceso.

3.1. Metodología

Este proyecto se basa en una investigación de tipo experimental ya que se evaluarán las variables de donde se extraerán los datos necesarios para conseguir resultados de la población y muestra que nos permitirán evaluar el comportamiento del prototipo (Cevallos Veintimilla, Polo Luna, Salgado Chaisapanta, & Orbea Vergara, 2017). También es de tipo transversal y comparativa ya que se centra en recopilar datos de un grupo de sujetos en un solo punto en el tiempo (transversal) y luego comparar estas muestras para extraer conclusiones sobre las diferencias o similitudes entre ellas.

3.2. Enfoque de la investigación

El enfoque considerado para este proyecto de titulación es de tipo mixto, en donde se combinan elementos de investigación cuantitativa y cualitativa a través de encuestas, entrevistas y ensayos numéricos (Cevallos Veintimilla, Polo Luna, Salgado Chaisapanta, & Orbea Vergara, 2017).

3.3. Tipo de Investigación

Por el tipo de desarrollo, procedimiento y técnica considerado en este proyecto de titulación, se requiere la investigación de campo y la investigación experimental por lo que:

La **investigación de campo** se basa en la investigación con método cualitativo que obtiene la información directa sin alterar las variables del fenómeno en estudio

suscitada en un entorno natural o en el contexto del problema de investigación (Albiño, 2015). Esta investigación se dio lugar en la ciudad de Guayaquil, mediante una encuesta que conlleva preguntas destinadas a un grupo de personas específicas para la recolección de datos.

La **investigación experimental** es un diseño de investigación que implica la manipulación deliberada de una o más variables independientes para observar el efecto que esta manipulación tiene en una variable dependiente, mientras se controlan otros factores. Este enfoque busca establecer relaciones de causalidad entre las variables (Perez, 2008). El desarrollo de esta investigación se efectuó en el laboratorio de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil en donde se realizaron ensayos físicos y mecánicos a los materiales que componen el modelo y diseño del prototipo propuesto como producto final.

La **investigación documental** se basa en la recopilación, análisis e interpretación de información ya existente y disponible en documentos, archivos, libros, revistas u otros recursos escritos. Este enfoque se centra en revisar y sintetizar la literatura y fuentes documentales relevantes para abordar un problema de investigación específico (Uriarte, 2020). Se efectuó mediante revisión de documentación, análisis de información, revisión bibliográfica, registro fotográfico de los hallazgos vinculados a los autores que respaldaron sus fuentes utilizadas.

El diseño de la **investigación descriptiva** es un tipo de investigación cuantitativa que se enfoca en describir características, comportamientos o fenómenos tal como son, sin intentar cambiarlos o manipularlos. El objetivo principal de este tipo de investigación es proporcionar una representación detallada y precisa de la realidad observada (Shuttleworth, 2008). Este tipo de investigación se efectuará en la realización de los ensayos y pruebas finales a los moldes de las distintas dosificaciones del prototipo.

3.4. Técnicas de investigación

Observación: es una técnica de investigación que implica la recopilación sistemática y la evaluación de datos a través de la observación directa de fenómenos, comportamientos o eventos en su entorno natural (Cevallos Veintimilla, Polo Luna, Salgado Chaisapanta, & Orbea Vergara, 2017). Se clasifican las muestras según la dosificación óptima del bloque de construcción y mediante esta técnica diariamente según la normativa ASTM se realizan los ensayos necesarios y obtención de resultados (Ferrer, 2010). La observación es una técnica valiosa en investigaciones cualitativas y

exploratorias, proporcionando datos ricos y detallados sobre comportamientos y contextos específicos. (Sotomayor, 2020).

La Encuesta: implica la recopilación sistemática de información a través de la formulación y administración de cuestionarios estructurados a una muestra representativa de la población de interés. Las encuestas son una herramienta eficaz para recopilar datos cuantitativos sobre actitudes, opiniones, comportamientos y características demográficas (Definición ABC, 2017). En este trabajo de titulación se realiza una encuesta compuesta de 10 ítems de respuestas múltiples y limitadas con base en la escala de Likert en donde los participantes expresan su grado de acuerdo o desacuerdo con afirmaciones específicas. Es así que se evalúa la percepción del mercadeo y en casos la aceptación de un nuevo producto (Sotomayor, 2020).

Las encuestas Likert buscan medir actitudes y percepciones de manera cuantitativa. Sin embargo, es importante diseñar las preguntas cuidadosamente y considerar la interpretación contextual de las respuestas para obtener resultados significativos, para evaluar la tendencia de un considerable porcentaje de consumidores y profesionales vinculados a la construcción, para determinar un lugar dentro del mercado nacional de los bloques con mortero y fibras vegetales.

Análisis y Experimentación: Se refiere al análisis cualitativo y cuantitativo de los datos obtenidos y resultados hallados de los ensayos realizados (Cevallos Veintimilla, Polo Luna, Salgado Chaisapanta, & Orbea Vergara, 2017).

Con base en la normativa ASTM se ensayarán cilindros de hormigón para obtener resultados de resistencia a la compresión simple, ensayo de absorción de los materiales, granulometría de materiales finos y determinación de masa volumétrica de materiales, entre otros., de las distintas dosificaciones evaluadas bajo las condiciones de un laboratorio especializado, en este caso el de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, denominado “CEINVES” Centro de Investigación.

3.4.1. Población, muestra y recolección de datos.

3.4.1.1. Población

Se refiere al conjunto completo de elementos o individuos que comparten características comunes y son objeto de estudio en una investigación. Es importante definir claramente la población al inicio de la investigación para que los resultados sean aplicables y generalizables a ese grupo específico en donde se determinará el nivel de aceptación de los bloques con mortero y fibras vegetales tratadas con hidróxido de sodio dentro del mercado nacional como producto técnico en la

construcción y científico (Asanza, 2009) La población definida son los habitantes de la parroquia Tarqui, cantón Guayaquil del INEC basado en el censo del año 2012 cuyo número de habitantes corresponde a: 1' 050 826 habitantes.

3.4.1.2. Tamaño de la muestra.

Se refiere a un subconjunto representativo seleccionado de la población total para participar en la investigación. Dado que puede ser impráctico o costoso estudiar a toda la población, la muestra permite realizar inferencias sobre la población basándose en los resultados obtenidos de un grupo más pequeño pero representativo. La calidad de la muestra es crucial para la validez de los resultados (Banchón, 2007).

La calidad y validez de los resultados dependen en gran medida de la precisión de la definición de la población, la representatividad de la muestra y la rigurosidad en la recolección y análisis de datos. Por todas estas razones se procederá a calcular una muestra adecuada y representativa.

3.4.1.3. Proceso de Muestreo.

Fórmula de población finita: (Dr. Herrera Castellanos, 2016)

$$n = \frac{(N * [Z]^2 * p * q)}{(e^2) * (N - 1) + [Z]^2 * p * q}$$

Donde:	Z	90,00%	1.645
		95,00%	1.96
		99,00%	2.576

n: Tamaño de la muestra buscado;

N: Tamaño de la población o universo;

Z: Parámetro estadístico que depende el Nivel de Confianza (NC);

e: Error de estimación máximo aceptado

p: Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito) y

q: Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado.

Cálculo de Datos:

N = Población: 1' 050 826 personas;

Z= Nivel de confianza: 95%= 1.96;

E= 5% = error máximo admisible = margen de error: 0.05;

P= Probabilidad de éxito: 50%=0.50 (máximo) y

Q= Probabilidad de fracaso= 0.49

$$n = \frac{(1'050\ 826 * [1.96]^2 * 0.50 * 0.49)}{(0.05^2) * (1'050\ 826 - 1) + [1.96]^2 * 0.5 * 0.49}$$

$$n = 376.34;$$

El número de habitantes se redondea a 376, las cuales deberán ser encuestadas.

3.4.1.4. Elaboración de Encuesta.

3.4.1.4.1. Formato de Encuesta



Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil
Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción

ENCUESTA

La siguiente encuesta tiene el fin de determinar la aceptación de un nuevo tipo de bloque en el mercado local con mortero que adiciona fibras vegetales tratadas con hidróxido de sodio.

Fecha: / / 2023

Encuesta N°

Nombre:

Edad:

18-25		26-33		34-41		42-50		51 o más	
-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	----------	--

Profesión:

Sexo:

Masculino	
Femenino	

1.- ¿Está usted de acuerdo con los costos de los bloques de construcción en el mercado local de nuestro país?

Totalmente de acuerdo	
De acuerdo	
Medianamente de acuerdo	
En desacuerdo	
Totalmente en desacuerdo	

2.- ¿Consideraría necesario implementar el uso de fibras naturales vegetales que adicionándole al mortero se produzca un bloque de construcción con igual resistencia y amigable con el medio ambiente?

Totalmente de acuerdo	
De acuerdo	
Medianamente de acuerdo	
En desacuerdo	
Totalmente en desacuerdo	

3.- ¿Qué tan importante considera la correcta reutilización de fibras vegetales para el uso de materiales de construcción?

Totalmente de acuerdo	
De acuerdo	
Medianamente de acuerdo	
En desacuerdo	
Totalmente en desacuerdo	

4.- ¿Estaría conforme que los bloques de construcción con mortero y fibras naturales vegetales sirvan a su vez como revestimiento exterior, es decir elemento estructural y eco amigable en las fachadas exteriores de las viviendas?

Totalmente de acuerdo	
De acuerdo	
Medianamente de acuerdo	
En desacuerdo	
Totalmente en desacuerdo	

5.- ¿Estaría de acuerdo en que se implemente características de captación calorífica (minimizar el impacto de rayos solares) si se usa como revestimiento exterior en las viviendas?

Totalmente de acuerdo	
De acuerdo	
Medianamente de acuerdo	
En desacuerdo	
Totalmente en desacuerdo	

6.- ¿Está usted conforme con las características que se encuentran en el mercado local de los bloques de construcción tradicionales?

Totalmente de acuerdo	
De acuerdo	
Medianamente de acuerdo	
En desacuerdo	
Totalmente en desacuerdo	

7.- Si su respuesta es Sí: ¿Consideraría pagar un valor mayor por un bloque de construcción que se pueda usar como revestimiento exterior que tenga propiedades y características técnicas aportando un mejor confort a los habitantes de la vivienda?

Totalmente de acuerdo	
De acuerdo	
Medianamente de acuerdo	
En desacuerdo	
Totalmente en desacuerdo	

8.- Si su respuesta es Sí: ¿Consideraría usted conocer el producto en las empresas que venden materiales de construcción o quisiera que los promotores de nuevas urbanizaciones construyan con los bloques de construcción ofertando al mercado local viviendas con eficiencia energética eco amigables y resistentes?

Totalmente de acuerdo	
De acuerdo	
Medianamente de acuerdo	
En desacuerdo	
Totalmente en desacuerdo	

9.- ¿Estaría dispuesto a adquirir en un mercado local el bloque de construcción decorativo, resistente, eco amigable y funcional para colocarlo como revestimiento en la fachada exterior de su vivienda considerando el uso de fibras naturales vegetales reduciendo los efectos adversos ambientales?

Totalmente de acuerdo	
De acuerdo	
Medianamente de acuerdo	
En desacuerdo	
Totalmente en desacuerdo	

10.- ¿Consideraría recomendar este bloque de construcción con mortero que adiciona fibras naturales vegetales con resistencia mecánica y desempeño ambiental a sus amigos y/o conocidos?

Totalmente de acuerdo	
De acuerdo	
Medianamente de acuerdo	
En desacuerdo	
Totalmente en desacuerdo	

Fibras Naturales Vegetales: son fibras cuyo contenido es básicamente de células que poseen lignina y celulosa de gran resistencia mecánica.

3.4.1.5. Elaboración de Entrevista.

3.4.1.5.1. Formato de Entrevista



Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil
Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción

ENTREVISTA

Dirigido a: profesionales de la construcción que trabajen tanto en el sector público o sector privado.

Objetivo: Conocer la postura de la implementación de un nuevo tipo de bloque con mortero que adiciona fibras vegetales tratadas con hidróxido de sodio al que se le evalúa el desempeño mecánico y ambiental.

1.- ¿Qué opina de la reutilización de las fibras naturales vegetales con el mortero para producir un bloque de construcción que sea usado como revestimiento exterior en las fachadas de las viviendas?

2.- ¿Qué opina usted sobre la correcta reutilización de las fibras naturales vegetales y de conocer las propiedades intrínsecas de las mismas para sus diferentes usos y aplicaciones?

3.- ¿Considera necesario medidas de prevención para la disposición final de las fibras naturales vegetales como desechos manejados de forma incorrecta y que signifique un problema al medio ambiente?

4.- ¿Ha escuchado sobre el impacto ambiental para la producción de los materiales de construcción y su influencia en la salud del planeta y sostenibilidad a largo plazo?

5.- ¿Cree usted conveniente utilizar la metodología constructiva normal de un bloque tradicional con un bloque diseñado con mortero y fibras naturales que reduzcan el impacto ambiental y mantengan sus características de resistencia mecánica para ser usados como revestimiento exterior en las fachadas de viviendas?

6.- ¿Qué opina usted de las características que se encuentran en el mercado local de los bloques de construcción existentes?

7.- ¿Considera usted que el Gobierno Nacional, Municipios, empresas públicas, empresas privadas, promotores de urbanizaciones, contratistas, entre otros del sector de construcción, invierten en investigación científica para promover la reutilización de desechos, y evitar el impacto ambiental derivados del proceso de producción de los materiales de construcción?

8.- ¿Considera idóneo y novedoso la implementación de bloques de construcción eco-amigables, decorativos y resistentes estructuralmente para el uso como revestimiento exterior en las fachadas de las viviendas?

9.- ¿Cuál sería el costo promedio que consideraría si es que el bloque de construcción con mortero y fibras naturales vegetales ensayados resulta resistente, eco-amigable y un elemento decorativo para ser usado como revestimiento exterior?

10.- Desde el punto de vista profesional, ¿Recomendaría a sus amigos, colegas, clientes, comprar y usar este bloque de construcción con mortero y fibras naturales vegetales para revestimiento exterior en las fachadas de sus viviendas con una metodología de aplicación sencilla y óptima comparadas con las ya existentes en el mercado local?

¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

3.4.1.6. Análisis de Resultados.

3.4.1.6.1. Recolección y procesamiento de datos de la Encuesta.

Pregunta 1: Tipo de Sexo

Tabla 3

Resultados pregunta 1.

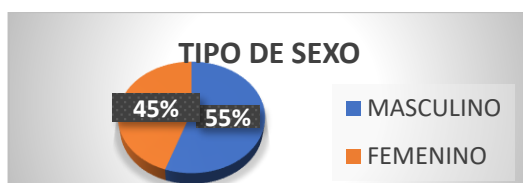
OPCION	TIPO DE SEXO	
	CANTIDAD	PORCENTAJE
MASCULINO	208	55%
FEMENINO	168	45%
TOTAL	376	100%

Nota: Acorde al tipo de sexo mediante esta tabla se representa la cantidad de las personas encuestadas.

Elaborado por: Santacruz (2023).

Gráfico 1

Tipo de Sexo de los encuestados.



Elaborado por: Santacruz (2023).

Análisis: El 55% de la población encuestada es del sexo masculino, y el 45% corresponde al sexo femenino. Se recalca también que muchos de los encuestados fueron estudiantes y profesionales de las carreras de ingeniería civil de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (UCSG) y de varias empresas públicas y privadas del sector de la construcción.

Pregunta 2: Rango de Edad

Tabla 4

Resultados pregunta 2.

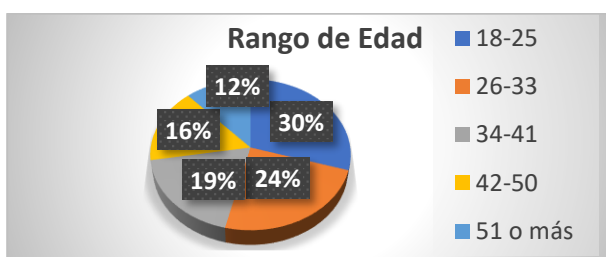
RANGO DE EDAD		
OPCION	CANTIDAD	PORCENTAJE
18-25	112	30%
26-33	90	24%
34-41	70	19%
42-50	60	16%
51 o más	44	12%
TOTAL	376	100%

Nota: Esta tabla representa el rango de edad de las personas encuestadas.

Elaborado por: Santacruz (2023).

Gráfico 2

Rango de Edad de encuestados



Elaborado por: Santacruz (2023).

Análisis: El rango de edad de los encuestados están de 18 a 25 años que representa un 30% debido a los estudiantes y profesionales jóvenes de la UCSG, a más de profesionales dentro del campo de la construcción.

Pregunta 1 de la Encuesta: ¿Está usted de acuerdo con los costos de los bloques de construcción en el mercado local de nuestro país?

Tabla 5

Resultados pregunta 1 de la encuesta.

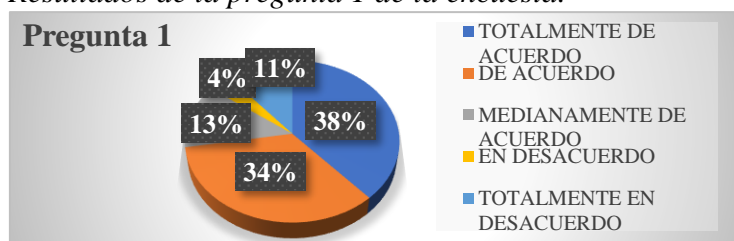
PREGUNTA 1		
OPCION	CANTIDAD	PORCENTAJE
TOTALMENTE DE ACUERDO	144	38%
DE ACUERDO	128	34%
MEDIANAMENTE DE ACUERDO	48	13%
EN DESACUERDO	14	4%
TOTALMENTE EN DESACUERDO	42	11%
TOTAL	376	100%

Nota. Esta tabla representa el resultado en cantidad y porcentaje.

Elaborado por: Santacruz (2023).

Gráfico 3

Resultados de la pregunta 1 de la encuesta.



Elaborado por: Santacruz (2023).

Análisis: El 38% de la población encuestada se encuentra Totalmente De Acuerdo con los costos de los bloques de construcción en el mercado local.

Pregunta 2 de la Encuesta: ¿Consideraría necesario implementar el uso de fibras naturales vegetales que adicionándole al mortero se produzca un bloque de construcción con igual resistencia y amigable con el medio ambiente?

Tabla 6

Resultados pregunta 2 de la encuesta.

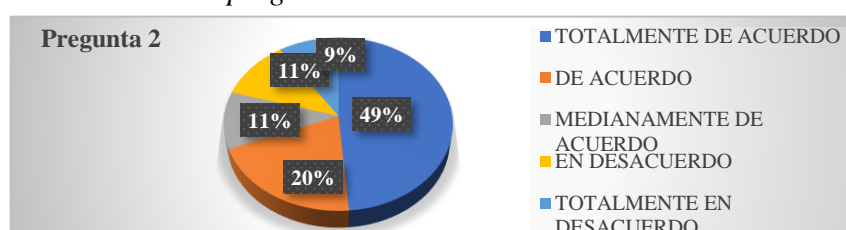
PREGUNTA 2		
OPCION	CANTIDAD	PORCENTAJE
TOTALMENTE DE ACUERDO	183	49%
DE ACUERDO	76	20%
MEDIANAMENTE DE ACUERDO	40	11%
EN DESACUERDO	42	11%
TOTALMENTE EN DESACUERDO	35	9%
TOTAL	376	100%

Nota. Esta tabla representa el resultado en cantidad y porcentaje.

