



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERÍA CIVIL**

TEMA

**MORTERO DE FRAGUADO RÁPIDO, CON FIBRA DE COCO Y
CERÁMICA RECICLADA PARA ENLUCIDOS INTERIORES DE
EDIFICACIONES**

TUTOR

PHD .MSC. JAVIER ARECHE GARCÍA

AUTORES

ORLANDO ANDRES ANDRADE LASTRA

ANGIE DAYANA JOUVE LOOR

GUAYAQUIL

2021

REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO Y SUBTÍTULO: MORTERO DE FRAGUADO RÁPIDO, CON FIBRA DE COCO Y CERÁMICA RECICLADA PARA ENLUCIDOS INTERIORES DE EDIFICACIONES	
AUTOR/ES: Orlando Andrés Andrade Lastra Angie Dayana Jouve Loor	REVISORES O TUTORES: PHD .MSC. JAVIER ARECHE GARCÍA
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	Grado obtenido: Ingeniería Civil
FACULTAD: FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN	CARRERA: INGENIERIA CIVIL
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2021	N. DE PAGS: 153
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción	
PALABRAS CLAVE: Arena, diseño, cerámica, fibra, cemento	
RESUMEN: El presente proyecto de titulación tuvo como objetivo elaborar un diseño de mezcla para mortero de fraguado rápido, con la utilización de fibra de coco y cerámica reciclada, para enlucidos de interiores de edificación, determinar las características físicas-químicas de la cerámica reciclada, definir las características físicas de la fibra de coco reciclada y establecer las características técnicas del mortero de fraguado rápido, utilizando la fibra de coco y la cerámica reciclada según el diseño planteado. Se concluyó que la proporción óptima del Mortero es: 1 cemento, 70% de arena, 30% de cerámica reciclada y 2 % de fibra de coco, el tipo de mortero obtenido es tipo S por su alta resistencia a la compresión, trabajabilidad y durabilidad, cuenta con una consistencia plástica, una retención de agua no mayor a 70%, una resistencia a la compresión a los 28 días de 125kg/cm ² y sobre todo un tiempo de fraguado inicial no mayor a una hora. La	

cerámica reciclada apporto al mortero en cuanto a la resistencia a la compresión y la fibra de coco apporto en cuanto a la adherencia y fraguando rápido del mismo, cumpliendo con lo establecido en la Norma Ecuatoriana INEN-806 y especificaciones del Ministerio de Obras Publicas en el capítulo 809 Morteros.		
N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: Andrade Lastra Orlando Andrés Jouve Loor Angie Dayana	Teléfono: 0999805385 0989966078	E-mail: orlando_andrade45@hotmail.com ajouvel@ulvr.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	MSC. Ing. Alex Salvatierra Espinoza Decano de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción. Teléfono (04) 259 6500 Ext. 241 E-mail: asalvatierrae@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ACADÉMICO

<https://meet.google.com/nso-eivb-ooH>

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

docplayer.es

Fuente de Internet

5%

Excluir citas Activo

Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 5%



Javier Areche Garcia

Tutor

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

El(Los) estudiante(s) egresado(s) ORLANDO ANDRÉS ANDRADE LASTRA Y ANGIE DAYANA JOUVE LOOR, declara (mos) bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, "Mortero de fraguado rápido, con fibra de coco y cerámica reciclada para enlucidos interiores de edificaciones", corresponde totalmente a el(los) suscrito(s) y me (nos) responsabilizo (amos) con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

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

Autor(es)

Firma:


Orlando Andrés Andrade Lastra

C.I.0919396861

Firma:


Angie Dayana Jouve Loor

C.I.0950223529

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación, "Mortero de fraguado rápido, con fibra de coco y cerámica reciclada para enlucidos interiores de edificaciones", designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: "Mortero de fraguado rápido, con fibra de coco y cerámica reciclada para enlucidos interiores de edificaciones", presentado por los estudiantes ORLANDO ANDRÉS ANDRADE LASTRA Y ANGIE DAYANA JOUVE LOOR, como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO/A CIVIL, encontrándose apto para su sustentación.



Firma

PhD JAVIER NICOLÁS ARECHE GARCÍA

C.C.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios por haberme concedido mi deseo de estudiar la carrera de Ingeniería Civil y de haber concluido mis estudios universitarios en la reconocida Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, estoy agradecido por la fortaleza que Dios me dio para estudiar todos estos años, a pesar de las pruebas económicas que estaba teniendo en mi hogar para poder seguir pagando mi carrera universitaria.

Agradezco a mis padres, Walter Andrés Andrade Solís y Shirley Elizabeth Lastra Laínez, por ser unos pilares fundamentales de apoyo para yo cumplir con esta meta de terminar mi carrera universitaria, agradezco sus consejos de perseverancia y cada uno de los valores que me han inculcado toda mi vida. Agradezco a todos mis familiares que me dieron ánimos o algún consejo en todos estos años de estudios.

También quiero agradecer a la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, a la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción por todos los conocimientos impartidos a mí, por la dedicación de sus docentes al poder preparar cada clase impartida con disciplina y profesionalismos, por sus consejos y conocimientos brindados por todos estos años de estudio.

Gracias.

Orlando Andrés Andrade Lastra

DEDICATORIA

A Dios mi Padre Celestial a su hijo Jesucristo por darme la fortaleza para poder concluir esta meta de terminar mi carrera universitaria.

A mis padres, Walter Andrés Andrade Solís y Shirley Elizabeth Lastra Laínez, que me ayudaron con sus consejos y palabras de alientos para concluir mis estudios, por los valores que me inculcaron desde niño en mi hogar a mis queridos hermanos por estar pendiente de mis estudio.

Gracias.

Orlando Andrés Andrade Lastra

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Jehová por haberme permitido tener la oportunidad de realizar mis estudios universitarios en tan prestigioso establecimiento como lo es la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, quienes me abrieron sus puertas en el año 2013 mediante una beca estudiantil otorgada por méritos académicos de mi bachillerato, por eso y más vivo agradecida de mi padre celestial quien hoy en día me brinda la oportunidad de culminar una meta más en mi vida profesional.

Agradezco a mi madre María Loor Olvera por haber sido el pilar fundamental de mi vida, por haber inculcado en mí una mujer fuerte que no se rinde ante las adversidades.

De igual manera agradezco a mi padrastro Wilson Vargas Márquez, por haberme acogido como su hija y por todo su apoyo incondicional durante mi travesía de estudiante universitaria.

También quiero agradecer a la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, a la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción por todos los conocimientos impartidos en mí, por la confianza y apoyo incondicional de cada uno de sus docentes entre ellos a nuestro actual decano MSC. Alex Salvatierra, quien no solo fue un profesor sino un ejemplo a seguir con quien compartí la dicha de representar internacionalmente a nuestra Universidad y gracias a sus directrices llevar exitosamente el nombre de nuestro país y de nuestra universidad.

De igual manera agradezco a cada uno de los docentes que formaron parte de mi vida académica sobre todo al PHD. Areche García Javier Nicolas mi tutor, quien me brindo los conocimientos y herramientas necesarias para culminar exitosamente mi proyecto de titulación.

Agradezco a mi compañero de tesis Orlando Andrés Andrade Lastra, por su esfuerzo y dedicación para la culminación de una meta más en nuestra vida profesional.

Gracias.

Angie Dayana Jouve Loor

DEDICATORIA

A Jehová por ser mi más grande apoyo y fortaleza, por que camina a mi lado en todo momento cuidando de mí y por que me presto vida para lograr cumplir mi sueño de ser profesional.

A mi hija Scarleth Segovia Jouve por ser quien me dio la fuerza de no decaer en este largo camino de obtener mi título de Ingeniera Civil.

A mi madre María Loor Olvera y padrastro Wilson Vargas Marques porque me ayudaron a cumplir mis sueños de graduarme, por fomentar en mis buenos valores y sobre todo por enseñarme que sin esfuerzo no se logra el éxito y como dice mi madre nada es imposible en la vida si te lo propones de la mano de Jehova.

A mis hermanos Michelle Jouve Loor y Johnny Jouve Loor por confiar en mí en todo momento por ser no solo mis hermanos sino mis amigos quienes están en los buenos y malos momentos.

A mis abuelos Elda Olvera y Tito Loor quienes siempre que los he necesitado han estado para mí sin juzgarme brindándome un apoyo incondicional desinteresado.

Para finalizar le quiero dedicar este logro a mis primas Layla Campos, Sharyt Mora, Ashly Mora y Anahi Loor y con esto quiero demostrarles que ellas pueden lograr esto y mucho más en la vida, jamás se rindan cumplan sus sueños.

Gracias por todo.

Angie Dayana Jouve Loor

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES	v
CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR	vi
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Tema	3
1.2. Planteamiento del problema	3
1.3. Formulación del problema.....	4
1.4. Sistematización del problema	4
1.5. Objetivo general.	4
1.6. Objetivo específico.	4
1.7. Justificación de la investigación.....	5
1.8. Delimitación de la investigación	6
1.9. Hipótesis	6
1.10. Línea de investigación Institución/Facultad	7
CAPITULO II	8
2. MARCO TEORICO.....	8
2.1. ANTECEDENTES	8
2.2. MARCO TEÓRICO	15
2.2.1. MORTERO DE FRAGUADO RAPIDO	15
2.2.2. Mortero de fraguado rápido.....	15
2.2.3. Fibra De Coco	28
2.2.4. Cerámica reciclada	46
2.2.5. La cerámica en la construcción.	52
2.2.6. Tipo de material cerámico	53
2.3. Marco conceptual	56
2.3.1. Mortero de cemento	56
2.3.2. Mortero ligero	56
2.3.3. Aislamiento	56
2.3.4. Enlucido	56

2.3.5.	Dosificación.....	57
2.3.6.	Exudación del mortero.....	57
2.3.7.	Humedad.....	57
2.3.8.	Granulometría.....	57
2.3.9.	Cemento.....	57
2.3.10.	Agua para mortero.....	57
2.3.11.	Módulo de finura.....	58
2.3.12.	Mampostería.....	58
2.3.13.	Evaporación.....	58
2.3.14.	Recubrimiento.....	58
2.3.15.	Revocado.....	58
2.3.16.	Aditivo plastificante.....	58
2.3.17.	Relación agua/cemento.....	59
2.3.18.	Fraguado rápido.....	59
2.3.19.	Resistencia en mortero.....	59
2.3.20.	Resistencia a la tracción.....	59
2.4.	MARCO LEGAL.....	60
CAPÍTULO III.....		65
3.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	65
3.1.	Metodología.....	65
3.2.	Tipo de investigación.....	66
3.3.	Enfoque.....	67
3.4.	Técnica e instrumento.....	68
3.4.1.	Técnica.....	68
3.4.2.	Instrumento.....	68
3.5.	Población.....	69
3.6.	Muestra.....	69
3.7.	Análisis de resultados.....	70
3.7.1.	Reducción de la muestra por cuarteo NTE INEN 2 566.....	70
3.7.2.	Granulometría de áridos NTE INEN 2 536, NTE INEN 696.....	71
3.7.3.	Materiales.....	72
3.7.4.	Procedimiento.....	73

3.7.5.	Granulometría de residuos de cerámica sanitaria triturada para mortero	74
3.7.6.	Muestra 1	76
3.7.7.	Muestra 2	78
3.7.8.	Muestra 3	81
3.7.9.	Determinación de la densidad y absorción para agregados finos NTE INEN 856	85
3.7.10.	Procedimiento	86
3.7.11.	Muestra fibra de coco	87
CAPITULO IV		88
4.	INFORME FINAL	88
4.1.	Origen del informe	88
4.2.	Detalle del informe final	88
4.3.	Análisis de los resultados	89
4.4.	Elaboración de los ensayos para determinar las características físicas de la cerámica sanitaria reciclada	89
4.4.1.	Determinación de humedad de áridos (cerámica sanitaria reciclada) para hormigón NTE INEN 862	90
4.4.2.	Determinación de la masa unitaria (Peso volumétrico) de la cerámica sanitaria reciclada NTE INEN 858	93
4.5.	Dosificación, elaboración y determinación de las propiedades de morteros realizados con 100% - 30% - 20% de cerámica y 1% - 2% - 3% - 4% de fibra de coco. 97	
4.5.1.	Determinación de la resistencia de dosificación	98
4.5.2.	Selección de la relación agua/cemento	98
4.5.3.	Estimación del contenido de cemento	99
4.5.4.	Cálculo de la cantidad de agua	100
4.5.5.	Cálculo del contenido de agregado	101
4.5.6.	Cálculo:	101
4.5.7.	Cálculo de las porciones iniciales	102
4.5.8.	Cantidad de agua	103
4.5.9.	Cantidad de cemento	104
4.5.10.	Cantidad de agregado fino (cerámica sanitaria)	104
4.5.11.	Resumen de la dosificación	105

4.5.12. Proporciones iniciales	107
4.5.13. Proceso de elaboración del mortero	107
4.6. Resultados.....	110
4.6.1. Determinación de la resistencia a la compresión	110
Conclusiones.....	124
Recomendaciones	126
Bibliografía.....	128
ANEXOS.....	133
Especificaciones del Ministerio de Transporte y Obras Publicas sección 809 ...	133

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Línea de Investigación Institucional/Facultad.....	7
--	---

TABLA DE FIGURA

Figura 1: Mesa de sacudidas	16
Figura 2: Ensayos de consistencia	17
Figura 3: Tipos de consistencia.....	17
Figura 4: Medición de la densidad estado fresco.....	19
Figura 5: Prensa para ensayo de compresión.....	21
Figura 6: Cuadro de resistencia de morteros.....	21
Figura 7: Ensayos de adherencia.....	22
Figura 8: Fisuras superficiales	23
Figura 9: Medición de densidad en estado endurecido	25
Figura 10: Valores de los parámetros térmicos.....	26
Figura 11: Fibra natural de la cascara de coco.....	29
Figura 12: Fibra de coco blanda.....	31
Figura 13: Fibra de coco marrón.....	35
Figura 14: Fibra de coco en bloque.....	39
Figura 15: Clasificación de ladrillo según su masa	47
Figura 16: Tipos de consistencias	49
Figura 17: Troquel de embutir	52

Figura 18: Utilización de la cerámica en viviendas decorativas	53
Figura 19: Cerámica decorativa en interiores	56
Figura 20: Cuarteo de las muestras a estudiar	70
Figura 21: Equipos para ensayos de granulometría	71
Figura 22: Límites granulométricos del árido	72
Figura 23: Muestra del material para granulometría.....	73
Figura 24: Proceso de la elaboración de la granulometría.....	74
Figura 25: tipos de diferentes granulometrías.....	75
Figura 26: Ensayo de granulometría muestra 1	77
Figura 27: Curva granulometría muestra 1	78
Figura 28: Ensayo granulométrica muestra 2	80
Figura 29; Curva granulométrica muestra 2	81
Figura 30: Ensayo granulométrico muestra 3	83
Figura 31: Curva granulométrica muestra 3	84
Figura 32. Parámetros de clasificación de muestra de cerámica.....	85
Figura 33: Procedimiento para ensayo de absorción y densidad del agregado fino .	87
Figura 34 Resultado químico de la cerámica	89
Figura 35: Densidad y absorción de la cerámica	90
Figura 36: Horno	90
Figura 37: Balanza electrónica digital	91
Figura 38: Muestra de árido humedad	91
Figura 39: Porcentaje de humedad del árido.....	92
Figura 40: Muestra seca	93
Figura 41: Capacidad del molde	94
Figura 42: Balde metálico para densidad suelta y varillada	94
Figura 43: Peso volumétrico suelto y varillado cerámica	95
Figura 44: Elaboración del peso volumétrico	96
Figura 45: Resistencia a la compresión del mortero Vs A/C.....	99
Figura 46: Contenido de cemento mediante el módulo de finura	100
Figura 47: Volumen del molde	103
Figura 48: Determinación de la resistencia mínima	105
Figura 49: Determinación de la cantidad de material	105
Figura 50: Volumen del molde	106
Figura 51: Dosificación para el mortero	106
Figura 52: Resistencia a la compresión	106
Figura 53: Implementos para elaborar los ensayos.....	107
Figura 54: Elaboración de los cilindros	109
Figura 55: Curado de la muestra	110
Figura 56: Máquina de rotura de mortero de hormigón.....	111
Figura 57: Elaboración de los cilindros	112
Figura 58: Dosificación del mortero 100% cerámica	113
Figura 59: Rotura cilindros 100% de cerámica.....	113
Figura 60: Dosificación 4% de fibra de coco y 30% de cerámica	114

Figura 61: Rotura a compresión del mortero	114
Figura 62: Dosificación 1% de fibra de coco y 30% de cerámica	115
Figura 63: Rotura a compresión del mortero	115
Figura 64: Dosificación 4% de fibra de coco y 20% de cerámica	116
Figura 65: Rotura a compresión del mortero	116
Figura 66: Dosificación 1% de fibra de coco y 20% de cerámica	117
Figura 67: Rotura a compresión del mortero	117
Figura 68: Dosificación 2% de fibra de coco y 20% de cerámica	118
Figura 69: Rotura a compresión del mortero	118
Figura 70: Dosificación 3% de fibra de coco y 20% de cerámica	119
Figura 71: Rotura a compresión del mortero	119
Figura 72: Dosificación 3% de fibra de coco y 20% de cerámica	120
Figura 73: Rotura a compresión del mortero	120
Figura 74: Dosificación 3% de fibra de coco y 30% de cerámica	121
Figura 75: Rotura a compresión del mortero	121
Figura 76: Resumen de los resultados de rotura a 28 días	122

INTRODUCCIÓN

Los recursos naturales han sido utilizados para el beneficio del ser humano a lo largo de la historia, por esta razón debido al aumento del desarrollo en todo el mundo se ha producido un incremento en la degradación del medio ambiente de manera inconsciente, siendo el resultado la generación de residuos sólidos.

Debido a que en la mayoría de ocasiones estos residuos son depositados en botaderos de basura, provocando un aumento en la contaminación ambiental, el mismo que se ha vuelto incontrolable con el tiempo, se propone el diseño de un mortero de fraguado rápido compuesto de materiales reciclados como la cerámica y fibra de la cáscara del coco.

Grandes cantidades de los residuos sólidos son provenientes de industrias de cerámica y del mal aprovechamiento de la cascara de coco en Ecuador del cual puede obtenerse su fibra para elaboración de materiales de construcción, permitiendo la creación de nuevos procesos constructivos aprovechando los recursos naturales y residuos reciclados.

Ante este escenario el plan de acción es el reciclaje, creando oportunidades innovadoras, partiendo con la idea de diseñar morteros de fraguado rápido, con la utilización de fibra de coco y cerámicos sanitarios reciclados para enlucidos, esta fibra tiene un sin número de utilidades, cualidades y aplicaciones, reemplazando el uso de aditivos químicos por fibra natural.

Los escombros de cerámica no son peligrosos, pero es necesario darle una gestión debido a que el volumen de estos no para de crecer, debido a la problemática presente se plantea reemplazar los residuos de cerámica por el agregado fino de una mezcla de mortero, dándole un uso práctico e innovador favoreciendo al decremento en la contaminación ambiental. El desecho de cerámica se obtiene mediante un proceso que comienza con la transformación de minerales como: la arcilla, feldespato y cuarzo, para después formar piezas cerámicas. El desecho cerámico sanitario está compuesto principalmente de óxido de silicio, óxido de aluminio y de otros compuestos.

Los morteros son materiales de uso cada vez más extendidos dentro de la construcción de edificaciones, así como su composición depende del destino para el que están diseñadas, siendo necesario garantizar que su empleo y propiedades respondan a los fines previstos manteniendo un control de calidad.

La metodología de investigación del proyecto es de tipo experimental científica, se considera de este tipo por las pruebas realizadas a las diversas mezclas de morteros, obteniendo resultados que serán sujetos a un análisis, es decir es un experimento tomando notas de una investigación de acuerdo a lo que el usuario desea saber o investigar.

En el Capítulo I se menciona la delimitación, formulación y sistematización del problema. También el planteamiento del objetivo general y los objetivos específicos, la justificación del tema con el respectivo alcance del proceso a efectuar. Posteriormente entrando en el Capítulo II se refiere a tres puntos específicos: marco teórico, marco conceptual y marco legal donde se presentan las normativas tomadas en cuenta para la ejecución de este procedimiento.

En el Capítulo III se menciona la metodología de la investigación, en este caso es de tipo experimental científico, también de la implementación de la fibra de coco y al residuo sólido, provenientes de industrias de cerámica, remplazando al agregado fino, los cuales serán componentes de una mezcla de mortero de fraguado rápido que será utilizado para enlucidos.

En el Capítulo IV se mencionan los resultados obtenidos por los ensayos de compresión, flexión y densidades de cada una de las mezclas analizadas con sus respectivos porcentajes de composición, hasta la comprobación del funcionamiento de la mezcla de fraguado rápido, que serán utilizados para enlucidos comparándolo con un mortero de fraguado rápido tradicional.

CAPÍTULO I

1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Tema

Mortero de fraguado rápido, con fibra de coco y cerámica reciclados para enlucidos interiores de edificaciones.

1.2. Planteamiento del problema

Los desechos sólidos tanto de cerámica como de la cascara de coco en Ecuador constituyen un gran porcentaje de la problemática ambiental que como inferencia pueden ocasionar contaminación en agua, suelo, aire y afectar al ecosistema. Dañando la capa de ozono y aportando negativamente al calentamiento global. Sin embargo, cuando empleamos un correcto uso y aprovechamiento a estos desperdicios los mismos pueden aportar a la conservación de los recursos naturales y al desarrollo sostenible.

El problema central es la falta de explotación de los desechos orgánicos, como la cáscara de coco y el poco aprovechamiento de la cerámica reciclada, ocasionado por la falta de conocimiento, ausencia de proyectos que impulse la recolección y tratamiento de este insumo. La gestión de estos residuos es una necesidad la cual se trata de darle una solución óptima y práctica, tomando en cuenta las características químicas y físicas de la cascara de coco y cerámica reciclada, pero no se ha presentado hasta la fecha una opción clara de gestión a no ser por el común despojo de los mismos en botaderos autorizados por el municipio.

La alta generación de los desechos sólidos y su bajo porcentaje de reciclaje hace que la sociedad tome conciencia en el problema y las autoridades gobernantes inicien políticas enfocadas a un mejor aprovechamiento de estos recursos y a su reutilización

como materiales de construcción, generando de esta manera el decremento del porcentaje de la contaminación.

1.3. Formulación del problema

¿Cómo será el diseño de un mortero de fraguado rápido, con fibra de coco y cerámicos reciclada para enlucidos interiores de edificaciones?

1.4. Sistematización del problema

¿Qué características físicas y químicas posee la cerámica reciclada?

¿Cuáles son las características físicas de la fibra de coco reciclada?

¿Cuál será el diseño de una mezcla, para mortero de fraguado rápido, utilizando la fibra de coco y cerámica reciclada, para enlucidos de interiores de edificación?

¿Para qué casos se utilizará el mortero de fraguado rápido con fibra de coco y desecho de cerámica, logrará ser utilizado para enlucidos?

¿Qué Porcentajes de fibra de coco y de residuo de cerámica se emplearán, para la optimización de la mezcla de mortero de fraguado rápido?

1.5. Objetivo general.

Diseñar un mortero de fraguado rápido, con fibra de coco y cerámicos reciclada para enlucidos interiores de edificaciones.

1.6. Objetivo específico.

- Determinar las características físicas- químicas de la cerámica reciclada.

- Definir las características físicas de la fibra de coco reciclada
- Elaborar un diseño de mezcla para mortero de fraguado rápido, con la utilización de fibra de coco y cerámica reciclada, para enlucidos de interiores de edificación
- Establecer las características técnicas del mortero de fraguado rápido, utilizando la fibra de coco y la cerámica reciclada según el diseño planteado.

1.7. Justificación de la investigación

Esta tesis se justifica, dado que va a establecer y ampliar las bases teóricas que existen en el mortero de fraguado rápido, en la cerámica reciclada y en la fibra de coco.

Esta tesis desde el punto de vista metodológico va a brindar alternativas en cuanto a la investigación cuantitativa aplicada a nuevos materiales de construcción.

Brindará una guía clara a los profesionales como ingenieros y arquitectos, también maestros de obras civiles, albañiles y oficiales con un diseño de mortero de fraguado rápido con materiales alternativos en donde se establecerá las cantidades de cada uno con su respectiva dosificación y las características técnica que tiene este mortero de fraguado rápido.

Esta tesis brinda una alternativa en la reducción del porcentaje de residuos de cerámica no reciclados y de la fibra de coco, fomentar el mayor uso y aprovechamiento de estos elementos, de esta manera se ayuda al medio ambiente en la reducción del volumen de estos desechos ya que se lo podrá utilizar como parte de los agregados que conformen el mortero.

En nuestro país Ecuador en la región Sierra con el 50.5% y Amazonia con el 61% son consideradas las de mayor producción de residuos de cerámica los cuales tienen actualmente una disposición final como relleno sanitario según el INEC (Instituto nacional de estadísticas y censo) en el año 2016, y en cuanto a la fibra de coco considerado residuo orgánico según el INEC tenemos que la región Costa con el 62.4%

y la región Sierra con el 53.9% serían las regiones de mayor producción de residuo de fibra de coco, por lo cual se plantea generar una alternativa innovadora y óptima para un nuevo uso de estos residuos reciclables al ser considerado como parte de los agregados para morteros, con la fibra de coco se evitaría las fisuras finas que se producen en los enlucidos en el proceso de fraguado.

1.8. Delimitación de la investigación

Campo	Educación superior. Tercer nivel de grado.
Área	Ingeniería civil.
Aspecto	Investigación experimental.
Tema	Mortero de fraguado rápido, con fibra de coco y cerámica reciclada para enlucidos.
Delimitación espacial	Cantón Guayaquil -Guayaquil – Ecuador
Delimitación temporal	6 meses

1.9. Hipótesis

El diseño de mezcla del mortero de fraguado rápido, con la utilización de la fibra de coco y la cerámica reciclada, posee buenas características técnicas dentro a lo establecido en la norma.

1.10. Línea de investigación Institución/Facultad

Tabla 1

Línea de Investigación Institucional/Facultad

Dominio	Línea de investigación institucional	Sub línea
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables	materiales innovadores para la construcción	Materiales de construcción

Fuente: (ULVR, 2020)

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES

Se analizan temas en correspondencia al proyecto de titulación con el fin de obtener conocimiento de las experiencias previas de otros autores, quienes abordaron de alguna forma el análisis de los materiales a utilizar.

Para la primera variable de mortero de fraguado rápido analizaremos las siguientes tesis:

Para la variable de mortero, utilizando la siguiente investigación titulada “Diseño de un mortero con cemento Portland tipo I y HE incluida cal hidráulica para uso en impresoras 3D” realizado por Carmen Elizabeth Mariño Salguero, como requisito para optar al título de ingeniero civil en la universidad nacional de Chimborazo facultad de ingeniería carrera de ingeniería civil, presentada en la fecha Riobamba Ecuador 2018.

Mariño (2018), en su tema de tesis. Su objetivo general es diseñar un mortero con cemento portland tipo I y HE más arena del río y cal hidráulica que sea apto para ser utilizado en impresoras 3D. Buscando agilizar el proceso constructivo desde la fase del proyecto, se considera 4 mezclas de un mortero imprimible, conformado con cemento portland tipo I y HE más arena del río y cal hidráulica, evaluando esas propiedades físicas y mecánicas.

