



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE ARQUITECTURA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
ARQUITECTO**

TEMA

**BLOQUE DE HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRAS DE
COCO Y CÁSCARA DE MANÍ.**

TUTOR

MG. ARQ.EDDIE EFRÉN ECHEVERRÍA MAGGI.

AUTORES

**VÁSCONEZ VÁSCONEZ ANDRÉS ALEJANDRO
VIÑA BUESTÁN MANUEL OSWALDO**

GUAYAQUIL

2022



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

Bloque de hormigón reforzado con fibras de coco y cáscara de maní.

AUTOR/ES:

Vásconez Vásconez Andrés
Alejandro
Manuel Oswaldo Viña Buestán

REVISORES O TUTORES:

Arq. Eddie Efrén Echeverría Maggi, MSc

INSTITUCIÓN:

**Universidad Laica Vicente
Rocafuerte de Guayaquil**

Grado obtenido:

Arquitecto

FACULTAD:

INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN

CARRERA:

ARQUITECTURA

FECHA DE PUBLICACIÓN:

2022

N. DE PAGS:

55 paginas

ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción

- **PALABRAS CLAVE:** fibra natural, cemento, reciclaje, recursos naturales, Conservación ambiental.

RESUMEN:

Este trabajo de investigación tiene como objetivo la elaboración de un bloque de hormigón reforzado con fibras de coco y cáscara de maní. Se disminuirá los componentes tradicionales introduciendo, mediante una dosificación controlada, estos residuos de cosecha que, debido a una mala gestión, contaminan al medio ambiente en su descomposición a cielo abierto. La formación de este material sostenible contribuirá a la reducción de la huella de carbono en las edificaciones. Se elaboraron cinco prototipos mediante diferentes dosificaciones, para luego ser sometidos a pruebas de ensayo. Dando resultados favorables a la compresión y absorción de la humedad. Los bloques pueden ser

utilizados para diferentes usos en la construcción y así contribuyendo al desarrollo de ambientes confortables con un menor consumo de energía.		
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: Vásconez Vásconez Andrés Alejandro Manuel Oswaldo Vina Buestán	Teléfono: 0959296386 0981891959	E-mail: avasconezva@ulvr.edu.ec mvinab@ulvr.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Mg. Milton Gabriel Andrade Laborde Teléfono: (04) 2596500 Ext. 241 E-mail: mandradel@ulvr.edu.ec Mg. Lissette Carolina Morales Robalino E-mail: lmoralesr@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD ACADÉMICA

Tesis_Andrés Vásconez y Manuel Viña

INFORME DE ORIGINALIDAD

2%

INDICE DE SIMILITUD

2%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.voanoticias.com Fuente de Internet	<1 %
2	arja.com Fuente de Internet	<1 %
3	bdigital.uao.edu.co Fuente de Internet	<1 %
4	blogs.anderson.ucla.edu Fuente de Internet	<1 %
5	futur.upc.edu Fuente de Internet	<1 %
6	mejorconsalud.as.com Fuente de Internet	<1 %
7	mejorconsalud.com Fuente de Internet	<1 %
8	schoenstatt.es Fuente de Internet	<1 %
9	www.semanticscholar.org Fuente de Internet	<1 %

Firma:



Mg. Eddie Efrén Echeverría Maggi


C.C. 0917941882

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los estudiantes egresados **Vásconez Vásconez Andrés Alejandro, Manuel Oswaldo Viña Buestán**, declaramos bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, **Bloque de hormigón reforzado con fibras de coco y cáscara de maní.**, corresponde totalmente a los suscritos y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

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

Autores

Firma: 

Andrés Alejandro Vásconez Vásconez

C.I. 0201954732

Firma: 

Manuel Oswaldo Viña Buestán

C.I. 0929797975

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación Bloque de hormigón reforzado con fibras de coco y cáscara de maní., designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: Bloque de hormigón reforzado con fibras de coco y cáscara de maní, presentado por los estudiantes Vásconez Vásconez Andrés Alejandro, Manuel Oswaldo Viña Buestán, como requisito previo, para optar al Título de **ARQUITECTO**, encontrándose apto para su sustentación.

Firma: 

Mg. Eddie Efrén Echeverría Maggi

C.C. 0917941882

AGRADECIMIENTO

A mí tutor de tesis Mg. Eddie Echeverría Maggi por su infinita guía, paciencia y consejos muy valiosos a lo largo de nuestra investigación. A la Arq. Ana Minaya, que también estuvo brindándonos de sus conocimientos para lograr nuestra meta tan deseada. A todos los que conforman la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, que siempre nos brindaron de su tiempo y atención. A compañeros y amigos que siempre estuvieron manifestando su apoyo constante.

Manuel Viña Buestán

A toda mi familia que fueron el motor y la fuerza para cumplir mis metas. A mí tutor de tesis Mg. Eddie Echeverría Maggi, por su motivación, ayuda, atención y consejos durante todo el proceso, que fueron siempre útiles. A mi compañero Manuel Viña, por su ayuda.

Andrés Vásconez

DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida y la fuerza para cumplir mis metas. A mis padres, en especial a mi mamá la Sra. Margarita Rosa Buestán Yulan por ser un pilar fundamental en lograr este objetivo. A mi amada esposa Mishell Pincay Pazmiño y a mi amado hijo Helaman Jeremías Viña por su paciencia y apoyo constante. A mis hermanos (a) porque siempre estuvieron en los buenos y malos momentos, y en especial a todas las personas que de una manera u otra me brindaron sus palabras de aliento para seguir cumpliendo mis metas.

Manuel Viña Buestán

Agradezco a Dios por su sabiduría y fuerzas para cumplir cada una de mis metas, a mi madre Miriam Vásquez, por su ayuda constante, sus palabras de aliento y por ser mi motor y fuerza para seguir con cada uno de mis sueños, a mis hermanos y cada una de las personas que contribuyeron a lograr esta meta.

Andrés Vásquez

ÍNDICE GENERAL

Contenido	
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	2
1.1 Tema:	2
1.2 Planteamiento del Problema:.....	2
1.3 Formulación del Problema	3
1.4 Objetivo General	3
1.5 Objetivos Específicos	3
1.6 Idea a Defender	3
1.7 Línea de Investigación Institucional/Facultad.....	3
CAPÍTULO II	4
2 Marco Teórico:	4
2.1 Marco Referencial:	5
2.2 Marco conceptual:	8
2.3 Marco Legal.....	15
2.4 Normas INEN	16
CAPÍTULO III	19
3.1 Enfoque de la investigación:.....	19
3.2 Alcance de la investigación:.....	19
3.3 Técnica e instrumentos para obtener los datos:	19
3.4 Población y muestra	19
3.5 Presentación y análisis de resultados	20
3.6 Elaboración de prototipos	28
3.7 Flujograma	28
3.8 Caracterización de los prototipos.....	37
3.9 Presupuesto	40
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 bloque según su uso.....	13
Tabla 2. bloque de cuerpo a su densidad	14
Tabla 3. Respuesta de pregunta 1	20
Tabla 4. Respuesta de la pregunta 2	21
Tabla 5. Respuesta de la pregunta 3	22
Tabla 6. Respuesta de la pregunta 4	23
Tabla 7. Respuesta de la pregunta 5	24
Tabla 8. Respuesta de la pregunta 6	25
Tabla 9. Respuesta de la pregunta 7	26
Tabla 10. Respuesta de la pregunta 8	27
Tabla 11. Porcentaje de composición del prototipo 1	30
Tabla 12. Porcentaje de composición del prototipo 2	31
Tabla 13. Porcentaje de composición del prototipo 3	32
Tabla 14. Porcentaje de composición del prototipo 4	33
Tabla 15. Porcentaje de composición del prototipo 5	34
Tabla 16. Porcentaje de composición del prototipo 6	35
Tabla 17. Prototipo 7 Bloque	36
Tabla 18. Ensayo de resistencia a la compresión	37
Tabla 19. Ensayo a la flexión	38
Tabla 20. Absorción	39
Tabla 21. Presupuesto de Prototipo	40
Tabla 22. Comparación de costos.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Materiales usados para la elaboración de prototipo.....	5
Figura 2. Polímero reforzado con fibra.....	6
Figura 3. Distribución granulométrica de la arcilla y de las cáscaras de cacahuete.....	7
Figura 4. Panel de cáscara de maní y fibra de plátano.....	8
Figura 5. Proceso de extracción de fibra de coco.....	9
Figura 6. Cáscara de maní.....	10
Figura 7. Composición del cemento.....	11
Figura 8. Banco de arena en una granja piscícola en Londres, Reino Unido.	13
Figura 9. Proceso de bloques.....	14
Figura 10. Gráfico del resultado de la primera pregunta de la encuesta.....	20
Figura 11. Gráfico del resultado de la segunda pregunta de la encuesta.....	21
Figura 12. Gráfico del resultado de la tercera pregunta de la encuesta.....	22
Figura 13. Gráfico del resultado de la cuarta pregunta de la encuesta.....	23
Figura 14. Gráfico del resultado de la quinta pregunta de la encuesta.....	24
Figura 15. Gráfico del resultado de la sexta pregunta de la encuesta.....	25
Figura 16. Gráfico del resultado de la séptima pregunta de la encuesta.....	26
Figura 17. Gráfico del resultado de la octava pregunta de la encuesta.....	27
Figura 18. Flujograma.....	28
Figura 19. Flujograma.....	29
Figura 20. Primer prototipo.....	30
Figura 21. Segundo prototipo.....	31
Figura 22. Tercer prototipo.....	32
Figura 23. Cuarto prototipo.....	33
Figura 24. Quinto prototipo.....	34
Figura 25. Prototipo 6 para viga.....	35
Figura 26. Prototipo 7 para conductividad térmica.....	36
Figura 27. Ensayo a la compresión.....	37
Figura 28. Ensayo a la flexión.....	38
Figura 27. Ensayo a la compresión.....	37
Figura 28. Ensayo a la flexión.....	38
Figura 29. Prototipo de bloque.....	50

INTRODUCCIÓN

Actualmente las edificaciones son las responsables de más del 40% de las emisiones de CO₂. En los procesos de manufactura de los materiales industrializados, se produce gases de efecto invernadero, y se consume una gran cantidad de energía y recursos naturales. También se da un impacto al medio durante el ciclo de vida de las edificaciones; desde la implementación de sistemas constructivos, puesta en marcha de sus equipos y maquinarias; mantenimiento y funcionamiento de sus instalaciones; y la gestión inadecuada de escombros al final de su vida útil. El bloque es uno de los materiales más utilizados en la construcción, se compone de varias dosis de cemento, agua y arena, impactando directamente a la biodiversidad en sus procesos de extracción. Este trabajo de investigación tiene como objetivo la elaboración de un bloque de hormigón reforzado con fibra de coco y cáscara de maní. Se disminuirá los componentes tradicionales introduciendo, mediante una dosificación controlada, estos residuos de cosecha que, debido a una mala gestión, contaminan al medio ambiente en su descomposición a cielo abierto. La formación de este material sostenible contribuirá a la reducción de la huella de carbono en las edificaciones.

