



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

TEMA:

**Influencia de la fibra de abacá tratada en la adherencia de
morteros en paredes de bloques.**

AUTORES:

**Cordero Hidalgo, José Francisco
Plaza Peñafiel, Bruno Eduardo**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
INGENIERÍA CIVIL**

TUTOR:

Ing. Alcívar Bastidas, Stefany Esther MSc.

Guayaquil, Ecuador

19 de septiembre del 2022



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Cordero Hidalgo, José Francisco y Plaza Peñafiel, Bruno Eduardo** como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniería Civil**.

TUTORA

f. _____
Ing. Alcívar Bastidas, Stefany Esther MSc.

DECANO DE LA FACULTAD

f. _____
Ing. Federico Von Buchwald de Janon, Ph.D.

Guayaquil, a los 19 del mes de septiembre del año 2022



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, **Cordero Hidalgo, José Francisco**
Plaza Peñafiel, Bruno Eduardo

DECLARAMOS QUE:

El Trabajo de Titulación, **Influencia de la fibra de abacá tratada en la adherencia de morteros en paredes de bloques** previo a la obtención del título de **Ingeniería Civil**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 19 del mes de septiembre del año 2022

LOS AUTORES:

f. _____
Cordero Hidalgo, José Francisco

f. _____
Plaza Peñafiel, Bruno Eduardo



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

AUTORIZACIÓN

Nosotros, **Cordero Hidalgo, José Francisco**
Plaza Peñafiel, Bruno Eduardo

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Influencia de la fibra de abacá tratada en la adherencia de morteros en paredes de bloques**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 19 del mes de septiembre del año 2022

LOS AUTORES:

f. _____
Cordero Hidalgo, José Francisco

f. _____
Plaza Peñafiel, Bruno Eduardo

REPORTE URKUND



Document Information

Analyzed document	jose.cordero_bruno_Final.docx (D144235101)
Submitted	9/16/2022 7:26:00 PM
Submitted by	
Submitter email	clara.glas@cu.ucsg.edu.ec
Similarity	6%
Analysis address	clara.glas.ucsg@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil / PINTO_KENNY_FINAL.docx Document PINTO_KENNY_FINAL.docx (D112903798) Submitted by: clara.glas@cu.ucsg.edu.ec Receiver: clara.glas.ucsg@analysis.orkund.com	6
SA	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil / Freire_Marjorie_Final.pdf Document Freire_Marjorie_Final.pdf (D48880503) Submitted by: claglas@hotmail.com Receiver: clara.glas.ucsg@analysis.orkund.com	6
SA	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil / PRESENTACION PROY INV 23.08.2019.doc Document PRESENTACION PROY INV 23.08.2019.doc (D55302700) Submitted by: tanya.donoso@cu.ucsg.edu.ec Receiver: tanya.donoso.ucsg@analysis.orkund.com	4
SA	TESIS_MASACO_JORGE.pdf Document TESIS_MASACO_JORGE.pdf (D38563237)	2
SA	Jennifer Arrobo_20220221.pdf Document Jennifer Arrobo_20220221.pdf (D128485933)	2
SA	Tesis Israel Benitez.docx Document Tesis Israel Benitez docx (D135068037)	2

f. _____

Ing. Stefany Alcívar Bastidas, MSc.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia por criarme con valores, sentido de responsabilidad y perseverancia ante cualquier obstáculo que se me presente. A mi madre, por ser mi apoyo incondicional y creer más en mí de lo que yo jamás podré, y a mi padre, por querer ver siempre lo mejor para mí.

A mis hermanos y mis primas que considero hermanas, por ser mis mejores amigos y modelos a seguir.

A mi tía Pily y Quica, sin su apoyo y cariño no podría estar presentando este trabajo de titulación.

A mi novia, por ser mi compañera, apoyo y núcleo de positividad.

Al personal de Holcim y al Centro de Innovación de Holcim, por permitirnos utilizar sus instalaciones, equipos y materiales para llevar a cabo este trabajo de titulación.

A mi tutora de tesis la Ing. Stefany Alcivar, por permitirme realizar este trabajo de titulación con ella y brindarme su conocimiento.

Por último, pero no menos importante, a Dios por guiarme en el mejor camino y darme la posibilidad de llegar hasta donde estoy, con la esperanza de seguir creciendo y aprendiendo.

Cordero Hidalgo, José Francisco

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia por darme su apoyo incondicional a lo largo de toda mi carrera. A mi mamá por estar desde el día 0 aconsejándome como hacer bien las cosas, a mi papá por ayudarme en cada proyecto y tutoría que hacía definitivamente sin ti esto no sería posible.

A mi abuela por nunca dejar de creer y por todo su apoyo desde la distancia.

A todos mis compañeros y futuros colegas que fui haciendo a lo largo de la carrera por toda la paciencia y el tiempo.

Al personal de Holcim y al Centro de Innovación de Holcim, por brindarnos un espacio y permitirnos utilizar sus instalaciones, equipos y materiales para llevar a cabo este trabajo de titulación.

A mi tutora de tesis la Ing. Stefany Alcívar, por permitirme realizar este trabajo de titulación con ella, por su paciencia y por su constancia

A mi esposa por ser mi pilar, compañera y mi consejera

A Dios por enseñarme el camino y guiarme paso a paso durante este largo camino

Plaza Peñafiel, Bruno Eduardo

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi lita, mi fan # 1.

Cordero Hidalgo, José Francisco

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi todo, Doménica Urdánigo

Plaza Peñafiel, Bruno Eduardo



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

Ing. Federico Von Buchwald de Janon, Ph. D.

DECANO DE LA FACULTAD

f. _____

Ing. Alexandra Camacho Monar, Ph. D.

COORDINADORA DEL ÁREA

f. _____

Ing. Daniel Petroche, MSc.

OPONENTE

ÍNDICE

CAPÍTULO I	2
1 INTRODUCCIÓN	2
1.1 EL CAMBIO CLIMÁTICO Y SUS IMPLICACIONES EN LA CONSTRUCCIÓN	2
1.2 SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DEL ECUADOR	3
1.3 USO DE MORTERO EN LA CONSTRUCCIÓN	4
1.4 USO DE FIBRAS SINTÉTICAS Y VEGETALES	5
1.5 PRODUCCIÓN DEL ABACÁ EN EL ECUADOR	6
1.6 REVISIÓN DE LITERATURA	7
1.7 OBJETIVO GENERAL	12
1.8 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1.9 HIPÓTESIS	12
1.10 JUSTIFICACIÓN	12
CAPÍTULO II	13
2 MARCO TEÓRICO	13
2.1 MORTERO	13
2.1.1 <i>Función</i>	13
2.2 MATERIALES	14
2.2.1 <i>Cemento</i>	14
2.2.2 <i>Arena</i>	14
2.2.3 <i>Agua</i>	16
2.2.4 <i>Fibra</i>	16
2.2.4.1 Tratamiento de fibra	17
CAPÍTULO 3	18
3 MARCO METODOLÓGICO	18
3.1 PROCESO DE PREPARACIÓN Y TRATAMIENTO DE FIBRA	18
3.2 DISEÑO DE MEZCLA	20
3.2.1 <i>Mortero convencional</i>	20
3.2.2 <i>Mortero con fibra</i>	21
3.2.3 <i>Mortero con fibra y reducción de cemento</i>	22
3.3 AMASADO	23
3.4 ENSAYOS	23

3.4.1	<i>Flujo</i>	23
3.4.2	<i>Compresión</i>	24
3.4.3	<i>Flexión</i>	25
3.4.4	<i>Adherencia</i>	27
CAPÍTULO 4		32
4	RESULTADO DE ENSAYOS	32
4.1	COMPRESIÓN	32
4.2	FLEXIÓN	37
4.3	ADHERENCIA	43
CAPÍTULO 5		49
5	ANÁLISIS DE RESULTADOS	49
5.1	COMPRESIÓN	49
5.2	FLEXIÓN	49
5.3	ADHERENCIA	50
CAPÍTULO 6		52
6	CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN	52
6.1	CONCLUSIÓN	52
6.2	RECOMENDACIÓN	54
BIBLIOGRAFÍA		55

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 EJEMPLOS DE USO DE FIBRAS VEGETALES Y TRATAMIENTOS APLICADOS	10
TABLA 2 PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA ARENA ESTÁNDAR C778	15
TABLA 3 PROPIEDADES DE LA FIBRA DE ABACÁ.....	16
TABLA 4 CANTIDADES UTILIZADAS PARA AMASAMIENTO DE UN MORTERO CONVENCIONAL SIN FIBRA.....	21
TABLA 5 CANTIDADES UTILIZADAS PARA AMASAMIENTO DE UN MORTERO CON FIBRA	22
TABLA 6 CANTIDADES UTILIZADAS PARA AMASAMIENTO DE UN MORTERO CON FIBRA Y REDUCCIÓN DE CEMENTO.....	22
TABLA 7 PROCESO DE MEZCLA DE MORTERO	23
TABLA 8 RESULTADOS DE FLUJO PARA CADA MORTERO.....	24
TABLA 9 RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESIÓN A MORTERO CONVENCIONAL SIN FIBRA (SF) - 7 DÍAS.....	32
TABLA 10 RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESIÓN A MORTERO CON FIBRA DE ABACÁ (CF) - 7 DÍAS.....	32
TABLA 11 RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESIÓN A MORTERO CON FIBRA DE ABACÁ Y REDUCCIÓN DE CEMENTO (RC) - 7 DÍAS	32
TABLA 12 RESULTADOS GLOBALES DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN - 7 DÍAS	33
TABLA 13 RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESIÓN A MORTERO CONVENCIONAL SIN FIBRA (SF) - 28 DÍAS.....	34
TABLA 14 RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESIÓN A MORTERO CON FIBRA DE ABACÁ (CF) - 28 DÍAS.....	34
TABLA 15 RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESIÓN A MORTERO CON FIBRA DE ABACÁ Y REDUCCIÓN DE CEMENTO (RC) - 28 DÍAS	34
TABLA 16 RESULTADOS GLOBALES DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN - 28 DÍAS	35
TABLA 17 RESULTADOS GLOBALES DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN - 7 Y 28 DÍAS.....	36
TABLA 18 RESULTADOS DE ENSAYOS A FLEXIÓN A MORTERO CONVENCIONAL SIN FIBRA (SF) - 7 DÍAS	37
TABLA 19 RESULTADOS DE ENSAYOS A FLEXIÓN A MORTERO CON FIBRA DE ABACÁ (CF) - 7 DÍAS	37
TABLA 20 RESULTADOS DE ENSAYOS A FLEXIÓN A MORTERO CON FIBRA DE ABACÁ Y REDUCCIÓN DE CEMENTO (RC) - 7 DÍAS.....	38
TABLA 21 RESULTADOS GLOBALES DE RESISTENCIA A FLEXIÓN - 7 DÍAS	38
TABLA 22 RESULTADOS DE ENSAYOS A FLEXIÓN A MORTERO CONVENCIONAL SIN FIBRA (SF) - 28 DÍAS	39
TABLA 23 RESULTADOS DE ENSAYOS A FLEXIÓN A MORTERO CON FIBRA DE ABACÁ (CF) - 28 DÍAS	39
TABLA 24 RESULTADOS DE ENSAYOS A FLEXIÓN A MORTERO CON FIBRA DE ABACÁ Y REDUCCIÓN DE CEMENTO (RC) - 28 DÍAS.....	40
TABLA 25 RESULTADOS GLOBALES DE RESISTENCIA A FLEXIÓN - 28 DÍAS	40
TABLA 26 RESULTADOS GLOBALES DE RESISTENCIA A FLEXIÓN - 7 Y 28 DÍAS	41
TABLA 27 RESULTADOS DE ENSAYOS DE ADHERENCIA A MORTERO CONVENCIONAL SIN FIBRA (SF) - 7 DÍAS.....	43
TABLA 28 RESULTADOS DE ENSAYOS DE ADHERENCIA A MORTERO CON FIBRA DE ABACÁ (CF) - 7 DÍAS.....	43
TABLA 29 RESULTADOS DE ENSAYOS DE ADHERENCIA A MORTERO CON FIBRA DE ABACÁ Y REDUCCIÓN DE CEMENTO (RC) - 7 DÍAS	43
TABLA 30 RESULTADOS GLOBALES DE RESISTENCIA DE ADHERENCIA - 7 DÍAS.....	44
TABLA 31 RESULTADOS DE ENSAYOS DE ADHERENCIA A MORTERO CONVENCIONAL SIN FIBRA (SF) - 28 DÍAS.....	45
TABLA 32 RESULTADOS DE ENSAYOS DE ADHERENCIA A MORTERO CON FIBRA DE ABACÁ (CF) - 28 DÍAS.....	45

TABLA 33 RESULTADOS DE ENSAYOS DE ADHERENCIA A MORTERO CON FIBRA DE ABACÁ Y REDUCCIÓN DE CEMENTO (RC) - 28 DÍAS	45
TABLA 34 RESULTADOS GLOBALES DE RESISTENCIA DE ADHERENCIA - 28 DÍAS.....	46
TABLA 35 RESULTADOS GLOBALES DE RESISTENCIA DE ADHERENCIA - 7 Y 28 DÍAS.....	47

ÍNDICE DE FIGURA

FIGURA 1 REQUISITOS FÍSICOS DEL CEMENTO PARA MORTERO.....	14
FIGURA 2 CONTENIDO DE CEMENTO EN UNA AMASADA DE MORTERO MEZCLADA EN LABORATORIO	21
FIGURA 3 EQUIPO PARA ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN	26
FIGURA 4 ESQUEMA DE CONFIGURACIÓN DEL EQUIPO Y LAS MUESTRAS	30
FIGURA 5 TIPOS DE FALLAS EN ENSAYO DE ADHERENCIA	31
FIGURA 6 GRÁFICA MORTEROS VS RESISTENCIA A COMPRESIÓN – 7 DÍAS	33
FIGURA 7 GRÁFICA MORTEROS VS RESISTENCIA A COMPRESIÓN - 28 DÍAS	35
FIGURA 8 GRÁFICA MORTEROS VS RESISTENCIA A COMPRESIÓN - 7 Y 28 DÍAS	36
FIGURA 9 GRÁFICA MORTEROS VS RESISTENCIA A FLEXIÓN – 7 DÍAS	39
FIGURA 10 GRÁFICA MORTEROS VS RESISTENCIA A FLEXIÓN – 28 DÍAS	41
FIGURA 11 GRÁFICA MORTEROS VS RESISTENCIA A FLEXIÓN – 7 Y 28 DÍAS	42
FIGURA 12 GRÁFICA MORTEROS VS ADHERENCIA – 7 DÍAS	44
FIGURA 13 GRÁFICA MORTEROS VS ADHERENCIA – 28 DÍAS	46
FIGURA 14 GRÁFICA MORTEROS VS ADHERENCIA – 7 Y 28 DÍAS	47

RESUMEN

El presente trabajo tiene el propósito de analizar la influencia en la capacidad de adherencia de un mortero reforzado con fibra de abacá previamente tratada con Hidróxido de Sodio (NaOH 3%), al igual que su comportamiento al reducir su porcentaje de cemento. Se realizará pruebas de compresión en cubos de 50mm de arista, flexión en probetas con medidas de acuerdo a las normas utilizadas y adherencia en bloques de hormigón para comparar tres distintas mezclas de mortero: Mortero convencional sin fibra (SF), mortero con fibra (CF) y mortero con fibra y reducción de cemento en un 10% (RC); para lo cual se ensayarán a 7 y 28 días de fraguado. Se presentará los pasos a tomar para el tratamiento de la fibra, la elaboración de las muestras, resultados de los ensayos, gráficos comparativos del comportamiento de los morteros, análisis de resultados y conclusión junto a una recomendación para trabajos investigativos posteriores.

Palabras Claves: *mortero, fibra de abacá, NaOH, comparación, ensayos, reducción*

ABSTRACT

The present research has the purpose of analyzing the influence on the adherence capacity of a mortar reinforced with abaca fiber previously treated with Sodium Hydroxide (NaOH 3%), as well as its behavior when reducing its percentage of cement. Compression tests will be carried out on cubes with an edge of 50mm, bending tests on specimens with measurements according to the standards used, and adhesion on concrete blocks to compare three different mortar mixes: conventional mortar without fiber (SF), mortar with fiber (CF) and mortar with fiber and cement reduction by 10% (RC); for which they will be tested at 7 and 28 days of setting. The steps to be taken for the treatment of the fiber, the elaboration of the samples, test results, comparative graphs of the behavior of the mortars, analysis of results and conclusion will be presented together with a recommendation for later investigative works.