Dado que esta mezcla tiende a decrecer con el tiempo, presentará inmediata estabilización y una ausencia de escurrimiento que facilitarán su manejabilidad. Esta información representa un aporte sustancioso a nuestro análisis de tesis.

Continuando con la variable de mortero utilizando la siguiente investigación titulada “Las Fibras de vidrios, acero y polipropileno en formas de hilachas, aplicadas como fibras de refuerzo en la elaboración de morteros de cemento” realizado por Julio Cesar Castro Aguirre, como requisito para optar al título de ingeniero civil en la

universidad técnica de Ambato facultad de ingeniería civil y mecánica carrera de ingeniería civil, presentada en la fecha Ambato-Ecuador en el 2016.

Castro (2016), en su tema de tesis. Su objetivo general, es analizar el comportamiento de los morteros de cemento añadiendo fibras de vidrios, aceros y polipropileno en formas de hilachas, utilizados para unir mampostería. Se consideró los ensayos de mecánicas de suelos en los elementos que conformaban cada mezcla de mortero, este trabajo se concluye al indicar que la dosificación con 0.5 % de fibra de polipropileno presento mejores características en los ensayos de resistencia y resistencia a la adherencia.

Este trabajo nos proporciona la información en cuanto a ensayos de adherencia y resistencia a la compresión realizados a morteros, con diferentes dosificaciones.

Continuando con la variable de mortero revisamos la siguiente tesis titulada “Sustitución del cemento por 8% y 16 % en combinación del molusco *Trachy Cardium Procerum* (pata de mula) y de la hoja de eucalipto en mortero y determinar su resistencia” realizado por Rony Rafael Carrillo Vera, como requisito para optar al título de ingeniero civil en la universidad san pedro facultad de ingeniería escuela profesional de ingeniería civil, presentada en la fecha Chimbote-Perú en el 2018.

Carrillo (2018), en su tema de tesis. Su objetivo general, es analizar la resistencia de la sustitución de un cemento en un 8% y 16% por una combinación de cenizas de pata de mula y cenizas de hojas de eucalipto en la mezcla de mortero en la ciudad de Chimbote. La investigación es aplicada y explicativa, tiene como enfoque cuantitativo y el diseño experimental, la muestra consistirá de 27 probetas ,9 de ellas serán con 0%, 9 para el 8% (5% por la pata de mula y el 3% de hoja de eucalipto) y las ultimas 9 para el 16% (10 % por la pata de mula y un 6% de hoja de eucalipto).

Por conclusión a esta investigación determinaron que se activaron los precursores puzolanicos de la concha pata de mula a 800° C y la hoja de eucalipto a 600° C por ser materiales orgánicos, la resistencia del mortero a compresión de la sustitución del 8% y 16% fueron menores en un 5.00% y 16.86% respectivamente en comparación de la

muestra patrón. Esta tesis nos proporcionara una técnica de observación a nuestra tesis, la cual se basa en registro de datos por medio de los ensayos de materiales realizados en un laboratorio de mecánica de suelos.

Para nuestra segunda variable que es la cerámica reciclada tenemos las siguientes tesis en análisis:

Para la variable de cerámica reciclada, utilizando la siguiente investigación titulada “Uso de residuos cerámicos en la producción de ladrillos de arcilla cocidos del sector alfarero de Candelaria” realizado por Margarita María Lozano Ortiz y Stephania González Peláez, como requisito para optar al título de ingeniero civil en la pontificia universidad javeriana facultad de ingeniería escuela profesional de ingeniería civil, presentada en la fecha Cali-Colombia en el 2016.

Lozano y González (2016), Su Objetivo general, es evaluar el efecto de la incorporación de residuos de la producción de ladrillo en la mezcla para nuevos elementos de arcilla cocida, para dos empresas alfareras del Municipio de Candelaria. Se realizaron ensayos para la caracterización de la materia prima como: granulometría, humedad natural, límites de consistencia, límite de contracción y gravedad específica. En el sitio contamos con 4 variedades de suelos por lo cual se realizaron ensayos sobre ladrillos de cada una de las ladrilleras en cuanto a su resistencia a la compresión y absorción.

Lozano y González (2016) Sus recomendaciones se determinan para las dos ladrilleras, para La ladrillera la Gloria se recomienda una adición del 10% respecto al peso total utilizado para la elaboración de los ladrillos y para ala ladrillera Tres Puertas se recomienda la incorporación del 5% respecto al peso total utilizado, esto con el fin de disminuir el consumo de materia prima no renovable y aprovechar los desperdicios cerámicos de su producción.

Este tema nos brindara un conocimiento en cuanto a las pruebas físicas y mecánicas realizadas a la cerámica reciclada y también al bloque ya elaborado.

Continuando con la variable de cerámica reciclada utilizando la siguiente investigación titulada “Mortero de Fraguado rápido, con cerámicos sanitarios reciclados y polímeros súper-absorbentes” realizado por Estefany Elizabeth German Olmos y Gabriela Fernanda Solís Armijo, como requisito para optar al título de ingeniero civil en la universidad de la fuerza armada (espe) facultad de ingeniería escuela profesional de ingeniería civil, presentada en la fecha Quito-Ecuador en el 2019.

German y Solís (2019) Tiene como objetivo general, diseñar morteros de fraguado rápido, con la utilización de cerámicos sanitarios reciclados y polímeros súper-absorbentes (gel de sílice), como recubrimiento de mampostería. Para esta tesis se realizó dos fases, la primera consiste en un análisis bibliográfico mediante el cual se determinó los ensayos necesarios para la elaboración de la mezcla de los morteros y después ensayos de acuerdo a la Normativa Técnica Ecuatoriana en cuanto a características y dosificaciones.

German y Solís (2019) Como conclusión de la investigación determino el cumplimiento en cuanto a la Norma Técnicas Ecuatorianas (NTE INEN 2 518, 2010), en cuanto a su resistencia a la compresión con 238.05kg/cm^2 , peso específico de 2.467g/cm^3 , módulo de finura 2.1 y porcentaje de absorción de 0.7%. Los resultados de estos ensayos nos proporcionaran datos que cumplen con las Normas Técnicas Ecuatoriana y determinaran el correcto uso de los ensayos para el desarrollo de nuestra investigación.

Continuando con la variable de cerámica reciclada revisamos la siguiente tesis titulada “Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón elaborado con cerámicos reciclados como sustituto del agregado grueso” realizado por Edison Eráclides Hernández Ávila y Freddy Bolívar Saravia Zambrano, como requisito para optar al título de ingeniero civil en la universidad politécnica salesiana facultad de ingeniería escuela profesional de ingeniería civil, presentada en la fecha Quito-Ecuador en el 2018.

Hernández y Saravia (2018). Como objetivo general, es analizar las propiedades físicas y mecánicas del hormigón elaborado con cerámicos reciclados como sustituto del agregado grueso. En esta tesis se evaluó 14 muestras cilíndricas de un hormigón convencional con un diseño típico del ACI 318 y 72 muestras cilíndricas para un mortero experimental con residuos de material cerámico, se reflejó una reducción del 10% en la resistencia a la compresión. Con respecto al módulo de elasticidad en el rango de deformación del 2% al 3% el valor del esfuerzo del hormigón armado que superó los 24 MPa.

Hernández y Saravia (2018) Los asentamientos de todas las mezclas realizadas fueron inferiores a lo que se proyectó, por lo cual se recomienda que en futuras mezclas que contengan aditivos a base de polímeros hidroxilados, como plastificantes que cumplan con la Norma ASTM C-494. Esta tesis nos brinda el conocimiento de los ensayos, para elaborar nuestro mortero estableciendo el cumplimiento de las normas de esta investigación y mediante las observaciones en cuanto a las características de la cerámica reciclada.

Como tercera variable tenemos la fibra de coco, consideramos las siguientes tesis:

Para la variable de fibra de coco utilizamos la siguiente investigación titulada “Determinación de los porcentajes óptimos de fibra de coco en hormigones hidráulicos” realizado Gillian Lara, como requisito para optar al título de ingeniero civil en la universidad de especialidades espíritu santo facultad de ingeniería escuela profesional de ingeniería civil, presentada en la fecha Guayaquil Ecuador en el 2017.

Lara (2017), Su objetivo general, es comparar y evaluar la resistencia en el tiempo, estimar rendimiento económico y la durabilidad del hormigón como material de construcción con la integración de fibra de estopa de coco en su composición. Se evaluó el comportamiento del hormigón mediante la adición de fibra de estopa de coco obtenida como un residuo, tomando en consideración varios porcentajes de volumen, desde 0.5% al 2 %.

Lara (2017) Se presentan los resultados obtenidos en los compuestos probados a compresión axial y flexión mostrando resultados diferentes, con cada porcentaje de fibra evaluado concluyendo en la disminución de la resistencia de los elementos a un 2% de fibra.

Lara (2017) La fibra de coco en la mezcla permite la disminución del peso del hormigón armado, la disminución se da alrededor de un 21% en promedio al 1.5% de fibra en el volumen de hormigón, lo que equivale a construcciones más ligeras. Este conocimiento nos proporciona ayuda en cuanto a las características físicas que posee la cascara de coco y su comportamiento con el cemento. Dándonos un porcentaje de fibra de coco como resultado de esta investigación.

Continuando con la variable fibra de coco utilizando la siguiente investigación titulada “Estudio comparativo de la resistencia a la compresión $f_c=210$ kg/cm² usando fibra natural de coco como material de construcción en la provincia de Rioja” realizado por Salvador Bacalla Lapiz y Miller Vega Davila, como requisito para optar al título de ingeniero civil en la universidad católica sedes facultad de ingeniería escuela profesional de ingeniería civil, presentada en la fecha Cajamarca-Perú en el 2019.

Bacalla y Vega (2019) Como su objetivo general, era comparar la resistencia a la compresión $f_c=210$ kg/cm² usando fibra natural de coco como aditivo al concreto, frente a un diseño tradicional de la Provincia de Rioja. Se realizó las roturas del testigo de concreto de cada $f_c=210$ kg/cm² de concreto adicionada proporcionando un porcentaje de fibra de coco de 1% y 2% los cuales nos dieron resultados favorables ya que llegaron a pasar las especificaciones.

Bacalla y Vega (2019) Dentro del proceso de la investigación nos proporciona el conocimiento en cuanto a la elaboración de un concreto $f_c=210$ kg/cm² es de 3% de fibra natural de coco, ya que posee un alto coeficiente de absorción, el cual nos proporciona ayuda en cuanto a la hidratación del concreto y ayuda que el concreto genere mayor resistencia elástica, Cajamarca-Peru en el 2019

Continuando con la variable de fibra de coco revisamos la siguiente tesis titulada “Influencia de la adición de fibra de coco en la resistencia del concreto.” realizado por Nelva Elizabeth Villanueva Montero, como requisito para optar al título de ingeniero civil en la universidad privada del norte facultad de ingeniería escuela profesional de ingeniería civil, presentada en la fecha Cajamarca-Perú en el 2016.

Villanueva (2016), Su Objetivo general, es determinar la influencia de la adición de fibra de coco en la resistencia del concreto de 210 kg/cm². Los porcentajes de fibra utilizados fueron del 0.5%,1.0%,1.5% y 2.0% con una longitud de 2.5 cm, los porcentajes se incorporaron a la mezcla en relación del agregado fino. Se elaboraron 45 probetas cilíndricas y 45 especímenes de concreto para ser ensayadas a compresión y a flexión respectivamente.

Villanueva (2016) Se comparó la resistencia a compresión y flexión a los 7, 14 y 28 días de edad, al ver cómo se comporta con diferentes porcentajes de fibra de coco, por lo cual se logró concluir que el concreto no presenta un aumento en la resistencia a la compresión, pero si a la resistencia a flexión mientras más se añade la fibra de coco.

Villanueva (2016) Estos ensayos desarrollados en este tema de investigación, nos ayudara a determinar las características físicas de la fibra de coco y sus resultados con los diferentes porcentajes de fibra de coco.

2.2. MARCO TEÓRICO

Para la construcción teórica de la variable mortero tradicional, utilizamos el documento de sitio web “Características del mortero”, publicado el 20 de mayo del año 2018 por el autor doctor en ciencias geológicas José Chinchón y avalado por el personal de la Universidad de Alicante.

2.2.1. MORTERO DE FRAGUADO RAPIDO

2.2.2. Mortero de fraguado rápido

El mortero presenta dos etapas a considerar durante su estado físico, estas son: estado fresco y estado endurecido.

2.2.2.1. Características de los morteros

El estado fresco es cuando la mezcla del diseño realizado y su duración varían en función del tiempo de fraguado necesario para esta mezcla, así como de su temperatura, humedad, entre otros. En esta etapa, el mortero es plástico y trabajable, permitiendo su puesta en obra; superada esta fase, el mortero se endurece hasta consolidarse. Por ello, han de diferenciarse las diversas propiedades y exigencias de acuerdo al estado del mortero (Chinchon, 2018)

La propiedad relativa de este mortero en este estado se relaciona con lo requerido en la obra, influyendo en el rendimiento y calidad al momento de su ejecución.

En estado endurecido, sus propiedades se condicionan por prescripciones de proyecto y cumplimiento de exigencias normativas y reglamentarias. Es así como estas propiedades competen fundamentalmente a la figura del arquitecto o ingeniero a cargo. Las propiedades del estado fresco son de carácter determinante, puesto que influirán ampliamente en las prestaciones finales que ofrecerá el mortero. Ha de resaltarse además que las características de los morteros dependen de su aplicación de destino, de acuerdo con su clasificación reflejada (Chinchon, 2018)..

2.2.2.2. Características del mortero fresco

2.2.2.2.1. Consistencia

Es punto clave para determinar la manejabilidad y trabajabilidad del mortero para su ejecución, se condiciona bajo la cantidad de agua variable por granulometría del agregado, cantidad de finos, empleo de aditivos, absorción de agua de la base sobre la que se aplica, así como de las condiciones ambientales; puede mejorarse su calidad con la aplicación de cal o plastificante. La consistencia se determina en la mesa de sacudidas, de acuerdo al procedimiento de la Norma Europea UNE-EN 1015-3 (Chinchon, 2018).



Figura 1: Mesa de sacudidas

Fuente: (Chinchon, 2018)

Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)



Figura 2: Ensayos de consistencia

Fuente: (Chinchon, 2018)

Elaborado por Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

El valor es medido por el escurrimiento (valor medio del diámetro en mm) de la probeta ensayada. En función de esta medida se distinguen tres tipos de consistencia:

Mortero fresco	Consistencia (escurrimiento en mm)	Designación
Seco	< 140	S
Plástico	140 a 200	P
Fluido	> 200	F

Figura 3: Tipos de consistencia

Fuentes: (Chinchon, 2018)

Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

La consistencia idónea necesita de una mezcla de agua, arena y conglomerantes, es decir, se relaciona con las proporciones de agua/cemento siendo éstas indispensables para el desarrollo en la resistencia del mortero (Chinchon, 2018).

Cuando hay exceso de agua se produce exudación, fenómeno que implica el movimiento del agua de la parte inferior hacia arriba; esto ocurre particularmente hay un porcentaje considerable de árido grueso depositándose en la parte inferior en granulometría. Se obtiene así una mezcla no homogénea, con un potencial sesgo en las propiedades finales del mortero endurecido (Chinchon, 2018).

2.2.2.2.2. Tiempo de utilización o de trabajabilidad (tiempo de uso)

Es el tiempo en que se puede trabajar el mortero sin utilizar agua adicional que perjudique la resistencia requerida del mismo, permitiendo que su fraguado cumpla su función conforme al procedimiento operativo de la Norma Europea UNE-EN 1015-9. Todas las características del mortero en estado fresco deben mantenerse durante el tiempo de fraguado (Chinchon, 2018).

2.2.2.2.3. Tiempo abierto

Es el intervalo máximo de tiempo que se puede efectuar un acabado desde su aplicación al colocar las piezas a adherir al soporte sin que se produzca una merma en su poder adhesivo. También contempla el tiempo en minutos durante el cual se puede retirar una pieza adherida a una capa de mortero sin que este haya perdido sus propiedades de adherencia. Su procedimiento operatorio se determina por la Norma Europea UNE-EN 1015-9 (Chinchon, 2018).

2.2.2.2.4. Densidad

La densidad del mortero está asociada a los agregados que la conforman y al aire que contiene. Se trabaja mejor con morteros ligeros, donde pueden emplearse áridos artificiales como las arcillas; es mortero ligero aquel cuya densidad es igual o menor a 1300 Kg/m^3 , la densidad del mortero fresco se determina conforme a la Norma Europea UNE-EN 1015-6 (Chinchon, 2018).



Figura 4: Medición de la densidad estado fresco

Fuente: (Chinchon, 2018)

Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

2.2.2.2.5. Adherencia (en estado fresco)

Es la capacidad del mortero para absorber tensiones normales o tangenciales a la superficie de la interfase mortero-base; es, por tanto, la resistencia a la separación del mortero sobre su soporte. Debe controlarse en ambos tipos de morteros, fresco y endurecido, pero por distintas causas. La adherencia del mortero fresco es moldeada por las propiedades reológicas de la pasta del conglomerante, donde la tensión superficial de la masa del mortero fresco es lo que permite dicha característica. La adherencia, antes de que el mortero endurezca, se incrementa cuanto mayor es la proporción del conglomerante o la cantidad de finos arcillosos. No obstante, un exceso de estos componentes perjudicaría otras propiedades (Chinchon, 2018).

2.2.2.2.6. Contenido de iones cloruro

La presencia de cloruro en el agua para el mortero influye en la corrosión cuando está sobre una armadura, por tanto, es preciso determinar su contenido al utilizarse como mortero armado. En estos casos, la norma UNE-EN 998-2 establece que no debe superar el 0,1% de la masa de la muestra en seco (Chinchon, 2018).

2.2.2.2.7. Capacidad de retención de agua.

Es la retención superficial de agua que tiene el mortero, depende de la trabajabilidad cuando éste está fresco y sirve para hidratar su superficie; determinará el grado de hidratación del conglomerante, lo que a su vez conducirá el endurecimiento del mortero. Esta propiedad se mide conforme a la capacidad humectante en los morteros según se define en la norma UNE-EN 1347 (Chinchon, 2018).

Al aplicar un mortero sobre un soporte es esencial que esté humedecido para que así no capte el agua de amasado retenida por el mortero, con esto se reduce la succión ejercida por el soporte sobre el mortero fresco. Los agentes externos, como temperaturas altas o el viento, también favorecen este «robo» de agua al mortero; en estos casos debe reponerse el agua sustraída mediante el curado del mortero en su proceso de fraguado. Inclusive aquel mortero dosificado y amasado apropiadamente puede desprenderse y no adquirir resistencia ni adherencia únicamente por la falta de hidratación del cemento sin consideración de estos factores. Las propiedades del mortero fresco afectarán contundentemente su comportamiento en estado endurecido (Chinchon, 2018).

2.2.2.3. Características del mortero endurecido

La prescripción de los morteros a emplear en obra debe considerar las acciones mecánicas previstas en el proyecto que no alcanzarán su estado límite de agotamiento; han de estimarse, además, las acciones ambientales de tipo físico o químico que puedan deteriorar el material o reducir su tiempo útil. Es decir, desde la colocación del mortero existen una serie de factores con potencial de destruirlo. Se asume a la durabilidad como la resistencia del mortero al ataque de un conjunto de agentes, tanto propios de la ejecución como de su vida, que alteran sus condiciones físicas con el tiempo. Dada semejante influencia, es vital el estudio de las propiedades del mortero en estado endurecido para cubrir todos los parámetros necesarios (Chinchon, 2018).

2.2.2.3.1. Resistencia mecánica

Nótese que el mortero, al aplicarse en la unión de elementos y ser parte del sistema constructivo para colocar ladrillos o enlucir paredes, es muy susceptible a tener que soportar y transmitir cargas como el peso de personas u objetos que se asienten sobre el mismo. Trayendo esto a acotación, es justificada la importancia e influencia de su resistencia mecánica en su correcto desempeño (Chinchon, 2018).



Figura 5: Prensa para ensayo de compresión

Fuente: (Chinchon, 2018)

Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

La norma UNE-EN 998-2 establece designaciones características en función de unas resistencias tipificadas que sustituyen a las denominaciones tradicionales (en kp/cm²).

Resistencia a compresión kp/cm ²	10	20		40		60	80	100		160	200	
Antigua designación	M-10	M-20		M-40		M-60	M-80	M-100		M-160	M-200	
Resistencia a compresión N/mm ²	1		2.5		5			10	15		20	d**
Nueva designación UNE-EN 998-2	M-1		M-2.5		M-5			M-10	M-15		M-20	Md

Figura 6: Cuadro de resistencia de morteros

Fuente: (Chinchon, 2018)

Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

2.2.2.3.2. Adherencia (estado endurecido)

Es la resistencia a tracción de la unión del mortero con un elemento definido, de particular notoriedad en los revocos de las paredes. El procedimiento está definido por la Norma Europea UNE-EN 1015-12 (Chinchon, 2018).

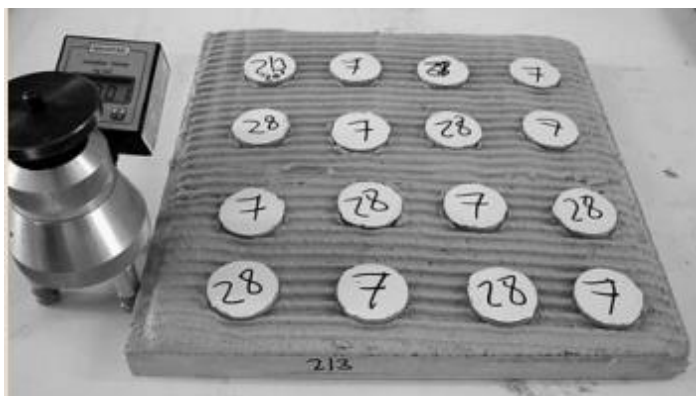


Figura 7: Ensayos de adherencia

Fuente: (Chinchon, 2018)

Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

La adherencia depende de tres aspectos fundamentales:

- El mortero.
- El soporte y su preparación.
- La forma de aplicación.

Su importancia radica en el permitir la unión entre los elementos, misma que forma una resistencia en conjunto. En el otro extremo, una baja adherencia provocará desprendimientos de las piezas de revestimientos interiores o exteriores fijadas por el mortero. En el caso de revocos, los desprendimientos del mortero ocasionan la desprotección de la fachada. Existen dos tipos adherencia: química, basada en los enlaces; y física, fundamentada en el anclaje mecánico entre las piezas (adhesión) (Chinchon, 2018).

2.2.2.3.3. Retracción

Es la contracción del mortero por disminución de volumen durante el proceso de fraguado y principio de endurecimiento, dicha retracción es provocada por la pérdida

de agua sobrante tras la hidratación del mortero. Se ha demostrado que las retracciones son más elevadas cuantos más ricos en cemento y elementos finos son los morteros. También se ha observado que la retracción aumenta cuanto mayor es la cantidad de agua de amasado. Distinguiremos tres tipos de retracción: plástica, hidráulica o de secado y térmica (Chinchon, 2018).

Retracción plástica.

Se produce por la rápida evaporación del agua, se la conoce por desecación en el proceso de fraguado y esto da lugar a que se produzcan fisuras en la parte superficial en forma de piel de cocodrilo. También es debido a las temperaturas elevadas, vientos y falla en el curado (Chinchon, 2018).



Figura 8: Fisuras superficiales

Fuentes; (Chinchon, 2018)

Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

Retracción hidráulica o de secado.

Es la contracción del mortero por evaporación del agua una vez terminado el fraguado. Si es intensa puede haber cambio volumétrico capaz de crear tensiones importantes que puede producir deformaciones. La retracción hidráulica aumenta con:

- El espesor de recubrimiento.
- La riqueza de conglomerante del mortero y la finura de molido de éste.
- La mayor relación agua/cemento.
- La menor relación volumen/superficie.

Está influenciada además por la naturaleza de los áridos, así como por las condiciones y tipo de curado empleados (Chinchon, 2018).

Retracción térmica.

Es la contracción del mortero por variación en la temperatura de su masa durante el endurecimiento.

Se la identifica por la aparición de una característica fisuración errática en la superficie del mortero. De ser muy acusada, dejará abiertas vías de penetración del agua, afectando su impermeabilidad (Chinchon, 2018).

2.2.2.3.4. Absorción de agua

Esto afecta a los morteros que están expuestos a la lluvia, si es permeable transmitirá hacia el interior provocando humedad por filtración. La absorción depende de la estructura capilar del material, por tanto, cuanto más compacto sea un mortero, menor será la red capilar y, en consecuencia, menor absorción presentará, la incorporación de aditivos ayuda a disminuir la absorción en los morteros que los incorporan (Chinchon, 2018).

2.2.2.3.5. Densidad (estado endurecido)

La densidad del mortero depende de: la granulometría y volumen que sus agregados ocupen en su dosificación; y la densidad en la relación agua/cemento del mortero (conforme aumenta la relación se vuelve más poroso). Un mortero es ligero cuando su densidad es igual o menor que 1.300 kg/m³, para evitar morteros demasiados secos y que le agregan agua adicional para trabajabilidad, es mejor diseñar la mayor cantidad de agua necesaria en la preparación del mortero para el fraguado y poder tener un mortero más consistente (Chinchon, 2018)

De lo anteriormente comentado se deduce pensar que a menor número de partículas de cemento a hidratar mayor pérdida de agua. La densidad en estado endurecido se determina siguiendo el procedimiento operativo que figura en la Norma Europea UNE-EN 1015-10 (Chinchon, 2018)



Figura 9: Medición de densidad en estado endurecido

Fuente: (Chinchon, 2018)

Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

2.2.2.3.6. Permeabilidad al vapor de agua

Es el paso del vapor a través de la estructura capilar del material, favorece su transpiración impidiendo la aparición de condensaciones en el interior por causas higrotérmicas. Existe un procedimiento operativo destinado a medir la permeabilidad de agua de los morteros para revocos exteriores según la UNE-EN 1015-19 (Chinchon, 2018).

2.2.2.3.7. Comportamiento térmico

Es una característica otorgada por la conductividad térmica del material que indica la cantidad de calor que pasa en una unidad de tiempo por una superficie del material. La conductividad depende de la densidad, porosidad, contenido de humedad, etc. En el caso de los morteros estos parámetros dependen de los componentes y proporciones que contengan siendo fundamental la densidad final de la mezcla. La Norma básica NBE-CT-79 fija los siguientes valores en función de la densidad: (Chinchon, 2018)

Tipo	Densidad (Kg/m ³)	λ (Kcal/hm ^o C)	λ (w/m ^o C)
Mortero de cemento	2000	1.20	1.40
Mortero mixto	1600	0.75	0.87

Figura 10: Valores de los parámetros térmicos

Fuente: (Chinchon, 2018)

Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

2.2.2.3.8. Comportamiento ante el fuego

Existen dos parámetros fundamentales que caracterizan el comportamiento ante un incendio: la Reacción (M) y la Resistencia ante el Fuego (RF).

