



**Análisis de factibilidad de la incorporación de fibra del coco al mortero tradicional para
mejorar sus capacidades mecánicas**

David I. Giler Loor y Junior G. López

Carrera Arquitectura, Universidad San Gregorio de Portoviejo

Análisis de caso previo a la obtención del título de Arquitectos.

Msc. Ing. Gina San Andrés

Marzo, 2022

Certificación del director del Análisis de Caso

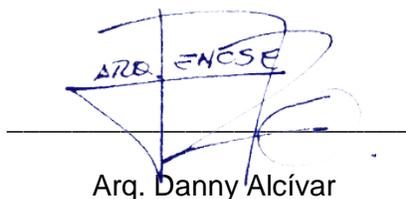
En mi calidad de Director/a del Análisis de Caso titulado: Análisis de factibilidad de la incorporación de fibra del coco al mortero tradicional para mejorar sus capacidades mecánicas, realizado por los estudiantes David Isaías Giler Loor y Junior Gonzalo López Ponce, me permito certificar que este trabajo de investigación se ajusta a los requerimientos académicos y metodológicos establecidos en la normativa vigente sobre el proceso de Titulación de la Universidad San Gregorio de Portoviejo, por lo tanto, autorizo su presentación.



Ing. Gina San Andrés Zevallos Msc.

Certificación del Tribunal

Los suscritos, miembros del Tribunal de revisión y sustentación de este Análisis de Caso, certificamos que este trabajo de investigación ha sido realizado y presentado por los estudiantes David Isaías Giler Loor y Junior Gonzalo López Ponce, dando cumplimiento a las exigencias académicas y a lo establecido en la normativa vigente sobre el proceso de Titulación de la Universidad San Gregorio de Portoviejo.



Handwritten signature in blue ink, featuring a large, stylized initial 'D' and the text 'ARQ. EN CSE' written across the middle of the signature.

Arq. Danny Alcívar

Presidente del Tribunal



Handwritten signature in blue ink, consisting of a large, flowing initial 'D' followed by the name 'David Cobeña'.

Arq. David Cobeña

Miembro del Tribunal



Handwritten signature in blue ink, featuring a large, stylized initial 'D' and the name 'Darío Mendoza'.

Arq. Darío Mendoza

Miembro del Tribunal

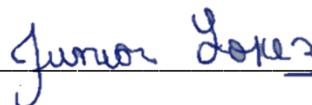
Declaración de Autenticidad y Responsabilidad

Los autores de este Análisis de Caso declaramos bajo juramento que todo el contenido de este documento es auténtico y original. En ese sentido, asumimos las responsabilidades correspondientes ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión de la información obtenida en el proceso de investigación, por lo cual, nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad.

Al mismo tiempo, concedemos los derechos de autoría de este Análisis de Caso, a la Universidad San Gregorio de Portoviejo por ser la Institución que nos acogió en todo el proceso de formación para poder obtener el título de Arquitectos de la República del Ecuador.



David Isaías Giler Loor



Junior Gonzalo López Ponce

Dedicatoria

Dedico con mucho cariño este estudio experimental e investigativo a mis grandes allegados, que con su apoyo y compromiso hicieron posible que este mismo trabajo fuere realizado, pero en particular a mis padres y familia que confiaron en mi a cada momento sin importar las circunstancias.

David Isaías Giler Loor

Dedicatoria

Dedico este análisis de caso principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerzas para continuar con este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados de mi corazón.

A mis padres Inés Janeth Vélez Ponce y Luis Gonzalo López Ponce por ser el apoyo en todo momento, dándome las fuerzas necesarias para seguir luchando día a día y poder culminar esta meta, toda mi gratitud para ustedes.

A mi hermana Andrea López por la paciencia que me ha tenido por lograr mis ideales, por darme su apoyo incondicional en momentos difíciles.

A mi querida abuelita Ramona Vélez Ponce, que está en el cielo, le doy gracias a ella por estar siempre pendiente de mí, por creer en mí, por darme consejos y sabiduría y por todos sus mensajes de aliento a lo largo de toda mi carrera universitaria.

A mi familia por motivarme cada día a seguir adelante y porque haberme apoyado en todo este proceso.

Gracias familia Ponce por todo su apoyo.

Junior Gonzalo López Ponce

Agradecimiento

Agradecemos a Dios por darnos la vida, fuerza y salud cada mañana para continuar con nuestras labores y carrera universitaria, a nuestros padres y familia por su amor e apoyo incondicional a pasar de las dificultades, quienes motivándonos lograron darnos el valor de la perseverancia. También agradecemos a nuestros docentes por guiarnos en esta difícil travesía que es la educación y a nuestros compañeros de curso quienes junto a nosotros lucharon por seguir adelante

David Isaías Giler Loor y Junior Gonzalo López Ponce

Resumen

El área de la construcción es responsable de grandes producciones de gases de efecto invernadero, provenientes de la fabricación de los materiales y procesos constructivos. Tomando cartas en el asunto, se estudia la incorporación de nuevos materiales en el campo de la construcción; en este contexto se presenta el estudio del mortero con fibra de coco, aplicando investigación experimental, se elaboró diferentes muestras con variación en las dosificaciones de mortero con incorporación de fibra de coco, teniendo como finalidad comprobar la factibilidad de este material, para ser utilizado como mortero de pega de bloques y enlucidos. Según los resultados de las pruebas de compresión, el mortero con fibra de coco con dosificación 1 de cemento, 3 de arena y 3% de fibra entre 1 a 3cm de longitud, alcanzó 4.98Mpa considerándose como un mortero tipo M5 según la NEC-15, sin embargo, no superó en resistencia a la compresión del mortero tradicional; se resalta el ahorro económico en función del volumen y la reducción de huella de carbono por reducción de materiales tradicionales.

Palabras Clave: Mortero, fibra de coco, huella de carbono, capacidades mecánicas.

Abstract

The construction area is responsible for large productions of greenhouse gases, coming from the manufacture of materials and construction processes. Taking action on the matter, the incorporation of new materials in the field of construction is studied; In this context, the study of the mortar with coconut fiber is presented, applying experimental research, different samples were prepared with variation in the dosages of mortar with the incorporation of coconut fiber, with the purpose of demonstrating the feasibility of this material, to be used as block and plaster paste mortar. According to the results of the compression tests, the coconut fiber mortar with dosage 1 of cement, 3 of sand and 3% of fiber between 1 to 3cm in length, reached 4.98Mpa considering it as a type M5 mortar according to NEC-15 , however, did not exceed the compressive strength of traditional mortar; The economic savings based on the volume and the reduction of the carbon footprint due to the reduction of traditional materials are highlighted.

Índice de Contenido

Introducción	15
Capítulo I: El Problema	16
Planteamiento del Problema	16
<i>Problemática en el sector de la construcción desde un contexto ambiental</i>	16
<i>Problemática en el sector de la construcción con respecto al proceso de trabajo</i>	18
<i>Problemática del coco</i>	20
Justificación	22
<i>La necesidad de un material con compromiso ambiental</i>	22
<i>Elección del mortero, como material con compromiso ambiental</i>	24
<i>El uso de la fibra de coco</i>	25
Objetivos	27
<i>Objetivo general</i>	27
<i>Objetivos específicos</i>	27
Capítulo II: Marco Teórico	28
<i>Antecedentes</i>	28
<i>Las Fibras Naturales</i>	29
<i>Las Fibras Vegetales</i>	30
La Palma de Coco (Cocus Nucifera)	32
<i>El Coco</i>	33
<i>Estopa de Coco</i>	34

	11
<i>Capacidad Antiséptica del Coco</i>	35
El Mortero	36
<i>Conglomerantes</i>	37
<i>Agregados finos</i>	38
Mega Mezcla	38
Capítulo III: Marco Metodológico	40
Nivel de Investigación	40
Diseño de Investigación	40
Diseño general de la investigación	40
<i>Fase 1</i>	41
Fase 2	43
<i>Fase 3</i>	48
Capítulo IV: Resultados y Discusión	51
Investigación de Dosificación	51
Elección de Dosificaciones General	52
Elección de Mortero Patrón	55
Prueba de Mortero con Incorporación de Fibra de Coco	56
<i>Fibra de Coco al 2% de 3cm</i>	56
<i>Fibra de Coco al 2% de 1cm</i>	58
<i>Fibra de Coco al 3% de 3cm</i>	59
<i>Fibra de Coco al 3% de 1cm</i>	61

	12
<i>Fibra de Coco al 4% de 3cm</i>	62
<i>Fibra de Coco al 4% de 1cm</i>	64
Resultados finales de las pruebas a compresión	65
Prueba en campo de la mejor dosificación con incorporación de fibra de coco	68
<i>Anotaciones</i>	69
<i>Resultados de la entrevista</i>	70
Comparación de volúmenes	70
Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones	74
Conclusiones	74
Recomendaciones	76
Referencias Bibliográficas	74

Índice de Figuras

Figura 1. <i>Modelo 3D del muro de bloques pegado con fibra de coco</i>	46
Figura 2. <i>Ejemplo de pesado y análisis de longitud de la fibra de coco</i>	52
Figura 3. <i>Ejemplo peso del cemento y arena</i>	53
Figura 4. <i>Ejemplo de mezclado y colocación de muestras</i>	53
Figura 5. <i>Máquina para compresión con indicador digital</i>	55
Figura 6. <i>Diagrama de líneas sobre resultados de las muestras 5, 6, 17 y 18 a compresión</i> ...	57
Figura 7. <i>Diagrama de líneas sobre resultados de las muestras 7, 8, 19 y 20 a compresión</i> ...	59
Figura 8. <i>Diagrama de líneas sobre resultados de las muestras 9, 10, 21 y 22 a compresión</i> .	60
Figura 9. <i>Diagrama de líneas sobre resultados de las muestras 11, 12, 23 y 24 a compresión</i>	62
Figura 10. <i>Diagrama de líneas sobre resultados de las muestras 13, 14, 25 y 26 a compresión</i>	63
Figura 11. <i>Diagrama de líneas sobre resultados de las muestras 15, 16, 27 y 28 a compresión</i>	65
Figura 12. <i>Diagrama de líneas sobre resultados finales de las muestras con incorporación de fibra de coco</i>	66
Figura 13. <i>Asiento de bloques pegado usando mortero con incorporación de fibra de coco</i>	69
Figura 14. <i>Elaboración de las pruebas de volumen</i>	71

Índice de Tablas

Tabla 1. <i>Formato para el ensayo de mortero patrón</i>	43
Tabla 2. <i>Formato elegido para la incorporación de resultados de la fase 2</i>	44
Tabla 3. <i>Tabla de incorporación de muestras completas</i>	45
Tabla 4. <i>Modelo de tabla de volúmenes</i>	50
Tabla 5. <i>Conformación de cada muestra según su peso y materiales</i>	54
Tabla 6. <i>Resultados de las muestras (1, 2) y (3, 4); a prueba de compresión</i>	56
Tabla 7. <i>Resultados de las muestras 5, 6, 17 y 18 a compresión</i>	57
Tabla 8. <i>Resultados de las muestras 7, 8, 19 y 20 a compresión</i>	58
Tabla 9. <i>Resultados de las muestras 9, 10, 21 y 22 a compresión</i>	60
Tabla 10. <i>Resultados de las muestras 11, 12, 23 y 24 a compresión</i>	61
Tabla 11. <i>Resultados de las muestras 13, 14, 25 y 26 a compresión</i>	63
Tabla 12. <i>Resultados de las muestras 15, 16, 27 y 28 a compresión</i>	64
Tabla 13. <i>Resultados finales de las muestras con incorporación de fibra de coco</i>	66
Tabla 14. <i>Tipos de mortero, dosificación y resistencia mínima a compresión</i>	67
Tabla 15. <i>Resistencia a la compresión de las mejores dosificaciones</i>	68
Tabla 16. <i>Tabla de volúmenes con resultados finales</i>	71
Tabla 17. <i>Tabla de volúmenes, con resultado igualado a un metro cubico</i>	72
Tabla 18. <i>Análisis de precio de materiales para el mortero patrón</i>	72
Tabla 19. <i>Análisis de precio de materiales para el mortero con incorporación de fibra de coco</i>	73

Introducción

La creación de un nuevo material más ahorrativo y con menos huella de carbono ha sido una de las necesidades que tiene el mundo actual, en una época donde el sector de la construcción es uno de los más contaminantes a nivel mundial, siendo el mortero uno de los materiales más utilizados por esta misma y a sus veces un material muy antiguo que ha intentado ser sustituido con diferentes resultados.

Sumado a esto, las consecuencias del mal manejo y desperdicio de residuos de coco generan contaminación por ocupación de espacio y emisión de gases de efecto invernadero, siendo este un elemento sustentable con cualidades útiles al sector de la construcción y que de llegar a combinar sus esfuerzos por resolver sus problemas mutuamente, podrían dar con materiales de menor daño ambiental y a su vez con un precio menor.

Para ello esta investigación se centra en demostrar la factibilidad que puede tener la inclusión de fibra de coco en el mortero tradicional, con el fin de generar un nuevo material más accesible y que a su vez emita menor contaminación ambiental y beneficie al sector agricultor con la utilización de la fibra de coco que suele ocasionar problemas a la hora de deshacerse de la misma.

La siguiente investigación cuenta con 5 capítulos dedicados a la elaboración de pruebas y análisis de resultados con los cuales otras investigaciones similares pueden percatarse de problemáticas o aciertos con el uso de este material o derivados.

Capítulo I

El Problema

Planteamiento del Problema

El problema principal es el desperdicio que se produce tanto en el sector de la construcción como en el sector cocotero, éstas problemáticas vienen acompañadas de diversos contextos que veremos a continuación.

Problemática en el sector de la construcción desde un contexto ambiental

En la actualidad existen varias problemáticas relacionadas al sector de la construcción, se conoce que las actividades realizadas por este mismo sector equivalen a un gran porcentaje de la contaminación mundial, esto se sabe, gracias a las palabras de Macozoma (2012, citado en Enshassi A. et al., 2014, p. 237) que indican en su estudio que:

Algunas de las estadísticas disponibles indican que la construcción y operación de las edificaciones son responsables de un 12-16 % del consumo de agua; un 25% de la madera cosechada; un 30-40 % del consumo energético; un 40% de los materiales vírgenes extraídos y un 20-30% de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Para comprobar estos hechos, se indagó en varios casos alrededor del mundo, que ejemplifican la problemática de la contaminación ambiental producida por el sector de la construcción y los residuos sólidos que ocasionan éstas actividades, además de influir negativamente a la calidad de vida del ser humano.

En un contexto global, lejano al sitio donde se tiene planeado el estudio, se analiza a Enshassi A., et al., (2014):

La Franja de Gaza está experimentando un aumento de los proyectos de construcción que provoca una serie de problemas y genera muchos contaminantes. Una investigación

realizada por Al-Agha (1997) discute algunos de estos impactos que afectan seriamente al entorno; él aclara que estos impactos incluyen la contaminación acústica y atmosférica, contaminación de las aguas subterráneas. (p. 234)

Esta problemática se agudiza por la alta demanda de infraestructura debido al acelerado crecimiento poblacional; los impactos negativos en los procesos constructivos producen un efecto nocivo sobre el ecosistema, los recursos y la salud pública, sumado a esto, la incomodidad a los ciudadanos en el proceso de obra.

En el estudio analizado de la revista Promateriales titulado “Cementos y Morteros. El alma de la Arquitectura” (2013), se pudo entender que la problemática ambiental de los materiales de construcción nace a partir de que se generan daños ambientales no solo a la hora de ser empleados, si no en el momento de su extracción, pues se requiere de mucha energía tan solo para extraer el material, sin contar el daño ambiental que este produce al ser expuesto al aire y al agua, además de tener que ser transportado y refinado hasta convertirse en un material óptimo para la construcción.