Elaborado por: Santacruz (2023).

Gráfico 4

Resultados de la pregunta 2 de la encuesta.



Elaborado por: Santacruz (2023).

Análisis: El 49% se encuentra Totalmente de acuerdo con que se implemente el uso de fibras naturales vegetales que adicionándole al mortero se produzca un bloque de construcción con igual resistencia y amigable con el medio ambiente.

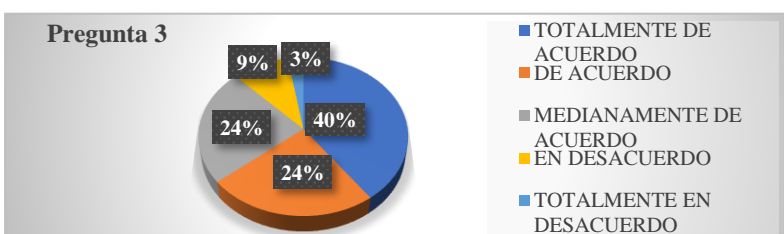
Pregunta 3 de la Encuesta: ¿Qué tan importante considera la correcta reutilización de fibras vegetales para el uso de materiales de construcción?

Tabla 7*Resultados pregunta 3 de la encuesta.*

PREGUNTA 3		
OPCION	CANTIDAD	PORCENTAJE
TOTALMENTE DE ACUERDO	150	40%
DE ACUERDO	91	24%
MEDIANAMENTE DE ACUERDO	89	24%
EN DESACUERDO	36	10%
TOTALMENTE EN DESACUERDO	10	3%
TOTAL	376	100%

Nota. Esta tabla representa el resultado en cantidad y porcentaje.

Elaborado por: Santacruz (2023).

Gráfico 5*Resultados de la pregunta 3 de la encuesta.*

Elaborado por: Santacruz (2023).

Análisis: El 40% de la población encuestada se encuentra Totalmente de acuerdo y el 24% optó por el criterio De acuerdo en que es importante la correcta reutilización de fibras vegetales para el uso de materiales de construcción.

Pregunta 4 de la Encuesta: ¿Estaría conforme que los bloques de construcción con mortero y fibras naturales vegetales sirvan a su vez como revestimiento exterior, es decir elemento estructural y eco amigable en las fachadas exteriores de las viviendas?

Tabla 8*Resultados pregunta 4 de la encuesta.*

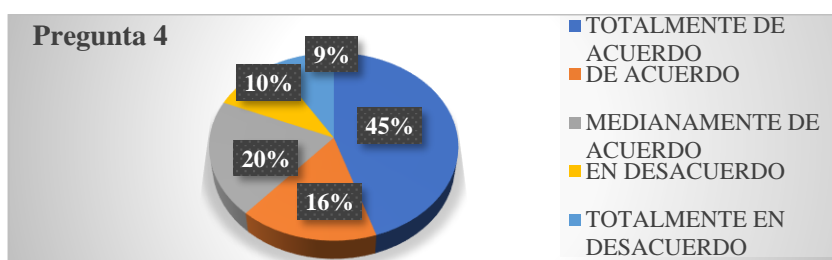
PREGUNTA 4		
OPCION	CANTIDAD	PORCENTAJE
TOTALMENTE DE ACUERDO	169	45%
DE ACUERDO	62	16%
MEDIANAMENTE DE ACUERDO	75	20%
EN DESACUERDO	37	10%
TOTALMENTE EN DESACUERDO	33	9%
TOTAL	376	100%

Nota. Esta tabla representa el resultado en cantidad y porcentaje.

Elaborado por: Santacruz (2023).

Gráfico 6

Resultados de la pregunta 4 de la encuesta



Elaborado por: Santacruz (2023).

Análisis: El 45% se encuentra conforme con que los bloques sirvan a su vez como revestimiento exterior, es decir elemento estructural y eco amigable en las fachadas exteriores de las viviendas.

Pregunta 5 de la Encuesta: ¿Estaría de acuerdo en que se implemente características de captación calorífica (minimizar el impacto de rayos solares) si se usa como revestimiento exterior en las viviendas?

Tabla 9

Resultados pregunta 5 de la encuesta.

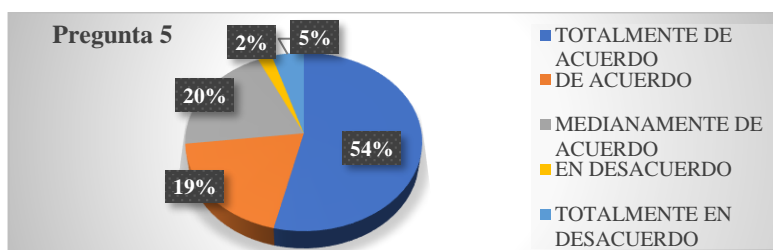
PREGUNTA 5		
OPCION	CANTIDAD	PORCENTAJE
TOTALMENTE DE ACUERDO	202	54%
DE ACUERDO	73	19%
MEDIANAMENTE DE ACUERDO	75	20%
EN DESACUERDO	8	2%
TOTALMENTE EN DESACUERDO	18	5%
TOTAL	376	100%

Nota. Esta tabla representa el resultado en cantidad y porcentaje.

Elaborado por: Santacruz (2023).

Gráfico 7

Resultados de la pregunta 5 de la encuesta.



Elaborado por: Santacruz (2023).

Análisis: El 54% de la población encuestada se encuentra Totalmente de acuerdo en que se implemente características de captación calorífica (minimizar el

impacto de rayos solares) si se usa como revestimiento exterior en las viviendas, mientras que el 2% y el 5% corresponden en criterio Totalmente en desacuerdo y En desacuerdo respectivamente.

Pregunta 6 de la Encuesta: ¿Está usted conforme con las características que se encuentran en el mercado local de los bloques de construcción tradicionales?

Tabla 10

Resultados pregunta 6 de la encuesta.

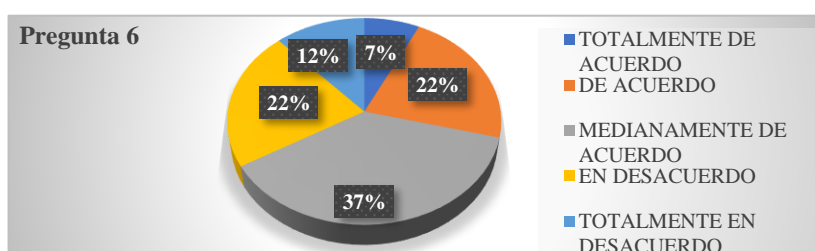
PREGUNTA 6		
OPCION	CANTIDAD	PORCENTAJE
TOTALMENTE DE ACUERDO	27	7%
DE ACUERDO	82	22%
MEDIANAMENTE DE ACUERDO	141	37%
EN DESACUERDO	82	22%
TOTALMENTE EN DESACUERDO	44	12%
TOTAL	376	100%

Nota. Esta tabla representa el resultado en cantidad y porcentaje.

Elaborado por: Santacruz (2023).

Gráfico 8

Resultados de la pregunta 6 de la encuesta.



Elaborado por: Santacruz (2023).

Análisis: El 37% se encuentra Medianamente de Acuerdo con las características que se encuentran en el mercado local de los bloques de construcción tradicionales.

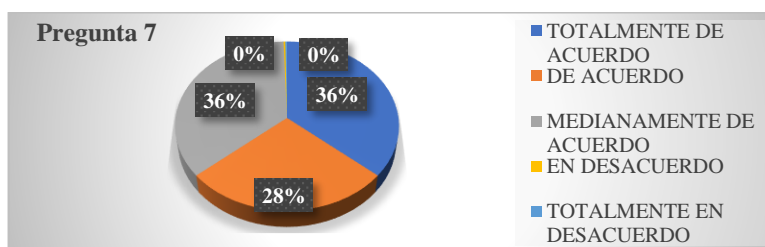
Pregunta 7 de la Encuesta: Si su respuesta es Sí: ¿Consideraría pagar un valor mayor por un bloque de construcción que se pueda usar como revestimiento exterior que tenga propiedades y características técnicas aportando un mejor confort a los habitantes de la vivienda?

Tabla 11*Resultados pregunta 7 de la encuesta.*

PREGUNTA 7		
OPCION	CANTIDAD	PORCENTAJE
TOTALMENTE DE ACUERDO	136	36%
DE ACUERDO	104	28%
MEDIANAMENTE DE ACUERDO	134	36%
EN DESACUERDO	1	0%
TOTALMENTE EN DESACUERDO	1	0%
TOTAL	376	100%

Nota. Esta tabla representa el resultado en cantidad y porcentaje.

Elaborado por: Santacruz (2023)

Gráfico 9*Resultados de la pregunta 7 de la encuesta*

Elaborado por: Santacruz (2023).

Análisis: El 36% se encuentra Totalmente y Medianamente de acuerdo con pagar un valor mayor por un bloque de construcción.

Pregunta 8: Si su respuesta es Sí: ¿Consideraría usted conocer el producto en las empresas que venden materiales de construcción o quisiera que los promotores de nuevas urbanizaciones construyan con los bloques de construcción ofertando al mercado local viviendas con eficiencia energética eco amigables y resistentes?

Tabla 12*Resultados pregunta 8 de la encuesta.*

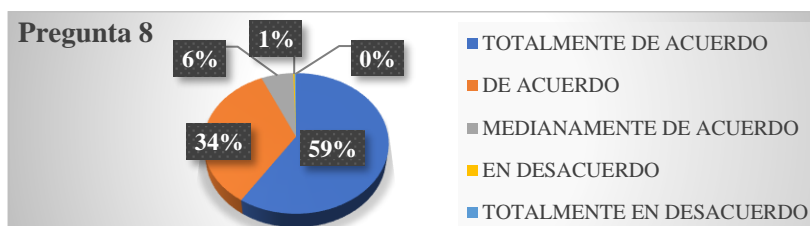
PREGUNTA 8		
OPCION	CANTIDAD	PORCENTAJE
TOTALMENTE DE ACUERDO	222	59%
DE ACUERDO	128	34%
MEDIANAMENTE DE ACUERDO	23	6%
EN DESACUERDO	1	0%
TOTALMENTE EN DESACUERDO	1	0%
TOTAL	376	100%

Nota. Esta tabla representa el resultado en cantidad y porcentaje.

Elaborado por: Santacruz (2023).

Gráfico 10

Resultados de la pregunta 8 de la encuesta



Elaborado por: Santacruz (2023).

Análisis: El 59% se encuentra Totalmente de acuerdo en conocer el producto en las empresas que venden materiales de construcción.

Pregunta 9 de la Encuesta: ¿Estaría dispuesto a adquirir en un mercado local el bloque de construcción decorativo, resistente, eco amigable y funcional para colocarlo como revestimiento en la fachada exterior de su vivienda considerando el uso de fibras naturales vegetales reduciendo los efectos adversos ambientales?

Tabla 13

Resultados pregunta 9 de la encuesta.

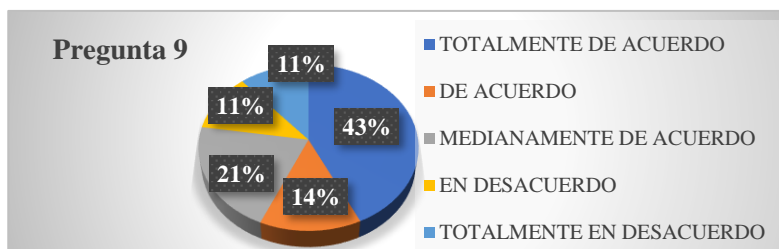
PREGUNTA 9		
OPCION	CANTIDAD	PORCENTAJE
TOTALMENTE DE ACUERDO	160	43%
DE ACUERDO	54	14%
MEDIANAMENTE DE ACUERDO	78	21%
EN DESACUERDO	42	11%
TOTALMENTE EN DESACUERDO	42	11%
TOTAL	376	100%

Nota. Esta tabla representa el resultado en cantidad y porcentaje.

Elaborado por: Santacruz (2023).

Gráfico 11

Resultados de la pregunta 9 de la encuesta



Elaborado por: Santacruz (2023).

Análisis: El 43% de la población encuestada se encuentra Totalmente de acuerdo en adquirir en un mercado local el bloque de construcción decorativo, resistente, eco amigable y funcional para colocarlo como revestimiento en la fachada

exterior de su vivienda considerando el uso de fibras naturales vegetales reduciendo los efectos adversos ambientales.

Pregunta 10 de la Encuesta: ¿Consideraría recomendar este bloque de construcción con mortero que adiciona fibras naturales vegetales con resistencia mecánica y desempeño ambiental a sus amigos y/o conocidos?

Tabla 14

Resultados pregunta 10 de la encuesta.

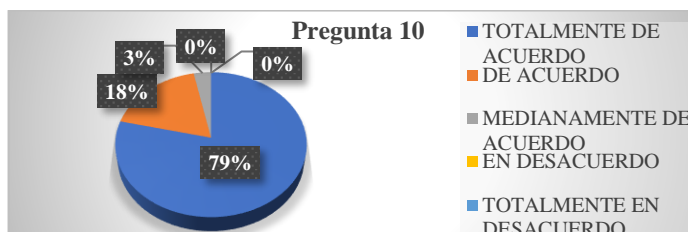
PREGUNTA 10		
OPCION	CANTIDAD	PORCENTAJE
TOTALMENTE DE ACUERDO	296	79%
DE ACUERDO	68	18%
MEDIANAMENTE DE ACUERDO	12	3%
EN DESACUERDO	0	0%
TOTALMENTE EN DESACUERDO	0	0%
TOTAL	376	100%

Nota. Esta tabla representa el resultado en cantidad y porcentaje.

Elaborado por: Santacruz (2023).

Gráfico 12

Resultados de la pregunta 10 de la encuesta



Elaborado por: Santacruz (2023).

Análisis: El 79% de la población encuestada se encuentra Totalmente de acuerdo en recomendar a sus amigos y/o conocidos el bloque de construcción con mortero que adiciona fibras naturales vegetales con resistencia mecánica y desempeño ambiental.

3.4.1.6.2. Recolección y procesamiento de datos de la Entrevista.

Entrevista realizada a: Ing. Ernesto Ubaldo Encalada Chichanda, Master en Infraestructura del Universidad Europea del Atlántico, Fiscalizador de Obra de la Subdirección de Obras por Contrato del Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil

Respuesta de la Pregunta 1 de la Entrevista:

Es imprescindible conocer las propiedades de cada material de construcción para poder combinar sus características e innovar con nuevos productos o elementos constructivos. Para que sea usado como revestimiento exterior deberá combinar la resistencia estructural de los bloques con los beneficios estéticos y sostenibles de las fibras naturales.

Respuesta de la Pregunta 2 de la Entrevista:

Conocer sobre la correcta reutilización de las fibras naturales vegetales es crucial por varias razones, que incluyen aspectos ambientales, económicos y sociales, en donde se promueva lo esencial para avanzar hacia prácticas más sostenibles y responsables

Respuesta de la Pregunta 3 de la Entrevista:

Sí, es fundamental implementar medidas de prevención y gestión adecuadas para la disposición final de las fibras naturales vegetales, especialmente cuando se manejan de forma incorrecta y pueden representar un problema para el medio ambiente.

Algunas medidas específicas podrían incluir la promoción del reciclaje de fibras naturales, el compostaje cuando sea posible, y la concientización sobre la importancia de no arrojar estos materiales de manera indiscriminada en la naturaleza. La colaboración entre comunidades, empresas y entidades gubernamentales es esencial para implementar y hacer cumplir estas medidas de manera efectiva.

Respuesta de la Pregunta 4 de la Entrevista:

Sí, definitivamente, aspectos a considerar incluyen: emisiones de gases de efecto invernadero (en la fabricación de materiales como cemento portland y acero), extracción de materias primas (como minerales, madera y petróleo, dando lugar a la deforestación, degradación del suelo y pérdida de biodiversidad), consumo de energía (en procesos de fabricación de materiales de construcción contribuyendo a la demanda de recursos no renovables), residuos y desechos que pueden ser tóxicos o difíciles de gestionar, consumo significativo de agua lo que puede tener consecuencias negativas en regiones con escasez de agua, impacto en ecosistemas locales afectando la flora y la fauna, y la falta de enfoque en la innovación y alternativas sostenibles limitando la capacidad de reducir el impacto ambiental.

Respuesta de la Pregunta 5 de la Entrevista:

La utilización de bloques diseñados con mortero y fibras naturales como revestimiento exterior en fachadas de viviendas puede ser una opción conveniente y sostenible. Sin embargo, la viabilidad y eficacia de esta elección dependerán de varios factores, y es importante considerar cuidadosamente aspectos técnicos y normativos.

Si los bloques diseñados con mortero y fibras naturales cumplen con los requisitos técnicos y normativos, y si su producción y uso son sostenibles, podrían ser una elección conveniente para reducir el impacto ambiental en comparación con materiales más convencionales. Sin embargo, cada proyecto de construcción es único, y la toma de decisiones debe basarse en una evaluación completa de las circunstancias específicas.

Respuesta de la Pregunta 6 de la Entrevista:

En el mercado local existe un rango de tipos de bloques que puede variar dependiendo del tipo de proyecto y su aplicación en ello, Los bloques de construcción pueden variar en términos de materiales, resistencia, aislamiento térmico, sostenibilidad y otros atributos. Las características de los bloques de construcción son fundamentales para el rendimiento y la durabilidad de las estructuras construidas.

Respuesta de la Pregunta 7 de la Entrevista:

La sostenibilidad y la responsabilidad ambiental han ganado importancia en la agenda de muchas empresas, y la investigación científica desempeña un papel crucial en el desarrollo de prácticas más sostenibles en la industria de la construcción. Se puede recalcar que las unidades educativas y universitarias si promueven la investigación científica para abordar los desafíos ambientales en la producción de materiales de construcción debido a los proyectos de titulación que muchos son experimentales los cuales benefician inclusive a las empresas individualmente.

Además, respecto a las entidades públicas y al gobierno nacional se debería invertir más en el desarrollo de soluciones innovadoras para los problemas actuales existentes.

Respuesta de la Pregunta 8 de la Entrevista:

Por supuesto, sin embargo, es crucial realizar pruebas y certificaciones adecuadas para garantizar que estos bloques cumplan con los estándares de construcción y seguridad. Además, es importante considerar factores regionales, costos y la disponibilidad de estos materiales en el mercado local. En resumen, la implementación de bloques eco-amigables para el revestimiento exterior puede ofrecer una combinación beneficiosa de sostenibilidad, diseño atractivo y resistencia

estructural, al tiempo que responde a la creciente demanda de prácticas de construcción más responsables

Respuesta de la Pregunta 9 de la Entrevista:

Es considerable costear un valor un poco más alto si las propiedades y ventajas de usar los bloques de construcción como revestimiento exterior en las fachadas de las viviendas son altamente rentables y también que conjuguen con un diseño arquitectónico modesto, en lo que hay considerar además costos de mano de obra, transporte y tratamientos de sellado o acabado.

En términos generales, los materiales de construcción eco-amigables y novedosos a menudo pueden tener un precio ligeramente superior en comparación con opciones convencionales debido a procesos de producción más especializados y materiales de calidad. Sin embargo, la inversión puede considerarse como una contribución a la sostenibilidad y la estética del proyecto.