Keywords: *mortar, abaca fiber, NaOH, compare, tests, reduce*

CAPÍTULO I

1 INTRODUCCIÓN

1.1 El Cambio climático y sus implicaciones en la construcción

El calentamiento global se ha referido a diferentes cosas a lo largo de los años, en la actualidad se refiere a los promedios de temperatura global, con valores cambiando y variando según la región (Harris, 2022). El impacto del ser humano en el sistema climático ha ido escalando a un ritmo sin precedentes, impulsado en gran parte por las emisiones de gases de efecto invernadero causadas principalmente por diversas actividades presentes en el desarrollo de la sociedad (Adams & Luchsinger, 2009; Anderegg et al., 2010). Uno de los cambios más significativos en el mundo en cuanto a cambio climático sucede después de la revolución industrial, cuando la temperatura media global de la tierra se vio afectada por las grandes emisiones de dióxido de carbono que fue lanzado a la atmósfera (Adams & Luchsinger, 2009; Anderegg et al., 2010). Estos grandes avances tecnológicos impulsaron a que las construcciones a gran escala y a menor escala se vean envueltas en actividades que llegan a producir un impacto medioambiental que puede llegar ser crítico. Este impacto es producido por diferentes emisiones directas e indirectas de gases, entre estas están emisiones asociadas al consumo de combustibles en obra, consumo de energía eléctrica en obra, transporte de materiales, entre otros (Stephan & Athanassiadis, 2017).

La construcción de una estructura emite gases de efecto invernadero desde la fabricación de sus productos de construcción hasta el reemplazo de estos al momento de los mantenimientos de las obras civiles debido al carbono incorporado que está presente en estos. Lo que más se dificulta al momento de elegir productos con la menor cantidad de carbono incorporado es la falta de calidad de datos y la transparencia de las declaraciones ambientales de dichos productos (Hurlimann et al., 2018). Este problema debe ser abordado

de inmediato con el uso de evaluaciones de ciclo de vida para una mejor interpretación cualitativa de las declaraciones ambientales de los productos.

Se ha realizado una abundante actividad investigadora para optimizar la construcción civil, pero los estudios de revisión disponibles sobre los temas son limitados en cuanto a ejemplos de uso de tecnologías y sus aplicaciones finales y, principalmente, en cuanto a las implicaciones para la sostenibilidad de la industria de la construcción (Fu et al., 2021).

Uno de los estudios que se puede destacar es la reciente consideración de los materiales presentes en diversas edificaciones y los ciclos de vida completos de estos, los cuales han ayudado a comprender el impacto total de estas edificaciones en el cambio climático (Stephan & Athanassiadis, 2017). La importancia de utilizar materiales alternativos, como biomateriales, en la construcción es una oportunidad para la reducción de estos impactos en las edificaciones.

1.2 Sector de la construcción del Ecuador

El sector de la construcción juega un papel muy importante en la sociedad ecuatoriana, ya que genera una gran cantidad de empleo formal e informal, contribuyendo a la generación de bienes monetarios tanto para las personas como para el país. Para poder analizar la situación actual del sector constructivo del Ecuador es necesario ver de manera general la evolución del producto interno bruto los tres primeros meses del 2021, ya que es la información más actualizada que se tiene donde el PIB llegó a alcanzar un valor de 16.445 millones registrando un crecimiento del 0.7%, en comparación con el cuarto trimestre del año 2020 (BANCO CENTRAL DEL ECUADOR, 2021). En el año 2021 el sector de la construcción representó el 7.22% del PIB, denotando que la construcción fue una gran ayuda para la recuperación de la economía y la generación de empleo en el país luego de la pandemia (Castellanos, 2011).

La actividad económica que genera el sector ecuatoriano de la construcción es producida por la alta variedad que hay de bienes y servicios que se ven requeridos en los proyectos de construcción; este es uno de los factores

fundamentales que da paso a la gran movilidad de fuentes de empleos y su contribución con el crecimiento del PIB (Daniel et al., 2021; Petroche & Ramirez, 2022). Este sector posee un efecto multiplicador ya que produce compras de servicios y materiales en otras ramas de la economía. Tomando esto en consideración, según los datos recopilados por (Camicon, 2021; Daniel et al., 2021), en el año 2020 existieron un total de 3066 empresas dedicadas a la construcción tanto a gran como a pequeña escala, que generaron 27940 empleos; por otro lado, 2242 empresas que realizan construcción de edificios dieron 122.228 empleos y por último empresas especializadas en construcción dieron 8135 plazas de empleo. Se toman los datos del 2020 para poder ver que a pesar de haber sido azotados por la pandemia del COVID 19, la generación de empleos no se detuvo (Corporacion Financiera Nacional(C.F.N), 2021).

1.3 Uso de mortero en la construcción

El mortero es la combinación entre un fino material semejante al polvo llamado cemento, agua y arena (Neville, 1995) , la combinación y dosificación correcta de estos componentes es lo que le da sus propiedades características. El mortero es un material versátil utilizado fundamentalmente para realizar la unión de bloques entre las uniones o juntas (verticales y horizontales). Gracias a su capacidad de adherencia puede ser empleado para crear revestimientos en elementos de mampostería mejor conocido como “enlucido”. Otra función importante es proteger a las unidades de mampostería de los agentes climáticos (Barbosa Franco et al., 2021).

La cantidad de mortero que se usa para una construcción varía dependiendo de la magnitud de esta, por lo que a ciencia cierta es difícil estimar un valor exacto; sin embargo, en construcciones comunes de viviendas se estima que por lo general se utiliza alrededor de $0.023 \text{ m}^3/\text{m}^2$ (Aceros Arequipa, 2022), que es la cantidad de mortero que se puede llegar a necesitar para cada metro cuadrado de pared. Este valor es bastante general ya que variables tales como el tamaño del bloque, la altura de la pared y los acabados, pueden variar dependiendo de las necesidades a satisfacer del constructor (Renato solano, 2017).

La emisión de CO₂ que conlleva la creación de unos de los componentes del mortero, el cemento, contribuye con el 8% de las emisiones globales de dióxido de carbono durante su producción (Petroche & Ramírez, 2022). Tomando en cuenta que la cantidad de cemento varía dependiendo del objetivo que se quiera alcanzar con el mortero se puede optar por la reutilización de material desperdiciado por las mismas plantas, para poder reducir la cantidad de materiales en bruto para la producción de Clinker, lo que lograría reducir el consumo de energía y las emisiones de CO₂ dando como resultado un mortero con un menor impacto ambiental (Santos et al., 2022).

1.4 Uso de fibras sintéticas y vegetales

En busca de la sostenibilidad el uso de diferentes materiales de construcción siempre ha sido la forma más acertada de llegar a cumplir esta característica. Se han realizado varias investigaciones con relación al rol de las fibras tanto sintéticas como naturales en el hormigón (Rashmi & Bochen, 2022). El uso de fibras naturales se remonta varios años atrás en la antigua Grecia, donde comúnmente se utilizaban fibras de madera para poder aumentar el volumen en las mezclas que se utilizaban en esos tiempos; este uso de las fibras se fue replicando en diferentes países a lo largo de los años (Villagrán-Zaccardi et al., 2022), hasta llegar a las actualidad donde se pueden usar fibras naturales y mejorarlas con diferentes procesos químicos estandarizados, dando a lugar fibras que pueden ayudar a satisfacer las nuevas necesidades que se presentan hoy en día (Silva et al., 2017). Por otro lado, el uso del concreto reforzado con fibras sintéticas ha ido tomando fuerza por la gran calidad que este presenta y por los aumentos considerables en las características mecánicas que este brinda (Taghipoor & Sadeghian, 2022).

El uso de fibras es bastante específico ya que las mejoras que las fibras generan dependen de varios factores: longitud, diámetro y espesor. Aunque ya se hayan presentado varios estudios que comprueben que el uso de las fibras mejora ciertas propiedades mecánicas en un mortero o en el concreto, la mayor parte del sector constructivo optará por la construcción convencional, en ciertos casos por la dificultad que presenta la obtención de ciertas fibras y

en otros casos por el rechazo a la adopción de nuevas tecnologías (Kesikidou & Stefanidou, 2019a; Sethunarayanan et al., 1989).

1.5 Producción del abacá en el Ecuador

La Musa Textilis o Cáñamo de Manila proviene originalmente de Filipinas, y se produjo en el Ecuador hasta que aconteció la Segunda Guerra Mundial; desde este punto se tuvo que buscar nuevos lugares para poder establecer plantaciones seguras de esta planta. En búsqueda de estos destinos de producción, los filipinos se fueron trasladando a diversos países de América del Sur hasta que llegaron al Ecuador (Richter et al., 2013a). Específicamente los asentamientos para estos cultivos fueron en las provincias de Santo Domingo, Esmeraldas y Los Ríos, donde se contaba con las condiciones climatológicas adecuadas para que este cultivo se desarrollara de manera propicia (Carlos Gabriel Alfaro Zambrano et al., 2021).

El abacá proviene de la familia del plátano y posee pocos frutos no comestibles llenos de semillas. El pseudotallo de esta planta puede crecer hasta 6.5 metros y está cimentado por un conjunto de 10 a 25 (Richter et al., 2013a). El abacá ha sido una fuente para la extracción de fibras naturales por muchas décadas, reportándose diferentes usos para la fibra de abacá. Al principio del siglo 20 se utilizaba esta fibra para la fabricación de cordeles, cables tejidos y textiles (Richter et al., 2013a; Sinha et al., 2021), estando también en auge en diferentes mercados de ropa; pero lo que más nos interesa en la actualidad es el uso sostenible de estas fibras para poder mejorar el concreto.

Hoy en día las fibras de abacá se utilizan de maneras más modernas debido a sus propiedades mecánicas que al ser combinadas con tratamientos químicos dan como resultado un producto que ayuda a mejorar diferentes características de diferentes compuestos presentes en el área de la ingeniería civil. Según los estudios realizados por (Sethunarayanan et al., 1989) la fibra de abacá posee una densidad de 1.5g/cm³, su módulo de Young es de 9.33 GPa y tiene una resistencia a tensión que va de 400 hasta 1135 MPa. Las fibras de abacá son obtenidas de las hojas de la misma planta, y además de constar con una superior capacidad a tensión, también posee una gran

resistencia al ser doblada, una alta porosidad, resistencia al agua de mar y esta fibra es bastante resistente a podrirse; al ser tan buena ha llegado a ser comparada con la fibra de vidrio (Cai et al., 2016; Kesikidou & Stefanidou, 2019a).

La producción de abacá mundialmente se ve limitada de manera drástica ya que requiere diversas condiciones ideales para su crecimiento y desarrollo óptimo. Los únicos climas que son propicios para el desarrollo de esta planta están en Filipinas (su país de origen) y Ecuador que es el segundo país donde más se cultiva esta planta (Carlos Gabriel Alfaro Zambrano et al., 2021).

1.6 Revisión de literatura

La industria de la construcción requiere nuevas tecnologías que ayudan a proveer la sostenibilidad en los diferentes materiales que se usan en esta; uno de los materiales que ayudan a promover la sostenibilidad en los materiales de construcción son las fibras vegetales. Las fibras naturales son compuestos naturales que poseen diferentes proporciones de celulosa, hemicelulosa y lignina; estos tres elementos es de lo que está constituido en diferentes capas de las fibras vegetales (Sethunarayanan et al., 1989). Como se mencionó con anterioridad las fibras naturales poseen una gran resistencia a la tensión (mucho más que las fibras sintéticas), sin embargo, como desventaja destaca que estas fibras tienden a tener una gran variación en sus propiedades, lo que puede llegar a dar como resultado un concreto con propiedades impredecibles.

Los pretratamientos que se le hacen a las fibras vegetales en general ayudan a la adherencia de estas y una mejor resistencia al ataque de álcalis que es producido por la matriz de cemento (Benaimeche et al., 2018; Kesikidou & Stefanidou, 2019a). En específico para este trabajo de investigación es de interés estudiar el comportamiento de las fibras de abacá ya que estas han demostrado un inmenso potencial como agentes de refuerzo en materiales compuestos como lo son el mortero de cemento y el hormigón. Este gran potencial proviene del hecho de que al ser una fibra de origen vegetal este mejorará la resistencia a flexión y la energía de fractura del mortero (Ardanuy et al., 2015; Ferreira et al., 2018). Para que las fibras de abacá lleguen a dar

resultados propicios se opta por darle un tratamiento con una solución de hidróxido de sodio este es utilizado para mejorar las propiedades mecánicas de la fibra y reducir su absorción de agua. Este proceso da como consecuencia una completa mejoría de las propiedades superficiales de las fibras de abacá (Boulos et al., 2017; Cai et al., 2015).

Los diferentes estudios de las fibras que se han realizado a lo largo de los últimos años han traído un sinnúmero de opciones que se pueden analizar para poder hacer a las mezclas cementicias más sostenibles, reduciendo varios elementos de la mezcla sin dejar de satisfacer la necesidad prevista por esta. La Tabla 1 nos brinda una metodología general donde se presentan varios tipos de fibra y como cada una de estas aporta a los morteros de cemento tomando en cuenta diversos factores.

Varios aspectos mecánicos de la mezcla cementicia se van a basar directamente en las proporciones de fibra, longitud y tratamientos que se le hagan a esta. Acorde a los estudios realizados por (Rashmi & Bochen, 2022), si no se toma en cuenta el tamaño de la fibra al momento de reforzar el mortero se tendrá que hacer varias iteraciones con el porcentaje de fibra en la totalidad de la mezcla. Este criterio también es tomado por (Benaimeche et al., 2018), donde se ven incorporados porcentajes de fibra de los rangos 2 al 8% dando a lugar ninguna mejora significativa en las propiedades del mortero.

Por el otro lado (Çomak et al., 2018; Kesikidou & Stefanidou, 2019b) aumenta la variable adicional que es poner diferentes tipos de longitudes de fibra para poder tener un resultado más propicio; al hacerse las diferentes pruebas de compresión se reportan similitudes en las resistencias, generando un rango entre 36.46 MPa como la menor resistencia y 59.88 MPa como la mayor. Esta gran variación se puede deber a varios factores, una de los más probables puede ser el hecho de que la fibra no haya seguido un tratamiento químico para mejorar sus propiedades mecánicas (Richter et al., 2013b). Adicional a esto las fibras presentan una alta absorción de agua en el orden del 42% en relación a su mezcla base de mortero sin fibras vegetales.

El tratamiento de las fibras vegetales presenta un cambio radical a diferencia de las fibras no tratadas, cabe destacar que el procedimiento que más se

utiliza en el medio es el tratamiento alcalino con NaOH (Poletanovic et al., 2020). En el alcance de los estudios realizados por (Azevedo et al., 2022; de Azevedo et al., 2020) se detecta el uso de estos tratamientos alcalinos en fibras que provienen de el mismo país. Estos mismos estudios recalcan que el uso de estos tratamientos hace que se aumente la trabajabilidad del mortero debido a que la reacción con el NaOH produce una reducción en la absorción de agua de las fibras; esta trabajabilidad es medida untando el mortero de cemento en una tabla de asentamientos de manera horizontal.

Los ensayos a flexión presentados por (Awoyera et al., 2022; Azevedo et al., 2022; de Azevedo et al., 2020) donde se analizan fibras que provienen de una palma, los morteros mejoran un 23% en comparación a su mezcla comparativa de mortero sin fibras vegetales. A pesar de estas ventajas se tiene que trabajar con bajos porcentajes de fibra en relación con la cantidad de masa total para que la mezcla cementicia sea viable y cumpla con todos los parámetros.