En la ciudad de Salcedo - Ambato, como contexto nacional, se realizó un análisis al informe de Fonseca E. J. (2015), se pudo comprender que la contaminación producida por obras de construcción privadas y públicas, tanto en los sectores urbanos como rurales, ocasionan grandes volúmenes de desechos sólido; en la etapa de funcionamiento de las edificaciones no culmina la afectación al medio ambiente, ya que al aumento de usuarios provoca un excesivo consumo eléctrico por motivos de confort térmico, todo agravado por el crecimiento poblacional que se da en la zona.

En el caso de Manta, gracias a la información analizada del informe de Cevallos M. y Enrique J. (2020), se tiene certeza de que los residuos del sector de la construcción, ocasionan no solo daños ambientales, si no también, problemas a la salud de los habitantes de zonas

cercanas a los mismos, provocando la rápida contaminación a las fuentes de agua. Sumado a la problemática, el traslado de desperdicios y la poca o nula regulación de escombreras calificadas, intensifica la contaminación en el aire, suelo y paisaje, además el mal uso del espacio, provoca reducción de áreas verdes que afecta al confort térmico de los habitantes aledaños a las escombreras clandestinas.

El mortero tradicional es una de las fuentes principales de contaminación por residuos en el sector de la construcción, para constancia se tiene el estudio realizado por Martínez S. y Thompson G. E. (1998), titulado “Deterioro de morteros de cemento producido por la “deposición” seca y húmeda de contaminantes atmosféricos”, que expresa de una forma objetiva, como los desechos sólidos incluidos el polvo y algunos terrones se desprenden de una construcción ocasionando daños a la salud, contaminación ambiental y debilitando la infraestructura, sin que siquiera la obra esté en precariedad.

Por lo que se puede decir que el mortero tradicional es contaminante en su fabricación, su uso, su desecho y su conservación; esto por lo visto en el gasto energético que ocasiona tener que acondicionar las áreas donde se utiliza, el CO₂ liberado al ambiente en su fraguado, los desperdicios que desprende con el tiempo en su deterioro y en su reemplazo por un material más joven cuando este haya cumplido su vida útil, que suele ser corta por motivos de mala fabricación o poco cuidado.

Problemática en el sector de la construcción con respecto al proceso de trabajo

Como daremos cuenta, no solo existen problemas con respecto a lo ambiental en el sector de la construcción, sino que, en cuanto al proceso de construcción se refiere, existen diversos problemas, como lo son, la mala dosificación de los materiales, la calidad de los materiales, las malas elecciones a la hora de escoger el tipo de material y todo lo que respecta a la metodología de trabajo.

En el estudio realizado por el Arq. Gonzales de la Cadena J. (2016), titulado “Estudio del mortero de pega usado en el cantón Cuenca. Propuesta de mejora, utilizando adiciones de cal” se pudo comprobar que la falta de conocimiento con respecto al uso del mortero en las construcciones, contribuye también en el problema de la contaminación que produce, sin embargo, meramente hablado de la problemática de los desechos que proyecta su mal uso, se determina que, por motivos de la conformación del mortero siempre se va a generar un gran impacto ambiental a falta de soluciones rápidas.

En lo dicho por el autor el Arq. Gonzales de la Cadena J. (2016), quien habla sobre la problemática de la falta de conocimiento en la construcción, nos indica que:

El problema no solo radica en la falta conocimiento al momento de diseñar o seleccionar el tipo de mortero, ya sea por su composición o por el uso que tendrá el elemento en el que va a aplicarse, la falta de control de calidad sumándole la falta de un conocimiento mínimo de las características de los mampuestos utilizados en nuestro medio, hacen que el mortero se use de manera generalizada en nuestras obras con una dosificación universal para los morteros de pega de mampostería con una relación.

Siendo preciso al decir, que quienes elaboran mortero de mala calidad, lo seguirán haciendo, pues a falta de control y dominio del material, sin importar qué tan sostenible sea, si no se realiza de forma correcta, seguirá generando desechos.

En el siguiente estudio a pesar de lo concluyente que es, sigue siendo, un estudio realizado en laboratorios y puede tener variaciones con respecto a lo sucedería en un ambiente real, sin embargo, los autores Martínez S. y Thompson G. E. (1998) indican que: “Los estudios en las cámaras del laboratorio de simulación de "deposiciones" de contaminantes en condiciones secas y húmedas para morteros de cemento carbonatados superficialmente, revelan que el principal producto de la reacción es el yeso” (p. 30).

Indicando que, como una problemática general, este material reactivo dentro del cemento ocasiona muchos de los problemas y sin importar donde se realicen los análisis seguirá siendo un problema, pues también indican que: “Las propiedades físicas del mortero juegan un papel importante en la reacción con los contaminantes”. Indicando que, a la hora de la elaboración del mortero, es donde se cometen la mayoría de errores que lo vuelven menos durable.

Por lo que se puede comprender que, el uso del mortero en la construcción genera gastos adicionales y daños al ambiente, que, aunque son menores en comparación de los daños que produce la extracción, transporte y creación de materiales de construcción, sigue siendo un porcentaje importante a la hora de generar contaminación.

Problemática del coco

En base a lo investigado anteriormente sobre los problemas del sector de la construcción, con relación a los materiales empleados, se consideró necesario buscar un material que reemplace a los utilizados convencionalmente y que éste mismo fuese un material sustentable, por lo que se decidió investigar al coco y sus cualidades para un posible uso en el sector de la construcción.

En el informe realizado por Romero V. et al. (2020), acerca de la producción de coco en Manabí y su problemática, dicho con sus propias palabras se entiende que: “El sector cocotero de la provincia presenta deficiencias de organización, integración entre actores y desconocimiento de cómo regularizar tanto los procesos productivos como sus actividades de compra y venta” (p. 70).

Entendiendo que uno de los problemas de la producción de coco, es la nula formación comercial, el mal desarrollo tecnológico de las plantaciones de coco y el desconocimiento que se tienen entre productores del mismo tipo de productos, siendo vulnerables ante estafas.

En el estudio realizado por San Andrés G. (2021), se pudo entender que una de las principales problemáticas relacionadas con el coco, es la deposición final del fruto, ya que en el 2019 tan solo Manabí se produjo alrededor de 1.8 Toneladas de coco, por lo que se sobreentiende que los residuos provenientes del coco, tienen preponderancia en el entorno; esto validado en entrevistas a los encargados del relleno sanitario municipal, quienes indicaron que, los desperdicios de coco llegan a diario al establecimiento de disposición final de residuos sólidos municipal; otro resultado obtenido según la investigación, identificó que en el sector agrícola se incineran los residuos y en mínima proporción se los utiliza como abono. Lo que resulta un desperdicio muy grave de este material, que puede ser utilizado por diversas industrias; el incorrecto manejo de los residuos del coco no solo genera ocupación de espacio y emisiones de CO₂ para el ambiente, sino que también causa pérdidas financieras al momento de deshacerse de ella.

El coco es una fruta que tiene cualidades únicas en cuanto a su composición, siendo que por desconocimiento se suele desperdiciar muchas de sus bondades. Sumado al peligro que corren actualmente los cocoteros, que son la palma que produce esta fruta. Pues su desaparición causaría grandes daños ambientales según palabras de Ardón Mejía M. et al. (2001):

La ausencia del coco, está teniendo una serie de implicaciones negativas sobre la conservación del equilibrio de agro ecosistema costero, pues se están presentando, serias evidencias del avance del mar y de la arena, hacia los espacios poblados y las fajas costeras en donde, antes estaban establecidos los cocoteros, además de haber desaparecido la barrera natural, que amortiguaba los fuertes vientos, que ahora incluso en algunas comunidades, como Santa Rosa de Aguan, se están presentando reportes de frecuentes arrastres de arena por el viento y que están poniendo en alerta a sus habitantes. Es posible que las estrategias de acción actuales, han venido considerando la pérdida de los cocoteros, maximizando la pérdida, desde una visión unilateral del coco,

como alimento y algunas ligeras alusiones a la pérdida de belleza escénica del paisaje, en detrimento del turismo, pero a nivel ambiental, social y económico, es una pérdida que toca diferentes puntos clave a nivel de las poblaciones locales, regionales e incluso interregional. (p. 6)

Pues el riesgo que corre esta fuente de alimento, oxígeno y materia prima; es muy grande, pues se conoce existe una plaga llamada “amarillamiento letal del coco”, que pone en jaque a todo un sector de producción. Esto respaldado por lo analizado en los estudios de Ardón Mejía M., et al. (2001), y de David Palma López (2007), quienes mencionan que no solo a través de una plaga el sector cocotero se vería en serios problemas, pues en la actualidad existen otras problemáticas como lo son, la reducción de espacios de cultivo, la acidificación de los suelos por la falta de cubierta vegetal y las inundaciones.

Por lo tanto, se entiende que el cocotero es una de las especies vegetales de mayor importancia en el mundo y que a su vez se ve gravemente amenazada.

Justificación

La necesidad de un material con compromiso ambiental

Dada la necesidad que existe en la actualidad de construir nuevas edificaciones, por el aumento en la demanda de una vivienda digna y de equipamientos que cubran los requerimientos de comodidad, se ha de realizar esta investigación, sobre un material que sea capaz de suplir el uso del material convencional que produce residuos antes, mediante y después de su uso; por uno que contenga mejores propiedades a la hora de construir y menor huella de carbono.

Se entiende que la necesita de un material superior al convencional es importante, por lo visto en la revista Promateriales (2013) que menciona en un artículo relacionado a la crisis del hormigón, la necesidad un material que sea capaz de suplir muchos de los componentes

utilizados en la actualidad para la formación de mezclas de hormigón, ya que este mismo es un producto muy contaminante y no ofrece ventajas en cuanto a la sostenibilidad.

En palabras de Aniceto Zaragoza (2013), director de una cementera, indica que:

La industria cementera lleva años apostando e invirtiendo para aumentar la competitividad del sector, sustituyendo los combustibles de origen fósiles que se utilizan en el proceso de producción por combustibles procedentes de residuos no reciclables. De esta forma, además de disminuir nuestros costos, prestamos un servicio a la sociedad al eliminar residuos que en otro caso irían a vertedero, al tiempo que se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero.

Con respecto al tipo de material que se sustituirá, se analizó el texto de los autores Ing. León L.; Ing. Acanda L., Dr.-C.-Lic. Torres M. y Ing. Rodríguez C. (2016), que habla sobre la importancia del mortero como un material no solo a nivel histórico, sino también como un material presente en la mayoría de obras; que cumple la función de brindar cobijo ante los elementos, el ruido y los cambios de temperatura. Siendo un material casi indispensable, pues muchos propietarios de viviendas lo tienen como el material a utilizar por defecto.

En el mismo estudio de los autores mencionados anteriormente, expresan que el mortero es un material que ha acompañado al ser humano prácticamente desde la invención de la arquitectura, pues dicho en sus propias palabras:

La práctica de pavimentar suelos y enlucir muros con morteros es común a pueblos neolíticos del Mediterráneo Oriental y Europa. Por ejemplo, en las ciudades fortificadas neolíticas más antiguas excavadas, como las de Jericó (9000 al 8000 a.C.), NevalıÇori (Turquía, 10000 al 8000 a.C.) y ÇatalHüyük (Turquía, 6000 a. C.) se han encontrado muros revestidos y suelos pavimentados con arcillas y cal, llegando incluso a pulir las superficies.

Elección del mortero, como material con compromiso ambiental

El mortero tradicional es uno de los materiales más usados en la actualidad, pero no cumple con todas las necesidades requeridas para esta era, ya que la demanda exige un material fiable, que contenga las capacidades necesarias para reducir la contaminación provocada por las actividades constructivas tradicionales que usan materiales convencionales, además, es necesario que los materiales innovadores mantengan o mejoren las propiedades mecánicas y se potencie las ventajas a la hora de la climatización, aislación sónica y en la reducción de desechos contaminantes en su empleo. (p. 92)

Para confirmar lo dicho, se destaca lo escrito por Liberio Espinoza O. L. (2015), quien expresa:

Actualmente existe un proyecto de investigación llevado a cabo por la Universidad Católica Santiago de Guayaquil (UCSG) y financiado por la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) de Ecuador que busca aportar tecnologías económicas y limpias para la reducción de los costes de las viviendas en el país. El último objetivo es desarrollar Eco materiales: materiales alternativos de construcción cuya característica esencial es ser ambiental y económicamente sostenibles por medio del reciclaje y sistemas de producción más limpios desde la materia prima hasta el producto final. (p. 7)

La importancia de la investigación radica en aportar a los debates actuales sobre formas de afrontar problemas de diseño de interiores incentivando a especialistas y usuarios hacia la exploración de materiales alternativos, ya que existen un sinnúmero de posibilidades que pueden ayudar a los problemas ambientales relacionados con la habitabilidad. En tanto es importante mencionar que “No existe materiales buenos o malos, solo hay material mal o bien empleados”⁴. En tal razón, es imprescindible el estudio de las características de estos materiales y el cómo aplicarlos en un contexto y

situación específica para tener esa relación positiva entre el entorno construido, el medio ambiente y mediante esto el impacto sobre la salud de las personas. (p.13)

El uso de la fibra de coco

Gracias a lo dicho por autores como: Quintero G., González S. (2006) y San Andrés G. (2021), se sabe que la fibra de coco se desperdicia, ya que este residuo debería reciclarse para la elaboración de un nuevo material y evitar que contamine el ambiente con su incineración y ocupación de suelo, lo cual sumado a las propiedades del coco en cuanto a resistencia, flexibilidad, antiséptico, aislación térmica y sonora, se convierte en una acertada opción a la hora de ser incorporado en la creación de un mortero con mejores capacidades mecánicas, térmicas y acústicas.

Se entiende que la fibra de coco, es un material sostenible y bueno para la construcción, apoyado en estudios como, Ghoreishi K. (2011, p. 29) que dice: “Los productos derivados de la madera también gozan de las mismas características: el corcho, el linóleo, el caucho, el papel y los tableros compuestos (de fibras, contrachapado, alistonado y aglomerado)”.

El coco es un bien muy necesario en el diario vivir de muchas personas, pero este mismo produce muchos desperdicios que no se utilizan. Pero, gracias a lo investigado por Jouve A., Andrade O. y Areche J. (2021), se puede entender que muchos de esos desperdicios del coco, tienen una utilidad. Ya que, casi toda parte del coco es aprovechable y no solo para ser comestible. Pues muchas industrias utilizan las fibras del coco.

Pues en el mismo estudio de Jouve A., Andrade O. y Areche J. (2021), expresan la factibilidad del uso de un material con fibras vegetales como el coco, menciona que:

Algunos de los beneficios del coco son: la buena transición de la jardinería del suelo, retiene la humedad al igual que proporciona un buen ambiente y es ambientalmente

seguro. Por el contrario, entre las desventajas del coco están: es inerte, es posible que necesites una suplementación adicional y la rehidratación de necesidades. (p. 321)

Todo esto, sin contar que muchos de los beneficios del coco, pueden ser fácilmente aplicados en el sector de la construcción, pues en el estudio de Loor J. et al. (2021) titulado “Mortero de fraguado rápido, con fibra de coco y cerámica reciclada para enlucidos interiores de edificaciones”. Se aclara que dado el desperdicio de la fibra de coco en el Ecuador se reparte 62.4% en la Costa y 53.9% en la Sierra. Por lo que ya existen varios estudios que tratan de generar alternativas para el uso de este material.