Respuesta de la Pregunta 10 de la Entrevista:

Si recomendaría este tipo de bloques con mortero y fibras naturales vegetales ya que se presume aportar una disminución en el impacto ambiental, genera la reutilización de los desechos otorgando al consumidor un producto resistente que cumpla con las normas técnicas y ámbitos de confort y diseño. En última instancia, la decisión de utilizar estos bloques dependerá de las necesidades específicas, prioridades y el contexto del proyecto. Siempre es recomendable realizar una investigación exhaustiva y consultar con profesionales antes de tomar decisiones significativas en proyectos de construcción más grandes.

3.4.2. Método de Experimentación.

Tras la recolección y procesamiento de datos se exponen los resultados obtenidos en donde se conoce si podemos satisfacer o no la idea a defender con el fin de llegar a solucionar la problemática que existe en este trabajo de titulación. Este análisis es crucial para entender el significado de los datos y para llegar a conclusiones respaldadas por evidencia.

Se tiene que el gran porcentaje de encuestados resultó estar dispuestos a la utilización del prototipo propuesto, en lo que se infiere que el factor estético influye bastante y el diseño arquitectónico sería un extra para su comercialización, por ello es necesario calcular el precio comercial a más del costo bruto para lograr un prototipo rentable, eficiente de los que deseen renovar su vivienda. Es así que, el marketing es

una herramienta importante haciendo énfasis en los beneficios en comparación de las desventajas obteniendo un índice notable.

Por consiguiente, con los resultados y su respectivo análisis se dictaminará el valor real de la inversión tanto monetaria como la energética de producción del bloque como elemento decorativo y funcional a través de los resultados de resistencia a la compresión simple para garantizar la buena calidad y bajo costo en el diseño y fabricación dentro del mercado local. Estos ensayos se realizaron en el Laboratorio de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, y se coordinó con el Ing. Octavio Yépez para las gestiones pertinentes. Dentro de la composición del hormigón se tienen los agregados finos, agregados gruesos, cemento y agua de mezclado en sus proporciones acorde a las normativas ACI y ASTM.

Adicionalmente a estos materiales, están las fibras vegetales de banano, de coco y de abacá, un aditivo para la buena adhesión de las fibras con el mortero u hormigón y también una adecuada selección de los agregados, debido a que van a ser ensayados para conformar una dosificación patrón.

- El árido grueso deberá tener un tamaño nominal máximo de 3/8 de pulgada.
- El árido fino, se deberá conocer su módulo de finura evitando que sea muy fino porque tendrá problemas en su compactación.
- El cemento será el local y el agua en lo posible deberá ser potable, que entre sus propiedades mecánicas se tienen las características físico-químicas propias del cemento, y con ello se conocerá el fraguado, finura y su peso específico.

Se realizaron estos ensayos previos al de resistencia a la compresión simple: ensayo de granulometría (ASTM C136), ensayo de absorción (ASTM C127 y ASTM C128), ensayo de peso específico, ensayo de desgaste los ángeles (ASTM C131), densidad suelta y compactada ASTM C29, contenido de humedad ASTM C566, abrasión. ASTM C131, Método Vicat ASTM C191 (cemento), y finura del cemento. Además, de los ensayos realizados al hormigón se realizó lo siguiente: muestreo del hormigón recién mezclado ASTM C172, Temperatura del hormigón fresco ASTM C1064, Revenimiento del hormigón recién mezclado ASTM C143, Peso unitario y volumen producido ASTM C138.

3.4.2.1 Propuesta.

“Diseño de bloque con mortero que adiciona fibras vegetales tratadas con hidróxido de sodio evaluando el desempeño ambiental y mecánico.”

3.4.2.2. Selección del prototipo.

Se entiende como prototipo al bloque con mortero que adiciona fibras naturales vegetales tratadas con Hidróxido de Sodio, en donde se realizaron diferentes muestras con dosificaciones en proporción respecto al agregado grueso por volumen de fibras en el mortero, para las cuales se realiza el ensayo de resistencia a la compresión simple:

- Muestra con dosificación típica de mortero con 100% de árido grueso y 0% de fibras naturales vegetales del porcentaje total calculado respectivo al árido grueso (M1).
- Muestra con dosificación típica de mortero con 50% de árido grueso y 50% de fibras naturales vegetales del porcentaje total calculado respectivo al árido grueso (M2).
- Muestra con dosificación típica de mortero con 0% de árido grueso y 100% de fibras naturales vegetales del porcentaje total calculado respectivo al árido grueso (M3).

3.4.2.3. Recolección de la materia prima.

Se obtuvieron los materiales en la Ferretería Bellavista ubicada en la Av. Barcelona y Calle Juan León Mera Martínez, frente al Parque Lineal, Cdla. Vista Alegre. Cabe recalcar que para el evalúo del desempeño mecánico se usaron equipos de protección personal e implementos de seguridad como: mandil, botas con punta de acero, guantes de plástico, lentes, mascarilla.

Ilustración 7

Ferretería Bellavista y Materiales usados en el Laboratorio de la UCSG.



Elaborado por: Santacruz (2023).

3.4.2.4. Ensayo de resistencia a la Compresión de Especímenes de Hormigón NTE INEN 1573.

Para las muestras M1, M2 y M3 con su dosificación ya preestablecida se llenaron 4 cilindros por cada muestra, verificando la verticalidad con una tolerancia de 3,2 mm en 30 cm; acogidos en la norma ASTM C1231 se inserta el neopreno de diámetro no menor a 2 mm de las placas metálicas y espesor 13 mm (Alvarez, 2022) en los platos retenedores, en lo que se ubican, se centran estos cilindros en el neopreno, se colocan en la base de la máquina del ensayo y se aplica una carga de hasta un 10% de la resistencia que se desea obtener con base en la dosificación de diseño.

Procedimiento: preparación de especímenes, curado de especímenes, etiquetado y registro, colocación en la máquina de ensayo, aplicación de carga, cálculos y reporte de resultados.

3.4.2.4.1. Metodología del ACI 211. 4R para la dosificación del hormigón.

El ACI 211.4R-08, "Guía para la Dosificación de Mezclas de Hormigón", publicado por el American Concrete Institute (ACI), proporciona directrices y recomendaciones para la dosificación de mezclas de hormigón, cuya metodología es la siguiente: establecimiento de objetivos de la mezcla y selección de materiales, propiedades del hormigón, relación agua-cemento (a/c), contenido de agua, diseño del tamaño máximo del agregado, método de dosificación, pruebas y ajustes, documentación y control de calidad.

Para el cálculo se selecciona el revenimiento y la resistencia del hormigón requerido; se elige el tamaño máximo del agregado y se selecciona el contenido óptimo del agregado, luego se estima el agua de mezclado y se selecciona la relación agua/cemento: de ahí se calcula el contenido de material cementante y por ende se determina la proporción de la mezcla.

Tabla 15

Dimensiones del bloque de construcción.

Base	Altura	Espesor/Anchura
40cm	20cm	10/15 cm

Nota. Esta tabla detalla las dimensiones pre- elegidas para el prototipo a diseñar.

Elaborado por: Santacruz (2023).

Tabla 16*Método del volumen absoluto (ACI)*

Resistencia requerida	Características físicas de los materiales a emplear en la elaboración del hormigón	Tipo construcción	Elegir de revenimiento
210 Kg/cm²	3.15	Mass concrete	75mm
	g/cm ³ Cemento		
	Módulo de finura de la arena o granulométrico	2.7	
	Arena	2.36	
	g/cm ³		
	% Absorción de la arena	5.28%	
	Humedad de la arena	6.00%	T/m ³
	Grava	1.6 g/cm ³	
	Tamaño máximo de la Grava	9.5 mm 3/8"	
	% Absorción de la grava	4.50%	
	Humedad de la grava	2.70%	

Nota. Tabla que detalla características físicas de los materiales a emplear para la elaboración del hormigón; en este caso se diseñó para una resistencia de 140 kg/cm².

Fuente: Furlong (2014).

Tabla 17*Recommended slumps for various type of construction (SI)*

Type of construction	Maximum	mm	Minimum
Reinforce foundation walls and footings	75		25
Plain footings, caissons, and substructure walls	75		25
Beams and reinforced walls	100		25
Building columns	100		25
Pavements and slabs	75		25
Mass concrete	75		25

Nota. Tabla que sirve para elegir el revenimiento según el tipo de construcción.

Fuente: Furlong (2014).

Cantidad de agua: 228 Kg/cm³

Tabla 18*Manual of concrete practice*

Approximate mixing water and air content requirements for diferents slumps and nominal maximun sizes of aggregates (SI)
 Water Kg/m³ of concrete for indicated nominal maximun sizes of aggregate

Slump, mm	9.5"	12.5"	19"	25"	37.5"	50"	75"	150"
Nom-air-entrained concrete								
25 to 50	207	199	190	179	166	154	169	145
75 to 100	228	216	205	193	181	169	145	124
150 to 175	243	228	216	202	190	178	160	
Approximate amount of entrapped air in non-air-3 entrained concrete, percent		2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Air-entrained concrete								
25 to 50	181	175	168	160	150	142	122	107
75 to 100	202	193	184	175	165	157	133	119
150 to 175	216	205	197	184	174	166	154	
Recommended average total air content, percent for level of exposure								
Mild exposure	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5***	1.0***
Moderate exposure	6	5.5	5	4.5	4.5	4	3.5***	3.0***
Extreme exposure++	7.5	7	6	6	5.5	5	4.5***	4.0***
Relación agua - cemento a/c: 0.81								

Nota. Tabla que sirve para elegir la cantidad de agua en kg/m³.

Fuente: Furlong (2014).

Tabla 19*Interpolar*

Resistencia a compresión en MPA	Relación agua - cemento, por masa	
	Hormigón con aire	Hormigón sin aire
20	0.69	0.60
15	0.79	0.70

Nota. Tabla que se interpola para conseguir la relación agua – cemento.

Fuente: American Concrete Institute Committee 318 (2014) Building Code Requirements or Structural Concrete).

Elaborado por: Santacruz, L. (2023).

Tabla 20*Relationships between water-cement ratio and compressive strength of concrete (SI)*

Compressive strengt at 28 days, Mpa	Water-cement ratio, by mass Non-air-entrained concrete	Air - entrained concrete
40	0.42	
35	0.47	0.39
30	0.54	0.45
25	0.61	0.52
20	0.69	0.60
15	0.79	0.70

Nota. Tabla que depende de la resistencia a la compresión simple.

Fuente: Furlong (2014).

Tabla 21*Volume of coarse aggregate per unit of volume of concrete (SI)*

Nominal maximum aggregate. mm	Volume of dry-rodded coarse aggregate* per unit volume of concrete for different fineness modult of fine aggregate size of			
	2.40	2.60	2.80	3.00
9.50	0.50	0.48	0.46	0.44
12.50	0.59	0.57	0.55	0.53
19.00	0.66	0.64	0.62	0.60
25.00	0.71	0.69	0.67	0.65
37.50	0.75	0.73	0.71	0.69

Nota. Tabla que depende del tamaño máximo nominal del agregado en unidades milimétricas.

Fuente: Furlong (2014).

- Suma de materiales: 807.36 litros; Cantidad de la grava: 752 Kg/m³
- Cantidad de cemento: 281.48 Kg/m³; Grava: 1.6 g/cm³; Módulo de finura de la arena o granulométrico: 2.7 ; Tamaño máximo de la grava: 9.5 mm 3/8”
- Cantidad de la grava= coeficiente de la tabla
- Cantidad de la grava: 1.6 (Grava) x 0.47 (Coeficiente de la tabla) = 752 Kg/m³

Tabla 22

Suma de materiales

Materiales	W (Kg/cm ³)	γ (g/cm ³)	Volumen (litros)= w/γ
Agua	22 8	1	228
Cemento	281.48	3.15	89.36
Grava	752	1.6	470
Cantidad de aire atrapado	0.02		20
Total			807.36

Nota. Tabla que resulta de la suma de los materiales en litros.

Fuente: Santacruz (2023).

- Volumen de arena requerido: 192.64; Volumen total considerado 1m³ = 1000litros
- Cantidad de arena: 2.36 g/cm³ x 192.64 litros = 454.63 Kg/m³ w (arena) x Volumen de la arena = cantidad de arena (Kg/m³)

Tabla 23

Corrección por humedad y absorción

Porción base	Cantidad (Kg/m ³) "A"	Humedad "B" %	Kg	Absorción "C" %	Kg	Porción real A+B+C
Cemento	281.48	0.00%	0.00		0.00	281.48
Arena	454.63	6.00%	27.28	0.00%	24.00	457.91
Grava	752	2.70%	20.30	5.28%	33.84	738.46
Agua	A= 228		B= 47.58	4.50%	C= 7.84	A-B+C= 238.26
Total	1716.1 Kg/m³					

Nota: Cantidades para la corrección por humedad y absorción.

Fuente: Furlong (2014).

Cantidades requeridas en una parihuela.

- Volumen de la parihuela: b= 40; h= 40; Espesor= 20 cm = 32000 cm³ =32000 / 1'000.000= 0.032 m³

Cantidades

- Cemento: 9.01 Kg; Arena: 14.65 Kg; Grava 23.63 Kg; Agua. 7.62 Kg
- Cemento: 1m³ = 281.48 Kg/m³ ; 0.032m³= X; X (1m³) = (0.032m³) x (281.48 Kg/m³) = 9.01 Kg

Cantidades con el Aditivo.

- Cemento: 9.01 Kg – (9.01 x 3%) = 0.2703 x 1000= 270.3 kg; Arena: 14.65 Kg
- Grava: 23.63 Kg y Agua 7.62 Kg

3.4.2.4.2. Proceso de Elaboración de los Cilindros para el Ensayo de Compresión Simple con las muestras M1, M2 y M3 (Se realizaron en el laboratorio de la Universidad Católica de Santiago de Santiago de Guayaquil).

Todas las muestras M1, M2 y M3 con la dosificación de diseño para una resistencia de hormigón tradicional cuyas cantidades respecto a arena, cemento, agua, aditivo son constantes en todas las muestras; más sin embargo la variación influye en el árido grueso o grava ya que el análisis es comparar la resistencia de un hormigón tradicional en relación al reemplazo de la grava por porcentajes en volumen de cada fibra natural vegetal como lo son las fibras de coco, fibra de banano y fibra de abacá en un 50% y 100% de reemplazo:

- **M1** = Muestra con dosificación típica (100% de árido grueso y 0% de fibras naturales vegetales)

Número requerido de cilindros para el ensayo de resistencia a la compresión simple: 3 cilindros a ensayar (a los 7 días, 14 días y 28 días)

- **M2**= Muestra con la dosificación típica (50% de árido grueso y 50% de fibras naturales vegetales).

Número requerido de cilindros para el ensayo de resistencia a la compresión simple: 9 cilindros a ensayar

(3 cilindros con fibras de coco al 50% de adición y 50% de grava a los 7 días)

(3 cilindros con fibras de banano al 50% de adición y 50% de grava a los 14 días) y

(3 cilindros con fibras de abacá al 50% de adición y 50% de grava a los 28 días)

- **M3**= Muestra con la dosificación típica (0% de árido grueso y 100% de fibras naturales vegetales).

Número requerido de cilindros para el ensayo de resistencia a la compresión simple: 9 cilindros a ensayar

(3 cilindros con fibras de coco al 100% de adición y 0% de grava a los 7 días)

(3 cilindros con fibras de banano al 100% de adición y 0% de grava a los 14 días) y

(3 cilindros con fibras de abacá al 100% de adición y 0% de grava a los 28 días)

En resumen, se realizarán 21 cilindros para poder evaluar y así analizar el ensayo de resistencia a la compresión simple de cada uno de ellos al aplicar la carga hasta la rotura.

- El día sábado 07 de enero de 2023 se realizaron las respectivas dosificaciones para un hormigón tradicional (se realizaron 3 cilindros).
- El día lunes 09 de enero de 2023 (se realizaron 12 cilindros los cuales 3 cilindros al 50% de fibra de coco, 3 cilindros al 50% de fibra de banano, 3 cilindros a 100% de fibra de coco y 3 cilindros al 100% de fibra de banano).
- Y, por último, el día jueves 12 de enero de 2023 se realizaron 6 cilindros de los cuales 3 cilindros al 50% de fibra de abacá y 3 cilindros al 100% de fibra de abacá).

Además, en función de las dimensiones de los cilindros en donde se moldearán las muestras se realiza el ajuste de las cantidades de material a utilizar, que posteriormente se detallarán mediante tablas correspondientes para mejor comprensión del lector. A continuación, se presentará el registro fotográfico de todo el proceso realizado. Se preparan todos los materiales e implementos necesarios para la dosificación real y su análisis correspondiente.

Ilustración 8

Cilindros y materiales listos para realizar las mezclas M1, M2 y M3.



Elaborado por: Santacruz (2023).

Se procede a pesar los materiales en taras y ser medidos en las balanzas. El peso de la tara es de 2.197 gramos.

Ilustración 9

Balanza gramera electrónica para pesar los materiales a emplear.



Elaborado por: Santacruz (2023).

Se procede a pesar el agregado grueso (grava), agregado fino (arena), y fibras de banano, coco y abacá, previamente establecido para el diseño de la mezcla y los demás materiales sucesivamente.

Ilustración 10

Medición del peso de la grava (agregado grueso), arena (agregado fino), cemento, agua, aditivo y fibras en la balanza gramera.



Elaborado por: Santacruz (2023).

Ilustración 11

Medición del peso de las fibras naturales, aditivos, agua en la balanza gramera.



Elaborado por: Santacruz (2023).

Ilustración 12

Fibras de Coco-proceso de limpieza, homogeneidad y dimensión.



Elaborado por: Santacruz (2023).

Ilustración 13

Proceso de tratamiento de las fibras de Coco y fibras de banano.

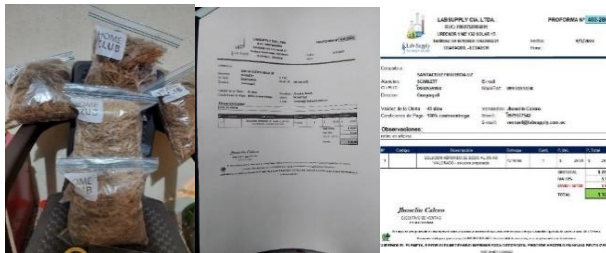


Elaborado por: Santacruz (2023).

Se observan las fibras naturales de una dimensión homogénea (fibra de coco, fibra de banano y fibra de abacá) para así poder obtener una mezcla con su consistencia adecuada cumpliendo con la normativa técnica.

Ilustración 14

Fibras de coco, fibras de abacá y fibras de banano y compra del Hidróxido de Sodio al 3% para tratar las fibras vegetales.



Elaborado por: Santacruz (2023).

Una vez pesados los materiales conforme en su dosificación se procede a mezclar, hasta lograr la homogeneidad y que la mezcla sea consistente acorde a la que fue diseñada, agregando poco a poco cada uno de los componentes.

Ilustración 15

Se mezclan todos los materiales según la dosificación diseñada.



Elaborado por: Santacruz (2023).

Ilustración 16

Mezcla de todos los materiales para la composición del diseño de un hormigón y adición de la cantidad de agua de forma gradual.



Elaborado por: Santacruz (2023).

Mezclados todos los materiales con la dosificación adecuada para un diseño de hormigón con una resistencia esperada de 140 kg/cm². La adición del agua debe ser de forma gradual para lograr una mezcla homogénea de todos los materiales. Se procede a verter la mezcla en moldes en un recipiente y procedemos a llenar los cilindros en unidades de 3 por cada muestra descrita previamente, siendo un total de 12 cilindros que se ensayarán para el análisis comparativo posterior.