Tabla 1 Ejemplos de uso de fibras vegetales y tratamientos aplicados

Autor	País	Nombre	Tipo de Fibras	Tratamiento	Ensayo Fresco	Ensayo Endurecido	Comentario
(Rashmi & Bochen, 2022)	Polonia	Experimental studies on the effect of natural and synthetic fibers on properties of fresh and hardened mortar	Fibra de Jute Fibra de Sisal Fibra de Polipropileno	No se le realizo tratamiento a la fibra	Ensayo de Consistencia Ensayo de Contenido de Aire	Resistencia a la compresión Resistencia a la flexión Encogimiento Ensayos MIP and SEM	Muestras se elaboran con el mismo contenido de agua, utilizan fibra 1 y 2% de la masa del cemento.
Everton Jose da Silva et al., 2022	Brasil	A new treatment for coconut fibers to improve the properties of cement-based composites– Combined effect of natural latex/pozzolanic materials	Fibra de Coco	Tratamiento con látex, Tratamiento con humo de sílice Tratamiento con metakaolin Tratamiento con hidróxido de sodio	No se realizaron ensayos en fresco	Ensayo de Degradación Ensayo de Durabilidad	Las muestras fueron elaboradas con el mismo contenido agua-cemento, se presenta mejor del 42% en los ensayos mencionados con respecto a los morteros sin fibra.
(Çomak et al., 2018)	Duzce, Turkia	Effects of hemp fibers on characteristics of cement-based mortar	Fibra de Cáñamo	No se le realizo tratamiento a la fibra	Ensayo de ensayo de consistencia Ensayo de flujo de la mezcla	Ensayo de Compresión Ensayo de flexo tracción Ensayo de absorción de agua Ensayo de compresión luego de flexo tracción Resistencia a la tensión separadora(corte)	El aumento de 2 a 3 % de fibra con respecto al total de masa del mortero con longitudes en el orden de 12 mm da resultados óptimos en comparación con el mortero convencional.
(Kesikidou & Stefanidou, 2019b)	Grecia	Natural fiber-reinforced mortars	Fibra de Jute Fibra de Coco Fibra de Alga	No se le realizo tratamiento a la fibra	No se realizaron ensayos en fresco	Ensayo de compresión Ensayo de flexo tracción	Las cantidades de lignina y celulosa presentes en la fibra pueden influir de manera significativa en la resistencia de la compresión y flexo tracción

(Benaïmeche et al., 2018)	Biska,Algeria	The influence of date palm mesh fiber reinforcement on flexural and fracture behavior of a cement-based mortar	Fibra extraída de la malla de la palma de dátíl	Tratamiento aplicando humedecimiento de 24 horas y secado al aire No se realizó tratamiento químico	No se realizaron ensayos en fresco	Ensayo de flexo tracción Ensayo de resistencia a la fractura.	El incremento progresivo de esta fibra no tratada no produce un efecto positivo en la resistencia a la fractura y resistencia a la compresión.
(Awoyera et al., 2022)	Colombia, Corea	Development of Fiber-Reinforced Cementitious Mortar with Mineral Wool and Coconut Fiber	Fibra de Lana Mineral Fibra de Coco	Tratamiento con NaOH al 6% de todo el agua,50g de NaOH en 300ml de agua	Ensayo de asentamiento en morteros	Ensayo de compresión Ensayo de absorción de agua Ensayo de flexo tracción Ensayo de densidad aparente	Se obtiene menos trabajabilidad utilizando fibras, las fibras presentes un 1% del total de la mezcla presentan los mejores resultados en tracción y compresión.
(Azevedo et al., 2022)	Brasil	Guaruman fiber: A promising reinforcement for cement-based mortars	Fibra de Guaruman	Tratamiento con hidróxido de sodio	Ensayo de densidad Ensayo de consistencia Ensayo de contenido de aire Ensayo de retención de agua	No se realizaron ensayos	Esta fibra para el uso de las mampostería de paredes usando fibra al 7.5% del total de la mezcla.
(de Azevedo et al., 2020)	Brasil	Investigation of the potential use of Curauá fiber for reinforcing mortars	Fibra de Curua	Tratamiento con hidróxido de sodio	Ensayo de consistencia Ensayo de retención de agua Ensayo de contenido de aire	Ensayo de compresión Ensayo de tensión Ensayo de absorción de agua	La resistencia a compresión y a tensión se ve mejorada de una manera significativa en comparación a los morteros con la fibra sin tratar dando como resultado un comportamiento que la mayor parte de morteros con fibras que siguen un proceso alcalino tienen.

1.7 Objetivo general

Analizar el comportamiento de adherencia del mortero reforzado con fibra de abacá tratada con Hidróxido de Sodio (NaOH) comparándolo con un mortero convencional.

1.8 Objetivos específicos

- Elaborar muestras de mortero convencional, mortero reforzado con fibra tratada y mortero con fibra y porcentaje de cemento reducido
- Analizar tres propiedades mecánicas: Compresión, flexo tracción y adherencia a las muestras elaboradas.
- Comparar el desempeño de los morteros sometidos a los distintos ensayos.

1.9 Hipótesis

El mortero con fibra de abacá tratada con Hidróxido de Sodio (NaOH) tiene una mejor adherencia que el mortero convencional con misma dosificación y con una reducción de cemento.

1.10 Justificación

De acuerdo a investigaciones basadas en analizar distintas propiedades mecánicas de morteros reforzados con fibra de abacá (Gabriela Calle, 2019), luego de definir el porcentaje de dosificación y tratamiento para mejorar las condiciones de la fibra (Freire, 2019), podemos notar que los morteros han incrementado su capacidad de resistir distintos tipos de esfuerzos, uno de ellos siendo la flexo tracción, lo cual nos indica que es posible encontrar una similar mejoría en su adherencia a paredes de bloques y empezar a reducir un pequeño porcentaje de cemento para determinar si puede llegar a ser sustituido sin perder las propiedades ganadas.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

Este capítulo se enfoca en describir la función del mortero en una construcción, sus características y los materiales que lo componen, al igual que la fibra en estudio y su tratamiento para lograr que su participación en la mezcla cementicia no se vea afectada por sus propiedades naturales.

2.1 Mortero

El mortero para mampostería es un elemento esencial en la gran mayoría de obras civiles. La dosificación de los materiales que componen la mezcla puede variar dependiendo de la necesidad en obra, pero se puede considerar un mortero convencional al que consiste en cemento, arena y agua, que mantiene una relación de arena y cemento de 3:1 mientras que la cantidad de agua puede variar de acuerdo al tipo de flujo que se espera. Por lo tanto, al buscar mejorar las propiedades de un mortero para lograr incrementar su desempeño en obras civiles, se ha estudiado la opción de agregar componentes que mejoren su comportamiento y se vuelva más eficaz. El Instituto ecuatoriano de Normalización hace referencia a la norma ASTM C1180 para especificar las propiedades y funciones de un mortero.

2.1.1 Función

La función principal del mortero en la mampostería es servir como agente adherente y pegar bloques de forma ensamblada para lograr obtener un elemento integral con características deseadas de acuerdo con el desempeño funcional de una estructura (NTE INEN 2 518, 2010). Adicional, su segunda mayor funcionalidad es como elemento de "enlucido", que consiste en un revestimiento de elementos de mampostería.

Sus funciones son llevadas a cabo por su excelente capacidad de adherencia, pero no es la única propiedad que influye al querer escoger la resistencia adecuada del mortero.

2.2 Materiales

2.2.1 Cemento

El cemento que se utiliza para llevar a cabo este trabajo de grado es el cemento hidráulico tipo GU de Holcim Ecuador, el cual es elaborado bajo la norma (NTE INEN 2380, 2011) “Cemento hidráulico. Requisitos de desempeño para cementos hidráulicos” y cumple con los requisitos físicos para cementos tipo M de acuerdo con la norma (NTE INEN 1806, 2016) “Cemento para mampostería. Requisitos” (ver Figura 1).

REQUISITO	TIPOS DE CEMENTO PARA MORTERO		
	N	S	M
Finura, retenido sobre el tamiz de 45 μm (No. 325), % máximo.	24	24	24
Expansión en autoclave, % máximo	1,0	1,0	1,0
Tiempo de fraguado por el método de Gillmore: Fraguado inicial, minutos, no menor a Fraguado inicial, minutos, no mayor a	120 1 000	90 1 000	90 1 000
Resistencia a la compresión, (promedio de tres cubos): Resistencia a la compresión de cubos de mortero, elaborado en volumen, de 1 parte de cemento y 3 partes de mezcla de arenas (50% de arena graduada normalizada y 50% de arena normalizada 20 – 30) preparados y ensayados de acuerdo con esta norma, debe ser igual o mayor que los valores especificados para las edades indicadas a continuación: 7 días, MPa. 28 días, MPa.	3,5 6,2	9,0 14,5	12,4 20,0
Resistencia de adherencia en flexión. 28 días, mínimo, MPa	0,5	0,7	0,8
Contenido de aire del mortero: % Mínimo, en volumen % Máximo, en volumen	8 17	8 15	8 15
Retención de agua, % mínimo respecto al flujo original	70	70	70

Figura 1 Requisitos físicos del cemento para mortero.

Fuente: ((NTE INEN 2615, 2012))

2.2.2 Arena

El agregado granular utilizado para esta investigación es arena de sílice recolectada por U.S. SILICA COMPANY, la cual es utilizada por la normativa (C109/C109M ASTM.) “Método de ensayo de resistencia a compresión de morteros con cemento hidráulico”, donde se requiere caracterizar el comportamiento únicamente del cemento y, en este caso, la influencia al introducir un agregado de fibra vegetal.



Figura 1 Arena estándar C778

Fuente: Autor

La norma ASTM designa esta arena como arena estándar C778 para ensayos, y sus propiedades físicas y químicas se detallan a continuación:

Umbral de olor: No determinado	pH: 6-8
Punto de fusión/punto de congelación: 3110°F/1710°C	Punto/rango de ebullición: 4046°F/2230°C
Punto de inflamación: No aplicable	Tasa de evaporación: No aplicable
Límites inflamables: LEL: No aplicable	UEL: No aplicable
Presión de vapor: No aplicable	Densidad de vapor: No aplicable
Densidad relativa: 2,65	Solubilidad: Insoluble en agua
Coefficiente de reparto n-octanol/agua: No aplicable	Temperatura de autoignición: No determinado
Temperatura de descomposición: No determinado	Viscosidad: No aplicable
Inflamabilidad (sólido, gas): No aplicable	

Tabla 2 Propiedades físicas y químicas de la arena estándar C778

Fuente: (U.S.SILICACOMPANY, 2017)

2.2.3 Agua

El agua utilizada es obtenida de las instalaciones de Holcim Ecuador que proviene de la red de distribución de AAPP, manejada por la Empresa Interagua bajo la norma (NTE INEN 1108, 2011) “Agua para consumo humano. Requisitos”, de la ciudad de Guayaquil, la cual es limpia y está libre de aceites, ácidos, álcalis, sales, materiales orgánicos u otras sustancias que son perjudiciales para los morteros o para cualquier metal en la pared (NTE INEN 2 518, 2010). Por lo tanto, el agua utilizada también cumple con los requisitos estipulados por la norma (NTE INEN 2 518, 2010) “Morteros para unidades de mampostería. Requisitos”

2.2.4 Fibra

La fibra vegetal que se utilizará es la fibra de abacá (*Musa Textilis*), la cual pertenece a la familia de las musáceas. En Ecuador, es una de las fibras naturales más abundantes, la cual le da el segundo lugar al país con el mayor índice de exportación en el mundo (Richter et al., 2013a).

El tamaño de la fibra y la dosificación en mezcla, más eficiente para el mortero en estudio, fueron escogidas luego de varios ensayos donde se concluyó que los mejores resultados los obtuvo el tamaño de 3 cm y dosificación de 0.2% del peso total de los sólidos (cemento y arena), (Gabriela Calle, 2019).

Distintas propiedades del abacá han sido estudiadas por distintos investigadores (Richter et al., 2013b), como las que se describen en la Tabla 3:

PROPIEDADES DE FIBRA DE ABACÁ	
Finura (μm)	6-46
Densidad (g/cm^3)	1,4-1,5
Densidad aparente (g/cm^3)	1,1-1,2
Porosidad (%)	17-21
Resistencia a tensión (Mpa)	600
Módulo de Young (Gpa)	50
Rango de Celulosa (%)	56-68

Tabla 3 Propiedades de la fibra de abacá

Fuente: (Müssig, 2010) **Testing Methods for Measuring Physical and Mechanical Fibre Properties (Plant and Animal Fibres).**

2.2.4.1 Tratamiento de fibra

La fibra de abacá, al ser un compuesto vegetal, es altamente afectada en relación a su durabilidad. Las fuertes condiciones alcalinas a las cuales se enfrenta al estar en contacto con el cemento ($\text{pH} > 12$), causadas por la presencia de hidróxido de calcio, generan la degradación de la fibra. Así mismo, el proceso de mineralización que resulta de la migración hídrica del cemento hacia las paredes y vacíos internos de las fibras, causan una reducción de su resistencia (Jose et al., 2017). Por lo tanto, es necesario dar un tipo de tratamiento a la fibra para poder reducir su afectación sin disminuir las propiedades mecánicas que aporta al mortero.

De acuerdo a ensayos realizados con distintos tipos de tratamientos a la fibra, se determinó que con una aplicación del 3% de hidróxido de sodio (NaOH) la fibra natural experimentó una modificación estructural, incrementando sus propiedades mecánicas y eliminando gran parte de los componentes que la afectaban al ser mezclada con el cemento (Gabriela Calle, 2019)

CAPÍTULO 3

3 MARCO METODOLÓGICO

Este capítulo describe los procesos y ensayos que se han llevado a cabo para lograr establecer una mezcla de mortero estándar que puede ser alterada sin dejar de ser un compuesto comparativo de acuerdo con las distintas dosificaciones utilizadas.

3.1 Proceso de preparación y tratamiento de fibra

El tratamiento de la fibra de abacá se lleva a cabo de acuerdo al procedimiento estudiado y ejecutado en trabajos anteriores (Freire, 2019) y su dosificación de acuerdo a los estudios realizados para obtener el comportamiento más óptimo (Gabriela Calle, 2019)

Se trató 350 gr de fibra de abacá, previamente cortada a 3cm de longitud, en una solución de 5820 gr de agua y 180 gr de Hidróxido de Sodio (NaOH), es decir aproximadamente el 3% de la masa. Para este proceso se deben utilizar equipos de protección personal especiales debido a que el Hidróxido de Sodio es un compuesto dañino para la salud y puede causar grandes afectaciones al estar en contacto con la piel o al ser inhalado.

El procedimiento paso a paso fue el siguiente:

1. Pesar la fibra y el agua a utilizar por separado, en básculas de precisión, para no contaminar ningún aparato una vez se empiece a trabajar con el NaOH. Utilizar recipientes resistentes a químicos. (Ver Figura 2)
2. Colocarse los equipos de protección personal como máscara, guantes de látex y mandil para empezar a pesar el NaOH.
3. Colocar el recipiente de agua encima de un agitador magnético para que sea más rápido el proceso de diluir el NaOH en el agua.

4. Agregar poco a poco las perlas de NaOH en al agua, verificando que se disuelvan y ya no se puedan ver en el agua. Ayudar mezclando con una varilla de vidrio de laboratorio.
5. Agregar la fibra previamente pesada. Se sugiere deshilar la fibra para que no exista algún cumulo en la solución y pueda haber completo contacto con la fibra.
6. Sumergir totalmente la fibra en la solución y dejar reposar 4 horas. Procurar que se deje reposar en algún lugar cerrado y que no se vea afectado por cambios de temperatura. En este caso, se dejó el recipiente dentro de un horno apagado.
7. Pasadas las 4 horas se deben realizar al menos 7 lavados de la fibra con agua potable hasta obtener un color más transparente en el último lavado.
8. Pasar la fibra tratada a un recipiente apto para temperaturas altas.
9. Colocar en un horno eléctrico de ventilación por 24 horas. La temperatura deberá ser controlada en unos $85 \pm 1^{\circ}\text{C}$.
10. Una vez pasadas las 24 horas, se deberá apagar el horno antes de sacar el recipiente con fibra debido a que la temperatura se debe regularizar normalmente y sin un cambio muy abrupto que epoda producir un choque térmico. Este tiempo puede tomar entre 30 minutos a 1 hora dependiendo del tamaño de horno utilizado.

La fibra tratada se la guardó en fundas herméticas y almacenadas en un lugar que no afecte el estado de tal. Es preciso indicar, que se debe lavar todo lo utilizado de tal manera que no exista alguna contaminación por el NaOH utilizado.