Y en cuanto a la necesidad de que la fibra de coco sea resistente a muchas de las necesidades de una vivienda, como lo es la resistencia al fuego Chinchon (2018, citado en Jouve Loor A. D. & Andrade Lastra O. A., 2021), expresa: “La resistencia ante el fuego de los elementos constructivos aumenta cuando son revestidos exteriormente con mortero. Es posible obtener la resistencia deseada asignando el espesor de la capa de mortero conveniente” (p. 27).

Objetivos

Objetivo general

- Elaborar un prototipo de mortero incorporando la fibra de coco, para verificar su factibilidad a la hora de sustituir al mortero tradicional.

Objetivos específicos

- Evaluar diferentes dosificaciones del mortero que incorpora la fibra de coco, para optar por un modelo con cualidades ideales para su empleo.
- Comparar las propiedades mecánicas del mortero tradicional con las del mortero que incorpora la fibra de coco.
- Realizar una comparación económica, entre el mortero que incorpora la fibra de coco y el mortero tradicional, con la finalidad de evaluar la rentabilidad del material.

Capítulo II

Marco Teórico

Antecedentes

En los estudios que se muestran a continuación, se detallan casos similares al tema de investigación, en donde los principales ejes son la fibra de coco y el mortero, con el fin de poner en contexto el tema investigado mediante la perspectiva de diversos autores.

El estudio realizado por Quirós Rodríguez L. R. (2018), titulado “Estudio del comportamiento mecánico del mortero reforzado con fibra de coco y modificado con óxido de hierro”, que tiene como finalidad determinar si la adición de fibra de coco y óxido de hierro al mortero, aumenta la resistencia a la compresión del material, dando como resultado un aumento no solo en la resistencia máxima a la compresión sino también a la flexión.

Se conoce que otro estudio que se enfoca en la creación de un mortero de forma similar al presente estudio, es el realizado por Jouve Looor A. D., y Andrade Lastra O. A. (2021), quienes se dedican al diseño un mortero de fraguado rápido, con fibra de coco y cerámicos reciclada para enlucidos interiores de edificaciones, el cual tuvo un resultado favorable en sus múltiples etapas, siendo que su principal utilidad es la de la incorporación de la cerámica reciclada de forma que se puedan ahorrar materiales y disminuir los residuos.

En la evaluación realizada por Mejía Idrogo K. A. (2020), que analiza las propiedades mecánicas del concreto incorporando fibra de estopa de coco, se pudo concluir que el hormigón puede contener fibra de coco, pero su resistencia a la compresión no aumentó mucho, aun con una buena dosificación, sin embargo, la resistencia a flexión del hormigón si salió beneficiada por la incorporación de la fibra de coco.

Mena Castaño, L. A., y Copete Perea, W. A. (2020), busca en su estudio, sustituir parte del agregado fino del concreto tradicional y modificado de los mercados con fibra de coco, para evaluar sus propiedades mecánicas y térmicas, lo que dio como resultado que el hormigón pierda muchas de sus capacidades mecánicas, siendo este no apto para construcciones estructurales, pero teniendo un más ligereza y mayor resistencia térmica a cambio.

En lo descrito anteriormente se puede apreciar en los resultados de los diversos casos que el uso de la fibra de coco dentro del mortero puede llegar a tener efectos muy variados, siendo necesario desvelar más información del tema.

Las Fibras Naturales

Estas fibras están presentes de forma necesaria dentro de esta investigación, y como menciona su nombre abundan en la naturaleza y pueden ser de origen vegetal, animal o mineral; por lo que es necesario poner en contexto los conceptos sobre estos materiales a través de diversos autores.

Para la definición de las fibras vegetales Gutiérrez et al. (2019, citado en Pineda Burgos A. M. & Navarrete Rivadeneira J. J. 2017) menciona que:

Las fibras son aglomerados de moléculas que forman hilos muy resistentes a la tensión; los monómeros están alineados uno al lado del otro en forma paralela compactándose, tal y como sucede en el algodón, la estopa de coco, la caña de azúcar que son ejemplos de fibras naturales. (p. 11)

En su estudio Tapia C. et al. (2006) expresan que las fibras vegetales: “Son ambientalmente amigables tanto en el proceso, producción y como desecho al final del ciclo” (p. 114).

En el análisis del artículo de Simbaña A. (2010), se pudo entender que las fibras naturales no solamente son abundantes y diversas, sino que también son fácilmente obtenibles, además

de ser una parte crucial de la industria moderna, siendo que en la antigüedad estas fibras eran solo menos relevantes que los alimentos, sin embargo, las fibras naturales son sumamente necesarias, pero han sido reemplazadas por fibras sintéticas, en un gran porcentaje.

Las Fibras Vegetales

Las fibras vegetales son de total importancia para el proyecto planteado, porque las fibras de coco se encasillan en esta categoría, siendo necesario comprender más sobre este material particular y sus diversas ventajas y desventajas.

Una buena definición del tema se obtiene a manos de John y Thomas (2008, citado en Deaquiz Oyola Y. A. & Medina B. L. M., 2016) quienes expresan que:

Las fibras vegetales se encuentran como elementos estructurales en todas las plantas superiores, estas constan, principalmente, de fibrillas de celulosa encajadas en una matriz de lignina. Las fibrillas están alineadas a lo largo de la longitud de la fibra, esto brinda un máximo de resistencia a la tracción y a la flexión, además proporciona rigidez. La eficiencia de la fibra natural está relacionada con la naturaleza de la celulosa y su cristalinidad. (p. 32)

En el análisis de la tesis de Jiménez Sánchez M. A. (2021), se pudo comprender que una fibra vegetal no solo es considerada como un material natural, sino que también se lo considera como un material barato y resistente; dando resultados positivos a la hora de incorporarlas en diferentes materiales, aumentando la resistencia a agentes externos.

Otra definición concreta, se obtiene a manos de Martínez Marín A. A. y Macancela Cabrera Á. E. (2020), quienes, en su estudio dedicado a la experimentación con materiales vegetales para bloques de hormigón, indican que:

Se denomina fibra al conjunto de filamentos que forman parte de los tejidos ya sea de un organismo como la fibra muscular las cuales son células capaces de contraerse y de

formar tejidos, fibras nerviosas las cuales se encargan de transportar impulsos nerviosos hacia el cerebro, glándulas y músculos, fibra vegetal la cual es un componente alimenticio saludable carente de nutrientes pero que contribuyen con el crecimiento fisiológico y la función digestiva. (p. 11)

Las fibras vegetales son muy variadas, pero comparten muchas características en común, estas características están relacionadas con la durabilidad de los materiales, sus capacidades de resistencia a los elementos o en algunos casos su dureza y flexibilidad, siendo que es necesario entender a fondo estos temas.

En palabras de Masaco Pinta J. I. (2018), sobre cómo las fibras vegetales tienen diferentes cualidades, expresa que: “La estructura de las fibras varía según las diferentes especies, la edad de la planta y las condiciones climáticas, esto afecta directamente en el comportamiento que van a tener posteriormente al momento de someterla a las aplicaciones como refuerzo” (p. 15).

Lo que nos indica que las fibras inclusive perteneciendo a la misma especie de planta, tendrán cualidades diferentes dependiendo de las condiciones a las que esté sometida la misma al momento de tomar una muestra.

Para ampliar lo antes mencionado, Cadena C. G. y Silvera A. J. B. (2002), en su estudio dedicado a la investigación de diversas fibras naturales y otros productos similares indica que:

Las fibras vegetales presentan ventajas productivas (disponibilidad, bajos costos de adquisición y facilidad de procesamiento), físicas (baja densidad, características de aislamiento y resistencia estructural, entre otras), bioquímicas (inocuidad, biodegradabilidad), entre otras. Las ventajas productivas, fisicotérmicas, ambientales y bioquímicas de las fibras naturales propician su utilización como una alternativa para impulsar el uso racional de los recursos naturales y la preservación ambiental. (p. 2)

La Palma de Coco (Cocus Nucifera)

Los presentes temas de investigación están dedicados a la comprensión e importancia de la Palma de Coco, planta que no solo produce el fruto del cual se extrae la materia prima con la que se trabaja en este tema, sino que también mantiene cualidades únicas y diferentes usos que aportan a su medio.

En relación a la distribución y crecimiento de la palma de coco Sánchez D. G. y Ríos G. L. (2002), comentan en su informe que:

Se encuentra ampliamente distribuida en islas y zonas costeras tropicales de todo el mundo, entre los 26 °C de latitud norte y sur; también puede encontrarse a alturas de hasta 1,200 msnm. Es una planta tropical que prospera mejor en climas sin marcadas fluctuaciones estacionales, con una temperatura promedio superior a 20 °C, precipitación media anual de 1,000 a 1,800mm, pudiendo soportar mayores precipitaciones en suelos con buen drenaje. (p. 41)

Por su capacidad para crecer en suelos arenosos sujetos a inundación ha desarrollado importantes mecanismos de adaptación. Es el caso de su extenso sistema de raíces que le proporciona un anclaje eficiente para soportar fuertes vientos y su resistencia fisiológica que le permite tolerar la salinidad del suelo, condiciones alcalinas e incluso heladas ocasionales. (p. 41)

En lo analizado por diversos autores como Martínez Marín A. A., et al. (2020), Ordáz E. O. y Zamora O. P. (1998), se pudo comprender que la Cocus Nucifera es una palma que crece en lugares cálidos, tiene capacidades de resistencia alta tanto a la salinidad como al viento, volviéndola una planta muy resistente a los efectos del clima, que a su vez provee no solo de frutos, sino también de madera mediante su tronco y follaje por sus hojas.

El Coco

El coco es la fruta cuya cubierta o estopa, no consumible, es el eje central del proyecto presente, por lo que se debe entender qué tipo de fruto es el coco y como se define.

En el informe redactado por Martínez Marín A. A. y Macancela Cabrera Á. E. (2020, p. 9), expresan con sus propias palabras que:

El coco es el fruto de la palma del cocotero el cual es alargado y redondo, está lleno de agua y está cubierta con una carne blanda de color blanco que recibe el nombre de copra la cual tiene un alto valor nutricional y de fibra además de ser rica en aceites y es alta en calorías, el fruto está cubierto con una cáscara fibrosa llamada estopa con la cual se suelen hacer artesanías o es implementado en cultivos para evitar la erosión del suelo.

Esta singular fruta es también la semilla de la palma de coco, ya que según lo analizado en la tesis de Castillo Estacio A. J. (2019), el coco pasado 10 meses comienza su estado de maduración, en donde es posible que los frutos de mayor tamaño no lleguen a germinar, siendo que solo una pequeña cantidad de estos lleguen a tener la oportunidad de convertirse en palmas ya que el líquido en el interior de los mismos influye mucho a la hora de madurar, además de que estos procesos biológicos generan un secado en la estopa del coco.

En el estudio realizado por Estrada (2014, citado en Pineda Burgos A. & Navarrete Rivadeneira J. 2017), se menciona que:

El coco se caracteriza por tener dos capas externas una es lisa denominada exocarpio o epicarpio y la otra capa llamada mesocarpio, está formada por un gran número de fibras unidas unas con otras y por lo general a estas dos capas también se las conoce como estopa. (p. 20)

Para ampliar lo antes mencionado Medardo Lizano (2016 citado en Vera Barreno E. N. 2020) expresa que el coco: “Presenta un mesocarpio, en su interior está el endocarpio que posee una capa fina y dura que tiene coloración marrón a la que se le denomina hueso, en cual envuelve el albumen sólido y líquido” (p. 16).

Para conocer más sobre las capacidades del coco y sus utilidades Romero Delgado V. M. et al. (2020), nos señalaron que:

Debido a su extensa versatilidad se puede utilizar cada parte del fruto del cocotero en la mayoría de las industrias para diferentes fines, como: agua de coco (23% del peso del fruto), constituye una bebida fría y refrescante (contiene vitamina C, 5 % carbohidratos, principalmente azúcares) utilizada en la alimentación humana y animal); pulpa de coco (17% del peso del fruto) Consumo directo, preparación de variados platos, leche de coco, crema de coco); coco desecado (confitería, galletas, culinaria y harina de coco) y; fibra de coco (producción de sustratos para la producción de mudas o en cultivos sin el desarrollo uso del suelo, cuerdas y colchones, bioetanol, revestimientos de macetas colgantes, escobas, tapetes). (p. 45)

Estopa de Coco

Este material es de vital importancia para el proyecto planteado, pues es considerada como una fibra vegetal, tiene gran resistencia y duración. Para el debido entendimiento de estas características tenemos las palabras directas de Rojas Torres Á. M. (2015) quien nos dice que la estopa de coco:

Es un sustrato casi inerte en cuanto a nutrientes, es considerado como un material orgánico. Es recomendable su uso por su peso (muy liviano), su capacidad de retención de agua y nutrientes, su PH neutro y lo aireado que resulta el sustrato el que se utiliza como base en huertos urbanos. (p. 9)

En la investigación realizada por Estrada (2014, citado en Pineda Burgos A. & Navarrete Rivadeneira J. 2017), expresa que la:

Llamada cáscara o estopa de coco es un residuo generado como producto del aprovechamiento de la parte comestible del fruto de la palma cocos nucifera, que es considerado como un recurso del cual se puede sacar provecho económico en algunos países, principalmente en India y Sri Lanka. Además, al darle tratamiento a la estopa de coco se consigue como subproductos la fibra y el polvo. (p. 21)

Capacidad Antiséptica del Coco

El coco y su fibra mantienen una buena durabilidad debido a que su aceite tiene un efecto antiséptico, que previene la formación de hongos y la intromisión de insectos que pudieran aprovecharse de este fruto, pues dicho aceite contiene un sinnúmero de elementos químicos que no solo lo hacen apto para el consumo humano, sino que también lo vuelven un antioxidante, para lo cual podremos ver los siguientes estudios.

Para Sánchez D. G. y Ríos G. L. (2002), quien en su informe bastante detallado sobre el coco y sus distintas cualidades, menciona que:

El aceite de coco color amarillo cuando es puro y fresco, se acidifica rápidamente y toma un color oscuro. Está constituido de 86 a 91 % de ácidos grasos saturados, consistiendo alrededor del 48 % de ácido láurico, myrístico, caprílico y palmítico (Ohler, 1984; Persley 1992). Debido a que contiene sólo un 9 % de ácidos grasos no saturados es extremadamente resistente a la ranciedad. (p.43)

Sumado a esto en el estudio de Torres Torres A. C. (2017), se pudo entender que el aceite de coco está compuesto por varias sustancias químicas que a mayor concentración ofrecen una mayor protección ante las bacterias que descomponen las fibras, donde también se concluyó que a mayor la concentración del aceite de coco, mayor será el efecto antiséptico.

Y para Barahona Calle V. C. (2013, citado en Vera Barreno E. N. 2020) quien menciona en su evaluación que los cocos: “Tienen numerosas propiedades medicinales tales como antifúngicos, antibacterianos, antiparasitarios, antivirales, hipoglucémicos, antioxidantes, hepatoprotectores, inmunoestimulantes” (p. 17).

El Mortero

El mortero es además de la fibra de coco, el otro eje en el que se centra esta investigación y debido a la cantidad de morteros existentes y sus diversas cualidades, se debe entender que es este material y como se compone.

Para Sánchez De Guzmán (2001 citado en Quirós Rodríguez L. R. 2018, p. 13), los morteros son:

La mezcla de un material aglutinante (cemento), un material de relleno (agregado fino o arena), agua que al unirse conforman una masa pétreo resistente y duradera. Cabe destacar que el mortero se diferencia del concreto u hormigón por no tener agregados gruesos (grava).

