



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGIENERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE ARQUITECTURA

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

TEMA

DISEÑO DE HORMIGON NO TRADICIONAL.

TUTOR

MSc. Ing. MILTON GABRIEL ANDRADE LABORDE

AUTOR

KATHERINE ANAIS MEDINA VERA

GUAYAQUIL – ECUADOR

2021

REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO Y SUBTÍTULO: Diseño de hormigón no tradicional	
AUTOR/ES: Katherine Anais Medina Vera	REVISORES O TUTORES: MSc. Ing. Milton Gabriel Andrade Laborde
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	Grado obtenido: Arquitecto
FACULTAD: FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCION	CARRERA: ARQUITECTURA
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2021	N. DE PAGS: 94
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción.	
PALABRAS CLAVE: Hormigón; Piedra de construcción; Experimento educacional; Material de construcción.	
RESUMEN: El siguiente proyecto investigativo experimental comienza con adquirir datos de resistencia a la compresión del hormigón tradicional que es la mezcla de cemento, piedra, arena y agua, y experimentar con la sustitución del 25%,50% y 75% del agregado grueso por fibra obtenida de forma manual de la hoja seca de palma de cocotero, para elaborar probetas que serán llevadas al laboratorio para ser sometidas a los mismo ensayos en la prensa hidráulica, con la intención de diseñar un hormigón no tradicional que cumpla con las normativas vigentes de resistencia a la compresión y de esta forma evitar causar daños al medio ambiente debido al mal manejo de las canteras en Guayaquil.	
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: Katherine Anais Medina Vera	Teléfono: <input type="text"/> E-mail: <input type="text"/>
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Decano: Mg. Alex Salvatierra Espinoza Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 210 E-mail: consultas_fiic@ulvr.edu.ec Subdecano: MSc. Ing. Milton Gabriel Andrade Laborde Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 210

CERTIFICADO DE SIMILITUDES

Hormigón no Tradicional VTG2- Katherine Medina

INFORME DE ORIGINALIDAD

7 %	8 %	1 %	4 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	2 %
2	repositorio.ulvr.edu.ec Fuente de Internet	2 %
3	es.slideshare.net Fuente de Internet	1 %
4	www.slideshare.net Fuente de Internet	1 %
5	idoc.pub Fuente de Internet	1 %

Excluir citas Activo
Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 1%



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

La estudiante egresada **KATHERINE ANAIS MEDINA VERA**, declaro bajo juramento, que la autoría del presente trabajo de investigación, corresponde totalmente a los/as suscritos/as y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedemos nuestros derechos patrimoniales y de titularidad a la **UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**, según lo establece la normativa vigente.

Este proyecto se ha ejecutado con el propósito de experimentar con el **Diseño de hormigón no tradicional**.

Autor

Firma: _____



KATHERINE ANAIS MEDINA VERA

C.I.: 1206426940

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor(a) del Proyecto de Investigación **DISEÑO DE HORMIGÓN NO TRADICIONAL**, 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: “**DISEÑO DE HORMIGÓN NO TRADICIONAL**”, presentado por la estudiante **MEDINA VERA KATHERINE ANAIS**, como requisito previo, para optar al Título de Arquitecta, encontrándose apta para su sustentación

Firma: -----



MSC. MILTON GABRIEL ANDRADE LABORDE

C.I. 0917583767

AGRADECIMIENTO

Al concluir una etapa maravillosa de mi vida quiero extender un profundo agradecimiento a quienes lo hicieron posible, aquellos quienes junto a mi caminaron en todo momento y fueron inspiración, apoyo y fortaleza. Esta mención especial para Dios y mis padres. Muchas gracias a Uds. por demostrarme que “El verdadero amor no es otra cosa que el deseo inevitable de ayudar a otro para que este se supere”

Gratitud sincera también a mi tutor de tesis, MSc. Milton Andrade por su asesoría y dirección a mi proyecto, gracias a cada uno de los docentes que con su apoyo y enseñanzas constituyen la base de mi vida profesional.

Héctor gracias por tu esfuerzo diario, que ha sido mi escalera para llegar aquí.

Stinly, Indira y Edgar, gracias por su incondicionalidad, constante motivación y amistad.

DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón mi tesis a Francis Isabel.

Hija mía, luz y alegría que llego a mi vida para ejercer como el motor central de la misma.

Tu amor y forma de ser son detonantes de mi felicidad, de mi esfuerzo, y de mis ganas de aprender a ser la madre y guía que tú te mereces.

A tu corta edad, eres tú quien me ha enseñado a valorar muchas cosas en esta vida llevándome a encontrar el lado dulce en las situaciones amargas. Eres y siempre serás mi motivación para concluir hoy este proyecto y para emprender muchos más.

Por eso te doy mi trabajo en ofrenda a tu amor, paciencia, y compañía que llena mis días. Te amo.

INDICE GENERAL

CERTIFICADO DE SIMILITUDES	iii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES.....	iv
CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
CAPITULO I.....	1
DISEÑO DE LA INVESTIGACION	1
1.1. Tema.	1
1.2. Planteamiento del Problema.....	1
1.3. Formulación del Problema.	2
1.4. Sistematización del Problema.....	2
1.5. Objetivo General.	2
1.6. Objetivos Específicos.....	2
1.7. Justificación de la investigación.	3
1.8. Delimitación o Alcance de la investigación.	4
1.9. Hipótesis o Idea a Defender	4
1.9.1. Variable Independiente	4
1.9.2. Variable Dependiente.....	4
1.10. Línea de Investigación Institucional.	4
CAPITULO II.....	5
“MARCO TEÓRICO	5
2.1. Marco Teórico.....	5
Hormigón Tradicional o concreto. -	5
Características del hormigón – Mezcla fresca	6

Características del hormigón – Mezcla completa y compacta.....	8
Aglomerante o Cemento Portland.....	11
Dosificación del volumen de hormigón tradicional.	12
Hormigón Tradicional.....	13
Áridos.....	14
2.2. Proyectos Análogos.....	14
2.3. Marco Conceptual	17
2.3.1. Hormigón. -	17
2.3.2. Cemento	17
2.3.2.1. Clasificación del cemento portland.....	18
2.3.3. Agregados.....	19
2.3.3.1. Agregado fino.....	19
2.3.3.2. Agregado grueso	20
2.3.4. Resistencia.....	20
2.3.5. Cocotero.	20
2.3.5.1. Partes de la palma de coco o cocotero	21
2.3.5.2. Clasificación de la palma de coco o cocotero	23
2.3.6. Fibra. -	23
2.3.7. Fibra natural. -	24
2.4. Marco legal.....	24
Normativa Técnica Ecuatoriana NTE:	25
CAPITULO III.....	31
MARCO METODOLOGICO.....	31
1.1. Investigación Experimental	31
1.2. Investigación Bibliográfica.	31
1.3. Investigación de Laboratorio.....	32
CAPITULO IV	33

4.1.	Título.....	33
4.2.	Propuesta.....	33
4.3.	Requerimientos del Proyecto.....	33
4.3.1.	Materiales y Equipo.	33
4.4.	Diagrama de flujo.	35
4.5.	Desarrollo de la Metodología y su procedimiento.	36
4.5.1.	Recolección de la Materiales.	36
4.5.2.	Dosificación y diseño de hormigón.	37
4.5.3.	Obtención de la fibra de hoja de palma de cocotero.....	38
4.5.4.	Mezclado manual de hormigón.....	41
4.5.5.	Incorporación de las fibras a la mezcla.....	44
4.5.6.	Toma de Muestras.....	48
4.5.7.	Desmoldado.....	53
4.5.8.	Pruebas de laboratorio.	54
4.6.	Resultados.	66
4.6.1.	Prototipo T-0.....	66
4.6.2.	Prototipo T-1.....	67
4.6.3.	Prototipo T -2.....	67
4.6.4.	Prototipo T-3.....	68
4.7.	Presupuestos.....	69
4.8.	Análisis comparativos de resultados.....	73
4.9.	Conclusiones y Recomendaciones.	76
	Conclusiones.....	76
	Recomendaciones.....	77
5.	BIBLIOGRAFIA	78
	ANEXOS	80

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro Consistencias de Hormigones	7
Tabla 2. Dosificación de materiales por metro cubico según la resistencia deseada. 12	
Tabla 3. Dosificación por saco y por metro cuadrado	14
Tabla 4 Dosificación del hormigón tradicional.....	37
Tabla 5 Dosificación del hormigón no tradicional con sustitucion del 25% de piedra	37
Tabla 6 Dosificación del hormigón no tradicional con sustitución del 50% de piedra	37
Tabla 7 Dosificación del hormigón no tradicional con sustitución del 75% de piedra	38
Tabla 8 Acta de muestreo.....	49
Tabla 9 Fechas de ejecución de ensayos de resistencia a la compresión.	55
Tabla 10 Resultados de ensayo de resistencia a la compresión del hormigón tradicional.....	66
Tabla 11 Resultado de ensayos de resistencia a la compresión de muestras con el 25% del volumen de la piedra sustituido por fibra	67
Tabla 12 Resultado de ensayos de resistencia a la compresión de muestras con el 50% del volumen de la piedra sustituido por fibra	68
Tabla 13 Resultado de ensayos de resistencia a la compresión de muestras con el 75% del volumen de la piedra sustituido por fibra	69
Tabla 14 Presupuesto para 1m ³ de Hormigón Tradicional proporción 1:2:3.5	70
Tabla 15 Presupuesto de hormigón no tradicional sustituyendo el 25% del volumen de piedra.....	71
Tabla 16 Presupuesto de hormigón no tradicional sustituyendo el 50% del volumen de piedra.....	72
Tabla 17 Presupuesto de hormigón no tradicional sustituyendo el 75% del volumen de piedra.....	73
Tabla 18 Tabla comparativa de ensayos de resistencia.....	74
Tabla 19 Tabla comparativa de precio unitario.....	75
Tabla 20 Tabla comparativa de tipos de Roturas	75