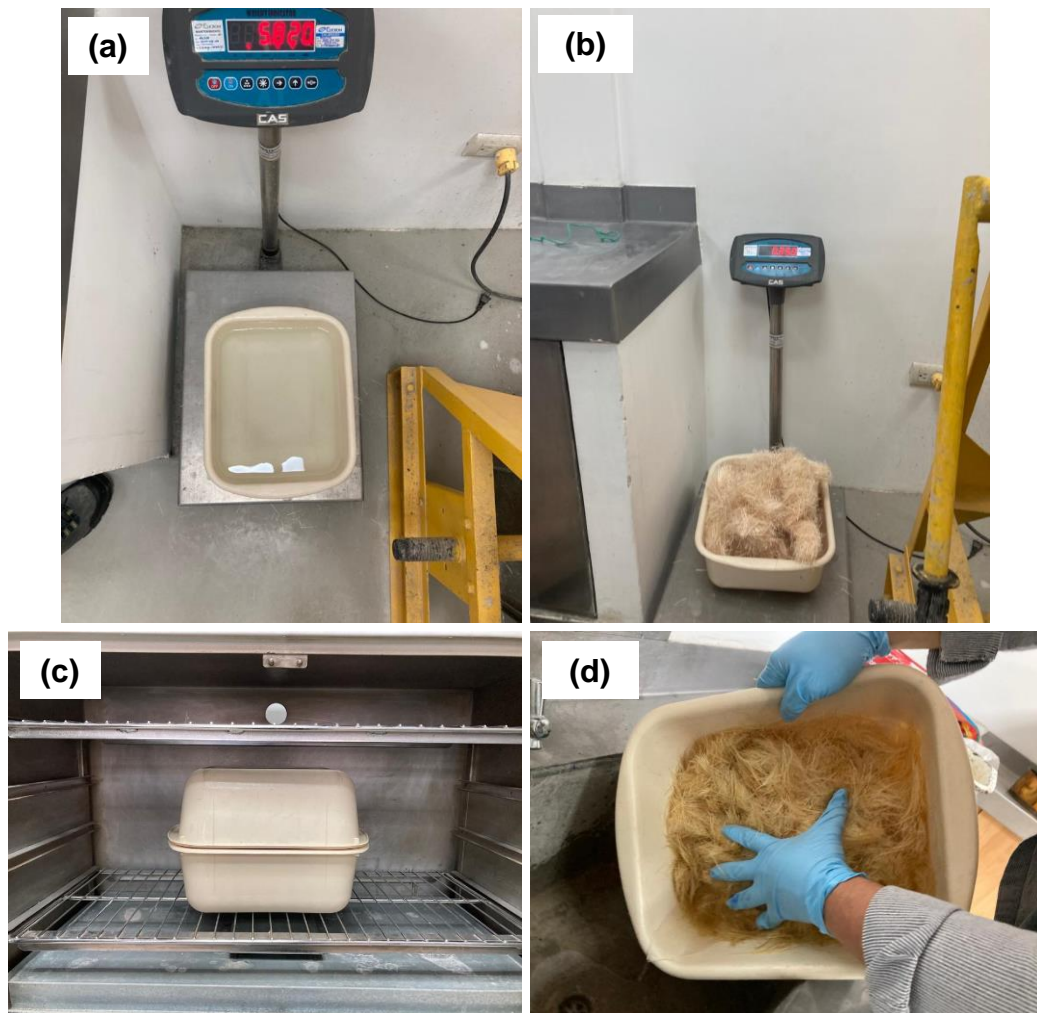


Figura 2 Proceso de Tratamiento de fibra.

(a) Peso del agua. (b) Peso de la fibra. (c) Reposo de fibra en lugar cerrado por 4 horas. (d) Lavado de fibra hasta ver agua más transparente o clara

Fuente: Autor

3.2 Diseño de mezcla

Para poder estudiar el comportamiento del mortero y la influencia de la fibra de abacá en la adherencia de paredes de mampostería al ser agregada a la misma mezcla cementicia, es necesario determinar una dosificación estándar para un volumen específico y así partir de un mismo material que se pueda adecuar dependiendo de lo que se requiera agregar o se reducir.

3.2.1 Mortero convencional

La dosificación estándar que se escogió será denominada como mortero convencional sin fibra (SF), donde su relación de arena cemento es de 3:1.

Las cantidades utilizadas van de acuerdo a la norma (NTE INEN 2615, 2012) que establece que, para un cemento tipo M en una amasada de mortero mezclado en laboratorio, se debe utilizar 540g.

Tipo de cemento para mortero	Masa del cemento, g
N	480
S	510
M	540

Figura 2 Contenido de cemento en una amasada de mortero mezclada en laboratorio

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización – (NTE INEN 2615, 2012)

La cantidad de arena que se utiliza se puede calcular por la relación anteriormente mencionada y la cantidad de agua se determina mediante el ensayo de flujo, el cual se describirá más adelante. Esto nos da como resultado lo siguiente:

Pesos	Cemento (g)	Arena (g)	Agua (g)	A/C
	540	1620	330	0,61
Volumen	Cemento (cm ³)	Arena (cm ³)	Agua (cm ³)	Total (cm ³)
	189,47	611,32	330,00	1130,8

Tabla 4 Cantidades utilizadas para amasamiento de un mortero convencional sin fibra

Fuente: Autor

3.2.2 Mortero con fibra

El mortero con fibra (CF) es una adecuación del mortero convencional, donde se agrega el 0.2%, del peso de los sólidos, de fibra de abacá previamente tratada con hidróxido de sodio (NaOH) para mejorar sus propiedades mecánicas (Gabriela Calle, 2019).

Al introducir un elemento distinto a una mezcla con dosificaciones previamente medidas, esta está sujeta a cambiar sus propiedades, volumen y masa. Por lo tanto, al agregar la fibra de abacá a la mezcla de mortero SF, se procuró mantener un mismo volumen, flujo y similar relación agua-cemento para poder hacer una comparación justa de materiales con propiedades físicas similares, de la siguiente manera:

Pesos	Cemento (g)	Arena (g)	Agua (g)	Fibra (g)	A/C
	540	1586	340	4,3	0,63
Volumen	Cemento (cm3)	Arena (cm3)	Agua (cm3)	Fibra (cm3)	Total
	189,47	598,49	340,00	2,87	1130,8

Tabla 5 Cantidades utilizadas para amasamiento de un mortero con fibra

Fuente: Autor

3.2.3 Mortero con fibra y reducción de cemento

Como se ha demostrado en distintos trabajos que el mortero convencional puede mejorar sus características físicas al agregar fibra de abacá previamente tratada con hidróxido de sodio (Cubillo Adriana & Chasiguasin Fabricio, 2020), podemos suponer que el porcentaje de incremento de propiedades del mortero puede ser utilizado para reducir la cantidad de cemento de la mezcla, logrando llegar a tener las mismas propiedades iniciales, es decir, asumir que la fibra puede sustituir un porcentaje de cemento.

Por tal motivo, para este trabajo de titulación se optó por modificar el mortero con fibra previamente tratada, reduciendo el porcentaje de cemento en un 10% (RC) y, con el fin de mantener las relaciones entre materiales y volúmenes anteriormente indicadas, utilizar las siguientes cantidades:

Pesos	Cemento (g)	Arena (g)	Agua (g)	Fibra (g)	A/C
	486	1636	340	4,3	0,70
Volumen	Cemento (cm3)	Arena (cm3)	Agua (cm3)	Fibra (cm3)	Total
	170,53	617,36	340,00	2,87	1130,8

Tabla 6 Cantidades utilizadas para amasamiento de un mortero con fibra y reducción de cemento

Fuente: Autor

Se puede notar que, al reducir la cantidad de cemento, se incrementó la cantidad de arena para obtener el mismo volumen de las mezclas anteriores, pero existe una pequeña diferencia en la relación agua-cemento, debido a que

la arena utilizada no absorbe agua suficiente agua como lo que se redujo de cemento.

3.3 Amasado

Se agrega cada material a una amasadora para mezclar. De acuerdo con la cantidad de ensayos que se harán, se multiplica las dosificaciones anteriormente detalladas para la cantidad necesaria y así no alterar la mezcla.

Se utilizó una amasadora manual, un balde y un cronómetro para realizar la mezcla, y se agregaron los distintos materiales de la manera siguiente:

Procedimiento	Parcial	Cronómetro
1. Verter el agua en el recipiente		
2. Verter el cemento, velocidad lenta	30 seg	30 seg
3. Verter arena	15 seg	45 seg
4. Verter fibra	15 seg	1 min
5. Velocidad alta	30 seg	1 min 30 seg
6. Retirar el mortero adherido a las paredes laterales	30 seg	2 min
7. Dejar reposar	60 seg	3 min
8. Velocidad alta	60 seg	4 min

Tabla 7 Proceso de mezcla de mortero

Fuente: (Freire, 2019)

3.4 Ensayos

3.4.1 Flujo

Este ensayo se lo realizó bajo la norma (UNE-EN 1015-3, 2000), la cual mide el escurrimiento de la mezcla y su efecto por la cantidad de agua utilizada. El ensayo consiste en tomar una muestra de la mezcla y verterla en un molde troncocónico en dos capas acompañadas de 20 golpes cada una; el molde debe estar situado sobre una mesa de golpes y, luego de recibir 25 golpes, se deben tomar 4 medidas del diámetro de la circunferencia, las cuales deben

sumar 110 ± 5 cm para lograr obtener una mezcla con una consistencia definida.

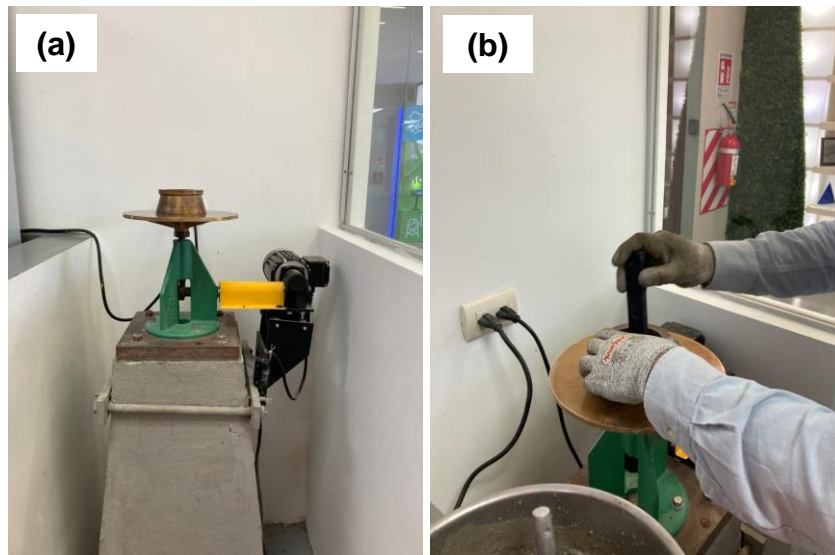


Figura 3 Ensayo de flujo.

(a) Molde troncocónico sobre mesa de golpes. (b) Colocación de capas de muestra en molde

Fuente: Autor

Se debe mencionar que debido a que la arena utilizada es un material con bajo índice de absorción de agua, se realizaron varias pruebas para determinar el flujo preciso. Si, al medir una muestra, la suma de los diámetros no se encontraba dentro del rango de 110 ± 5 cm, la mezcla no se consideraba eficiente para realizar la comparación de los morteros.

Mortero	D1	D2	D3	D4	TOTAL
SF	28	27	28	28	111
CF	27	27	26	28	108
RC	26	29	28	29	112

Tabla 8 Resultados de flujo para cada mortero

Fuente: Autor

3.4.2 Compresión

El ensayo a compresión se lo realizó bajo la norma (NTE INEN 488, 2009), la cual establece ensayar cubos de mortero de 50mm de arista. Para elaborar los cubos, se debe verter la mezcla en dos capas y compactar con un pisón

cada una con 32 golpes. Los cubos son curados por 24 horas para luego ser desmoldados y sumergidos en agua con cal hasta la fecha de ser ensayados.

La fuerza aplicada a cada cubo hasta su punto de falla será medida por medio de una máquina de ensayos, la cual se calibra con una velocidad de carga de 0.5 KN/seg, carga de inicio de 0.01 KN y una sensibilidad de 200 KN. Para calcular la resistencia a compresión de cada cubo, se utiliza la siguiente ecuación:

$$f_m = \frac{P}{A}$$

Donde:

- f_m = Resistencia a la compresión en MPa
- P = Fuerza máxima aplicada sobre el cubo en N
- A = Área de sección transversal a la dirección de la fuerza en mm²

Los ensayos se realizarán a 7 y 28 días para poder comparar y analizar el comportamiento del mortero a lo largo del tiempo.

3.4.3 Flexión

El ensayo de flexión de lo realizó bajo la norma (UNE-EN 1015-11, 2000), la cual establece los métodos a llevar para elaborar y ensayar probetas de mortero a flexión. La resistencia a flexión del mortero CF es un dato fundamental para este trabajo debido a que medirá una propiedad directamente relacionada a la adherencia del mortero, ya que las dos se enfrentan a esfuerzos de tensión.

La fuerza aplicada a cada probeta será medida por una máquina de ensayo a la cual se le introduce un equipo utilizado para ensayar la resistencia a flexión. El equipo cuenta con 3 rodillos de acero separados como lo indica la siguiente Figura:

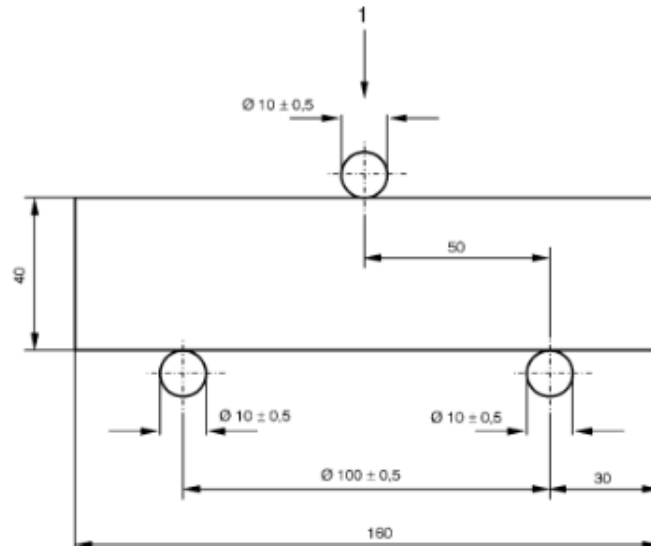


Figura 3 Equipo para ensayo de resistencia a flexión

Fuente: (UNE-EN 1015-11, 2000)

Para elaborar las probetas se debe verter la mezcla en unos moldes que tienen una medida de 40x40x160mm, se deben poner dos capas y compactarlas con pistón a 15 golpes y 45 seg en una mesa vibratoria cada una. Su proceso de desencofrado y curado es el mismo que los cubos que ensayaran a compresión hasta la fecha en que se vayan a ensayar.

La máquina de ensayos se debe calibrar para que aplique una carga con una velocidad de 0.01 KN/seg, carga de inicio de 0.05 KN y una sensibilidad de 200 KN. Para medir la resistencia a partir de la fuerza aplicada en la probeta hasta su falla, se debe utilizar la siguiente ecuación:

$$f = 1.5 \frac{Fl}{bd^2}$$

Donde:

- f = Resistencia a la flexión en MPa
- F = Fuerza máxima aplicada sobre la probeta en N
- l = Distancia en los ejes de los rodillos de apoyo en mm
- b = Ancho de probeta en mm
- d = Grosor de probeta en mm

Los ensayos se realizarán a 7 y 28 días para poder comparar y analizar el comportamiento del mortero a lo largo del tiempo.

3.4.4 Adherencia

La adherencia que se medirá en esta investigación es la propiedad del mortero para adherirse en paredes de bloques. Se realizó los ensayos tomando de referencia la norma ASTM C1583/C1583M, la cual detalla el procedimiento de preparación, materiales y ensayo. El proceso fue llevado a cabo de tal manera que se simule la colocación de enlucido en obra.

Se utilizarán bloques livianos de hormigón de medidas 19x9x39cm y se hará un enlucido de 1 cm de espesor en la cara más grande del bloque para poder tomar 3 muestras. La máquina de ensayos de adherencia que se utilizará es un aparato que consiste de 3 soportes laterales y un dispositivo central que jala una tuerca ajustada a la muestra que se desea ensayar. El equipo se calibra para que aplique una velocidad de carga de 100 N/seg sobre un área de 50 mm de diámetro y al final mostrará la carga que se necesitó para desprender la muestra.