En el capítulo I, se establece el problema y la formulación, el objetivo general, los objetivos específicos, la hipótesis y la línea de investigación institucional. El capítulo II, comprende el marco teórico y referencial, las características de los componentes de los prototipos y las leyes y normas que rigen el proceso de manufactura. En el capítulo III, se establece la metodología de investigación, determinando el enfoque, el alcance, las técnicas e instrumentos, la selección de la población y muestra que será encuestada, el proceso de elaboración de los prototipos y su caracterización, y finalmente, las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Tema:

Bloque de hormigón reforzado con fibras de coco y cáscara de maní.

1.2 Planteamiento del Problema:

En Ecuador y el mundo la industria de la construcción, junto con sus procesos y materiales, son uno de los mayores contaminantes del medio ambiente; aportando, significativamente, con un volumen de CO₂ y otros gases de efecto invernadero, así como también, un alto consumo de recursos y de energía no renovable; ya sea, de forma directa o indirecta.

Ecuador produce cada año 20.000 hectáreas de maní y 7,3 millones de hectáreas de coco, utilizando la materia prima para diferentes alimentos en la industria; quedando toneladas de residuos de estos productos, contribuyendo, en su gran mayoría, a la contaminación ambiental, ya que, hasta ahora, no se da el manejo adecuado en la eliminación de desechos. Los residuos de la cáscara de maní y la fibra de coco, se constituyen en un foco de contaminación, producto de su descomposición en el suelo, incentivan la eutrofización y proliferación de bacterias. También su eliminación se da a través de la quema a cielo abierto, causando gases de efecto invernadero, la presencia de partículas suspendidas y de cenizas que afectan la visión y el aparato respiratorio.

Este trabajo de investigación se enfoca en lograr la manufactura de un bloque sostenible, mediante el aprovechamiento de los residuos de fibra de coco y cáscara de maní, para disminuir el impacto provocado por la eliminación inadecuada de residuos agrícolas; la elaboración contaminante de materiales industrializados; y el excesivo consumo de recursos naturales y de energía, que se requiere, en el proceso constructivo y funcionamiento de las edificaciones, a lo largo de su ciclo de vida.

1.3 Formulación del Problema

¿Cuáles son los beneficios de la manufactura de un bloque de hormigón reforzado con fibras de coco y cáscara de maní?

1.4 Objetivo General

Elaborar un bloque de hormigón mediante el aprovechamiento de los residuos de las fibras de coco y cáscara de maní para la obtención de un material sostenible empleará en las edificaciones.

1.5 Objetivos Específicos

- Determinar las propiedades de las fibras de coco y cáscaras de maní.
- Determinar la dosificación de cada uno de los componentes del nuevo material.
- Establecer las propiedades físicas y mecánicas a través de las pruebas de ensayo.

1.6 Idea a Defender

Se podrá elaborar un bloque de hormigón reforzados con fibras de coco y cáscara de maní para la lograr de un material resistente con propiedades aislantes de bajo impacto ambiental.

1.7 Línea de Investigación Institucional/Facultad.

- **Dominio:**

Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de la construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables.

- **Línea Institucional:**

Materiales innovadores para la construcción.

- **Línea de la facultad:**

Materiales de construcción

CAPÍTULO II

2 Marco Teórico:

A lo largo del tiempo, la industria de la construcción se ha convertido en uno de los principales contaminantes ambientales. Consume una gran cantidad de recursos naturales, de energía, de agua y provoca la emanación de gases de efecto de invernadero como resultado de los procesos industrializados de los materiales y el funcionamiento de las edificaciones que, al final de su vida útil, genera una gran cantidad de desperdicios de obra que no son gestionados adecuadamente; alcanzando un gran impacto durante su ciclo de vida. (Enshassi et al., 2014).

La agricultura tiene una gran importancia en el mundo, no solo brinda los recursos necesarios para la seguridad alimentaria, si no también, las oportunidades de trabajo a millones de personas. Pero esta actividad produce, proporcionalmente, una ingente cantidad de residuos orgánicos, gestionados inadecuadamente, provocando enfermedades y, sobre todo, la contaminación de los cuerpos de agua por prácticas agrícolas insostenibles (FAO, 2018).

Actualmente las edificaciones constituyen el 70% del consumo de energía a nivel mundial (Energy Agency, 2019), producido a lo largo del ciclo de vida de la edificación, desde la concepción del proyecto hasta la puesta en obra. En este proceso influye, el tipo de material utilizado, el sistema constructivo y el mantenimiento de las edificaciones como las luminarias, ventilación artificial entre otros. Las edificaciones consumen grandes cantidades de energía que, en su mayoría, provienen de combustibles fósiles; después de su vida útil; se derruyen generando grandes cantidades de escombros, que no son manejados adecuadamente produciendo contaminación ya que estos materiales se hacen a partir de un proceso industrializado, como la elaboración del cemento, bloques, cerámicas etc., consumiendo altas cantidades de energía, recursos naturales y abundante agua, en este proceso de formación de los materiales emana CO₂, por eso es importante la elaboración de nuevos materiales que utilicen elementos reciclados o elementos naturales para evitar procesos contaminantes en su elaboración. Esta investigación está alineada a un proceso de un material sostenible que evita una mayor contaminación en su fabricación, logrando ambientes térmicamente confortables, obteniendo un material con un menor costo y disminuyendo la contaminación por fabricación.

2.1 Marco Referencial:

Desempeño mecánico y durabilidad de bloques de suelo estabilizado con cemento reforzado con fibra de banana y fibra de coco.

Este trabajo se realizó en Sri Lanka, ya que en estos últimos años ha habido una sobreexplotación de arena causando daños graves para la vida acuática de los ríos, aumentando la profundidad y bajando los niveles freáticos, por esto la Oficina de Minas y Estudios, creó una Ley para regularizar la explotación de arena en ríos, con esto dando inicio a la creación de materiales sostenibles donde se pueda reemplazar la arena. En este país tanto el coco como el plátano son los principales productos de desechos agrícolas, se iniciaron pruebas para la creación de un bloque incorporando estos residuos, así reducir el impacto ambiental. Se sometieron las fibras a diferentes pruebas de compresión, flexión, absorción de agua, resistencia a los productos químicos, meteorización húmedo-seco y meteorización congelación-descongelación, dando resultados favorables a la flexión y mejorando la durabilidad del concreto (Thanushan & Sathiparan, 2022).

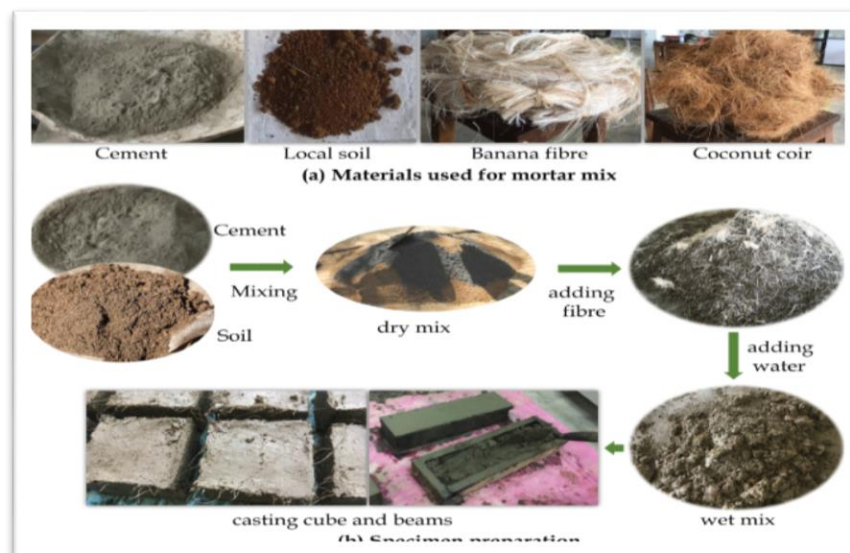


Figura 1. Materiales usados para la elaboración de prototipo
Elaborado por: Kirupaire, Navaratnaraiah (2022)

Una revisión de la fibra de coco y los materiales compuestos a base de cemento reforzados con fibra de coco

En este artículo se realizó una exhaustiva investigación de la fibra de coco como compuesto de refuerzo del cemento en los últimos 20 años, este trabajo tiene con objetivo reducir la huella de carbono y CO₂ provocado por la industrialización de los materiales de construcción dándole un buen uso a las fibras por su impacto ecológico. Se analizó las fibras con el proceso de composición química, densidad, propiedades físicas, aislamiento térmico, acústico, rendimiento a la compresión y flexión. Dando buenos resultados ya que es una fibra ideal para el reemplazo de otros componentes, por su capacidad de resistencia a la tracción, capacidad de aislamiento, su liviano peso y baja huella de carbono incorporada por esta razón se emplea en revestimiento de fachadas para mejorar el confort, y así reducir el consumo de energía, sobre todo en lugares tropicales (Wang et al., 2022).

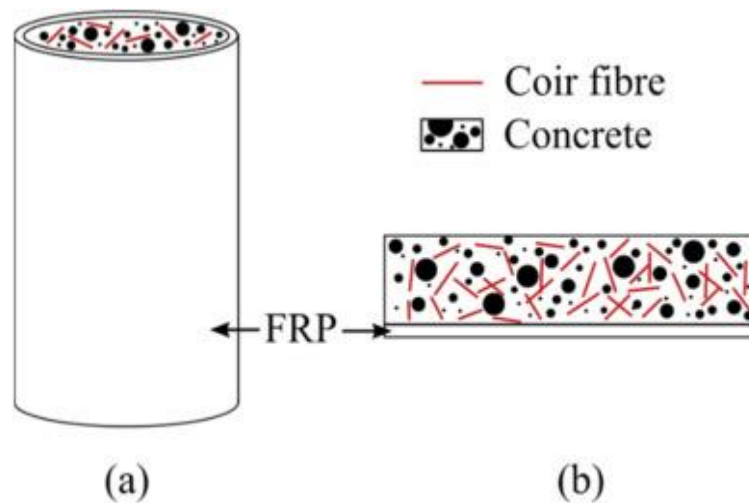


Figura 2. Polímero reforzado con fibra.
Elaborado por: Wang et al., (2022)

Las propiedades tableros de cemento reforzados con fibra de coco como material de construcción.