INCICE DE FIGURAS

Figura 1. Prueba Cono de Abrams	7
Figura 2. Dimensiones de la Parihuela.....	13
Figura 3 Partes de la hoja pinnada de la palma cocotera.	22
Figura 4. Dimensiones de muestras de Especímenes Cilíndricos	28
Figura 5. Materia prima para elaborar hormigón no tradicional.....	34
Figura 6. Herramientas para elaborar hormigón no tradicional.....	34
Figura 7. Diagrama de Flujo	35
Figura 8 Desfibrado de hoja verde de cocotero	38
Figura 9 Desfibrado de hoja seca de cocotero	39
Figura 10 Desfibrado de raquis de hoja seca de cocotero 1	39
Figura 11 Desfibrado de raquis de hoja seca de cocotero 2	40
Figura 12 Desfibrado de raquis de hoja seca de cocotero 3	40
Figura 13 Desfibrado de foliolo de hoja seca de cocotero 1	41
Figura 14 Desfibrado de foliolo de hoja seca de cocotero 2	41
Figura 15 Cama de arena para elaborar hormigón tradicional	42
Figura 16 Cama de piedra para elaborar hormigón tradicional.....	42
Figura 17 Aplicación de cemento para elaborar hormigón tradicional	43
Figura 18 Mezclado en seco.....	43
Figura 19 Incorporación de agua a la mezcla seca.....	44
Figura 20 Hormigón Tradicional	44
Figura 21 Cama de arena y piedra para producir hormigón no tradicional	45
Figura 22 Sustitución del 25% de piedra con fibra de hoja de palma cocotera.	45
Figura 23 Sustitución del 50% de piedra con fibra de hoja de palma cocotera.	46
Figura 24 para producir hormigón no tradicional	46
Figura 25 Hormigón no tradicional.....	47
Figura 26 Adición de fibras al hormigón.	47
Figura 27 Homogenización de mezcla con la fibra.....	48
Figura 28 Hormigón no tradicional con la sustitución del 75% del agregado grueso con fibras.....	48
Figura 29 Toma de muestras	50
Figura 30 Vaciado de primera capa.	50
Figura 31 Vaciado de primera capa.	51

Figura 32 Vaciado de segunda capa.....	51
Figura 33 Vaciado de segunda capa.....	52
Figura 34 Vaciado de segunda capa.....	52
Figura 35 Vaciado de tercera capa.....	53
Figura 36 Vaciado de tercera capa y alisado.....	53
Figura 37. Desmoldado y codificación.....	54
Figura 38. Desmoldado y codificación.....	54
Figura 39 Comprobación de dimensiones de cilindros.....	56
Figura 40 Pesado de cilindros.....	56
Figura 41 Pesado de cilindros.....	57
Figura 42 Primera rotura hormigón tradicional T-0.....	57
Figura 43 Primera rotura hormigón no tradicional con sustitución del 25% de piedra. T-1.....	58
Figura 44 Primera rotura hormigón no tradicional con sustitución del 50% de piedra. T-2.....	58
Figura 45 Primera rotura hormigón no tradicional con sustitución del 75% de piedra. T-3.....	59
Figura 46 Primeras roturas.....	59
Figura 47 Segunda rotura hormigón tradicional T-0.....	60
Figura 48 Segunda rotura hormigón no tradicional con sustitución del 25% de piedra. T-1.....	60
Figura 49 Segunda rotura hormigón no tradicional con sustitución del 50% de piedra. T-2.....	61
Figura 50 Segunda rotura hormigón no tradicional con sustitución del 75% de piedra. T-3.....	61
Figura 51 Tercera rotura hormigón tradicional T-0.....	62
Figura 52 Tercera rotura hormigón no tradicional con sustitución del 25% de piedra. T-1.....	62
Figura 53 Tercera rotura hormigón no tradicional con sustitución del 50% de piedra. T-2.....	63
Figura 54 Tercera rotura hormigón no tradicional con sustitución del 55% de piedra. T-3.....	63
Figura 55 Cuarta rotura hormigón tradicional T-0.....	64

Figura 56 Cuarta rotura hormigón no tradicional con sustitución del 25% de piedra. T-1	64
Figura 57 Cuarta rotura hormigón no tradicional con sustitución del 50% de piedra. T-2	65
Figura 58 Cuarta rotura hormigón no tradicional con sustitución del 75% de piedra. T-3	65
Figura 59 Tipos de Roturas	75

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Cuadro comparativo de resistencia del Cemento Tipo GU.	12
Gráfico 2 Resultados de ensayo de resistencia a la compresión del hormigón tradicional.....	66
Gráfico 3 Resultado de ensayos de resistencia a la compresión de muestras con el 25% del volumen de la piedra sustituido por fibra	67
Gráfico 4 Resultado de ensayos de resistencia a la compresión de muestras con el 50% del volumen de la piedra sustituido por fibra	68
Gráfico 5 Resultado de ensayos de resistencia a la compresión de muestras con el 75% del volumen de la piedra sustituido por fibra	69
Gráfico 6 Grafico comparativo de ensayos de resistencia	74

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Resultados de Ensayos a la Compresión.	80
---	----

CAPITULO I

DISEÑO DE LA INVESTIGACION

1.1. Tema.

“Diseño de Hormigón No Tradicional”

1.2. Planteamiento del Problema.

El sistema constructivo más utilizado para edificar todo proyecto arquitectónico, es el hormigón tradicional debido a la disponibilidad y facilidades para el uso. Se obtiene de la dosificada mezcla de un aglomerante, como lo es el cemento, agregados finos y gruesos que son arena y piedra, y agua que activa los productos químicos del cemento y permite la unión de los componentes que al fraguar logra la resistencia necesaria.

Holcim Ecuador S.A., Chimborazo y Hércules, son algunas de las compañías distribuidoras de hormigón tradicional en Guayaquil. De estas Holcim Ecuador S.A. y Chimborazo tienen plantas para elaborar su propio cemento lo almacenan en silos, los agregados finos se extraen de los bancos de arena que se forman en los ríos, en especial sobre el río Guayas, y el agregado grueso o piedra proviene de canteras, que en su mayoría están ubicadas en la vía a la costa, los agregados se amontonan en dunas. El agua es adquirida de la red pública y recogida en cisternas.

Debido al crecimiento poblacional de la ciudad, a lo largo de la vía a costa, se ha permitido la creación de conjuntos residenciales. Al establecerse se ven afectados por las vibraciones y el polvo generados por las explosiones emitidas en las canteras. Esto genera demandas por parte de algunos moradores que ha provocado el cierre de algunas canteras por parte de la Dirección de Ambiente de la M.I. Municipalidad de Guayaquil porque no cuentan con el debido Plan de Manejo Ambiental. Generando el problema de baja producción de agregados gruesos para la producción de hormigón tradicional.

La baja producción de agregado grueso obliga encontrar un material renovable que contribuya como alternativa sustitutiva a los agregados del hormigón tradicional para la elaboración de hormigón no tradicional, con la implementación de fibras naturales

obtenidas de hojas pinnadas de la palma cocotera. Actualmente en el Ecuador, existen 88.644 palmeras cocoteras entre sus diferentes especies, cada palma emite entre 12 y 18 hojas por año. Con un aproximado de 100 toneladas de hojas al año, que se pueden ser un recurso orgánico que reemplace porcentajes de agregados gruesos para la elaboración del hormigón No tradicional.

1.3. Formulación del Problema.

¿De qué manera se puede producir hormigón no tradicional con fibras naturales obtenidas de hojas pinnadas de la palma cocotera?

1.4. Sistematización del Problema.

¿Cuál será la dosificación requerida del hormigón con fibras de hojas secas de palma de cocotero?

¿Cuál será la resistencia del hormigón no tradicional a los 7, 14, 21 y 28 días de su elaboración?

¿Cuáles son los aportes del hormigón no tradicional?

1.5. Objetivo General.

Diseñar hormigón no tradicional sustituyendo porcentajes de agregados grueso con fibras naturales obtenidas de hojas de palma cocotera que amortigüe los daños al medio ambiente que ocasionan las canteras.

1.6. Objetivos Específicos.

- Determinar la dosificación por variación de porcentajes de sustitución de secas de palma de cocotero para el hormigón no tradicional
- Realizar ensayos mecánicos en la prensa hidráulica para verificar la resistencia.
- Elaborar un cuadro comparativo de ventajas y desventajas del hormigón no tradicional.

1.7. Justificación de la investigación.

En el Departamento de Materiales de Ingeniería de la Universidad del Valle de Colombia, un grupo de investigación trabaja en el Fique, que establece el uso de material de fibra - refuerzo, teniendo competencia con investigadores a nivel mundial que perfeccionan el refuerzo para las estructuras compuestas elaboradas con fibras naturales.

Se han realizado investigaciones sobre el uso de la fibra de estopa de coco o conocida como fibra de coco, que es un producto de origen orgánico que es la parte fibrosa que cumple la función de cascara del coco. La fibra se ha desarrollado favorablemente usada en el sector automotriz como sustituto de la fibra de vidrio por su densidad y resistencia, en la industria colchonera para fabricar prototipos con propiedades fungicidas naturales que previenen enfermedades respiratorias y alérgicas de la piel, en la jardinería para mejorar los suelos, en la seguridad Norberto Emmanuel Nava Valladares desarrolló un chaleco antibalas que funciona perfectamente, y en otras investigaciones aun en desarrollo.

El siguiente trabajo de investigación de las fibras vegetales que se producen cuando se secan las hojas de la cocotera o palma de coco, porque las investigaciones con fibras de coco, que es fruto de la palma, con muy buenos resultados, según Rojas Torres (2015), debido a que presenta diferentes ventajas en comparación al hormigón tradicional al ser más livianos, económicos y ecológicos. Pero las pinnadas hojas también son formadas por fibras que deben desarrollar la respectiva investigación para saber si se puede reemplazar un material del hormigón tradicional.

Al reemplazar materiales tradicionales con fibras naturales se aporta con el objetivo 5 del Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021, al “impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible” y al mismo tiempo se colabora con el objetivo 3, que indica se debe “garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y las futuras generaciones”, evitando la explotación en las canteras, que son la causa de evidentes daños ambientales y a sus entornos.

1.8. Delimitación o Alcance de la investigación.

Campo:	Educación Superior Pregrado
Área:	Arquitectura
Aspecto:	Investigación Exploratoria
Tema:	Diseño de hormigón no tradicional
Delimitación temporal:	2019-2021

1.9. Hipótesis o Idea a Defender

Se puede diseñar un hormigón que cumpla con las normas utilizando fibras de hoja seca de palma cocotera como componente.

1.9.1. Variable Independiente

Fibras de hoja seca de palma cocotera

1.9.2. Variable Dependiente

Hormigón no tradicional

1.10. Línea de Investigación Institucional.

Dominio: Emprendimientos sustentables y sostenibles empleando técnicas de construcción con materiales naturales para elaboración de hormigón no tradicional.