El enlucido es una capa de mortero que se adhiere por lo general a las paredes de bloques para dar un mejor acabado, tener una superficie lisa y que, según algunas investigaciones, sea capaz de aportar una fracción de resistencia a la pared (Khorasani & Kabir, 2022) . El proceso y descripción para enlucir los bloques y tomar las muestras fue el siguiente:

1. Rociar ligeramente agua sobre la superficie del bloque donde se pondrá el enlucido.
2. Colocar un objeto, de preferencia un dado de metal, en cada esquina del bloque para que marque 1cm de espesor.
3. Con un bailejo lanzar poco a poco la mezcla sobre el bloque. Esta acción, además de simular la colocación de enlucido en obra, logra que la mezcla se esparza de una mejor manera en el área puesta y que se adhiera por el impacto.
4. Esparcir toda la mezcla sobre la superficie hasta marcar 1 cm de espesor.

5. Dar un acabado a la superficie del enlucido para que quede lisa y no exista algún grumo o acumulación de material. En este paso se puede usar una regla de nivel para poder nivelar la superficie y todo quede con un mismo espesor.



Figura 4 Acabado de enlucido

Fuente: Autor

6. Dejar reposar por aproximadamente 45 min sin mover los bloques o producir algún tipo de impacto a la mesa donde estén ubicados. Movimientos bruscos pueden perjudicar las muestras por lo que la mezcla está fresca aún y debe empezar a adherirse al bloque.
7. Una vez pasados los 45 min, los bloques se pueden trasladar a un lugar donde no vayan a ser movidos hasta el día de su ensayo. Serán rociados ligeramente con agua y se los cubrirá con fundas de plástico para que no puedan ser afectados por algún agente externo y para que su transpiración ocurra.
8. 24 horas previo al día estipulado para el ensayo, se harán 3 perforaciones de $20\text{mm} \pm 3\text{mm}$ de profundidad, con una broca circular de 5 cm de diámetro, en el enlucido. Estas perforaciones se realizan con el fin de controlar el área del enlucido a la cual se le aplicará la carga y así poder determinar su resistencia de adherencia. Se tomará cuidado, al momento de realizar las perforaciones, de no afectar la superficie de donde se hará el ensayo debido a que puede alterar los resultados de adherencia, se sugiere utilizar agregar agua para facilitar el trabajo.



Figura 5 Perforaciones en bloques para ensayo de adherencia

Fuente: Autor

9. Se pegarán al bloque unos discos de ensayos de 50 mm de diámetro, en cada perforación hecha, utilizando un pegamento epóxico conocido comercialmente como “PEGATANKE”, el cual consiste en dos soluciones que se mezclan sobre la superficie que se desea pegar, luego se debe dejar al sol por 30 min para que se endurezca, pero se prefirió dejarlo secar por 24 horas. De acuerdo con la ficha técnica de (Pegatanke, 2020) este pegamento tiene una resistencia a tensión de alrededor de 4MPa.



Figura 6 Epóxico utilizado para pegar los discos de ensayo al enlucido del bloque

Fuente: Autor

10. Los discos pegados son parte de los accesorios de la máquina que se utilizará para realizar el ensayo de adherencia. Los discos tienen un orificio en la parte superior donde se ajusta un tornillo del cual la máquina de ensayo de adherencia se sujetará.



Figura 7 Discos de ensayo pegados a bloques por medio del pegamento epóxico

Fuente: Autor

11. Una vez transcurridas las 24 horas de haber pegado los discos al enlucido del bloque (es decir el día estipulado para el ensayo), se encaja la máquina de ensayo en el tornillo que se ajustó y se enciende para que empiece a aplicar la carga necesaria hasta la falla.

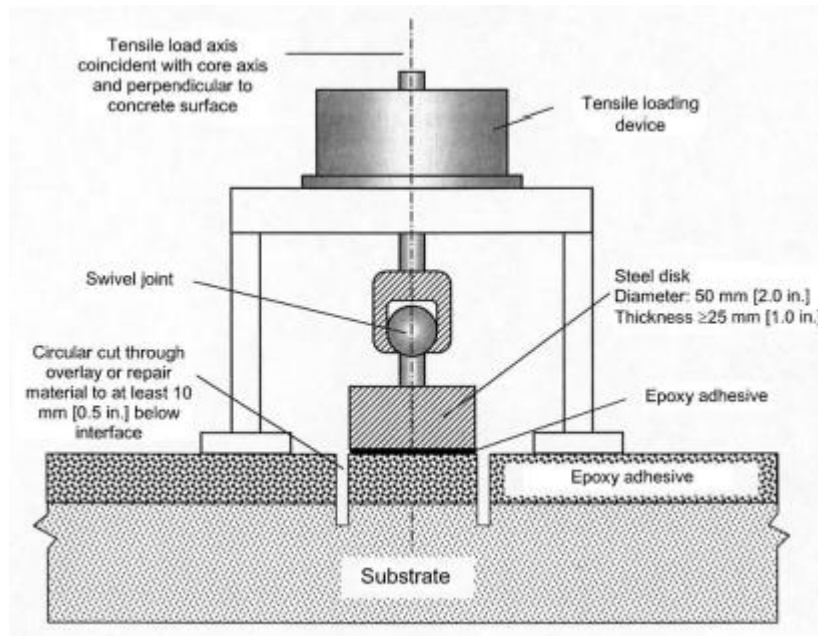


Figura 4 Esquema de configuración del equipo y las muestras

Fuente: (ASTM C1583/C 1583M, 2018)

Los resultados obtenidos por la máquina de ensayo de adherencia son mostrados en unidades de fuerza KN, por lo que se usó la siguiente ecuación para determinar la resistencia de adherencia:

$$f_{ad} = \frac{P}{A}$$

Donde:

- f_m = Resistencia de adherencia en MPa
- P = Fuerza de tensión necesaria para desprender la muestra en N
- A = Área de sección transversal a la dirección de la fuerza en mm²

Existen 4 tipos de falla que pueden ocurrir al momento del ensayo, estos son: falla en el bloque, falla entre el enlucido y bloque, falla en el enlucido, y falla en el epóxico (Ver Figura 5). Todas las fallas deberán ser registradas debido a que cada una indica el comportamiento de cada elemento y, por cada 3 muestras con fallas iguales, se deberá tomar un promedio. En caso de la falla en el epóxico, ésta se deberá rechazar y proceder a realizar otra perforación junto con otro ensayo. Los ensayos se realizarán a 7 y 28 días para poder comparar y analizar el comportamiento del mortero a lo largo del tiempo.

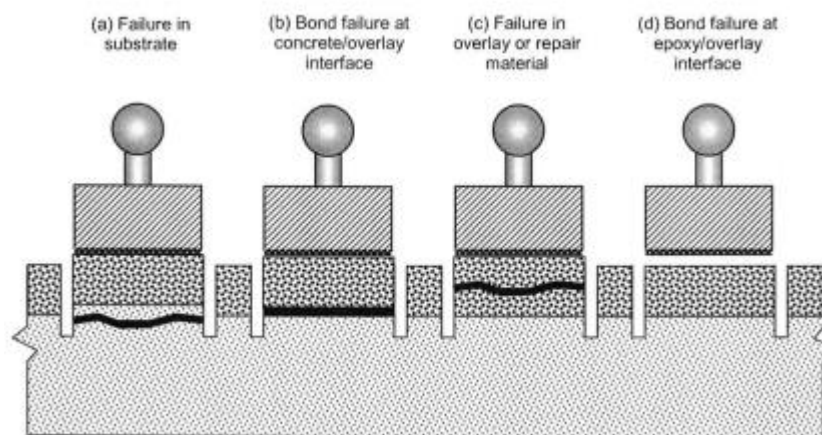


Figura 5 Tipos de fallas en ensayo de adherencia

Fuente: (ASTM C1583/C 1583M, 2018)

CAPÍTULO 4

4 Resultado de ensayos

4.1 Compresión

Muestra	Masa (g)	Área (mm ²)	Carga (N)	Resistencia (MPa)	Promedio (MPa)
SF1	273,76	2563,2813	29835	11,639	12,359
SF2	267,70	2551,2312	31637	12,401	
SF3	274,53	2536,626	33070	13,037	

Tabla 9 Resultados de ensayos a compresión a mortero convencional sin fibra (SF) - 7 días

Fuente: Autor

Muestra	Masa (g)	Área (mm ²)	Carga (N)	Resistencia (MPa)	Promedio (MPa)
CF1	274,91	2554,794	38300	14,991	16,142
CF2	280,40	2526,0595	41312	16,354	
CF3	276,80	2583,1806	44121	17,080	

Tabla 10 Resultados de ensayos a compresión a mortero con fibra de abacá (CF) - 7 días

Fuente: Autor

Muestra	Masa (g)	Área (mm ²)	Carga (N)	Resistencia (MPa)	Promedio (MPa)
RC1	273,31	2491,0017	23787	9,549	9,427
RC2	274,65	2529,0841	23087	9,129	
RC3	269,51	2598,946	24956	9,602	

Tabla 11 Resultados de ensayos a compresión a mortero con fibra de abacá y reducción de cemento (RC) - 7 días

Fuente: Autor

Morteros	Descripción	Resistencia (MPa)
SF	Mortero convencional	12,359
CF	Mortero con fibra de abacá tratada con NaOH	16,142
RC	Mortero con fibra de abacá tratada con NaOH y reducción del 10% de cemento	9,427

Tabla 12 Resultados globales de resistencia a compresión - 7 días

Fuente: Autor

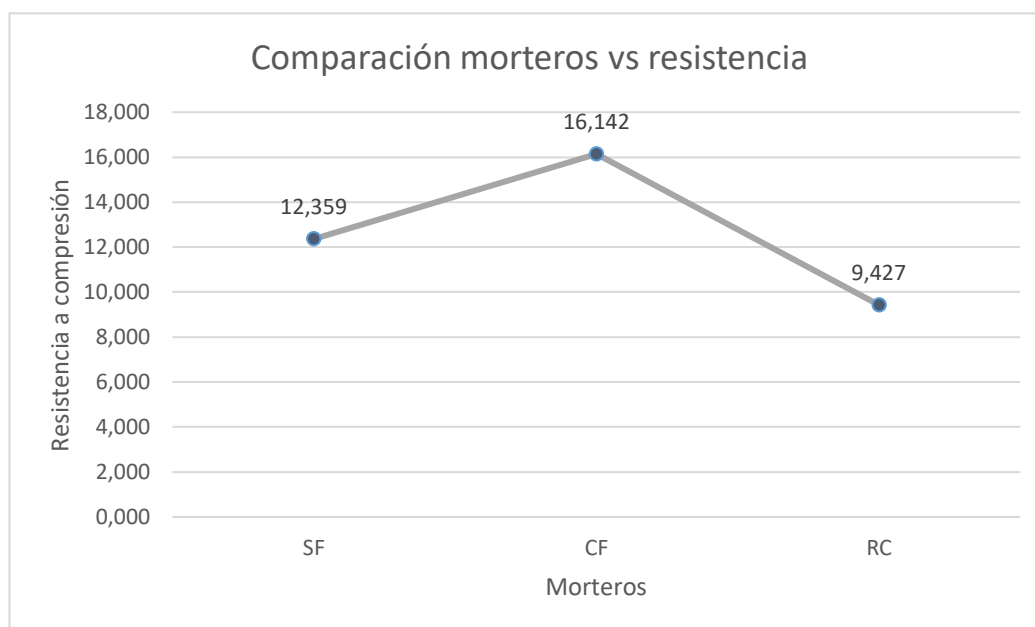


Figura 6 Gráfica morteros vs resistencia a compresión – 7 días

Fuente: Autor

Muestra	Masa (g)	Área (mm ²)	Carga (N)	Resistencia (MPa)	Promedio (MPa)
SF4	279,14	2570,9508	39045	15,187	16,048
SF5	266,32	2248,6152	38299	17,032	
SF6	267,87	2514,5168	40041	15,924	

Tabla 13 Resultados de ensayos a compresión a mortero convencional sin fibra (SF) - 28 días

Fuente: Autor

Muestra	Masa (g)	Área (mm ²)	Carga (N)	Resistencia (MPa)	Promedio (MPa)
CF4	277,84	2277,6012	40571	17,813	17,743
CF5	277,25	2564,9154	44973	17,534	
CF6	277,00	2601,924	46524	17,881	

Tabla 14 Resultados de ensayos a compresión a mortero con fibra de abacá (CF) - 28 días

Fuente: Autor

Muestra	Masa (g)	Área (mm ²)	Carga (N)	Resistencia (MPa)	Promedio (MPa)
RC4	276,01	2581,0358	33499	12,979	13,110
RC5	276,08	2593,8585	35288	13,604	
RC6	273,94	2611,7168	33287	12,745	

Tabla 15 Resultados de ensayos a compresión a mortero con fibra de abacá y reducción de cemento (RC) - 28 días

Fuente: Autor

Morteros	Descripción	Resistencia (MPa)
SF	Mortero convencional	16,048
CF	Mortero con fibra de abacá tratada con NaOH	17,743
RC	Mortero con fibra de abacá tratada con NaOH y reducción del 10% de cemento	13,110

Tabla 16 Resultados globales de resistencia a compresión - 28 días

Fuente: Autor

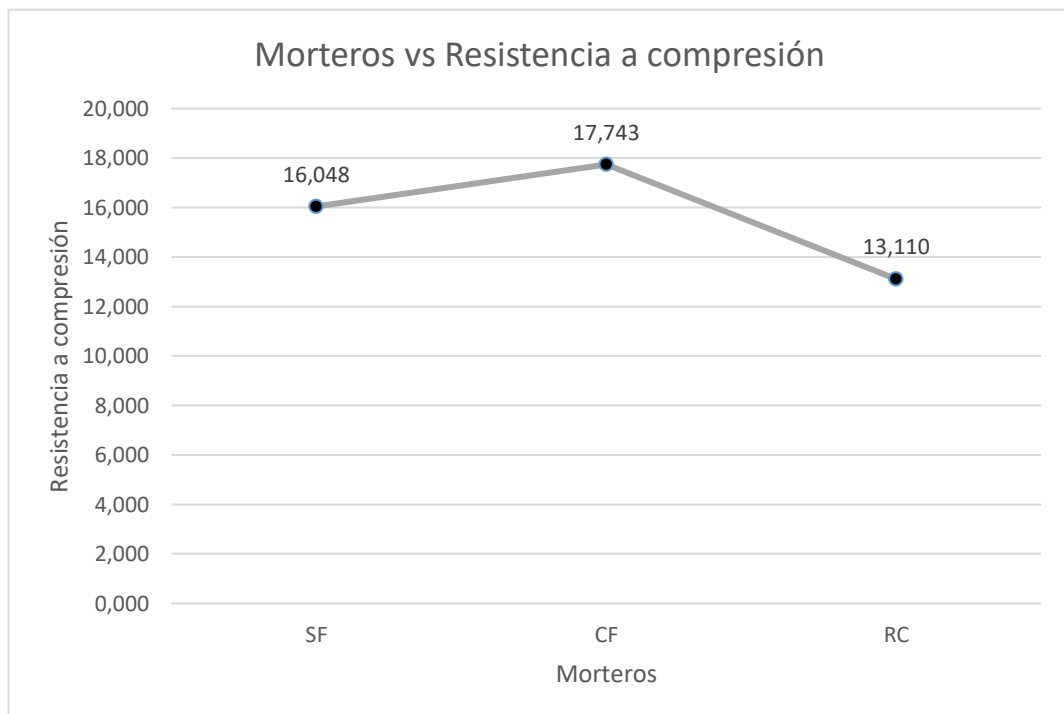


Figura 7 Gráfica morteros vs resistencia a compresión - 28 días

Fuente: Autor

Morteros	Descripción	Resistencia (MPa)	
		7 días	28 días
SF	Mortero convencional	12,359	16,048
CF	Mortero con fibra de abacá tratada con NaOH	16,142	17,743
RC	Mortero con fibra de abacá tratada con NaOH y reducción del 10% de cemento	9,427	13,110