En cuanto a su proceso de endurecimiento del mortero, Valcuende Payá M. et al. (2011), nos indica que: “El incremento de resistencia del hormigón es mayor en las primeras edades, ralentizándose el proceso con el paso del tiempo hasta que se estabiliza. Normalmente se adopta como patrón la resistencia a la edad de 28 días” (p. 2).

Y según lo analizado en el artículo de Gaspar Tébar D. (1982) que habla sobre los aditivos en el mortero, se entiende que el mortero o pasta, además de llevar por base el cemento y uno o más tipos de agregado fino, puede contener un aditivo, que es un material que en si no mejora o empeora el mortero, sino que lo dota de características necesarias para una función en específico, estas necesidades se conocen como necesidades principales y pueden ser variadas,

como un aumento en la plasticidad de la mezcla o un fraguado más rápido; todo esto sin modificar la dosificación salvo en casos necesarios por la misma necesidad del aditivo.

Esto nos ayuda a comprender que un mortero convencional en su mezcla está conformado por tres partes necesarias, un conglomerante, un árido o un agregado fino y el agua; siendo que el conglomerante más empleado es el cemento Portland y el agregado fino la arena lavada, o arena de río filtrada.

Conglomerantes

A continuación, mediante la idea de varios autores conoceremos la definición de los elementos conglomerantes dentro del mortero, siendo que este suele ser el cemento Portland o Maestro, pues este es el más usado en la actualidad.

En el análisis de los estudios de Linares L. et al. (2009) y Muñoz Portero M. J. (2020) se indica que existen dos tipos de conglomerantes, los hidráulicos que fraguan en contacto con el agua y los aéreos que fraguan al contacto con el aire, estos mismos también se subdividen en primarios los cuales no cuentan con ningún otro material como el Cal y secundarios que son la unión de los primarios y otros materiales como agregados finos.

En el estudio de Roldán Latorre W. L. (2011) expresa que: “Un conglomerado es durable, en un sentido químico o fisicoquímico, cuando, puesto en las condiciones reales de trabajo y servicio, no sufre mermas en sus propiedades ni deterioros a lo largo del tiempo” (p. 49).

En palabras de López Maldonado G. (2020), en su estudio sobre los conglomerantes, indica que: “Estos materiales al mezclarse con agua desarrollan un poder conglomerante, por el cual endurecen. Para que se lleve a cabo este proceso, que se conoce como fraguado, requieren cierto tiempo de reacción” (p. 2).

Estos materiales al mezclarse con agua desarrollan un poder conglomerante, por el cual endurecen. Para que se lleve a cabo este proceso, que se conoce como fraguado, requieren cierto tiempo de reacción.

Agregados finos

Los agregados finos, áridos finos o arenas son materiales pasantes del tamiz 200, es decir que tienen una granulometría muy pequeña, esto facilita el proceso de mezclado, pues estos materiales son muy variados y es necesario comprender estos conceptos a través de estudios varios.

En el estudio realizado por Peralta González Y., & Clavero Rodríguez A. (2014), expresan que los áridos finos:

En ocasiones se le suele dar a los áridos una función puramente económica, presentándose simplemente como un material de relleno, sin embargo, los mismos tienen también una importante función técnica. Los áridos tienen una gran repercusión en las propiedades de los hormigones, tanto en su estado fresco como en el endurecido, la disminución de la fisuración y de las variaciones volumétricas en general, así como las propias resistencias mecánicas que se logran, se deben en gran medida a la presencia de los áridos en el aglomerado. (p. 16)

Mega Mezcla

Según la información recopilada a través de una entrevista corta a Mora C. (comunicación personal, 3 de diciembre, 2021), la “Mega Mezcla” es un nuevo material de construcción catalogada como un agregado fino, que incorpora 2 partes de arena homogeneizada y una de polvillo de ripio lavado.

La “Mega Mezcla” según Megarok (2015), es: “Una alternativa de mezcla pre-elaborada con una combinación probada de arenas lavadas y ripios, para que al añadir cemento y una dosis de agua cumpla con la resistencia o parámetro que el constructor busca” (p.1).

Capítulo III

Marco Metodológico

Nivel de Investigación

La investigación utilizará el nivel descriptivo; por el hecho de que este nivel de investigación se centra en la puntualización de diversas características de unas muestras, las cuales estarán sometidas a muchas variaciones, las mismas que serán descritas en relación a sus resultados.

Según lo descrito por Esteban Nieto N. T. (2018), acerca del nivel descriptivo en su artículo sobre los tipos de investigación:

Los estudios descriptivos son útiles para mostrar con precisión los ángulos o dimensiones de un fenómeno, suceso, comunidad, contexto o situación. El investigador debe ser capaz de definir, o al menos visualizar, qué se medirá (que conceptos, variables, componentes, etc.) y sobre qué o quiénes se recolectarán los datos (personas, grupos, comunidades, objetos, animales, hechos, etc.). (p. 2)

Diseño de Investigación

Para realizar la investigación se optó por utilizar el Método Experimental, que consiste en la manipulación de ciertas variables en diferentes muestras, dejando estáticos ciertos elementos, para determinar qué efectos producen estas variaciones mediante la recopilación de información cualitativa y cuantitativa (mixta), provenientes de la observación de los sucesos y de aparatos de medición.

Diseño general de la investigación

Con el fin de cumplir los objetivos del estudio, se realizarán diferentes fases las cuales se empeñarán en resolver dudas generales hasta llegar a lo específico, que será el modelo con el

que se realizarán los ensayos finales. Tomando en cuenta que los objetivos específicos de la investigación pueden ser resueltos de formas simultáneas según los resultados obtenidos de las debidas fases.

Fase 1

Esta fase de la investigación se centra en la evaluación de diferentes dosificaciones de los morteros utilizados en Manabí, siendo necesario obtener estas dosificaciones mediante fuentes bibliográficas fiables como las páginas de los proveedores de cemento, por la razón de que estas mismas conocen los alcances y limitaciones de sus productos, junto con entrevistas cortas a los ingenieros encargados de las dosificaciones de los morteros.

Una vez realizadas las investigaciones sobre la dosificación, según lo revisado en la Tesis de Master de Costa del Pozo A. (2009), se debe poner a prueba las variaciones de las dosificaciones, para tomar la mejor de estas con respecto a su resistencia a la compresión para ser utilizada como base en las demás muestras. Se deben de realizar seis muestras por cada dosificación, deben romperse dos muestras cada siete días para obtener la información de su proceso de endurecimiento.

Los pasos necesarios para la elaboración de los modelos de mortero, fueron extraídos de estudios que realizaron sus respectivas pruebas de mortero además de la NTE INEN 2563:2011, por lo que se considera necesario mencionar que los pasos fueron realizados de forma similar obedeciendo a las respectivas normativas de sus países. (Costa del Pozo A., 2009; Murillo J. A. P., et al. 2018).

1.- Se deben evaluar los materiales utilizados para descartar cualquier tipo de contaminante que ponga en riesgo a la mezcla

- 2.- Se debe preparar las muestras en un entorno controlado, ubicando las dosificaciones correctas en una bandeja metálica para evitar la absorción del material con el correspondiente nivel de agua que debe de llevar cada una de ellas.
- 3.- Se debe mezclar las diferentes dosificaciones correctamente con guantes hasta que la masa quede homogénea, eliminando grumos.
- 4.- Llenar con la mezcla correspondiente moldes metálicos hasta la más de la mitad (Estos contenedores deben tener una medida de cada lado de 5cm y tener forma cubica para contener 25cm^3 de mortero).
- 5.- Proceder a empujar la mezcla, desde arriba hacia abajo, utilizando una varilla metálica de punta redondeada (1cm de diámetro) unas dieciséis veces, esto con el fin de compactar la mezcla.
- 6.- Utilizar un martillo de caucho para golpear los moldes metálicos en sus lados, para que la mezcla se asiente y llene los vacíos del molde.
- 7.- Terminar de llenar los moldes metálicos hasta rebozarlos y volver a compactarlos usando la varilla metálica de punta redondeada unas 16 veces.
- 8.- Volver a utilizar el martillo de caucho para asentar el resto de la mezcla y deshacerse de todo el aire que pudiera quedar en la última capa de mortero.
- 9.- Con una varilla de acero humedecida se elimina el exceso de los moldes para generar un acabado parejo y mantener la estabilidad del material.
- 10.- A las 24 horas de la finalización de las muestras se las extrae con cuidado de los moldes y se deja reposar las muestras en agua fría, para que se dé el proceso de curado.

Una vez realizados estos pasos para la creación de las muestras, se realizará la prueba de resistencia a los 7, 14 y 28 días desde su fabricación, mediante la cual se determinará cual

dosificación es la mejor para realizar los demás ensayos de la investigación, los resultados de estas pruebas serán anotados en la siguiente tabla.

Tabla 1

Formato para el ensayo de mortero patrón

PRUEBA DE DOSIFICACIÓN				
DESCRIPCIÓN	Número de Muestra	7 días	14 días	28 días

Nota: Tabla formulada por los autores del análisis de caso. (2021)

Fase 2

Esta fase 2, se destina a la fabricación de las muestras de mortero con incorporación de fibra de coco. Para la dosificación general se empleará el mejor resultado obtenido de la fase 1 y el número de muestras a realizar deberá ser de 12 por cada dosificación, para que puedan romperse a los 7, 14 y 28 días de su fabricación.

En cuanto a la utilización de la fibra de coco, por ser este un material muy variable, se necesitan varias pruebas para determinar si la longitud de la misma afecta al mortero, por lo cual se ha optado por utilizar dos medidas básicas que no excedan el tamaño de los moldes, las cuales son 3cm y 1cm.

En los siguientes literales se especifican las variaciones contempladas para los porcentajes de las muestras, estas mismas han sido seleccionadas según lo visto en los proyectos revisados anteriormente en los antecedentes, conforme a los mejores resultados obtenidos, como en el estudio realizado por Jouve Loor A. D. y Andrade Lastra O. A. (2021).

1.- Se sumará a la dosificación establecida el 2% de su masa en fibra de coco, con una longitud entre 1cm y 3cm.

- 2.- Se sumará a la dosificación establecida el 2% de su masa en fibra de coco, con una longitud máxima de 1cm.
- 3.- Se sumará a la dosificación establecida el 3% de su masa en fibra de coco, con una longitud entre 1cm y 3cm.
- 4.- Se sumará a la dosificación establecida el 3% de su masa en fibra de coco, con una longitud máxima de 1cm.
- 5.- Se sumará a la dosificación establecida el 4% de su masa en fibra de coco, con una longitud de entre 1cm y 3cm.
- 6.- Se sumará a la dosificación establecida el 4% de su masa en fibra de coco, con una longitud máxima de 1cm.

Para la elaboración de estas muestras se realizarán los mismos pasos descritos en la fase 1, tomando como material adicional a la fibra de coco, que será pesada y colocada con respecto al peso específico de ese momento de cada una de las muestras utilizando los mismos moldes e instrumentos que se mencionan.

Para anotar los resultados de cada número de muestras, se empleará la siguiente tabla.

Tabla 2

Formato elegido para la incorporación de resultados de la fase 2

PRUEBA DEL MATERIAL					
DESCRIPCIÓN			7 días	14 días	28 días
# de Muestra	Porcentaje de Fibra (%)	Longitud de la fibra			
Muestra de fase 1					

Nota: Esta tabla se llenará con los promedios obtenidos de las muestras con el mismo porcentaje y diferente número para alcanzar un mejor nivel de precisión a la hora de comparar los resultados con el obtenido de la fase 1. Tabla formulada por los autores del análisis de caso. (2021)

Una vez que se evalúen todas las dosificaciones por separado, se hará una comparativa de estos mismos de manera conjunta, para evaluar el mejor resultado posible, utilizando la siguiente tabla.

Tabla 3

Tabla de incorporación de muestras completas

DESCRIPCIÓN			7días	14días	28días
Muestra de fase 1					
# de Muestras	2%	MÁXIMO 3CM			
# de Muestras		MÁXIMO 1CM			
# de Muestras	3%	MÁXIMO 3CM			
# de Muestras		MÁXIMO 1CM			
# de Muestras	4%	MÁXIMO 3CM			
# de Muestras		MÁXIMO 1CM			

Nota: Para considerar que una de las dosificaciones es viable, debe superar a los resultados de la dosificación de mortero patrón de la fase 1 de la investigación. Tabla formulada por los autores del análisis de caso. (2021)

Una vez resuelta la última tabla se responderá a la interrogante, ¿El mortero con incorporación de fibra de coco es superior o inferior en resistencia a la compresión al mortero tradicional?, para el correcto cumplimiento de los objetivos específicos y continuar con las pruebas de características mecánicas del material.

Completadas las pruebas de laboratorio se iniciarán las de campo, utilizando la mejor dosificación resultante, con el fin de analizar la trabajabilidad y adherencia de ésta, en una prueba de pega, para determinar si es viable de utilizar en una construcción típica en la que se emplearía mortero tradicional.

Para llevar a cabo esta prueba de campo se empleará mortero con incorporación de fibra de coco, como mortero de pega para bloques de 20 x 20 x 40 de cemento en una estructura libre

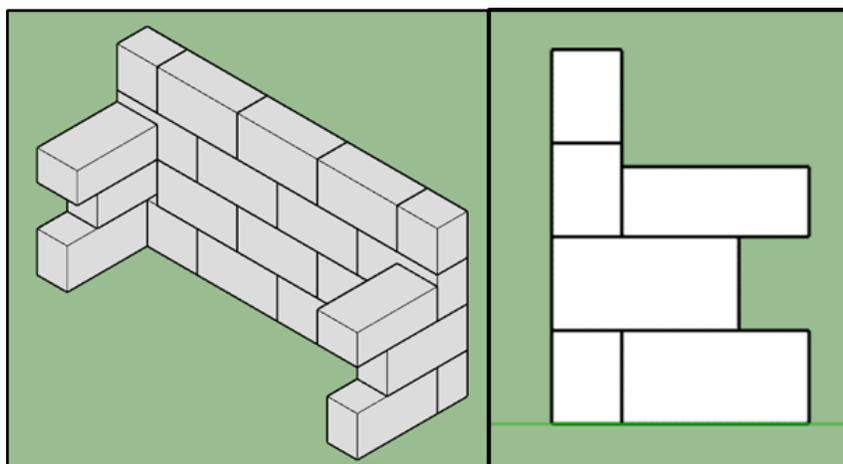
de columnas y vigas, donde sea la resistencia a la compresión y tracción del material las que se pongan a prueba.

La razón de la realización de esta prueba se debe al cumplimiento del segundo objetivo específico, pues mediante este ensayo se pueden recopilar diversos datos que no estarían presentes en un entorno controlado, para comprender de mejor manera las cualidades y debilidades que este nuevo material posee.

Y para determinar que las capacidades del mortero con incorporación de fibra de coco correspondiente a la mejor dosificación, sea equiparable a las del mortero tradicional, se elaborará esta prueba de campo con personas que mantengan experiencia en construcciones, como es el caso de ingenieros y albañiles.