Este trabajo de investigación se realizó en Indonesia, donde su cultivo alcanza una extensión de 3'417.951 hectáreas de coco anualmente. Esta enorme producción de coco también genera toneladas de subproducto. El objetivo es emplear estos residuos en tableros de cemento como materiales de construcción ya que en algunos países se están empleado dichos residuos ya que, debido a sus excelentes propiedades, como su buena capacidad de resistencia a la intemperie y el aislamiento acústico, y su alta resistencia al agua, al fuego, a las termitas y a los

hongos. Las placas se las puede elaborar ya sea con fibras o partículas mezcladas con cementos y aditivos. Las placas de elaboraron con cemento y fibra de coco dando buenos resultados y mejorando las propiedades mecánicas (I Budiman et al., 2021).

Aprovechamiento de los residuos de maní en la industria en la fabricación de materiales de construcción.

Este trabajo de investigación se realizó en Argentina donde se produce 900.000 toneladas de maní, quedando la cáscara como subproducto, por esto se vio la oportunidad de utilizar el desecho, para la elaboración de materiales de construcción como cerámica dándole un uso adecuado y creado materiales sostenible ayudando al medio ambiente reduciendo gases de efecto invernadero y CO₂ producido por la calcinación de este subproducto. Las muestras fueron sometidas a pruebas de ensayo dando como resultado buenas propiedades físicas arrojando valores aceptables de porosidad, módulo de ruptura, variación volumétrica permanente y pérdida de peso por calcinación también su alta resistencia a la flexión (Quaranta et al., 2018).



Figura 3. Distribución granulométrica de la arcilla y de las cáscaras de cacahuete.
Elaborado por: Quaranta et al., (2018)

Elaboración de un panel mediante el reciclaje de la fibra de plátano y cáscara de maní.

En el siguiente trabajo de investigación, se realizó un tablero para interiores de vivienda utilizando la fibra de plátano y la cascara de maní de los residuos de las cosechas, para la creación de un material sostenible que ayude a reducir el impacto ambiental reduciendo menor cantidades de CO₂, dándole un buen manejo a estos residuos, fomentado la economía circular y creando espacios térmicamente sustentables. Los prototipos dieron resultados favorables en porcentajes de absorción acústica, conductividad térmica y resistencia mecánica, con estos

resultados se puede concluir que es un buen material para utilizar en las edificaciones por las propiedades antes mencionadas (Minaya & Echeverría, 2021).



Figura 4. Panel de cáscara de maní y fibra de plátano.
Elaborado por: Minaya, A. y Echeverría, E. (2021)

2.2 Marco conceptual:

El Coco

El coco es una fruta tropical que se puede encontrar en muchos países, su fruta es cosechada para la utilización de variedades de alimentos, bebidas, cosméticos, aceites etc. Esta fruta es muy apetecida por sus minerales, nutrientes y beneficios para la salud. En Ecuador se cultiva anualmente 10.000 hectáreas de coco para diferentes usos (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2021), el coco también contiene fibra es un subproducto de la producción de copra y se extrae del mesocarpio del coco (Wang et al., 2022), la fibra gruesa, rígida, de color marrón rojizo está formada por hilos más pequeños, compuestos de lignina, una sustancia vegetal leñosa, y celulosa. En este experimento, las fibras de coco se cortaron y tamizaron en dos tamaños diferentes: 0,315 mm y 0,500 mm (Lai et al., 2007).

Estas fibras naturales contienen un gran potencial, ya que, son de bajo costo, biodegradable y, sobre todo, son óptimas para la elaboración de materiales sostenibles para la construcción, las fibras de coco pertenecen a un conocido grupo de fibras, además, como material lignocelulósico, el bonote se mantiene neutral en términos de emisiones de CO₂ (Mohanty et al., 2021), estas fibras contienen lignocelulosa y lignina más que otras fibras naturales, ayudando a minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero. Las fibras de coco debido a su elongación

en las propiedades de ruptura, los materiales de compuesto reforzados con fibra de coco también se pueden estirar hasta su límite elástico sin romperse. Por esto las fibras de coco son de interés para diferentes investigaciones ya que puede formarse un material sostenible por su capacidad de elasticidad, térmica, mecánica y morfológica etc.(Mohanty et al., 2021).

2.1 Beneficios de la fibra de coco

- elásticas y livianas
- resistentes a el agua salina
- toleran fácilmente la exposición al calor
- mejora la conductividad térmica en materiales compuestos por esta fibra
- resistente a la descomposición
- resistencia a las polillas
- buen aislante térmico
- propiedades acústicas

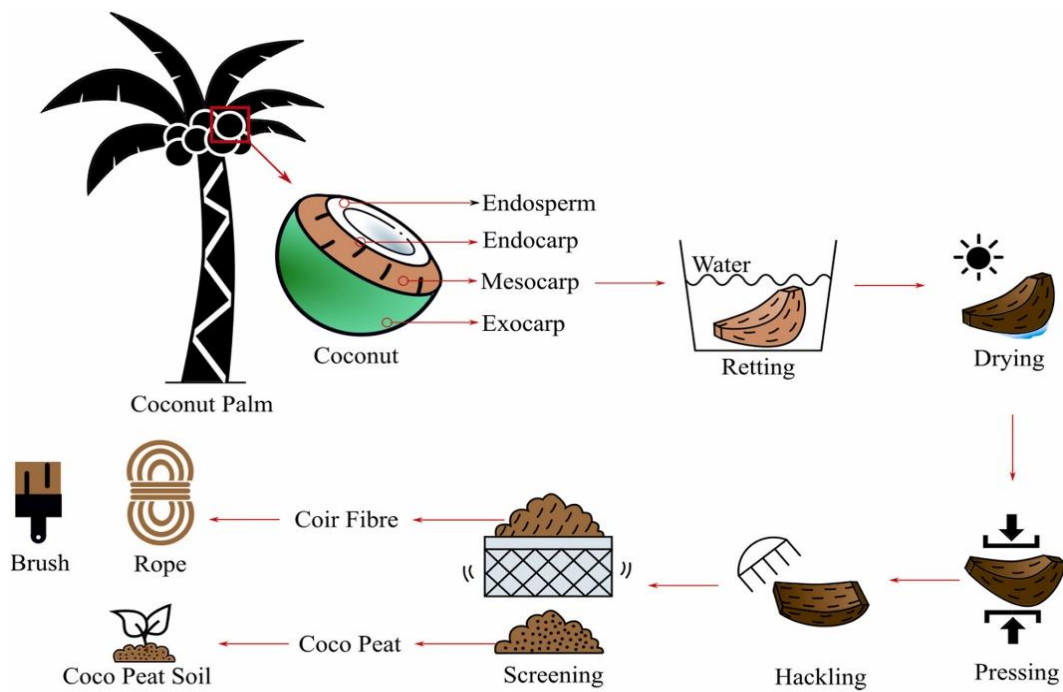


Figura 5. Proceso de extracción de fibra de coco.

Elaborado por: Wang et al., (2022)

Cáscara de maní

Según (el Comercio, 2018) en Ecuador se cultivan 20000 hectáreas de maní en provincias como Manabí y el Oro y a nivel mundial anualmente se cosechan alrededor de 46 millones de toneladas de maní para diferentes alimentos dentro de la industria (Rico et al., 2018). Quedando la cáscara que sería el subproducto derivado del proceso industrial del maní, el uso común de este desprecio agrícola, es para comida de ganado y también como combustibles mediante quema directo abierto provocando CO2 con esto calcinación del suelo donde es quemado. Por este motivo se ha impulsado a crear materiales ecológicos para viviendas. Los principales componentes de la cáscara de maní son la celulosa, la hemicelulosa, la lignina y las proteínas, compuesto de celulosa (44,8%), hemicelulosa (5,6%) y lignina (36,1%) con una estructura fibrosa compleja (Paçzkowski et al., 2021), lo que hace que la cáscara de maní sea un residuo muy apropiado para crear un material de construcción como un bloque, ya que se ha demostrado su baja conductividad térmica, material aislante, acústico, baja absorción del agua, resistencia a la compresión, tracción y la durabilidad de los bloques de cemento (Sathiparan & de Zoysa, 2018). Esta investigación está encaminada en reducir el impacto ambiental por la construcción, utilizando estos residuos agrícolas, transformándolos en materia prima para crear ambientes térmicamente confortables.



Figura 6. Cáscara de maní
Elaborado por: Vásconez, A. y Viña, M. (2022)

Cemento Portland

Las construcciones con mortero se remontan desde el antiguo Egipto, donde se construía a partir de yeso. La utilización del cal como agregado surgió en la época griega y romana, a pesar que ellos lograron un avance respecto a la formulación de los morteros sus conocimientos no eran del todo suficiente para explicar los fenómenos implicados. No fue hasta 1756 donde un ingeniero descubrió que las cales daban un mejor resultado eran las que tenían mayor cantidad de arcillosa en su composición, esa fue la primera vez que se descubrió las propiedades de las cales hidráulicas y desde ahí se formó los primeros cementos naturales llamados actualmente como cemento portland (Polanco et al., 2017).

El cemento portland es básicamente un material pulverulento que, mezclado con agua y arena se obtiene un conglomerado parecido a las calizas que se encontraban en Portland Inglaterra y por eso lleva el nombre. A lo largo del tiempo se fue mejorando las dosificaciones. El cemento es un material inorgánico finamente molido que al mezclarlo con agua se obtiene una pasta que se fragua y una vez endurecido tiene propiedades de resistencia y estabilidad. El cemento portland y sus derivados son los más utilizados en las construcciones por sus propiedades y bajo costo. Para la fabricación del cemento comercial se necesita de un clínker, existen dos tipos: clínker de portland y clínker aluminoso; el primero se lo utiliza como base en los cementos comunes mientras que el segundo es el componente principal del Cemento de Aluminato de Calcio (Polanco et al., 2017).



Figura 7. Composición del cemento.
Elaborado por: Polanco et al., (2017)

Arena

La arena es uno de los principales compuestos del hormigón para edificaciones y carreteras, su extracción proviene de ríos, mares, océanos y representa uno de las mayores extracciones de materiales sólidos a nivel mundial, está en una de las materias primas más consumida luego del agua y el aire. Cada edificación, cada carretera, copa de vino o celular contienen este material. Según la (ONU, 2022) en la actualidad 50.000 millones de toneladas de arena y grava se utilizan en el mundo cada año. Esto equivale a un muro de 35 metros de alto y 35 metros de ancho alrededor del Ecuador. El cemento es el material de construcción más utilizado en el mundo y es fuente de 8% de las emisiones de dióxido de carbono según un informe reciente de Chatham House (ONU, 2022).