Tabla 17 Resultados globales de resistencia a compresión - 7 y 28 días

Fuente: Autor

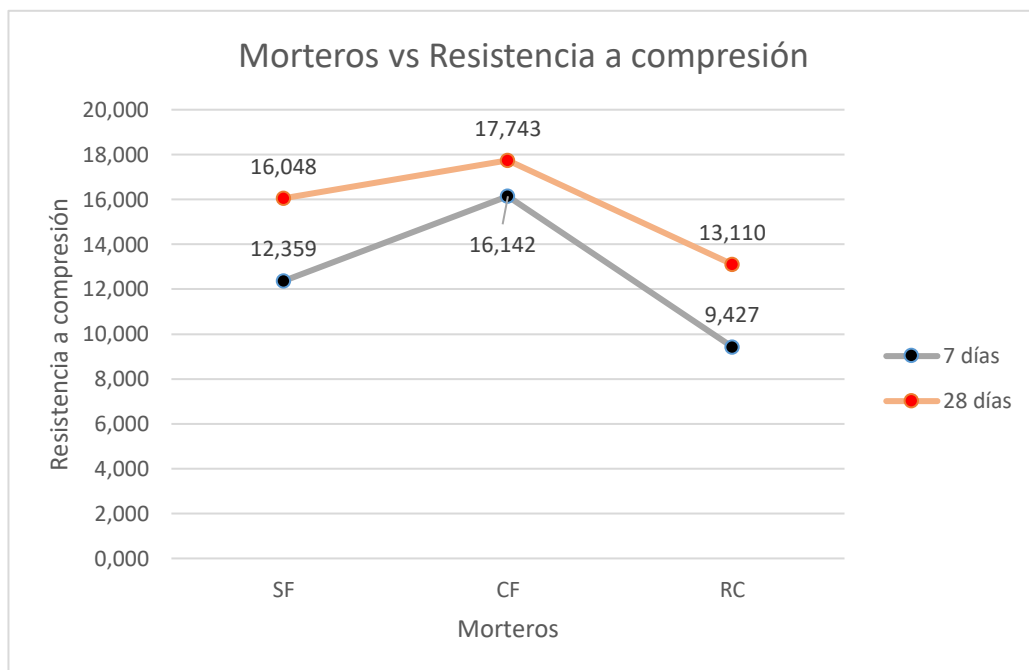


Figura 8 Gráfica morteros vs resistencia a compresión - 7 y 28 días

Fuente: Autor



Figura 8 Ensayo de compresión a cubo de mortero

Fuente: Autor

4.2 Flexión

Muestra	Masa (g)	$1.5 \cdot I/(bd^2)$	Carga (N)	Resistencia (MPa)	Promedio (MPa)
SF1	564,00	0,002232567	1923	3,413	3,104
SF2	563,80	0,002239989	1770	2,972	
SF3	570,43	0,002240916	2023	2,929	

Tabla 18 Resultados de ensayos a flexión a mortero convencional sin fibra (SF) - 7 días

Fuente: Autor

Muestra	Masa (g)	$1.5 \cdot I/(bd^2)$	Carga (N)	Resistencia (MPa)	Promedio (MPa)
CF1	600,00	0,00206969	1649	4,293	4,264
CF2	569,64	0,002119527	1402	3,965	
CF3	50,77	0,00207856	1409	4,533	

Tabla 19 Resultados de ensayos a flexión a mortero con fibra de abacá (CF) - 7 días

Fuente: Autor

Muestra	Masa (g)	$1.5 \cdot I / (bd^2)$	Carga (N)	Resistencia (MPa)	Promedio (MPa)
RC1	572,37	0,002243467	1503	3,372	3,221
RC2	566,56	0,002266798	1462	3,314	
RC3	571,07	0,002252326	1322	2,978	

Tabla 20 Resultados de ensayos a flexión a mortero con fibra de abacá y reducción de cemento (RC) - 7 días

Fuente: Autor

Morteros	Descripción	Resistencia (MPa)
SF	Mortero convencional	3,104
CF	Mortero con fibra de abacá tratada con NaOH	4,264
RC	Mortero con fibra de abacá tratada con NaOH y reducción del 10% de cemento	3,221

Tabla 21 Resultados globales de resistencia a flexión - 7 días

Fuente: Autor

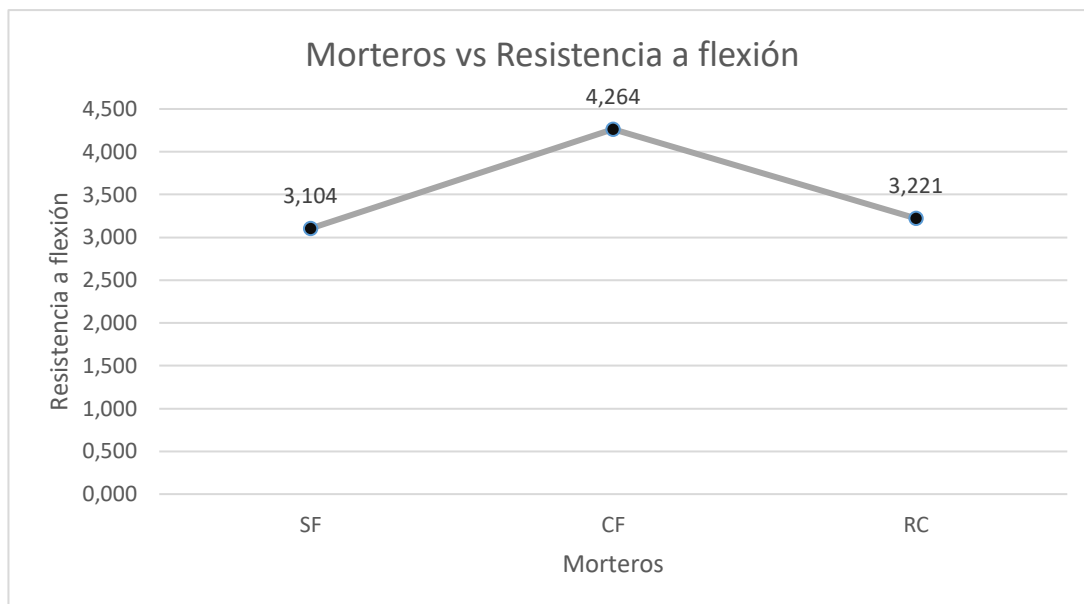


Figura 9 Gráfica morteros vs resistencia a flexión – 7 días

Fuente: Autor

Muestra	Masa (g)	$1.5 \cdot I / (bd^2)$	Carga (N)	Resistencia (MPa)	Promedio (MPa)
SF4	572,29	0,002189765	2391	5,236	4,629
SF5	600,75	0,001959245	2010	3,938	
SF6	599,57	0,001907066	2471	4,712	

Tabla 22 Resultados de ensayos a flexión a mortero convencional sin fibra (SF) - 28 días

Fuente: Autor

Muestra	Masa (g)	$1.5 \cdot I / (bd^2)$	Carga (N)	Resistencia (MPa)	Promedio (MPa)
CF4	571,45	0,002168818	2317	5,025	4,817
CF5	579,73	0,002206688	2057	4,539	
CF6	580,22	0,002164769	2257	4,886	

Tabla 23 Resultados de ensayos a flexión a mortero con fibra de abacá (CF) - 28 días

Fuente: Autor

Muestra	Masa (g)	$1.5 \cdot l / (bd^2)$	Carga (N)	Resistencia (MPa)	Promedio (MPa)
RC4	586,16	0,00217869	2110	4,597	4,152
RC5	584,02	0,002155593	1983	4,275	
RC6	593,49	0,001944163	1843	3,583	

Tabla 24 Resultados de ensayos a flexión a mortero con fibra de abacá y reducción de cemento (RC) - 28 días

Fuente: Autor

Morteros	Descripción	Resistencia (MPa)
SF	Mortero convencional	4,629
CF	Mortero con fibra de abacá tratada con NaOH	4,817
RC	Mortero con fibra de abacá tratada con NaOH y reducción del 10% de cemento	4,152

Tabla 25 Resultados globales de resistencia a flexión - 28 días

Fuente: Autor

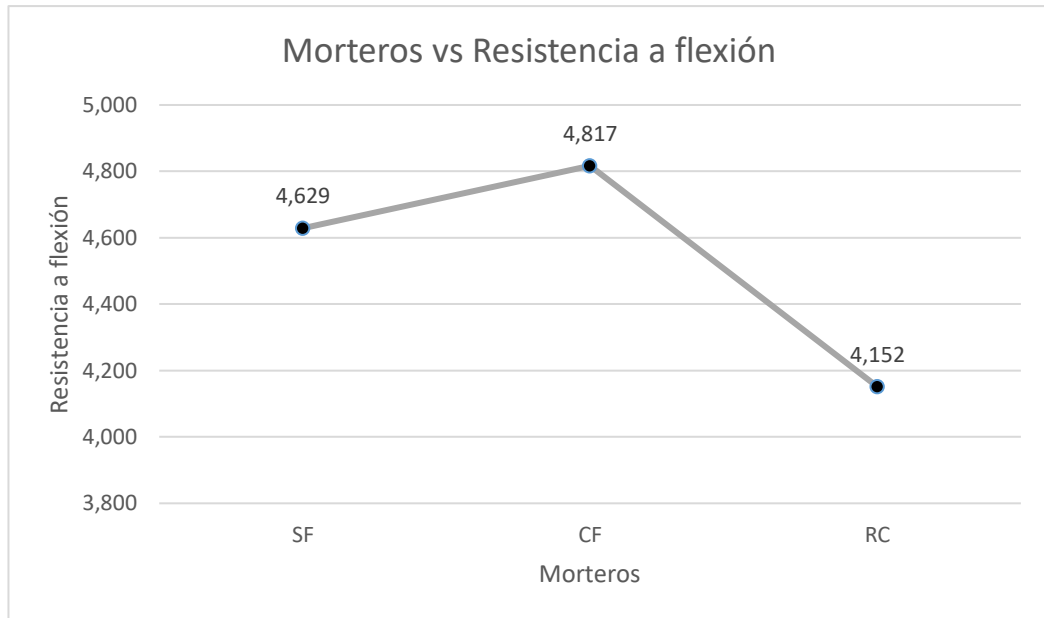


Figura 10 Gráfica morteros vs resistencia a flexión – 28 días

Fuente: Autor

Morteros	Descripción	Resistencia (MPa)	
		7 días	28 días
SF	Mortero convencional	3,104	4,629
CF	Mortero con fibra de abacá tratada con NaOH	4,264	4,817
RC	Mortero con fibra de abacá tratada con NaOH y reducción del 10% de cemento	3,221	4,152

Tabla 26 Resultados globales de resistencia a flexión - 7 y 28 días

Fuente: Autor

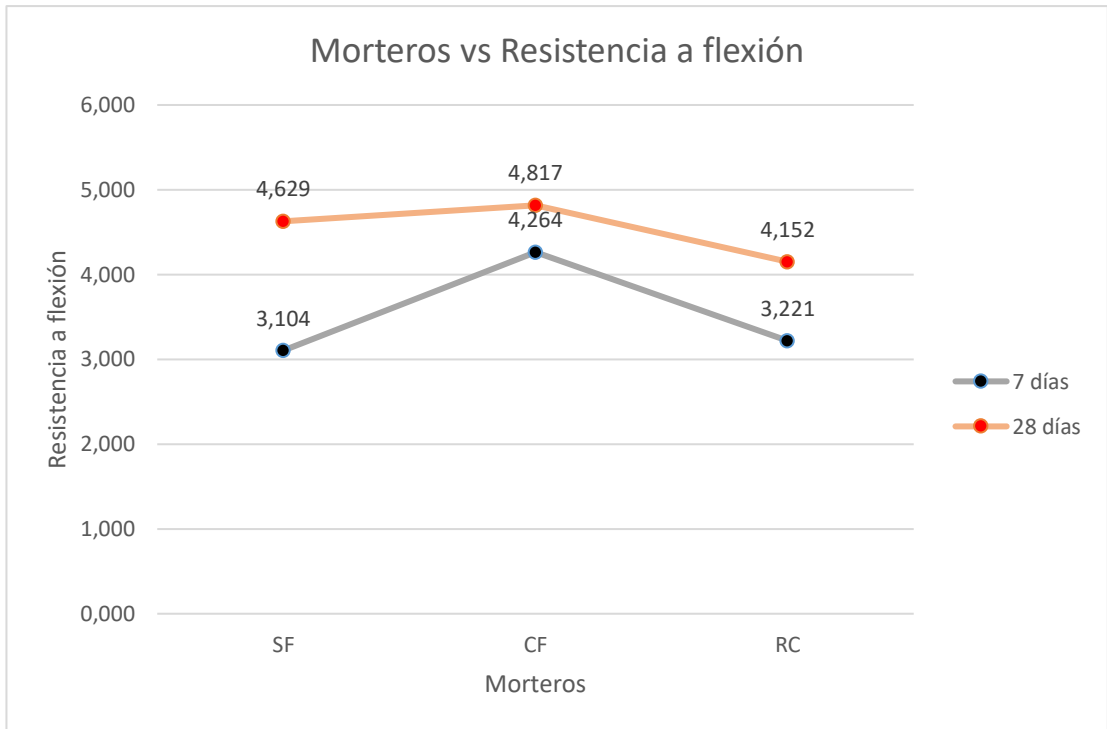


Figura 11 Gráfica morteros vs resistencia a flexión – 7 y 28 días

Fuente: Autor

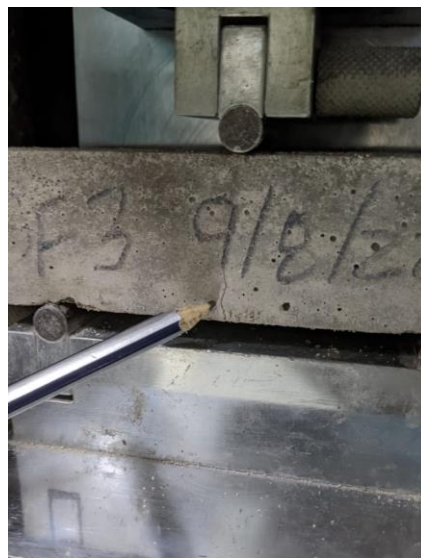


Figura 9 Agrietamiento de probeta en ensayo de flexión

Fuente: Autor

4.3 Adherencia

Muestra	Área (mm ²)	Carga (N)	Resistencia (MPa)	Promedio (MPa)
BLOCK SF 1.1	1963,495	605	0,308	0,297
BLOCK SF 1.2	1963,495	540	0,275	
BLOCK SF 1.3	1963,495	602	0,307	

Tabla 27 Resultados de ensayos de adherencia a mortero convencional sin fibra (SF) - 7 días

Fuente: Autor

Muestra	Área (mm ²)	Carga (N)	Resistencia (MPa)	Promedio (MPa)
BLOCK CF 1.3	1963,495	690	0,351	0,314
BLOCK CF 2.1	1963,495	590	0,300	
BLOCK CF 2.2	1963,495	570	0,290	

Tabla 28 Resultados de ensayos de adherencia a mortero con fibra de abacá (CF) - 7 días

Fuente: Autor

Muestra	Área (mm ²)	Carga (N)	Resistencia (MPa)	Promedio (MPa)
BLOCK RC 1.3	1963,495	255	0,130	0,196
BLOCK RC 2.1	1963,495	540	0,275	
BLOCK RC 2.2	1963,495	360	0,183	

Tabla 29 Resultados de ensayos de adherencia a mortero con fibra de abacá y reducción de cemento (RC) - 7 días

Fuente: Autor

Morteros	Descripción	Resistencia (MPa)
SF	Mortero convencional	0,297
CF	Mortero con fibra de abacá tratada con NaOH	0,314
RC	Mortero con fibra de abacá tratada con NaOH y reducción del 10% de cemento	0,196