Línea Institucional: Territorio, medio ambiente y materiales naturales para sustituir parte de los agregados gruesos por fibras naturales en el hormigón.

Línea de Facultad: Materiales de Construcción.

CAPITULO II

“MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Teórico

Para elaborar construcciones en la antigüedad se emplearon pastas y morteros que se elaboraron con arcilla, yeso y cal. Los sistemas constructivos han evolucionado desde la Antigua Grecia, cuando comenzó el uso del cemento natural utilizando tobas volcánicas extraídas de la isla de Santorini. Luego en el siglo I en la Antigua Roma, usaron ceniza volcánica de Puzzuoli, Cerca del volcán Vesubio, obteniendo una mezcla mucho más resistente de sus “concretus”. (Holcim Ecuador S.A, 2015)

Tras el Imperio Romano, el concretus queda en el olvido, siendo hasta el siglo XIX que se patenta el Cemento Portland con un prototipo moderno. Que se prestaba para varias aplicaciones por su resistencia a la compresión, pero carecía de resistencia a la flexión, tracción y torsión. Entonces el constructor William Wilkinson dio origen al Hormigón Armado al introducir varas de hierro a la masa de hormigón. Siendo el siglo XX la era dorada el hormigón armado, como material de construcción debido a la revolución industrial, donde se reemplazan los muros portantes con columnas o pilares, que permiten tener diafragmas en fachadas y plantas libres que son la base para la construcción que tenemos en la actualidad.

Hormigón Tradicional o concreto. -

Es un material compuesto empleado en construcción, formado esencialmente por un aglomerante, en la mayoría de las ocasiones cemento (generalmente cemento Portland) al que se añade partículas de áridos o arena y fragmentos de un agregado (como grava o gravilla) y agua (hidratación). (Casiopea, 2015)

El Hormigón tiene cuatro propiedades principales que son:

Trabajabilidad. - “Es una propiedad importante para muchas aplicaciones del concreto. En esencia, es la facilidad con la cual pueden mezclarse los ingredientes y la mezcla resultante puede manejarse, transportarse y colocarse con poca pérdida de la homogeneidad.” (Casiopea, 2015)

Durabilidad. - “El concreto debe ser capaz de resistir la intemperie, acción de productos químicos y desgastes, a los cuales estará sometido en el servicio.” (Casiopea, 2015)

Impermeabilidad.- “Es una importante propiedad del concreto que puede mejorarse, con frecuencia, reduciendo la cantidad de agua en la mezcla.” (Casiopea, 2015)

Resistencia. - Es una propiedad del concreto que, casi siempre, es motivo de preocupación. Por lo general se determina por la resistencia final de una probeta en compresión. Como el concreto suele aumentar su resistencia en un período largo, la resistencia a la compresión a los 28 días es la medida más común de esta propiedad. (Casiopea, 2015)

Características del hormigón – Mezcla fresca

Consistencia. – Conceptualmente se la conoce como la facilidad de deformación que tiene el hormigón cuando el cemento se ha secado completamente y llega a su nivel de plasticidad. Depende de factores como; cantidad de agua, granulometría, y forma de los agregados. Se mide con el cono de Abrams, que es un molde troncocónico de 30 cm de altura. Se rellena con el hormigón una vez colocado en un sector fijo. La pérdida de altura que experimenta la masa fresca del hormigón una vez desmoldada del cono, es expresada en centímetros, da una medida de su consistencia. Clasificando al hormigón por su consistencia en secos, plásticos, blandos, fluidos y líquidos. (Chiluisa Serrano, 2016)

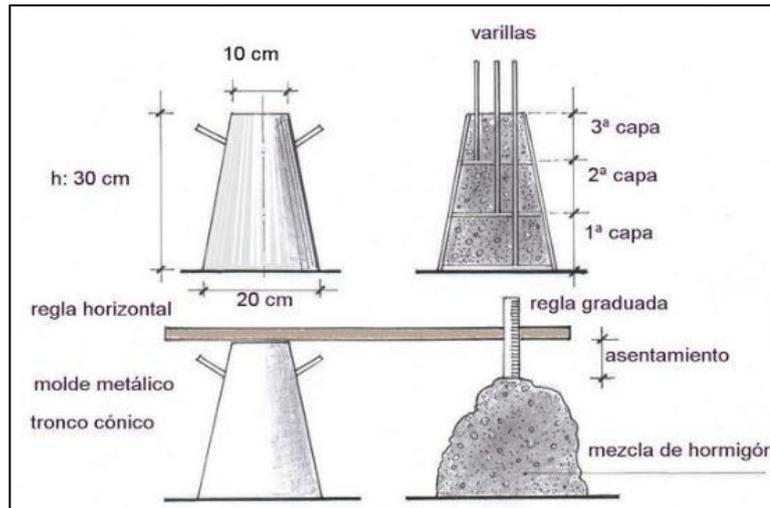


Figura 1. Prueba Cono de Abrams
Fuente Chiluisa, Jaime (2016)

Tabla 1. Cuadro Consistencias de Hormigones

CONSISTENCIA		ASENTAMIENTO EN CONO DE ABRAMS (cm)
SECA	(S)	0 a 2
PLASTICA	(P)	3 a 5
BLANDA	(B)	6 a 9
FLUIDA	(F)	10 a 15
LIQUIDA	(L)	≤16

Fuente Chiluisa, Jaime (2016)

Elaboración Medina, Katherine. (2020)

Trabajabilidad. - Es la capacidad del hormigón para ser puesto en obra con las herramientas que se dispone. Se relaciona con su deformabilidad, con su homogeneidad, con la unión de sus componentes y con la facilidad de manejo de la masa presente para eliminar los poros de la misma. (Chiluisa Serrano, 2016).
Depende de los factores siguientes:

- La granulometría de los agregados, entre más arena tiene es más dócil el hormigón, pero afecta a la resistencia del hormigón al necesitar más agua de amasado necesaria.
- Con áridos redondeados es mayor su docilidad.
- De la cantidad y la finura del cemento.
- Si se emplea aditivos minerales o químicos.
- La cantidad de agua usada en el amasado.

Homogeneidad- “Se dice que el hormigón es homogéneo cuando los materiales empleados están correctamente distribuidos en toda la mezcla realizada en una sola amasada. La homogeneidad depende del amasado, del transporte, colocación, puede ser afectada por segregación o decantación”. (Chiluisa Serrano, 2016)

Cohesión. - “Aptitud del hormigón fresco por la cual la mezcla, tanto en estado de movimiento como en reposo en moldes y encofrados, se mantiene sin pérdida de homogeneidad”. (Chiluisa Serrano, 2016)

Segregación. - Se produce cuando los componentes del hormigón se separan después de ser amasado, se presenta cuando los hormigones no tienen cohesión, por lo tanto, la mezcla no es homogénea. La cantidad de agua es muy importante en esta propiedad ya que, en un hormigón seco, el agregado grueso se separa del agregado fino, y si la cantidad de agua es excesiva el mortero se separa de la mezcla quedando segregado el agregado grueso, también se puede presentar en hormigones dóciles, ásperos, cuando tienen exceso de alguno de sus componentes, o cuando no ha sido manipulado correctamente. (Chiluisa Serrano, 2016)

Exudación. – Cuando una cantidad de agua de la mezcla de hormigón asciende a la superficie mientras la mezcla fragua. El ascenso del agua se produce ya sea por capilaridad o como por diferencia de densidades. La pérdida de agua en la mezcla de hormigón puede disminuir la resistencia a la compresión para la cual fue diseñado el hormigón. (Chiluisa Serrano, 2016)

Características del hormigón – Mezcla completa y compacta

Densidad. – Es la relación entre la masa y el volumen. La densidad puede verse afectada por una mezcla con presencia de burbujas de aire. En estado fresco, nos permite saber las cargas que se presentaran en la colocación y compactación sobre los encofrados, y en estado endurecido nos permitirá conocer las cargas que se van a generar sobre la estructura. (Chiluisa Serrano, 2016)

Permeabilidad. - Es la facilidad con la cual el líquido fluye a través de la mezcla debido a la porosidad y capilaridad de la misma. La determinación del coeficiente de permeabilidad se la hace mediante ensayos de laboratorio, normalmente el hormigón tiene un coeficiente de permeabilidad entre 10^{-6} , y 10^{-10} cm/s. (Chiluisa Serrano, 2016)

Se puede mejorar la impermeabilidad de la mezcla de hormigón ya sea por una relación agua/cemento baja, optimización de las cantidades mínimas necesarias de cemento, y cumpliendo con la dosificación de diseño determinada para cada componente de la mezcla

Compacidad. – Al igual que la densidad, se requiere disminuir la presencia de burbujas de aire en la mezcla, para esto se utilizan equipos de vibración. Con una buena compacidad se obtiene mejores resistencias mecánicas, físicas, y químicas, ya que al obtener menos burbujas de aire los efectos de agentes exteriores agresivos serán mínimos. (Chiluisa Serrano, 2016)

Resistencia a la compresión. - Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área expresada generalmente en Kg/cm² y preferentemente en MPa, es una de las propiedades mecánicas más importantes del hormigón, con ésta se garantiza que el hormigón realizado cumpla con especificaciones y controles de calidad. La resistencia a la compresión se la cuantifica mediante ensayos de probetas normalizadas por lo general a los 28 días, es influenciada por factores internos como externos. (Chiluisa Serrano, 2016)

Durabilidad. – Se lo define como la capacidad del hormigón compacto de mantener sus condiciones iniciales a través del tiempo. El hormigón puede verse deteriorado por agentes externos como el clima, temperatura, el agua; y también

por agentes internos como las reacciones químicas de oxidación debido a presencia de aire y agua. (Chiluisa Serrano, 2016)

Retracción. – Se la define como una deformación observada como disminución del volumen del hormigón mientras está en proceso de fraguado, debido a la exudación del mismo. La retracción limita el comportamiento del hormigón, al generar fisuras internas o externas. Dependiendo de la cantidad de finos, de la cantidad de cemento, del tipo de cemento, de la dosificación agua-cemento, del espesor del cemento, y de la temperatura ambiental, la retracción puede ser mayor o menor, dando lugar a fisuras e incluso grietas. (Chiluisa Serrano, 2016)

Se menciona a continuación 3 tipos de retracción.