Ilustración 17

Cilindros con dimensiones según la normativa regulados para el ensayo de resistencia a la compresión simple antes del curado.



Elaborado por: Santacruz (2023).

El volumen de fibras naturales vegetales para las muestras M2 y M3 como reemplazo en porcentaje del agregado grueso que en este caso sería la piedra de 3/8 de pulgadas. Varillados los cilindros con las muestras según la norma antes descrita ASTM C31 y una vez se endurezcan un poco se enumera los cilindros para su posterior identificación después de su curado y ensayarlos según la normativa.

Ilustración 18

Se obtienen los pesos, dimensiones y curado de los cilindros.



Elaborado por: Santacruz (2023).

Cilindros que se ensayaron a los 7, 14 y 28 días en el equipo de ensayo de compresión simple usado en el Laboratorio de la UCSG nos resulta en una fuerza máxima en unidades de fuerza es decir en Kilo Newton, para la cual resiste el cilindro con la muestra ensayada y predeterminada, y obtener el esfuerzo que es el cálculo de fuerza del equipo sobre el área de contacto sobre la cual se ejerció la fuerza.

Ilustración 19

Fuerza en Kilo Newton a los 7 días de ensayo de un hormigón tradicional, de la muestra al 100% de fibra de banano, ensayo de la muestra al 50% de fibra de coco, 100% de fibra de coco y 50% de fibra de abacá.



Elaborado por: Santacruz (2023).

Ilustración 20

Fuerza en Kilo Newton a los 14 días de ensayo de la muestra de hormigón tradicional, 50% de fibra de banano, 100% de fibra de banano, hormigón al 50% de fibra de coco, 100% de fibra de coco y 50% de fibra de abacá.



Elaborado por: Santacruz (2023).

Ilustración 21

Fuerza en Kilo Newton a los 14 días de ensayo de la muestra de 100% de fibra de abacá, a los 28 días de la muestra de hormigón tradicional, al 50% de fibra de banano y 100% de fibra de banano.



Elaborado por: Santacruz (2023).

Ilustración 22

Fuerza en KN a los 28 días de ensayo de la muestra al 50% de fibra de coco y 100% de fibra de coco, 50% de fibra de abacá y 100% de fibra de abacá.



Elaborado por: Santacruz (2023).

Ilustración 23

Ensayo de aplicación del ensayo de resistencia para un hormigón tradicional (3 cilindros a los 7 días, a los 14 días y 28 días).



Elaborado por: Santacruz (2023).

Se pesan los cilindros y se toman dimensiones como el diámetro de la base de los cilindros y alturas para poder hallar el área. A continuación, se encuentran las fotos de las resultantes de fuerza en KN que se obtuvieron por cada muestra ensayada.

Ilustración 24

Ensayo de aplicación del ensayo de resistencia para un hormigón con fibras de coco al 50 y 100% (3 cilindros a los 7 días, a los 14 días y 28 días).



Elaborado por: Santacruz (2023).

Ilustración 25

Ensayo de aplicación del ensayo de resistencia para un hormigón con fibras de banano al 50 y 100% (3 cilindros a los 7 días, a los 14 días y 28 días).



Elaborado por: Santacruz (2023).

Ilustración 26

Ensayo de aplicación del ensayo de resistencia para un hormigón con fibras de abacá al 50 y 100% (3 cilindros a los 7 días, a los 14 días y 28 días).



Elaborado por: Santacruz (2023).

Ilustración 27

Ensayo de aplicación del ensayo de resistencia a las muestras.



Elaborado por: Santacruz (2023).

CAPÍTULO IV
INFORME TÉCNICO- PROPUESTA

En este apartado se incluyen los resultados de todos los ensayos realizados en el Capítulo anterior.

4.1. Análisis Granulométrico del Agregado Grueso.

Tabla 24

Resultados de ensayos de clasificación.

A N Á L I S I S G R A N U L O M É T R I C O: Muestra: Piedra de 3/8" = 9.5mm
RESULTADOS DE ENSAYOS DE CLASIFICACION:

Humedad	0.3 %
Muestra:	1000 gr
SUCS:	GM

Nota: Tabla que representa los datos del agregado grueso.

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción (2014).

Tabla 25

Resultados de la granulometría realizada al agregado grueso.

Tamiz		Peso	Porcentajes en peso		Pasante	
ASTM	Abertura	Parcial	Retenido	Acumulado	Acumulado	
Abertura No	(mm)	gr.	%	%	%	
GRAVA	1 1/2"	37.5	0.00	0.00	0.00	100.00
	3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
	3/8"	9.525	92.90	9.32	9.32	90.68
	4	4.76	720.40	72.25	81.57	18.43
	5	4	0	0	81.57	18.43
	6	3.35	0	0	81.57	18.43
	7	2.8	0	0	81.57	18.43
No 8	2.36	174.60	17.51	99.08	0.92	
FONDO		9.20	0.92	100.00	0.00	
TOTAL		997.10	100.00			

Nota: Tabla que muestra el pasante acumulado en porcentaje del agregado grueso.

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción (2014).

Tabla 26*Resultados del porcentaje de absorción del agregado grueso*

Humedad		Absorción	
ph + t =	1233.00	ps 24h	1008.0
ps + t =	1230.10	ps 24h + t	1241
pt=	233.0	sss =	1036.8
pw =	2.9	sss + t =	1269.8
ps =	997.10	% Absorción	2.86

Nota: Esta tabla muestra el % de absorción del agregado grueso.**Fuente:** Norma Ecuatoriana de la Construcción (2014).

$$\% \text{Absorción} = \frac{\text{Masa superficial seca} - \text{Masa seca}}{\text{Masa seca}} * 100$$

Tabla 27*Resultados del peso volumétrico requerido.*

Peso Volumétrico		
Diámetro	15.2	Cm
Altura	15	Cm
Volumen	2721.88	Cm ³
Volumen	0.002722	M ³
Balde	3487	Kg
b - varilla	7240	Kg
b + varilla	7665	kg
PV	1561.42	Kg/m ³

Nota: Tabla que muestra el peso volumétrico en unidades de masa por volumen.**Fuente:** Norma Ecuatoriana de la Construcción (2014).

$$P_{ss} = \frac{W_{mr} - W_r}{V} * 1000$$

$$\text{Módulo de Finura} = \frac{\text{Sumatoria \% Retenido Acumulado del Tamiz \#4 al 100}}{100}$$

- Módulo de Finura = 289.96
- Módulo de Finura = 2.90

Tabla 30*Resultados del peso volumétrico requerido.*

Peso Volumétrico		
Diámetro	15.2	Cm
Altura	15	Cm
Volumen	2721.88	Cm ³
Volumen	0.002722	M ³
Balde	3487	Kg
b - varilla	7240	Kg
b + varilla	7665	kg
PV	1561.42	Kg/m ³

Nota: Tabla que muestra el peso volumétrico en unidades de masa por volumen.**Fuente:** Norma Ecuatoriana de la Construcción (2014).**Tabla 31***Granulometría -materiales finos ASTM C33*

	Tamiz	Abertura	Peso	Porcentajes en peso		Pasante	
	ASTM			Retenido	Acumulado		
	Abertura No	(mm)	Parcial	%	%	Acumulado	
			gr.			%	
ARENA	4	4.76	1.50	0.30	0.30	99.70	
	5	4	0	0	0.3	99.70	
	6	3.35	0	0	0.3	99.70	
	8	2.36	3.00	0.60	0.91	99.09	
	16	1.18	10.00	2.01	2.92	97.08	
	30	0.59	40.50	8.15	11.07	88.93	
	50	0.3	221.80	44.65	55.73	44.27	
	100	0.15	210.30	42.34	98.07	1.93	
	FONDO			9.60	1.93	100.00	0.00
	TOTAL			496.70	100.00		

Nota: Tabla en donde se muestra la granulometría por tamices.**Fuente:** Norma Ecuatoriana de la Construcción (2014).

Módulo de Finura = 5.70; Estos ensayos fueron realizados en el Laboratorio Estructuras de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil CEINVES del Ingeniero Luis Octavio Yépez según la normativa técnica que rige a los agregados.

4.3. Masa Volumétrica de Materiales.

Tabla 32

Determinación de masa volumétrica de materiales

Identificación	Peso material en gramos	Volumen recipiente cm ³	Masa volumétrica kg/m ³
Masa volumétrica suelta piedra 3/8"	4126	2758	1497
Masa volumétrica varillada piedra 3/8"	4629	2758	1678
Masa volumétrica suelta arena	3349	2758	1214

Nota: Tabla en donde se muestra la masa volumétrica.

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción (2014).

Tabla 33

Ensayo de absorción de materiales

Identificación	Peso seco en gramos	Peso SSS en gramos	% Absorción
Piedra 3/8"	487	500	2.7
Arena	273	292	7.0

Nota: Tabla en donde se muestra la masa volumétrica.

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción (2014).

Gráfico 14

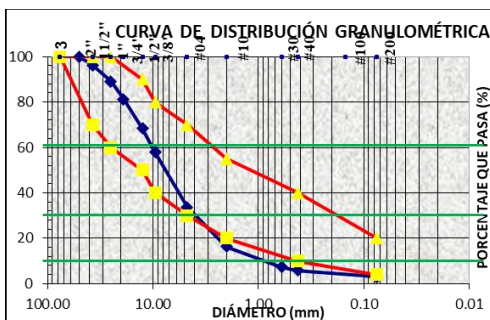
Curva de Distribución Granulométrica



Elaborado por: Santacruz (2023).

Gráfico 15

Curva de Distribución Granulométrica con los límites de la normativa.



Elaborado por: Santacruz (2023).

4.4. Fraguado del Cemento (Método Vicat)

FRAGUADO DEL CEMENTO CON EL METODO DEL VICAT

Muestra: Pasta de Cemento **Temperatura:** 20° C

Tabla 34

Profundidad en mm del Método de Vicat

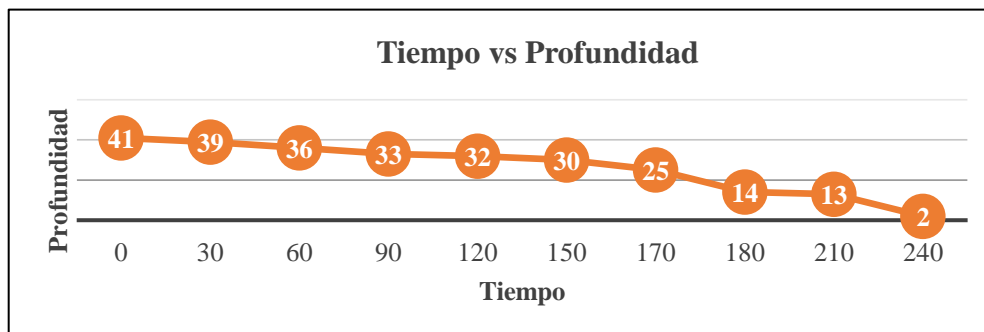
Hora	Tiempo (min)	Profundidad (mm)
11:51	0	41
12:21	30	39
12:51	60	36
13:21	90	33
13:51	120	32
14:21	150	30
14:41	170	25
14:51	180	14
15:20	210	13
15:51	240	2

Nota: Tabla en donde muestra el resultado del Fraguado del Cemento.

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción (2014).

Gráfico 16

Gráfico Tiempo vs Profundidad



Elaborado por: Santacruz (2023).

4.5. Ensayo de Resistencia a la Compresión Simple.

Tabla 35

Ensayo de compresión simple a una velocidad en kpa / s

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE

Muestra:	Cilindros
Velocidad:	200 - 500 Kpa/s

Nota: Tabla que muestra la velocidad del ensayo de compresión simple.

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción (2014).

Tabla 36*Días de las roturas de los cilindros*

	Hormigón tradicional	Hormigón 50% grava 50% fibras (banano y coco)	Hormigón 0% grava 100% fibras (abacá)
Día de Cilindros	07/01/23	09/01/23	12/01/23
Día de Desmoldeo	09/01/23	11/01/23	14/01/23
Día de Primer Ensayo (7 días)	16/01/23	18/01/23	21/01/23
Día de Segundo Ensayo (14 días)	23/01/23	25/01/23	28/01/23
Día de Tercer Ensayo (28 días)	06/02/23	08/02/23	11/02/23

Nota: Tabla con los datos de los días específicos en los que se realizarán las roturas de las muestras.*Fuente:* Norma Ecuatoriana de la Construcción (2014).**Tabla 37***Tabla de Cálculo del Primer Ensayo.*

Tabla de Cálculo del Primer Ensayo		Tiempo	7 días	16/01/23	18/01/23	21/01/23	
ENSAYO DE RESISTENCIA A LOS 07 DÍAS							
Tipo de Hormigón	Cilindros	Diámetro (Cm)	Altura (cm)	Volumen (m3)	Peso (kg)	Carga (KN)	Densidad (Kg/m3)
Hormigón Normal	1	10.9	20.4	0.0019	3.96	154.2	2084.210
Hormigón con fibra de banano	50% fibra 2	10.6	20.4	0.0018	3.94	99	2188.890
	100% fibra 3	10.7	20.4	0.0018	3.81	94.2	2116.670
Hormigón con fibra de coco	50% fibra 4	10.7	20.4	0.0018	3.875	128.4	2152.780
	100% fibra 5	10.6	20.4	0.0018	3.888	115.9	2160.000
Hormigón con fibra de abacá	50% fibra 6	10.6	20.4	0.0018	3.967	160.4	2203.890
	100% fibra 7	10.5	20.4	0.0018	3.96	117.3	2200.000

Nota: Esta tabla muestra la Densidad en Kg/m3 de los cilindros.*Fuente:* Norma Ecuatoriana de la Construcción (2014).

Tabla 38

Tabla de Cálculo del Primer Ensayo.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LOS 07 DÍAS						
Tipo de Hormigón	Cilindros		γ	Area (cm²)	Carga (Kg)	Resistencia (kg/cm²)
Hormigón Normal		1	20446.11	93.31	15723.93	168.51
Hormigón con fibra de banano	50% fibra	2	21473.00	88.24	10095.13	114.4
	100% fibra	3	20764.50	89.92	9605.67	106.82
Hormigón con fibra de coco	50% fibra	4	21118.75	89.92	13093.08	145.61
	100% fibra	5	21189.60	88.24	11818.44	133.92
Hormigón con fibra de abacá	50% fibra	6	21620.15	88.24	16356.15	185.34
	100% fibra	7	21582.00	86.59	11961.2	138.14

Nota: Esta tabla muestra la Resistencia en kg/cm² de los cilindros.

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción (2014).

Tabla 39

Tabla de Cálculo del Segundo Ensayo.

Tabla de Cálculo del Primer Ensayo	Tiempo	14 días	23/01/23	25/01/23	28/01/23		
ENSAYO DE RESISTENCIA A LOS 14 DÍAS							
Tipo de Hormigón	Cilindros	Diámetro (Cm)	Altura (cm)	Volume (m³)	Peso (kg)	Carga (KN)	Densidad (Kg/m³)
Hormigón Normal	1	10.9	20.4	0.0019	3.96	173.8	2084.210
Hormigón con fibra de banano	50% fibra	2	10.6	20.4	0.0018	3.94	109.4
	100% fibra	3	10.7	20.4	0.0018	3.81	102.6
Hormigón con fibra de coco	50% fibra	4	10.8	20.4	0.0019	3.87	158.1
	100% fibra	5	10.7	20.4	0.0018	3.88	135.2
Hormigón con fibra de abacá	50% fibra	6	10.6	20.4	0.0018	3.96	174.5
	100% fibra	7	10.5	20.4	0.0018	3.96	119.9

Nota: Esta tabla muestra la Densidad en kg/m³.

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción (2014).

Tabla 40*Tabla de Cálculo del Segundo Ensayo.*

ENSAYO DE RESISTENCIA A LOS 14 DÍAS						
Tipo de Hormigón	Cilindros		γ	Area (cm²)	Carga (Kg)	Resistencia (kg/cm²)
Hormigón Normal		1	20446.11	93.31	17722.56	189.93
Hormigón con fibra de banano	50% fibra	2	21473.00	88.24	11155.63	126.41
	100% fibra	3	20764.50	89.920	10462.22	116.35
Hormigón con fibra de coco	50% fibra	4	20007.24	91.60	16121.62	175.98
	100% fibra	5	21189.60	89.92	13786.48	153.32
Hormigón con fibra de abacá	50% fibra	6	21620.15	88.24	17793.94	201.64
	100% fibra	7	21582.00	86.59	12226.32	141.2

Nota: Esta tabla muestra la Resistencia en kg/cm² de los cilindros.*Fuente:* Norma Ecuatoriana de la Construcción (2014).**Tabla 41***Tabla de Cálculo del Tercer Ensayo.*

Tabla de Cálculo del Primer Ensayo		Tiempo	28 días	06/02/23	08/02/23	11/02/23		
ENSAYO DE RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS								
Tipo de Hormigón	Cilindros	Diámetro (Cm)	Altura (cm)	Volume n (m³)	Peso (kg)	Carga (KN)	Densidad (Kg/m³)	
Hormigón Normal	1	10.77	20.4	0.0019	3.96	187.9	2084.21	
Hormigón con fibra de banano	50% fibra	2	10.4	20.4	0.0017	3.94	123.5	2317.65
	100% fibra	3	10.6	20.4	0.0018	3.81	123.9	2116.67
Hormigón con fibra de coco	50% fibra	4	10.7	20.4	0.0018	3.875	161.6	2152.78
	100% fibra	5	10.7	20.4	0.0018	3.888	129.7	2160.00
Hormigón con fibra de abacá	50% fibra	6	10.4	20.4	0.0017	3.967	187.1	2333.53
	100% fibra	7	10.5	20.4	0.0018	3.96	124.5	2200.00

Nota: Esta tabla muestra la Densidad en kg/m³.*Fuente:* Norma Ecuatoriana de la Construcción (2014).

Tabla 42

Tabla de Cálculo del Tercer Ensayo.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS						
Tipo de Hormigón	Cilindros	γ	Area (cm²)	Carga (Kg)	Resistencia (kg/cm²)	
Hormigón Normal	1	20446.11	91.10	19160.35	210.32	
Hormigón con fibra de banano	50% fibra	2	22736.12	84.94	12593.42	148.25
	100% fibra	3	20764.50	88.24	12634.21	143.17
Hormigón con fibra de coco	50% fibra	4	21118.75	89.92	16478.51	183.26
	100% fibra	5	21189.60	89.92	13225.64	147.08
Hormigón con fibra de abacá	50% fibra	6	22891.92	84.94	19078.77	224.59
	100% fibra	7	21582.00	86.59	12695.39	146.61

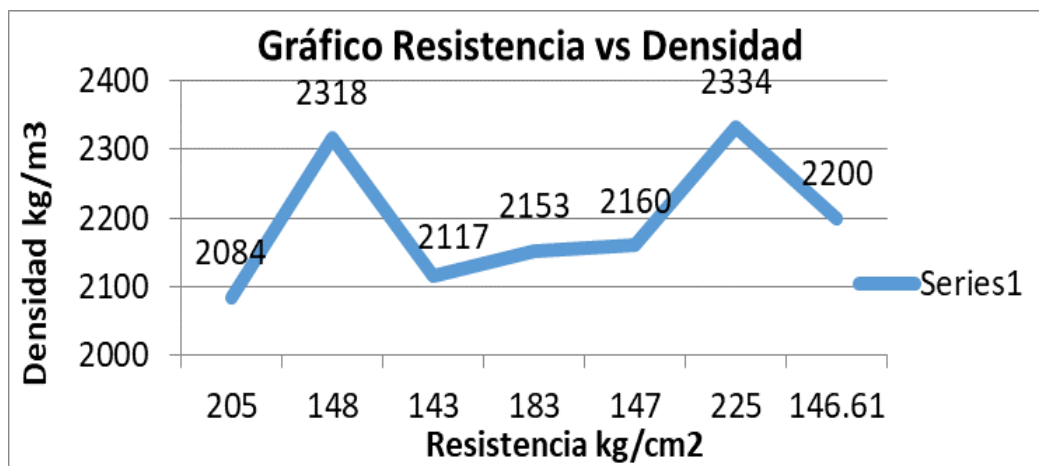
Nota: Esta tabla muestra la Resistencia en kg/cm² de los cilindros.