“La arena no es infinita”, dijo Kiran Pereira, fundador de SandStories.org y uno de los expertos que participaron en la primera mesa redonda sobre arena realizada por ONU Medio Ambiente (ONU, 2022). La arena no solo la utilizan para la construcción sino también para el relleno de islas artificiales como en Dubái o rellenar las costas para ganar terreno como en Singapur. La arena que se encuentra en el desierto no se puede utilizar ya que es demasiado suave. explotan significativas cantidades más de las que vuelven a regenerarse. Por eso los efectos negativos al planeta son de gran importancia ya que en la explotación para obtener esta materia prima va causando daño a la biodiversidad, los niveles freáticos, paisaje, clima y con esto el exceso de energía producida por la industria y transporte que la comercializan; esta explotación modifica el cauce del río y esto conlleva a inundaciones, actualmente es tan considerable este problema que la existencia de los ecosistemas fluviales están en grave peligro, en otros la extracción de áridos marinos ha causado que cambien las fronteras entre países como sucedió en las islas de Indonesia. Para mitigar este problema necesitamos reducir el consumo de arena reutilizando desperdicios de escombros, la utilización de madera y investigando otros componentes que sustituyan la arena. Disminuir el impacto negativo en la explotación de la arena, renovando los recursos, instituyendo un límite de extracción aceptable (ONU, 2022).

“La arena es utilizada por todos. No queremos detener el sector, sino trabajar en soluciones sostenibles con todos los actores interesados”(Pascal Peduzzi, 2016)

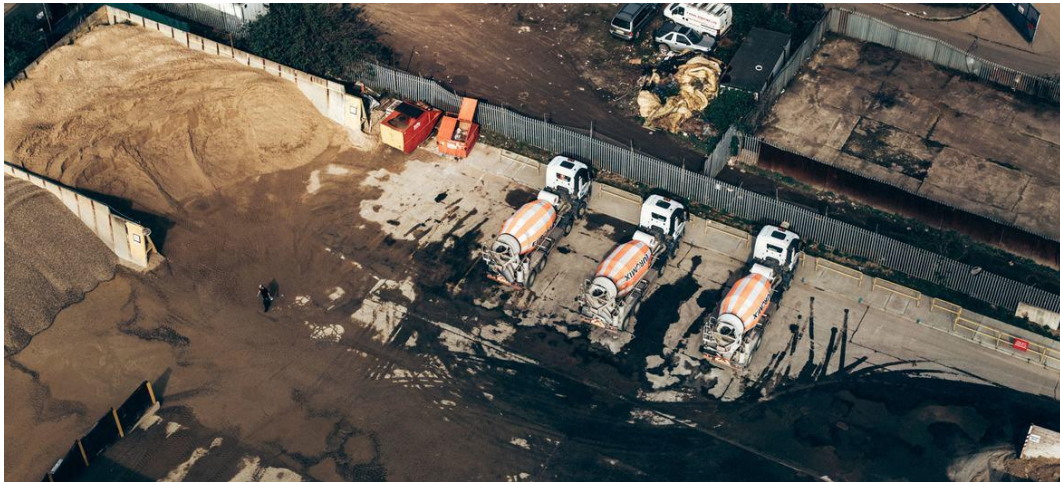


Figura 8. Banco de arena en una granja piscícola en Londres, Reino Unido.
Elaborado por: ONU (2022)

Bloques

Pieza prefabricada de hormigón simple, elaborados con cemento portland áridos finos y gruesos, tales como: arena, agua, grava, piedra partida, granulados volcánicos, piedra pómez, escorias y otros materiales inorgánicos inertes adecuados. El cemento que se utilizada en la elaboración del bloque deben cumplir los requisitos con la norma NTE INEN 152, los áridos que se utilizan deben cumplir con la norma NTE INEN 872. El agua que se utiliza debe ser dulce, limpia, de preferencia potable y libre de materiales nocivos. Los bloques se clasifican de acuerdo a su uso y densidad (INEN, 2016).

Bloques de acuerdo a su uso:

Tabla 1 *bloque según su uso*

CLASE	USO
A	Mampostería estructural
B	Mampostería no estructural
C	Alivianamientos de losa

Nota: Tipos de bloques según su uso.

Elaborado por: Vásquez, A. y Viña, M. (2022)

Bloques de acuerdo a su densidad:

Tabla 2. bloque de acuerdo a su densidad

Tipo	Densidad del hormigón (kg/m ³)
Liviano	< 1 680
Mediano	1 680 a 2 000
Normal	> 2 000

Nota: Tipos de bloques según su uso.

Elaborado por: Vásconez, A. y Viña, M. (2022)

Se considera un bloque hueco de hormigón cuando el área neta de la superficie de carga sea menos de 75 %, mientras que el bloque sólido de hormigón debe ser mayor o igual al 75 %. Hay dos tipos bloques estructural y bloque no estructural. El bloque estructural es el que se utiliza como parte de un elemento estructural diseñado bajo el concepto de pared portante, adicionalmente puede ser utilizado en mamposterías no estructurales cuando el bloque se encuentre directamente expuesto, parcial o totalmente a la intemperie. El boque no estructural es el que sirve para separar espacios físicos, no debe soportar más carga que su propio peso (INEN, 2016).



Figura 9. Proceso de bloques.

Elaborado por: Sathiparan & de Zoysa, 2018b

2.3 Marco Legal

Constitución del Ecuador

CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE

Que, el **artículo 14** de la Constitución de la República del Ecuador reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados (Legislativo, 2018);

Art. 27.- Facultades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Metropolitanos y Municipales en materia ambiental. En el marco de sus competencias ambientales exclusivas y concurrentes corresponde a los Gobiernos Autónomos Descentralizados Metropolitanos y Municipales el ejercicio de las siguientes facultades, en concordancia con las políticas y normas emitidas por los Gobiernos Autónomos Provinciales y la Autoridad Ambiental Nacional: Elaborar planes, programas y proyectos para los sistemas de recolección, transporte, tratamiento (Legislativo, 2018).

1. Elaborar planes, programas y proyectos para los sistemas de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos o desechos sólidos
2. Generar normas y procedimientos para la gestión integral de los residuos y desechos para prevenirlos, aprovecharlos o eliminarlos, según corresponda;
3. Generar normas y procedimientos para prevenir, evitar, reparar, controlar y sancionar la contaminación y daños ambientales, una vez que el Gobierno Autónomo Descentralizado se haya acreditado ante el Sistema Único de Manejo Ambiental

Art. 224.- Objeto. La gestión integral de los residuos y desechos está sometida a la tutela estatal cuya finalidad es contribuir al desarrollo sostenible, a través de un conjunto de políticas intersectoriales y nacionales en todos los ámbitos de gestión, de conformidad con los principios y disposiciones del Sistema Único de Manejo Ambiental (Legislativo, 2018).

Art. 225.- Políticas generales de la gestión integral de los residuos y desechos. Serán de obligatorio cumplimiento, tanto para las instituciones del Estado, en sus distintos niveles y formas de gobierno, regímenes especiales, así como para las personas naturales o jurídicas, las siguientes políticas generales (Legislativo, 2018):

1. El fortalecimiento de la educación y cultura ambiental, la participación ciudadana y una mayor conciencia en relación al manejo de los residuos y desechos;
2. El estímulo a la aplicación de buenas prácticas ambientales, de acuerdo con los avances de la ciencia y la tecnología, en todas las fases de la gestión integral de los residuos o desechos
3. El fomento al establecimiento de estándares para el manejo de residuos y desechos en la generación, almacenamiento temporal, recolección, transporte, aprovechamiento, tratamiento y disposición final
4. La jerarquización en la gestión de residuos y desechos

Art. 226.- Principio de jerarquización. La gestión de residuos y desechos deberá cumplir con la siguiente jerarquización en orden de prioridad (Legislativo, 2018):

1. Prevención;
2. Minimización de la generación en la fuente;
3. Aprovechamiento o valorización;
4. Eliminación; y,
5. Disposición final.

La Autoridad Ambiental Nacional, así como los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos, promoverán y fomentarán en la ciudadanía, en el marco de sus competencias, la clasificación, reciclaje, y en general la gestión de residuos y desechos bajo este principio (Legislativo, 2018)

2.4 Normas INEN

Norma INEN 638 para bloques de hormigón

Esta norma establece las definiciones, la clasificación y las condiciones generales de uso de los bloques huecos de hormigón, fabricados con cemento Portland, agua y agregados minerales.

Definición de tipos de bloques:

- **Bloques huecos de hormigón:** Es una pieza prefabricada simple hecha a base de cemento, agua y áridos finos y gruesos, en forma de paralelepípedo, con uno o más huecos transversales en su interior, de modo que el volumen del material sólido sea del 50% al 75% del volumen total del elemento
- **Bloques no soportantes:** Bloques que se utilizan en paredes soportantes cuya función es estructural, es decir, soporta a otros elementos estructurales del edificio (arcos, bóvedas, vigas, viguetas). Los bloques utilizados para este trabajo deberán estar condicionados a las características de resistencia, economía y durabilidad.

Los bloques se deben elaborar con cemento Portland, áridos finos y gruesos, tales como: arena, grava, piedra partida, granulados volcánicos, piedra pómez, escorias y otros materiales inorgánicos inertes adecuados. El cemento que se utilice en la elaboración de los bloques debe cumplir con los requisitos de la **Norma NTE INEN 152**. Los áridos que se utilicen en la elaboración de los bloques deben cumplir con los requisitos de la **Norma NTE INEN 872** y, además pasar por un tamiz de abertura nominal de 10 mm. El agua que se utilice en la elaboración de los bloques debe ser dulce, limpia, de preferencia potable y libre de cantidades apreciables de materiales nocivos como ácidos, álcalis, sales y materias orgánicas (Normas INEN 638, 2016).

Norma INEN 639 para bloques de hormigón

Muestreo y ensayos

Esta norma establece los procedimientos de muestreo y de ensayo que deben ser utilizados para evaluar las características de los bloques huecos de hormigón. Para los efectos de esta norma se adoptan las definiciones de las normas ASTM C 1 232 y ASTM E6 (Norma INEN 639, 2012).