La Reacción ante el Fuego clasifica los materiales en cinco tipos: M0, M1, M2, M3 y M4; indican la magnitud de menor a mayor en que pueden favorecer el desarrollo de un incendio. Según la NBE-CPI-96 los morteros son clasificados en la clase menos peligrosa, M0, que indica que un material no es combustible ante la acción térmica. También la transposición de normativa europea sobre seguridad ante incendio en los edificios prEN 13501-1 establece un sistema de clases de los materiales de construcción en función de su nivel de combustibilidad. El mortero, de conglomerantes inorgánicos, se clasifica dentro de la clase de reacción ante el fuego más baja, A1, sin

necesidad de ensayo. La Resistencia ante el Fuego indica el tiempo durante el que un elemento debe mantener las condiciones que le sean exigibles en el ensayo normalizado conforme a la UNE 23093. Según esto, los elementos constructivos se clasifican en función de la siguiente escala de tiempos: 15, 30, 60, 90, 120, 180 y 240 minutos. (Chinchon, 2018)

Un mortero, sometido a las altas temperaturas desarrolladas en un incendio, sufre una serie de cambios que afectan a su resistencia mecánica. En general, a temperaturas superiores a 250 °C, las propiedades resistentes del mortero sufren una caída irreversible, quedando también afectado el color de éste. En zonas continuamente expuestas a elevadas temperaturas se recomienda el uso de morteros aislantes o refractarios. Para ello son útiles los áridos expandidos, por su baja conductividad térmica y el empleo de aireantes. También el uso de arenas calizas aumenta el poder aislante, sobre todo hasta los 500 °C, porque el calor absorbido por el recubrimiento se emplea en descomponer el carbonato cálcico. No obstante, en estos casos se produce un decremento de las propiedades resistentes. (Chinchon, 2018)

La resistencia ante el fuego de los elementos constructivos aumenta cuando son revestidos exteriormente con mortero. Es posible obtener la resistencia deseada asignando el espesor de la capa de mortero conveniente (Chinchon, 2018)

Para la construcción teórica de la variable fibra de coco, utilizamos el documento de sitio web “Fibra de coco, concepto, características, usos, propiedades y beneficios”, publicado el 2 de marzo del año 2019 por el autor ingeniero agrónomo Yeliangi Mendoza avalado por DE AGRONOMÍA.

2.2.3. Fibra De Coco

A la fibra que constituye el mesocarp grueso o cáscara de la fruta del coco se le llama coir, es utilizada para la fabricación de cuerdas, esteras y muchos otros productos. Al procesarse la cáscara, se eliminan las fibras largas de valor industrial que dejan una cantidad considerable de tejido medular y fibras de longitud corta a mediana. Estos materiales permanecen disponibles como un producto de desecho, para el cual no se han desarrollado usos industriales importantes, y normalmente se incineran o se descargan sin control (Mendoza, 2019).

2.2.3.1. ¿Qué es esta fibra de coco?

Esta fibra es extraída de la cáscara del coco y se la utiliza para la fabricación de tapetes, cepillos y colchones, todo esto se elabora con la fibra del coco maduro que se encuentra entre la cascara interna dura y la capa exterior del coco. La fibra del coco blando, el coco verde, se usa para elaborar pinceles, cuerdas y redes de pesca; su ventaja es que no se hunde y se puede utilizarse en aguas profundas a largas distancias (Mendoza, 2019)

2.2.3.1.1. La estructura interior de un coco

Entre la cascara y el revestimiento exterior del coco está la fibra, hay dos tipos: la fibra marrón, que proviene de cocos maduros y es fuerte pero menos flexible; y la fibra blanda, que proviene de cocos verdes y son más flexibles, pero menos fuertes. La fibra más utilizada es la marrón, que se procesa más después de la cosecha (Mendoza, 2019)



Figura 11: Fibra natural de la cascara de coco

Fuente: (Mendoza, 2019)

Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

2.2.3.1.2. Beneficios del coco

Buena transición de la jardinería del suelo

La fibra de coco utilizada en el jardín como parte del suelo de cultivo, la única diferencia es que en lugar de regar solo con agua se riega el jardín de coco enriquecido con nutrientes (Mendoza, 2019).

Retiene la humedad y proporciona un buen ambiente

La fibra de coco como parte del cultivo son muy beneficiosa por su retención del agua que puede absorber hasta 10 veces su peso, lo que significa que las raíces de sus plantas nunca se deshidratarán. Es un gran medio de cultivo para que las raíces tengan un desarrollo saludable (Mendoza, 2019).

Ambientalmente seguro

La fibra de coco no tiene problemas ambientales por su descomposición se la puede utilizar más de una vez a diferencia de los musgos de turba que se descomponen con el tiempo teniendo problemas ambientales, y a su vez esta fibra de coco es producto de un desecho reutilizado (Mendoza, 2019).

2.2.3.1.3. Desventajas del coco

Inerte

La fibra de coco es inerte, lo que significa que no tiene nutrientes dentro de ella, puede parecer tierra, por tal motivo es necesario agregar nutrientes y controlar el pH cuando uses la fibra de coco (Mendoza, 2019)

Es posible que necesites una suplementación adicional

Al utilizar fibra de coco es posible que sus plantas tengan poco calcio y magnesio, por este motivo es necesario aplicar un suplemento para evitar esta pérdida de calcio y magnesio (Mendoza, 2019).

Rehidratación de necesidades

Por lo general la fibra de coco se la envía en ladrillos secos comprimidos esto hace posible la pérdida de humedad por ese motivo al utilizarlo en la jardinería se tendrá que hidratar (Mendoza, 2019).

2.2.3.1.4. Tipos de Cocos

Cuando compras un producto de coco, realmente estás comprando tres tipos de coco: la fibra, la médula (o turba de coco), o los chips de coco. Juntos, proporcionan un medio de crecimiento poderoso. Además, tienen beneficios muy específicos (Mendoza, 2019).

2.2.3.2. ¿Para qué sirve la fibra de coco?

La fibra de coco se divide en dos grupos principales, la fibra de cerdas de coco, la fibra retorcida de máquina de Fibra de cerdas de coco (Mendoza, 2019).

La fibra de cerdas de coco es larga y muy fuerte que se utiliza para la fabricación de cepillos y escobas en la industria manufacturera dependiendo del propósito las

fibras de cerdas de coco largas se engrasan o enceran, a veces se blanquean o se secan también en varios colores (Mendoza, 2019).

2.2.3.2.1. Fibra retorcida de máquina

La fibra retorcida a máquina es otro tipo de fibra de coco que se usa comúnmente en la fabricación de asientos de la industria automotriz. La forma de la fibra retorcida de la máquina proporciona efectos de resorte, por lo que es ampliamente utilizada para hojas de automóviles. La fibra trenzada a máquina se crea mediante el uso de diferentes mezclas de otras fibras de coco, tales como fibra de cerda torcida. (Mendoza, 2019).

2.2.3.3. Características de la fibra de coco

La fibra de coco está disponible separando la piel y la cáscara. Son duros, una variedad muy gruesa y rígida de una fruta natural. Sus ventajas son la agro-renovación, la biodegradabilidad y una buena combinación de fuerza, longitud, extensibilidad, recuperación de humedad y alta durabilidad o resistencia a la luz solar, agua salina, microbios, etc. Los atributos desfavorables de la fibra de coco son su naturaleza gruesa, longitud variable y finura, de carácter algo rígido y duro (Mendoza, 2019).

Hay dos tipos de fibras de coco, la fibra marrón extraída de cocos maduros y las fibras blancas extraídas de cocos inmaduros o verdes, Las fibras marrones son gruesas, fuertes y tienen una alta resistencia a la abrasión. Las fibras blancas son más suaves y finas, pero también más débiles. Los frutos se cosechan cuando todavía están verdes para obtener una fibra de coco de la mejor calidad (Mendoza, 2019).



Figura 12: Fibra de coco blanda

Fuente: (Mendoza, 2019)

Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

2.2.3.4. Proceso de curación de la fibra de coco

Retirarse es un proceso de curación durante el cual las cáscaras se mantienen en un entorno que fomenta la acción de los microbios naturales. Esta acción descompone parcialmente la pulpa de la cáscara, lo que permite que se separe en fibras de fibra de coco y un residuo llamado médula de coco. La extracción de agua dulce se utiliza para cáscaras de coco completamente maduras, y la extracción de agua salada se utiliza para cáscaras verdes. (Mendoza, 2019).

Técnicas mecánicas han sido desarrolladas recientemente para acelerar o eliminar la retroalimentación. Las cáscaras maduras se pueden procesar en máquinas trituradoras después de ser retiradas durante solo siete a 10 días. Las cáscaras inmaduras se puede moler en seco sin que se produzcan pérdidas Después de pasar por la máquina trituradora, estas hojas verdes solo deben humedecerse con agua o empaparse de uno a dos días. (Mendoza, 2019).

2.2.3.4.1. Extracción de la fibra:

Después de retirarse, las cáscaras se sacan del agua y se lavan. Piel externa pelada, colocada sobre bloques de madera y batida con un mazo de madera para separar las fibras de la médula. Después de separar las fibras de la médula, éstas se limpian y luego se esparcen en la sombra para secarlas. Las fibras extendidas para el secado se baten ocasionalmente y se lanzan con postes para eliminar los restos de médula e impurezas que aún se adhieren a la fibra. (Mendoza, 2019).

2.2.3.4.2. Hilado:

El hilado de hilo de coco es principalmente una industria casera en la India y en el extranjero. Se produce mediante hilatura de ruedas o hilatura manual o hilatura mecanizada. El hilo manual es suave y la torsión y el grosor son uniformes. El hilado de la rueda tiene un giro duro; es más fuerte y más uniforme en tamaño y torsión que el hilo manual. (Mendoza, 2019).

2.2.3.4.3. Tejeduría:

El hilo de fibra de coco se trata con una solución diluida de ácido sulfúrico, que mejora su color y proporciona una cierta cantidad de brillo para la producción de esteras, esteras de fibra de coco, esteras de fibra, especialmente esteras, alfombras, mourzouks, entre otras. (Mendoza, 2019).

2.2.3.5. Uso de La Fibra de coco

La fibra de coco, proviene de la cáscara interna de los cocos. Según la Extensión de la Universidad de Florida, los cocos son la nuez más cultivada en el mundo y contribuyen significativamente a la economía de muchas áreas tropicales. Las fibras cortas y resistentes se pueden tejer o presionar juntas para varios usos. A diferencia de las fibras artificiales, el coco es un recurso renovable. (Mendoza, 2019).

Después de separar las fibras, la médula se lava, se esteriliza por calor, se filtra y se clasifica. Con frecuencia, se encuentra el bonote ofrecido como bloque o bloque de coco tratado a presión y se vende en balas para uso a gran escala (Mendoza, 2019)

La cáscara molida, conocida como polvo de fibra de coco, ha estado disponible para los jardineros especializados en forma de trozos para usar cuando se cultivan plantas exóticas como:

- Tipos de plantas de bromelia
- Anturios
- Orquídeas
- Helechos

Ahora, el coco de todos los días está disponible para los jardineros domésticos para usar en mezclas para macetas, jardinería en macetas, jardinería y más (Mendoza, 2019).

2.2.3.5.1. ¿Qué hay en Coco Coir?

Tres componentes conciertan la fibra de coco para uso en macetas y jardinería:

- Fibra de coco
- Papas fritas
- Pith (aka: Peat)

La combinación de estos tres elementos crea un excelente medio de crecimiento. Es importante tener un equilibrio adecuado de estos tres componentes para que sean adecuados para su propósito. Tanto la estructura del medio como la composición química deben ser consideradas. Por separado, estos elementos transmiten beneficios individuales. Aquí hay una exploración de estos beneficios (Mendoza, 2019).

2.2.3.5.2. Fibra de coco

Agregar fibra de coco a tu medio de cultivo ayuda a agregar bolsas de aire. La fibra no es especialmente absorbente, por lo que ayuda a que el oxígeno fluya hacia las raíces de la planta. En el lado negativo, debido a que estas fibras están hechas de celulosa, pueden descomponerse con bastante rapidez, lo que provoca el colapso de las bolsas de aire. (Mendoza, 2019).

2.2.3.5.3. Chips de coco

Las virutas de coco en la función del suelo son similares a las bolitas de arcilla; sin embargo, este material vegetal natural se degradará. Proporcionan un valor doble porque pueden absorber y retener el agua de manera eficiente y ayudan a crear bolsas de aire. Como tales, combinan las propiedades tanto de la médula como de la fibra. Tienen aproximadamente el mismo tamaño que la fibra de coco y ayudan a aumentar las propiedades de retención de aire del suelo, así como las propiedades de retención de agua. De las tres partes de fibra de coco, este componente tiene la relación aire-agua más alta. (Mendoza, 2019).

2.2.3.5.4. La médula del coco (turba)

La médula de coco o la turba es el componente esponjoso del bonote. Tiene la apariencia de hojas de té sueltas y puede absorber enormes cantidades de agua. Sus partículas son muy pequeñas y finas, por lo que no tiene la capacidad de contener cantidades significativas de aire. Este componente del bonote es muy amaderado y se descompone a un ritmo muy lento. Cuando se envejece correctamente, la médula contiene sodio y potasio. Cuando se agrega fertilizante a la médula de coco, el calcio reemplaza al potasio y al sodio. (Mendoza, 2019).

La fibra de coco es un tipo de medio de cultivo hidropónico cada vez más popular, y por una buena razón. Hay una gran cantidad de beneficios al cultivo con fibra de coco que puedes y debes aprovechar si eres nuevo en hidroponía (Mendoza, 2019).

En el pasado, cuando los cocos se cosechaban por su deliciosa carne y jugo, la cáscara de coco se consideraba un producto de desecho. Todo el material desde la cáscara hasta la cáscara interna del coco fue un producto de descarte... hasta que la gente se dio cuenta de que tenía muchas aplicaciones en jardinería y productos para el hogar (Mendoza, 2019).



Figura 13: Fibra de coco marrón

Fuente: (Mendoza, 2019)

Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

2.2.3.6. Propiedades de la fibra de coco

Los materiales compuestos unidireccionales a base de polipropileno reforzado con fibra se prepararon mediante moldeo por compresión. Las propiedades mecánicas como la resistencia a la tracción, el módulo de tracción y la resistencia al impacto de

los materiales compuestos resultantes aumentaron con el incremento de la carga de las fibras de bonote, alcanzaron un nivel óptimo y, posteriormente, disminuyeron con un aumento adicional de la carga de las fibras. (Mendoza, 2019).

Basado en la carga de fibra, 30% en peso de compuestos reforzados con fibra tenía el conjunto óptimo de propiedades mecánicas. Después del tratamiento con álcali de la fibra de coco, se realizó un tratamiento con ortosilicato de tetrametoxi para promover la adhesión entre la fibra de coco y la matriz de polipropileno. El tratamiento de la fibra de bonote con ortosilicato de tetrametoxi después del tratamiento previo con álcali mejoró las propiedades mecánicas y la desorción de agua de los compuestos resultantes, como resultado de la adhesión mejorada entre la fibra de bonote y la matriz de polipropileno (Mendoza, 2019).

La fibra dietética de coco, hecha de coco finamente molido, seco y desgrasado, proporciona una manera conveniente de aumentar su ingesta diaria de fibra sin tomar una bebida gelificada o arenosa. Teniendo muchas de las propiedades beneficiosas de otros suplementos de fibra dietética, la fibra dietética de coco también ofrece beneficios únicos para ti y tus plantas, debido a su falta de ácido fólico y sus altas propiedades de absorción de agua. (Mendoza, 2019).

2.2.3.7. Cómo hacer fibra de coco

Como se encuentra en las tiendas de comestibles, en realidad es solo la semilla de un fruto de la palma de coco (*Cocos nucifera*). Antes de enviarse al mercado, la semilla se despoja de una piel coriácea externa y una capa intermedia de pulpa fibrosa de 2-3 pulg. (5-8 cm) de espesor. Las fibras recuperadas de esa pulpa se llaman bonote. Las fibras varían desde hebras robustas adecuadas para cerdas de cepillo hasta filamentos que pueden hilarse en hilos gruesos y duraderos (Mendoza, 2019).

Aunque las palmas de coco crecen en todas las regiones tropicales del mundo, la gran mayoría de las fibras producidas comercialmente provienen de la India y Sri Lanka. Los cocos son principalmente un cultivo alimenticio. En la India, que produce aproximadamente una cuarta parte de los 55 mil millones de cocos del mundo cada

año, solo el 15% de las fibras de cáscara se recuperan para su uso. India produce anualmente alrededor de 309,000 toneladas cortas (280,000 toneladas métricas) de fibra de coco (Mendoza, 2019).

Las fibras de coco se clasifican de dos maneras.

- Una distinción se basa en si se recuperan de cáscaras de coco maduras o inmaduras. Las cáscaras de los cocos completamente maduros producen bonote marrón. Fuerte y altamente resistente a la abrasión, su método de procesamiento también lo protege del componente ultravioleta dañino de la luz solar. De color marrón oscuro, se utiliza principalmente en cepillos, tapetes y acolchados de tapicería. Por otro lado, el coco blanco proviene de las cáscaras de los cocos cosechados poco antes de que maduren. En realidad, de color marrón claro o blanco, esta fibra es más suave y menos fuerte que la fibra marrón. Por lo general, se hila en hilo, que puede ser tejido en esteras o torcido en cordel o cuerda (Mendoza, 2019).
- El otro método de categorización se basa en la longitud de la fibra. Tanto el bonote marrón como el blanco consisten en fibras que varían en longitud de 4 a 12 pulgadas (10-30 cm). Aquellos que miden por lo menos 8 pulgadas (20 cm) de largo se llaman fibra de cerdas. Las fibras más cortas, que también tienen una textura más fina, se denominan fibra de colchón. Una cáscara de coco de 10 onzas (300 g) produce aproximadamente 3 onzas (80 g) de fibra, un tercio de la cual es fibra de cerdas (Mendoza, 2019).

2.2.3.8. Fibra de coco para plantas

La oir tiene una gran capacidad de retención de agua, también. Contiene un 30% más de agua y es más fácil de remojar que la turba. Además, crea espacio aéreo y permite un mejor drenaje en suelos anteriormente compactados. En suelos sueltos y arenosos contiene nutrientes para evitar que se laven. El bonote también es ligeramente alcalino, con un pH de 5.8–6.8. Esto reduce la necesidad de usar cal de olomita para neutralizar el suelo ácido en el jardín. El pH es ideal para la liberación de sus nutrientes

a las raíces. El bonote es rico en potasio y micronutrientes, incluyendo hierro, manganeso, zinc y cobre (Mendoza, 2019).

La fibra de coco también puede ser mucho más fácil de usar que la turba o la lana de roca. Rockwool, que se usaba para aislar antes de la creación de bloques de fibra de vidrio o espumas rígidas, puede provocar que pequeñas partículas entren en los ojos, la boca, la nariz y los pulmones de un agricultor si no se usa la protección adecuada. También requiere mucha energía para producir y demorar mucho tiempo en degradarse cuando se desecha. El musgo de turba es más saludable, pero la turba de la minería altera los ambientes de pantanos de humedales. Como se mencionó anteriormente, el bonote, por otro lado, es renovable (Mendoza, 2019).

Antes de usar, los ladrillos de fibra de coco comprimidos deben empaparse en un recipiente grande ya que se expanden de cinco a siete veces en volumen. Un bloque de cinco kilogramos, duro como una roca e imposible de cortar, se convierte en 60 litros de fibra. Un balde por cada rodilla funciona bien y la piscina inflable para niños es perfecta para pacas grandes. Remoja los ladrillos durante una hora, o durante la noche, luego tira y sepáralos. Cualquier bonote que no uses conservará sus propiedades durante muchos años, así que guárdalo en un lugar seco (Mendoza, 2019).

Por supuesto, el bonote no es perfecto para todos los propósitos de crecimiento. Con el tiempo, tiende a acumular niveles de sal, así que trata de encontrar el bonote etiquetado como “bajo en sal”. Además, si sustituyes al bonote por otra enmienda, ten en cuenta las diferencias si se produce. Es posible que también necesites aumentar el nitrógeno y disminuir el potasio al fertilizar. Aun así, no dudes en probar el bonote. Es de bajo costo, bueno para el medio ambiente y puede resolver algunos problemas de los medios de comunicación (Mendoza, 2019).



Figura 14: *Fibra de coco en bloque*

Fuente: (Mendoza, 2019)

Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

2.2.3.9. Beneficios de la fibra de coco en cultivos

La fibra de coco proviene de la cáscara interna fibrosa del coco. Anteriormente pensado como un material de desecho, ahora se empaqueta y vende con frecuencia como una enmienda del suelo para reemplazar la turba en el jardín. Coir proporciona beneficios similares para el jardín en comparación con la turba cuando se usa correctamente para mejorar la cama del jardín (Mendoza, 2019).

2.2.3.9.1. Cosecha y descascarado.

1.- Los cocos que han madurado y caído del árbol pueden simplemente recogerse. Las capas externas que cubren la semilla de coco se procesan y se convierten en fibras comúnmente conocidas como bonote. Las capas externas que cubren la semilla de coco se procesan y se hilan en fibras comúnmente conocidas como bonote (Mendoza, 2019).

Cocoteros que todavía se aferran a los árboles de 40 a 100 m (12 a 30 m) de altura son cosechados por escaladores humanos. Si el escalador recoge la fruta a mano, puede cosechar frutas de aproximadamente 25 árboles en un día (Mendoza, 2019).

2.- Los cocos maduros se descascarán inmediatamente, pero los cocos verdes pueden sazonzarse durante un mes extendiéndose en una sola capa en el suelo y manteniéndolos secos. Para quitar la fruta de la semilla, el coco se empala en una espiga con punta de acero para dividir la cáscara. La capa de pulpa se despega fácilmente. Un husker

experto puede dividir y pelar manualmente unos 2,000 cocos por día. Las máquinas de descascarado modernas pueden procesar 2,000 cocos por hora (Mendoza, 2019).

3.- Para la extracción de agua dulce, las cáscaras maduras se entierran en pozos excavados a lo largo de las riberas de los ríos, se sumergen en tanques de concretos llenos de agua o se suspenden con redes en un río y se pesan para mantenerlos sumergidos. Las cáscaras suelen remojar al menos seis meses (Mendoza, 2019).

4.- Para la extracción de agua salada, las cáscaras verdes se sumergen en agua de mar o agua dulce salada artificialmente. A menudo esto se logra colocándolos en pozos a lo largo de las orillas de los ríos cerca del océano, donde la acción de las mareas los cubre alternativamente con agua de mar y los enjuaga con agua de río. La extracción de agua salada generalmente toma de ocho a 10 meses, aunque agregar las bacterias adecuadas al agua puede acortar el período de retención a unos pocos días (Mendoza, 2019).

5.- Técnicas mecánicas han sido desarrolladas recientemente para acelerar o eliminar la retroalimentación. Las cáscaras maduras se pueden procesar en máquinas trituradoras después de ser retiradas durante solo siete a 10 días. La cáscara inmadura se puede moler en seco sin que se produzcan pérdidas. Después de pasar por la máquina trituradora, estas hojas verdes solo deben humedecerse con agua o empaparse uno o dos días antes de pasar al paso de desfibrado. La molienda en seco produce solo fibra de colchón (Mendoza, 2019).

6.- Tradicionalmente, los trabajadores batían la pulpa retenida con mazos de madera para separar las fibras de la médula y la piel exterior. En los últimos años, se han desarrollado máquinas motorizadas con brazos de batidores planos que funcionan dentro de tambores de acero. La separación de las fibras de cerdas se realiza a mano o en una máquina que consiste en un tambor giratorio equipado con púas de acero (Mendoza, 2019).

7.- La separación de las fibras del colchón de la médula se completa lavando el residuo del proceso de desfibrado y peinándolo a mano o haciéndolo caer en un tambor o tamiz perforado. (La extracción de agua salada produce solo fibras de colchón) (Mendoza, 2019).

8.- Las fibras limpias se extienden libremente sobre el suelo para secarse al sol.

2.2.3.9.2. Refinamiento

9.- Las fibras de cerdas que no se procesarán de inmediato se enrollan y se atan en paquetes sueltos para su almacenamiento o envío. Los productores más mecanizados pueden usar una prensa hidráulica para crear pacas compactas (Mendoza, 2019).

10.- Del mismo modo, las fibras del colchón pueden simplemente ser embaladas con una prensa hidráulica. Sin embargo, si se desea más procesamiento, las fibras se peinan con herramientas de cardado mecánicas o manuales, luego se enrollan sin apretar en un hilo grueso (mecha) y se enrollan en paquetes (Mendoza, 2019).

11.- Dependiendo de su uso final previsto, el hilo puede ser enviado a los clientes, o múltiples hebras pueden ser torcidas en hilo y empaquetadas para su envío. Tanto las técnicas manuales tradicionales como los métodos mecánicos más nuevos se utilizan para trenzar el cordel en cuerda y para tejer hilo en esteras o redes (Mendoza, 2019).

12.- Para algunos usos, como el acolchado de tapicería, la fibra de cerdas se hila ligeramente en hilo y se deja reposar. Luego las fibras, que se han vuelto rizadas, se separan. Estas fibras se pliegan ligeramente en esterillas que se pulverizan con goma de látex, se secan y se vulcanizan (se tratan térmicamente con azufre) (Mendoza, 2019).

2.2.3.10. Subproductos / Residuos

En peso, las fibras de fibra de coco representan aproximadamente un tercio de la pulpa de coco. Los otros dos tercios, la médula de coco (también conocida como polvo

de fibra de coco), generalmente se ha considerado un material de desecho inútil. Aunque es biodegradable, tarda 20 años en descomponerse. Millones de toneladas se encuentran en grandes pilas en la India y Sri Lanka. A diferencia del musgo de turba, que es altamente ácido, el coco tiene un nivel de pH neutro. La mayoría de los vegetales y flores de jardín crecen mejor en condiciones neutrales a ligeramente alcalinas. Cuando se usa turba para enmendar una cama de jardín, a menudo es necesario agregar cal agrícola para combatir la mayor acidez (Mendoza, 2019).

2.2.3.11. Drenaje

El bonote mejora el drenaje del suelo en la cama y también ayuda a retener la humedad en los suelos de drenaje rápido. Dado que el bonote se descompone lentamente, como la turba, crea bolsas de aire en el suelo que permiten que el exceso de humedad drene lejos de las raíces de las plantas. El bonote en sí retiene algo de humedad para que el drenaje no ocurra demasiado rápido y el suelo no se seque por completo. Estas propiedades duales de drenaje y retención permiten que el bonote mejore el control de la humedad tanto en suelos arcillosos pesados como en lechos arenosos secos (Mendoza, 2019).

2.2.3.12. Calidad del suelo

La fibra de coco contiene pocos nutrientes, por lo que no aumenta la calidad de los nutrientes del suelo. La fertilización adicional o las modificaciones de compost son necesarias para las plantas que se alimentan en exceso, como las hortalizas y algunas flores, pero la mayoría de las hierbas desarrollan su mejor sabor en suelos con bajos nutrientes. Coir también trabaja para mejorar la calidad general del suelo a lo largo del tiempo, ya que agrega materia orgánica muy necesaria a la cama. Las enmiendas anuales al bonote pueden dar como resultado un suelo suelto y friable, que es la calidad del suelo preferida para la mayoría de las plantas de jardín (Mendoza, 2019).