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción (2014).

4.6. Gráfico de Resistencia vs Densidad.

Gráfico 17

Relación entre la Resistencia vs Densidad



Elaborado por: Santacruz (2023).

Tabla 43*Diferentes resistencias para cada muestra establecida y ensayada.*

Días	Hormigón Normal	Resistencia (kg/cm ²)					
		50% Fibra Banano	100% Fibra Banano	50% Fibra de Coco	100% Fibra de Coco	50% Fibra de Abacá	100% Fibra de Abacá
3	94.04	67.90	65.57	83.94	67.36	102.87	67.15
7	168.51	114.40	106.82	145.61	133.92	185.34	138.14
14	189.93	126.41	116.35	175.98	153.32	201.64	141.20
21	197.34	142.48	137.60	176.13	141.36	215.85	140.91
28	210.32	148.25	143.17	183.26	147.08	224.59	146.61
42	217.23	156.84	151.46	193.88	155.60	237.60	155.10
54	222.20	160.43	154.93	198.32	159.16	243.04	158.66
60	224.00	161.73	156.19	199.92	160.45	245.01	159.94

Nota: Resistencias conforme a cada muestra.**Fuente:** Norma Ecuatoriana de la Construcción (2014).

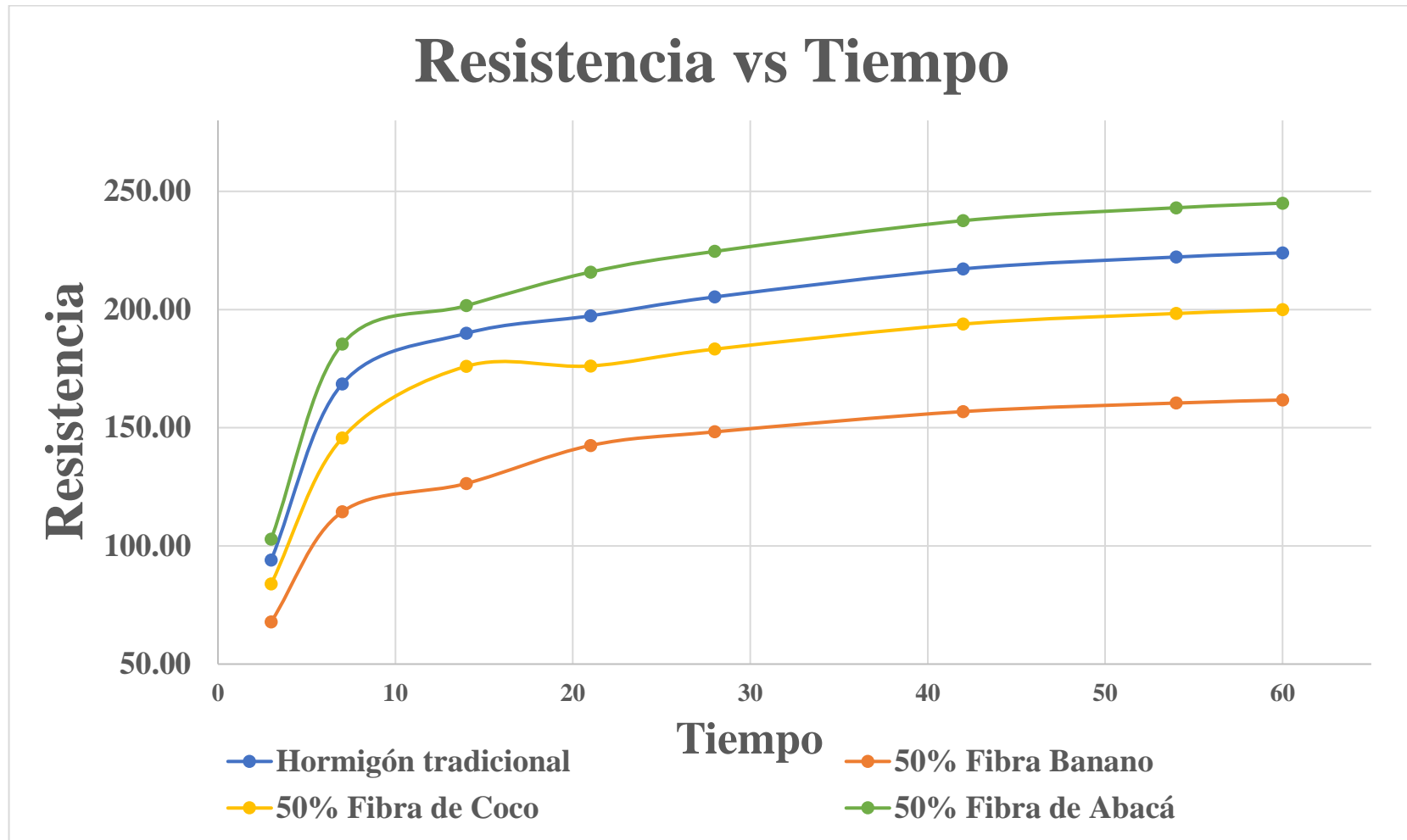
Los gráficos que se detallarán a continuación muestran el comportamiento de cada muestra ensayada a los 28 días hasta la rotura.

En la tabla precedente se observa que a los 60 días de extrapolación la muestra 1, es decir para un hormigón tradicional alcanza los 224 kg/cm²; más sin embargo la muestra ensayada con 50% de fibra de Abacá alcanza los 245,01 kg/cm²; por lo que se presume un valor significativo de considerar, por consiguiente, este proyecto de titulación se va a centrar en este prototipo de muestra de hormigón con 50% de fibra de abacá y 50% grava del volumen total del árido grueso.

Pudiendo observar los resultados; para un hormigón tradicional se tuvo una resistencia de 210.32 kg/cm²; para un hormigón con fibra de banano al 50% con 148.25 kg/cm² y al 100% con 143.17 kg/cm³; para un hormigón con fibra de coco al 50% con 183.26 kg/cm² y al 100% con 147.08 kg/cm²; para un hormigón con fibra de abacá al 50% con 224.59kg/cm² y al 100% con 146.61 kg/cm², en donde se puede concluir que la muestra con hormigón con fibra de abacá al 50% se obtuvo **224.59 kg/cm² inclusive una resistencia más alto que para la dosificación de un hormigón tradicional de 210 kg/cm².**

Gráfico 18

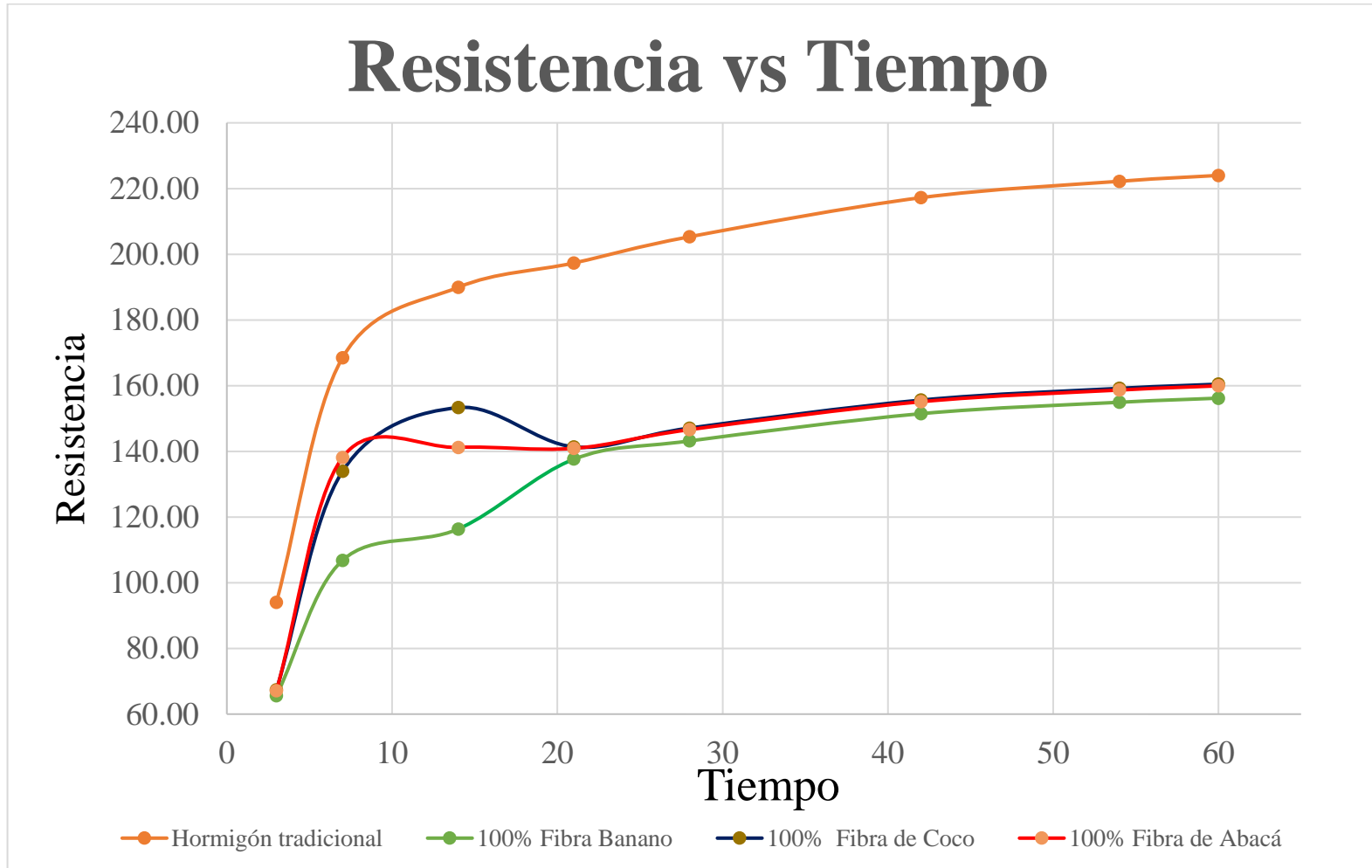
Resistencia vs Tiempo de un hormigón tradicional comparadas a las muestras al 50% de cada una de las fibras.



Elaborado por: Santacruz (2023).

Gráfico 19

Resistencia vs Tiempo de un hormigón tradicional comparadas a las muestras al 100% de cada una de las fibras.



Elaborado por: Santacruz (2023).

4.7. Análisis Económico de la Propuesta.

4.7.1. Costos de Materiales usados para los Cilindros y los respectivos ensayos.

4.7.1.1. Costos de materiales en general.

Tabla 44

Costos de producción - Materia prima con fibras de banano

Item	Material	Cantidad Comercial que se compra	Unidad	Costo Comercial
1	Fibras de banano	1	Kg	\$ 6.50
2	Cemento	50	Kg	\$ 7.45
3	Arena	50	Kg	\$ 1.50
4	Piedra	50	Kg	\$ 2.00
5	SIKA Plastificante	4	Kg	\$ 6.48
6	Agua	1	Kg	\$ 0.48
	Total	1155	Kg	\$ 24.41

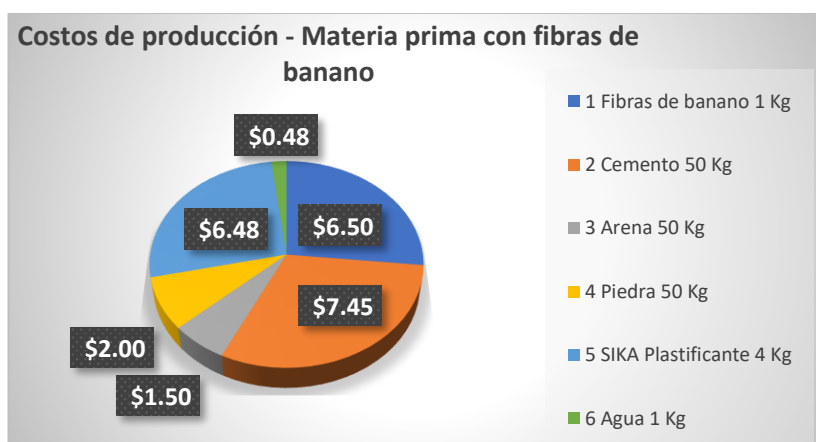
Nota: Costos de producción de la materia prima con fibras de banano.

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción (2014).

El costo comercial para producir un hormigón con fibras de banano es de \$24.41 para las muestras predeterminadas M1, M2 y M3, cantidades que han sido unificadas dimensionalmente como kilogramos, para poder realizar las pruebas físicas y mecánicas del hormigón.

Gráfico 20

Costos de producción de la materia prima con fibras de banano.



Elaborado por: Santacruz (2023).

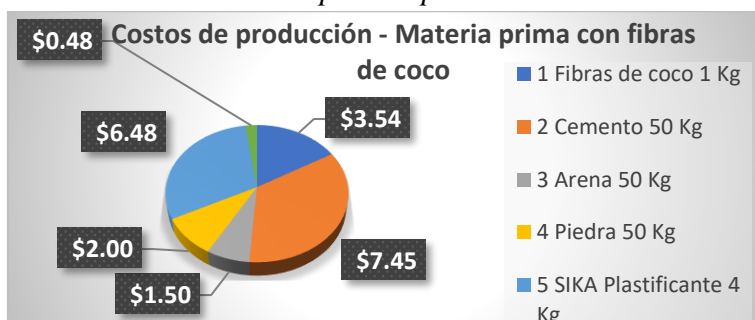
Tabla 45*Costos de producción - Materia prima con fibras de coco*

Item	Material	Cantidad Comercial que se compra	Unidad	Costo Comercial
1	Fibras de coco	1	Kg	\$ 3.54
2	Cemento	50	Kg	\$ 7.45
3	Arena	50	Kg	\$ 1.50
4	Piedra	50	Kg	\$ 2.00
5	SIKA Plastificante	4	Kg	\$ 6.48
6	Agua	1	Kg	\$ 0.48
	Total	1155	Kg	\$ 21.45

Nota: Costos de producción de la materia prima con fibras de coco.

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción (2014).

El costo comercial para producir un hormigón con fibras de coco es de \$21.45 para las muestras predeterminadas M1, M2 y M3, cantidades que han sido unificadas dimensionalmente como kilogramos, para poder realizar las pruebas físicas y mecánicas del hormigón.

Gráfico 21*Cantidad de Materiales para la producción.*

Elaborado por: Santacruz (2023).

Tabla 46*Costos de producción - Materia prima con fibras de abacá*

Item	Material	Cantidad Comercial que se compra	Unidad	Costo Comercial
1	Fibras de abacá	1	Kg	\$ 2.00
2	Cemento	50	Kg	\$ 7.45
3	Arena	50	Kg	\$ 1.50
4	Piedra	50	Kg	\$ 2.00
5	SIKA	4	Kg	\$ 6.48
6	Agua	1	Kg	\$ 0.48
	Total	1155	Kg	\$ 19.91

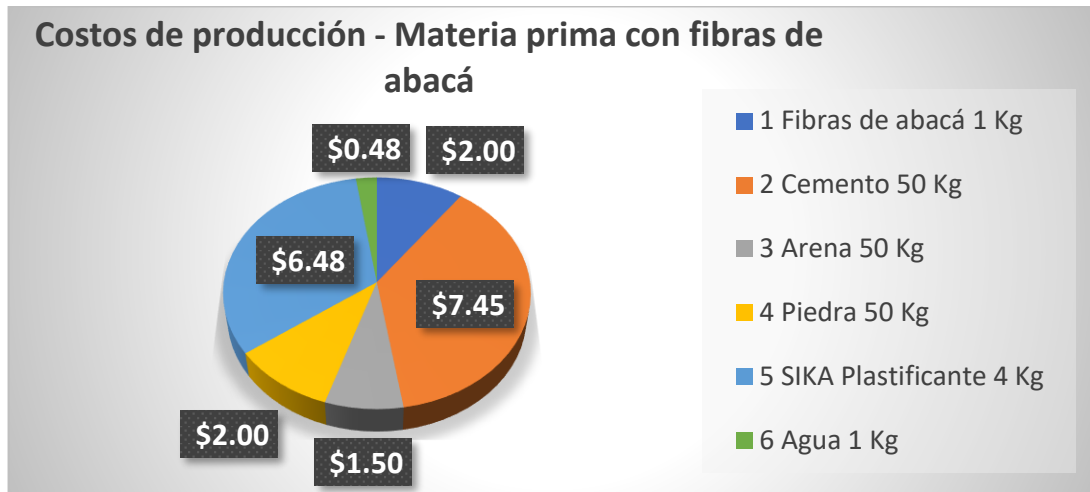
Nota: Costos de producción de la materia prima con fibras de abacá.

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción (2014).

El costo comercial para producir un hormigón con fibras de coco es de \$19.91 para las muestras predeterminadas M1, M2 y M3, cantidades que han sido unificadas dimensionalmente como kilogramos, para poder realizar las pruebas físicas y mecánicas del hormigón.

Gráfico 22

Cantidad de Materiales para la producción.



Elaborado por: Santacruz (2023).

4.7.1.2. Dimensiones del bloque construcción.

Tabla 47

Dimensiones del bloque construcción

Base (cm)	40	40
Altura (cm)	20	20
Ancho (cm)	10	15
Volumen en m3	0.0058	0.0069

Nota: En esta tabla se muestra las dimensiones del bloque de construcción

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción (2014).

4.7.1.3. Costos comparativos por unidad de bloque de una dimensión de 40x20x10 cms y 40x20x15 cms.

Tabla 48

Costos por unidad de bloque de una dimensión de 40x20x10 cms y de 40x20x15 cms

Tipo de muestra	Número de bloque producido en 1 m3	Costo Unitario Bloque 40x20x10 cms	Número de bloque producido en 1 m3	Costo Unitario Bloque 40x20x15 cms
Hormigón tradicional	210	\$0.60	175	\$0.72
Al 50% de fibra de banano	159	\$0.77	132	\$0.92
Al 50% de fibra de coco	162	\$0.90	135	\$1.09
Al 50% de fibra de abacá	164	\$0.77	136	\$0.93
Al 100% de fibra de banano	109	\$1.69	91	\$2.03
Al 100% de fibra de coco	117	2.41	98	2.88
Al 100% de fibra de abacá	117	1.74	98	2.08

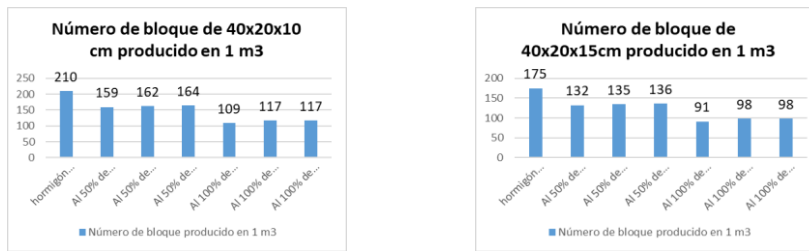
Nota: Tabla que presenta el #bloques y el costo por unidad según las distintas dosificaciones.