Procedimientos:

Ensayo a la compresión: Posición de los especímenes. Ensayar los especímenes con los centroides de sus superficies de soporte, alineados verticalmente con el centro de aplicación de carga del bloque de acero con soporte esférico asentado en la máquina de ensayo. Todos los especímenes deben ser ensayados con sus celdas en posición vertical, excepto las unidades especiales destinadas para ser usadas con sus celdas en dirección horizontal. Las unidades de mampostería que son 100% sólidas y las unidades huecas especiales para uso con sus celdas en dirección

horizontal, deben ser ensayadas en la misma posición que van a tener durante el servicio. Antes de ensayar cada espécimen, asegurarse que el bloque superior de carga se mueva libremente dentro de su asiento esférico para lograr un asiento uniforme durante el ensayo (Norma INEN 639, 2012).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Enfoque de la investigación:

El enfoque de esta investigación es cuantitativo, ya que utilizaremos datos estadísticos proporcionados por la encuesta que se realizará a los profesionales de la construcción. Una vez elaborados los prototipos entrarán a un proceso de caracterización para determinar sus propiedades físicas y mecánicas a través de pruebas de ensayo de acuerdo a normativa; Estos resultados serán analizados para constatar el grado de resistencia del nuevo material de acuerdo a la dosificación de sus componentes establecidos previamente.

3.2 Alcance de la investigación:

Para esta investigación se utilizará el método exploratorio, ya que se elaborará la hipótesis, se estudiará un material que no ha realizado antes y se hará experimentos para conocer la resistencia. Se podrá manipular las variables con diferentes dosificaciones.

3.3 Técnica e instrumentos para obtener los datos:

Se utilizará pruebas de ensayo, datos estadísticos, tablas, gráficos y encuestas

3.4 Población y muestra

En esta investigación cuantitativa se determina como población a los habitantes de la ciudad de Guayaquil y de ellos se tomará como muestra a los profesionales de la construcción

3.5 Presentación y análisis de resultados

Tabla 3. Respuesta de pregunta 1

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	40	20%
Algo de acuerdo	69	35%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	60	30%
Algo en desacuerdo	20	10%
Totalmente en desacuerdo	11	6%
Total	200	

Nota: Tabla con resultados de la elaboración de encuestas

Elaborado por: Vásconez, A. y Viña, M. (2022)

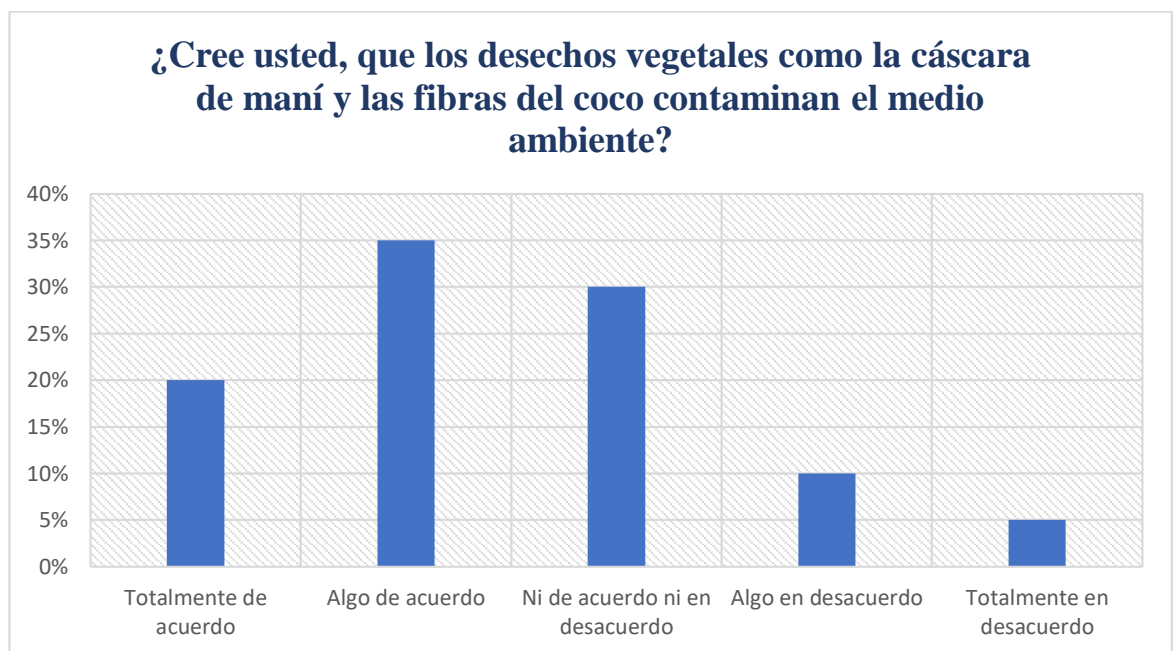


Figura 10. Gráfico del resultado de la primera pregunta de la encuesta.

Elaborado por: Vásconez, A. y Viña, M. (2022)

Análisis: Se puede observar, que el 35% está algo de acuerdo en que los desechos vegetales como la cáscara de maní y las fibras de coco contaminan el medio ambiente, en tanto que el 6% está totalmente en desacuerdo. El porcentaje de estos resultados se dan ya que las personas encuestadas no tienen conocimiento del grado de contaminación por la mala gestión de los desechos.

Tabla 4. Respuesta de la pregunta 2

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	60	30%
Algo de acuerdo	65	33%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	90	45%
Algo en desacuerdo	9	5%
Totalmente en desacuerdo	6	3%
Total	200	

Nota: Tabla con resultados de la elaboración de encuestas

Elaborado por: Vásconez, A. y Viña, M. (2022)

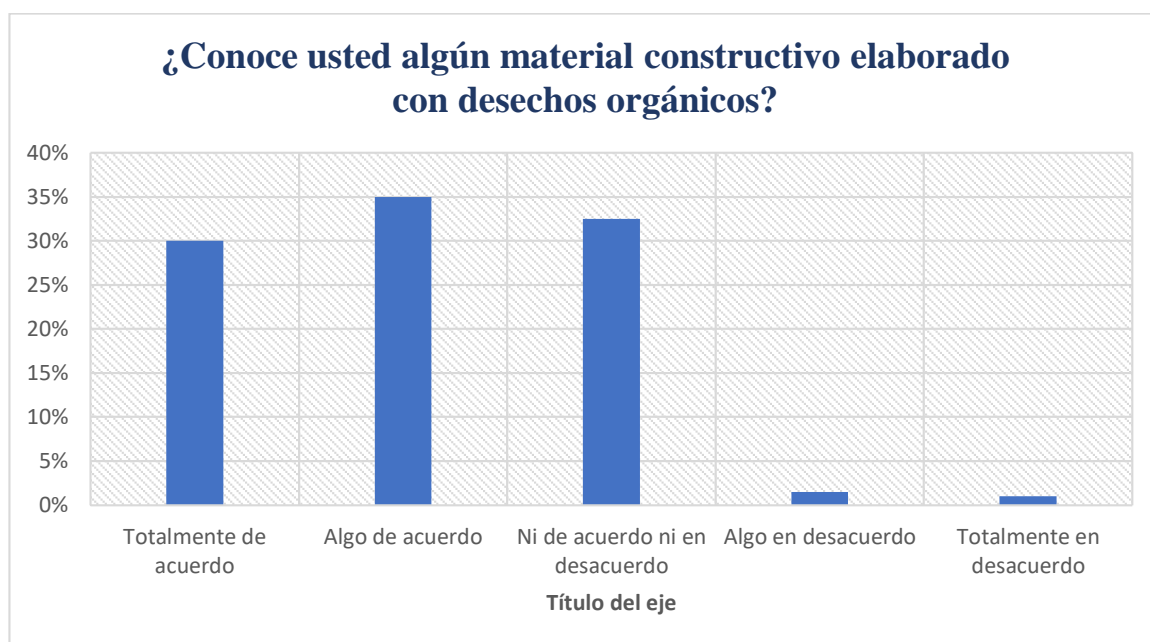


Figura 11. Gráfico del resultado de la segunda pregunta de la encuesta.

Elaborado por: Vásconez, A. y Viña, M. (2022)

Análisis: Se puede observar que, el 35% están algo de acuerdo de la existencia un material constructivo elaborado con desechos orgánicos. Los encuestados han mencionado que conocen de algún material ecológico por difusión en medios de comunicación.

Tabla 5. Respuesta de la pregunta 3

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	60	30%
Algo de acuerdo	69	35%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	65	33%
Algo en desacuerdo	3	1%
Totalmente en desacuerdo	3	1%
Total	200	

Nota: Tabla con resultados de la elaboración de encuestas

Elaborado por: Vásconez, A. y Viña, M. (2022)

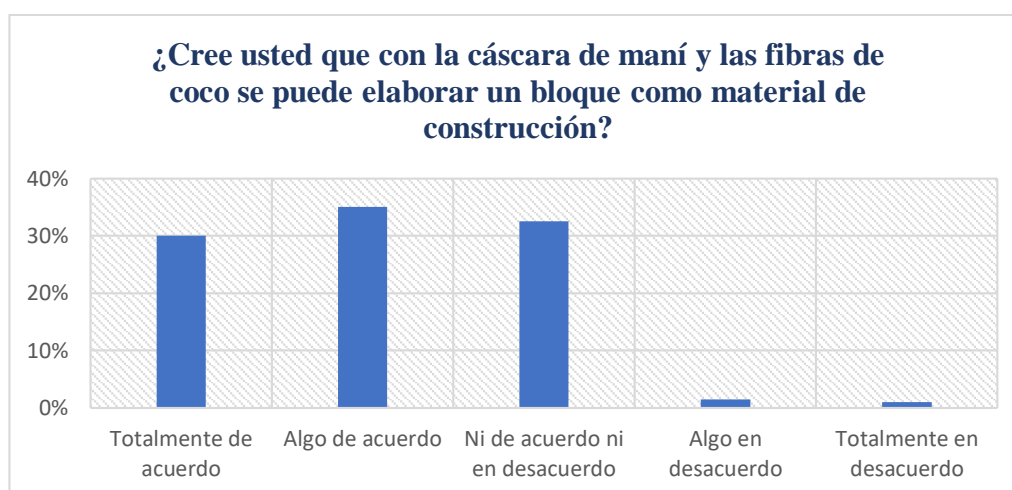


Figura 12. Gráfico del resultado de la tercera pregunta de la encuesta.