1- Retracción plástica. - “es aquella que produce un cambio volumétrico (en 1% del volumen total del cemento seco) en la pasta de cemento. Esta es agravada por la evaporación del agua, produciendo agrietamientos superficiales”. (Chiluisa Serrano, 2016)

2- Retracción autógena. - “Es aquella que es producida por cambios volumétricos (retracciones y dilataciones) en el hormigón endurecido, también puede presentarse cuando se realiza un curado continuo, o cuando no se permite la circulación de humedad hacia adentro o hacia afuera”. (Chiluisa Serrano, 2016)

3- Retracción por secado. - “Se produce por la pérdida del agua en poros y capilares en el hormigón”. (Chiluisa Serrano, 2016)

Aglomerante o Cemento Portland.

Es considerado cemento hidráulico porque fragua y endurece por reacción química al mezclarse con el agua y puede hacerlo inclusive bajo el agua. Se produce por la pulverización del Clinker, que se obtiene del tratamiento mecánico de la piedra caliza y elementos adicionales acorde a la norma NTE INEN 152 o NTE INEN 490 según el requerimiento o especificación del usuario. (Holcim Ecuador S.A, 2015)

“Las empresas productoras de cemento deben cumplir con la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2380 que es equivalente a la ASTM C 1157, que establece los requisitos de desempeño que deben cumplir los cementos hidráulicos”. (Holcim Ecuador S.A, 2015), y los califica de acuerdo a las propiedades específicas.

Tipo GU: Para construcción en general

Tipo HE: Alta resistencia inicial

Tipo MS: Moderada resistencia a los sulfatos

Tipo HS: Alta resistencia a los sulfatos

Tipo MH: Moderado calor de hidratación

Tipo LH: Bajo calor de hidratación

“A pesar de la variedad de tipos de cemento, el de mayor consumo es el cemento tipo GU, para construcciones generales de cualquier tipo o tamaño de construcción, su resistencia es superior a las especificadas en las Normas INEN 152, INEN 490 e INEN 2380.” (Holcim Ecuador S.A, 2015)

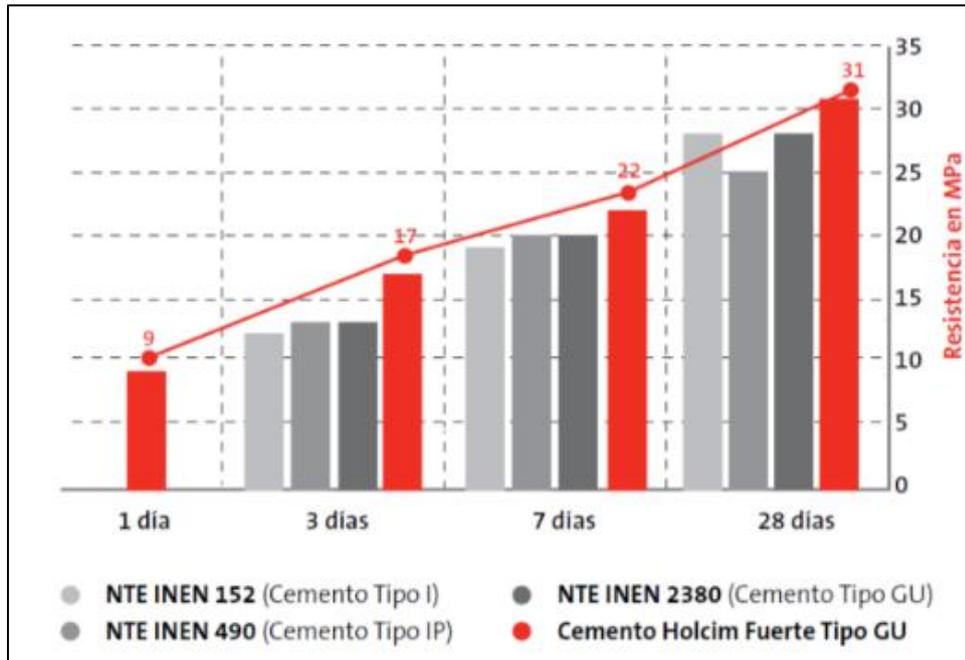


Gráfico 1. Cuadro comparativo de resistencia del Cemento Tipo GU.
Fuente Holcim Ecuador S.A, (2015)

Dosificación del volumen de hormigón tradicional.

Esta determina la cantidad proporcionada de materiales necesarios para elaborar un metro cubico de hormigón tradicional con la resistencia deseada según el diseño y el uso del mismo.

Tabla 2. Dosificación de materiales por metro cubico según la resistencia deseada

RESISTENCIA A LOS 28 DIAS (Kg/m3)	DOSIFICACION			USOS Y EMPLEOS DEL HORMIGON SEGÚN SU RESISTENCIA
	CEMENTO	ARENA	PIEDRA	
100	1	6	12	RELLENOS, REPLANTILLOS
150	1	4	8	ZANJAS, REPLANTILLO VERTICAL
200	1	3	6	MUROS CICLOPEOS, POZOS
210	1	3	5	ESTRUCTURAS PEQUEÑAS, MAS COMUN
250	1	2.5	5	COLUMNAS, PAVIMENTOS
300	1	2	4	ZAPATAS, MUROS
350	1	2	3	ESTRUCTURAS Y VIGAS

400	1	1.5	3	VIGUETAS PREFRABICADAS
450	1	1.5	2	PREFRABICADOS ESPECIALES
500	1	1	2	OBRAS ESPECIALES DE GRAN CONTROL

Fuente Universidad de Cantabria
Elaboración Medina, Katherine. (2020)

Hormigón Tradicional

El hormigón tradicional se obtiene de la dosificada mezcla de cemento, arena y piedra. La dosificación 1:2:3 es la de mayor uso e indica que por cada porción volumétrica de cemento, se usaran dos porciones de igual volumen de arena y tres porciones de piedra, para alcanzar la resistencia a la compresión de 210Kg/m³ después de 28 días de fraguado. Ejemplo: el cemento se comercializa en sacos de 50Kg o 0.032m³, para esto se usarán 0.064m³ de arena y 0.096m³ de piedra.

Se comercializa al granel piedra y arena por esto se debe usar parihuelas, que son herramientas para proporcionar los agregados en el mismo volumen de cemento, sus dimensiones internas son: 0.40 x 0.40 x h=0.20, como se aprecia en el siguiente gráfico:

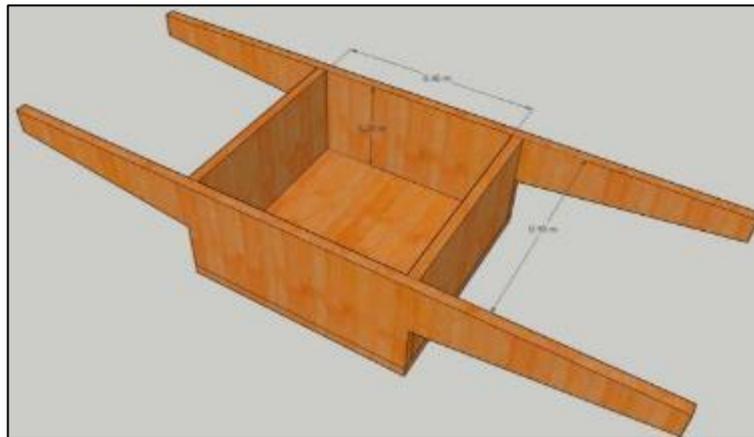


Figura 2. Dimensiones de la Parihuela
Elaboración Medina, Katherine. (2020)

Esta es la dosificación para elaborar 1 metro cúbico de hormigón tradicional de mayor uso, y se necesitan:

Tabla 3. Dosificación por saco y por metro cuadrado

	POR SACO		POR METRO CUADRADO	
	CANTIDAD	VOLUMEN	CANTIDAD	VOLUMEN
CEMENTO	1	0.032	5.208	0.166
ARENA	2	0.064	10.41	0.334
PIEDRA	3	0.160	15.618	0.500
		0.288		1.000

Elaboración Medina, Katherine. (2020)

Áridos

Los áridos para la elaboración del hormigón deben cumplir los requisitos establecidos en la norma NTE INEN 872. El árido fino es arena natural, arena elaborada o una combinación de ellas. La arena además de no exceder con la cantidad de sustancias perjudiciales como arcilla, carbón e impurezas orgánicas, debe cumplir con requisitos de gradación según el requerimiento de las especificaciones técnicas del hormigón. El árido grueso consiste en grava, grava triturada o piedra triturada, al igual que el árido fino, la granulometría depende del requerimiento solicitado en las especificaciones técnicas del hormigón.

2.2. Proyectos Análogos.

- Según la tesis: “Adición de la fibra de coco en el hormigón y su incidencia en la resistencia a compresión.” Rojas (2015) afirma que:

Al haber realizado los ensayos de los diferentes tipos de hormigones elaborados a base de la adición de la fibra de coco, se obtuvo como resultado que el peso específico y la resistencia a compresión de éstos en comparación al hormigón convencional (0 % de fibra de coco), a los 28 días de edad, tiempo en la cual el hormigón convencional alcanza el 100% de su resistencia, el hormigón elaborado con un porcentaje de 1.5 y una longitud de 5 cm de fibra de coco alcanzó una

resistencia de 205.73 kg/cm² en comparación al hormigón tradicional que dio una resistencia de 215.53 180 kg/cm². (Rojas Torres, 2015), (p. 67)

- Los autores Villacis Apolinario & Lainez Lino, (2015) indican que:

El hormigón liviano con desecho de coco como sustituto parcial de agregado grueso aplicado como aislante acústico fue satisfactorio ya que se demostró que la reducción del nivel de ruido de todos los hormigones livianos HL 20-20-60 % de agregado fino, agregado grueso y agregado de desecho de coco fue de 37 %, la del hormigón liviano HL 25-25-50 % fue de 28 %, la del hormigón liviano HL 30-30-40 % fue de 23% fueron mayores que al utilizar poliestireno expandido que tuvo un valor no mayor al 9 %. (p. 73)

- *Se realizó el estudio comparativo de las diferentes densidades de hormigón con sustituto parcial de agregado grueso con agregado de desecho de coco con hormigones convencionales con agregados de densidades normales, las comparaciones se describen en las tablas siguientes. Para estas comparaciones se utilizaron las densidades de equilibrio, debido a que la normativa ACI 318 establece que la densidad equilibrio para ser considerado hormigón liviano no debe superar los 1840 kg/m³. (Lainez & Villacis, 2015, pág. 74)*

- *Al momento de utilizar la estopa de coco y el plástico disminuye el precio final del bloque, por lo nuevo insumos adaptado en la elaboración, en su mayor parte son reciclados como un precio final que de un 20% a 30% menor que el bloque tradicional. Se concluye que el material elaborado con estopa de coco y plástico Pet, tendrá un precio más asequible con una mejor calidad en los bloques y a la vez se contribuye en la gestión de cuidado y preservación del medio ambiente. (Martinez Marin & Macancela Cabrera, 2020, pág. 85)*

- En la tesis: “Análisis comparativo del comportamiento mecánico del Hormigón Tradicional vs. Hormigón con inclusión de caucho reciclado”. Los autores Loor Cevallos & Ordoñez Lino (2019) mantienen que el hormigón es uno de los elementos constructivos más utilizados y:

Forman parte de la composición como lo son el agua, el cemento, el agregado grueso o piedra picada y el agregado fino o arena, estos dos últimos materiales son obtenidos de recursos naturales como canteras que se originan de formaciones rocosas y del río, para la retención de material proveniente del río es necesario aplicar un dragado correcto del mismo, este tipo de obtención tiene que realizarse con el procedimiento adecuado o de lo contrario crea daños colaterales a la naturaleza, en especial al suelo y al agua, ya que son los recursos más inmediatos en uso. (p. 3).