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción (2014).

Observando la tabla resumen de los costos unitarios y la cantidad producida de bloques de dimensiones 40x20x10 cms y 40x20x15 cms se puede resaltar que en una dosificación con fibra de banano y abacá se obtiene un costo menor comparado al bloque con fibra de coco.

Gráfico 23

Número de pieza de bloque de 40x20x10 cms y 40x20x15 cms.

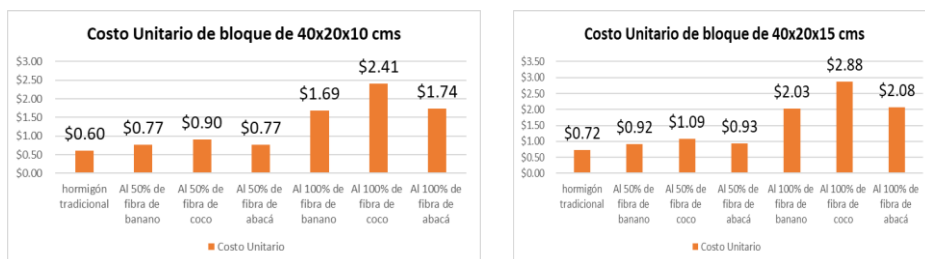


Elaborado por: Santacruz (2023).

De entre los resultados también analizados se tiene que para 1m3 de la dosificación de hormigón se pueden producir 210 unidades de bloques de las dimensiones de 40x20x10 cms a un costo de \$ 0,60 ctvs y 175 unidades de bloques de 40x20x15 cms a un costo de 0.72 ctvs; más sin embargo, se observa que para la dosificación de hormigón con fibra de coco al 100% salen 117 unidades de 40x20x10 cms a un costo \$2.41 y 98 unidades de bloques de 40x20x15 cms a un costo de \$2.88 en lo que este prototipo planteado y estudiado encarece a gran escala. Cabe recalcar que, si se hace en masa, el precio relativamente disminuiría considerablemente.

Gráfico 24

Costo Unitario por bloque de 40x20x10 cms y 40x20x15 cms.



Elaborado por: Santacruz (2023).

Además de ello, se tiene que considerar la dosificación de hormigón con fibra de abacá al 50% ya que fue la que resultó con mayor resistencia; en donde para 1 m3 de hormigón se pueden producir 164 unidades de bloques de 40x20x10 cms a un costo unitario de \$ 0.77 y 136 unidades de bloques de 40x20x15 cms a un costo de \$0.93 ctvs, lo cual representaría un 28% de incremento al valor comparado con un hormigón tradicional.

Estos valores son representativos ya que al ser realistas cuando se decide la producción a gran escala de una bloquera de hormigón los precios de la materia prima

se reducen y se aumenta el rendimiento, producción y se optimiza el costo comercial del producto final. Se muestran las proporciones de cada material en función de X para obtener la cantidad de cada material.

Tabla 49

Relación de los Materiales en función de X con 0 %, 50% y 100% de Fibras.

Item	Material	DOSIFICACIÓN		
		0% Fibras	50 % Fibras	100 % Fibras
1	Piedra	1 X	0.5 X	0 X
2	Cemento	0.6 X	0.6 X	0.6 X
3	Arena	0.4 X	0.4 X	0.4 X
4	Agua	0.2 X	0.2 X	0.2 X
5	Fibras	0 X	0.03 X	0.06 X
6	SIKA	0.005 X	0.005 X	0.005 X
7	NaOH	0.00 X	0.0154 X	0.0308 X

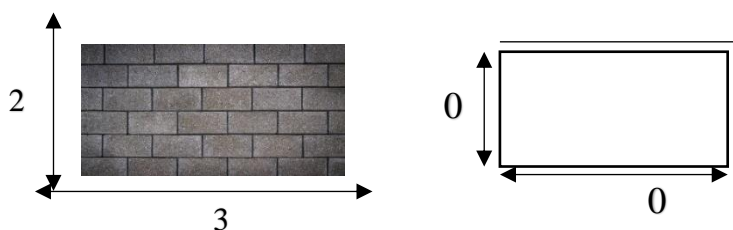
Nota: Esta tabla representa la relación en función del material para la dosificación de cada prototipo propuesto.

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción (2014).

4.7.1.4. Cantidad de materiales para muro de bloque de hormigón de 40x 20 x 10cms y de 40x20x15 cms.

Aquí se calculará el área de muro, la cantidad de bloques de 40x20x10 y de 40x20x15, la cantidad de materiales para el mortero y las cantidades por metro cuadrado y para requerimiento.

El área del muro= b x h = 3.60 *2.60=9.36 m²



Conociendo las dimensiones del bloque para 1 m² de muro con junta horizontal y vertical es de 1 cm o 0.01 m, es decir, el número de bloques sería:

Nro. Bloques Vertical = 1m/0.20m = 5 u; Nro. Bloques Horizontal = 1m/0.40m = 2.5 u

Número de bloques por m² = 5 * 2.5 =12.50 unidades /m²

Con pérdidas sería: (Nro. de bloque por m²) * factor de pérdidas del 5%=

Con pérdidas sería: $(12.5 \text{ u/m}^2) * (1.05) = 13.13 \text{ unidades/m}^2 = 13 \text{ unidades/m}^2$.

Cálculo de volumen-mortero de unión: Volumen de mortero por longitud de juntas en el bloque= $12.5 \text{ u/m}^2 * 1.40 * 0.030 \text{ m} * 0.01 \text{ m} = 0.053 \text{ m}^3$

Volumen de mortero por cantidad de bloques en Inter espacio=

$$12.5 \text{ u/m}^2 * (((0.06*0.06) / 2) + 0.06*0.04) * 0.20 = \underline{0.0106 \text{ m}^3}$$

$$0.0158 \text{ m}^3$$

1m³ de hormigón equivale a:

Material	Cantidad	Volumen (m³)
Grava	1000.00	0.6250
Arena	600.00	0.2542
Cemento	400.00	0.1270
SIKA Plastificante	5.00	0.0000
Agua	200.00	0.2000
Fibras	0.00	0.0000

Cemento= Volumen*Cantidad de cemento por m³*factor de pérdidas =

$$\text{Cemento} = 0.016 \text{ m}^3 * (400 \text{ kg/m}^3) * \text{desperdicio (1.15)} = 7.36 \text{ kg}$$

Arena= Volumen*proporción de arena por m³*factor de pérdidas =

$$\text{Arena} = 0.016 \text{ m}^3 * 1.50 \text{ m}^3/\text{m}^3 * 1.15 = 0.0276 \text{ m}^3$$

Descripción	Para 1 m²	Para 9.36 m² (A muro)	Para requerimiento de material
Bloque 40*20*15	13 u	121.68 u	125 piezas
Arena	7.36 kg	68.89 kg	2 sacos de 50kg
Cemento	0.028 m ³	0.26 m ³	½ cubo de arena

4.8. Encofrado para el prototipo de bloque con mortero que adiciona fibras vegetales con dimensiones de 40x20x10 cms.

Dentro del procedimiento para elaborar el bloque con dimensiones establecidas se procedió a realizar un encofrado de madera en donde se deja el espesor y las aberturas necesarias para lograr que la dosificación del hormigón con fibras sea óptima y cumpla las especificaciones técnicas acorde a la normativa.

Ilustración 28

Medición y corte de las piezas para la fabricación del encofrado.



Elaborado por: Santacruz (2023).

Ilustración 29

Proceso de pega de piezas para el encofrado.



Elaborado por: Santacruz (2023).

Ilustración 30

Perfil longitudinal del encofrado terminado y Vista lateral en donde crearon sujetadores para cuando fragüe el hormigón en el encofrado.



Elaborado por: Santacruz (2023).

Ilustración 31

Encofrado terminado y sus placas, sujetadores y pinzas que actúan para confinar el material.



Elaborado por: Santacruz (2023).

Ilustración 32

Encofrado dividido en dos partes: la interna que es para dar la sección al bloque hueco y la externa que define sus dimensiones comerciales.



Elaborado por: Santacruz (2023).

Se recalca que las dimensiones del bloque hueco de construcción fueron escogidas como medida estándar promedio de las comparadas que poseen bloques que se comercializan en el mercado local.

4.9. Fabricación y Preparación de la mezcla de la dosificación de 50% de Fibra de Abacá para el bloque de 40 x 20 x 10 cms y 40x20x15 cms.

Para la fabricación y preparación de la mezcla con la dosificación del hormigón con 50% grava de 3/8" y 50% fibra de abacá, lo más importante es tener en cuenta el volumen de fibra a utilizar ya que prácticamente no se mide en peso sino en volumen que ocupa en relación al árido grueso por lo que se escoge un recipiente en donde se pesa el material en una balanza gramera según las cantidades de la dosificación y en el mismo recipiente se mide el volumen de la fibra.

Ilustración 33

Materiales según la dosificación pesados en una balanza gramera.



Elaborado por: Santacruz (2023).

Ilustración 34

Mezcla de materiales acorde a la dosificación al 50% de fibra de abacá.



Elaborado por: Santacruz (2023).

Ilustración 35

Cantidad porcentuada de agua en la mezcla de dosificación.



Elaborado por: Santacruz (2023).

Ilustración 36

Bloque de 40x20x10 cms con la dosificación M2.



Elaborado por: Santacruz (2023).

Para realizar los bloques de construcción de 40 x 20 x 15 cms se decidió elaborarlos mediante una Bloquera de Hormigón manual, por lo que en la practicidad resulta más fácil. Es así que, se coordinó con Ladri Bloc (Empresa dedicada a fabricar elementos constructivos) ubicada en la Avenida Camilo Ponce Enríquez y Fernández Heredia frente al Taller mecánico Multimarcas, de la ciudad de Quito, cuyas coordenadas DATUM WGS 84 zona 17 M, 778771.00 m E y 9970966.00 m S.

Ilustración 37

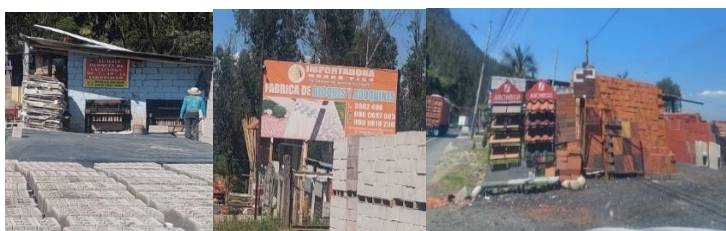
Implantación de la ubicación de Ladri Bloc.



Elaborado por: Santacruz (2023).

Ilustración 38

Búsqueda de lugares que fabrican ladrillos y bloques de construcción.



Nota: Esta ilustración está ubicada en Conocoto- Calacalí- Pifo en la Ciudad de Quito.

Elaborado por: Santacruz (2023).

Posteriormente se procede según el diseño de hormigón del ACI con las cantidades de material de agregado grueso, agregado fino, cemento, agua y fibras. Al

tener las bloqueras de hormigón se procedió a realizar los bloques de 40 x 20 x 15 cms con las fibras de coco, fibras de banano y fibra de abacá, tras el proceso de curado.

Ilustración 39

Proceso de fabricación de los bloques de construcción.



Nota: Esta ilustración hace referencia en un lugar llamado Ladri Bloc cerca de Conocoto en la ciudad de Quito.

Elaborado por: Santacruz (2023).

Ilustración 40

Medición de las dimensiones de los bloques de construcción de 40x20x15 cms, las áreas internas huecas son de 10 x 10 cm y el espesor de 2.5 mm.



Nota: Esta ilustración hace referencia en un lugar llamado Ladri Bloc cerca de Conocoto en la ciudad de Quito.

Elaborado por: Santacruz (2023).

Ilustración 41

Bloques de 40x20x15 cms con fibras de coco, abacá y de banano con la dosificación al 50% de fibras naturales y 50% árido grueso.



Nota: Esta ilustración hace referencia en un lugar llamado Ladri Bloc en Av. Camilo Ponce cerca de Conocoto en la ciudad de Quito.

Elaborado por: Santacruz (2023).

4.10. Ensayos en el bloque de 40x20x15 cms. con la dosificación del 50 % de fibra de abacá.

4.10.1. Ensayo de absorción en los bloques de construcción:

Con base en la normativa INEN 3066, los bloques de construcción deben cumplir los requerimientos propios para los bloques estructurales tipo A acorde con la Tabla de absorción máxima de agua en bloques Clase A.

Tabla 50

Absorción máxima de agua en bloques de construcción Clase A.

Tipo	Densidad (kg/m³)	Absorción de agua máxima promedio (kg/m³)	Absorción de agua máxima por unidad (kh/m³)
Liviano	< 1.680	288	320
Medio	1680 a 2000	240	272
Normal	>2000	208	240

Nota: Esta tabla representa la absorción de agua máxima promedio por unidad.

Fuente: Norma INEN 3066 (2016).

Se registraron los resultados para cada prototipo de bloque con cada fibra natural vegetal, en donde se calcula el valor porcentual de absorción de agua basados en la normativa INEN 643 (Requisitos de bloques huecos de hormigón); en este caso la normativa indica que el porcentaje no debe ser mayor al 15%. En lo que se usó la siguiente fórmula: $\% Abs = \frac{(A-B)}{B} * 100$; en donde A es la masa en húmedo del prototipo en kg; y B es la masa en seco del prototipo en kg.

Tabla 51

Resultados del ensayo de absorción de los diferentes prototipos.

Prototipo M2	50% fibra de banano	50% fibra de coco	50% fibra de abacá
Masa de la muestra Seca (kg)	9.65	9.21	9.35
Masa de la muestra húmeda (kg)	10.80	11.00	10.70
Absorción %	10.65%	16.27%	12.62%

Nota: Esta tabla representa el porcentaje de absorción.

Fuente: Norma INEN 643 (1993)

4.10.2. Ensayo de permeabilidad a los bloques de concreto.

Uno de los ensayos que es imprescindible en el concreto debería ser el ensayo de permeabilidad para determinar la tasa de infiltración por medio de la cual pasa el agua a través de los poros del hormigón calculando la velocidad con que pasa el agua. Este ensayo de permeabilidad se lo procedió a realizar en 4 cilindros de forma manual en donde se llenó una probeta de 1000 ml de volumen y se llenó con 500 ml de agua.

Después el cilindro se coloca sobre una segunda probeta de 1000 ml y se suministró el agua de la primera probeta al cilindro con un cronómetro en mano para conocer el tiempo en que tardó los 500 ml al pasar la totalidad por cilindro. También se verificó que el agua ingresara por el centro del cilindro y no se desviara hacia los bordes. Y de la misma manera se realizó para tres cilindros restantes, determinando la tasa de infiltración del agua para el concreto diseñado en la mezcla.

Tabla 52

Resultados del ensayo de permeabilidad de los bloques de concreto.

Prototipos	Volumen (ml3)	Tiempo (s)	Tasa de infiltración (ml3 /s)
1 hormigón tradicional	490	15	32.67
2 hormigón al 50% fibras de banano	480	18	26.66
3 hormigón al 50% fibras de coco	470	10	47
4 hormigón al 50% fibras de abacá	500	9	55.56

Nota: Esta tabla representa el porcentaje de absorción.

Fuente: Santacruz (2023).

4.10.3. Ensayo de conductividad térmica a los bloques de construcción.

Para este ensayo térmico se realizó al bloque con el 50% de fibra de abacá cuyo resultado es de 0.31 W/m-k el cual cumple con la normativa NEC ya que para un bloque de concreto el límite permisible es de 0.62 W/m-k, fundamentada en la norma ISO 8302 con un rango de temperatura que oscila entre 10 a 40 grados centígrados, tras usar el medidor de conductividad térmica entre cada placa caliente en donde se tuvo 15% de diferencial de temperatura entre las placas.

4.10.4. Análisis de Ciclo de Vida aplicado a las Fibras Naturales Vegetales.

El desempeño ambiental evaluado para la dosificación del hormigón tradicional y hormigón con árido grueso al 50% y 50% de adición a las fibras de banano, fibras de coco y fibras de abacá tratadas con hidróxido de sodio (NaOH) en donde se evalúa el menor impacto ambiental por m³ de mezcla mediante la categoría de impacto de Global Warming Potential, con base en la normativa ISO-10040-14044.

Como se había detallado anteriormente se realizó un pre tratamiento alcalino a cada una de las fibras naturales vegetales con Hidróxido de sodio obteniendo las cantidades correspondientes diseñadas para 1 m³ de hormigón por cada prototipo evaluado, por lo que se realiza la evaluación del impacto ambiental considerando solo el GWP usando el siguiente factor de conversión Kg CO₂ eq/ton. Consiste en la sumatoria de GWP de los flujos de entrada que son las cantidades de la dosificación, es decir que se debe multiplicar cada flujo por el factor de conversión teniendo en cuenta que las unidades deben estar en toneladas para que el resultado nos dé en kg CO₂ eq.

$$GWP \text{ en kg CO}_2 \text{ eq} = \text{Flujos de entrada en ton} * \text{factor en kg CO}_2 \frac{\text{eq}}{\text{ton}}$$

Tabla 53

Resultados del GWP de 1m³ según Dosificación de un hormigón tradicional en Unidad de kg CO₂ eq

Material	Cantidad	Unidad	Factor de conversión (kgCO₂ eq/ton)	GWP
Grava	1000.00	kg	107	107
Arena	600.00	kg	5.76	3.46
Cemento	400.00	kg	543.00	217.2
SIKA				
Plastificante	5.00	kg	0.00	0.00
Agua	200.00	kg	0.63	0.13
Fibras	0.00	kg	0.00	0.00
Na OH	0.00	kg	0.00	0.00
Total para hormigón tradicional			327.48 kg CO₂ eq/ton	

Nota: Esta tabla representa el GWP de 1m³ según Dosificación de un hormigón tradicional

Fuente: Santacruz (2023).

Tabla 54

Resultados del GWP de 1m³ según Dosificación de un hormigón con 50% grava y 50% de Fibra Natural Vegetal de Banano

Material	Cantidad	Unidad	Factor de conversión (kgCO₂ eq/ton)	GWP
Grava	500.00	kg	1.07	0.53
Arena	600.00	kg	5.76	3.46
Cemento	400.00	kg	543.00	217.20
SIKA Plastificante	5.00	kg	0.00	0.00
Agua	200.00	kg	61.36	12.27
Fibras de banano	20.00	kg	250.00	5.00
Na OH	10.26	kg	1110.00	11.38
Total, para hormigón con 50% fibra de banano			249.85 kg CO₂ eq/ton	

Nota: Esta tabla representa el GWP de 1m³ según Dosificación de un hormigón con 50% grava y 50% de Fibra Natural Vegetal de Banano

Fuente: Santacruz (2023).