Tabla 30 Resultados globales de resistencia de adherencia - 7 días

Fuente: Autor

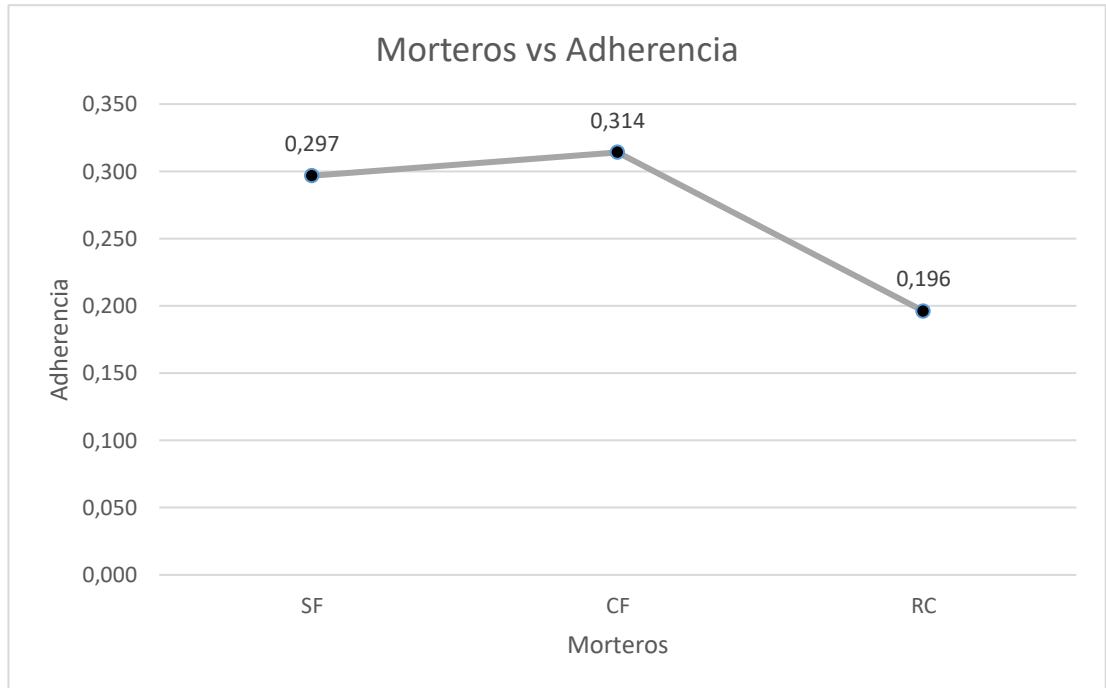


Figura 12 Gráfica morteros vs adherencia – 7 días

Fuente: Autor

Muestra	Área (mm ²)	Carga (N)	Resistencia (MPa)	Promedio (MPa)
BLOCK SF 2.1	1963,495	915	0,466	0,462
BLOCK SF 2.2	1963,495	835	0,425	
BLOCK SF 2.3	1963,495	970	0,494	

Tabla 31 Resultados de ensayos de adherencia a mortero convencional sin fibra (SF) - 28 días

Fuente: Autor

Muestra	Área (mm ²)	Carga (N)	Resistencia (MPa)	Promedio (MPa)
BLOCK CF 2.1	1963,495	770	0,392	0,528
BLOCK CF 2.2	1963,495	1305	0,665	
BLOCK CF 2.3	1963,495	935	0,476	

Tabla 32 Resultados de ensayos de adherencia a mortero con fibra de abacá (CF) - 28 días

Fuente: Autor

Muestra	Área (mm ²)	Carga (N)	Resistencia (MPa)	Promedio (MPa)
BLOCK RC 2.1	1963,495	590	0,300	0,271
BLOCK RC 2.2	1963,495	575	0,293	
BLOCK RC 2.3	1963,495	430	0,219	

Tabla 33 Resultados de ensayos de adherencia a mortero con fibra de abacá y reducción de cemento (RC) - 28 días

Morteros	Descripción	Resistencia (MPa)
SF	Mortero convencional	0,462
CF	Mortero con fibra de abacá tratada con NaOH	0,528
RC	Mortero con fibra de abacá tratada con NaOH y reducción del 10% de cemento	0,271

Tabla 34 Resultados globales de resistencia de adherencia - 28 días

Fuente: Autor

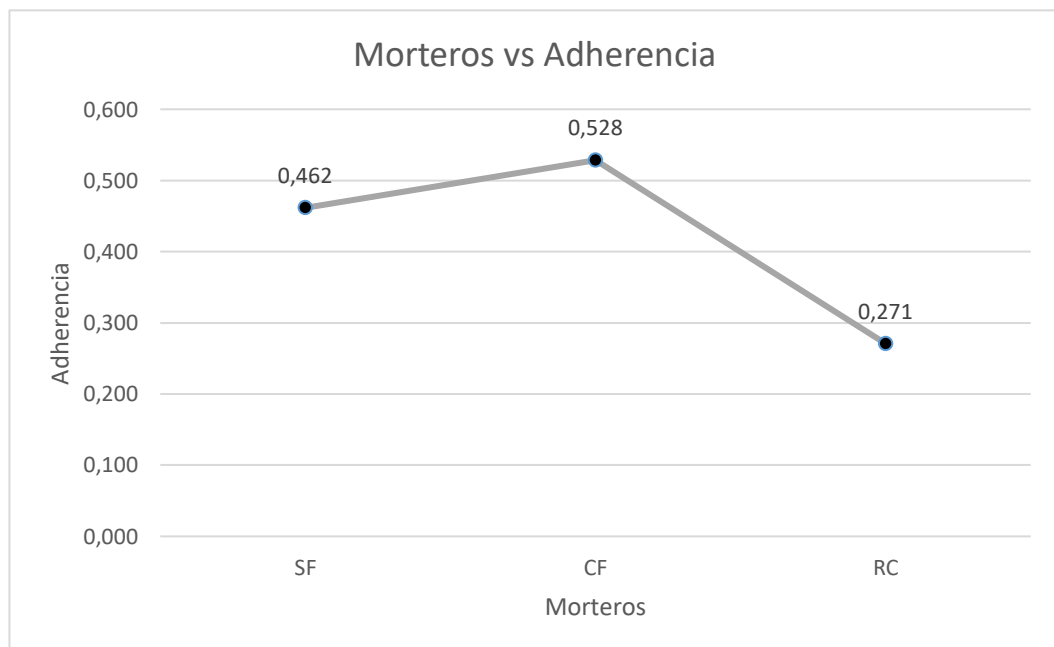


Figura 13 Gráfica morteros vs adherencia – 28 días

Fuente: Autor

Morteros	Descripción	Resistencia (MPa)	
		7 días	28 días
SF	Mortero convencional	0,297	0,462
CF	Mortero con fibra de abacá tratada con NaOH	0,314	0,528
RC	Mortero con fibra de abacá tratada con NaOH y reducción del 10% de cemento	0,196	0,271

Tabla 35 Resultados globales de resistencia de adherencia - 7 y 28 días

Fuente: Autor

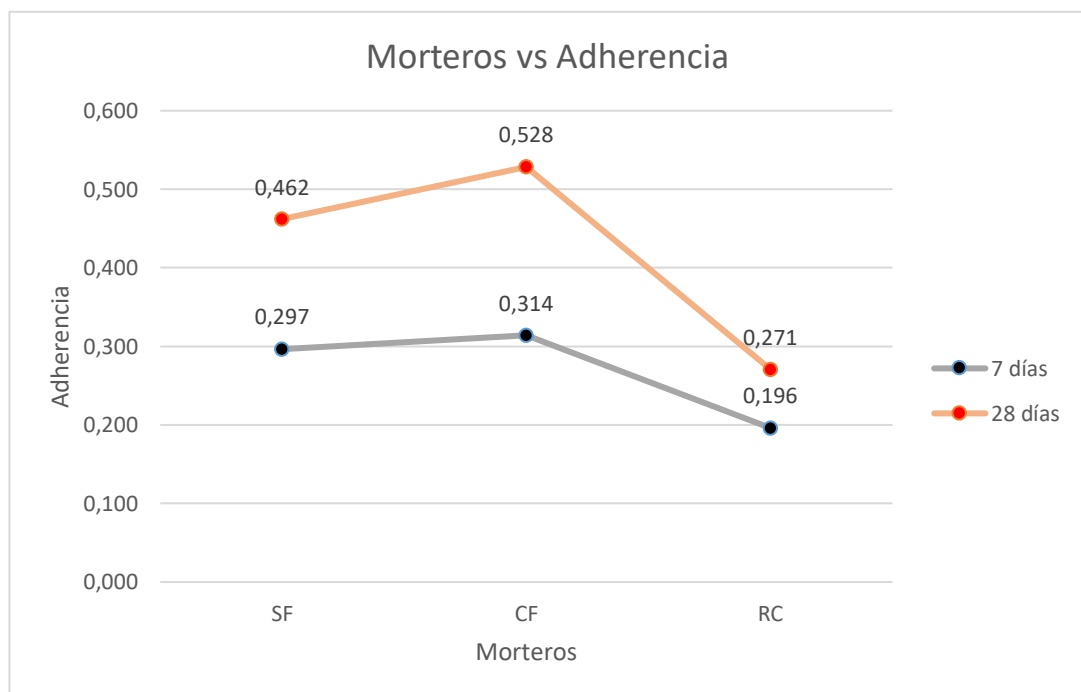


Figura 14 Gráfica morteros vs adherencia – 7 y 28 días

Fuente: Autor



Figura 10 Muestras de bloque extraídas por medio del ensayo de adherencia

Fuente: Autor

CAPÍTULO 5

5 Análisis de resultados

5.1 Compresión

De acuerdo a los resultados obtenidos para los ensayos de compresión, en primera instancia podemos observar el incremento de resistencia entre las pruebas a 7 y 28 días, lo cual es un comportamiento muy común ya que la propiedad más significativa del cemento es que incrementa su resistencia a lo largo del tiempo. Podemos también notar el incremento de resistencia del mortero CF con respecto al SF, siendo esto un incremento del 30.60% a los 7 días y 10.56% a los 28 días, pero un decremento de resistencia muy notorio al reducir el porcentaje de cemento del mortero CF, siendo esto un 41.59% a los 7 días y 26.11% a los 28 días.

Esto nos da a decir desde un principio que la fibra de abacá tratada con Hidróxido de Sodio mejora la resistencia compresión en el mortero, pero a lo largo del tiempo, debido a que el cemento es el elemento que gana resistencia en esta mezcla cementicia, la diferencia entre resistencias se va reduciendo. Por tal motivo, el mortero RC se ve muy afectado por la reducción del 10% de cemento en su mezcla, su resistencia es mucho menor al mortero convencional, al depender primordialmente de la propiedad característica del cemento.

5.2 Flexión

Es notorio el incremento de resistencia a flexión por parte del mortero SF en relación al mortero CF a los 7 días, un incremento del 37.37% nos muestra una clara mejora en la propiedad más crucial de la mezcla cementicia. Por otra parte, el mortero RC es afectado por la reducción de cemento en un decremento del 24.46% con respecto al mortero CF, esto quiere decir que, a pesar de reducir su resistencia a flexión, el mortero RC presenta una resistencia similar al SF. En otras palabras, el 0.2% de fibra de abacá tratada con Hidróxido de Sodio que se agregó a la mezcla, incrementó la resistencia lo suficiente como para sustituir un 10% de cemento que se puede reducir

para llegar a una resistencia similar al mortero inicial SF a los 7 días de fraguado.

A los 28 días el mortero CF muestra un incremento del 4.06%, lo cual nos indicia como la relación de resistencia a flexión es directamente proporcional al incremento de resistencia compresión del cemento, lo que reduce la diferencia entre resistencias de morteros a lo largo del tiempo de igual manera que en los resultados en el ensayo a compresión anteriormente descritos. El incremento mostrado cae fuera del margen de error que se puede obtener por ensayo, el cual es de $\pm 2\%$ de acuerdo la norma UNE-EN 105-11. El mortero RC obtuvo un decremento de 16.01% con respecto al CF y 10.3% con el mortero SF a los 28 días de fraguado, lo cual reitera lo anteriormente descrito.

5.3 Adherencia

Los ensayos de adherencia nos muestran datos calculados por el equipo utilizado y las muestras extraídas que nos indican donde ocurrió la falla. A los 7 días podemos notar un incremento de resistencia del mortero CF con respecto al SF en un 5.72%. Por otro lado, el mortero RC muestra una resistencia disminuida, con respecto a los otros, que nos indica que la reducción del 10% de cemento afecta de forma directa a la mezcla cementicia.

A los 28 días de fraguado existe un mayor incremento de resistencia para el mortero CF, 14.28% con respecto al mortero SF, lo cual indica que su capacidad de adherencia mejoró con el tiempo. Esto puede suceder por el incremento de resistencia del cemento y su relación directa con la fibra de abacá en la mezcla, elevando la capacidad de agarre entre fibra-cemento. Mientras que el mortero RC se ve afectado por la reducción de cemento, reduciendo su capacidad de adherencia y no teniendo un gran porcentaje de mejora con el tiempo a comparación de los otros morteros, esto es 38.26% para RC, 68.15% para CF y 55% para SF relacionando los datos obtenidos a 7 y 28 días de fraguado.

Las muestras extraídas nos muestran que todas las fallas han ocurrido en el bloque, al ser el elemento que se ve desprendido (Ver Figura 11). Esto nos da a decir que el enlucido tiene una capacidad de adherencia más grande que la

resistencia del bloque utilizado y que los datos obtenidos se pueden tomar como un valor límite para ensayos realizados en bloques de hormigón de este tipo. Se puede notar la diferencia entre el espesor de enlucido y el espesor de bloque que se desprendió, lo cual es producto de la profundidad de las perforaciones y la capacidad adherencia del material utilizado.



Figura 11 Muestra extraída por ensayo de adherencia

Fuente: Autor

CAPÍTULO 6

6 Conclusión y recomendación

6.1 Conclusión

El presente trabajo fue elaborado con el propósito de analizar la influencia de la fibra de abacá tratada con Hidróxido de Sodio en la adherencia de morteros en paredes de bloques. Además, por lo que se ha mostrado en trabajos anteriores que el mortero mejora sus propiedades al introducir la fibra, se analizó su comportamiento reduciéndole un 10% de la cantidad de cemento para determinar si la fibra puede llegar a sustituir al cemento y llegar a obtener la misma resistencia que un mortero convencional.

Para empezar con este trabajo de titulación se establecieron parámetros de acuerdo a las normas utilizadas y se procuró realizar las distintas mezclas manteniendo un flujo similar, es decir 110 ± 5 cm de flujo y una relación agua-cemento de $65 \pm 5\%$. Estos parámetros, a pesar de ser una base preliminar para simular mezclas similares, pueden afectar a lo largo en otras características al mortero y producir una diferencia de resultados, lo cual nos aleja de la similitud esperada. Uno de ellos es la relación agua-cemento la cual, al querer mantenerla constante, nos obliga a cambiar la dosificación de arena a utilizar y por consiguiente la cantidad de fibra no sería la misma, ya que de acuerdo a estudios realizados en el pasado (Gabriela Calle, 2019)) la dosificación de fibra ideal es del 0.2% del peso de los sólidos. Así mismo, cambiar la dosificación de la arena utilizada (arena estándar C778) producirá una mezcla más acuosa debido a su bajo porcentaje de absorción de agua, lo cual dificulta llegar a un flujo esperado.

Los resultados obtenidos nos muestran que efectivamente la fibra de abacá incrementa la resistencia del mortero en compresión, flexión y adherencia. Así mismo, como es de conocimiento común, el cemento incrementa su resistencia con el tiempo, por lo que se puede notar a los 28 días de fraguado como la diferencia de resistencias entre el mortero SF y CF se ve menor en relación a los datos a 7 días de fraguado. Este comportamiento no será muy

distinto si se realizan ensayos con más días de fraguado, debido a que todas las muestras aumentan resistencia y para más de 28 días, la pendiente de incremento de resistencia es menor. La propiedad física más reconocida y esencial del cemento es su resistencia a la compresión, por lo que es esperado que el mortero se vea afectado en esta característica al reducir su contenido de cemento, los ensayos muestran cómo decreció la capacidad de resistencia, pero esto es para el 10% que se redujo, lo cual podría ser ensayado con menores porcentajes de reducción para encontrar el porcentaje ideal de sustitución de cemento por fibra en la mezcla de mortero.