2.2.3.13. Sustentabilidad

El musgo de turba, que sustituye al coco como enmienda del suelo, toma siglos en volver a crecer una vez cosechado. El bonote es completamente sostenible ya que es un subproducto natural de las cosechas de coco, y los cocoteros producen nuevos cocos cada año. Usar el bonote en el jardín lo mantiene fuera del relleno sanitario donde de otra manera iría. El bonote puede demorar un siglo o más en descomponerse completamente en estos rellenos sanitarios, por lo que es más sostenible usarlo para mejorar el suelo de su jardín. (Mendoza, 2019).

2.2.3.14. Ventajas de la fibra de coco

La sustancia corchosa entre la fibra se denomina fibra de coco o polvo, que antes se ignoraba, pero recientemente se reconoció su importancia como medio para cultivar hortalizas como chiles, tomates, apio, lechuga, fresa y muchas otras flores y cultivos (Mendoza, 2019).

La sustancia es conocida como ascoco-turba o nombres de marcas similares en la industria de la horticultura. Las máquinas avanzadas de peinado se utilizan para peinar la cáscara para eliminar la fibra útil de la cáscara después de sumergirla en agua por completo. Después de este proceso, los residuos de fibra de coco obtenidos se tamizan y envían a una fábrica de fibra de fibra de coco en la que se someten a pocos pasos. Las fibras grandes se eliminan mediante el tamizado y las partículas no deseadas, como la arena y la arena, se eliminan mediante diversos procesos de limpieza (Mendoza, 2019).

Antes de secar la médula de coco, se lava para eliminar las sales no deseadas. Por lo tanto, el tamaño de la partícula se determina de acuerdo con la solicitud de los clientes. La médula de coco está comprimida para formar bloques o ladrillos, lista para ser transportada, que se realiza en bolsas pequeñas de 500 gramos o puede ser tan grande como bloques de 5-10 Kg, que también depende de los requisitos de los clientes (Mendoza, 2019).

También tiene valores nutricionales y alta capacidad de retención de agua

Tiene una buena porosidad del aire y un sistema radicular saludable y es un medio de crecimiento perfecto para plantas como las plantaciones de tomate, pepino, rosa, gerberas y fresas. Se utiliza en horticultura, ambientes de floricultura y plantaciones de invernaderos. Otros beneficios de la fibra de coco incluyen un medio de cultivo de uso múltiple que incluye nuevas oportunidades para los proveedores de mezclas para macetas, viveros de plántulas, cultivadores hidropónicos y constructores de golfgreen (Mendoza, 2019).

También es compatible con el medio ambiente al proporcionar una alternativa a los medios de la perlita de Rockwool que se saltan los problemas de eliminación. La turba de coco maximiza el rendimiento para proporcionar una mejor calidad para cultivos hidropónicos. Las plantas con turba de coco como medio de crecimiento tienen un crecimiento de la raíz fuerte en comparación con otros medios de cultivo. También ofrece enfermedades naturales de resistencia superior con raíces fuertes, lo que aumenta la vida útil de las plantas. Su capacidad de retención de agua superior proporciona un amortiguador en alta temperatura y corta el hecho de suministro de aire (Mendoza, 2019).

2.2.3.14.1. Musgo de turba de coco

Cuando creces sin tierra, tienes muchas opciones para los medios de cultivo. ¡Eso es parte de la diversión de la jardinería hidropónica! Hay muchos sustratos sin suelo disponibles para jugar. Algunas opciones populares incluyen perlita, guijarros de arcilla y turba. Pero un medio de cultivo se está volviendo muy popular para usar como sustrato sin suelo y está ampliamente disponible en tiendas de jardinería de interiores en todo: coco (Mendoza, 2019).

2.2.3.14.2. Coco como medio de cultivo

La fibra de coco es un medio de cultivo ligero y sin suelo, hecho de las fibras que se encuentran entre la cáscara de un coco maduro y la superficie exterior. Debido a

que es un material que se presenta en la naturaleza, es completamente renovable y, por lo tanto, se considera una excelente opción para la sostenibilidad ambiental. La fibra de coco está disponible en formato de ladrillo o bloque que se expande cuando se agrega agua. Muchos cultivadores eligen mezclar el coco con otro medio de cultivo como la perlita para obtener beneficios adicionales (Mendoza, 2019)

2.2.3.14.3. Ventajas del Coco

La principal ventaja del coco es que la mayoría de los cultivadores se jactan de su capacidad mejorada de retención de agua, incluida su capacidad de rehidratarse fácilmente. Al mismo tiempo, el coco también posee propiedades de aireación, lo que es importante en el crecimiento sin suelo. Debido a estos dos factores, las plantas cultivadas en fibra de coco, o una mezcla de fibra de coco, experimentan una raíz más fuerte y una mejor salud en general debido a su nivel de pH neutro (Mendoza, 2019).

Este medio de cultivo inerte y estéril está libre de bacterias, lo que evitará que las plantas desarrollen enfermedades, infestaciones de plagas o el crecimiento de hongos. La fibra de coco tiene una composición natural de ligninas, que son un polímero natural que estimula el crecimiento de bacterias beneficiosas en la capacidad de jardinería. La fibra de coco es un excelente sustrato sin suelo para usar en un sistema de bandejas cuando se cultiva pasto de trigo o microgreens. También se puede utilizar en sistemas de macetas para el cultivo de plantas de hortalizas, incluyendo verduras de hojas verdes. Funciona muy bien en sistemas hidropónicos pasivos o activos porque puede contar con su capacidad para retener la humedad. (Mendoza, 2019).

Para la construcción teórica de la variable cerámica reciclada, utilizamos el documento de sitio web, Educación Tecnológica publicado el 26 de octubre del año 2019 por el autor Sofía Lobato, en la bibliografía educación secundaria.

2.2.3. CERAMICA RECICLADA

2.2.4. Cerámica reciclada

2.2.4.1. Cerámica definición.

Sin duda alguna, la industria cerámica es la industria más antigua de la humanidad. Se entiende por material cerámico el producto de diversas materias primas, especialmente arcillas, que se fabrican en forma de polvo o pasta (para poder darles forma de una manera sencilla) y que al someterlo a cocción sufre procesos físico-químicos por los que adquiere consistencia pétreo. Dicho de otro modo, más sencillo, son materiales sólidos inorgánicos no metálicos producidos mediante tratamiento térmico (Lobato, 2019).

2.2.4.2. Propiedades generales de los materiales cerámicos

Comparados con los metales y plásticos son duros, no combustibles y no oxidables.

Su gran dureza los hace un material ampliamente utilizado como abrasivo y como puntas cortantes de herramientas. Gran resistencia a altas temperaturas, con gran poder de aislamiento térmico y, también, eléctrico. Gran resistencia a la corrosión y a los efectos de la erosión que causan los agentes atmosféricos. Alta resistencia a casi todos los agentes químicos. Una característica fundamental es que pueden fabricarse en formas con dimensiones determinadas (Lobato, 2019)

Los materiales cerámicos son generalmente frágiles o vidriosos. Casi siempre se fracturan ante esfuerzos de tensión y presentan poca elasticidad.

2.2.4.3. Clasificación

Dependiendo de la naturaleza y tratamiento de las materias primas y del proceso de cocción, se distinguen dos grandes grupos de materiales cerámicos: las cerámicas gruesas y las cerámicas finas. (Lobato, 2019)



Figura 15: Clasificación de ladrillo según su masa

Fuente: (Ortiz, 2015)

Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

2.2.4.4. Materiales cerámicos porosos o gruesos.

No han sufrido vitrificación, es decir, no se llega a fundir el cuarzo con la arena debido a que la temperatura del horno es baja. Su fractura (al romperse) es terrosa, siendo totalmente permeables a los gases, líquidos y grasas. Los más importantes: (Lobato, 2019).

2.2.4.4.1. Arcilla cocida:

Es de color rojiza debido al óxido de hierro de las arcillas empleadas. La temperatura de cocción es de unos 800°C. A veces, la pieza se recubre con esmalte de color blanco (óxido de estaño) y se denomina loza estannífera. Con ella se fabrican: baldosas, ladrillos, tejas, jarrones, cazuelas, etc. (Lobato, 2019).

2.2.4.4.2. Loza italiana

Se fabrica con arcilla entre amarilla-rojiza mezclada con arena, pudiendo recubrirse de barniz transparente. La temperatura de cocción ronda los 1000°C. Se emplea para fabricar vajillas baratas, adornos, tiestos (Lobato, 2019).

2.2.4.4.3. Loza inglesa

Fabricada de arcilla arenosa a la cual se le ha eliminado el óxido de hierro y se le ha añadido sílex, yeso, feldespato (bajando el punto de fusión de la mezcla) y caolín para mejorar la blancura de la pasta. Se emplea para vajilla y objetos de decoración. La cocción se realiza en dos fases: (Lobato, 2019).

Se cuece a unos 1100°C. Tras lo cual se saca del horno y se recubre con esmalte.

Se introduce de nuevo en el horno a la misma temperatura

2.2.4.4.4. Refractarios

Se fabrican a partir de arcillas mezcladas con óxidos de aluminio, torio, berilio y circonio. La cocción se efectúa entre los 1.300 y los 1.600 °C, seguidos de enfriamientos muy lentos para evitar agrietamientos tensiones internas. Se obtienen productos que pueden resistir y temperaturas de hasta 3.000 °C. Las aplicaciones más usuales son: ladrillos refractarios (que deben soportar altas temperaturas en los hornos) y electro cerámicas (Lobato, 2019).



Figura 16: Tipos de consistencias

Fuente: (Ortiz, 2015)

Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

2.2.4.5. Materiales cerámicos impermeables o finos

En los que se someten a temperaturas suficientemente altas como para vitrificar completamente la arena de cuarzo. Así, se obtienen productos impermeables y más duros. Los más importantes son: (Lobato, 2019)

2.2.4.5.1. Gres cerámico común

Obtenido a partir de arcillas ordinarias, sometidas a temperaturas de unos 1.300 °C. Es muy empleado en pavimentos y paredes (Lobato, 2019).

2.2.4.5.2. Gres cerámico fino

Obtenido a partir de arcillas conteniendo óxidos metálicos a las que se le añade un fundente (feldespato) para bajar el punto de fusión. Más tarde se introducen en un horno a unos 1.300 °C. Cuando está a punto de finalizar la cocción, se impregnan los objetos de sal marina que reacciona con la arcilla formando una fina capa de silicoaluminato alcalino vitrificado que confiere al gres su vidriado característico. Se emplea para vajillas, azulejos (Lobato, 2019).

2.2.4.5.3. Porcelana

Es obtenido a partir de una arcilla muy pura, caolín, mezclada con fundente (feldespato) y un desengrasante (cuarzo o sílex). Su cocción se realiza en dos fases: una a una temperatura de entre 1.000 y 1.300 °C y, tras aplicarle un esmalte otra a más alta temperatura pudiendo llegar a los 1.800 °C. Teniendo multitud de aplicaciones en el hogar (pilas de cocina, vajillas, tazas de café, etc.) y en la industria (toberas de reactores, aislantes en transformadores, etc.) (Lobato, 2019).

2.2.4.6. Procesado de Materiales cerámicos

Las etapas básicas en la fabricación de productos cerámicos son:

2.2.4.6.1. Extracción

La obtención de la arcilla, en las canteras, llamadas barrenos, que además de ser a cielo abierto, suelen situarse en las inmediaciones de la fábrica de arcilla (Lobato, 2019).

2.2.4.6.2. Preparación

Consiste en la molienda primero y la mezcla de las diferentes materias primas que componen el material. La composición variará en función de las propiedades requeridas por la pieza de cerámica terminada. Las partículas y otros constituyentes tales como aglutinantes y lubricantes pueden ser mezclados en seco o húmedo. Para productos cerámicos tales como ladrillos comunes, tuberías para alcantarillado y otros productos arcillosos, la mezcla de los ingredientes con agua es una práctica común. Para otros materiales cerámicos, las materias primas son tierras secas con aglutinantes y otros aditivos (Lobato, 2019).

2.2.4.6.3. Conformación

Los métodos de modelado de cerámica que se utilizan más comúnmente.

2.2.4.6.4. Prensado.

La materia prima puede ser prensada en estado seco, plástico o húmedo, dentro de un troquel para formar productos elaborados 8Ver vídeo como se fabrican los azulejos más abajo) (Lobato, 2019).

2.2.4.6.5. Prensado en seco:

Este método se usa frecuentemente para productos refractarios (materiales de alta resistencia térmica) y componentes cerámicos electrónicos. El prensado en seco se puede definir como la compactación uniaxial simultánea y la conformación de los polvos granulados con pequeñas cantidades de agua y/o pegamentos orgánicos en un troquel. Después del estampado en frío, las partículas son normalmente calentadas (sinterizadas) a fin de que se consigan la fuerza y las propiedades microestructurales deseadas. El prensado en seco se utiliza mucho porque permite fabricar una gran variedad de piezas rápidamente con una uniformidad y tolerancia pequeñas (Lobato, 2019)

2.2.4.6.6. Extrusión.

Las secciones transversales sencillas y las formas huecas de los materiales cerámicos en estado plástico a través de un troquel de embutir.



Figura 17: Troquel de embutir

Fuente: (Lobato, 2019)

Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

2.2.4.6.7. Secado:

Las piezas recién moldeadas se romperían si se sometieran inmediatamente al proceso de cocción, por lo que es necesario someterlas a una etapa de secado con el propósito es eliminar el agua antes de ser sometida a altas temperaturas. Generalmente, la eliminación de agua se lleva a cabo a menos de 100°C y puede tardar tanto como 24h. Para un trozo de cerámica grande (Lobato, 2019).

2.2.4.6.8. Cocción:

Al cocer las arcillas a alta temperatura se producen una serie de reacciones que desembocan en una consistencia pétreo y una durabilidad adecuada para el fin para el que se destinan. Como se ha dicho antes la temperatura dependerá del tipo de material. (Lobato, 2019).

2.2.5. La cerámica en la construcción.

La cerámica es un material de construcción con una gran antigüedad. Los materiales cerámicos, del griego “keramos”, son producto del trabajo con base arcillosa que se transforma, poco a poco, en la pieza versátil y funcional con la que contamos en la actualidad. Debido a la necesidad del hombre de adaptarse al ambiente en que vive y utilizar las cosas que lo rodean, el ladrillo hizo su aparición en la antigüedad en todos aquellos países en los que faltaba la piedra y abundaba la arcilla. Así pues, podemos

decir que los productos cerámicos de aplicación en la arquitectura aparecen con las primeras civilizaciones sedentarias, con una evolución que se desarrolla acorde con la funcionalidad y su incorporación, posteriormente, como elemento decorativo. (coverlam, 2016)

En la actualidad, se trata de un material que podemos encontrar en todos lados, dentro y fuera del hogar, con fines decorativos o con función específica. La industria cerámica ha conseguido optimizar, de manera notable, el proceso de fabricación, reduciendo al máximo el consumo de energía y agua y, a la vez, minimizando la generación de residuos y emisiones de dióxido de carbono. Ahora mismo el mercado nos ofrece una enorme variedad de cerámicas para construcción, paredes, pisos, recubrimiento de numerosas superficies. (coverlam, 2016)



Figura 18: Utilización de la cerámica en viviendas decorativas

Fuente: (coverlam, 2016)

Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

2.2.6. Tipo de material cerámico

Dentro del material cerámico podemos encontrar gran variedad de productos que se han utilizado a lo largo de la historia para distintos sistemas de construcción. Podemos clasificarlos como como (coverlam, 2016)

- Productos cerámicos para albañilería: Ladrillos cerámicos, Bloques cerámicos, Ladrillos huecos de gran formato.
- Otras aplicaciones: Bovedillas cerámicas (forjados), Losetas y adoquines cerámicos (pavimentos), Baldosas cerámicas, placas y azulejos

(revestimientos), Paneles cerámicos (tableros de cubierta y cerramientos), Tejas cerámicas (cubierta) y Otros productos cerámicos (loza sanitaria, tuberías, conductos...).

- Ladrillos: son productos fabricados con arcilla cocida, que sirven para levantar muros, tabiques, paredes... Suele medir 28cm de largo, 14 de ancho y 7 de grueso. Existen gran variedad de tipos dentro de este producto.
- Refractarios: Fabricados con arcillas refractarias y arena muy fina. Resisten altas temperaturas (1.600°C).
- Aligerados: Incorporan materiales ligeros (corcho o serrín) que arde al cocer y produce huecos.
- Hidráulicos: Mezclan arcillas con limaduras de hierro, sal, potasa y cenizas. Resisten la humedad.
- Coloreados: Mezcla de arcilla blanca y pigmentos.
- De baja succión: Succión de agua < 0,05 g/cm² min.
- Hidrofugados: Se aplica un producto hidrófugo en superficie (impermeable al agua pero no al vapor). Se puede realizar mediante dos procedimientos, por aspersión, donde se proyecta sobre una o varias caras, no modifica la succión. Y por inmersión, donde toda la superficie repele el agua, en éste sí que se disminuye mucho la succión.
- De clinker y gresificados: arcillas especiales cocidas a altas temperaturas (vitrificadas). Se alcanzan resistencias a compresión > 500 kg/cm²

Bloques cerámicos: se tratan de piezas cerámicas para ejecución de obras de fábrica de dimensiones nominales mayores que los ladrillos. Las dimensiones habituales se encuentran entre 30 x 14-19-24-29 x 19 cm. Suelen presentar entalladuras en testa para facilitar su colocación (machihembrado). Las piezas para revestir presentan acanaladuras en canto. Las series de cada fabricante incorporan piezas especiales para resolver terminales, esquinas y cargaderos (coverlam, 2016).

Bovedillas cerámicas: son piezas cerámicas huecas que se utilizan en la construcción de forjados de viguetas unidireccionales. Su función es aligerar el peso de la losa de forjado. Sus dimensiones dependen del canto de forjado y de la distancia entre viguetas. Constituyen, junto con las suelas de las viguetas, la cara inferior del forjado.

Su cara inferior suele tener acanaladuras para mejorar la adherencia del revestimiento (coverlam, 2016).

Tejas: son piezas de forma acanalada que se usan para cubrir y resguardar los techos, armaduras o cubiertas de los edificios. Deben ser impermeables y resistentes a las inclemencias del tiempo. Existen varios tipos: Curva o árabe: donde se combinan hileras con la curva hacia arriba, canal, y con la curva hacia abajo (cobija). Estas pueden ser árabes y flamencas. Las árabes son acanaladas y las flamencas tienen sección en forma de S. Plana: piezas con el desarrollo plano, tiene una colocación por solape. Mixta: combina canal y cobija en una pieza, solape (coverlam, 2016)

Productos cerámicos para pavimentos: se tratan de piezas cerámicas no esmaltadas utilizadas en pavimentos de exterior. Suelen conformarse en forma de adoquines. Requieren unas características físicas y mecánicas elevadas, como la resistencia a los agentes ambientales (calor y humedad), resistencia a compresión, flexión y abrasión. Pueden estar coloreados en masa (pigmentos) (coverlam, 2016).

Productos cerámicos para revestimientos: son piezas delgadas de diferentes tipos de cerámica (loza, semigrés, gres o porcelánico). Se aplican en suelos y paredes mediante materiales de agarre (pastas, morteros y adhesivos). El conformado se realiza por prensado (vía seca). Procedimientos de cocción: monococción y bicocción. Las losas van esmaltadas en la cara vista para reducir su permeabilidad y modificar su aspecto (azulejos y baldosas). Las baldosas deben ser antideslizantes (coverlam, 2016).

Losa sanitaria esmaltada: se trata de arcilla cocida blanca rica en alúmina. Se fabrica por moldeo, inyección de aire para obtener una estructura porosa y posterior esmaltado. Se utiliza en la fabricación de aparatos sanitarios (coverlam, 2016).

Conducciones cerámicas (tubos y accesorios): requieren una alta resistencia e impermeabilidad. Suelen ser de gres (moldeo o centrifugación) (coverlam, 2016).



Figura 19: Cerámica decorativa en interiores

Fuente: (coverlam, 2016)

Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

2.3. Marco conceptual.

2.3.1. Mortero de cemento

Masa constituida por árido fino, cemento y agua. Eventualmente, puede contener algún aditivo adicional para mejorar alguna de sus propiedades. Su resistencia, depende de la calidad del cemento, de las proporciones de sus componentes y del proceso de curado.

2.3.2. Mortero ligero

Es un mortero por dosificación, cuya densidad en secado sea inferior a 1500 kg/m³.

2.3.3. Aislamiento

Material o sistema constructivo con el que se consigue proteger a un elemento o local, bien sea de la temperatura (térmico), del ruido (acústico), de las vibraciones mecánicas (de vibraciones), etc.

2.3.4. Enlucido

Revestimiento continuo interior o exterior de cemento, yeso blanco y otros materiales, que constituye la terminación o remate que realiza la persona sobre la superficie del guarnecido.

2.3.5. Dosificación.

La dosificación implica establecer las proporciones apropiadas de los materiales que componen el hormigón, a fin de obtener la resistencia y durabilidad requeridas, o bien, para obtener un acabado o adherencia correctos. Generalmente expresado en gramos por metro cúbico (g/cm^3).

2.3.6. Exudación del mortero.

El exceso de agua produce frecuentemente la exudación, fenómeno por el que el agua de la parte inferior se mueve hacia arriba especialmente cuando la granulometría tiene gran porcentaje de árido grueso que se deposita en la parte inferior.

2.3.7. Humedad.

Es el aumento del nivel de agua que tiene la mezcla y en el caso que no esté medida correctamente provocara una elevada humedad en el mortero.

2.3.8. Granulometría.

La granulometría es la distribución de los tamaños de las partículas de un agregado tal como se determina por análisis de tamices (norma ASTM C 136). La arena o agregado fino solamente tiene un rango de tamaños de partícula.

2.3.9. Cemento.

El cemento es un polvo fino que se obtiene de la calcinación a $1,450^{\circ}\text{C}$ de una mezcla de piedra caliza, arcilla y mineral de hierro. El producto del proceso de calcinación es el clínker principal ingrediente del cemento, que se muele finamente con yeso y otros aditivos químicos para producir cemento.

2.3.10. Agua para mortero.

El agua utilizada en la elaboración del concreto y mortero debe ser apta para el consumo humano, libre de sustancias como aceites, ácidos, sustancias alcalinas y materias orgánicas.

2.3.11. Módulo de finura.

Módulo de finura, es un índice que sirve para clasificar los agregados pétreos en función de su granulometría. Es la suma de los porcentajes retenidos acumulados de un árido, dividido por 100.

2.3.12. Mampostería.

Se conoce como el sistema tradicional de construcción que consiste en erigir muros y paramentos, para diversos fines, mediante la colocación manual de los elementos o los materiales que los componen que pueden ser ladrillos, bloques de cemento prefabricados, piedras talladas

2.3.13. Evaporación.

La evaporación es conocida como el cambio del agua de estado líquido a gaseoso a través de un sistema en que las altas temperaturas hacen que la cantidad de agua existente en el suelo se disipe.

2.3.14. Recubrimiento.

Se entiende el espesor de hormigón que queda entre las armaduras y la superficie de la pieza de hormigón. Separadores en la armadura para garantizar el recubrimiento.

2.3.15. Revocado

Es un revestimiento exterior o interior de mortero de cal, de cemento, tierra o mixto, que se aplica como acabado a un paramento que ya ha sido enfoscado previamente.

2.3.16. Aditivo plastificante.

Producto para incorporar a la mezcla de hormigones que, sin oclusión de aire, permite reducir el agua de amasado e incrementar la docilidad del hormigón para una misma consistencia.

2.3.17. Relación agua/cemento.

La relación agua cemento es el cociente entre las cantidades de agua y de cemento existentes en el hormigón fresco. Se calcula dividiendo la masa del agua por la del cemento contenidas en un volumen dado de hormigón. Pero cuanto más alta sea esta relación, el hormigón será más trabajable.

2.3.18. Fraguado rápido.

Fraguado rápido o relámpago es el desarrollo rápido de rigidez en una pasta pura de cemento, mortero u hormigón, normalmente con considerable desarrollo de calor, cuya rigidez no puede eliminarse ni recuperarse plasticidad por posterior adición de agua.

2.3.19. Resistencia en mortero.

La resistencia de los morteros se desarrolla principalmente por la hidratación del cemento, la estructura que se logra, integrada por los granos de arena rodeados por la pasta de cemento endurece poco a poco convirtiéndose con el tiempo en una piedra artificial.

2.3.20. Resistencia a la tracción.

Nos proporciona información sobre la dificultad que oponen las partículas a separarse. Como en el resto de este tipo de materiales la resistencia a tracción es baja, por lo que debe asegurarse que el material no estará expuesto a estas sollicitaciones.

2.4. MARCO LEGAL.

CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR 2008, Decreto Legislativo 0 Registro oficial 449 de 20-oct-2018 Última actualización: 01-ago-2018: Reformado.

Referente al Plan Nacional del Buen vivir este proyecto refuerza el cumplimiento de los propósitos establecidos en los subsecuentes puntos:

Objetivo 3: Mejorar la calidad de vida de la población (Observatorio Regional de Planificación para el Desarrollo de América Latina y el Caribe., 2013).

3.8. Proporcionar condiciones adecuadas para el acceso de un hábitat seguro e incluyente (Observatorio Regional de Planificación para el Desarrollo de América Latina y el Caribe., 2013).

3.10. Garantizar el acceso universal, permanente, sostenible y con calidad de agua segura y a servicios básicos de saneamiento, con pertinencia, ambiental, social y cultural (Observatorio Regional de Planificación para el Desarrollo de América Latina y el Caribe., 2013).

3.10. Garantizar la preservación y protección integral del patrimonio cultural y natural y de la ciudadanía ante las amenazas y riesgos de origen natural o antrópico (Observatorio Regional de Planificación para el Desarrollo de América Latina y el Caribe., 2013).

Reglamento de titulación de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.

Que la unidad de titulación es la unidad curricular que incluye las asignaturas, cursos o sus equivalentes, que permiten la validación académica de los conocimientos, habilidades y desempeños adquiridos en la carrera para la resolución de problemas, dilemas o desafíos de una profesión (universidad laica vicente rocafuerte, 2019).

Que el resultado final de esta unidad curricular es:

- a) el desarrollo de un trabajo de titulación, o,

b) la preparación y aprobación de un examen de grado de carácter complejo, con los cuales se realiza la validación académica de los conocimientos, habilidades y desempeños adquiridos en la carrera por los estudiantes (universidad laica vicente rocafuerte, 2019).

Que en ambas modalidades el estudiante deberá demostrar el manejo integral de los conocimientos adquiridos a lo largo de su formación profesional, así como las destrezas alcanzadas al término de la misma, sin que le sea permitido realizar otra unidad curricular distinta a las señaladas en la Ley (universidad laica vicente rocafuerte, 2019)

Que en ejercicio de la autonomía universitaria establecida en el Art. 351 de la Constitución de la República y al amparo de la potestad reglamentaria ejercida por el Órgano Colegiado Superior (OCAS) de la Universidad Laica Vicente Roca fuerte de Guayaquil.