Elaborado por: Vásconez, A. y Viña, M. (2022)

Análisis: El 30% de los encuestados está totalmente de acuerdo en la factibilidad de la elaboración de un bloque a partir de la cáscara de maní y las fibras de coco; y un gran porcentaje refleja duda debido al desconocimiento de las propiedades de estos materiales.

Tabla 6. Respuesta de la pregunta 4

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	20	10%
Algo de acuerdo	30	15%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	150	75%
Algo en desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Total	200	

Nota: Tabla con resultados de la elaboración de encuestas

Elaborado por: Vásconez, A. y Viña, M. (2022)

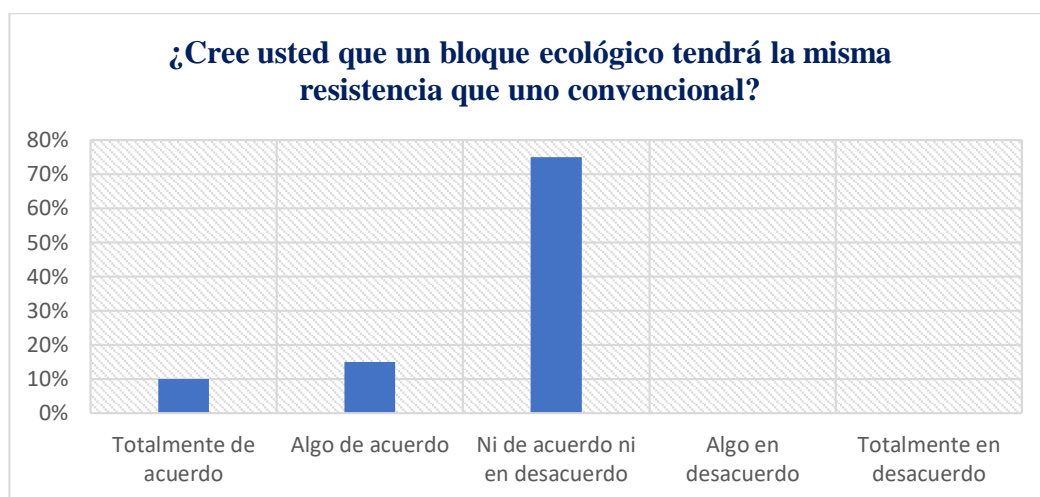


Figura 13. Gráfico del resultado de la cuarta pregunta de la encuesta.

Elaborado por: Vásconez, A. y Viña, M. (2022)

Análisis: El 75% de los encuestados no está ni de acuerdo ni en desacuerdo, evidenciando incertidumbre, ya que no conocen de las propiedades mecánicas que otorga estas fibras naturales a la composición del bloque.

Tabla 7. Respuesta de la pregunta 5

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	20	10%
Algo de acuerdo	30	15%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	150	75%
Algo en desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Total	200	

Nota: Tabla con resultados de la elaboración de encuestas

Elaborado por: Vásconez, A. y Viña, M. (2022)

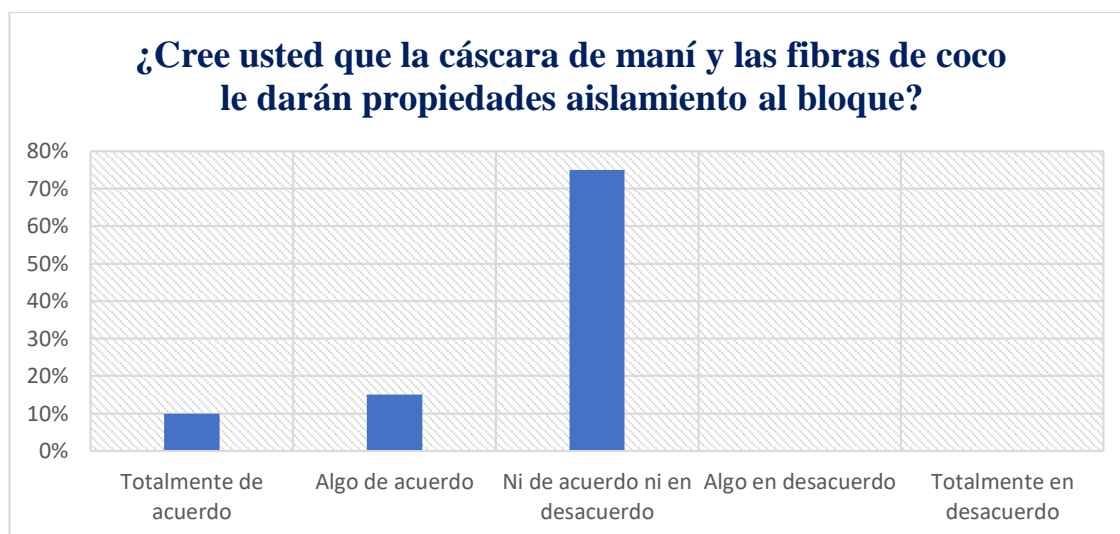


Figura 14. Gráfico del resultado de la quinta pregunta de la encuesta.

Elaborado por: Vásconez, A. y Viña, M. (2022)

Análisis: El 75% de los encuestados no está ni de acuerdo ni en desacuerdo, evidenciando incertidumbre, ya que no conocen de las propiedades físicas que otorga estas fibras naturales a la composición del bloque.

Tabla 8. Respuesta de la pregunta 6

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	100	50%
Algo de acuerdo	70	35%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	28	14%
Algo en desacuerdo	1	1%
Totalmente en desacuerdo	1	1%
Total	200	

Nota: Tabla con resultados de la elaboración de encuestas

Elaborado por: Vásconez, A. y Viña, M. (2022)

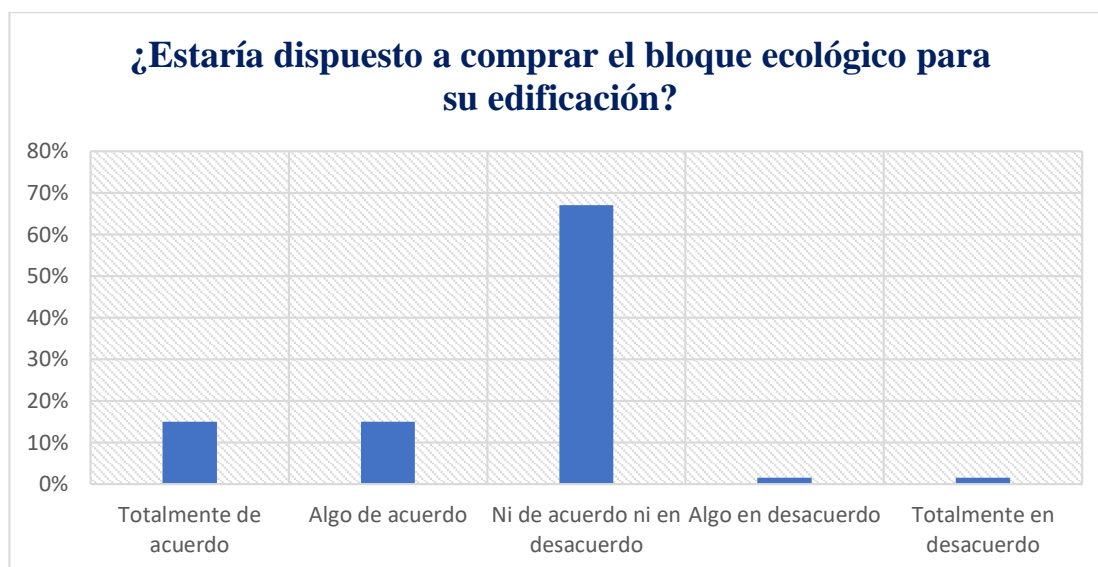


Figura 15. Gráfico del resultado de la sexta pregunta de la encuesta.

Elaborado por: Vásconez, A. y Viña, M. (2022)

Análisis: El 65% de los encuestados no está ni de acuerdo ni en desacuerdo en comprar un bloque ecológico para su edificación. Tienen dudas sobre la resistencia del bloque ecológico en comparación con el comercial.

Tabla 9. Respuesta de la pregunta 7

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	50	25%
Algo de acuerdo	48	23%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	100	50%
Algo en desacuerdo	1	1%
Totalmente en desacuerdo	1	1%
Total	200	

Nota: Tabla con resultados de la elaboración de encuestas

Elaborado por: Vásconez, A. y Viña, M. (2022)



Figura 16. Gráfico del resultado de la séptima pregunta de la encuesta.

Elaborado por: Vásconez, A. y Viña, M. (2022)

Análisis: El 65% de los encuestados no está ni de acuerdo ni en desacuerdo que este bloque incentivará la economía circular. Desconocen todos los beneficios y los agentes involucrados dentro del proceso de la cadena de suministros para la elaboración de este material.

Tabla 10. Respuesta de la pregunta 8

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	30	15%
Algo de acuerdo	30	15%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	134	66%
Algo en desacuerdo	3	2%
Totalmente en desacuerdo	3	2%
Total	200	

Nota: Tabla con resultados de la elaboración de encuestas

Elaborado por: Vásconez, A. y Viña, M. (2022)

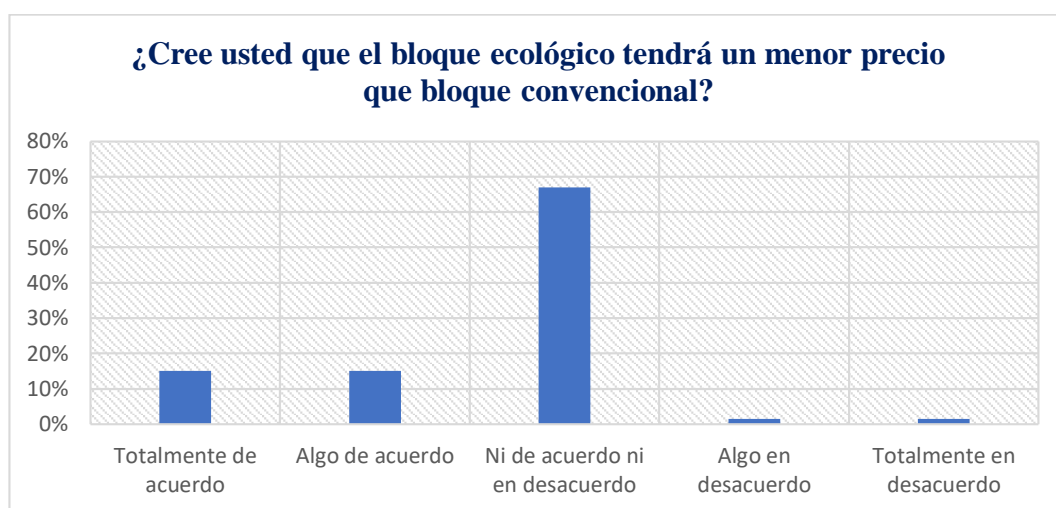


Figura 17. Gráfico del resultado de la octava pregunta de la encuesta.