Tabla 55

Resultados del GWP de 1m³ según Dosificación de un hormigón con 50% grava y 50% de Fibra Natural Vegetal de Coco

Material	Cantidad	Unidad	Factor de conversión (kgCO₂ eq/ton)	GWP
Grava	500.00	kg	1.07	0.53
Arena	600.00	kg	5.76	3.46
Cemento	400.00	kg	543.00	217.20
SIKA				
Plastificante	5.00	kg	0.00	0.00
Agua	200.00	kg	61.36	12.27
Fibras de coco	40.00	kg	110.00	4.40
Na OH	20.51	kg	1110.00	22.77
Total, para hormigón con 50% fibra de coco			260.63 kg CO₂ eq/ton	

Nota: Esta tabla representa el GWP de 1m³ según Dosificación de un hormigón con 50% grava y 50% de Fibra Natural Vegetal de Coco.

Fuente: Santacruz (2023).

Tabla 56

Resultados del GWP de 1m³ según Dosificación de un hormigón con 50% grava y 50% de Fibra Natural Vegetal de Abacá

Material	Cantidad	Unidad	Factor de conversión (kgCO₂ eq/ton)	GWP
Grava	500.00	kg	1.07	0.53
Arena	600.00	kg	5.76	3.46
Cemento	400.00	kg	543.00	217.20
SIKA Plastificante	5.00	kg	0.00	0.00
Agua	200.00	kg	61.36	12.27
Fibras de abacá	40.00	kg	43.03	1.72
Na OH	20.51	kg	1110.00	22.77
Total, para hormigón con 50% fibra de abacá			257.95 kg CO₂ eq/ton	

Nota: Esta tabla representa el GWP de 1m³ según Dosificación de un hormigón con 50% grava y 50% de Fibra Natural Vegetal de Abacá.

Fuente: Santacruz (2023).

Tabla 57

Resultados del GWP de 1m³ según Dosificación de un hormigón con 0% grava y 100% de Fibra Natural Vegetal de Banano

Material	Cantidad	Unidad	Factor de conversión (kgCO₂ eq/ton)	GWP
Grava	0.00	kg	1.07	0.00
Arena	600.00	kg	5.76	3.46
Cemento	400.00	kg	543.00	217.20
SIKA Plastificante	5.00	kg	0.00	0.00
Agua	200.00	kg	61.36	12.27
Fibras de banano	40.00	kg	250.00	10.00
Na OH	20.51	kg	1110.00	22.77
Total, para hormigón con 50% fibra de banano			265.70 kg CO₂ eq/ton	

Nota: Esta tabla representa el GWP de 1m³ según Dosificación de un hormigón con 0% grava y 100% de Fibra Natural Vegetal de Banano

Fuente: Santacruz (2023).

Tabla 58

Resultados del GWP de 1m3 según Dosificación de un hormigón con 0% grava y 100% de Fibra Natural Vegetal de Coco

Material	Cantidad	Unidad	Factor de conversión (kgCO2 eq/ton)	GWP
Grava	0.00	kg	1.07	0.00
Arena	600.00	kg	5.76	3.46
Cemento	400.00	kg	543.00	217.20
SIKA Plastificante	5.00	kg	0.00	0.00
Agua	200.00	kg	61.36	12.27
Fibras de coco	80.00	kg	110.00	8.80
Na OH	41.03	kg	1110.00	45.54
Total, para hormigón con 50% fibra de coco			287.27 kg CO2 eq/ton	

Nota: Esta tabla representa el GWP de 1m3 según Dosificación de un hormigón con 0% grava y 100% de Fibra Natural Vegetal de Coco

Fuente: Santacruz (2023).

Tabla 59

Resultados del GWP de 1m3 según Dosificación de un hormigón con 0% grava y 100% de Fibra Natural Vegetal de Abacá

Material	Cantidad	Unidad	Factor de conversión (kgCO2 eq/ton)	GWP
Grava	0.00	kg	1.07	0.00
Arena	600.00	kg	5.76	3.46
Cemento	400.00	kg	543.00	217.20
SIKA Plastificante	5.00	kg	0.00	0.00
Agua	200.00	kg	61.36	12.27
Fibras de abacá	80.00	kg	250.00	20.00
Na OH	41.03	kg	1110.00	45.54
Total, para hormigón con 50% fibra de abacá			298.47 kg CO2 eq/ton	

Nota: Esta tabla representa el GWP de 1m3 según Dosificación de un hormigón con 0% grava y 100% de Fibra Natural Vegetal de Abacá

Fuente: Santacruz (2023).

La interpretación de resultados con respecto a la evaluación del ciclo de vida de 1 m³ de las diferentes dosificaciones propuestas mediante la categoría de GWP se tiene la siguiente tabla:

Tabla 60

Resultados del GWP para 1 m³ de las diferentes dosificaciones en kg CO₂ eq/ton.

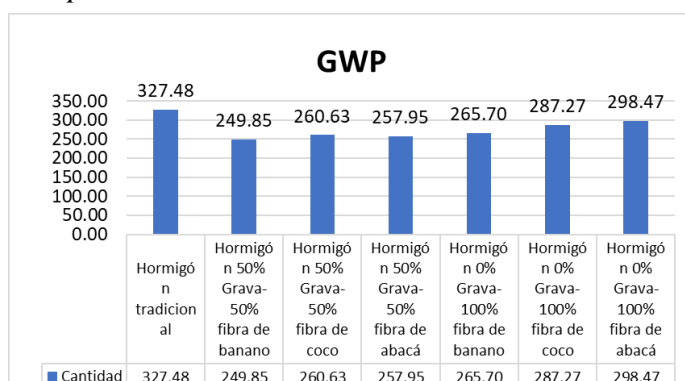
Dosificaciones	Cantidad	%Reducción en relación al Ho. Tradicional
Hormigón tradicional	327.48	-23.71%
Hormigón 50% Grava-50% fibra de banano	249.85	
Hormigón 50% Grava-50% fibra de coco	260.63	-20.41%
Hormigón 50% Grava-50% fibra de abacá	257.95	-21.23%
Hormigón 0% Grava-100% fibra de banano	265.70	-18.87%
Hormigón 0% Grava-100% fibra de coco	287.27	-12.28%
Hormigón 0% Grava-100% fibra de abacá	298.47	-8.86%

Nota: Esta tabla representa el GWP de 1m³ según cada dosificación.

Fuente: Santacruz (2023).

Gráfico 25

Comparativo de resultado de GWP.



Elaborado por: Santacruz (2023).

Se puede denotar que para 1m³ de hormigón tradicional se tiene una huella de 327,48 Kg CO₂ eq; por lo que comparando con el hormigón al 50% de fibra de banano con un valor de 249,85 Kg CO₂ eq, representando un -23.71%, **es decir la inserción de esta fibra tratada con NaOH al 3% hace que sea 23.71% menos contaminante que un hormigón tradicional.**

Es así que, para 1m³ de hormigón tradicional con una huella de 327,48 Kg CO₂ eq; comparando con el hormigón al 50% de fibra de coco con un valor de 260,63

Kg CO₂ eq, representando un -20.41%, **es decir la inserción de esta fibra tratada con NaOH al 3% hace que sea 20.41% menos contaminante que un hormigón tradicional.** En cambio, del valor del hormigón tradicional comparando con el hormigón al 50% de fibra de abacá representa un -21.23%, **es decir la inserción de esta fibra tratada con NaOH al 3% hace que sea 21.23% menos contaminante que un hormigón tradicional.**

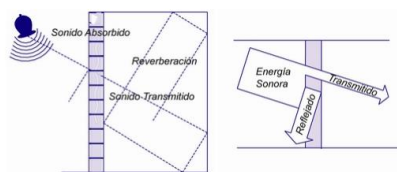
Para un hormigón al 100% de fibra de banano representa **un -18,87% menos contaminante que un hormigón tradicional.** Para un hormigón al 100% de fibra de coco representa **un -12.28% menos contaminante que un hormigón tradicional.** Para un hormigón al 100% de fibra de abacá representa **un -8.86% menos contaminante que un hormigón tradicional.**

4.10.5. Ensayo de aislación acústica.

Considerando que uno de los factores que se tienen con los bloques de construcción es la aislación acústica que depende del procedimiento que se emplee en la instalación de los mismos, para así minimizar o impedir la transmisión, ya que las ondas sonoras cuando chocan contra la superficie gran parte de ellas son absorbidas por el material compuesto del bloque de construcción, otro porcentaje es reflejado y otro transmitido por lo que la relación entre esa energía absorbida y la energía transmitida se denomina coeficiente de absorción auditiva.

Ilustración 42

Cantidad de energía transmitida, energía absorbida y energía reflejada.



Nota: Esa ilustración hace referencia a la Metodología Constructiva Corce block.

Elaborado por: Santacruz (2023).

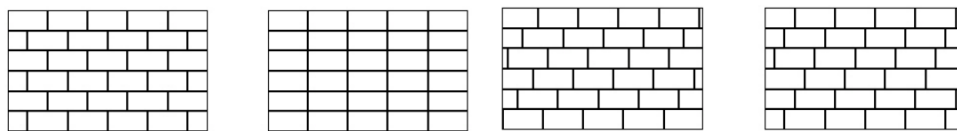
Para este caso nos referimos a un 50% de capacidad de absorción para los prototipos en estudio de 40x20x 15 cms en donde se ensayaron sin revestimientos ni pinturas, con un peso en Kg/m² de 102 que se obtuvo una reducción sonora en decibeles de 48 db que al ser comparados con valores típicos de sonidos como trompetas que representa más de 45 db, se consideraría que sí constituye una barrera sónica adecuada con base en su textura y densidad.

4.11. Instalación de los bloques de construcción.

La versatilidad y disponibilidad con la que cuentan los bloques de construcción respecto a sus dimensiones favorece a la metodología por las distintas formas de poder combinarlos y formar aparejos con texturas arquitectónicas. Puede ser un aparejo corriente de juntas trabadas o juntas verticales de forma continua realizando la traba con el refuerzo de barras de acero ubicada cada dos o tres hiladas horizontales.

Ilustración 43

Aparejo corriente de junta trabada; aparejo de juntas verticales en forma continua, aparejo sistemático en una dirección y distancia preestablecida de modo de formar resaltos.



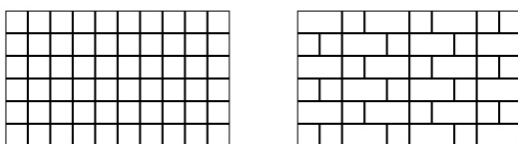
Nota: Esa ilustración hace referencia a la Metodología Constructiva Corce block.

Elaborado por: Santacruz (2023).

En el primer caso, el aparejo sistemático es de 15 cm y el segundo es de 10 cm. Aquí no se permite incorporar barras de acero verticales debido a la discontinuidad de los huecos en esa dirección.

Ilustración 44

Aparejo utilizando bloques de dimensiones homogéneas con junta vertical continua y en el segundo caso se combina con bloques de 39x19x19 intercalando los bloques en cada hilada



Nota: Esa ilustración hace referencia a la Metodología Constructiva Corce block.

Elaborado por: Santacruz (2023).

En la ejecución de las juntas de unión es de suma importancia lograr la apariencia de buena calidad ya que se debe mantener el espesor constante de aproximadamente de 10 mm con discrepancia de 3 mm. A continuación, se detallarán los pasos a seguir para una buena instalación de los bloques:

- Para el proceso constructivo y una buena nivelación se coloca el hilo de nivel y el calandro en las esquinas de los bloques usando la tabla de apoyo del mortero para facilitar la colocación del mismo.

Ilustración 45

Herramientas para la correcta colocación de los bloques, colocación del mortero y primera hilada- línea de referencia sobre el cimiento



Nota: Esa ilustración hace referencia a la Metodología Constructiva Corce block.

Elaborado por: Santacruz (2023).

- El acopio de materiales debe almacenarse en un sitio limpio y nivelado, que sea de fácil acceso y se pueda trasladar rápidamente.
- Para levantar muros de mampostería, la cimentación de apoyo deberá estar limpia para la adherencia correcta de mortero de unión y verificando la horizontalidad de la fundación.
- Se procede a la colocación del mortero cumpliendo los requisitos establecidos por la norma INEN, precautelando que si se prepara el mortero y transcurre el tiempo de más de 2 horas ya ese material no podrá utilizarse. Este mortero de junta se deberá distribuir longitudinalmente y en las laterales de contacto del bloque por colocar
- Para la elevación del muro en el caso de los bloques de hormigón no deben ser humedecidos como los ladrillos para evitar dilatación o contracción en la mampostería por el contenido de humedad evitando la producción de fisuras.
- En la primera hilada se deberá marcar la línea de referencia sobre el cimiento para la alineación del borde externos de los bloques y verificando la correcta modulación del tramo inclusive colocando entre los bloques un taquito de madera de 1 cm de ancho.
- Se deberá construir las esquinas y así escalonar el diseño, terminando cada fila con medio bloque y verificando con un nivel tanto horizontal como verticalmente cada 10 minutos aproximadamente para que el mortero no se endurezca y haya oportunidad de corregir algún error. Los medios bloques también se conocen como

bloques de esquina. Al final se golpea las juntas con un mazo de goma para solidificar los bloques en su lugar, y así se realizan todas las esquinas y se comienza a completar las hiladas colocando los bloques intermedios y se los presiona hacia abajo en su posición definitiva y contra el bloque previamente colocado, consiguiendo juntas verticales y horizontales correctamente rellenas del mortero y compactadas de una mejor manera.

Ilustración 46

Construcción de las esquinas de los bloques y bloque de cierre.



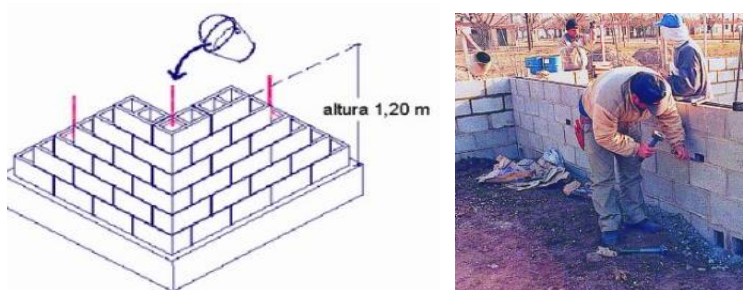
Nota: Esa ilustración hace referencia a la Metodología Constructiva Corce block.

Elaborado por: Santacruz (2023).

- Para la colocación del bloque de cierre se debe realizar con cuidado hasta alcanzar la altura del muro y para evitar que la lluvia afecte se recomienda usar planchas de lonas o polietileno para cubrir la parte superior de las paredes.
- Para finalizar se tiene la mezcla fluida de hormigón de relleno, con el cual se llenan los huecos a 1,20 m de altura de nivel de vaciado, previamente se colocan las varillas de acero, pernos de anclaje y cualquier elemento metálico a quedar inmerso en el hormigón.

Ilustración 47

Bloque de cierre.



Nota: Esa ilustración hace referencia a la Metodología Constructiva Corce block.

Elaborado por: Santacruz (2023).

4.12. Imagen referencial de la aplicación de los bloques de construcción como revestimiento exterior de una vivienda.

Ilustración 48

Imagen referencial de la aplicación de los bloques de construcción como revestimiento exterior de una vivienda.



Elaborado por: Santacruz (2023).

CONCLUSIONES

Este trabajo de titulación en cada uno de sus capítulos ha expuesto las ventajas y resultados positivos para el uso de las fibras vegetales tratadas con Hidróxido de Sodio en el ámbito de la construcción.

El uso de la fibra de abacá ha ido evolucionando en el área textil, industrial y de construcción. Ecuador, después de Filipinas ha surgido como el segundo mayor productor de las hojas de la planta de abacá, similar a la del banano.

Mediante los ensayos de compresión, de absorción, de permeabilidad, y el análisis de ciclo de vida se determinó las características y propiedades mecánicas del material compuesto y la reducción de emisiones de CO₂ al ambiente.

Para el comportamiento mecánico en el ensayo de resistencia a la compresión simple es necesario establecer correctamente la relación agua/cemento, ya que aumenta su resistencia a menor cantidad de agua; al igual como pasa con el módulo de elasticidad del hormigón ya que es directamente proporcional, por lo que, a mayor módulo, mayor resistencia.

Al realizar el análisis del comportamiento del material compuesto mediante diferentes composiciones porcentuales de fibras vegetales de coco, de banano y de abacá se encontró la óptima combinación siendo el de la fibra de abacá al 50% el que presentó el mejor comportamiento en los ensayos realizados.

En el análisis de su comportamiento mecánico se requiere que se tenga en cuenta el tamaño máximo nominal de los áridos gruesos destinados en la dosificación del hormigón, es así que, a menor tamaño máximo nominal, mayor la resistencia. En el gráfico de resistencia versus la densidad, se determina que a mayor densidad menor resistencia. En el ensayo de resistencia se concluye que con la fibra de abacá al 50% se obtuvo la mayor resistencia inclusive mayor a la del hormigón tradicional.

En el análisis de costos evaluado resulta que el costo de producción de la materia prima con fibras de banano y materiales a considerar para la mezcla de hormigón resulta más caro en \$24.41, después sería con las fibras de coco \$21.45 y por último la fibra de abacá \$19.91. En cambio, para el costo de producción se tiene que para las fibras al 50% y 100% de mezcla: el costo de producción con fibra de coco resultó más caro de la que banano y por último la de abacá.

Se tiene que, para un hormigón tradicional saldrían 210u con un costo unitario de 0,60 ctvs. (bloque de 40x20x10cms) y 175u con un costo unitario de 0,72 ctvs. (bloque de 40x20x15cms), comparadas con las fibras de banano, coco y abacá al 50% y 100%

Se tiene que la más costosa es para un hormigón con 100% de fibra de coco ya que saldrían 117u con un costo unitario de 2,41 ctvs. (bloque de 40x20x10cms) y 98u respectivamente con un costo unitario de 2,88 ctvs. (bloque de 40x20x15cms), y en segundo lugar para un hormigón con 100% de fibra de abacá y por último para un hormigón con 100% de fibra de banano.

En el ensayo de absorción, según la normativa INEN 3066, los bloques se encuentran dentro del límite máximo permisible que resultó menor a 240 kg/m³.

Acorde a la norma INEN 643 y ensayados los prototipos se demostró que el de fibra de banano y de abacá al 50% se encuentran con valores menores al 15% que es límite máximo permisible, en el caso de la fibra de coco al 50% resultó en un 16,27% que representa 8.46% de incremento.

El valor de 0.31 W/m-k en el ensayo de conductividad térmica del bloque de construcción con 50% árido grueso y 50% de fibra de abacá es idóneo su utilización en climas tanto húmedos como calurosos debido a que posee un valor inferior o bajo de conductividad térmica.

En el ensayo de permeabilidad, los valores de la tasa de infiltración en los bloques de construcción de un hormigón normal y de un hormigón al 50% con fibra de banano, de coco y de abacá, oscila entre un 26,66 ml³/seg y 55,56 ml³/seg.

Los valores resultantes del ensayo de absorción de los distintos prototipos para las muestras al 50% de fibras, cumplen el límite máximo permisible del 15%, menos el de fibra de coco.

En cuanto al desempeño ambiental a través de la categoría GWP en unidades en kg CO₂ eq / ton, se realizaron ensayos al hormigón tradicional y a las muestras con 50% de fibras y se puede denotar que para 1m³ de hormigón tradicional se tiene una huella de 327,48 Kg CO₂ eq; por lo que comparando con el hormigón al 50% de fibra de banano con un valor de 249,85 Kg CO₂ eq, representa un -23.71%, es decir la

inserción de esta fibra tratada con NaOH al 3% hace que sea 23.71% menos contaminante que un hormigón tradicional.