Art.17.-Proyecto de Investigación. - Es una propuesta que pretende encontrar resultados que den respuesta a un problema que surja de las prácticas pre-profesionales, vinculación con la sociedad o de su experiencia laboral. En esta opción se puede hacer uso de cualquiera de los métodos y tipos de investigación existentes que apliquen al tema motivo de la propuesta, una investigación exploratoria y diagnóstica, la base conceptual, conclusiones y fuentes de consulta (universidad laica vicente rocafuerte, 2019)

Este proyecto está sujeto a la Norma Técnica Ecuatoriana INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización) NTE INEN 2518:2010 el cual implanta las especificaciones para la elaboración de mortero para el uso en la construcción como unidad de mampostería reforzada y no reforzada. Los requisitos para la calidad del mortero deben ser los establecidos en esta norma, o los especificados por el usuario, además de la norma ASTM C-12 el cual habla sobre morteros para mampostería de unidades que se utilizan en la construcción de estructuras armada y no armadas

En caso de que existan discrepancia en las especificaciones, pueden prevalecer las del usuario siempre que estén basadas en modos de evaluación de las NTE INEN, en tanto

no existan éstas, con las ASTM respectivas, considerando las sugerencias del ACI, y normas contempladas internacionalmente.

La norma NTE INEN 2536:2010 estipula los requerimientos que deben obedecer los áridos empleados para ser empleado en morteros para mampostería, y establecer los ensayos requeridos obligatorios para control y recibimiento. Nos guiaremos de la norma ASTM C270-91a que estipula las condiciones para la granulometría y condiciones del agregado además de la técnica para el mezclado que se debe emplear en el mortero.

Al elaborar las probetas de mortero se deben efectuar ensayos de resistencia a la compresión mediante la norma NTE INEN 488:2019, este mortero debe estar compuesto de los materiales y dosificación que van a ser utilizados en la construcción. El proceso de elaboración de las probetas para el mortero, así como su curado están contemplados en las normas NTE INEN 488:2009- ASTM C51.

La norma NTE INE 696:2011 estipula el procedimiento de ensayo para determinar la repartición granulométrica de las partículas de áridos, finos y gruesos, por tamizado.

La norma NTE INE 1501:2011 estipula el procedimiento para muestras y ensayos de ceniza volante y puzolana crudas o calcinadas para su uso en hormigones de cemento portland, nos guiaremos con la norma ASTM C 618:2018/ UNE 83.414/90, las que estipulan las condiciones para las cenizas a emplear en hormigones y mortero.

La norma NTE INE 1806:2010 establece los requerimientos que debe obedecer el cemento para mampostería.

La norma NTE INE 155:2009 estipula los métodos del mezclado de pastas y morteros con cemento hidráulico de consistencia plástica.

La norma NTE INEN 856:2010 estipula el método de ensayo para determinar: la densidad, la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del árido fino, como lo es la arena que será base en el proyecto.

La norma NTE INEN 156:2009 estipula los procedimientos de ensayo para determinar la densidad hidráulica mediante el método del frasco volumétrico de la chatelier.

La norma ASTM C1324:15 establece los ensayos y análisis del mortero de mampostería en estado endurecido.

La norma ASTM C 518:15 establece los procedimientos para determinación de la resistencia a la adherencia Flexural de la Mampostería.

Art. 386.- El sistema comprenderá programas, políticas, recursos, acciones, e incorporará a instituciones del Estado, universidades y escuelas politécnicas, institutos de investigación públicos y particulares, empresas públicas y privadas, organismos no gubernamentales y personas naturales o jurídicas, en tanto realizan actividades de investigación, desarrollo tecnológico, innovación y aquellas ligadas a los saberes ancestrales (Secretaría Nacional de Educación superior ciencia, tecnología e innovación., 2012).

Norma Técnica Ecuatoriana INEN 152	NTE	<i>Cemento portland. Requisitos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana INEN 248	NTE	<i>Cal viva para construcción. Requisitos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana INEN 490	NTE	<i>Cementos hidráulicos compuestos. Requisitos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana INEN 856	NTE	<i>Árido fino para hormigón. Determinación de la densidad y absorción de agua.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1 806	NTE	<i>Cemento para mampostería. Requisitos.</i>
Norma ASTM C 144		<i>Especificaciones para áridos para morteros para mampostería.</i>
Norma ASTM C 780		<i>Norma para la evaluación de morteros de preconstrucción y construcción para unidades de mampostería simples y reforzadas.</i>
Norma ASTM C 952		<i>Norma para la resistencia a la</i>

	<i>adherencia del mortero a las unidades de mampostería.</i>
Norma ASTM C 1 072	<i>Norma para la medición de la resistencia a la adherencia por flexión de mampostería.</i>
Norma ASTM C 1 093	<i>Norma para la acreditación de agencias de ensayos para mampostería.</i>
Norma ASTM C 1 180	<i>Terminología para morteros y grout para las unidades de mampostería.</i>
Norma ASTM C 1 232	<i>Terminología para Mampostería.</i>
Norma ASTM C 1 324	<i>Norma para la evaluación y análisis de morteros para mampostería endurecidos.</i>
Norma ASTM C 1 329	<i>Especificación para cemento para mortero.</i>
Norma ASTM C 1 357	<i>Norma para evaluar la resistencia a la adherencia en mampostería.</i>
Norma ASTM C 1 384	<i>Especificaciones para aditivos para morteros para mampostería</i>
Norma ASTM C 1 586	<i>Norma para el control de calidad de morteros.</i>
Norma ASTM E 514	<i>Norma para la penetración de agua y filtración a través de la mampostería.</i>
Norma ASTM E 518	<i>Norma para la resistencia a la adherencia por flexión de mampostería.</i>

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

3.1. Metodología

El trabajo del tema de titulación propuesto sería de metodología tipo inductivo y deductivo.

Método inductivo.- Se utiliza el método inductivo partiendo de casos particulares para llegar a una proposición general. El uso del razonamiento inductivo fue y es de gran importancia en el trabajo científico en general, ya que consiste en la recolección de datos sobre casos específicos y su análisis para crear teorías o hipótesis (Arrieta, 2019).

Características del método inductivo

- Sigue la dirección de abajo hacia arriba, de lo particular a lo general.
- Parte de observaciones empíricas y luego construye teorías sobre lo observado.
- Aún es utilizado en las ciencias, pero dentro del método hipotético-deductivo.
- Está limitado a la observación de los fenómenos.
- Sus conclusiones son probables y pueden llegar a ser falsas (Arrieta, 2019).

Método deductivo. - El método deductivo es un tipo de razonamiento usado para aplicar leyes o teorías a casos singulares. Es el método utilizado en las ciencias formales, como la lógica y la matemática. Además, el razonamiento deductivo es clave en la aplicación de leyes a fenómenos particulares que se estudian en la ciencia (Arrieta, 2019).

Es una forma jerárquica de razonamiento, ya que se parte de generalizaciones, que poco a poco se aplican a casos particulares. Esto hace al método deductivo muy útil para producir conocimiento de conocimientos anteriores. También es práctico cuando es imposible o muy difícil observar las causas de un fenómeno, pero sí aquellas consecuencias que produce (Arrieta, 2019).

Características del método deductivo

- Sigue la dirección de arriba hacia abajo, de lo general a lo particular.
- Es el método utilizado en las ciencias formales.
- Se basa en la teoría para predecir fenómenos observables por medio de hipótesis.
- La conclusión está contenida en las premisas.
- Si las premisas son válidas y verdaderas, la conclusión también lo es.
- Sus conclusiones deben llevar a consecuencias lógicas y rigurosas.
- Por sí mismo no produce nuevo conocimiento (Arrieta, 2019).

La investigación va a ser deductiva porque se seguirá su evolución en cada mezcla que se realice hasta obtener la dosificación requerida, por lo tal serán conclusiones válidas y verdaderas, obteniendo un nuevo conocimiento de su importancia en la construcción, ya que se utilizara dos componentes al mortero como es la fibra de coco y la cerámica reciclada, al aplicar estos dos elementos adicionales se probará la funcionalidad que tendría este diseño de mortero para considerarlo como parte de los agregados, este estudio buscare las proporciones adecuadas que tendrían estos elementos para mantener los parámetros requeridos en las normas establecidas para mortero.

3.2. Tipo de investigación.

Según Hernandez, Baptista, & Fernandez los proyectos de diseño experimental pueden ser una excelente manera de probar algo diferente. Son una excelente alternativa al trabajo diario habitual que se trata más de crear, pudiendo decir que es un estudio de tipo experimental si al final del mismo se ha identificado cambios entre las sustancias o variables unidas, cabe mencionar que la experimentación se puede realizar con cualquier tipo de sujetos, es decir animales, planta, objetos u otros materiales basándose en principios éticos, a fin de poder establecer el efecto que genera una causa expuesta o manipulada (Hernandez, Baptista, & Fernandez, 2015).

La investigación es experimental debido a que se realizara ensayos de laboratorio con condiciones controladas, a cada agregado que componga el motero como es la fibra de coco y la cerámica reciclada, aplicando estos dos elementos adicionales se probara la funcionalidad que tendría este mortero, este estudio buscara las proporciones adecuadas que cumplan con los parámetros requeridos. Todos los ensayos serán realizados en el laboratorio de mecánica de suelo por eso es considerado de tipo experimental.

3.3. Enfoque.

Cuando hablamos de enfoque de investigación, nos referimos a la naturaleza del estudio, la cual se clasifica como cuantitativa, cualitativa o mixta; y abarca el proceso investigativo en todas sus etapas: desde la definición del tema y el planteamiento del problema de investigación, hasta el desarrollo de la perspectiva teórica, la definición de la estrategia metodológica, y la recolección, análisis e interpretación de los datos. De esta forma, la selección del enfoque de investigación nunca se reduce a un asunto de azar o capricho, sino, a decisiones de quien investiga, en función de la construcción del problema y las metas del estudio (Mata, 2019).

En esta investigación el enfoque es cuantitativo, dado que se realizará una amplia recolección, toma de información, datos (ensayos de clasificación, módulo de finura, densidad, adsorción, curado y compresión) y magnitudes numéricas entre las cuales podemos determinar la resistencia del mortero y sus proporciones adecuadas para considerarlo como mortero de pega. Al final se medirán las variables y se analizarán los datos obtenidos en la investigación, todo este proceso se debe realizar de conformidad a lo establecido en las normas y procedimientos, sin relajar la observancia de las mismas, siguiendo un rígido proceso en la toma de muestras.

3.4. Técnica e instrumento.

3.4.1. Técnica.

En una investigación, la recolección de datos es un proceso estrechamente relacionado con el análisis de los mismos, sin embargo cada tipo de investigación requiere técnicas apropiadas a utilizar y cada técnica establece su propio instrumento, herramientas o medios a emplear; existen varias técnicas e instrumentos que le permite al investigador recolectar datos de una muestra acerca del problema de la investigación y de la hipótesis de trabajo (Contreras & Roa, 2015).

Las técnicas que se utilizan en esta investigación son los ensayos a la fluidez, resistencia a la compresión de probetas cilíndricas y adherencia del material. Una vez definida las proporciones y el diseño apropiado se realizará el análisis donde se tiene la siguiente etapa en la cual se obtendrán los datos necesarios, criterios o variables del muestreo.

Aquí recopilamos todos los datos respectivos de cada ensayo realizado a cada variable propuesta así como la elaboración del diseño de los morteros a estudiar.

- Ensayo de resistencia a la compresión (ASTM C109M-16)
- Análisis de dosificaciones (ASTM C270)
- Ensayo de Densidad Especifica y absorción. (ASTM C128/ASTM C188)
- Adherencia del mortero (D7234 - 19)
- Ensayo de Fluidez (ASTM C1437)

3.4.2. Instrumento

La técnica documental permite la recopilación de información para enunciar las teorías que sustentan el estudio de los fenómenos y procesos. Incluye el uso de instrumentos definidos según la fuente documental a que hacen referencia. La técnica de campo permite la observación en contacto directo con el objeto de estudio, y el acopio de testimonios que permitan confrontar la teoría con la práctica en la búsqueda de la verdad objetiva (Contreras & Roa, 2015).

Los instrumentos usados en el proyecto fueron:

- Prensa hidráulica
- Formatos realizados por Autores del Proyecto.
- Fichas de resultados.
- Equipos usados en el laboratorio RUFILIN

3.5. Población

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), la población es: “el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones”

Para Arias (2012) define como “...población un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para las cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación...”

Expuesto lo anterior, los autores concuerdan que la Población es la totalidad del fenómeno a estudiar, donde las unidades de esta poseen una característica común, la que se estudia y da origen a los datos de la investigación (Rojas, 2017).

Para el tema investigativo la población será el mortero a diseñar agregando de fibra de coco y cerámica reciclada a estudiar, con una resistencia de diseño de 120 kg/cm² y una dosificación (1:2.3).

3.6. Muestra.

En el libro Metodología de la investigación por los autores Hernández, Fernández Y Baptista mencionan que la Muestra se relaciona con la población, es decir, es un subconjunto de piezas que pertenecen a ese conjunto definido en su composición al que le llamamos población.

La muestra es intencionada no probabilística, donde los investigadores realizamos 4 dosificaciones y se realizó 3 tomas de morteros por cada dosificación dando un total

de 12 muestras, estas fueron colocadas en el cuarto de curado y su la rotura a compresión se la realizo a las edades de 7, 14, 21 y 28 días respectivamente.

3.7. Análisis de resultados

Se determinará cada ensayo en tablas comparativas, dando los correspondientes resultados con sus respectivas mezclas, cada procedimiento estará detallado para su respectivo análisis, las muestras tomadas estarán detalladas en los anexos, se procederá dar un criterio por la mezcla que cumpla ser de fraguado rápido con respecto a las condiciones del estudio de investigación.

3.7.1. Reducción de la muestra por cuarteo NTE INEN 2 566

Para realizar el ensayo según la norma NTE INEN 2 566 (2015) se efectuó una reducción en el tamaño de las muestras, mezclando de forma aleatoria 2 sacos de cerámica sanitaria triturada, según el método de cuarteo. Se colocó la muestra original sobre un plástico en una superficie firme, limpia, seca y nivelada, se mezcló más de cuatro veces volteándola, se aplano con una pala el material unificada, posteriormente, se dividió el material aplanado en cuatro cuartos iguales y se retiró dos cuartos opuestos en forma diagonal y los restantes se procedió a utilizar en los ensayos requeridos, para el ensayo de granulometría 1000g de cerámica sanitaria triturada.

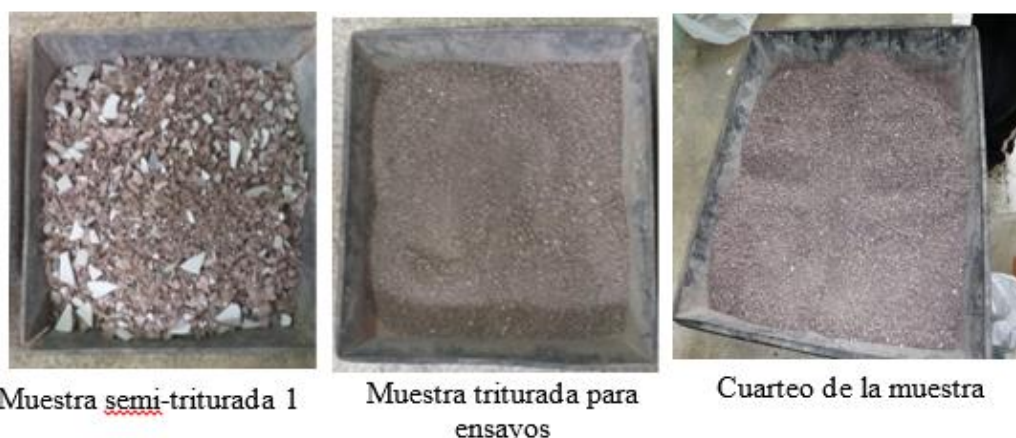


Figura 20: Cuarteo de las muestras a estudiar
Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

3.7.2. Granulometría de áridos NTE INEN 2 536, NTE INEN 696

Este método de ensayo se utilizó para establecer la distribución granulométrica de las partículas de áridos finos mediante tamizado. Los resultados de la granulometría se utilizaron para determinar si el árido cumple con las especificaciones para ser usado en mortero para mampostería. En este ensayo las partículas de una muestra en estado seco son separadas por tamaño mediante un proceso a través de una serie de tamices colocados en forma descendente (NTE INEN 696) (INEN, 2015).

3.7.2.1. Equipo

Para la ejecución de este ensayo se necesitó:

- Una balanza con una precisión de 0,1g.
- Tamices 3/8” – N°4- N°8- N°16- N°30- N°50 y N°100.
- Horno que sea capaz de mantener una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$



*Figura 21: Equipos para ensayos de granulometría
Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)*

3.7.3. Materiales

El tamaño de la muestra en estado seco debe ser de 1000g, mínimo 300g. La muestra que se utilizó en mortero para mampostería, debe estar graduado de acuerdo a los límites que se encuentran en la tabla 7.

Límites granulométricos del árido para uso en mortero para mampostería

Tamiz	Porcentaje pasante	
	Arena natural	Arena elaborada
4,75 mm (No. 4)	100	95 a 100
2,36 mm (No. 8)	95 a 100	80 a 100
1,18 mm (No. 16)	70 a 100	50 a 85
600 μ m (No. 30)	40 a 75	25 a 60
300 μ m (No. 50)	10 a 35	10 a 30
150 μ m (No. 100)	2 a 135	2 a 10
Fondo	0	0

Fuente: (NTE INEN 2 536) (INEN, 2015)

Figura 22: Límites granulométricos del árido
Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

Al realizar el tamizado en ningún tamiz debe haber más del 50% de retenido, así como también en los tamices No 50 y 100 no debe haber más del 25% de retenido (NTE INEN 2 536) (INEN, 2015).



Figura 23: Muestra del material para granulometría
Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

3.7.4. Procedimiento

Para determinar la granulometría del árido se realizó el siguiente procedimiento:

- Secar la muestra a una temperatura de $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.
- Pesar 1000g del material (cerámica sanitaria reciclada) para proceder a realizar el proceso de tamizado.
- Seleccionar los tamices que cumplan con el criterio de conformidad a la norma INEN de acuerdo a los requisitos del material y colocarlos en forma descendente. (tamiz: 3/8”– N°4- N°8- N°16- N°30- N°50 y N°100).
- Determinar la masa que retiene cada tamiz. Sumar la cantidad de material retenido y verificar que sea similar a la masa de árido inicial, si las masas difieren en más del 0.3%, los resultados no deben ser utilizados (NTE INEN 696) (INEN, 2015).
- Llenar el formulario del ensayo de granulometría del agregado fino, y verificar la curva granulométrica para determinar el coeficiente de uniformidad.
- Calcular la densidad saturada superficial seca, peso volumétrico suelto, módulo de finura.



*Figura 24: Proceso de la elaboración de la granulometría.
Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)*

3.7.5. Granulometría de residuos de cerámica sanitaria triturada para mortero

Las curvas granulométricas se usan para comparar diferentes tipos de suelos. Mediante estas curvas se pudo encontrar tres parámetros que se usaron para clasificar la muestra (German, 2019). Estos parámetros son:

- Diámetro efectivo
- Coeficiente de uniformidad
- Coeficiente de curvatura

El coeficiente de uniformidad se determinó con la siguiente relación:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad (1)$$

Donde:

C_u : Coeficiente de uniformidad

D_{60} : Diámetro correspondiente al 60% de finos en la curva de distribución granulométrica

D_{10} : Diámetro correspondiente al 10% de finos en la curva de distribución granulométrica o diámetro efectivo

El coeficiente de curvatura se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$C_z = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \times D_{10}} \quad (2)$$

Donde:

C_z : Coeficiente de curvatura

D_{30} : Diámetro correspondiente al 30% de finos

En la Figura 13 se muestra los diferentes tipos de curvas granulométricas. La curva I muestra un suelo mal graduado debido a que la mayoría de los granos son del mismo tamaño. La curva II muestra que los tamaños de las partículas están distribuidos en un rango amplio por lo que se denomina bien graduado. Un suelo bien graduado tiene un coeficiente de uniformidad mayor a 4 para gravas y 6 para arenas, y un coeficiente de curvatura entre 1 y 3 tanto para grava como para arenas. La curva III representa una granulometría discontinua (German, 2019).

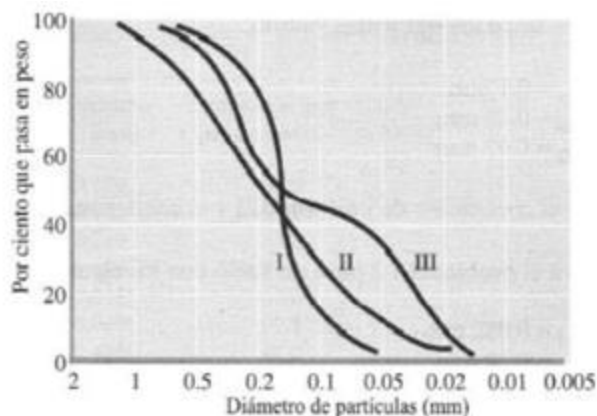


Figura 25: tipos de diferentes granulometrías
Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

3.7.6. Muestra 1

Al observar la curva granulométrica (ver, Figura 7) se definió que al elaborar una arena con estas proporciones se va a obtener un material dentro de los límites establecidos por la norma NTE INEN 2 536 (2010), por lo tanto, se realizó una muestra con tales masas para después hacer dos tamizados en las cuales se podrá verificar si el material con la granulometría presentada cumple con las especificaciones de una arena elaborada.

- Coeficiente de uniformidad

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

$$C_u = \frac{0,80}{0,12}$$

$$C_u = 6,67$$

- Coeficiente de la curva

$$C_z = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

$$C_z = \frac{(0,38)^2}{0,80 \times 0,12}$$

$$C_z = 1,50$$

En la Figura 6 se observó que se tiene una curva granulométrica de tipo II, con lo que se determinó que la muestra de cerámica sanitaria reciclada está bien graduada, esto se confirmó con los valores del coeficiente de uniformidad y curvatura debido a que el C_u tiene un valor mayor a 6 y el C_z dio un valor de 1.50 dando así como resultado un árido bien graduado.

Ensayo de granulometría de la muestra 1

TAMICES	PESO		%	% RETENIDO	% PASANTE
FAC	PARCIAL		RETENIDO	ACUMULADO	ACUMULADO
MALLA mm	(g)				
3/8"	9,52	0,00	0,00	0,00	100,00
4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00
8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00
16	1,19	245,80	24,58	24,58	75,42
30	0,59	267,00	26,70	51,28	48,72
50	0,297	275,70	27,57	78,85	21,15
100	0,14	76,10	7,61	86,46	13,54
fondo		135,40	13,54	100,00	0,00

Peso inicial	1000,00
de la muestra	

*Figura 26: Ensayo de granulometría muestra 1
Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)*

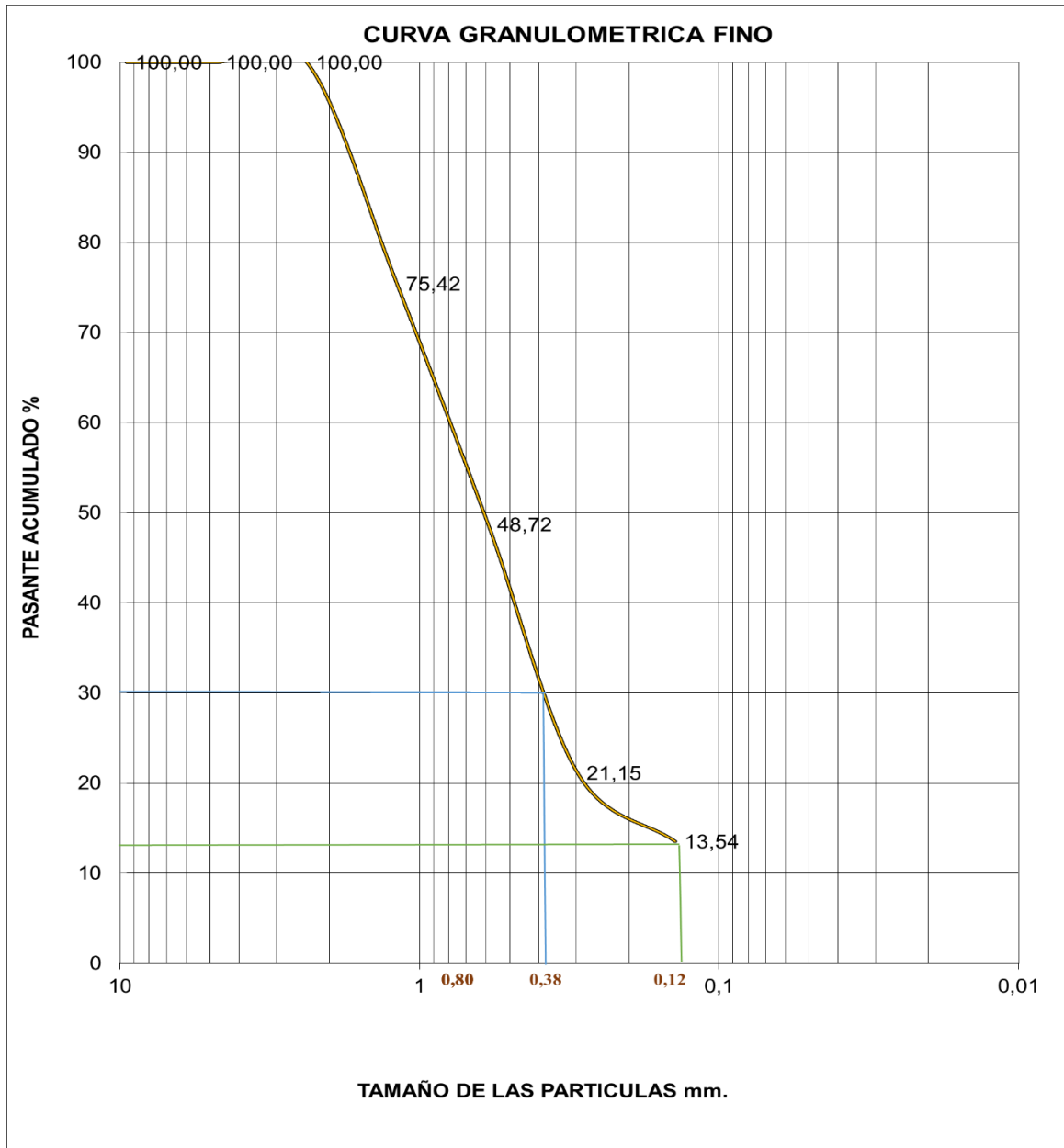


Figura 27: Curva granulometría muestra 1
 Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

3.7.7. Muestra 2

En la Figura 15 se puede observar claramente que la arena elaborada al pasar por el ensayo granulométrico una vez, si cumple con los límites establecidos, esto quiere decir que no presenta ningún problema, por lo que no será necesario realizar una

corrección, para corroborar estos datos se procedió a realizar un segundo ensayo de granulometría.

- Coeficiente de uniformidad:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

$$C_u = \frac{1,30}{0,15}$$

$$C_u = 8,67$$

- Coeficiente de la curva

$$C_z = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

$$C_z = \frac{(0,45)^2}{1,30 \times 0,15}$$

$$C_z = 1,04$$

Mediante los resultados obtenidos se pudo definir que la arena elaborada está bien graduada debido a que el coeficiente de uniformidad tiene un valor de 6.09 y el valor del coeficiente de curvatura se encuentra entre 1 y 3.