Figura 1

Modelo 3D del muro de bloques pegado con fibra de coco



Nota: El modelo se encuentra conformado por 20, es simétrico y tiene giros en los extremos para poder mantenerse de pie sobre el replantillo. Modelo realizado por los autores del análisis de caso. (2022)

Para poder elaborar el modelo que se presenta en la figura 1, se han de seguir los siguientes pasos:

- 1.- Limpiar la zona donde se tiene pensado elaborar la estructura para proceder a medir y delimitar el área a utilizar, apuntalada con estacas.
- 2.- Crear una buena base para el replantillo, se debe replantear y compactar la zona delimitada a intervenir.
- 3.- Elaborar el replantillo, empleando RocaArena, cemento y agua.
- 4.- Colocar boca abajo los primeros bloques que deben estar en contacto con el replantillo rellenando parte del interior de los mismos bloques con el hormigón sobrante y así poder fijarlos de mejor manera. Este proceso debe ser elaborado utilizando herramientas como el nivel y escuadra, para brindar una mayor precisión en el pegado.
- 5.- Darle un buen acabado al hormigón que se ubicó en el suelo, sobre todo en las uniones con el bloque para sellar vacíos.
- 6.- Cuando seque el hormigón del replantillo, se debe de elaborar el mortero con la dosificación de mayor resistencia a compresión, para pegar los bloques.
- 7.- Se procede a pegar los bloques con el mortero con fibra, usando las herramientas necesarias (pala, bailejo, nivel).
- 8.- Finalmente se debe de dar un buen acabado a las uniones de los bloques evitando vacíos y eliminando cualquier exceso.

Se debe de tomar en cuenta que para la elaborar este mortero los materiales se deben mezclar con mayor fuerza, cuidando la homogeneidad separando las fibras de coco, a causa de que las estas tienden formar grumos. Sin embargo, se espera que el volumen de la mezcla sea abundante por la adición de este material.

Se prevé que, mediante el proceso de creación de este mobiliario, se puedan observar características que no se presentaron en el laboratorio, para ser detalladas.

Mediante el análisis directo de la muestra, el proceso de trabajo y una entrevista corta al albañil, se deben obtener los suficientes datos como para confirmar que el mortero con incorporación de fibra de coco es un material viable para la construcción de muros como mortero de pega y a su vez pueda ser empleado como enlucido.

Dado que la naturaleza de esta información es subjetiva al pensamiento de las personas que tienen experiencia en trabajos relacionados al uso de morteros, la información es cualitativa, pero con un aporte sustancial porque es la mano de obra calificada para este tipo de labor.

Fase 3

Esta fase está dedicada a analizar el precio en el mercado actual de los materiales que conforman el mortero con incorporación de fibra de coco, y realizar un análisis comparativo con el mortero tradicional, todo esto tomando la mejor muestra resultante de la fase 2.

Según lo analizado en el estudio de Orjuela Córdova S. y Sandoval Medina P. (2002), y relacionado con el tema del mortero con incorporación de fibra de coco, se deben de pesar los materiales y se medirán sus cantidades con el fin de calcular en una misma cantidad en metros cúbicos.

Por tanto, el siguiente ensayo determinará qué dosificación produce mayor volumen utilizando los mismos materiales, para luego proceder a calcular el precio que representa en gasto un mismo metro cúbico.

Para el cálculo de volumen se requieren de moldes iguales y de contenedores que puedan medir volumen, en caso de que no existan moldes acordes a lo necesario, se puede recurrir a fabricarlos, como se muestra en los siguientes pasos:

- 1.- Dibujar sobre el material donde se elaborará los moldes, 10 cuadrados iguales.
- 2.- Medir estos cuadrados para que todos los lados midan exactamente 5cm.
- 3.- Recortar los cuadrados y asegurarse de que mantengan las mismas medidas.
- 4.- Proceder a pegar los cuadrados de tal forma que se pueda conseguir la forma de un cubo, pero dejando un lado libre para el ingreso de material.
- 5.- Una vez se sequen los moldes deben ser impermeabilizados utilizando esmalte o barniz.

Con los moldes listos, estos se podrán utilizar para la dosificación de los materiales a emplear, tomando en cuenta que los moldes deben tener el mismo tamaño, para que el volumen contenido en ellos sea igual.

Para la medición de volumen final se requiere de un cilindro graduado, vaso de precipitado o de cualquier otro contenedor que se adapte a medir líquidos y se encuentre debidamente graduado.

En el caso de no contar con ningún instrumento de medición de volumen, se puede optar por fabricarlo siguiendo los pasos vistos anteriormente para la creación de moldes de volumen, pero cambiando la longitud de los cubos a 15 centímetros o más, según sea necesario, todo esto graduando el molde desde adentro, para conocer la cantidad de masa que contendrá.

Una vez sean completados todos los preparativos, se utilizarán los moldes para volumen pequeños para ser llenados con arena y cemento correspondientes a la dosificación, es decir se llenarán varias veces según sea la dosificación escogida en la fase 2 y su contenido será vertido en un contenedor que no absorba el agua para ser mezclado.

Cada molde será pesado y compactado, esto para asegurarse que cada prueba realizada sea lo más similar posible, luego el contenido será mezclado y colocado en el recipiente de

medición de volumen, donde se compactará la masa golpeando los extremos del molde las veces necesarias para asentar el contenido.

Tabla 4

Modelo de tabla de volúmenes

Dosificación	Materiales				Volumen obtenido
	Cemento	Arena	Fibra de coco	Agua	
Mortero Patrón					
Dosificación Fase 2					

Nota: Tabla formulada por los autores del análisis de caso. (2021)

Todo lo mencionado anteriormente corresponderá al correcto cumplimiento de los objetivos específicos, que responden a la pregunta, ¿cuál de estos dos morteros resulta más económico?, pues con la resolución de la tabla de volúmenes la siguiente fase podrá analizar los resultados y determinar cuál dosificación tiene mejor relación cantidad-precio.

Fase final

Esta última fase se centra en valorar los resultados para comprobar la factibilidad el uso del mortero con incorporación de fibra de coco, con el cual se emitirán las conclusiones y recomendaciones respectivas de la investigación.

Capítulo IV

Resultados y Discusión

El cometido de este capítulo es exponer los resultados, deducciones e investigaciones realizadas a las diferentes dosificaciones de mortero con incorporación de fibra de coco con tal de cumplir los objetivos de este proyecto, ordenando la información en literales que faciliten la comprensión del lector.

Investigación de Dosificación

Los resultados de la siguiente investigación son de tipo bibliográficos e investigativos de primera mano, realizados a diferentes ingenieros.

En la entrevista corta a Alejandro Mora (comunicación personal, 3 de diciembre, 2021), Ingeniero encargado del laboratorio de pruebas de suelo y materiales, se pudo rescatar varias dosificaciones, dos de ellas siendo las más populares en construcciones manabitas, por lo que se escogió a estas mismas, estando conformada la primera por una parte de cemento y 3 partes de arena; y la segunda por una parte de cemento, 4 partes de arena y 35 litros de agua por cada 50 kg de cemento.

Según Holcim Fuerte (2020), en sus varios manuales de uso y recomendaciones, expresa que la dosificación para mortero está sujeta a la necesidad del usuario además de su región, tomando en cuenta todos estos detalles, se optó por usar la dosificación de mortero patrón que contiene una parte de cemento, 3 partes de arena y de 30 a 35 litros de agua por saco de cemento; sobre la dosificación que establece una parte de arena y de cemento, dado que esta no es una dosificación que suele verse en el medio.

Como se pudo dar constancia en la investigación, se tienen dos dosificaciones que serán sometidas a pruebas de resistencia.

Elección de Dosificaciones General

Este punto se encuentra compuesto por las 2 dosificaciones utilizadas en las diferentes muestras del proyecto, con el fin de brindar una mayor comprensión del volumen de los materiales a manera de índice para los ensayos de las muestras.

Los materiales utilizados en las diferentes muestras fueron debidamente pesados y medidos según se correspondiera, por el hecho de ser necesario llevar un control de calidad adecuado para no cometer errores durante el proceso de trabajo.

Sumado a lo dicho anteriormente, el proceso de mezclado y preparación de las muestras también se realizó con la finalidad de mantener la mayor homogeneidad posible, en dosificaciones con mayor cantidad de fibra (4% de fibra) fue necesario un esfuerzo mayor, debido a la dificultad con la que se mezcla el material.

Figura 2

Ejemplo de pesado y análisis de longitud de la fibra de coco



Nota: Imagen tomada por los autores del análisis de caso. (2021)

Figura 3

Ejemplo peso del cemento y arena



Nota: Imagen tomada por los autores del análisis de caso. (2021)

Figura 4

Ejemplo de mezclado y colocación de muestras



Nota: Imagen tomada por los autores del análisis de caso. (2021)

Cada muestra corresponde a su debida dosificación especificada en la siguiente tabla, pero los resultados se encuentran en los puntos siguientes de la investigación, así como su debido proceso de análisis.

Tabla 5

Conformación de cada muestra según su peso y materiales

CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS						
Código	DOSIFICACIÓN					PESO DE LA MUESTRA
	Cemento Kg	Arena Kg	Fibra de coco Kg	Fibra de coco %	Agua ml	KG (sin agua)
(1-2)	0,735	3,16	0,00	0%	5145,00	3,895
(3-4)	0,663	2,21	0,00	0%	4669	2,873
(5-6)	0,451	1,45	0,0381	2%	4736	1,943
(7-8)	0,450	1,45	0,0381	2%	4735	1,942
(9-10)	0,451	1,45	0,0582	3%	4736	1,963
(11-12)	0,452	1,45	0,0582	3%	4736	1,964
(13-14)	0,451	1,45	0,0762	4%	4736	1,981
(15-16)	0,453	1,45	0,0762	4%	4736	1,983
(17-18)	0,451	1,45	0,0381	2%	4738	1,943
(19-20)	0,451	1,45	0,0381	2%	4740	1,943
(21-22)	0,451	1,45	0,0582	3%	4740	1,963
(23-24)	0,451	1,45	0,0585	3%	4740	1,964
(25-26)	0,451	1,45	0,0765	4%	4736	1,982
(27-28)	0,450	1,45	0,0762	4%	4736	1,980

Nota: Los pesos diferentes en los materiales de muestras similares se pueden despreciar, debido a su mínima incidencia dentro del resultado final, y se dan, por el hecho de la falta de métodos de dosificación de precisión total que pueden tenerse en fábricas de última tecnología. Tabla formulada por los autores del análisis de caso. (2021)

Como se puede denotar, los resultados de cada peso y conformación de muestras varían, sin embargo, no su proporción, esto se debió al aumento o disminución de material necesario para rellenar las muestras, con el fin de evitar el desperdicio de material.

Elección de Mortero Patrón

Las siguientes muestras son correspondientes al mortero patrón, es decir que no tienen incorporación de fibra de coco, estas fueron sometidas a una prueba de resistencia a la compresión en los días 7, 14 y 28; después de su fabricación según lo detallado en el diseño general de la investigación.

Las muestras fueron realizadas en días diferentes y con dosificaciones detalladas a en los siguientes literales y de forma más completa en la tabla 4:

- 1.- Las muestras (1-2), están conformadas por 4 partes de arena de río lavada y una de cemento Portland (Holcim Fuerte).
- 2.- Las muestras (3-4), están conformadas por 3 partes de “Mega Mezcla” y una de cemento Portland (Holcim Fuerte), siendo elegido este material por las ventajas que ofrece sobre la arena.

Figura 5

Máquina para compresión con indicador digital



Nota: Imagen tomada por los autores del análisis de caso. (2021)

De los resultados de éstas propuestas, surgirá la dosificación para las siguientes muestras adicionando fibra de coco.

Tabla 6

Resultados de las muestras (1, 2) y (3, 4); a prueba de compresión

PRUEBA DE DOSIFICACIÓN				
DESCRIPCIÓN	Número de Muestra	7 días	14 días	28 días
Mortero Patrón 1	(1-2)	8,65 KN	12,45 KN	11,25 KN
Mortero Patrón 2	(3-4)	9,2 KN	14,5 KN	15,3 KN

Nota: Tabla formulada por los autores del análisis de caso. (2021)

Los resultados indican que el mortero patrón 1, tiene una resistencia a la comprensión menor que la del mortero patrón 2, además de notarse un decrecimiento en su resistencia, producto de la gran cantidad de arena sobre el cemento. Por lo que se puede considerar que el mortero patrón 2, tiene las mejores capacidades para utilizar su dosificación en las demás muestras.

Prueba de Mortero con Incorporación de Fibra de Coco

A continuación, se detallarán de forma ordenada los resultados de las dosificaciones con su respectivo porcentaje de fibra de coco y longitud, para tener una mayor comprensión de cada una de las muestras utilizadas.

Fibra de Coco al 2% de 3cm

Los siguientes resultados conocidos como dosificación "A", se encuentran conformados por las muestras número (5-6) y (17 -18); elaboradas en semanas diferentes para que cualquier anomalía que pudiera alterar las pruebas fuera evaluada y notificada de presentarse.

Las muestras se encuentran conformadas por 3 partes de "Mega Mezcla", un 2% del peso de los materiales en fibra de coco con una longitud de entre 1cm y 3cm máximo, y 50% más de

agua con respecto a la dosificación de la fase 1, por motivos de trabajabilidad. Estos detalles se encuentran en la tabla 4.

La siguiente tabla contiene los promedios de los resultados de las pruebas.

Tabla 7

Resultados de las muestras 5, 6, 17 y 18 a compresión

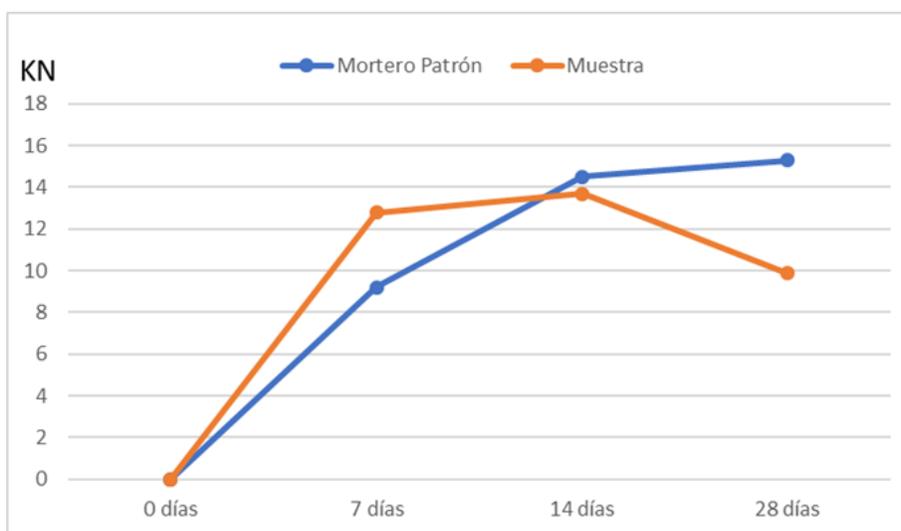
PRUEBA DEL MATERIAL					
DESCRIPCIÓN			7 días	14 días	28 días
# de Muestra	Porcentaje de Fibra (%)	Longitud de la fibra			
Muestra de fase 1			9,2 KN	14,5 KN	15,30 KN
5-6-17-18	2%	MÁXIMO 3CM	12,80 KN	13,70 KN	9,88 KN

Nota: Tabla formulada por los autores del análisis de caso. (2021)

Como mejor ilustración de los resultados, se presenta el siguiente diagrama que expresa de forma más sencilla los mismos.

Figura 6

Diagrama de líneas sobre resultados de las muestras 5, 6, 17 y 18 a compresión



Nota: Diagrama creado por los autores del análisis de caso. (2021)

Como se puede apreciar en los resultados de la dosificación, la muestra empieza con una resistencia inicial superior a la del mortero patrón, pero con el paso de los días pierde esta ventaja, terminando con una resistencia a la compresión insatisfactoria, considerándose un resultado negativo.