Elaborado por: Vásconez, A. y Viña, M. (2022)

Análisis: El 66% de los encuestados no está ni de acuerdo ni en desacuerdo qué bloque ecológico tendrá un menor precio que bloque convencional, demostrando duda sobre los beneficios económicos del material.

3.6 Elaboración de prototipos

Materiales utilizados para la elaboración de prototipos

- Balanza
- Guantes
- Gafas Protectora
- Recipiente con medidas
- Moldes
- Pala
- Bailejo

3.7 Flujograma

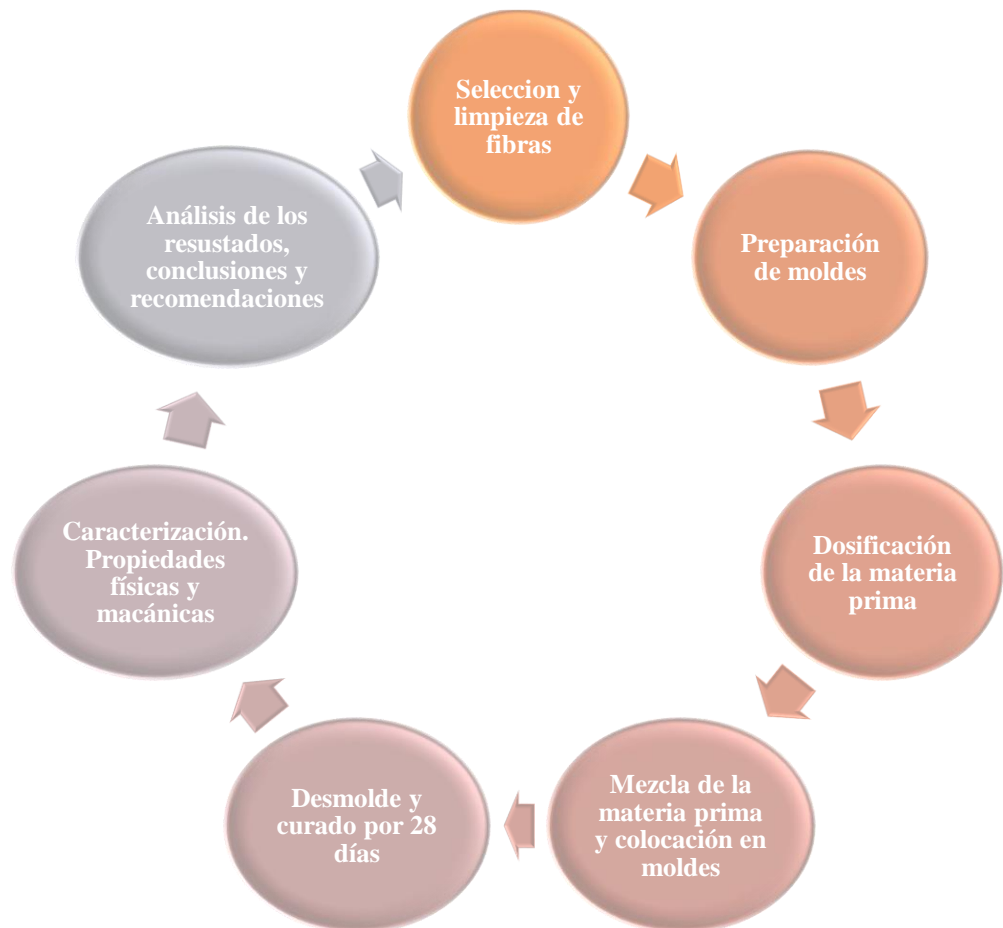


Figura 18. Flujograma. Elaborado por: Vásconez y Viña (2022).

Se adquirió la cáscara de maní y las fibras de coco de distribuidores locales, luego se desfibró el coco y su estopa fue expuesta al sol por 3 días para su secado, después se procedió a limpiar las fibras con agua caliente y luego se secó en horno por 20 minutos. Se procedió con la elaboración de los moldes de acuerdo a medidas estándar; 5 cilindros de ensayo de 20cm x 10cm para pruebas de compresión, una vigueta de 10cm x 10cm x 50cm para prueba de flexión, modelo de 20cm x 20cm x 5cm para el ensayo de conductividad térmica. Seleccionamos y mezclamos las fibras con cemento y vertimos en los moldes para cada prototipo. Después de dos días se desmoldaron los prototipos; fueron pesados en una balanza, luego sumergidos en agua por 28 días para su curado y pesados nuevamente para determinar el porcentaje de absorción. Finalmente realizamos las pruebas de ensayo físicas y mecánicas para evaluar sus propiedades.



Figura 19. Flujograma de elaboración de prototipos.
Elaborado por: Vásconez, A. y Viña, M. (2022)

Tabla 11. Porcentaje de composición del prototipo 1

Materiales	Volumen Cm³	Porcentaje %
Cáscara de maní entera	300	20
Fibras de coco	300	20
Cemento	700	40
Total	1300	100.00

Nota: tabla con porcentajes de prototipo

Elaborado por: Vásquez, A. y Viña, M. (2022)

Para la elaboración del primer prototipo con medidas de 20x10, se colocó la cáscara de maní entera, la fibra de coco en pedazos de 5 cm, controlando su dosificación a través del peso. luego se mezcló con el cemento y agua hasta conseguir una mezcla homogénea. Se colocó la mezcla en los moldes, se dejó reposar por 2 días, luego desmoldamos y lo sumergimos en agua por 28 días para el curado.



Figura 20. Primer prototipo.

Elaborado por: Vásquez, A. y Viña, M. (2022)

Tabla 12. Porcentaje de composición del prototipo 2

Materiales	Volumen Cm³	Porcentaje %
Cáscara de maní entera	400	25
Fibras de coco	400	25
Cemento	600	50
Total	1400	100.00

Nota: tabla con porcentajes de prototipo

Elaborado por: Vásconez, A. y Viña, M. (2022)

Para la elaboración del segundo prototipo con medidas de 20x10, se colocó la cáscara de maní entera, la fibra de coco en pedazos de 5 cm, controlando su dosificación a través del peso. luego se mezcló con el cemento y agua hasta conseguir una mezcla homogénea. Se colocó la mezcla en los moldes, se dejó reposar por 2 días, luego desmoldamos y lo sumergimos en agua por 28 días para el curado.



Figura 21. Segundo prototipo.

Elaborado por: Vásconez, A. y Viña, M. (2022)

Tabla 13. *Porcentaje de composición del prototipo 3*

Materiales	Volumen Cm³	Porcentaje %
Cáscara de maní entera	550	33.33
Fibras de coco	550	33.33
Cemento	523,66	33.33
Total	1.623,66	100.00

Nota: tabla con porcentajes de prototipo

Elaborado por: Vásconez, A. y Viña, M. (2022)

Para la elaboración del tercer prototipo con medidas de 20x10, se colocó la cáscara de maní entera, la fibra de coco en pedazos de 5 cm, controlando su dosificación a través del peso. luego se mezcló con el cemento y agua hasta conseguir una mezcla homogénea. Se colocó la mezcla en los moldes, se dejó reposar por 2 días, luego desmoldamos y lo sumergimos en agua por 28 días para el curado.



Figura 22. Tercer prototipo.

Elaborado por: Vásconez, A. y Viña, M. (2022)

Tabla 14. Porcentaje de composición del prototipo 4

Materiales	Volumen Cm³	Porcentaje %
Cáscara de maní entera	550	34
Fibras de coco	550	34
Cemento	500	32
Total	1.500	100.00

Nota: tabla con porcentajes de prototipo

Elaborado por: Vásquez, A. y Viña, M. (2022)

Para la elaboración del cuarto prototipo con medidas de 20x10, se colocó la cáscara de maní entera, la fibra de coco en pedazos de 5 cm, controlando su dosificación a través del peso. luego se mezcló con el cemento y agua hasta conseguir una mezcla homogénea. Se colocó la mezcla en los moldes, se dejó reposar por 2 días, luego desmoldamos y lo sumergimos en agua por 28 días para el curado.



Figura 23. Cuarto prototipo.

Elaborado por: Vásquez, A. y Viña, M. (2022)

Tabla 15. Porcentaje de composición del prototipo 5

Materiales	Volumen Cm³	Porcentaje %
Cáscara de maní entera	600	34
Fibras de coco	600	34
Cemento	523,66	32
Total	1.571,00	100.00

Nota: tabla con porcentajes de prototipo

Elaborado por: Vásquez, A. y Viña, M. (2022)

Para la elaboración del quinto prototipo con medidas de 20x10, se colocó la cáscara de maní entera, la fibra de coco en pedazos de 5 cm, controlando su dosificación a través del peso. luego se mezcló con el cemento y agua hasta conseguir una mezcla homogénea. Se colocó la mezcla en los moldes, se dejó reposar por 2 días, luego desmoldamos y lo sumergimos en agua por 28 días para el curado.



Figura 24. Quinto prototipo.

Elaborado por: Vásquez, A. y Viña, M. (2022)

Tabla 16. Porcentaje de composición del prototipo 6

Materiales	Volumen Cm³	Porcentaje %
Cáscara de maní entera	1.000	20
Fibras de coco	1.000	20
Cemento	3.000	60
Total	5.000	100.00

Nota: tabla con porcentajes de prototipo

Elaborado por: Vásconez, A. y Viña, M. (2022)

Para la elaboración de la vigueta con medidas de 10x10x50, se colocó la cáscara de maní entera, la fibra de coco en pedazos de 5 cm, controlando su dosificación a través del peso. luego se mezcló con el cemento y agua hasta conseguir una mezcla homogénea. Se colocó la mezcla en los moldes, se dejó reposar por 2 días, luego desmoldamos y lo sumergimos en agua por 28 días para el curado.



Figura 25. Prototipo 6 para viga.

Elaborado por: Vásconez, A. y Viña, M. (2022)

Tabla 17. Prototipo 7 Bloque

Materiales	Volumen Cm³	Porcentaje %
Cáscara de maní entera	150	20
Fibras de coco	150	20
Cemento	500	60
Total	800	100.00

Nota: tabla con porcentajes de prototipo

Elaborado por: Vásconez, A. y Viña, M. (2022)

El Bloque de 40cm x 20cm x 9cm, se elaboró colocando la cáscara de maní entera, la fibra de coco en pedazos de 5 cm, controlando su dosificación, luego se mezcló con cemento y agua hasta conseguir una mezcla homogénea. Se colocó la mezcla en los moldes, se dejó reposar por 2 días, luego desmoldamos y lo sumergimos en agua por 28 días para el curado.