Ensayo de granulometría de la muestra 2

TAMICE S FAC MALLA mm	PESO PARCIAL L (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	TAMICE S FAC MALLA mm
3/8"	9,52	0,00	0,00	0,00	100,00
4	4,75	9,01	0,90	0,90	99,10
8	2,38	72,40	7,24	8,14	91,86
16	1,19	350,80	35,08	43,22	56,78
30	0,59	213,69	21,37	64,59	35,41
50	0,297	128,40	12,84	77,43	22,57
100	0,14	90,30	9,03	86,46	13,54
fondo		135,40	13,54	100,00	0,00
Peso inicial de la muestra		1000,00			

*Figura 28: Ensayo granulométrica muestra 2
Elaborado por Andrade, O.; Jouve, A. (2021)*

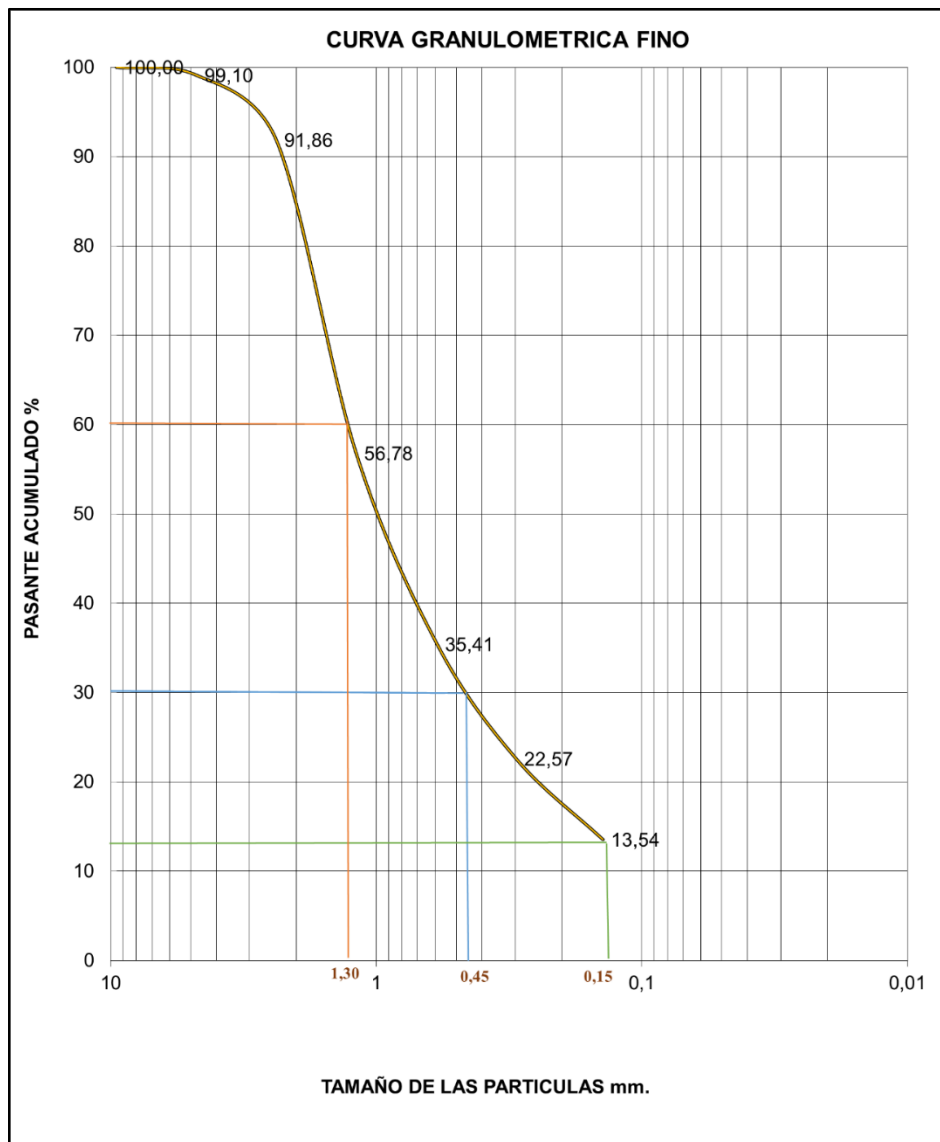


Figura 29; Curva granulométrica muestra 2
 Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

3.7.8. Muestra 3

En la segunda pasada del ensayo de granulometría del agregado fino se determinó que la arena elaborada (cerámica reciclada) no presenta ningún problema, puesto que se encuentra dentro de los límites establecidos por la norma (INEN, 2015), por este motivo se definió utilizar la granulometría de la Tabla 7 para realizar todos los ensayos y procesos de la presente investigación.

- Coeficiente de uniformidad:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

$$C_u = \frac{1,80}{0,15}$$

$$C_u = 12,00$$

- Coeficiente de la curva

$$C_z = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

$$C_z = \frac{(0,45)^2}{1,30 \times 0,15}$$

$$C_z = 2,25$$

Ensayo de granulometría de la muestra 3

TAMICE					
S	FAC	PESO	%	% RETENIDO	% PASANTE
FAC	MALL	PARCIA	RETENID	ACUMULADO	ACUMULADO
MALLA	A mm	L	O		
mm					
3/8"	9,52	0,00	0,00	0,00	100,00
4	4,75	9,80	0,98	0,98	99,02
8	2,38	268,00	26,80	27,78	72,22
16	1,19	264,90	26,49	54,27	45,73
30	0,59	142,90	14,29	68,56	31,44
50	0,297	102,70	10,27	78,83	21,17
100	0,14	76,30	7,63	86,46	13,54
fondo		135,40	13,54	100,00	0,00
Peso inicial de la muestra					
		1000,00			

*Figura 30: Ensayo granulométrico muestra 3
Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)*

Según (German, 2019) para tener un árido bien graduado el coeficiente de uniformidad para una arena debe ser mayor a 6, en este caso se tiene un valor de 12, mientras que el coeficiente de curvatura debe estar en un rango de 1 a 3, para esta muestra si se cumple debido a que se tiene un valor de 2,25 , en la Figura 9 se puede

observar que la curva granulométrica es de tipo II, por lo tanto, con estos resultados se determinó que la cerámica sanitaria reciclado está bien graduada.

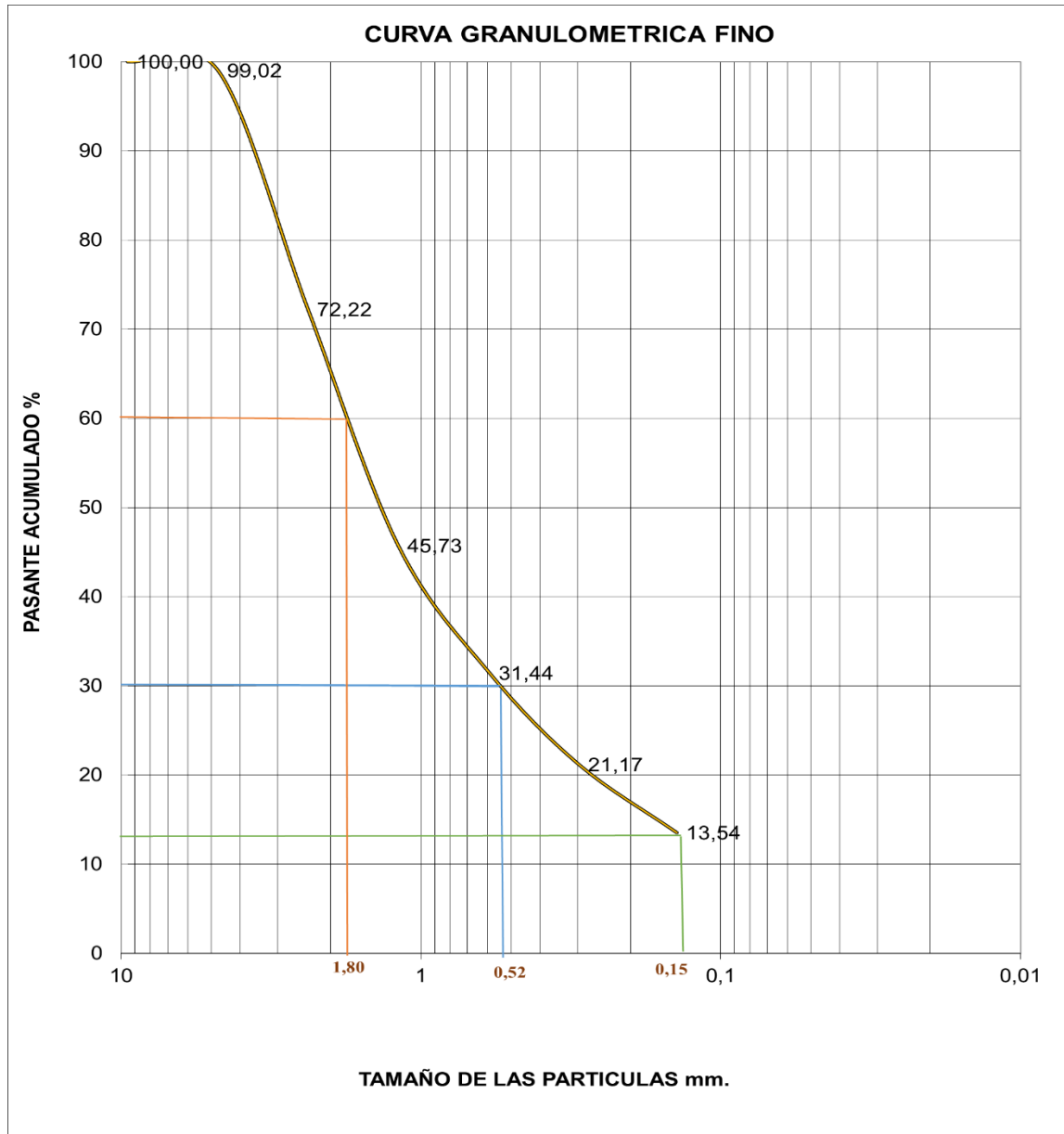


Figura 31: Curva granulométrica muestra 3
Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

En la figura 32 se puede observar que las tres muestras de cerámica sanitaria reciclada están bien graduadas, debido a que el Cu y Cz cumplen con los rangos establecidos según (German, 2019).

Parámetros para clasificar la muestra de cerámica			
Muestra N°	Coefficiente de uniformidad Cu	Coefficiente de curvatura Cz	de
1	6,67	1,5	
2	8,67	1,04	
3	12	2,25	

*Figura 32. Parámetros de clasificación de muestra de cerámica
Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)*

3.7.9. Determinación de la densidad y absorción para agregados finos NTE INEN 856

Esta norma nos permite determinar tres características: la densidad promedio, la densidad relativa del árido fino que se utiliza para el cálculo del volumen que ocupa el árido en una mezcla, y la absorción del mismo, que es el incremento de la masa del árido debido a la penetración de agua en los poros de las partículas en un tiempo determinado, tomando en cuenta el agua adherida a la superficie de las partículas (INEN, 2015).

3.7.9.1. Equipo

Para el desarrollo del ensayo mencionado se utilizó una balanza digital con sensibilidad de 0.1g y 0.1% de precisión, un Le Chatelier en el que el volumen sea legible dentro de $\pm 0.1\text{cm}^3$ con una capacidad de 500 cm^3 , finalmente un horno con una temperatura de $110^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ (INEN, 2015).

3.7.9.2. Materiales

Los materiales que se usaron para este ensayo es 1 muestras de árido fino saturado superficialmente seco (cerámica triturada) con un peso de 500g.

3.7.10. Procedimiento

El procedimiento que se siguió según la norma NTE INEN 856 (2015) es el descrito a continuación:

- Sumergir en agua una muestra de árido (cerámica triturada) previamente seca por $24\text{ h} \pm 4\text{ h}$, con el propósito de llenar sus poros.
- Retirar la muestra del agua, luego quitar el exceso.
- Colocar sobre una superficie no absorbente y totalmente plana, revolver el material hasta obtener una muestra en condición saturada superficialmente seca.
- Colocar el agua en el recipiente de Le Chatelier hasta llenarlo, luego introducir la muestra de cerámica triturada saturado superficialmente seca con un peso de 500g.
- Agitar el recipiente de Le Chatelier manualmente para eliminar las burbujas
- Colocar agua hasta la marca de calibración
- Determinar la masa seca de la muestra de 500g del árido saturado superficialmente seco y posteriormente establecer el porcentaje de absorción del material.



Muestra de árido (cerámica triturada) sumergida, saturada superficialmente.

Figura 33: Procedimiento para ensayo de absorción y densidad del agregado fino
Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

3.7.11. Muestra fibra de coco

Para obtener este materia como es la fibra de coco es necesario dejar secar su cascara, una vez obtenido el secado total de este material, se comienza a deshilar la cascara del coco en hilachas finas pequeñas que pueda facilitar su incorporación al diseño del mortero, este proceso de deshilar la cascara del coco se lo realizo de forma manual.

CAPITULO IV

4. INFORME FINAL

4.1. Origen del informe

Para el desarrollo del informe se propuso los siguientes objetivos:

- Determinar las características físicas- químicas de la cerámica reciclada.
- Definir las características físicas de la fibra de coco reciclada
- Elaborar un diseño de mezcla para mortero de fraguado rápido, con la utilización de fibra de coco y cerámica reciclada, para enlucidos de interiores de edificación
- Establecer las características técnicas del mortero de fraguado rápido, utilizando la fibra de coco y la cerámica reciclada según el diseño planteado

4.2. Detalle del informe final.

Para la elaboración de este diseño de mortero, fue necesario conseguir los materiales propuestos, para utilizarlo como parte del agregado para el diseño del mortero, así como, la cerámica se la trituro hasta obtener una homogeneidad en este elemento y sus partículas pasen el 100 % de la malla N^o 20, la fibra de coco su obtención es mecánica se deja secar su cascara y se la deshilacha de forma manual, sus porcentajes agregados varía de acuerdo a la resistencia requerida, para este mortero que es de $f'c120 \text{ kg/cm}^2$.

4.3. Análisis de los resultados

Con respecto a nuestro primer objetivo como es la característica físicas - químicas de las cerámicas, se realizó el ensayo químico respectivo adjuntamos el cuadro de resultados de la cerámica.

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODOS
Aluminio	Mg/kg	582,40	ADSORCIÓN ATÓMICA
calcio	Mg/kg	789,70	ADSORCIÓN ATÓMICA
Hierro total	Mg/kg	643,24	ADSORCIÓN ATÓMICA
Magnesio	Mg/kg	88,52	ADSORCIÓN ATÓMICA
silicio	% p/p	21,20	COLORIMÉTRICO MERCK

*Figura 34 Resultado química de la cerámica
Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)*

Para obtener las características físicas de la cerámica es necesario triturarla totalmente hasta obtener que este agregado sus partículas sean muy finas como el cemento para poder obtener la densidad real, este ensayo se lo realizo por el método del picnómetro y del frasco de chatelier, la densidad obtenida fue de $2,467 \text{ g/cm}^3$, siendo menor que la densidad del cemento que es de $2,86 \text{ g/cm}^3$, con esto tendremos una mejor trabajabilidad del mortero a diseñar.

4.4. Elaboración de los ensayos para determinar las características físicas de la cerámica sanitaria reciclada.

En el presente cuadro se muestra el cálculo que se realizó a una muestra de arena elaborada de cerámica sanitaria triturada; con las que se obtuvo los siguientes resultados: 2.467 g/cm^3 densidad específica y 0.8% en absorción con un promedio de 0.7%. Por lo tanto, se concluyó que la cerámica sanitaria triturada presenta una baja absorción de agua, lo que implica que no afectará a la mezcla la cantidad de agua que puede absorber el material.

Densidad y absorción del agregado fino (cerámica sanitaria triturada) según NTE INEN 856			
Nomenclatura	Descripción	Unidad	Muestra 1
A	Masa de la muestra saturada con superficie seca	g	500,00
C	Masa de la muestra seca al horno	g	496,50
D	Masa del picnómetro lleno con agua	g	640,50
E	Masa del picnómetro lleno con muestra y agua	g	935,60
G	Peso específico del agua a la temperatura que se realizó el ensayo	g/cm ³	1,00
(C/C+D-E)*g	Densidad relativa aparente (gravedad específica aparente)	g/cm ³	2,47
A/(A+D-E)*g	Densidad relativa (gravedad específica)(SSS)	g/cm ³	2,44
(C/A+D-E)*g	Densidad relativa (gravedad específica)	g/cm ³	2,42
(A-C/C)*100	Absorción de agua	%	0,70

Figura 35: Densidad y absorción de la cerámica
Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

4.4.1. Determinación de humedad de áridos (cerámica sanitaria reciclada) para hormigón NTE INEN 862

Este ensayo permite determinar el porcentaje de humedad evaporable por secado en una muestra de árido, tanto el correspondiente a la humedad superficial, como la humedad contenida en los poros del árido (INEN, 2015).

Equipo

El equipo que se utilizó en este ensayo es: una balanza con una precisión de 0.1% de la diferencia entre las masas, un horno capaz de mantener una temperatura de 110 °C ± 5°C, recipientes que no sean afectados por el calor (INEN, 2015).



Figura 36: Horno
Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)



Figura 37: Balanza electrónica digital
Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

4.4.1.1. Materiales

Muestra de árido representativo del contenido de humedad.



Figura 38: Muestra de árido humedad
Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

4.4.1.2. Procedimiento

El procedimiento que se siguió según la norma NTE INEN 862 (2011) es el descrito a continuación:

- Determinar la masa de la muestra húmeda más la tara.

- Colocar la muestra en el horno en recipientes que no se dañen fácilmente en el calor.
- Sacar la muestra del horno cuando esté completamente seca.
- Tomar la masa de la muestra seca.
- Calcular el porcentaje de humedad.

4.4.1.3. Cálculo

$$P = \frac{W - D}{D} \times 100 \quad (3)$$

Donde:

P: contenido total de humedad evaporables de la muestra, porcentaje,

W: masa de la muestra húmeda

D: masa de la muestra seca

4.4.1.4. Resultado

El resultado que nos proporciona este ensayo es de 0.13% de porcentaje de humedad y para que los resultados sean más confiables se realizó 3 muestras de las cuales se hizo un promedio. El porcentaje de humedad es la propiedad que nos ayuda

Porcentaje de humedad del árido			
Muestra	Fino		
Recipiente	A1	A2	A3
Peso de recipiente (g)	95,7	94,6	90,5
Peso de recipiente + muestra húmeda (g)	339,6	320,5	305,6
Peso de recipiente + muestra seca (g)	329,6	313,68	295,89
Peso del agua	10	6,82	9,71
Peso seco	233,9	219,08	205,39
% agua	4.28	3.11	4.73

*Figura 39: Porcentaje de humedad del árido
Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)*

a controlar el agua total de la mezcla por lo que se definió que no es necesario aumentar agua debido a que este porcentaje es muy bajo (INEN, 2015).



Figura 40: Muestra seca
Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

4.4.2. Determinación de la masa unitaria (Peso volumétrico) de la cerámica sanitaria reciclada NTE INEN 858

Este método de ensayo se utiliza para determinar los valores de masa unitaria (peso volumétrico), que son necesarios para realizar la dosificación de mezclas. Este valor también es utilizado para la determinación de la relación masa / volumen, para las conversiones en la compra de áridos (INEN, 2015).

4.4.2.1. Equipo

Para realizar este ensayo se necesitó una balanza con una precisión de 0.1%, con graduaciones de al menos 0.05 kg, una varilla de compactación recta, lisa, de acero con diámetro de 16 mm y una longitud aproximadamente de 600 mm, con los extremos redondeados, un molde cilíndrico de metal que cumpla con los límites establecidos en la Tabla 14 (INEN, 2015).

Capacidad del molde	
Tamaño máximo nominal del árido mm	Capacidad nominal del molde m ³ [litros]
12,5	0,0028 (2,8)
25	0,0093 (3,9)
37,5	0,014 (14)
75	0,028 (28)
100	0,070 (70)
125	0,100 (100)

Capacidad del molde a utilizar para ensayar áridos de un tamaño máximo nominal igual o menor que el correspondiente en la lista. El volumen real del molde debe ser de al menos el 95% del volumen nominal indicado.

Figura 41: Capacidad del molde

Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)



Figura 42: Balde metálico para densidad suelta y varillada
Elaborado por; Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

4.4.2.2. Procedimiento

El procedimiento que se siguió según la norma (INEN, 2015) es el descrito a continuación:

- Llenar la tercera parte del molde y compactar con 25 golpes de la varilla de compactación. Llenar los dos tercios del molde y compactar de la forma indicada anteriormente. Por último, llenar el molde y compactar nuevamente.

- Nivelar la superficie con los dedos o una regleta.
- Compactar la primera capa, teniendo en cuenta que no se debe permitir golpear el fondo del molde, para la segunda y tercera capa se debe compactar vigorosamente evitando que la varilla de compactación penetre la capa anterior.
- Finalmente, se debe calcular la masa unitaria (peso volumétrico).

4.4.2.3. Resultados

La arena elaborada con residuos de cerámica sanitaria utilizada en esta investigación presentó una masa unitaria suelta de 1.16 g/cm³ y compactada de 1.36 g/cm³

Peso volumétrico suelto y varillado de la cerámica sanitaria reciclada					
		Peso volumétrico suelto		Peso volumétrico varillado	
		1	2	1	2
N° del molde					
Peso del molde (g)		2512,00	2512,00	2512,00	2512,00
Peso del molde + suelo (g)		5861,40	5773,60	6461,40	6323,60
Peso del suelo (g)		3349,40	3261,60	3949,40	3811,60
Volumen (cm ³)		2861,00	2861,00	2861,00	2861,00
Densidad suelta (g/cm ³)		1,17	1,14	1,38	1,33
Media		1,16		1,36	

Figura 43: Peso volumétrico suelto y varillado cerámica
Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

Elaboración del ensayo



*Figura 44: Elaboración del peso volumétrico
Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)*

Con respecto al segundo objetivo, definir las características físicas de la fibra de coco reciclada se obtuvieron las siguientes:

- Densidad aparente 0.08 a 0.13 gcm³.
- Densidad real es de 1.47 a 1.50 gcm³.
- Capacidad de retención de agua es de 50 a 85%.
- Capacidad de aireación es de 10 a 50%

Estas características físicas pueden verse afectadas por el proceso de molienda de la fibra de coco y a su vez por el tamaño de la partícula.

Con respecto al tercer objetivo, de elaborar un diseño de mezcla para mortero de fraguado rápido, con la utilización de fibra de coco y cerámica reciclada, para enlucidos de interiores de edificación, establecimos los porcentajes de fibra de coco a

utilizar en la mezcla de mortero conjunto a la cerámica sanitaria reciclada mediante el análisis respectivo del tiempo de fraguado rápido de la mezcla utilizando el método de Vicat, debido a que el empleo de la fibra de coco en la mezcla es básicamente para mejorar el fraguado y adherencia de la misma, obteniendo como resultado que al empleando de 1% de fibra de coco en la mezcla tenemos un tiempo de fraguado inicial de 2 horas y 15 minutos igual a un tiempo de fraguado de una mezcla tradicional con aditivos comerciales, y al empleo de 10% de fibra de coco en la mezcla de mortero teníamos un fraguado inicial de 5 horas que comparado con el tiempo de fraguado inicial de una mezcla de mortero sin aditivos que es de 4 horas sobrepasábamos en tiempo a un mortero tradicional lo cual no era lo que se deseaba, por esta razón trabajamos con porcentajes de 1%, 2%, 3% y 4 % de fibra de coco en nuestra dosificación de mortero para el cumplimiento del tercer objetivo el cual planteamos un diseño de mortero de fraguado rápido con fibra de coco y cerámica reciclada.

Se determinó trabajar nuestra dosificación de mortero con porcentajes de 100%-30% y 20% de cerámica reciclada debido a que se tomó como guía de los antecedentes de la tesis del Ing. German Olmos, Estefany Solís, de la ciudad de Sangolquí en el año 2019 de la Universidad ESPE, los mismos que obtuvieron resistencias superiores a los de la norma al emplear nomas del 50% de cerámica en una mezcla de mortero si se espera un fraguado rápido.

4.5. Dosificación, elaboración y determinación de las propiedades de morteros realizados con 100% - 30% - 20% de cerámica y 1% - 2% - 3% - 4% de fibra de coco.

Actualmente el uso del mortero está incrementando, teniendo como principal uso para elemento de relleno o pega. Se procedió a realizar la dosificación del mortero utilizando el laboratorio de materiales de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad de Guayaquil, instalaciones del laboratorio de Ruffini. Para realizar la dosificación de morteros es necesario conocer las propiedades de cada uno de los agregados que se emplearan en

la elaboración del mismo cumpliendo con lo establecido en las normas (ASTM; INEN, 2015).

4.5.1. Determinación de la resistencia de dosificación

La dosificación realizada se basó en un mortero tipo S, en la que la mínima resistencia promedio a la compresión a 28 días es de 12.5 MPa (125,00 kg/cm²). Para determinar la resistencia a la compresión que se utilizó en la dosificación del mortero, se empleó la siguiente fórmula, debido a que el número de ensayos a compresión a efectuar es menor a 15:

$$R''_{mm} = 1,35 * R''_m \quad (6)$$

$$R''_{mm} = 1,35 * 12,5\text{Mpa}$$

$$R''_{mm} = 16,875\text{Mpa} = 168,75\text{Kg/cm}^2$$

R''_{mm} : Resistencia a la compresión del mortero, de dosificación, a los 28 días, medida en cubos de 5cm, de arista (Mpa o kg/cm²).

R''_m : Resistencia a la compresión del mortero mínima a los 28 días, medida de acuerdo con la norma NTE INEN 2 518 (INEN, 2015)(MPa).

4.5.2. Selección de la relación agua/cemento

Para seleccionar la relación agua/cemento no solo es necesario tener en cuenta la resistencia a la compresión del mortero, ya que se debe tomar en cuenta varios factores como la durabilidad, retracción, entre otras. Esto se debe a que en el mortero la resistencia suele cambiar por las distintas propiedades que tienen el cemento, agua y agregado que se usen en la mezcla. Es necesario determinar la relación A/C para los materiales que se vayan en la mezcla, utilizando la información de la Figura que nos indica la relación A/C en base a la resistencia que se pretende obtener.