Fibra de Coco al 2% de 1cm

Los siguientes resultados conocidos como dosificación “B”, se encuentran conformados por las muestras número 7, 8, 19 y 20; elaboradas en semanas diferentes para que cualquier anomalía que pudiera alterar las pruebas fuera evaluada y notificada de presentarse.

Las muestras se encuentran conformadas por 3 partes de “Mega Mezcla”, un 2% del peso de los materiales en fibra de coco con una longitud máxima de 1cm y por 50% más de agua con respecto a la dosificación de la fase 1, por motivos de trabajabilidad. Estos detalles se encuentran en la tabla 4.

Los resultados de las muestras fueron promediados y ubicados según los días de su ruptura en la siguiente tabla.

Tabla 8

Resultados de las muestras 7, 8, 19 y 20 a compresión

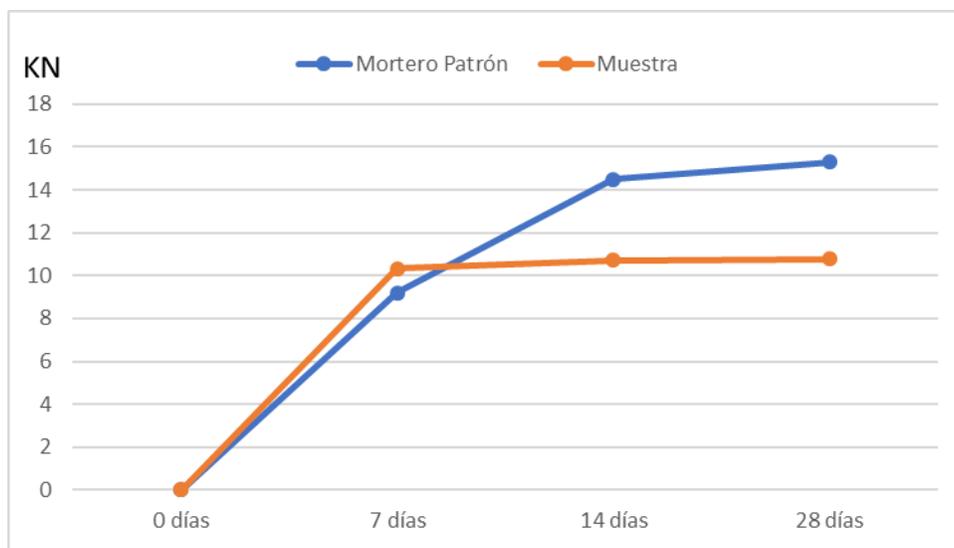
PRUEBA DEL MATERIAL					
DESCRIPCIÓN			7 días	14 días	28 días
# de Muestra	Porcentaje de Fibra (%)	Longitud de la fibra			
Muestra de fase 1			9,20 KN	14,50 KN	15,30 KN
7-8-19-20	2%	MÁXIMO 1CM	10,33 KN	10,73 KN	10,78 KN

Nota: Tabla formulada por los autores del análisis de caso. (2021)

Como mejor ilustración de los resultados, se presenta el siguiente diagrama que expresa de forma más sencilla los mismos.

Figura 7

Diagrama de líneas sobre resultados de las muestras 7, 8, 19 y 20 a compresión



Nota: Diagrama creado por los autores del análisis de caso. (2021)

Esta dosificación en el primer día de su prueba presenta un resultado elevado, pero que no aumenta mucho con el pasar del tiempo, terminando con una resistencia a la compresión similar a la que tenía cuando empezaron los ensayos, no superando al mortero patrón, considerándose como un resultado negativo.

Fibra de Coco al 3% de 3cm

Los siguientes resultados conocidos como dosificación “C”, se encuentran conformados por las muestras número 9, 10, 21 y 22; elaboradas en semanas diferentes para que cualquier anomalía que pudiera alterar las pruebas fuera evaluada y notificada de presentarse.

Las muestras se encuentran conformadas por 3 partes de “Mega Mezcla”, un 3% del peso de los materiales en fibra de coco con una longitud de entre 1 y 3cm máximo, y por 50% más de agua con respecto a la dosificación de la fase 1, por motivos de trabajabilidad. Estos detalles se

encuentran en la tabla 4. Los resultados de las muestras fueron promediados y ubicados según los días de su ruptura en la siguiente tabla.

Tabla 9

Resultados de las muestras 9, 10, 21 y 22 a compresión

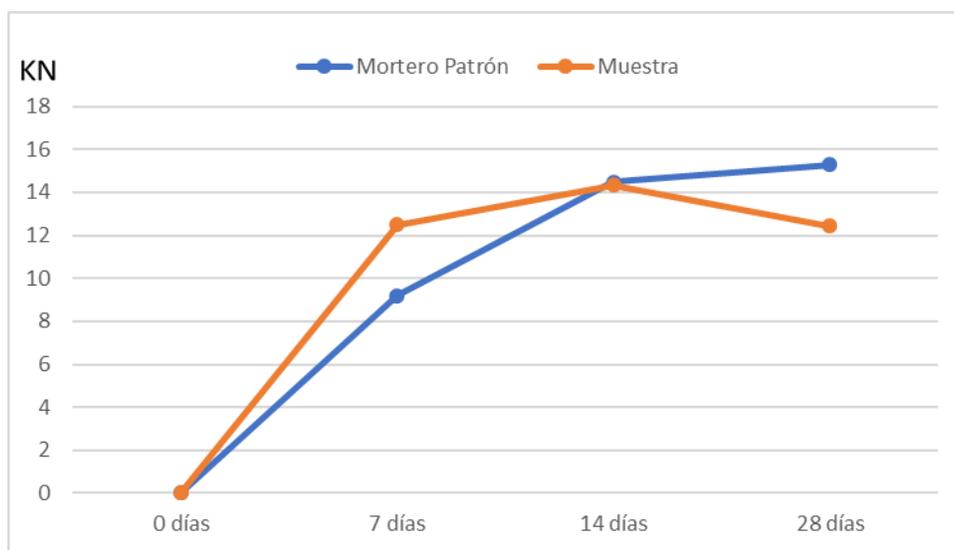
PRUEBA DEL MATERIAL					
DESCRIPCIÓN			7 días	14 días	28 días
# de Muestra	Porcentaje de Fibra (%)	Longitud de la fibra			
Muestra de fase 1			9,20 KN	14,50 KN	15,30 KN
9-10-21-22	3%	MÁXIMO 3CM	12,50 KN	14,33 KN	12,43 KN

Nota: Tabla formulada por los autores del análisis de caso. (2021)

Como mejor ilustración de los resultados, se presenta el siguiente diagrama que expresa de forma más sencilla los mismos.

Figura 8

Diagrama de líneas sobre resultados de las muestras 9, 10, 21 y 22 a compresión



Nota: Diagrama creado por los autores del análisis de caso. (2021)

Con esta dosificación existe una semejanza, existe un decrecimiento en torno a los 28 días que acerca mucho ambos resultados, siendo este hecho preocupante para la fiabilidad del material. Sin embargo, se le puede considerar como un resultado positivo.

Fibra de Coco al 3% de 1cm

Los siguientes resultados conocidos como dosificación “D”, se encuentran conformados por las muestras número 11, 12, 23 y 24; elaboradas en semanas diferentes para que cualquier anomalía que pudiera alterar las pruebas fuera evaluada y notificada de presentarse.

Las muestras se encuentran conformadas por 3 partes de “Mega Mezcla”, un 3% del peso de los materiales en fibra de coco con una longitud de 1cm máximo, y por 50% más de agua con respecto a la dosificación de la fase 1, por motivos de trabajabilidad. Estos detalles se encuentran en la tabla 4.

Los resultados de las muestras fueron promediados y ubicados según los días de su ruptura en la siguiente tabla.

Tabla 10

Resultados de las muestras 11, 12, 23 y 24 a compresión

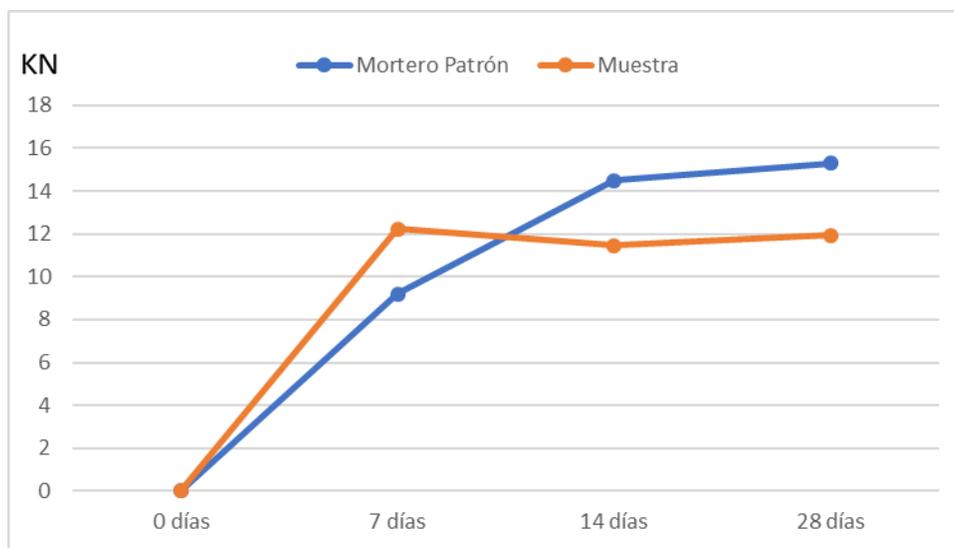
PRUEBA DEL MATERIAL					
DESCRIPCIÓN			7 días	14 días	28 días
# de Muestra	Porcentaje de Fibra (%)	Longitud de la fibra			
Muestra de fase 1			9,20 KN	14,50 KN	15,30 KN
11-12-23-24	3%	MÁXIMO 1CM	12,23 KN	11,45 KN	11,93 KN

Nota: Tabla formulada por los autores del análisis de caso. (2021)

Para una mejor comprensión de los resultados, se presenta el siguiente diagrama que expresa de forma más sencilla los mismos.

Figura 9

Diagrama de líneas sobre resultados de las muestras 11, 12, 23 y 24 a compresión



Nota: Diagrama creado por los autores del análisis de caso. (2021)

La dosificación inicialmente mantiene una buena resistencia, que supera a la del mortero tradicional. Pero que con el paso de los días decrece, solo para aumentar un poco en el ensayo final, siendo este resultado aun inferior a la resistencia a la compresión necesaria y por tanto siendo un resultado negativo.

Fibra de Coco al 4% de 3cm

Los siguientes resultados conocidos como dosificación “E”, se encuentran conformados por las muestras número 13, 14, 25 y 26; elaboradas en semanas diferentes para que cualquier anomalía que pudiera alterar las pruebas fuera evaluada y notificada de presentarse.

Las muestras se encuentran conformadas por 3 partes de “Mega Mezcla”, un 4% del peso de los materiales en fibra de coco con una longitud de entre 1 y 3cm máximo, y por 50% más de agua con respecto a la dosificación de la fase 1, por motivos de trabajabilidad. Estos detalles se encuentran en la tabla 4.

Los resultados de las muestras fueron promediados y ubicados según los días de su ruptura en la siguiente tabla.

Tabla 11

Resultados de las muestras 13, 14, 25 y 26 a compresión

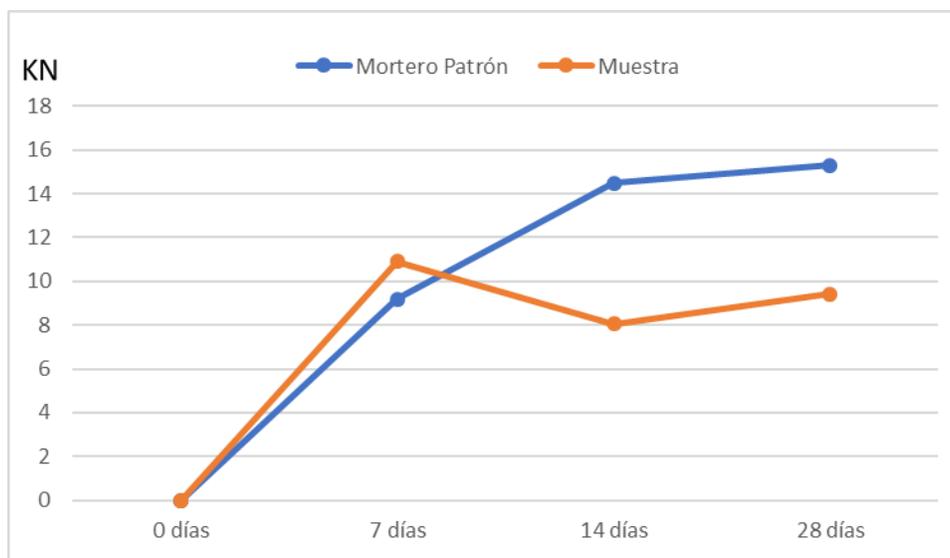
PRUEBA DEL MATERIAL					
DESCRIPCIÓN			7 días	14 días	28 días
# de Muestra	Porcentaje de Fibra (%)	Longitud de la fibra			
Muestra de fase 1			9,20 KN	14,50 KN	15,30 KN
13-14-25-26	4%	MÁXIMO 3CM	10,90 KN	8,05 KN	9,43 KN

Nota: Tabla formulada por los autores del análisis de caso. (2021)

Para la agilización de la comprensión de los resultados, se presenta el siguiente diagrama que expresa de forma más sencilla los mismos.

Figura 10

Diagrama de líneas sobre resultados de las muestras 13, 14, 25 y 26 a compresión



Nota: Diagrama creado por los autores del análisis de caso. (2021)

Esta dosificación es muy inestable en sus valores, teniendo solamente en el día inicial de la prueba una resistencia a la compresión mayor a la del motero tradicional, y este valor no vuelve a recuperarse, por tanto, los resultados de esta muestra son muy negativos, producto de la gran cantidad de fibra de coco.

Fibra de Coco al 4% de 1cm

Los siguientes resultados conocidos como dosificación “F”, se encuentran conformados por las muestras número 15, 16, 27 y 28; elaboradas en semanas diferentes para que cualquier anomalía que pudiera alterar las pruebas fuera evaluada y notificada de presentarse.

Las muestras se encuentran conformadas por 3 partes de “Mega Mezcla”, un 4% del peso de los materiales en fibra de coco con una longitud de 1 máximo, y por 50% más de agua con respecto a la dosificación de la fase 1, por motivos de trabajabilidad. Estos detalles se encuentran en la tabla 4.

Los resultados de las muestras fueron promediados y ubicados según los días de su ruptura en la siguiente tabla.