- *La materia prima que se encuentran en la naturaleza como la piedra y arena han sido utilizados para la elaboración de materiales como el hormigón, siendo empleados en el desarrollo de innovaciones a nivel constructivo con base a los requerimientos actuales, pues, la demanda creciente en edificación de obras influye en la necesidad de nuevos materiales y tecnologías para los procesos de construcción. (Amay Carchi, 2018)*

- *La hoja de palma es un elemento natural destinado a las construcciones civiles que se encuentran en climas tropicales. Por sus características técnicas se utiliza en la elaboración de techos o cubiertas, “Si se hace adecuadamente, puede llegar a durar de 30 a 50 años. Depende mucho del constructor, de la pendiente de la cubierta y la calidad de materiales” (Cervantes, 2020)*

- *Emplear fibras naturales incentivará al reciclaje de estos materiales por la factibilidad y características que aportan dichos productos en el uso en la construcción mitigando los niveles de contaminación al medio ambiente, conservando la salud de las personas y generando fuentes de trabajo destinado a la conservación del ecosistema y sus especies (Martinez Marin & Macancela Cabrera, 2020)*

2.3.Marco Conceptual

2.3.1. Hormigón. -

La fórmula del hormigón, también llamado concreto, implica la combinación de un aglomerante (el cemento), agregados (áridos como la grava y la arena) y agua. En ocasiones se recurre también a diversos aditivos para modificar sus características. Según la variación de las proporciones de los distintos componentes, el hormigón tiene diferentes propiedades. (Pérez Porto, 2018)

De acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN, 1990) “Hormigones – Definición y Terminología” define al hormigón como la mezcla constituida por aglomerantes hidráulicos, áridos, agua y el eventual uso de aditivos en proporción adecuada para obtener características prefijadas. Según los autores (Lainez & Villacis, 2015)

2.3.2. Cemento

Es un material con propiedades adhesivas y cohesivas las cuales dan la capacidad de aglutinar otros materiales para formar un todo, sólido y compacto. La utilización de este material se da desde la antigüedad, desde la época de los egipcios, griegos y romanos, estos empezaron con la mezcla de arena, agua y piedra triturada, obteniendo así la elaboración del primer hormigón de la historia. (Lainez & Villacis, 2015)

También demuestran que el “Cemento Portland es el cemento hidráulico producido por pulverización de Clinker, consistente esencialmente de silicatos cálcicos hidráulicos cristalinos y que usualmente contiene uno o más de los siguientes elementos: agua, sulfato de calcio, hasta 5% de piedra caliza y adiciones de proceso.” (Lainez & Villacis, 2015)

De acuerdo con Holcim (2020) para obtener el cemento se implementa el siguiente proceso de fabricación:

- Extracción y trituración. Una vez se extraen las materias primas (calizas y arcillas) de la cantera, se transportan a la planta y se trituran.

- Pre homogenización. Una banda transporta el material; éste es analizado por un equipo de rayos gamma; luego pasa al patio de pre homogenización.
- Almacenado y dosificación. El material es almacenado para recibir minerales de hierro y caliza correctiva alta; se dosifica dependiendo de qué tipo de cemento se necesita.
- Molienda. En el molino de crudo se pulveriza el material (harina), luego pasa al silo de homogenización.
- Fabricación de Clinker. Con altas temperaturas, la harina se transforma en Clinker (especie de piedra pequeña cristalizada, redonda, gris, enfriada con rapidez). Se aprovecha para procesar residuos industriales.
- Premolienda. Tras ser almacenado, el Clinker pasa por un molino de rodillos.
- Molienda. El Clinker se muele con yeso, lo que determina el tipo de cemento.

2.3.2.1. Clasificación del cemento portland

A partir de la utilización del cemento en la construcción se han ido evolucionando nuevas tecnologías en cuanto a tipos de cemento basándose estrictamente la normativa y satisfacer las necesidades constructivas para la elaboración de buen hormigón, basándose en las normas existentes se puede mencionar los siguientes tipos de cementos: de acuerdo con (Lainez & Villacis, 2015)

“Los cementos portland puros (ASTM C150)”. (Vergara, 2016)

- TIPO I: Cemento común
- TIPO II: Cemento Modificado
- TIPO III: Cemento de alta resistencia inicial
- TIPO IV: Cemento de bajo calor de hidratación
- TIPO V: Cemento resistente a los sulfatos
- TIPO IA, IIA, IIIA: Cementos con inclusión de aire

“Los cementos con adiciones puzolánico (ASTM C595)”. (Vergara, 2016)

- TIPO IS: Con escoria de alto horno
- TIPO IP: Con adición de puzolana
- TIPO I (SM): Con escoria modificado
- TIPO I (PM): Con adición de puzolana modificado
- TIPO S: Con escoria
- TIPO P: Con adición de puzolana (no requiere resistencia inicial)

“Los cementos con desempeño en hormigones hidráulicos”. (ASTM C115)
(Vergara, 2016)

- TIPO GU: Para uso de construcciones en general
- TIPO MH: Para moderado calor de hidratación
- TIPO HE: Para hormigón de alta resistencia inicial
- TIPO HS: Para alta resistencia a los sulfatos
- TIPO MS: Para moderada resistencia a los sulfatos
- TIPO LH: Para bajo calor de hidratación

2.3.3. Agregados.

Los agregados comprenden entre el 60% y 80% del volumen de hormigón. Se deben utilizar dos tipos de agregados: fino y grueso, ambos deben cumplir ciertos requisitos y características que certifiquen la calidad del hormigón.

2.3.3.1. Agregado fino.

Constituyen la granulometría fina que se emplea como refuerzo para la elaboración del hormigón y contribuye con el aporte de partículas, porosidad y resistencia. Siendo

determinantes para el comportamiento del concreto es su estado plástico inicial y el posterior endurecido.

Árido que pasa por el tamiz de 9,5 mm (3/8") y que la mayor parte de sus partículas pasa el tamiz de 4,75 mm (No. 4) y son retenidas en su mayoría en el tamiz 75 μ m (No. 200), o (2) la parte de un árido que pasa por el tamiz de 4,75 (No. 4) y es retenido en el tamiz de 75 μ m (No. 200). (Lainez & Villacis, 2015)

“Tiene mayor importancia, pues depende de él gran parte de la trabajabilidad y resistencia del hormigón. La calidad y requisitos del agregado fino está regulada bajo la norma NTE INEN 872 y la ASTM C3.” (Romero Vega, 2014)

2.3.3.2. Agregado grueso

“Árido en que la mayor parte de sus partículas quedan retenidas en el tamiz de 4,75 mm (No. 4), o (2) la porción de un árido retenido sobre el tamiz de 4,75 mm (No. 4)”. (Lainez & Villacis, 2015)

“El tamaño máximo del agregado grueso debe ser de 10 a 12,5 mm, si bien se han empleado con éxito gravillas de 20 mm. Tamaños mayores conducen a hormigones de docilidad inadecuada para su correcta colocación en obra” (Romero Vega, 2014) . La calidad y requisitos del agregado grueso al igual que le agregado fino está regulada bajo la norma NTE INEN 872 y la ASTM C3.

2.3.4. Resistencia.

Cuando este elemento se encuentra endurecido tiene la capacidad de resistir a distintas acciones como lo es la compresión, la tracción y el desgaste, sin embargo la más importante es a la compresión, esta se mide en MPa, dependiendo de la capacidad del hormigón pueden llegar a 50MPa y 100MPa, de acuerdo a la resistencia a la tracción esta es más pequeña, sin embargo al considerar la resistencia al desgaste se aprecia que esta se puede observar en pavimentos, ya que los mismos poseen una relación agua – cemento muy baja.

2.3.5. Cocotero.

Científicamente conocido como Cocos Nucifera, es una palmera cuyo fruto es el coco, es cual es un fruto redondo y alargado, lleno de agua cubierta con una copa o carne blanda de color blanco, es de alto nivel nutricional además de ser alto en calorías y ricas en aceites. Este fruto está cubierto por estopa que es una capa fibrosa que lo protege,

Rojas (2015) afirma que, “el reforzamiento del concreto mediante fibras de estopa de coco, mejora la tenacidad de la matriz, evitando las fisuras en el concreto.” (p. XV).

2.3.5.1. Partes de la palma de coco o cocotero

- **Raíz.** - dependiendo el tipo de suelo suelen medir desde 80 centímetros. Sus raíces primarias y se encargan de fijar el árbol al suelo y de la absorción de agua, las raíces secundarias y terciarias extraen los nutrientes para el crecimiento óptimo de la palmera. (Martinez Marin & Macancela Cabrera, 2020, pág. 9).

- **Tallo o tronco.** - “Consta de un solo tronco largo de entre 7m y 30m dependiendo de las condiciones del suelo y climático con una anchura de 50cm aproximadamente en la base y estrechándose en la copa en la cual encontraremos las hojas las cuales protegen su fruto.” (Martinez Marin & Macancela Cabrera, 2020, pág. 9)

- **Hojas.** - Son pinnadas, de 1.5-4 metros de longitud, con foliolos coriáceos de 50-70 centímetros de longitud, de color verde amarillento. En condiciones ambientales favorables una planta adulta de crecimiento gigante emite entre 12 a 14 hojas por año, en cambio el enano puede emitir hasta 18 hojas en el mismo periodo. La copa no es muy amplia y se compone de hasta 30 hojas arqueadas. (InfoAgro, 2018).