La adherencia de morteros en bloques de paredes es esencial por temas estructurales y arquitectónicos. En los ensayos realizados pudimos extraer todas las muestras de los bloques, es decir que la falla ocurrió en el bloque y no en el enlucido, lo cual indica que la resistencia del enlucido es mayor que la resistencia del bloque utilizado. En las distintas ramas de la ingeniería civil procuramos que las fallas ocurran donde mejor nos convenga, es decir donde podamos controlar los daños incurridos por cualquier agente externo o interno, por lo que los materiales que utilizamos deben ser de la mejor calidad para no depender de algo defectuoso. Los bloques utilizados para este trabajo de titulación (bloque liviano de 9x19x39cm) son comúnmente utilizados en la vida real para obras, por lo tanto, podemos concluir que la fibra de abacá no influye de manera negativa en el mortero, al contrario, mejora distintas propiedades de la mezcla y logra establecer un parámetro de resistencia mayor al esperado por los bloques. Los resultados de este trabajo para la adherencia del mortero con fibra de abacá tratada con Hidróxido de Sodio, nos da un valor referencial de resistencia que puede ser excedido al realizar ensayos en otro tipo de bloques u hormigón.

6.2 Recomendación

A partir de los resultados obtenidos, se recomienda realizar más ensayos, pero sin utilizar el parámetro de flujo, es decir, que la relación agua-cemento no sea modificada para que la resistencia tampoco sea afectada. Al igual, la arena puede ser cambiada por arena de uso comercial para simular el comportamiento del mortero en obra, lo cual nos daría resultados más reales al tener una arena con un mayor porcentaje de absorción de agua.

Por último, se recomienda para futuras investigaciones realizar ensayos con porcentajes de reducción de cemento menores al 10%, de este modo se podrá encontrar el porcentaje ideal para sustituir de alguna forma la cantidad de cemento utilizada, aprovechando el incremento de resistencia que otorga la fibra de abacá tratada.

Bibliografía

- Aceros Arequipa. (2022). *Calculo de la cantidad de mortero, cemento y arena gruesa por m2 de muro*. <https://www.construyendoseguro.com/sabes-como-calcular-la-cantidad-de-mortero-cemento-y-arena-gruesa-por-m2-de-muro/>
- Adams, B., & Luchsinger, G. (2009). *Climate Justice for a Changing Planet: A Primer for Policy Makers and NGOs*. www.foe.co.uk/resource/jbriefing_notes/dangerous_distraction.pdf
- Anderegg, W. R. L., Prall, J. W., Harold, J., & Schneider, S. H. (2010). Expert credibility in climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(27), 12107–12109. <https://doi.org/10.1073/pnas.1003187107>
- Ardanuy, M., Claramunt, J., & Toledo Filho, R. D. (2015). Cellulosic fiber reinforced cement-based composites: A review of recent research. In *Construction and Building Materials* (Vol. 79, pp. 115–128). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.01.035>
- ASTM C1583/C 1583M. (2018). *Tensile Strength of Concrete Surfaces and the Bond Strength or Tensile Strength of Concrete Repair and Overlay Materials by Direct Tension (Pull-off Method)*. www.astm.org,
- Awoyera, P. O., Odotuga, O. L., Effiong, J. U., Jesus, A. de, & Sarmiento, S. (2022). Development of Fibre-Reinforced Cementitious Mortar with Mineral Wool and Coconut Fibre. *Materials*, 15, 1–14.
- Azevedo, A. R. G., Lima, T. E. S., Reis, R. H. M., Oliveira, M. S., Candido, V. S., & Monteiro, S. N. (2022). Guaruman fiber: A promising reinforcement for cement-based mortars. *Case Studies in Construction Materials*, 16(March). <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01029>
- BANCO CENTRAL DEL ECUADOR. (2021). *CIFRAS ECONOMICAS DEL ECUADOR*.

- Barbosa Franco, A., de Almeida Barbosa Franco, J., Domingues, A. M., de Almeida Africano, N., Mattos Deus, R., & Gomes Battistelle, R. A. (2021). *Citation: de Sustainability in the Civil Construction Sector Supported by Industry 4.0 Technologies: Challenges and Opportunities* †. 1–15. <https://doi.org/10.3390/infrastructures7030043>
- Benaimeche, O., Carpinteri, A., Mellas, M., Ronchei, C., Scorza, D., & Vantadori, S. (2018). The influence of date palm mesh fibre reinforcement on flexural and fracture behaviour of a cement-based mortar. *Composites Part B: Engineering*, *152*, 292–299. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2018.07.017>
- Boulos, L., Foruzanmehr, M. R., Tagnit-Hamou, A., Elkoun, S., & Robert, M. (2017). Wetting analysis and surface characterization of flax fibers modified with zirconia by sol-gel method. *Surface and Coatings Technology*, *313*, 407–416. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2017.02.008>
- C109/C109M ASTM. (2020). https://www.astm.org/c0109_c0109m-20.html
- Cai, M., Takagi, H., Nakagaito, A. N., Katoh, M., Ueki, T., Waterhouse, G. I. N., & Li, Y. (2015). Influence of alkali treatment on internal microstructure and tensile properties of abaca fibers. *Industrial Crops and Products*, *65*, 27–35. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.11.048>
- Cai, M., Takagi, H., Nakagaito, A. N., Li, Y., & Waterhouse, G. I. N. (2016). Effect of alkali treatment on interfacial bonding in abaca fiber-reinforced composites. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, *90*, 589–597. <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2016.08.025>
- Camicon. (2021). *Análisis del estado actual del Sector de la Construcción*. <https://www.camicon.ec/la-camara-analisis-del-estado-actual-del-sector-de-la-construccion/>
- Carlos Gabriel Alfaro Zambrano, Alex Jharjeny Godoy, M., Honduras, M., Maier Acosta, A. M., Soto, R., & Zavala Membreño, H. (2021). *Evaluación*

de dos modelos de negocios para una plantación de abacá (Mussa textili Neé) en la provincia de Santo Domingo-Ecuador.

Çomak, B., Bideci, A., & Salli Bideci, Ö. (2018). Effects of hemp fibers on characteristics of cement based mortar. *Construction and Building Materials*, 169, 794–799. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.03.029>

Corporacion Financiera Nacional(C.F.N). (2021). *FICHA SECTORIAL CONSTRUCCIÓN SUBGERENCIA DE ANÁLISIS DE PRODUCTOS Y SERVICIOS.*

CRISTINA GUERRERO CASTELLANOS. (2011). *ANÁLISIS DEL MERCADO DEL SECTOR “CONSTRUCCIÓN” BAJO UN ENFOQUE DE CONCENTRACIÓN ECONÓMICA, EN EL CASO ECUATORIANO, DURANTE EL PERÍODO 2000-2008.*

Cubillo Adriana, & Chasiguasin Fabricio. (2020). *Procesos de envejecimientos natural y acelerado del mortero reforzado con fibra de abacá previamente tratada con Hidróxido de Sodio.*

Daniel, G., Mesías, R., Javier, E., Corrales, S., Domitila, A., & Calva, G. (2021). TECNIFICACIÓN DE MANO DE OBRA EN CONSTRUCCIÓN CIVIL MEDIANTE LA EDUCACIÓN TÉCNICA Y TECNOLÓGICA. *Revista Cotopaxi Tech*, 2(1), 56–67. <http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/47>

de Azevedo, A. R. G., Klyuev, S., Marvila, M. T., Vatin, N., Alfimova, N., de Lima, T. E. S., Fediuk, R., & Olisov, A. (2020). Investigation of the potential use of Curauá fiber for reinforcing mortars. *Fibers*, 8(11), 1–13. <https://doi.org/10.3390/fib8110069>

Ferreira, S. R., Pepe, M., Martinelli, E., de Andrade Silva, F., & Toledo Filho, R. D. (2018). Influence of natural fibers characteristics on the interface mechanics with cement based matrices. *Composites Part B: Engineering*, 140, 183–196. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2017.12.016>

- Fu, Y., Wang, H., Sun, W., & Zhang, X. (2021). New dimension to green buildings: Turning green into occupant well-being. *Buildings*, 11(11). <https://doi.org/10.3390/buildings11110534>
- Gabriela Calle. (2019). *INFLUENCIA DEL EFECTO ALCALINO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL MORTERO REFORZADO CON FIBRAS DE ABACÁ*.
- Harris, P. G. (2022). *Routledge Handbook of Global Environmental Politics*. *Routledge Handbook of Global Environmental Politics*. <https://doi.org/10.4324/9781003008873/ROUTLEDGE-HANDBOOK-GLOBAL-ENVIRONMENTAL-POLITICS-PAUL-HARRIS>
- Hurlimann, A. C., Browne, G. R., Warren-Myers, G., & Francis, V. (2018). Barriers to climate change adaptation in the Australian construction industry – Impetus for regulatory reform. *Building and Environment*, 137, 235–245. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.04.015>
- Jose, E., Lidiane, M., Garcia, F., Fornari, C., Martínez, F., & Mitsuuchi, M. (2017). A new treatment for coconut fibers to improve the properties of cement-based composites – Combined effect of natural latex / pozzolanic materials. *Sustainable Materials and Technologies*, 12(April), 44–51. <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2017.04.003>
- Kesikidou, F., & Stefanidou, M. (2019a). Natural fiber-reinforced mortars. *Journal of Building Engineering*, 25. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.100786>
- Kesikidou, F., & Stefanidou, M. (2019b). Natural fiber-reinforced mortars. *Journal of Building Engineering*, 25. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.100786>
- Khorasani, F. F., & Kabir, M. Z. (2022). Experimental study on the effectiveness of short fiber reinforced clay mortars and plasters on the mechanical behavior of adobe masonry walls. *Case Studies in Construction Materials*, 16(January), e00918. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e00918>

MARJORIE FREIRE. (2019). *INFLUENCIA DEL TRATAMIENTO, TAMAÑO Y DOSIFICACIÓN DE LAS FIBRAS DE ABACÁ EN EL MORTERO.*

Müssig, J. (2010). *Industrial application of natural fibres : structure, properties, and technical applications.* Wiley.

Neville, A. M. (1995). *Properties of concrete* (Vol. 4). Longman London.

NTE INEN 2 518. (2010). *NTE INEN 2 518.*

NTE INEN 488. (2009). *NTE INEN 488.*

NTE INEN 1108. (2011). *NTE INEN 1108.*

NTE INEN 1806. (2016). *NTE INEN 1806.*

NTE INEN 2380. (2011). *NTE INEN 2380.*

NTE INEN 2615. (2012). *NTE INEN 2615.*

Pegatanke. (2020). *Ficha Tecnica Pegatanke.*

Petroche, D. M., & Ramirez, A. D. (2022). The Environmental Profile of Clinker, Cement, and Concrete: A Life Cycle Perspective Study Based on Ecuadorian Data. *Buildings*, 12(3).
<https://doi.org/10.3390/buildings12030311>

Poletanovic, B., Dragas, J., Ignjatovic, I., Komljenovic, M., & Merta, I. (2020). Physical and mechanical properties of hemp fibre reinforced alkali-activated fly ash and fly ash/slag mortars. *Construction and Building Materials*, 259, 119677.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119677>

Rashmi, J., & Bochen, J. (2022). *Experimental studies on the effect of natural and synthetic fibers on properties of fresh and hardened mortar.* 347(May). <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128550>

Renato solano. (2017). *CAPÍTULO 3 MORTEROS.*

Richter, S., Stromann, K., & Müssig, J. (2013a). Abacá (*Musa textilis*) grades and their properties-A study of reproducible fibre characterization and a

- critical evaluation of existing grading systems. *Industrial Crops and Products*, 42(1), 601–612. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.06.025>
- Richter, S., Stromann, K., & Müssig, J. (2013b). Abacá (*Musa textilis*) grades and their properties—A study of reproducible fibre characterization and a critical evaluation of existing grading systems. *Industrial Crops and Products*, 42(1), 601–612. <https://doi.org/10.1016/J.INDCROP.2012.06.025>
- Santos, T. A., Cilla, M. S., & Ribeiro, e D. v. (2022). Use of asbestos cement tile waste (ACW) as mineralizer in the production of Portland cement with low CO2 emission and lower energy consumption. *Journal of Cleaner Production*, 335, 130061. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2021.130061>
- Sethunarayanan, R., Chockalingam, S., & Ramanathan, R. (1989). Natural fiber reinforced concrete. *Transportation Research Record*, 1226, 57–60. <https://doi.org/10.1533/9780857095583.2.154>
- Silva, E. J. da, Marques, M. L., Velasco, F. G., Fornari Junior, C., Luzardo, F. M., & Tashima, M. M. (2017). A new treatment for coconut fibers to improve the properties of cement-based composites – Combined effect of natural latex/pozzolanic materials. *Sustainable Materials and Technologies*, 12, 44–51. <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2017.04.003>
- Sinha, A. K., Bhattacharya, S., & Narang, H. K. (2021). Abaca fibre reinforced polymer composites: a review. In *Journal of Materials Science* (Vol. 56, Issue 7, pp. 4569–4587). Springer. <https://doi.org/10.1007/s10853-020-05572-9>
- Stephan, A., & Athanassiadis, A. (2017). Quantifying and mapping embodied environmental requirements of urban building stocks. *Building and Environment*, 114, 187–202. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.11.043>

- Taghipoor, H., & Sadeghian, A. (2022). Experimental investigation of single and hybrid-fiber reinforced concrete under drop weight test. *Structures*, 43, 1073–1083. <https://doi.org/10.1016/J.ISTRUC.2022.07.030>
- UNE-EN 1015-3. (2000). *UNE-EN 1015-3*.
- UNE-EN 1015-11. (2000). *UNE-EN 1015-11*.
- U.S.SILICACOMPANY. (2017). *Silica Sand, Ground Silica and Fine Ground Silica*.
- Villagrán-Zaccardi, Y., Pareja, R., Rojas, L., Irassar, E. F., Torres-Acosta, A., Tobón, J., & John, V. M. (2022). Overview of cement and concrete production in Latin America and the Caribbean with a focus on the goals of reaching carbon neutrality. *RILEM Technical Letters*, 7, 30–46. <https://doi.org/10.21809/rilemtechlett.2022.155>



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Nosotros, **Cordero Hidalgo, José Francisco** con **C.C: # 091748332-3**, y **Plaza Peñafiel, Bruno Eduardo** con **C.C: # 092452984-5** autores del trabajo de titulación: **Influencia de la fibra de abacá tratada en la adherencia de morteros en paredes de bloques** previo a la obtención del título de **Ingeniería Civil** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaramos tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizamos a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, a los 19 del mes de septiembre del año 2022

LOS AUTORES:

f. _____
Cordero Hidalgo, José Francisco
C.C: 091748332-3

f. _____
Plaza Peñafiel, Bruno Eduardo
C.C: 092452984-5



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
TEMA Y SUBTEMA:	Influencia de la fibra de abacá tratada en la adherencia de morteros en paredes de bloques		
AUTOR(ES)	Cordero Hidalgo, José Francisco Plaza Peñafiel, Bruno Eduardo		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Alcívar Bastidas, Stefany Esther MSc.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Ingeniería		
CARRERA:	Ingeniería Civil		
TITULO OBTENIDO:	Ingeniero Civil		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	19 de septiembre del 2022	No. DE PÁGINAS:	60
ÁREAS TEMÁTICAS:	Ingeniería civil, Ingeniería en materiales, Sostenibilidad		
PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:	Mortero, Fibra De Abacá, Naoh, Comparación, Ensayos, Reducción		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras): El presente trabajo tiene el propósito de analizar la influencia en la capacidad de adherencia de un mortero reforzado con fibra de abacá previamente tratada con Hidróxido de Sodio (NaOH 3%), al igual que su comportamiento al reducir su porcentaje de cemento. Se realizará pruebas de compresión en cubos de 50mm de arista, flexión en probetas con medidas de acuerdo a las normas utilizadas y adherencia en bloques de hormigón para comparar tres distintas mezclas de mortero: Mortero convencional sin fibra (SF), mortero con fibra (CF) y mortero con fibra y reducción de cemento en un 10% (RC); para lo cual se ensayarán a 7 y 28 días de fraguado. Se presentará los pasos a tomar para el tratamiento de la fibra, la elaboración de las muestras, resultados de los ensayos, gráficos comparativos del comportamiento de los morteros, análisis de resultados y conclusión junto a una recomendación para trabajos investigativos posteriores.			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593959828129 +593991824458	E-mail: jose.cordero002@gmail.com brunoplaza.99@gmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Clara Catalina Glas Cevallos		
	Teléfono: +593-984616792		
	E-mail: clara.glas@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			