Tabla 12

Resultados de las muestras 15, 16, 27 y 28 a compresión

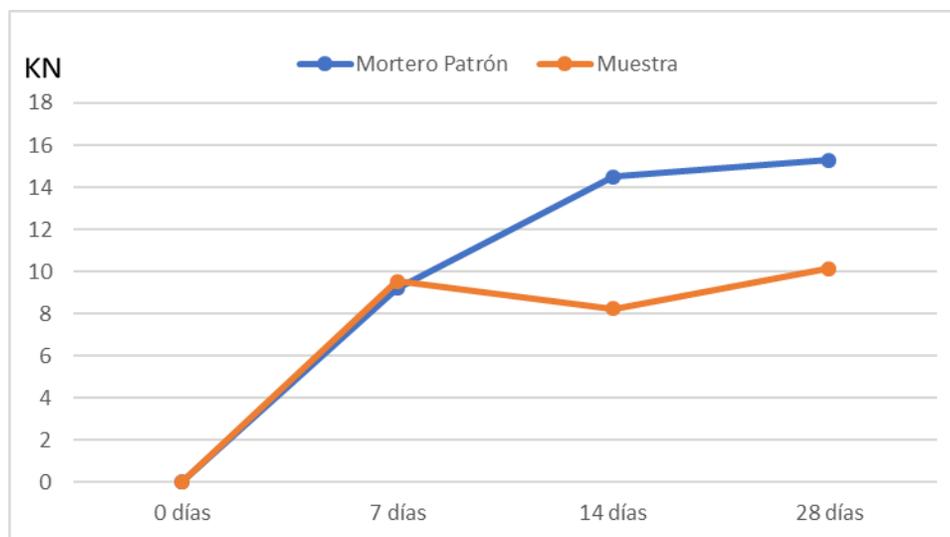
PRUEBA DEL MATERIAL					
DESCRIPCIÓN			7 días	14 días	28 días
# de Muestra	Porcentaje de Fibra (%)	Longitud de la fibra			
Muestra de fase 1			9,20 KN	14,50 KN	15,30 KN
15-16-27-28	4%	MÁXIMO 1CM	9,53 KN	8,23 KN	10,15 KN

Nota: Tabla formulada por los autores del análisis de caso. (2021)

Para la agilización de la comprensión de los resultados, se presenta el siguiente diagrama que expresa de forma más sencilla los mismos.

Figura 11

Diagrama de líneas sobre resultados de las muestras 15, 16, 27 y 28 a compresión



Nota: Diagrama creado por los autores del análisis de caso. (2021)

Esta dosificación muestra valores sumamente inestables, causando la disminución y aumento en la resistencia a la compresión de las muestras, teniendo un resultado final muy por debajo de la muestra de mortero patrón, considerándose así un resultado negativo.

Con estas últimas muestras se concluye el análisis específico de cada dosificación por separado, he inicia el proceso de revisión general con respecto a la resistencia a la compresión.

Resultados finales de las pruebas a compresión

Como se estableció en los objetivos específicos, este punto existe con la finalidad de dar a conocer la mejor dosificación de mortero con incorporación de fibra de coco, y evaluar si la misma es viable al momento de sustituir al mortero tradicional en resistencia a la compresión, representado por la muestra de la fase 1, de no ser así el estudio de factibilidad terminaría con resultados negativos.

Los resultados de éstas pruebas fueron obtenidos en un ambiente controlado, por lo que se considera posible que varíen un poco en una obra de construcción.

Tabla 13

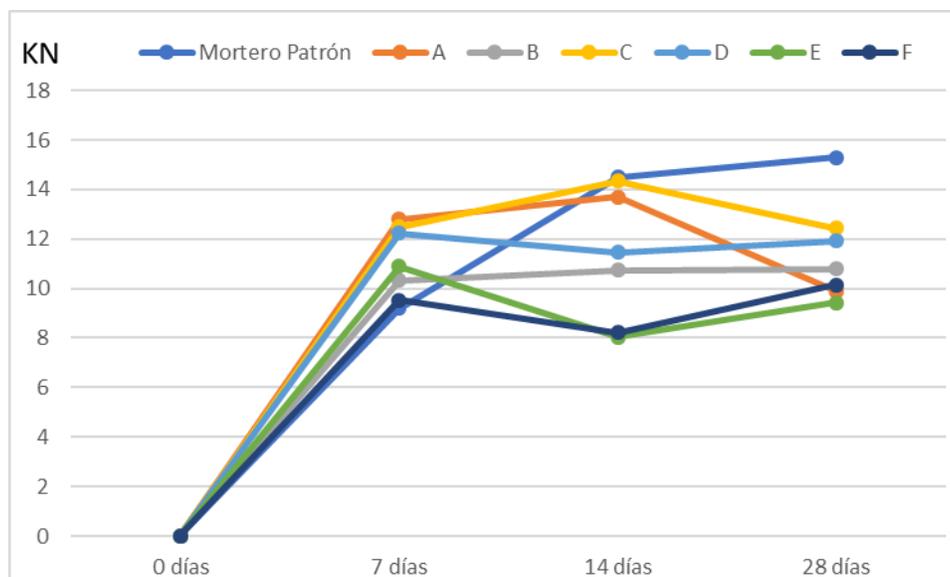
Resultados finales de las muestras con incorporación de fibra de coco

DESCRIPCIÓN			7 días	14 días	28 días
Dosificación	Porcentaje de Fibra (%)	Longitud de la fibra			
Muestra de fase 1			9,20 KN	14,50 KN	15,30 KN
(A) 5-6-17-18	2%	MÁXIMO 3CM	12,80 KN	13,70 KN	9,88 KN
(B) 7-8-19-20	2%	MÁXIMO 1CM	10,33 KN	10,73 KN	10,78 KN
(C) 9-10-21-22	3%	MÁXIMO 3CM	12,50 KN	14,33 KN	12,43 KN
(D) 11-12-23-24	3%	MÁXIMO 1CM	12,23 KN	11,45 KN	11,93 KN
(E) 13-14-25-26	4%	MÁXIMO 3CM	10,90 KN	8,05 KN	9,43 KN
(F) 15-16-27-28	4%	MÁXIMO 1CM	9,53 KN	8,23 KN	10,15 KN

Nota: Tabla formulada por los autores del análisis de caso. (2021)

Figura 12

Diagrama de líneas sobre resultados finales de las muestras con incorporación de fibra de coco



Nota: Diagrama creado por los autores del análisis de caso. (2021)

Como se puede observar en la tabla, los resultados de las diferentes dosificaciones, son muy variados entre sí, sin importar si tienen el mismo porcentaje de fibra de coco, por el hecho de que la longitud de la fibra afecta a la hora de mantener el mortero unido.

Para determinar la fiabilidad de las muestras se comparan las mayores resistencias a la compresión con lo que indica NEC - SE – MP, en la siguiente tabla.

Tabla 14

Tipos de mortero, dosificación y resistencia mínima a compresión

Tipo mortero	de	Resistencia mínima compresión días (MPa)	a 28	Composición en partes por volumen		
				Cemento	Cal	Arena
M10				1	0.5	5.0
M5	5.0			1	-	6.0
				1	1.0	7.0
M2.5	2.5			1	-	7.0
				1	2.0	9.0

Nota: Tabla adquirida de Norma Ecuatoriana de la Construcción - Mampostería Estructural [NEC-SE - MP]. (2015). <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>

Para comparar resultados se deben transformar las unidades de medida de los resultados de las mejores dosificaciones a los 28 días de elaboradas las muestras. Los resultados de estas mezclas se encuentran contenidos en la siguiente tabla.

Tabla 15

Resistencia a la compresión de las mejores dosificaciones

DESCRIPCIÓN			Unidades		
Dosificación	Porcentaje de Fibra (%)	Longitud de la fibra	KiloNewtons	Newtons	MegaPascales
Muestra de fase 1			15,30	15300	6,12
(C) 9-10-21-22	3%	MÁXIMO 3CM	12,43	12430	4,97

Nota: Tabla formulada por los autores del análisis de caso. (2021)

Tal y como indican los resultados el mortero patrón alcanza 6.12 Mpa y la dosificación C alcanza 4.97 Mpa, quedando ambos en la cercanía del tipo de mortero M5. Lo que según la NEC-SE – MP (2015), se cataloga como un mortero no apto para mampostería reforzada, pero que funciona bien como mortero de pega y enlucido, siendo que ambas dosificaciones quedan relativamente en la misma categoría.

Pero podemos decir con seguridad que la dosificación C, perteneciente a las muestras 9, 10, 21 y 22; ha tenido una resistencia a la compresión considerable, aun con su descenso de resistencia en los días finales, sin embargo, no supera al mortero tradicional representado por la muestra de mortero patrón.

Por lo que se puede considerar como la dosificación correcta a utilizar en un posible caso de creación de mortero, claro está, sabiendo que sigue siendo inferior en resistencia a la compresión con relación al mortero tradicional.

Prueba en campo de la mejor dosificación con incorporación de fibra de coco

A continuación, se detallan los resultados de la prueba de campo del mortero con incorporación de fibra de coco como mortero de pega, junto con apreciaciones, semejanzas y diferencias con respecto a los resultados del laboratorio.

Figura 13

Asiento de bloques pegado usando mortero con incorporación de fibra de coco



Nota: Imagen tomada por los autores del proyecto. (2022)

Anotaciones

En los siguientes párrafos se describen las diversas anotaciones tomadas por los autores del proyecto en campo, que tienen una relevancia con el uso de la dosificación.

- En el proceso de creación del mortero con incorporación de fibra de coco se pudo apreciar una dificultad al momento de ser mezclado, por el hecho de que las fibras de coco se enredan entre ellas, generando una mayor resistencia.
- El mortero con incorporación de fibra de coco, tiene poca adherencia, esto se vio al momento de ser colocado sobre los bloques, por el hecho de que las fibras de coco repelen otras superficies al no estar lo suficientemente húmedas.
- El mortero tiene poca fluidez, pues las fibras de coco lo mantienen unido y evitan que entre fácilmente en las uniones de los bloques, necesitando ubicar manualmente algunas porciones de este material.
- Finalizado su proceso de fraguado, el mortero con incorporación de fibra de coco y bloque logran una buena unión, esto debido a que las fibras entrelazan las uniones.

Resultados de la entrevista

En la entrevista corta a Palma Pin J. (comunicación personal, 4 de febrero, 2022), este mencionó que, al trabajar con el material pegando bloques y enluciendo, no notó demasiada diferencia con respecto al mortero tradicional, argumentando que el material se mantiene unido de forma más fácil. Y al momento de elaborar la mezcla por sí mismo, dijo que pudo percatarse como la fibra de coco absorbe bastante agua, lo que mantiene hidratado el mortero.

De esta forma comprendemos que el material presenta algunos inconvenientes en relación al mortero tradicional en cuanto a la trabajabilidad, pero estos inconvenientes pueden ser considerados como menores si se tiene experiencia manejando mezclas de mortero. Además de resultar conveniente en el enlucido, esto por la facilidad de formar uniones que tiene la fibra de coco entre sí.

Comparación de volúmenes

Este punto analiza los resultados obtenidos de la fase 3, con el fin de brindar una respuesta a la pregunta ¿Qué dosificación genera mayor volumen de masa?, esto para comparar los resultados y dar resolución al último objetivo específico.

Estos resultados son de carácter objetivo, pues los resultados de los mismos fueron obtenidos utilizando herramientas que garantizan precisión en cuanto a lo establecido en la metodología y no se componen en ninguna parte de apreciaciones subjetivas como la trabajabilidad del material.

Tal y como se detalló en la metodología, el ensayo de volumen se llevó a cabo con la dosificación del mortero patrón (una parte de cemento y 3 de mega mezcla) y el mortero con incorporación de la fibra de coco de la fase 2 (una parte de cemento y 3 de mega mezcla y el 3% del peso con fibra de coco de 3cm de longitud como máximo).

Figura 14

Elaboración de las pruebas de volumen



Nota: Se muestran los resultados finales de la medición de volumen producido por las dosificaciones junto con los moldes que contienen arena y cemento. Imagen tomada por los autores del proyecto. (2022)

Las pruebas fueron elaboradas el mismo día, con la finalidad que las condiciones climáticas no influyeran en la mezcla resultante, dando los siguientes resultados:

Tabla 16

Tabla de volúmenes con resultados finales

Dosificación	Materiales				Volumen obtenido
	Cemento	Arena	Fibra de coco	Agua	
Mortero Patrón	0,0175 Kg	0,0185 kg	0	0,0126 Lt	0,0000375 m ³
Dosificación Fase 2	0,0175 Kg	0,0185 Kg	0,00108 Kg	0,0189 Lt	0,0000473 m ³

Nota: La tabla indica que debido a la adición de material en la dosificación del coco el volumen resultante es mayor. Tabla formulada por los autores del análisis de caso. (2022)

Debido a que la finalidad de la prueba es determinar cuánto material es necesario para generar la misma cantidad de volumen y así determinar cuál de las dos dosificaciones genera

una cantidad mayor a un menor precio, se debe igualar los volúmenes producidos a 1 metro cúbico y replantear los valores. Dichos resultados se destacan en la siguiente tabla.

Tabla 17

Tabla de volúmenes, con resultado igualado a un metro cubico

Dosificación	Materiales				Volumen obtenido
	Cemento	Arena	Fibra de coco	Agua	
Mortero Patrón	466,67 Kg	493,33 kg	0	336,0 Lt	1 m ³
Dosificación Fase 2	369,98 Kg	391,12 kg	22,83 Kg	399,58 Lt	1 m ³

Nota: Al igualar un metro cúbico el volumen obtenido, los valores resultantes reflejan que la fibra de coco aumenta en gran cantidad el volumen en comparación a la dosificación del mortero patrón. Tabla formulada por los autores del análisis de caso. (2022)

Con los resultados obtenidos de la tabla anterior, podemos proceder a analizar el costo de mercado que tendría fabricar un metro cúbico con cualquiera de las dos dosificaciones y así determinar cuál de ellos es mejor para la economía en la relación cantidad – precio, para ello utilizaremos los precios del cemento Holcim Fuerte y Megamezcla en el mercado al momento de obtener la materia prima.

Tabla 18

Análisis de precio de materiales para el mortero patrón

Material	Precio (50 kg)	Cantidad (Kg)	Precio Final
Cemento	\$ 8,41	466,67	\$ 78,49
Arena	\$ 4,30	493,33	\$ 42,43
Fibra de coco	\$ -		
Total necesario			\$ 120,92

Nota: Tabla formulada por los autores del análisis de caso. (2022)

Tabla 19

Análisis de precio de materiales para el mortero con incorporación de fibra de coco

Material	Precio (50 kg)	Cantidad (Kg)	Precio Final
Cemento	\$ 8,41	369,98	\$ 62,23
Arena	\$ 4,30	391,12	\$ 33,64
Fibra de coco	\$ -	22,83	
Total necesario			\$ 95,87

Nota: Tabla formulada por los autores del análisis de caso. (2022)

Tal y como denotan las dos tablas anteriormente vistas, la fibra de coco no tiene un precio en el mercado, debido a que se suele regalar o inclusive pagar para deshacerse de ella, lo que ocasiona estos desajustes de precios. Sin embargo, aun sin tomar en cuenta que la fibra de coco no tiene un valor, podemos decir que la reducción de precio por la disminución de cemento que es el material de mayor valor se considera importante.

Entonces bajo el contexto antes establecido, podemos dar como resultado, que el precio por elaborar un metro cúbico de mortero con incorporación de fibra de coco reduce en 25.05 dólares el precio necesario para elaborar la misma cantidad con mortero tradicional.

Capítulo V

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

Se considera que la dosificación escogida (dosificación C) para el mortero con incorporación de fibra de coco es acertada en cuanto a su conformación, porque aun sin llegar a superar en muchos aspectos a la del mortero tradicional, puede alcanzar grandes niveles de resistencia a la compresión, al igual que las dosificaciones con 2% de incorporación de fibra de coco, en consecuencia, la vuelve una dosificación desde la cual futuros proyectos puedan partir para realizar investigaciones con materiales similares, como lo visto en el caso de Jouve Looor A. D. y Andrade Lastra O. A. (2021), quienes en un proyecto similar donde además de fibra de coco incorporan desechos de cerámica, concluyeron que “la dosificación óptima es la que contiene 30% de cerámica sanitaria reciclada y 2 % de fibra de coco los cuales reflejaron las más altas resistencias a compresión” (p. 125).