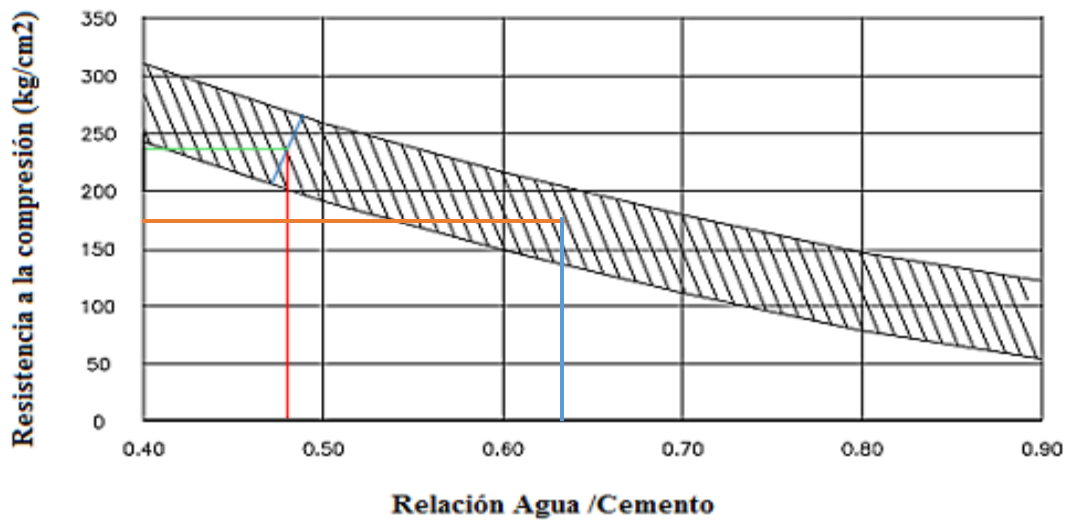


Figura 45: Resistencia a la compresión del mortero Vs A/C

Fuente: (Rivera García, 2017)

Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

De acuerdo a la norma NTE INEN 2 518 (INEN, 2015), la resistencia que se utilizó en la preparación del mortero es de 12,5 MPa, pero en el inciso 4.1.3 selección de la relación agua/cemento, se decidió utilizar una resistencia de 168,75 kg/cm², con este valor se encontró una relación A/C de 0.63.

4.5.3. Estimación del contenido de cemento

La Figura nos permite conocer el contenido de cemento utilizando la resistencia a la compresión (kg/cm²) y el módulo de finura. Para realizar el cálculo exacto del contenido de cemento se efectuó una interpolación con el módulo de finura de 4.17

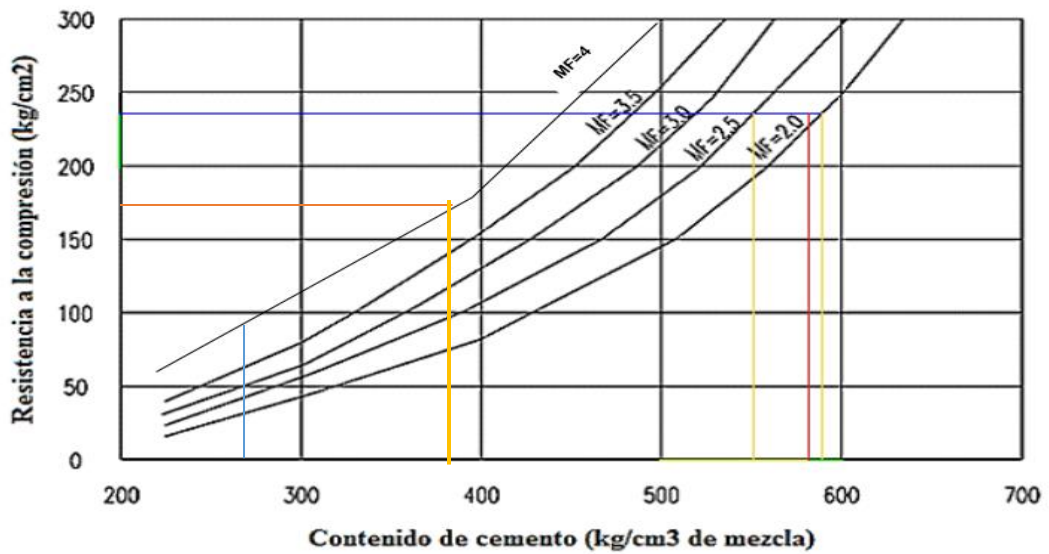


Figura 46: Contenido de cemento mediante el módulo de finura
 Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

A continuación, se detallan los valores con los que se determinó el contenido de cemento:

- Resistencia a la compresión: 168,75 kg/cm².
- Módulo de finura agregado: 4.17

4.5.4. Cálculo de la cantidad de agua

Según (German, 2019), la cantidad de agua que se utiliza en la mezcla se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$A = C * \frac{A}{C} \tag{7}$$

$$A = 380 * 0.63 = 239,4 \text{ Kg/m}^3 \tag{7}$$

Donde:

A: Cantidad de agua (kg/m³)

C: Cantidad de cemento (kg/m³)

A/C: Relación agua/cemento

4.5.5. Cálculo del contenido de agregado

Para calcular el contenido del agregado se empleó la siguiente formula:

$$Vf = 1000 - \frac{C}{G_C} - \frac{A}{G_A} \quad (8)$$

Donde:

Vf: Volumen absoluto del agregado

C: Cantidad de Cemento (kg)

A: Cantidad de Agua (kg)

GC: Densidad del Cemento (kg/dm³)

GA: Densidad del Agua (kg/dm³)

$$Vol. absoluto del material = \frac{Masa del material}{Densidad} \quad (9)$$

$$Pf = Vf * Gf \quad (10)$$

Pf: Masa seca del agregado (kg/m³ mortero)

4.5.6. Cálculo:

Se calculó el volumen absoluto del agregado.

$$Vf = 1000 - \frac{C}{G_C} - \frac{A}{G_A}$$

$$Vf = 1000 - \frac{380kg/m^3}{3,14kg/dm^3} - \frac{239,4kg/m^3}{1,00kg/dm^3}$$

$$Vf = 639,58 \frac{dm^3}{m^3}$$

Cálculo de la masa seca del agregado:

La densidad del agregado es de 2.41 kg/dm³

$$Pf = Vf * Gf$$

$$Pf = 639,58 \frac{dm^3}{m^3} * 2,41 \frac{kg}{dm^3}$$

$$Pf = 1541,388 \frac{kg}{m^3}$$

4.5.7. Cálculo de las porciones iniciales

Para calcular las porciones iniciales se determinan el volumen de mortero que se va a utilizar, después se debe encontrar la cantidad exacta de cada material, para esto se realizó los siguientes cálculos.

Volumen del molde				
D	Diametro	5 cm		
h	Altura del cilindro	10 cm		
V	Volumen unitario	19,635 cm ³	0,000196 m ³	
Vt	Volumen total para 9 cilindros	0,001767 m ³		

Figura 47: Volumen del molde
Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

Debido a que el molde que se utilizó cuenta con 10 cubos de la misma medida el volumen total es: 19,635 cm³ = 0,000196 m³.

4.5.8. Cantidad de agua

Para determinar la cantidad de agua a utilizar en la mezcla se realizó la siguiente relación:

$$\frac{1m^3}{239,4 kg} = \frac{0,001767 m^3}{A}$$

$$A = 0,001767 * 239,4$$

$$A = 0,42302 kg$$

$$A = 423,02g \rightarrow 450g$$

Para la cantidad de agua se tomó 450.0 g debido a que con este valor, se obtiene el flujo según la norma NTE INEN 2 518 (INEN, 2015).

4.5.9. Cantidad de cemento

Para determinar la cantidad de agua a utilizar en la mezcla se realizó la siguiente relación:

$$\frac{1m^3}{380 kg} = \frac{0,001767 m^3}{A}$$

$$A = 0,001767 * 380$$

$$A = 0,67146 kg$$

$$A = 671,46g$$

4.5.10. Cantidad de agregado fino (cerámica sanitaria)

Para determinar la cantidad de agua a utilizar en la mezcla se realizó la siguiente relación:

$$\frac{1m^3}{1541,388 \frac{kg}{m^3}} = \frac{0,001767 m^3}{A}$$

$$A = 0,001767 * 1541,388 \frac{kg}{m^3}$$

$$A = 2,72363 kg = 2723,63 g$$

4.5.11. Resumen de la dosificación

Determinación de la resistencia mínima			
Mortero de pega			
Rm*	Resistencia a la compresión (MPa o Kg/cm ²)	12,5 Mpa	125 Kg/cm ²
Rm**	Resistencia a la compresión del mortero, de dosificación a los 28 días (MPa o Kg/cm ²)	16,875 Mpa	168,75 Kg/cm ²

Figura 48: Determinación de la resistencia mínima

Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

Determinación de la cantidad de material (kg/m ³)			
Relación Agua Cemento (28 días)			
Relacion agua/cemento A/C			0,63
Contenido de cemento			
MF	Módulo de finura		4,17
C	Contenido de cemento		380
Cantidad de agua			
A	Cantidad de agua		239,4
Contenido de agregado			
Gc	Densidad del cemento (Kg/dm ³)	3,14	kg/dm ³
Ga	Densidad del agua (Kg/dm ³)	1	kg/dm ³
Gf	Densidad del agregado (Kg/dm ³)	2,41	kg/dm ³
Vf	Volumen absoluto del agregado (dm ³)	639,58	dm ³
Pf	Masa seca del agregado (kg/m ³)	1541,39	kg/dm ³

Figura 49: Determinación de la cantidad de material

Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

Volumen del molde				
D	Diametro	5	cm	
h	Altura del cilindro	10	cm	
V	Volumen unitario	19,635	cm ³	0,000196 m ³
Vt	Volumen total para 9 cilindros	0,001767	m ³	

Figura 50: Volumen del molde

Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

Dosificación para el mortero sin aditivo				
Materiales			Peso	
A	Agua	0,42	Kg	423,06 g
C	Cemento	0,67	Kg	671,52 g
Ag	Agregado	2,72	Kg	2723,87 g

Figura 51: Dosificación para el mortero

Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

Ensayo de resistencia a la compresión en mortero marca comercial resistencia requerida F'c125 Kg/cm ²								
Muestra N°	Fecha de elaboración	Fecha de rotura	Edad (Días)	Área (cm ²)	Peso (g)	Carga (Kg)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia (MPa)
1A	30/9/2019	7/10/2019	7	19,625	337,7	1398,00	71,24	7,12
2A	30/9/2019	7/10/2019	7	19,625	337,4	1421,00	72,41	7,24
3A	30/9/2019	14/10/2019	14	19,625	337,2	1745,00	88,92	8,89
4A	30/9/2019	14/10/2019	14	19,625	337	1788,00	91,11	9,11
5A	30/9/2019	21/10/2019	21	19,625	337,2	1995,00	101,66	10,17
6A	30/9/2019	21/10/2019	21	19,625	337	2012,00	102,52	10,25
7A	30/9/2019	28/10/2019	28	19,625	336,9	2449,00	124,79	12,48
8A	30/9/2019	28/10/2019	28	19,625	337,1	2468,00	125,76	12,58

Figura 50: Resistencia a la compresión

Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

4.5.12. Proporciones iniciales

Mediante el proceso de dosificación del mortero se determinó las proporciones en peso con las que se elaboró el mortero.

A: C: Ag

0.63: 1: 4.06

4.5.13. Proceso de elaboración del mortero

4.5.13.1. Elaboración de especímenes

4.5.13.1.1. Equipo

Según la norma NTE INEN 488 (INEN, 2015), para este ensayo se necesitó un charola metálica, paleta, pisón con una sección transversal, espátula, recipiente para medir el agua, una balanza y moldes que deben ser cilindros de diámetro de 5cm y altura de 10cm, las paredes del molde deben ser rígidas y las superficies interiores totalmente planas.



*Figura 51: Implementos para elaborar los ensayos
Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)*

4.5.13.1.2. Procedimiento

El procedimiento para la mezcla de morteros determinada en la norma NTE INEN 155 (INEN, 2015), se lo realizó de la siguiente manera:

- Se procedió a colocar en distintos recipientes las cantidades necesarias de cemento, cerámica reciclada, arena, fibra de coco y agua para la preparación del mortero pesándolas en la balanza digital en cantidades exactas.
- Mezclar primero la arena con los distintos porcentajes de cerámica ensayados y posteriormente añadirle el cemento.
- Con la mezcla anterior ya homogénea se le añade la fibra de coco en diferentes proporciones ya sea 1%, 2%, 3%, y 4% con relación al peso del cemento.
- A la mezcla obtenida se le va incorporando el agua de a poco para poder tener una mezcla fluida y trabajable.
- Para moldear la mezcla final se utilizó el procedimiento por apisonamiento manual de acuerdo a la norma (NTE INEN 488) (INEN, 2015), la cual se detalla a continuación:
 - Rellenar los moldes cilíndricos en un periodo igual o inferior a 2 minutos y 30 segundos del amasado del mortero
 - Los moldes deben estar perfectamente engrasados previo al paso de rellenarlos con mortero y sin excesos de grasa
 - Se deben llenar los moldes en dos capas. La primera capa de mortero aproximadamente 25 mm de espesor
 - Apisonar cada compartimento 32 veces alrededor de 10 segundos en 4 rondas, en cada ronda compactar con 8 golpes perpendicularmente
 - Al finalizar la compactación, nivelar y alisar la cara superior de cada espécimen, con la parte lisa de la espátula retirando el exceso de mezcla



Figura 52: Elaboración de los cilindros
Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

Los especímenes fueron almacenados en una piscina de curado, según la norma NTE INEN 488 (INEN, 2015):

- Retirar los moldes 24 horas después para ser ensayados.
- Rotular cada espécimen para poder llevar un registro de los resultados con precisión.
- Los cilindros de mortero que se ensayarán después de 24 horas se los debe colocar en agua en un tanque de almacenamiento de acuerdo a las edades que serán ensayadas en este caso es de 7, 14, 21 y 28 días.

4.5.13.2. Curado

Las probetas deben encontrarse cubiertas completamente debajo del agua hasta el momento en el que se vaya a realizar los ensayos tanto de compresión como de flexión.

La temperatura del agua debe ser de $23 \pm 2^\circ \text{C}$, para que se pueda alcanzar la resistencia definida (NTE INEN 198) (INEN, 2015), los especímenes permanecieron en la piscina de curado durante 7, 14, 21 y 28 días, para mantener la temperatura y humedad adecuadas.



Figura 53: Curado de la muestra
Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

4.6. Resultados

4.6.1. Determinación de la resistencia a la compresión

4.6.1.1. Equipo

Según la norma NTE INEN 488 (INEN, 2015) la máquina de ensayo a compresión puede ser hidráulica o de tornillo, la carga aplicada debe tener una precisión de $\pm 1.0\%$. Debe tener dos bloques, el apoyo superior de un bloque de metal montado sobre una semiesfera anclada al centro del cabezal superior y el bloque inferior que debe estar centrado con respecto al bloque de apoyo superior. Las superficies de los bloques inferior y superior que están en contacto con la muestra deben tener un número de dureza no menor que HCR 60.



*Figura 54: Máquina de rotura de mortero de hormigón
Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)*

4.6.1.2. Material

El ensayo se realizó con uno o dos especímenes para cada periodo de tiempo, en esta investigación es de 7, 14, 21 y 28 días.

4.6.1.3. Procedimiento

Para realizar el ensayo se procedió de la siguiente manera:

- Asegurar el cabezal apoyado en la esfera.
- Colocar la muestra, bajo el centro del cabezal superior.
- Aplicar la carga sin reajustar la velocidad, en la última mitad de la carga.
- Registrar la carga total máxima indicada por la máquina.

4.6.1.4. Cálculos

La resistencia a la compresión se calculó de la siguiente manera:

$$f_m = \frac{P}{A} \quad (11)$$

f_m : Resistencia a la compresión (Mpa)

P : Carga total máxima (N)

A : Área de la sección transversal del cubo a la que se aplica carga (mm²)

4.6.1.5. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión



Figura 55: Elaboración de los cilindros
Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

- **Dosificación para el mortero sin aditivo y 100% de cerámica sanitaria como agregado fino**

Dosificación para el mortero sin aditivo Y 100% de ceramica sanitaria como agregado fino			
Materiales		Peso	
A	Agua	0,42 Kg	423,05571 g
C	Cemento	0,67 Kg	671,517 g
Ag	Agregado	2,72 Kg	2723,8672 g

*Figura 56: Dosificación del mortero 100% cerámica
Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)*

Ensayo de resistencia a la compresión en mortero resistencia requerida F'c120 Kg/cm ²								
Muestra N°	Fecha de elaboración	Fecha de rotura	Edad (Días)	Área (cm ²)	Peso (g)	Carga (Kg)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia (MPa)
1	26/9/2019	3/10/2019	7	19,625	333	1490,00	75,92	7,59
2	26/9/2019	3/10/2019	7	19,625	329,6	1506,00	76,74	7,67
3	26/9/2019	10/10/2019	14	19,625	330	1850,00	94,27	9,43
4	26/9/2019	10/10/2019	14	19,625	331,5	1834,00	93,45	9,35
5	26/9/2019	17/10/2019	21	19,625	330	2018,88	102,87	10,29
6	26/9/2019	17/10/2019	21	19,625	331,5	2043,00	104,10	10,41
7	26/9/2019	24/10/2019	28	19,625	329,9	2464,00	125,55	12,56
8	26/9/2019	24/10/2019	28	19,625	328,3	2451,00	124,89	12,49

*Figura 57: Rotura cilindros 100% de cerámica
Elaborada por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)*

➤ **Dosificación para el mortero con 4% fibra de coco y 30% de cerámica como agregado fino**

Dosificación para el mortero con 4% fibra de coco Y 30% de ceramica como agregado fino					
Materiales			Peso		
A	Agua	0,42 Kg		423,06 g	
Ad	Aditivo Fibra de coco	0,0268607 Kg		26,86 g	
C	Cemento	0,67 Kg		671,52 g	
Ag	Agregado Arena 70%	1,9067071 Kg		1906,71 g	
Ag	Agregado ceramica 30%	0,8171602 Kg		817,16 g	

*Figura 58: Dosificación 4% de fibra de coco y 30% de cerámica
Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)*

Ensayo de resistencia a la compresión en mortero marca comercial resistencia requerida F'c120 Kg/cm ²								
Muestra N°	Fecha de elaboración	Fecha de rotura	Edad (Días)	Área (cm ²)	Peso (g)	Carga (Kg)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia (MPa)
1Ca4	1/10/2019	8/10/2019	7	19,625	336,9	1021,00	52,03	5,20
2Ca4	1/10/2019	8/10/2019	7	19,625	336,8	994,00	50,65	5,06
3Ca4	1/10/2019	15/10/2019	14	19,625	337	1233,00	62,83	6,28
4Ca4	1/10/2019	15/10/2019	14	19,625	336,9	1197,00	60,99	6,10
5Ca4	1/10/2019	22/10/2019	21	19,625	337	1623,00	82,70	8,27
4Ca4	1/10/2019	22/10/2019	21	19,625	336,9	1607,00	81,89	8,19
7Ca4	1/10/2019	29/10/2019	28	19,625	330,4	1918,00	97,73	9,77
8Ca4	1/10/2019	29/10/2019	28	19,625	330,9	1957,00	99,72	9,97

*Figura 59: Rotura a compresión del mortero
Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)*

➤ **Dosificación para el mortero con 1% fibra de coco y 30% de cerámica como agregado fino**

Dosificación para el mortero con 1% fibra de coco Y 30% de ceramica como agregado fino				
Materiales		Peso		
A	Agua	0,42 Kg		423,06 g
Ad	Aditivo Fibra de coco 1%	0,0067 Kg		6,72 g
C	Cemento	0,67 Kg		671,52 g
Ag	Agregado Arena 70%	1,906707 Kg		1906,71 g
Ag	Agregado ceramica 30%	0,81716 Kg		817,16 g

*Figura 60: Dosificación 1% de fibra de coco y 30% de cerámica
Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)*

Ensayo de resistencia a la compresión en mortero marca comercial resistencia requerida F'c120 Kg/cm ²								
Muestra N°	Fecha de elaboración	Fecha de rotura	Edad (Días)	Área (cm ²)	Peso (g)	Carga (Kg)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia (MPa)
1Ca1	1/10/2019	8/10/2019	7	19,625	338	1354,00	68,99	6,90
2Ca1	1/10/2019	8/10/2019	7	19,625	337,5	1376,00	70,11	7,01
3Ca1	1/10/2019	15/10/2019	14	19,625	337,8	1676,00	85,40	8,54
4Ca1	1/10/2019	15/10/2019	14	19,625	337,9	1668,00	84,99	8,50
5Ca1	1/10/2019	22/10/2019	21	19,625	337,8	1952,00	99,46	9,95
6Ca1	1/10/2019	22/10/2019	21	19,625	337,9	1965,00	100,13	10,01
7Ca1	1/10/2019	29/10/2019	28	19,625	332,8	2348,00	119,64	11,96
8Ca1	1/10/2019	29/10/2019	28	19,625	331,9	2365,00	120,51	12,05

*Figura 61: Rotura a compresión del mortero
Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)*

- **Dosificación para el mortero con 4% fibra de coco y 20% de cerámica como agregado fino**

Dosificación para el mortero con 4% fibra de coco Y 20% de ceramica como agregado fino					
Materiales		Peso			
A	Agua	0,42	Kg	423,06	g
Ad	Aditivo Fibra de coco 4%	0,026861	Kg	26,86	g
C	Cemento	0,67	Kg	671,52	g
Ag	Agregado Arena 80%	2,179094	Kg	2179,09	g
Ag	Agregado ceramica 20%	0,544773	Kg	544,77	g

*Figura 62: Dosificación 4% de fibra de coco y 20% de cerámica
Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)*

Ensayo de resistencia a la compresión en mortero marca comercial resistencia requerida F'c120 Kg/cm ²								
Muestra N°	Fecha de elaboración	Fecha de rotura	Edad (Días)	Área (cm ²)	Peso (g)	Carga (Kg)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia (MPa)
1Ca2	10/10/2019	17/10/2019	7	19,625	337,5	765,00	38,98	3,90
2Ca2	10/10/2019	17/10/2019	7	19,625	337,8	748,00	38,11	3,81
3Ca2	10/10/2019	24/10/2019	14	19,625	338,7	1008,00	51,36	5,14
4Ca2	10/10/2019	24/10/2019	14	19,625	338,8	995,00	50,70	5,07
5Ca2	10/10/2019	31/10/2019	21	19,625	338,7	1154,00	58,80	5,88
6Ca2	10/10/2019	31/10/2019	21	19,625	338,8	1187,00	60,48	6,05
7Ca2	10/10/2019	7/11/2019	28	19,625	327,2	1376,00	70,11	7,01
8Ca2	10/10/2019	7/11/2019	28	19,625	329,1	1393,00	70,98	7,10

*Figura 63: Rotura a compresión del mortero
Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)*

➤ **Dosificación para el mortero con 1% fibra de coco y 20% de cerámica como agregado fino**

Dosificación para el mortero con 1% fibra de coco Y 20% de ceramica como agregado fino			
Materiales		Peso	
A	Agua	0,42 Kg	423,06 g
Ad	Aditivo Fibra de coco 1%	0,006715 Kg	6,72 g
C	Cemento	0,67 Kg	671,52 g
Ag	Agregado Arena 80%	2,179094 Kg	2179,09 g
Ag	Agregado ceramica 20%	0,544773 Kg	544,77 g

Figura 64: Dosificación 1% de fibra de coco y 20% de cerámica

Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

Ensayo de resistencia a la compresión en mortero marca comercial resistencia requerida F'c120 Kg/cm ²								
Muestra N°	Fecha de elaboración	Fecha de rotura	Edad (Días)	Área (cm ²)	Peso (g)	Carga (Kg)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia (MPa)
1Ca2	10/10/2019	17/10/2019	7	19,625	337,3	995,00	50,70	5,07
2Ca2	10/10/2019	17/10/2019	7	19,625	337,5	942,00	48,00	4,80
3Ca2	10/10/2019	24/10/2019	14	19,625	335,6	1476,00	75,21	7,52
4Ca2	10/10/2019	24/10/2019	14	19,625	336,1	1452,00	73,99	7,40
5Ca2	10/10/2019	31/10/2019	21	19,625	338,4	1593,00	81,17	8,12
6Ca2	10/10/2019	31/10/2019	21	19,625	337	1582,00	80,61	8,06
7Ca2	10/10/2019	7/11/2019	28	19,625	338,4	1654,00	84,28	8,43
8Ca2	10/10/2019	7/11/2019	28	19,625	337	1697,00	86,47	8,65

Figura 65 Rotura a compresión del mortero

Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

➤ **Dosificación para el mortero con 2% fibra de coco y 20% de cerámica como agregado fino**

Dosificación para el mortero con 2% fibra de coco Y 20% de ceramica como agregado fino					
Materiales			Peso		
A	Agua		0,42 Kg	423,06 g	
Ad	Aditivo Fibra de coco 2%	0,0134303 Kg		13,43 g	
C	Cemento	0,67 Kg		671,52 g	
Ag	Agregado Arena 80%	2,1790938 Kg		2179,09 g	
Ag	Agregado ceramica 20%	0,5447734 Kg		544,77 g	

Figura 66: Dosificación 2% de fibra de coco y 20% de cerámica
Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

Ensayo de resistencia a la compresión en mortero marca comercial resistencia requerida F'c120 Kg/cm2								
Muestra N°	Fecha de elaboración	Fecha de rotura	Edad (Días)	Área (cm ²)	Peso (g)	Carga (Kg)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia (MPa)
1Ca3	16/10/2019	23/10/2019	7	19,625	335,7	1322,00	67,36	6,74
2Ca3	16/10/2019	23/10/2019	7	19,625	335,9	1347,00	68,64	6,86
3Ca3	16/10/2019	30/10/2019	14	19,625	337	1496,00	76,23	7,62
4Ca3	16/10/2019	30/10/2019	14	19,625	337,3	1504,00	76,64	7,66
5Ca3	16/10/2019	6/11/2019	21	19,625	337	1674,00	85,30	8,53
6Ca3	16/10/2019	6/11/2019	21	19,625	337,3	1685,00	85,86	8,59
7Ca3	16/10/2019	13/11/2019	28	19,625	336,8	1821,00	92,79	9,28
8Ca3	16/10/2019	13/11/2019	28	19,625	336	1856,00	94,57	9,46

Figura 67: Rotura a compresión del mortero
Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

➤ **Dosificación para el mortero con 3% fibra de coco y 20% de cerámico como agregado fino**

Dosificación para el mortero con 3% fibra de coco Y 20% de ceramica como agregado fino					
Materiales			Peso		
A	Agua		0,42 Kg		423,06 g
Ad	Aditivo Fibra de coco 3%	0,0201455	Kg		20,15 g
C	Cemento	0,67	Kg		671,52 g
Ag	Agregado Arena 80%	2,1790938	Kg		2179,09 g
Ag	Agregado ceramica 20%	0,5447734	Kg		544,77 g

Figura 68: Dosificación 3% de fibra de coco y 20% de cerámica

Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

Ensayo de resistencia a la compresión en mortero marca comercial resistencia requerida F'c 120 Kg/cm ²								
Muestra N°	Fecha de elaboración	Fecha de rotura	Edad (Días)	Área (cm ²)	Peso (g)	Carga (Kg)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia (MPa)
1Ca4	16/10/2019	23/10/2019	7	19,625	336,9	1422	72,46	7,25
2Ca4	16/10/2019	23/10/2019	7	19,625	337	1437	73,22	7,32
3Ca4	16/10/2019	30/10/2019	14	19,625	337,4	1643,00	83,72	8,37
4Ca4	16/10/2019	30/10/2019	14	19,625	337,8	1632,00	83,16	8,32
5Ca4	16/10/2019	6/11/2019	21	19,625	337,4	1765,00	89,94	8,99
6Ca4	16/10/2019	6/11/2019	21	19,625	337,8	1773,00	90,34	9,03
7Ca4	16/10/2019	13/11/2019	28	19,625	336,5	1976,00	100,69	10,07
8Ca4	16/10/2019	13/11/2019	28	19,625	336,9	1992,00	101,50	10,15