Es así que, para 1m³ de hormigón tradicional con una huella de 327,48 Kg CO₂ eq; comparando con el hormigón al 50% de fibra de coco tratada con NaOH al 3% con un valor de 260,63 Kg CO₂ eq, representa un -20.41% menos contaminante que un hormigón tradicional. En cambio, del valor del hormigón tradicional comparando con el hormigón al 50% de fibra de abacá fibra tratada con NaOH al 3% representa un -21.23% menos contaminante que un hormigón tradicional.

Para un hormigón al 100% de fibra de banano representa un -18,87% menos contaminante que un hormigón tradicional. Para un hormigón al 100% de fibra de coco representa un -12.28% menos contaminante que un hormigón tradicional. Para un hormigón al 100% de fibra de abacá representa un -8.86% menos contaminante que un hormigón tradicional.

Se concluye que de los 376 encuestados, el 49% consideraría necesario implementar el uso de fibras naturales al mortero para producir un bloque de construcción resistente y amigable con el medio ambiente, el 40% considera importante la correcta reutilización de estas fibras, el 54% expresó que se implemente características de captación calorífica si se usa como revestimiento exterior, el 36% si pagaría un valor mayor por un bloque si aporta mejores propiedades y características técnicas y el 79% si recomendaría este producto a sus amigos y/o conocidos.

Se concluye de la entrevista realizada a un funcionario público que es fundamental tener medidas de prevención para la disposición final de las fibras naturales y que se debería incentivar al desarrollo científico de nuevos materiales de construcción sostenibles y amigables con el medio ambiente, precautelando el control de calidad en los procesos constructivos creando nuevas metodologías y procedimientos más prácticos e idóneos para diferentes escenarios y tipo de construcción.

Finalmente, se concluye que con el hormigón al 50% de fibra de abacá tratada con hidróxido de sodio al 3% responde y cumple con la idea a defender, debido a que el costo y las características técnicas en cuanto a su desempeño mecánico y ambiental justificado con la generación en menor cantidad de CO₂ lo que la convierte en menor contaminante y resistente aún más que comparado con el hormigón tradicional.

RECOMENDACIONES

Se pone en consideración utilizar módulos de finura entre 2.5 a 3.5 respecto a los áridos finos debido a que, si llegase a ser un material como arena muy fina, perjudicaría la compactación al convertirse en una mezcla pegajosa; así como no se debe exceder en proporciones mayores los materiales finos porque se incrementaría la pasta de la mezcla, se aumentaría por ende el agua de mezclado y esto hace que se disminuya la resistencia.

Se deberá tomar en cuenta el espesor del elemento estructural y las dimensiones en las que se cortan las fibras tratadas con hidróxido de sodio para una buena manejabilidad en la mezcla en las configuraciones de mejor comportamiento mecánico. Si este producto se llega a comercializar se puede tener cuenta que los costos de producción disminuirían ya a escala industrial.

Los procesos de experimentación e investigación requieren de un mayor tiempo de estudio y de ensayos para estos materiales compuestos en los que incluso se puede obtener uno totalmente ecológico que pueda tener aún mejores propiedades de temperatura y aislación acústica.

Es notable que, debido al cambio climático, se presenta la necesidad del desarrollo de investigación científica en nuevos materiales los cuales sean ensayados y que aporten a la sostenibilidad energética y reducción del impacto ambiental, para así poder implementar metodologías constructivas acordes a un control de calidad riguroso cumpliendo los parámetros de las normativas que rigen las diversas etapas de producción de los elementos constructivos dentro del ámbito de ingeniería civil.

Se sugiere para futuras investigaciones ampliar y usar las categorías de impacto ambiental en los materiales de construcción para poder conocer si el aporte en el desarrollo y proceso impone en la sociedad aspectos técnicos de calidad positivos y así mitigar los efectos adversos al medio ambiente.

Se deberá considerar que los gremios e instituciones puedan reconocer a través de sus autoridades la creación de un ente regulador de productores de elementos constructivos como lo es el caso de las bloqueras de hormigón y así incluirse en la Norma Ecuatoriana de la Construcción como un acápite relacionado al control de calidad y metodología constructiva adecuada.

BIBLIOGRAFÍA

- Alario, E. (08 de 02 de 2016). *Enrique Alario*. Obtenido de <https://enriquealario.com/diferentes-tipos-de-aislamiento-termico-exterior-sate/#lightbox/0/>
- Alvarez, P. S. (16 de Octubre de 2022). *Alion*. Obtenido de <https://alion.com.co/mortero-pegamamposteria/>
- Anchundia, F. (23 de mayo de 2015). *Propiedades mecánicas del hormigon*. Obtenido de <https://www.monografias.com/docs/propiedades-mecanicas-del-concreto-P3C83PEJMY>
- Anónimo. (2015). *Norma Ecuatoriana de la Construcción*. Guayaquil, Ecuador. Recuperado el 07 de Septiembre de 2020, de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/08/NEC-SE-HM.pdf>
- Anónimo. (07 de abril de 2023). *Poyatos*. Obtenido de <https://www.poyatos.com/blog/la-importancia-del-uso-de-bloques-de-hormigon-en-la-construccion/>
- Arcos y Rugel, A. y. (2016). Ventajas de usar fibra natural en la construcción. *Mundo Constructor*, 2-5.
- Arias Lorenzo, C., Montero Hidalgo, J., & Mora Ferrer, D. S. (17 de Noviembre de 2022). *DEHORMIGON*. Obtenido de <https://dehormigon.com.ar/manual-del-hormigon/propiedades-del-hormigon/>
- Armas Ruiz, D., Ruiz Galarza, S., Piován, M., Carrión Matamoros, L., & Narváez Muñoz, C. (2015). Caracterización de propiedades mecánicas. *Redalyc*, 10.
- Asanza, M. (11 de junio de 2009). *Textos Científicos*. Obtenido de <https://www.sostenibilidad.com/desarrollo-sostenible/que-es-la-sostenibilidad/>
- Ashurst, C. (2020). *Organics vs. Synthetics their use as additives in mortars. Mortars, cements and grouts used in the conservation of Historic Buildings*. Medellín.
- Asociacion Argentina del hormigon elaborado. (31 de diciembre de 2009). Obtenido de <https://hormigonelaborado.com/fibras-su-utilizacion-en-hormigones-y-morteros/>
- Betancourt Levoyer, L. A. (13 de Septiembre de 2021). *Soluciones prefabricadas*. Obtenido de <https://www.compre.com.mx/block-solido-o-block-hueco-cual-es-la-mejor-opcion/>
- Blanco Molina , S. B. (19 de mayo de 2022). *Structuralia*. Obtenido de <https://blog.structuralia.com/caracteristicas-de-hormigon-armado-usos-en-la-construccion>
- Bravo, H. G. (16 de diciembre de 2018). *DREYSER*. Obtenido de <https://dreyser.es/revestimientos-fachadas-exteriores-funciones-materiales/>
- Burgos Galindo, D. M., Guzmán Aponte, Á., & Castellanos Torres, N. (2019). Desempeño mecánico y durable de concretos que incorporan agregado reciclado fino comercial. *Revista EIA*, 18.
- Cano, S. (08 de julio de 2018). *textiles*. Obtenido de <https://www.textiles-tejidos.net/fibras/fibra-coco/>
- Carrasco Aguilar, J. M. (17 de agosto de 2023). *Fibras textiles naturales para una moda más sostenible*. Obtenido de <https://www.abanderado.es/blog/fibras-textiles-naturales/>

- Castillo, E. (06 de agosto de 2017). *GEOTEXAN, geosinteticos de alta calidad*. Obtenido de <https://geotexan.com/fibras-sinteticas-para-reforzar-hormigon/>
- Castro, M. (19 de agosto de 2014). *Biodiversidad mexicana*. Obtenido de <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/fibras-naturales>
- Choez, O. (18 de Abril de 2015). *Origen y características de la fibra de abacá*. Obtenido de <https://www.textiles-tejidos.net/fibras/fibra-de-abaca/>
- Cobeña Zambrano, S. F., & Tobar Vergara, I. B. (2020). *Análisis del ciclo de vida del mortero con adiciones de fibra de abacá tratada con hidróxido de sodio*. Guayaquil: Repositorio UCSG.
- Dincer, I., Abu, A., & Rayash, A. (2020). *ScienceDirect*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/acidification-potential#:~:text=Acidification%20potential%20refers%20to%20the,characterized%20by%20SO2%2Dequivalence>.
- Do Veiga, M. (2021). *Science Direct*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/global-warming-potential>
- España Espinoza, J. M. (2017). Las fibras vegetales: materiales ancestrales para un futuro sostenible en el desarrollo de productos. *SciELO*, 3-6.
- Farah Castro, L., & Nuñez Pabel, M. (06 de Julio de 2022). (P. U. Ecuador, Editor, & Escuela de Ingeniería Técnica Civil. Arquitectura Técnica. Materiales II) Obtenido de <https://www.studocu.com/ec/document/pontificia-universidad-catolica-del-ecuador/hormigon-i/propiedades-del-hormigon-fresco-y-endurecido/21858269>
- Farias Iribarren, G. (28 de febrero de 2018). *Fibras textiles naturales vegetales*. Obtenido de <https://gabrielfariasiribarren.com/fibras-textiles-naturales-vegetales/>
- Farinha, C. (2021). *ScienceDirect*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/ozone-depletion-potential>
- Fernandez Lopez, S. (18 de Agosto de 2019). *FRUMECAR*. Obtenido de <https://frumecar.com/2021/05/10/tipos-de-hormigon-caracteristicas-y-aplicaciones/?lang=es#:~:text=Aplicaciones%3A%20Es%20usado%20en%20infraestructuras,densos%2C%20que%20dificultan%20el%20vibrado>.
- Figueroa Cantos, L. (06 de julio de 2020). *Construcción sostenible: los materiales más utilizados*. Obtenido de <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/construccion-sostenible/#:~:text=A%20su%20vez%2C%20un%20material,del%20uso%20de%20los%20recursos>.
- Frizot Furlan, S. B. (15 de Enero de 2020). *Research Gate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/273110688_Historia_de_los_morteros
- Garrido Núñez, A. B., & Castillo Méndez, C. D. (02 de abril de 2023). *CEMIX*. Obtenido de <https://www.cemix.com/tipos-de-mortero-en-la-construccion/>
- Gil, A., Serrano, A., Gallego, A., & Peña, A. (25 de octubre de 2017). *La evaluación del Desempeño Ambiental en ISO 14001*. Obtenido de <https://www.escuelaeuropeaexcelencia.com/2017/10/evaluacion-del-desempeno-ambiental-iso-14001/>
- Giler, M. (19 de enero de 2019). *CEMENTOS TEQUENDAMA*. Obtenido de <https://cetesa.com.co/blog/tipos-de-morteros-para-la-construccion/>

- Godínez Cira, I., Díaz Aguirre, S., Baez Macyenci, R., Hernandez Diaz, R., Lanier Francis, H., & Gomez Baez, J. (2020). Indicadores para la evaluación del desempeño ambiental de los Centros de Educación. *Redalyc*, 8-14. doi:1015-8553
- Gómez, F. (03 de Septiembre de 2021). *Proceso de fabricación del hormigón*. Obtenido de <https://www.ieca.es/proceso-de-fabricacion/>
- Guerrero, A. (12 de Abril de 2022). *Guerrero&Cornejo Arquitectos* . Obtenido de <https://guerreroycornejo.com/el-coste-de-construir-en-ecuador-durante-la-pandemia/>
- Guinée, J. (2004). *Manual sobre evaluación del ciclo de vida. Guía operativa de las normas ISO*. Editores académicos de Kluwer.
- Hernández Pérez y Sánchez, M. A. (16 de Octubre de 2021). *Ingenieros de caminos, canales y Puertos (UP Madrid)*. Obtenido de <https://ingeniero-de-caminos.com/category/construccion/>
- Hidalgo , M., Muñoz, M., & Quintana, K. (diciembre de 2011). Desempeño mecánico del compuesto polietileno aluminio reforzado con agro fibras continuas de fique. *Scielo*. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0255-69522011000200012
- Ing. MSc Moya, J. C., & Ing. Cando Lara, L. (2018). Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón. *Universidad Central del Ecuador*, 6-10.
- Inpadesa*. (16 de mayo de 2018). Obtenido de <https://www.inpadesa.com.ec/fibra-de-banano/>
- Kloepffer, & Grahl. (2014). *Space Water*. Obtenido de <https://www.space4water.org/water/eutrophication-potential>
- Loor, A. Q. (14 de marzo de 2020). *TRITUBOT*. Obtenido de <https://www.eloficial.ec/tritubot-promueve-el-cambio-en-la-construccion-con-bloques-ecologicos/>
- López Lagos, J. C., & Guerrero Ruales, C. A. (2020). *Elaboración de bloques ecológicos implementando sistemas de producción alternativos, para la construcción de viviendas sostenibles y sustentables*. San Juan de Pasto.
- López, C. (28 de octubre de 2023). *Vadequímica*. Obtenido de <https://www.vadequimica.com/blog/todos-los-articulos/aplicaciones-del-hidroxido-de-sodio.html>
- Maldonado, P. R. (13 de marzo de 2021). *Soluciones de Prefabricados*. Obtenido de <https://www.compre.com.mx/block-solido-o-block-hueco-cual-es-la-mejor-opcion/>
- Marín , L. (03 de enero de 2023). *TEX DELTA*. Obtenido de <https://texdelta.com/blog/hormigon-reforzado-con-fibras/>
- Marín Hernández , C. (19 de Marzo de 2020). *Guías - Historiadores de Extremadura*. Obtenido de <https://guiashistoriadorex.com/un-mortero-medieval-un-marques-y-el-parador-de-caceres/>
- Martínez, J. (2016). *Fibra de Coco | Usos y Ventajas de este Recurso Natural Sostenible*. Obtenido de <https://sostenibilidadmasvida.com/recursos-nat/fibra-de-coco/>
- Mediavilla, J. (01 de mayo de 2020). *Ultracemento*. Obtenido de <https://ultracem.co/importancia-de-los-bloques-de-cemento-y-su-elaboracion/>
- Medina, S. (14 de febrero de 2016). *Concretonline*. Obtenido de <https://www.concretonline.com/aditivos-adiciones/aditivos-definicion-y-clasificacion>

- Orozco y Puente, A. y. (2016). *Evaluación de productividad en el sistema portante Hormi2 de paneles de hormigón armado con núcleo de poliestireno expandido mediante el uso de formaletas*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Piedrahita, M. (16 de Febrero de 2022). *ConstruActivo*. Obtenido de <https://www.construactivo.com/ladrillo-block-bovedilla/6-block.html>
- Pincay, R. (22 de febrero de 2018). *Albañiles Org.* Obtenido de <https://www.albaniles.org/albanileria/construccion-con-bloques-de-hormigon-ventajas-y-desventajas/>
- Pule Ordoñez, R. (3 de Marzo de 2020). *BLOQUERAS.ORG*. Obtenido de <https://bloqueras.org/bloques-concreto/>
- Ramirez Ruiz, V. J. (08 de Mayo de 2022). *Hormisa Hormigon elaborado*. Obtenido de <https://www.hormisa.com.ar/2018/10/30/caracteristicas-y-componentes-del-hormigon-2/>
- Ramirez Vasconez, P. A. (12 de septiembre de 2021). *Stockpinturas*. Obtenido de <https://stockpinturas.com/la-evolucion-de-morteros-de-la-antiguedad-a-la-construccion-moderna/>
- Rendón y Neyra, A. y. (30 de Septiembre de 2020). *Biodiversidad mexicana*. Obtenido de <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/fibras-naturales>
- Restrepo, F. (19 de marzo de 2016). *Purplant*. Obtenido de <https://www.purplant.es/blog/ques-es-fibra-coco/>
- Rivera Gallardo, T. N. (12 de Febrero de 2022). *HORMI-PAVIMENTO*. Obtenido de <https://www.hormipavimento.es/hormigon-fresco/>
- Rivera Moya, A. B. (12 de enero de 2014). *Beneficios de las fibras naturales para tu salud y bienestar*. Obtenido de <https://pirilana.com/beneficios-de-las-fibras-naturales/>
- Rojas Torres , A. M. (2015). Adición de la fibra de coco en el hormigón y su incidencia en Ambato, Ecuador.
- Romero Gutiérrez, A. (19 de Julio de 2019). *Hormigón.es*. Obtenido de <https://hormigon.es/principales-componentes-del-hormigon.aspx>
- Roque Contreras, M. J. (03 de agosto de 2021). *BLOQUERAS.ORG*. Obtenido de <https://bloqueras.org/bloques-concreto/>
- Rubio, N. (15 de octubre de 2022). *BBVA Tecnología Innovación*. Obtenido de <https://www.bbvaopenmind.com/tecnologia/innovacion/alternativas-cemento-construccion-sostenible/>
- Rumayor, M., & Irabien, A. (2023). *Sciencie Direct*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/abiotic-depletion>
- Sáez, P. (21 de diciembre de 2022). *Nordic Building*. Obtenido de <https://www.nordic-building.com/tipos-de-revestimiento-de-exterior/?lang=es>
- Sanchez Muriel, A. F., & Procel Muñoz, C. P. (03 de Agosto de 2022). *BECOSAN CONCRETE FLOORS-MADE BETTER*. Obtenido de <https://www.becosan.com/es/hormigon/>
- Sanchez, P. (13 de junio de 2019). *Comunidad - Fibras de Abacá*. Obtenido de <https://comunidad.todocomercioexterior.com.ec/profiles/blogs/conocias-el-abaca-enterate-de-su-clasificacion>

- Serrano-Guzmán, M. F., & Pérez-Ruiz, D. D. (2018). Análisis de sensibilidad para estimar el módulo de elasticidad estático del concreto. *Scielo*, 2-4.
- Shi, & Kan. (2018). Propiedades físicas y mecánicas del hormigón usando polvo residual de desechos orgánicos como reemplazo parcial del cemento. *Scielo*, 33.
- Solomon, S., & Wuebbles, D. (s.f.). OZONE DEPLETION POTENTIALS, G LOBAL WARMING POTENTIALS,.
- Soria, B. O. (29 de marzo de 2020). *Tipos de revestimientos de fachadas- Reformas Oliver*. Obtenido de <https://fachadasbarcelonarehabilitacion.es/tipos-de-revestimientos-de-fachadas/>
- Soto Parra, B., & García López, B. (19 de Mayo de 2018). *HisdeSAT*. Obtenido de <https://www.hisdesat.es/desempeno-ambiental/>
- Soto, C. (16 de abril de 2016). *BLOGSPOT HORMIGON Y SUS PROPIEDADES*. Obtenido de <https://elhormigonysuspropiedades.blogspot.com/p/propiedades-del-hormigon-endurecido.html>
- Toasapanta , M. L. (26 de Octubre de 2022). *Ladrillera Mecanizada*. Obtenido de <https://www.ladrillramecanizada.com/blog/ladrillo-refractario/>
- Torres, P., & Contreras, R. (12 de octubre de 2022). *Construex*. Obtenido de https://construex.com.mx/exhibidores/materiales_el_paso/producto/bloque_solido
- Yáñez, O. (11 de Octubre de 2020). *Fibras del Futuro*. Obtenido de <https://www.fao.org/economic/futurefibres/fibres/abaca0/es/>