El mortero con incorporación de fibra de coco no alcanza los niveles de resistencia a la compresión del mortero tradicional, sin embargo puede resistir más allá de su punto de ruptura debido a que la fibra de coco genera un efecto esponja manteniendo su forma original, además concluimos que este mortero con fibra de coco no es muy recomendando para mamposterías estructurales, ya que no entra en los rangos de 20 a 10Mpa, pero si es utilizable en situaciones donde sea se requiera de una construcción efímera o donde el mortero a ser utilizado no deba cumplir un rol de reforzamiento. Estos resultados tienen mucha similitud con los obtenidos en el estudio de Quirós Rodríguez L. R. (2018) quien concluye que “en el caso de la compresión, se observa una mejora del comportamiento del material ante la presión, en donde logra mantener su forma” (p. 38).

Con relación a la trabajabilidad, el material resulta ser menos conveniente de utilizar que el mortero tradicional por manos inexpertas, al requerir de mayor fuerza para ser mezclado, y de un tiempo de preparación más largo, considerándose esto como un aspecto negativo que no ha sido referenciado en ningún otro documento semejante a éste con respecto al uso de fibras vegetales, requiriéndose personal con un mínimo de formación en elaboración de mortero para ser considerado como una falencia menor, resultando en una gran desventaja al ser implementado como sustituto rápido al mortero utilizado comúnmente en construcciones.

Dando por hecho que la fibra de coco es un material sin valor en el mercado, se puede concluir que la dosificación con incorporación de fibra de coco tiene un valor mucho menor en los materiales, resultado como en correcta la incógnita planteada de que el mortero con incorporación de fibra de coco reduciría el precio en la producción en masa de este nuevo material, considerándose un éxito en este ámbito, también por el hecho de que a menor cemento utilizado menor será la huella de carbono. Pero para fines de construcción a gran escala, donde la obtención de este material sería más compleja se asume que el precio del transporte debe de ser aún menor al necesario para elaborar el mortero tradicional. Esta información es corroborada por el estudio de Rojas Torres Á. M. (2015) quien en su análisis de rubros para la fabricación de aceras con hormigón simple de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, presentó una reducción del 2.57% en el precio por cada metro cuadrado de construcción.

Recomendaciones

En algún proyecto que retome el uso de este material o emplee alguna fibra vegetal para algún objetivo similar, se aconseja partir desde la dosificación elegida en este proyecto, para minimizar esfuerzos y concentrarse en mejorar otros aspectos, sea mediante el uso de aditivos que ayuden la trabajabilidad de la mezcla o con la reducción de agua que disminuye la resistencia. Y en el caso de que se quisiera incluir un elemento nuevo a la dosificación del mortero con incorporación de fibra de coco se recomienda reducir la fibra de coco o la arena, para evitar que se pierda resistencia a la compresión por el aumento de material conglomerado.

En construcciones que utilicen mortero con incorporación de fibra de coco, se aconseja que los trabajadores estén familiarizados con el material, para que en el proceso de fabricación y colocación sepan desenvolverse de forma correcta con respecto a las diferencias que presenta con su contraparte sin fibra de coco pues la fibra debe estar libre de cualquier impureza, además de permanecer desenredarla para evitar la formación de grumos.

Para casos donde se requiera mortero que no requiera de mucha resistencia y de mucho volumen, se recomienda utilizar este tipo de material, pues el ahorro económico y disminución de huella de carbono que genera con respecto al material tradicional es positivo.

Referencias Bibliográficas

- Alarcón Fonseca E. J. (2015). *Producción de los desechos sólidos y contaminación ambiental en la construcción de viviendas del cantón Salcedo período 2014. Diseño de un plan de gestión de desechos sólidos* [Trabajo de grado, Gestión de la Producción, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio Institucional - Universidad Técnica de Cotopaxi. <http://181.112.224.103/handle/27000/6848>
- Ardón M., García A., & Subio L. (2001). *Impacto Agroecológico del Amarillamiento Letal del Coco (ALC) en la Costa Caribe de Honduras* (1.^a ed.) Escuela Agrícola Panamericana. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/2522>
- Cadena C. G., & Silvera A. J. B. (2002). Estudio de la variación en la conductividad térmica de la cascarilla de arroz aglomerada con fibras vegetales. *Ingeniería y Desarrollo*, (12), 1-9. <https://www.redalyc.org/pdf/852/85201201.pdf>
- Castillo Estacio A. J. (2019). *Disminuir el impacto del deterioro al medio natural mediante la implementación de medidas y acciones en los cultivos de coco *Nucifera* que conduzcan a las prácticas agronómica a favor y protección del medio ambiente en la vereda Imbilpi del Carmen, municipio de Tumaco – Nariño* [Pasantía, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/26089>
- Costa del Pozo A. (2009). *Estudio de hormigones y morteros aligerados con agregados de plástico reciclado como árido y carga en la mezcla* [Tesis de Master en Arquitectura, Energía y Medio Ambiente, Universidad Politécnica de Cataluña]. Portal de acceso abierto al conocimiento de la UPC. <http://hdl.handle.net/2099.1/16661>
- Consuegra L. L., Acanda Ramos J. L., Torres Fuentes M., & Rodríguez García C. (2016). *Estudio del surgimiento, clasificación y propiedades de los morteros* [Monografía, Departamento

- de Construcciones, Universidad de Matanzas]. mo16183.pdf.
<http://monografias.umcc.cu/monos/2016/FCT/mo16183.pdf>
- Deaquiz Oyola Y. A., & Medina B. L. M. (2016). Producción y Biosíntesis de Fibras Vegetales. Una Revisión. *Conexión Agropecuaria JDC*, 6(1), 29-42.
<https://revista.jdc.edu.co/index.php/conexagro/article/view/53>
- Dueñas Zambrano L. R. & Macías Zambrano N. (2018). La diversificación relacionada de la producción del coco en Riochico – Ecuador. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*. <https://www.eumed.net/rev/oel/2018/12/produccion-coco-ecuador.html>
- 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.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732014000300002>
- Esteban Nieto N. T. (2018). *Tipos de Investigación*.
<http://cmappublic2.ihmc.us/rid=1RM1F0L42-VZ46F4-319H/871.pdf>
- Gaspar Tebar D. (1982). Aditivos para hormigones, morteros y pastas: generalidades, clasificación y definiciones. *Informes de la Construcción*, 34(340), 35-40.
<https://doi.org/10.3989/ic.1982.v34.i340.2107>
- Ghoreishi K. (2011). *Ecomateriales y Construcción Sostenible. Gestión de las Industrias de la Eco-Innovación* (1.^a ed.) EOI Escuela de Organización Industrial.
<https://isfcolombia.uniandes.edu.co/images/documentos/5dejulioecomateriales1.pdf>
- Holcim Ecuador S.A. (2020). *Usos y recomendaciones cemento Holcim Fuerte*, 2, 31-41.
<https://www.holcim.com.ec/cemento-holcim-fuerte>
- Holcim Ecuador S.A. (2020). *Usos y recomendaciones cemento Holcim Maestro*, 9-21.
<https://www.holcim.com.ec/cemento-holcim-maestro>

- Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. (2011). *Morteros. Evaluación Previa a la Construcción y Durante la Construcción de Morteros para Mampostería Simple y Reforzada*, 4-27. https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2563.pdf
- Jiménez Sánchez M. A. (2021). *Análisis del desempeño acústico de paredes compuestas utilizando una matriz de polímeros termoplásticos y fibras vegetales de coco* [Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/32614>
- Jouve Loor A. D., Andrade Lastra O. A., & Areche García J. N. (2021). Mortero con incorporación de fibra de coco y cerámica para acabados interiores de edificaciones. *Polo del Conocimiento*, 6(4), 315-336. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7926986>
- Jouve Loor A. D., & Andrade Lastra O. A. (2021). *Mortero de fraguado rápido, con fibra de coco y cerámica reciclada para enlucidos interiores de edificaciones* [Trabajo de Grado, Carrera de Ingeniería Civil, Universidad Laica Vicente Rocafuerte, Guayaquil]. Repositorio Digital ULVR. <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/4528>
- Liberio Espinoza O. L. (2015). *Estudio de eco materiales para su aplicación en el diseño de espacios interiores en viviendas de interés social* [Trabajo de grado, Carrera de Diseño de espacios Arquitectónicos, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/28539>
- Linares L., López Atalaya M., & Chinchon S. (2009). Identificación del tipo de conglomerante en morteros utilizando tinciones selectivas. *Revista Cemento Hormigón*, 80(931), 4. <https://www.researchgate.net/publication/266087810>

- López Maldonado G. (2020). *Características de los ligantes y conglomerantes en los firmes de carreteras* [Trabajo de Grado, Facultad de Ingeniería e Infraestructuras de los Transportes, Universidad de Politécnica de Valencia]. Repositorio Institucional UPV. <http://hdl.handle.net/10251/142218>
- Martínez Marín A. A., & Macancela Cabrera Á. E. (2020). *Fabricación de bloques de cemento y fibra de estopa de coco y pet reciclado para la eco-construcción* [Tesis de Grado, Facultad de Diseño de Interiores, Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil]. Repositorio Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil. <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/3540/1/T-ULVR-3111.pdf>
- Martínez Ramírez S., & Thompson G. E. (1998). Deterioro de morteros de cemento producido por la deposición seca y húmeda de contaminantes atmosféricos. *Materiales De Construcción*, 48(250), 15–31. <https://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/view/476>
- Masaco Pinta J. I. (2018). *Mortero de cemento y refuerzo de fibra vegetal de cabuya* [Tesis de Grado, Facultad de Arquitectura, Universidad Técnica Particular de Loja]. Repositorio Institucional de la UTPL. <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/20.500.11962/22616>
- Megarok S.A. (2015). *Mezcla de piedra y arena lista para fundir*. <http://megarok.com.ec/web/rocarena-mas-informacion/>
- Mejía Idrogo K. A. (2020). *Evaluar la fibra de estopa de coco para mejorar propiedades mecánicas del concreto en edificaciones de Tembladera–Cajamarca* [Tesis de Grado, Carrera de Ingeniería Civil, Universidad César Vallejo]. Repositorio de la Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57697>
- Mena Castaño L. A., & Copete Perea W. A. (2020). *Evaluación de las propiedades mecánicas y simulación térmica de concreto tradicional y modificado con fibra de coco* [Trabajo de

- Grado, Carrera de Ingeniería, Universidad Cooperativa de Colombia Sede Medellín].
Repositorio Institucional UCC. <http://hdl.handle.net/20.500.12494/20128>
- Moreira Cevallos J. E. (2020). Contaminación ambiental de los ríos bravo y muerto, y su incidencia en la salud de los habitantes de la parroquia Los Esteros, Cantón Manta. *Polo del Conocimiento: Revista científico – profesional*, 5(2), 556-578.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7435313>
- Muñoz Portero M. J. (2020). *Procesamiento de materiales conglomerantes: cal, yeso y cemento*. [Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería Química y Nuclear, Universidad Politécnica de Valencia]. Repositorio Institucional UPV. <http://hdl.handle.net/10251/146535>
- Murillo J. A. P., Sandoval Y. C. G., Santafé J. I. L., Maldonado J. J. C., & Figueroa O. H. (2018). Estudio del comportamiento de muestras de mortero natural sometidas a esfuerzo de compresión. *Lámpsakos*, (20), 22-28.
<https://www.redalyc.org/jatsRepo/6139/613964507003/613964507003.pdf>
- Norma Ecuatoriana de la Construcción [NEC]. (2011). Mampostería Estructural (NEC - SE – MP), 10(33), 20-59. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>
- Ordáz E. O., & Zamora O. P. (1998). Comportamiento de la palma de coco en cinco sistemas de producción del estado de Colima, México. *Terra latinoamericana*, 16(3), 259-267.
<https://www.redalyc.org/pdf/573/57316309.pdf>
- Orjuela Córdova S., & Sandoval Medina P. (2002). Guía del estudio de mercado para la evaluación de proyectos. [Tesis de Grado, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Universidad de Chile]. Repositorio de la Universidad de Chile.
https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/108139/orjuela_s.pdf?seque

- Palma D. J., & Triano S. A. (2007). *Plan de uso sustentable de los suelos de Tabasco. Vol. II. (1.^a ed.)*. Colegio de Postgraduados – ISPROTAB. <https://acortar.link/OoE38z>
- Peralta González Y., & Clavero Rodríguez A. (2014). *Estudio del comportamiento de hormigones hidráulicos, a partir del empleo de áridos reciclados sin y con adiciones de materiales finos* [Tesis Doctoral, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Central Marta Abreu de las Villas]. Repositorio institucional UCLV. <http://dspace.uclv.edu.cu:8089/handle/123456789/3563>
- Pineda Burgos A. M., & Navarrete Rivadeneira J. J. (2017). *Obtención de Celulosa Micro Cristalina a partir de la Fibras de Estopa de Coco* [Trabajo de Grado, Facultad de Ingeniería Química, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/18805>
- Promateriales (2013) Cementos y Morteros. El alma de la Arquitectura. *Promateriales*, 83-94. <https://promateriales.com/pdf/PM65-08.pdf>
- Quirós Rodríguez L. R. (2018). *Estudio del comportamiento mecánico del mortero reforzado con fibra de coco y modificado con óxido de hierro* [Trabajo de Grado, Facultad de Diseño Industrial, Universidad Pontificia Bolivariana]. Repositorio Institucional UPB. <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/4228>
- Rojas Torres Á. M. (2015). *Adición de la fibra de coco en el hormigón y su incidencia en la resistencia a compresión* [Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Universidad Técnica de Ambato. <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/4228>
- Roldán Latorre W. L. (2011). Materiales puzolánicos para uso en conglomerantes especiales basados en yeso. *Materiales de Construcción*, 13(110), 49-60. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/10077/tesisUPV3476.pdf>

- Romero Delgado V. M., Rosado Zambrano, G. V., Sablón Cossío, N., & Burbano Mera, L. (2020). Análisis de la cadena agroalimentaria del coco (cocos nucifera) en la provincia de Manabí, Ecuador. *La Técnica: Revista de las Agrociencias*, (24), 43-72. <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/article/view/2345>
- Sánchez D. G., & Ríos G. L. (2002). Manejo de la palma de coco (Cocos nucifera L.) en México. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 8(1), 39-48. <https://www.redalyc.org/pdf/629/62980105.pdf>
- Simbaña A. (2010). Fibras naturales y residuos agroindustriales. Fuente sostenible de materia Prima. *Revista Científica Axioma*, (6), 15-16. <http://190.15.137.82/index.php/axioma/article/view/308/299>
- Tapia C., Paredes C., Simbaña A., & Bermúdez J. (2006). Aplicación de las Fibras Naturales en el Desarrollo de Materiales Compuestos y como Biomasa. *Revista Tecnológica-ESPOL*, 19(1), 113-120. <http://rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/210>
- Torres Torres, A. C. (2017). *Efecto antimicrobiano del aceite de coco sobre cepas de Streptococcus mutans. Estudio in vitro* [Tesis de Grado, Facultad de Odontología, Universidad Central del Ecuador, Quito]. Repositorio Digital UCE. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/13457>
- Valcuende Payá M. O., Marco Serrano E., Jardón Giner R., & Gil Andrés A. (2011). *Evolución de la resistencia del hormigón con la edad y la temperatura* [Trabajo de Grado, Facultad de Construcciones Arquitectónicas, Universidad de Politécnica de Valencia]. *Repositorio Institucional UPV*. <http://hdl.handle.net/10251/12793>
- Vera Barreno E. N. (2020). *Capacidad antioxidante y contenido de polifenoles totales in vitro, en el fruto de cocos nucifera L. (coco)* [Tesis de Grado, Facultad de Ciencias de la Salud,

Universidad Católica Los Ángeles Chimbote]. Repositorio Institucional ULADECH.

<http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/22180>