Figura 69: Rotura a compresión del mortero

Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

➤ **Dosificación para el mortero con 2% fibra de coco y 30% de cerámico como agregado fino**

Dosificación para el mortero con 2% fibra de coco Y 30% de ceramica como agregado fino					
Materiales			Peso		
A	Agua	0,42	Kg	423,06	g
Ad	Aditivo Fibra de coco 2%	0,0134303	Kg	13,43	g
C	Cemento	0,67	Kg	671,52	g
Ag	Agregado Arena 70%	1,9067071	Kg	1906,71	g
Ag	Agregado ceramica 30%	0,8171602	Kg	817,16	g

Figura 70: Dosificación 3% de fibra de coco y 20% de cerámica
Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

Ensayo de resistencia a la compresión en mortero marca comercial resistencia requerida F'c120 Kg/cm ²								
Muestra N°	Fecha de elaboración	Fecha de rotura	Edad (Días)	Área (cm ²)	Peso (g)	Carga (Kg)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia (MPa)
1Ca3	16/10/2019	23/10/2019	7	19,625	339,9	1465	74,65	7,46
2Ca3	16/10/2019	23/10/2019	7	19,625	339,7	1497	76,28	7,63
3Ca3	16/10/2019	30/10/2019	14	19,625	338,7	1784,00	90,90	9,09
4Ca3	16/10/2019	30/10/2019	14	19,625	338,4	1763,00	89,83	8,98
5Ca3	16/10/2019	6/11/2019	21	19,625	338,7	2012,00	102,52	10,25
6Ca3	16/10/2019	6/11/2019	21	19,625	338,4	2054,00	104,66	10,47
7Ca3	16/10/2019	13/11/2019	28	19,625	336,7	2433,00	123,97	12,40
8Ca3	16/10/2019	13/11/2019	28	19,625	337	2465,00	125,61	12,56

Figura 71: Rotura a compresión del mortero
Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

➤ **Dosificación para el mortero con 3% fibra de coco y 30% de cerámico como agregado fino**

Dosificación para el mortero con 3% fibra de coco Y 30% de ceramica como agregado fino			
Materiales		Peso	
A	Agua	0,42 Kg	423,06 g
Ad	Aditivo Fibra de coco 3%	0,020146 Kg	20,15 g
C	Cemento	0,67 Kg	671,52 g
Ag	Agregado Arena 70%	1,906707 Kg	1906,71 g
Ag	Agregado ceramica 30%	0,81716 Kg	817,16 g

Figura 72: Dosificación 3% de fibra de coco y 30% de cerámica
Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

Ensayo de resistencia a la compresión en mortero marca comercial resistencia requerida F'c120 Kg/cm2								
Muestra N°	Fecha de elaboración	Fecha de rotura	Edad (Días)	Área (cm²)	Peso (g)	Carga (Kg)	Resistencia (kg/cm²)	Resistencia (MPa)
1Ca4	16/10/2019	23/10/2019	7	19,625	336,9	1765	89,94	8,99
2Ca4	16/10/2019	23/10/2019	7	19,625	337	1734	88,36	8,84
3Ca4	16/10/2019	30/10/2019	14	19,625	337,9	1984,00	101,10	10,11
4Ca4	16/10/2019	30/10/2019	14	19,625	338	1994,00	101,61	10,16
5Ca4	16/10/2019	6/11/2019	21	19,625	337,9	2197,00	111,95	11,19
6Ca4	16/10/2019	6/11/2019	21	19,625	338	2154,00	109,76	10,98
7Ca4	16/10/2019	13/11/2019	28	19,625	337,8	2411,00	122,85	12,29
8Ca4	16/10/2019	13/11/2019	28	19,625	338,7	2453,00	124,99	12,50

Figura 73: Rotura a compresión del mortero
Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

Resumen cuadro de compresión en porcentaje a los 28 días

Resumen de los ensayos de compresion				120 Kg/cm2			
Dosificación	Edad (Días)	Área (cm ²)	Peso (g)	Carga (Kg)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia (MPa)	Resistencia (%)
mortero sin aditivo Y 100% de Arena como agregado fino	28	19,625	330,9	2449,00	124,79	330,9	104,39
			331	2468,00	125,76	331	
mortero sin aditivo Y 100% de ceramica sanitaria como agregado fino	28	19,625	329,9	2464,00	125,55	12,56	104,35
			328,3	2451,00	124,89	12,49	
mortero con 4% fibra de coco Y 30% de ceramica	28	19,625	330,4	1918,00	97,73	9,77	82,27
			330,9	1957,00	99,72	9,97	
mortero con 1% fibra de coco Y 30% de ceramica	28	19,625	332,8	2348,00	119,64	11,96	100,06
			331,9	2365,00	120,51	12,05	
mortero con 4% fibra de coco Y 20% de ceramica	28	19,625	327,2	1376,00	70,11	7,01	58,79
			329,1	1393,00	70,98	7,10	
mortero con 1% fibra de coco Y 20% de ceramica	28	19,625	338,4	1654,00	84,28	8,43	71,15
			337	1697,00	86,47	8,65	
mortero con 2% fibra de coco Y 20% de ceramica	28	19,625	336,8	1821,00	92,79	9,28	78,07
			336	1856,00	94,57	9,46	
mortero con 3% fibra de coco Y 20% de ceramica	28	19,625	336,5	1976,00	100,69	10,07	84,25
			336,9	1992,00	101,50	10,15	
mortero con 2% fibra de coco Y 30% de ceramica	28	19,625	336,7	2433,00	123,97	12,40	103,99
			337	2465,00	125,61	12,56	
mortero con 3% fibra de coco Y 30% de ceramica	28	19,625	337,8	2411,00	122,85	12,29	103,27
			338,7	2453,00	124,99	12,50	

Figura 74: Resumen de los resultados de rotura a 28 días
 Elaborado por: Andrade, O.; Jouve, A. (2021)

Con respecto al cuarto y último objetivo, establecer las características técnicas del mortero de fraguado rápido, utilizando la fibra de coco y la cerámica reciclada según el diseño planteado, obtuvimos los siguientes datos:

- Proporción del Mortero: 1 cemento, 70% de arena, 30% de cerámica reciclada y 2 % de fibra de coco, este mortero se clasifica tipo S por su alta resistencia a la compresión, trabajabilidad y durabilidad.
- Consistencia Plástica.
- Retención de agua mínimo 63%.
- Contenido de aire del mortero: mínimo 8% y máximo 15% en volumen.
- Tiempo de fraguado inicial: mínimo 60 minutos.
- Tiempo de fraguado final: 24 horas.
- Resistencia a la compresión :
A los 7 días: mayor a 75kg/cm²
A los 28 días mayor a 125kg/cm²

Conclusiones

Se diseñó el mortero de fraguado rápido con fibra de coco y cerámica reciclada, realizando varias combinaciones con porcentajes variados hasta obtener la resistencia propuesta que es de f^c 120 Kg/cm², la obtención de estos resultados de cada objetivo planteado lo indicamos a continuación.

Para la realización del primer objetivo específico como es la obtención de las características físicas-químicas de la cerámica reciclada, los resultados obtenidos de la cerámica triturada nos dio que tiene aluminio, calcio, hierro, magnesio y silicio, que son los materiales que conforman la cerámica, en el ensayo físico realizamos la el ensayo de densidad por medio del picnómetro y el frasco de Chatelier en la cual obtuvimos una densidad de 2,467 g/cm³ y su absorción es del 0,7 %, con estos resultados nos indica que no tendremos mucha adsorción en la mezcla con el agua al elaborar el mortero tendrá una mejor trabajabilidad.

Para el segundo objetivo específico de definir las características físicas de la fibra de coco, los resultados obtenidos fueron que la fibra de coco tiene una densidad aparente de 0.08 a 0.13 gcm³, una densidad real de 1.47 a 1.50 gcm³, una capacidad de retención de agua de 50 a 85% y una aireación de 10 a 50%, cumpliendo la fibra de coco con los parámetros necesarios para el empleo en la mezcla de mortero en reemplazo de un aditivo comercial y a su vez mejorar la adherencia y fraguado de la misma.

Para la elaboración del tercer objetivo como es el diseño del mortero de fraguado rápido con fibra de coco y cerámica reciclada, se elaboró el diseño de hormigón de 125 Kg/cm², el propuesto es de 120 Kg/cm² consideramos realizarlo un poco más su resistencia para poder cumplir con el estudio, debido a que son elementos innovadores al ser parte del mortero puede variar su resistencia, también tenemos que considerar que las especificaciones del ministerio de Transporte y Obras Publicas en el capítulo 809 Morteros en la tabla 809-1.1. se lo considera de Tipo S y su resistencia a la compresión es de 100 Kg/cm², realizamos el diseño 100% de arena, 100% de cerámica

reciclada triturada y combinaciones de 1, 2, 3 y 4 % de fibra de coco y 20 y 30 % de cerámica reciclada triturada todos estos valores de las combinaciones realizadas la presentamos en el cuadro de resumen de resistencia a la compresión a los 28 días que es la resistencia máxima obtenida de cada diseño elaborado, determinando que la dosificación optima es en cual se utiliza con el 70% de arena y el 30% de cerámica su resistencia si cumple con 1, 2 y 3 % de la fibra de coco, con el 4% de fibra de coco su resistencia baja a un 82% considerando el diseño propuesto que es de 120 Kg/cm². Concluyendo que la dosificación optima es la que contiene 30% de cerámica sanitaria reciclada y 2 % de fibra de coco los cuales reflejaron las más altas resistencias a compresión.

Para el último objetivo como es las características técnicas del diseño de mortero elaborado con fibra de coco y cerámica reciclada, obtuvimos los siguientes resultados la proporción optima del Mortero es: 1 cemento, 70% de arena, 30% de cerámica reciclada y 2 % de fibra de coco, el tipo de mortero obtenido es tipo S por su alta resistencia a la compresión, trabajabilidad y durabilidad, cuenta con una consistencia plástica, una retención de agua no mayor a 70%, una resistencia a la compresión a los 28 días de 125kg/cm² y sobre todo un tiempo de fraguado inicial no mayor a una hora.

Recomendaciones

Con respecto al primer objetivo específico sobre la determinación de las características físicas y químicas de la cerámica sanitaria reciclada se recomienda a nuestra Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil fortalecer el laboratorio de hormigón de la facultad de ingeniería civil para poder estudiar mucho más fondo las ventajas de trabajar con materiales reciclados para empleo de hormigones y morteros así mismo poder realizar varios ensayos de clasificación (humedad, granulometría y límites si es el caso), densidad y peso específico a diversas cerámicas que tengan otro uso en el área de la construcción para verificar sus propiedades físicas y químicas si varían de acuerdo de acuerdo al uso para las que fueron elaboradas y poder determinar su utilización como parte del agregado para el mortero u hormigones.

Para el segundo objetivo específico, sobre definir las características físicas de la fibra de coco reciclada, se recomienda a nuestra Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil fortalecer el laboratorio de hormigones e incentive a sus estudiantes en el estudio a fondo de fibras naturales como lo es la fibra de coco en el empleo de hormigones y morteros, fomentando innovación en el área de la construcción.

Para el tercero y cuarto objetivo específico, sobre la elaboración de un diseño de mezcla para mortero de fraguado rápido, con la utilización de fibra de coco y cerámica reciclada, para enlucidos de interiores de edificaciones y a su vez para la determinación de las características técnicas del mortero de fraguado rápido, se recomienda a los ingenieros constructores no utilizar en el diseño de morteros porcentajes mayores al 3% de fibra de coco porque su resistencia baja consideradamente, no emplear porcentajes superiores al 50% de cerámica reciclada si se espera obtener un fraguado inicial rápido.

Se le recomienda a los estudiantes de la carrera de ingeniería civil que buscan explorar nuevas alternativas en el mundo de la construcción realizar un estudio cauteloso de un diseño de mortero utilizando porcentajes de fibra mayor al 4% y porcentajes de cerámica reciclada

mayor al 50% para utilizarlo como mortero de mampostería no soportante que cumpla con las especificaciones del MTOP y se lo considere como tipo B cuya resistencia es de 25kg/cm².

Por lo expuesto vemos que es recomendable dar utilidad a los materiales innovadores realizando todos los ensayos respectivos hasta lograr el objetivo principal a considerar, como es en nuestro caso darle utilidad a la cerámica reciclada y a la fibra de coco que, si realizamos las combinaciones adecuadas, podemos considerarlo a estos materiales como parte del agregado para mortero.

Con respecto a lo planteado en la hipótesis de El diseño de mezcla del mortero de fraguado rápido, con la utilización de la fibra de coco y la cerámica reciclada, posee buenas características técnicas dentro a lo establecido en la norma. Se concluye que el mortero de fraguado rápido con la relación de agua cemento 0.63, 1 cemento 70% arena, 30% cerámica reciclada y 2 % de fibra de coco, cumple con lo que establece la Norma Ecuatoriana INEN-806 y especificaciones del Ministerio de Obras Publicas en el capítulo 809 Morteros.

Bibliografía

- abraham, P. (2012). *course hero*. Recuperado el agosto de 2019, de course hero website: <https://www.coursehero.com/file/p74ke2dk/1-Definici%C3%B3n-de-concreto-El-concreto-es-b%C3%A1sicamente-una-mezcla-de-dos/>
- ANGAMARCA, M., & CACERES, R. (15 de JULIO de 2015). *dspace.uce.edu.ec/*. Recuperado el MARZO de 2020, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/5292/1/T-UC-0011-189.pdf>
- ARCHIEXPO. (18 de julio de 2017). *archiexpo.e*. Recuperado el ENERO de 2020, de <https://www.archiexpo.es/prod/inpro/product-59788-142735.html>
- Arrieta, E. (21 de enero de 2019). *diferenciador*. Recuperado el 2020, de diferenciador web site: <https://www.diferenciador.com/diferencia-entre-metodo-inductivo-y-deductivo/>
- ASTM. (s.f.).
- AVILA, G. (1 de abril de 2015). <http://teconcreto123.blogspot.com/>. Recuperado el ENERO de 2020, de <http://teconcreto123.blogspot.com/p/los-agregados.html>
- Bencosme, N. (2018). *tutareaescola*. Recuperado el abril de 2020, de https://www.tutareaescolar.com/tipos_de_arena.html
- CAÑARTE, G. (5 de OCTUBRE de 2016). <http://repositorio.ug.edu.ec/>. Recuperado el MARZO de 2020, de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/12002/1/TESIS-MTE-UG-GEORGE%20CA%C3%91ARTE-2016.pdf>
- Carrillo, R. (28 de marzo de 2018). *UNIVERSIDAD SAN PEDRO*. Recuperado el 2020, de UNIVERSIDAD SAN PEDRO Web site: http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/4370/tesis_56286.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Castro, J. (22 de junio de 2016). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO*. Recuperado el 2020, de UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Web site:

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23307/1/Tesis%201019%20-%20Castro%20Aguirre%20Julio%20C%20c3%a9sar.pdf>

CEMEX. (1 de enero de 2018). *cemexcolombia.com/*. Recuperado el ABRIL de 2020, de <https://www.cemexcolombia.com/concretos/baja-densidad>

Chinchon, J. (20 de mayo de 2018). *personal de universidad de alicante*. Recuperado el enero de 2021, de personal de universidad de alicante, Web site: <https://personal.ua.es/es/servando-chinchon/documentos/-gestadm/material-docente/19-caracteristicas-de-morteros.pdf>

civil, e. d. (2015). *bib.upct.es/*. Recuperado el agosto de 2019, de https://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/6203/mod_resource/content/1/Hormigon_02._Tipos_y_propiedades.pdf

Contreras, Y., & Roa, M. (26 de abril de 2015). *tecnica e instrumento de investigacion*. Recuperado el 2020, de tecnica e instrumento de investigacion web site: <http://tecnicasdeinvestigacion2015.blogspot.com/2015/04/bienvenidos-nuestro-blogger.html>

coverlam. (17 de febrero de 2016). *ceramica en la construcción*. Recuperado el 2020, de ceramica en la construcción Web site: <https://www.promateriales.com/pdf/PM-95-6.pdf>

Fernandez, J. (12 de julio de 2016). *jorgelfdez.wordpress*. Recuperado el JUNIO de 2020, de <https://jorgelfdez.wordpress.com/2016/07/12/el-enfoque-cuantitativo/>

FONSECA, A. (15 de FEBRERO de 2015). *repositorio.uta.edu.ec/*. Recuperado el ENERO de 2020, de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/11740/1/Tesis%20883%20-%20Fonseca%20Acosta%20Alex%20Bladymir.pdf>

German, S. (2019).

Gonzales. (2016).

- Gonzales, D. (8 de enero de 2020). <http://lefis.unizar.es/>. Recuperado el junio de 2020, de http://lefis.unizar.es/lefispedia/doku.php?id=es:piramide_de_kelsen
- Hernandez, R., Baptista, P., & Fernandez, C. (2015). *Metodologia de la Investigacion*. Mexico D.F., Mexico: Mc Graw Hill education. Recuperado el marzo de 2020, de <https://es.slideshare.net/MarianaAndreaDlaPaz/hernandez-fernandez-baptista-i-49915464>
- INEN. (2015).
- LAFARGER. (2015). lafarge.generadordeprecios.info/. Recuperado el agosto de 2019, de http://lafarge.generadordeprecios.info/lafarge_ligero/
- Leon, K. (13 de mayo de 2016). *academia.edu*. Recuperado el 2020, de https://www.academia.edu/13808426/Deterioro_de_Pavimentos
- lifeder. (5 de mayo de 2020). *lifede*. Recuperado el mayo de 2020, de <https://www.lifeder.com/tecnicas-de-investigacion/>
- LITUMA, M., & ZHUNIO, B. (23 de OCTUBRE de 2015). <http://dspace.ucuenca.edu.ec/>. Recuperado el MARZO de 2020, de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23112/1/Tesis.pdf>
- Lobato, S. (26 de octubre de 2019). *Bibliografía Educación Secundaria*. Recuperado el 2020, de Bibliografía Educación Secundaria Web site: <http://le000004.ferozo.com/1ro/tecnologia.pdf>
- Mariño, C. (8 de junio de 2018). *UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO*. Recuperado el 2020, de UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO Web site: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/4777/1/UNACH-EC-ING-CIVIL-2018-0009.pdf>
- Mata, L. (7 de mayo de 2019). *investigalia*. Recuperado el 2021, de investigalia web site: <https://investigaliacr.com/investigacion/el-enfoque-de-investigacion-la-naturaleza-del-estudio/>
- Mendoza, Y. (2 de marzo de 2019). *De Agronomia*. Recuperado el enero de 2021, de De Agronomia web site: <https://deagronomia.com/agroecologia/fibra-de-coco/>

noticias.universia.c. (4 de septiembre de 2017). Recuperado el mayo de 2020, de <https://noticias.universia.cr/educacion/noticia/2017/09/04/1155475/tipos-investigacion-descriptiva-exploratoria-explicativa.html>

Ortiz, G. (5 de noviembre de 2015). *Procesos industriales*. Recuperado el 2020, de *Procesos industriales* blogspot: <http://procesosindustrialesgloriaortiz.blogspot.com/2015/11/ceramicos-sin-duda-alguna-la-industria.html>

Perez, J., & Merino, M. (28 de febrero de 2020). *definicion.de/*. Recuperado el 2020 de abril, de <https://definicion.de/hormigon/>

Rivera García, R. F. (2017). *Rivera García, Ramírez Fernández, & Cruz Gámez.*

roca, m. y. (18 de julio de 2017). *mineralesyrocas.com/*. Recuperado el agosto de 2019, de <https://mineralesyrocas.com/vermiculita/>

Rojas, A. (septiembre de 2017). *Investigacion e inovacion metodologica*. Recuperado el 2021, de *Investigacion e inovacion metodologica* web site: [http://investigacionmetodologicaderojas.blogspot.com/2017/09/poblacion-y-muestra.html#:~:text=Seg%C3%BAn%20Hern%C3%A1ndez%2C%20Fern%C3%A1ndez%20y%20Baptista,con%20determinadas%20especificaciones%E2%80%9D%20\(p.&text=poblaci%C3%B3n%20conjunto%20finito%20](http://investigacionmetodologicaderojas.blogspot.com/2017/09/poblacion-y-muestra.html#:~:text=Seg%C3%BAn%20Hern%C3%A1ndez%2C%20Fern%C3%A1ndez%20y%20Baptista,con%20determinadas%20especificaciones%E2%80%9D%20(p.&text=poblaci%C3%B3n%20conjunto%20finito%20)

Ruano, B. (2016). *Evaluación del uso de vermiculita y perlita como alternativas al Phytigel® en la propagación in vitro de camote (Ipomoea batatas L.)*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5888/1/CPA-2016-T085.pdf>

Significados. (2018).

Slide Share. (2013).

tecnicadeinvestigacion social. (12 de octubre de 2017). *tecnicadeinvestigacion social*. Recuperado el junio de 2020, de <https://sites.google.com/site/tecninvestigacionsocial/temas-y->

contenidos/tema-1-la-investigacion-social/fases-de-la-investigacion-social/analisis-e-interpretacion-de-resultados

universidad laica vicente rocafuerte. (10 de febrero de 2019). *universidad laica vicente rocafuerte*. Recuperado el 2020, de universidad laica vicente rocafuerte web site: https://www.ulvr.edu.ec/static/uploads/pdf/file_1556661631.pdf

VIVAS, K. (6 de ABRIL de 2016). *repositorio.uta.edu.ec*. Recuperado el MARZO de 2020, de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24052/1/Tesis%201052%20-%20Vivas%20Villarreal%20Karol%20Natal%C3%AD.pdf>

Web y Empresas. (6 de marzo de 2018). *webyempresas*. Recuperado el junio de 2020, de <https://www.webyempresas.com/metodologia-de-la-investigacion/>

Zaruma. (2015).

Zito, I. &. (2016).

ANEXOS

Especificaciones del Ministerio de Transporte y Obras Publicas sección 809

SECCION 809. MORTEROS

809-1. GENERALIDADES

809-1.01. Objetivos.- La presente especificación tiene por objeto la determinación de los requisitos que debe cumplir el mortero de cemento Portland en las obras viales.

809-1.02. Alcance y Limitaciones.- Esta especificación no es aplicable al mortero requerido en la construcción de edificaciones, enlucidos, etc., lo cual, si se requiere, deberá constar en las Especificaciones Particulares.

809-1.03. Definiciones Específicas.- No se necesita de definiciones particulares, salvo las ya señaladas en el Capítulo 100 de estas Especificaciones.

809-1.04. Tipos de Morteros y Dosificaciones.- De acuerdo al propósito, el mortero se clasifica en los siguientes tipos, indicados en la Tabla 809-1.1.

Tabla 809-1.1.

Tipo	Uso	Cemento	Arena	Resistencia
A	Mampostería Soportante, Revoques, etc.	1	4	100 Kg/cm ²
B	Mampostería no soportante	1	6	25 Kg/cm ²
C	Juntas de Tubería	1	2	

En la tabla anterior, la resistencia se refiere a la de un cubo de mortero de 2" de arista, probado a los 28 días, moldeado de acuerdo a lo dispuesto en la Norma ASSHTO T-106

El Fiscalizador podrá ordenar la adición de cal hidratada al mortero, lo cual constará en la respectiva orden de cambio, al igual que la dosificación exigida.

809-1.05. Cementantes.- El cemento para morteros cumplirá lo establecido en la Sección 802 de estas Especificaciones.

La cal hidratada, si se solicita, cumplirá lo indicado en la Norma ASTM C-207 para cales Tipo "N", y lo aplicable de la subsección 815-2.02 de estas Especificaciones.

809-2. Agregado para mortero.

809-2.01. Descripción.- El agregado por usarse en la fabricación del mortero será arena limpia, de preferencia procedente de depósitos naturales, libre de arcilla u otro material friable, materia orgánica y cualquier otro material inadecuado o perjudicial.

El agregado puede también provenir de trituración de tamaños mayores, o emplearse mezclas de arena natural y material triturado, siempre y cuando se cumplan los requisitos aquí establecidos.

No se deben emplear agregados gruesos en la fabricación de morteros, y debe rechazarse todo material que no cumpla los requisitos de granulometría establecidos en esta Especificación, salvo que se tenga obras masivas, con juntas de espesores mayores a 15 mm., en cuyo caso, es deseable emplear agregados con mayor cantidad de material comprendido entre los tamices N^o. 4 y 16.

809-2.02. Requisitos.- Los agregados deberán cumplir lo establecido en la Norma AASHTO M-45, y lo que sea aplicable de la subsección 803-3 de estas Especificaciones.

Las propiedades del agregado fino deberán determinarse en ensayos de laboratorio, y se verificará la resistencia de la pasta obtenida, antes de autorizar su empleo en obra; se modificará inclusive la dosificación establecida en esta Especificación.

Si el depósito fuere irregular, o se emplearen agregados de diferentes procedencias, se rechazarán los materiales que presenten variaciones mayores al 20% de los valores empleados para el proporcionamiento, salvo que los ensayos de laboratorio indiquen que con el material se obtendrán resultados adecuados, o se

hayan realizado correcciones a la dosificación empleada.

809-2.03. Ensayos y Tolerancias.- El agregado empleado en la construcción del mortero tendrá una densidad mayor o igual a 2.4 gr/cm^3 y no presentará una pérdida de peso mayor al 10% en el ensayo de durabilidad, Norma INEN 863, luego de 5 ciclos de inmersión y lavado con sulfato de sodio.

El material no presentará un porcentaje de terrones de arcilla o partículas friables mayores al 1%, determinado en el ensayo correspondiente, según el método establecido en la Norma AASHTO T-112. Tampoco podrá contener partículas livianas, con densidades menores que 2.0 gr/cm^3 , según el procedimiento regulado en la Norma AASHTO T-113.

El agregado para morteros deberá tener una gradación tal que cumpla lo señalado en la Tabla 809-2.1.

Tabla 809-2.1.

TAMIZ	ABERTURA	% QUE PASA
N° 4	4.750 mm.	100
N° 8	2.360 mm.	95 a 100
N° 100	0.150 mm.	0 a 25
N° 200	0.075 mm.	0 a 10

El módulo de finura del agregado fino estará comprendido entre 1.6 a 2.5, y la relación agua cemento establecida de acuerdo al procedimiento determinado en la sección 20 de la Norma AASHTO M-150, no será mayor a 0.65.

El agregado no presentará materia orgánica y se rechazará cualquier material que en el ensayo de impurezas, Norma ASSHTO T-21, dé como resultado un color más oscuro que el estándar establecido en dicha norma, salvo que se pruebe

satisfactoriamente que esa coloración proviene de carbón mineral, lignito o partículas discretas similares.

En caso de duda, se verificará la calidad de la arena empleando el método establecido para el ensayo: Efecto de Impurezas Orgánicas en la Resistencia, Norma AASHTO T-71, y se rechazará todo material que en dicho ensayo presente resistencias menores al 95%.

809-2.04. Agua para Mortero.- El agua empleada en la fabricación de morteros deberá cumplir lo establecido en la Sección 804 de estas Especificaciones.