Las hojas de las palmeras cocoteras son pinnadas o pinnaticompuestas de acuerdo a los autores Peralta & Royuela (2019), “se forman por la distribución de

más de tres folíolos en ambos lados del raquis como aletas del pez o barbas de la pluma.”.

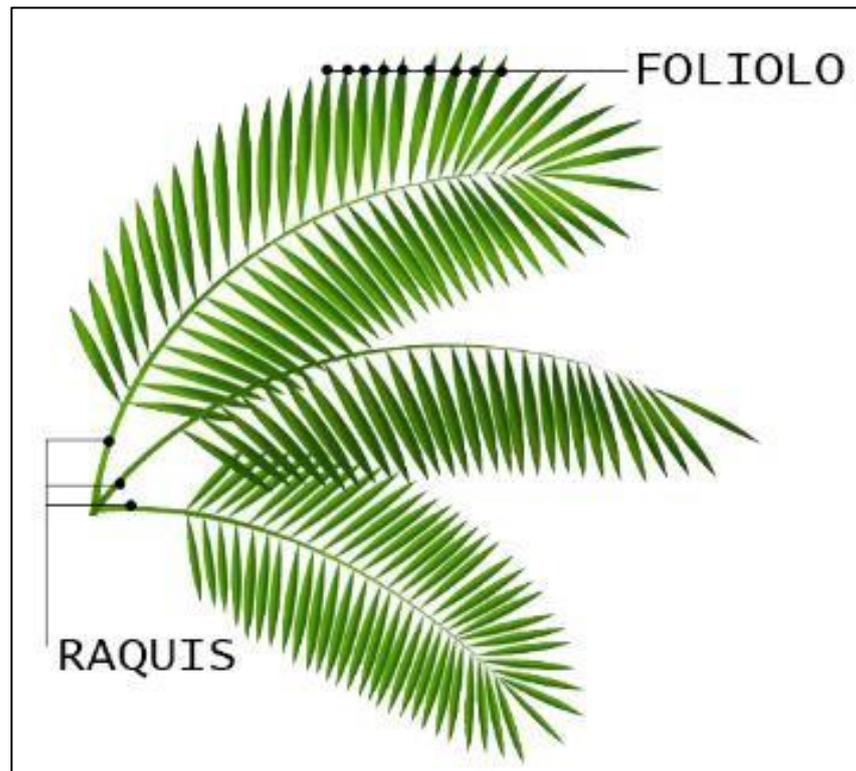


Figura 3 Partes de la hoja pinnada de la palma cocotera.
Fuente: Herbario de la Universidad Pública de Navarra.
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)

• **Flores.** - Posee inflorescencias paniculadas que nacen en las axilas de las hojas inferiores, protegidas por una bráctea llamada espata de hasta 70 centímetros de longitud y se desarrolla en 3 o 4 meses. La época es de noviembre a marzo y los frutos tardan en madurar hasta 13 meses. (InfoAgro, 2018)

• **Frutos.** - Es una drupa, cubierto de fibras, de 20-30 centímetros de longitud con forma ovoidal, pudiendo llegar a pesar hasta 2.5 kilogramos. Está formado por una cáscara externa amarillenta, correosa y fibrosa (exocarpo) de 4 o 5 centímetros de espesor con forma de pelos fuertemente adheridos a la nuez; una capa intermedia fina (mesocarpo) y otra más dura (endocarpo) que dispone de tres orificios próximos en disposición triangular, situados en el ápice, dos cerrados y el otro frente a la raicilla del embrión. Es vulnerable a una pequeña presión y por donde puede derramarse el agua antes de romper la cáscara del fruto, y es donde se

encuentra la semilla. La pulpa blanca es comestible conteniendo en su cavidad central un líquido azucarado conocido como agua de coco y que en cantidad aproximada de 300 gramos se encuentra encerrada en el interior del fruto. (InfoAgro, 2018)

2.3.5.2. Clasificación de la palma de coco o cocotero

Existen tres tipos de cocoteros:

- **Gigantes.-** tienen una longevidad de unos 40-90 años, comienzan a florecer a los 8-10 años de ser plantados y producen de 50 a 80 frutas por planta cada año. Sin embargo son muchos sus inconvenientes, ya que son muy propensos a la enfermedad llamada el Amarillamiento letal del cocotero, por su gran envergadura es difícil realizar labores de cultivo y la producción de cocos es baja en comparación con los enanos. (CocoVerde, 2018)
- **Enanos.** Los cocoteros enanos tienen una autofecundación del 94%, tienen una longevidad de unos 30-35 años y florecen al cuarto año de ser plantados. Producen de 150 a 240 frutas por planta al año, sus variedades más cultivadas son el Amarillo de Malasia, el Verde de Brasil y la Enana Naranja de la India. Gracias a su sabor, su uso principal es la elaboración de agua de coco envasada. Su gran ventaja es la fuerte resistencia al Amarillamiento letal del cocotero. (CocoVerde, 2018)
- **Híbridos.** Los cocoteros híbridos son una mezcla entre los dos anteriores, como objetivo de aprovechar la robustez de las palmeras gigantes y los cocos grandes, con la tolerancia a las enfermedades y la calidad del agua de las variedades enanas. El híbrido más utilizado es una mezcla entre Enano Malasino y Alto de Panamá. (CocoVerde, 2018).

2.3.6. Fibra. -

Conjunto de filamentos que forman parte de los tejidos ya sea de un organismo como la fibra muscular las cuales son células capaces de contraerse y de formar tejidos, fibras nerviosas las cuales se encargan de transportar impulsos nerviosos

hacia el cerebro, glándulas y músculos, fibra vegetal la cual es un componente alimenticio saludable carente de nutrientes pero que contribuyen con el crecimiento fisiológico y la función digestiva. (Martinez Marin & Macancela Cabrera, 2020, pág. 11).

2.3.7. Fibra natural. -

Se conoce como fibra natural a los fragmentos, hebras o pelo, originado en la naturaleza, y que se pueden hilar para dar lugar a hilos o cuerdas. Las fibras que no provienen de la naturaleza se las denomina fibras químicas, estas pueden ser artificiales o sintéticas. (Rojas Torres, 2015, pág. 11).

La más antigua que se conoce es la fibra de lino silvestre, que data de aproximadamente 30.000 años antes de Cristo. Actualmente se ha realizado investigaciones sobre el uso de la fibra de estopa de coco o llamada fibra de coco, que es un producto de origen orgánico que es la parte fibrosa del mesocarpo ubicado entre la corteza o cascara y el fruto. De acuerdo con Martinez Marin & Macancela Cabrera (2020):

“Se consigue a partir del residuo de las fibras del coco (..) al ser un residuo inerte, estable y con bajos porcentajes de humedad, la fibra de coco no se deteriora con el tiempo; además de que la fibra de coco ayuda con una gran reducción de los niveles sonoros, tanto de impacto como aéreos el cual lo vuelve un aislante acústico”. (p. 11)

2.4.Marco legal

En la Sección IV del Art. 408 de la Constitución del Ecuador (2008), hace referencia sobre “la propiedad del Estado sobre recursos provenientes del subsuelo, yacimientos minerales, y zonas marítimas, pues, el Estado participa de los beneficios de estos recursos, empleando control oportuno y apoyando para la producción y uso adecuado.” (Asamblea Nacional del Ecuador, 2018)

El Reglamento Especial para explotación de materiales áridos y pétreos (2012), en el Art. 8 menciona que Ministerio de Recursos Naturales No Renovables es la entidad que se encarga del control y gestión de estos materiales, y junto con el Ministerio de Trabajo también verifican el cumplimiento de la normativa para el beneficio de los trabajadores en la minería. (Asamblea Nacional del Ecuador, 2018)

La Norma Ecuatoriana de la Construcción – NEC-SE-HM, abarca la normativa Instituto Ecuatoriano de Normalización (2016) que indica:

Los áridos empleados en la construcción de estructuras de hormigón armado deben cumplir con la especificación NTE INEN 872 o ASTM C33. Los áridos empleados para la fabricación de hormigón estructural ligero deben cumplir con la especificación ASTM C330. El árido fino y grueso para hormigón debe ser limpio, duro, sano y durable, con una distribución granulométrica que se mantenga razonablemente uniforme durante toda la producción. La presencia de sustancias nocivas... [...] se encuentran limitadas dependiendo del uso que tendrá el hormigón. En el documento NTE INEN 872 o ASTM C33 se indican los ensayos que se deben ejecutar en el árido y los requisitos que deben cumplir para su aceptación. (Instituto Ecuatoriano de Normalización., 2016)

Normativa Técnica Ecuatoriana NTE:

El cemento hidráulico y su definición de términos se obtienen de la Norma NTE INEN 151 estableciendo los términos y significados de materiales que incluyen en el cemento y se aplican a las normas correspondientes.

La Norma NTE INEN 152, detalla los requisitos que debe cumplir el Cemento Portland y es aplicable para los 8 tipos de cemento:

- TIPO I: Se usa cuando no se requieren propiedades especiales especificadas.
- TIPO IA: Cemento con incorporador de aire para los mismos usos del Tipo I.
- TIPO II: De uso general, especialmente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación.

- TIPO IIA: Cemento con incorporador de aire para los mismos usos del Tipo II.

Donde se desea incorporación de aire

- TIPO III: Para usarse cuando se desea alta resistencia inicial o temprana.

- TIPO IIIA: Cemento con incorporador de aire para los mismos usos del Tipo

III. Donde se desea incorporación de aire.

- TIPO IV: Para usarse cuando se desea bajo calor de hidratación

- TIPO V: Se usa cuando se desea alta resistencia a la acción de los sulfatos

Las propiedades aplicables para la norma NTE INEN 152 son de acuerdo a los siguientes ensayos:

NTE INEN 195.- Contenido de aire en el mortero.

NTE INEN 160.- Análisis químico.

NTE INEN 488.- Resistencia.

NTE INEN 875.- Falso Fraguado.

NTE INEN 196.- Finura por permeabilidad de aire.

NTE INEN 197.- Finura por turbidímetro.