Figura 26. Prototipo 7 Bloque.

Elaborado por: Vásconez, A. y Viña, M. (2022)

3.8 Caracterización de los prototipos

Ensayo de compresión

Se realizó el ensayo de resistencia a la compresión para determinar la capacidad de soporte de una carga por unidad de área, expresada en términos de esfuerzo; en este caso en unidades de kg/cm^2 . Basadas en las normas INEN 639

Tabla 18. Ensayo de resistencia a la compresión

N.º prototipo	Medidas cm	Peso g	Carga máxima compresión Kg.	Resistencia compresión Kg/cm^2
3	20x10	3.203,8	1550	19.73
4	20x10	3.425,7	1480	18.86
5	20x10	3.368,2	1830	23.30

Nota: ensayo de prototipo

Elaborado por: Vásquez, A. y Viña, M. (2022)

En los prototipos 3 y 4 se evidenciaron una buena resistencia a la compresión, pero el prototipo 5 obtuvo un mejor resultado al esfuerzo mecánico por la mayor cantidad de fibra en su composición y menor porcentaje de cemento.



Figura 27. Ensayo a la compresión.

Elaborado por: Vásquez, A. y Viña, M. (2022)

Ensayo a la flexión

Este ensayo nos permitió evaluar el módulo de ruptura, aplicando una fuerza en el centro de la muestra hasta su límite máximo de flexión, antes de su fractura, NTE INEN 639. Los datos se aplicaron en la formula del MOR, obteniendo un valor de resistencia a la flexión de 6 kg/cm^2 , siendo un valor muy bajo para elementos estructurales.

Tabla 19. Ensayo a la flexión

N.º prototipo	Medidas cm	Peso g	Carga máxima flexión Kg.	Resistencia Flexión Kg/cm^2
6	10x10x50	8.981,9	100	6

Nota: ensayo de prototipo

Elaborado por: Vásconez, A. y Viña, M. (2022)



Figura 28. Ensayo a la flexión.

Elaborado por: Vásconez, A. y Viña, M. (2022)

Absorción

Para calcular el índice de absorción de humedad de los prototipos, primero se tomó el peso inicial de cada uno de ellos, luego se los sumergió en agua por 28 días y finalmente se tomó un peso saturado, basado en las normas NTE INEN 639. Los resultados obtenidos de este ensayo nos permiten evidenciar en la tabla 20, el bajo porcentaje de absorción de las muestras en la mayoría de los casos nula.

C= contenido de humedad

P₁= peso inicial

P₂= peso saturado

$$C = \frac{P_2 - P_1}{P_1} \times 100 \quad (3)$$

Tabla 20. Absorción

N.º prototipo	Espesor cm	Peso inicial P ₁ (kg)	Peso saturado P ₂ (kg)	Contenido de humedad %
3	20x10	3,5	3,5	0
4	20x10	3,5	3,5	0
5	20x10	3,5	3,5	0
6	10x10x50	8,5	9	5
7	20x20x5	4	4,5	12.5

Nota: ensayo de prototipo

Elaborado por: Vásquez, A. y Viña, M. (2022)

3.9 Presupuesto

Tabla 21. *Presupuesto de Prototipo*

Prototipo 5	Costo de materiales (\$)
Fibras de coco	0
Cáscara de maní	0
Cemento	0.25
Transporte	0.05
Total, de costo de materiales	0.30

Nota: ensayo de prototipo

Elaborado por: Vásconez, A. y Viña, M. (2022)

Tabla 22. *Comparación de costos*

Bloque	Dimensiones cm	Peso Kg.	Resistencia Kg/cm²	Costo \$
Prototipo 5	40 x 20 x 9	10	40	0.30
Comercial	40 x 20 x 9	10	30	0.40

Nota: ensayo de prototipo

Elaborado por: Vásconez, A. y Viña, M. (2022)

Se calculó el costo de elaboración del bloque tomando en cuenta el reciclaje de las fibras naturales, que fueron cedidas por los distribuidores locales y un valor de transporte de todos materiales hacia el área de acopio y elaboración de los bloques, sacando un valor proporcional por unidad de bloque. El costo del cemento se dividió para el volumen utilizado en la muestra; obteniendo un valor final de \$0.30 por cada pieza elaborada.



Figura 29. Prototipo de Bloque.

Elaborado por: Vásconez, A. y Viña, M. (2022)

CONCLUSIONES

- Se pudo determinar que, las fibras de coco y la cáscara de maní son buenos componente para la creación de un material sustentable para las edificaciones. Esto se pudo comprar con las pruebas mecánicas que se realizó.
- Los cilindros tuvieron buenos resultados en los ensayos a la compresión, y sobre todo en elasticidad, se debe seguir investigando sobre estos componentes ya que se comprobó sus buenos resultados para utilizar en la creación de un nuevo material sustentable.
- El prototipo 5 tuvo mejor resultado ya que se dosificó con más fibra y menos cemento dando mejor resultado en el ensayo a la compresión, ya que las fibras le otorgaron mayor resistencia al cilindro.

RECOMENDACIONES

- En la programación del experimento se debe considerar los 28 días de fraguado y curado.
- Se puede probar diferentes dosificaciones con variación en el tamaño de las fibras para mejorar su cohesión.
- Antes de desfibrar la estopa del coco se recomienda el secado al sol, durante 1 día, para facilitar su manipulación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- el Comercio. (2018). *El maní es apetecido por su sabor - El Comercio*.
<https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/mani-apetecido-sabor.html>
- Energy Agency, I. (2019). *2019 Global Status Report for Buildings and Construction Towards a zero-emissions, efficient and resilient buildings and construction sector*. www.iea.org
- Enshassi, A., Kochendoerfer, B., & Rizq, E. (2014). Evaluación de los impactos medioambientales de los proyectos de construcción. *Revista Ingeniería de Construcción*, 29(3), 234–254. <https://doi.org/10.4067/S0718-50732014000300002>
- FAO. (2018). *Los contaminantes agrícolas: una grave amenaza para el agua del planeta | Agronoticias: Actualidad agropecuaria de América Latina y el Caribe | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. <https://www.fao.org/in-action/agronoticias/detail/es/c/1141955/>
- I Budiman, A Sumarno, Triastuti, A M Prasetyo, Maidina, E Widodo, F Akbar, B Subiyanto, & A Nugroho. (2021). *The properties of cement boards reinforced with coconut coir fiber (Cocos nucifera) as building materials*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/762/1/012074>
- INEN. (2016). *INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN. MUESTREO Y ENSAYOS*.
- Lai, C. Y., Sapuan, S. M., Ahmad, M., Yahya, N., & Dahlan, K. Z. H. M. (2007). Mechanical and Electrical Properties of Coconut Coir Fiber-Reinforced Polypropylene Composites. *https://Doi.Org/10.1081/PTE-200057787*, 44(4), 619–632. <https://doi.org/10.1081/PTE-200057787>
- Legislativo, D. (2018). *CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR. Registro Oficial, 449(20), 25–2021*. www.lexis.com.ec
- Minaya, A., & Echeverría, E. (2021). Elaboración de un panel mediante el reciclaje de la fibra de plátano y cáscara de maní. *Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil*.
<http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/4579/1/T-ULVR-3720.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2021). *El coco, una alternativa para la reactivación de Esmeraldas – Ministerio de Agricultura y Ganadería*.
<https://www.agricultura.gob.ec/el-coco-una-alternativa-para-la-reactivacion-de-esmeraldas/>
- Mohanty, A. K., Misra, M., & Drzal, L. T. (2021). Sustainable Bio-Composites from Renewable Resources: Opportunities and Challenges in the Green Materials World. *Journal of Polymers and the Environment* 2002 10:1, 10(1), 19–26. <https://doi.org/10.1023/A:1021013921916>

- Norma INEN 639. (2012). *INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN*.
- Normas INEN 638. (2016). *Instituto Ecuatoriano de normalización. 1*.
- ONU. (2022). *En busca de la extracción sostenible de arena*.
<https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/en-busca-de-la-extraccion-sostenible-de-arena>
- Pączkowski, P., Puszka, A., & Gawdzik, B. (2021). Effect of Eco-Friendly Peanut Shell Powder on the Chemical Resistance, Physical, Thermal, and Thermomechanical Properties of Unsaturated Polyester Resin Composites. *Polymers*, 13(21), 3690. <https://doi.org/10.3390/polym13213690>
- Pascal Peduzzi. (2016). GEAS_Mar2014_Sand_Mining. *UNEP*.
https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8665/GEAS_Mar2014_Sand_Mining.pdf?sequence=3
- Polanco, J. A., Jesús, M., & Marquínez, S. (2017). *Cementos, morteros y hormigones DPTO. DE CIENCIA E INGENIERÍA DEL TERRENO Y DE LOS MATERIALES Este tema se publica bajo Licencia: Creative Commons BY-NC-SA 3.0*.
- Quaranta, N., Caligaris, M., Pelozo, G., Césari, A., & Cristóbal, A. (2018). USE OF WASTES FROM THE PEANUT INDUSTRY IN THE MANUFACTURE OF BUILDING MATERIALS. *Int. J. Sus. Dev. Plann*, 13(4), 662–670. <https://doi.org/10.2495/SDP-V13-N4-662-670>
- Rico, X., Gullón, B., Alonso, J. L., Parajó, J. C., & Yáñez, R. (2018). Valorization of peanut shells: Manufacture of bioactive oligosaccharides. *Carbohydrate Polymers*, 183, 21–28. <https://doi.org/10.1016/J.CARBPOL.2017.11.009>
- Sathiparan, N., & de Zoysa, H. T. S. M. (2018). The effects of using agricultural waste as partial substitute for sand in cement blocks. *Journal of Building Engineering*, 19, 216–227. <https://doi.org/10.1016/j.job.2018.04.023>
- Thanushan, K., & Sathiparan, N. (2022). Mechanical performance and durability of banana fibre and coconut coir reinforced cement stabilized soil blocks. *Materialia*, 21. <https://doi.org/10.1016/J.MTLA.2021.101309>
- Wang, B., Yan, L., & Kasal, B. (2022). A review of coir fibre and coir fibre reinforced cement-based composite materials (2000–2021). *Journal of Cleaner Production*, 338, 130676.
<https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2022.130676>