NTE INEN 199.- Calor de hidratación.

NTE INEN 200.- Expansión en autoclave.

NTE INEN 158.- Tiempo de fraguado por aguja de Vicat.

NTE INEN 202.- Resistencia a sulfatos.

NTE INEN 2529.- Sulfato de calcio, expansión en mortero.

Norma NTE INEN 2380, detalla los requisitos que se deben cumplir para ser Cemento Hidráulico, y deben ser designados con las nomenclaturas que indican las características especiales, cuando no se especifique el tipo, se entenderá que es de tipo GU.:

- TIPO GU: Para uso de construcciones en general
- TIPO MH: Para moderado calor de hidratación
- TIPO HE: Para hormigón de alta resistencia inicial
- TIPO HS: Para alta resistencia a los sulfatos
- TIPO MS: Para moderada resistencia a los sulfatos
- TIPO LH: Para bajo calor de hidratación

Para verificar el cumplimiento de la norma NTE INEN 2380 se aplican los siguientes ensayos químicos acorde a la norma NTE INEN 160 determinando los procesos a través de sus respectivas normas:

NTE INEN 196.- Determinar la Finura por permeabilidad de aire.

NTE INEN 957.- Determinar la cantidad retenida en el tamiz de 45 µm.

NTE INEN 200.- Determinar la expansión den autoclave.

NTE INEN 158.- Determinar el tiempo de Fraguado

NTE INEN 195.- Determinar el contenido de aire.

NTE INEN 156.- Determinar la densidad real del cemento.

NTE INEN 488.- Determinar la resistencia a la compresión.

NTE INEN 199.- Determinar el calor de hidratación.

NTE INEN 2503.- Determinar la resistencia de los sulfatos.

NTE INEN 875.- Determinar el falso fraguado.

NTE INEN 2529.- Determinar la expansión en barras de mortero. Utilizando un periodo de inmersión 14 días.

NTE INEN 1508.- Determinar la contracción por secado.

La Norma NTE INEN 490, especifica los requisitos para la elaboración de cementos hidráulicos compuestos y se clasifican:

- TIPO IS: Cemento Portland de escoria de altos hornos.
- TIPO IP: Cemento Portland puzolánico.
- TIPO IT: Cemento Compuesto ternario

Para cumplir con la Norma NTE INEN 488 que se aplica para determinar la resistencia a la compresión, se debe cumplir con la Norma NTE INEN 2648, donde se aplica especímenes cilíndricos o cilindros moldeados, como núcleos de hormigón hidráulico. Dichos núcleos deben cumplir con los requisitos de tamaño, moldeo y curado establecidos en la Norma NTE INEN 1576 (especímenes moldeados en obra) o en la Norma ASTM C 192 (especímenes modelados en laboratorio). A su vez cumplir con la Norma ATM C 42 que indica que los especímenes deben mantenerse

húmedos después de 24 horas en curado al ambiente. Se sugiere que el coeficiente de variación en muestras de una misma mezcla sea del 5% para especímenes cilíndricos de 150 mm de diámetro por 300 mm de altura.

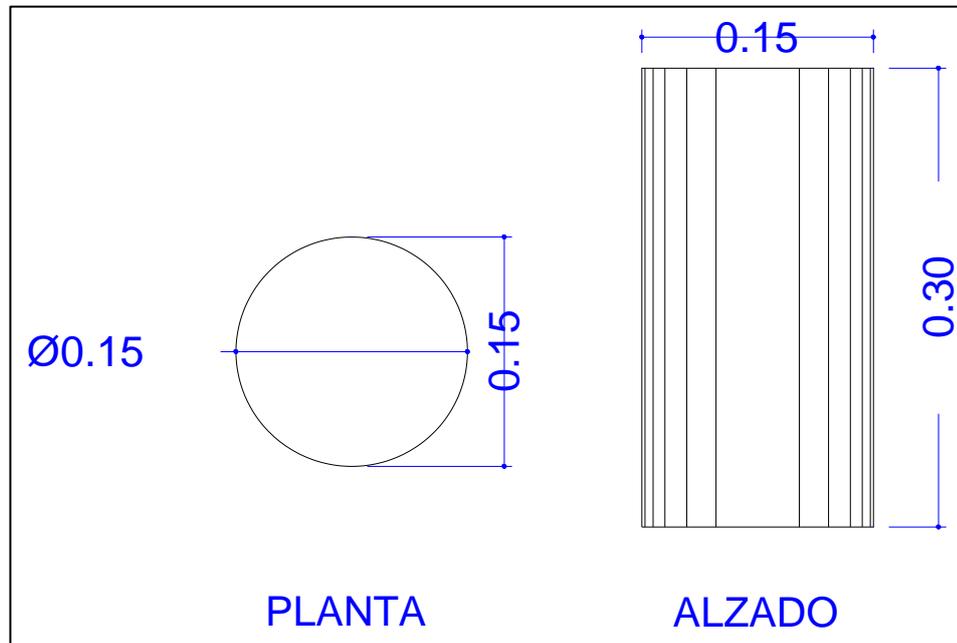


Figura 4. Dimensiones de muestras de Especímenes Cilíndricos
Fuente Normativa Técnica Ecuatoriana (2015)
Elaboración Medina, Katherine, (2020)

Respecto a la Norma ASTM C39 Método de Ensayo Normalizado para Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto

El agua potable que se utiliza para elaborar hormigón cumple con las condiciones que presenta la norma NTE INEN 1108.

El presente trabajo de investigación se refuerza en la Norma NTE INEN 2874, que establece los requisitos y métodos de ensayos para la producción de hormigón con fibras que se pueden mezclar o agregar en seco a la mezcla. Esta norma clasifica al hormigón reforzado en:

- TIPO I: Hormigón reforzado con fibra de acero, que contiene fibras de acero inoxidable, acero de aleación, o fibras de acero de carbono, conforme con ISO 13270.

- TIPO II: Hormigón reforzado con fibra de vidrio contiene (AR) fibras de vidrio resistentes a los álcalis, conforme con ASTM C1666/C1666M.

- TIPO III Hormigón reforzado con fibra sintética, por su evidencia documental pueden ser producidas confirmando su resistencia al deterioro cuando están en contactos con la humedad y los álcalis en la pasta de cemento y las sustancias presentes en mezclas a lo largo de la vida útil de la estructura. Cuando el hormigón del tipo III de Hormigón reforzado con fibra contienen poliolefina, deberán cumplir con ASTM D7508/c7508M.

- TIPO IV: Hormigón reforzado con fibra natural. Que debido a evidencias documentadas pueden ser procesadas debido a su resistencia al deterioro. Debe cumplir con ASTM D7357.

Esta clasificación fibras naturales se refiere a una población de fibras que se fabrican a partir de recursos fibrosos naturales y se utilizan por primera vez en el hormigón. Dependiendo de la materia prima inicial y el proceso de fabricación empleado para producir la fibra, las propiedades físicas y químicas finales de la fibra en esta clasificación general pueden variar en gran medida. Algunas fibras naturales son susceptibles al deterioro por la exposición a los álcalis; el método de ensayo ASTM D6942 puede utilizarse para determinar la susceptibilidad de estas fibras al deterioro como resultado de la exposición a los álcalis en el hormigón. Por el contrario, muchos otros tipos de fibras naturales son altamente resistentes a los álcalis y pueden permanecer en el hormigón sin degradación para el ciclo de vida del producto.

Además, la Norma NTE INEN 2874 indica que las fibras deben ser capaces de producir hormigón reforzado con fibra cumpliendo los requisitos de esta norma. Las fibras de acero deberán cumplir con ISO 13270, las fibras de vidrio resistentes a los

álcalis (AR) deben cumplir con ASTM C1666/C1666M, y las fibras de celulosa con ASTM D7357.

Los requisitos de granulometría y calidad de áridos finos y grueso se establecen en la Norma NTE INEN 872, para ser utilizados en la elaboración del hormigón, adoptando definiciones de la Norma NTE INEN 694, relacionadas con las normas ASTM C 294, ASTM C 638 y ACI 116R.

CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

1.1. Investigación Experimental

Al desarrollar una investigación precisa, existen varios tipos y técnicas investigativas para recopilar datos dentro de la metodología, de esta forma se identifican los factores que intervienen directamente en dicha investigación, como lo sostiene en el libro: Análisis comparativo del comportamiento mecánico del hormigón tradicional vs. Hormigón con inclusión de caucho reciclado, indican:

La investigación experimental en las ciencias sociales difiere notablemente de la investigación experimental en las ciencias naturales debido a las características de las unidades de análisis en el área social. Un experimento tiene como propósito evaluar o examinar los efectos que se manifiestan en la variable dependiente cuando se introduce la variable independiente, es decir, se trata de probar una relación causal. (Lainez & Villacis, 2015, pág. 27)

Esta investigación experimental tiene como finalidad verificar los resultados obtenidos mediante los experimentos, y de esta forma conocer los factores que realmente afectan e inciden directa e indirectamente al experimento, que se refuerzan con opiniones y datos de interés que posteriormente serán aporte a futuras investigaciones con objetivos más profundos de comportamientos, características y/o aspectos del hormigón.

La ciencia indica que la investigación experimental es empírica, porque toda la información es obtenida a través de la experiencia, observación y/o experimentación. En esta investigación se consiguieron datos de gran importancia en el desarrollo de la misma, mediante muestras sometidas a ensayos de laboratorio.

1.2. Investigación Bibliográfica.

La investigación bibliográfica tiene como principio base la búsqueda, revisión y selección de toda aquella información y material bibliográfico existente que de

luces acerca de todos y cada uno de los componentes en los que se basa el tema a investigar. (Loor Cevallos & Ordoñez Lino, 2019).

Debe ser el paso fundamental a seguir en cualquier proyecto investigativo, porque así se obtiene la notificación de fuentes informativas, que, con la inclusión de fases o procesos como la observación, investigación, reflexión y ejecución del análisis, generar bases sólidas para la ejecución de cualquier proyecto.

1.3. Investigación de Laboratorio.

En el laboratorio se amplía la información acorde a las actividades que se realizan para obtener datos a través de ensayos ejecutados ordenadamente, para comenzar se necesita conocer la dosificación del hormigón tradicional que se va a utilizar, luego elaborar las pruebas experimentales y continuar con el ensayo principal de resistencia a la compresión.

Se aplicó el ensayo de laboratorio denominado resistencia a la compresión, para esto se utilizaron 4 probetas, una con el diseño de hormigón tradicional, y las otras tres se sustituye el 25%, 50% y 75% del agregado grueso con fibras obtenidas manualmente de las hojas secas de palma de cocotero. Los ensayos fueron realizados bajo asistencia y supervisión del personal calificado del laboratorio CONSTRULADESA SUELOS Y HORMIGONES S.A., obteniendo datos para establecer gráficos de comportamientos de cada muestra.

CAPITULO IV

4.1. Título.

Diseño de Hormigón No Tradicional

4.2. Propuesta

Porque existen investigaciones con resultados favorables, al incorporar fibra del fruto de la palma cocotera (coco) al hormigón. Se propone utilizar las hojas pinnadas de la palma para la continuar con la presente investigación que tiene como propósito producir hormigón no tradicional, que se elabora al sustituir porcentajes volumétricos del agregado grueso del hormigón tradicional con fibras obtenidas de hojas del cocotero.

De las diferentes proporciones que se emplearan para producir hormigón no tradicional, se toman muestras en cilindros acorde a las normativas, para ser expuestas a las pruebas de laboratorio de resistencia física y mecánica, para comprobar si es adecuado para el uso en las construcciones.

4.3. Requerimientos del Proyecto.

4.3.1. Materiales y Equipo.

Para la elaboración del hormigón no tradicional se usará la siguiente materia prima:

- Cemento
- Arena
- Piedra $\frac{3}{4}$
- Agua
- Hoja seca de palma de cocotero



Figura 5. Materia prima para elaborar hormigón no tradicional.
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)

Este proceso necesitará las siguientes herramientas:

- Parihuela o Balde para dosificar
- Vailejo
- Pala o Lampa
- Moldes de cilindros para concreto (incluye varilla lisa de acero)
- Martillo



Figura 6. Herramientas para elaborar hormigón no tradicional.
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)

4.4. Diagrama de flujo.

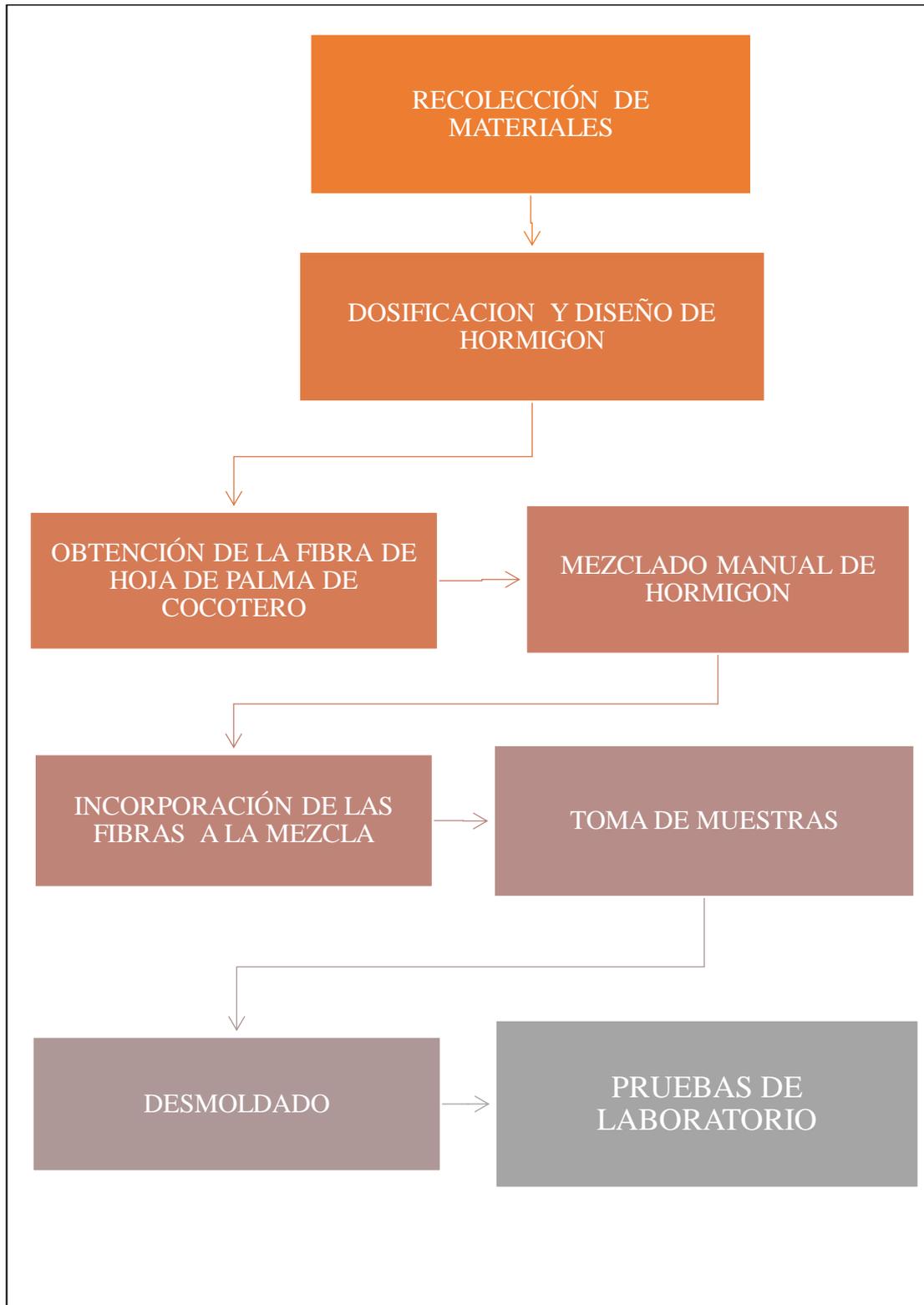


Figura 7. Diagrama de Flujo
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)

4.5.Desarrollo de la Metodología y su procedimiento.

Esta investigación se realiza mediante procesos experimentales de sustituir distintos porcentajes del agregado grueso para la elaboración de hormigón no tradicional con fibras obtenidas manualmente de hojas de palma de cocotero

4.5.1. Recolección de la Materiales.

El principal componente para elaborar cualquier tipo de hormigón es el cemento de uso general tipo I, las empresas que la elaboran lo venden al granel a las fabricas hormigoneras, por otra parte, para el consumidor estándar se comercializan en sacos de 50Kg y se puede encontrar en todas las distribuidoras autorizadas de la ciudad.

El árido fino o arena, se encuentra al por mayor en canteras ubicadas a las orillas del rio del cual se obtiene y se comercializa por volumen cuya unidad es el metro cubico. También se puede conseguir en tiendas de materiales de construcción donde lo venden por sacos que se llenan de forma manual y no tienen ni peso ni volumen determinado.

El árido grueso o piedra, se comercializa en las canteras ubicadas alrededor de las montañas de piedra caliza de la vía a la costa donde se extrae la roca pura y se procesa para obtener las diferentes granulometrías que se encuentra en el mercado, se distribuye por volumen cuya unidad es el metro cubico. También se puede conseguir en tiendas de materiales de construcción donde lo venden por sacos que se llenan de forma manual y no tienen ni peso ni volumen determinado.

Para producir el hormigón experimental en volumen, las hojas de palma de cocotero se las obtiene de las haciendas cocoterías. Pero para la ejecución de pruebas de laboratorio se las consigue amablemente de personas con palmas cocoterías ubicadas en las áreas urbanas, cuyas hojas secas solo les producen desperdicios.

4.5.2. Dosificación y diseño de hormigón.

Ejecutada para la elaboración del hormigón tradicional es 1:2:3.5, que indica que por cada saco de cemento de 50Kg y volumen 0,032m³, se debe utilizar 2 parihuelas con dimensiones 0,42m x 0,42m x 0,18m con volumen 0,064m³ y 3,5 parihuelas de piedra con volumen 0,112m³ para obtener 0,208m³ de hormigón tradicional. Para elaborar las pruebas experimentales dentro de la dosificación se sustituye el 25%, 50% y 75% del agregado grueso con fibras de las hojas de palma de cocotero

Tabla 4 Dosificación del hormigón tradicional

DISEÑO DE HORMIGON TRADICIONAL PORPORCION 1:2:3,5

COMPONENTES	POR M3	CEMENTO SACO (50Kg)	POR CILINDRO	UNIDAD	PORCENTAJE
CEMENTO	0,154	0,036	0,00082	M3	15,38%
ARENA	0,308	0,072	0,00168	M3	31,62%
PIEDRA	0,538	0,126	0,00280	M3	52,99%
AGUA	25	5,2	0,1325	LT	2,50%
	1,000	0,234	0,00530	M3	100,00%

Elaboración: Medina, Katherine. (2021)

Tabla 5 Dosificación del hormigón no tradicional con sustitucion del 25% de piedra

DISEÑO DE HORMIGON CON LA SUSTITUCION DEL 25% DEL AGREGADO GRUESO

COMPONENTES	POR M3	CEMENTO SACO (50Kg)	POR CILINDRO	UNIDAD	PORCENTAJE
CEMENTO	0,154	0,036	0,00082	M3	15,38%
ARENA	0,308	0,072	0,00168	M3	31,62%
PIEDRA	0,410	0,0315	0,00210	M3	39,74%
FIBRA DE COCO	0,128	0,0945	0,00070	M3	13,25%
AGUA	25	5,2	0,1325	LT	2,50%
	1,000	0,234	0,00530	M3	100,00%

Elaboración: Medina, Katherine. (2021)

Tabla 6 Dosificación del hormigón no tradicional con sustitución del 50% de piedra

DISEÑO DE HORMIGON CON LA SUSTITUCION DEL 50% DEL AGREGADO GRUESO

COMPONENTES	POR M3	CEMENTO SACO (50Kg)	POR CILINDRO	UNIDAD	PORCENTAJE
CEMENTO	0,154	0,036	0,00082	M3	15,38%
ARENA	0,308	0,072	0,00168	M3	31,62%
PIEDRA	0,269	0,063	0,00140	M3	26,50%
FIBRA DE COCO	0,269	0,063	0,00140	M3	26,50%
AGUA	25	5,2	0,1325	LT	2,50%
	1,000	0,234	0,00530	M3	100,00%

Elaboración: Medina, Katherine. (2021)

Tabla 7 Dosificación del hormigón no tradicional con sustitución del 75% de piedra

DISEÑO DE HORMIGON CON LA SUSTITUCION DEL 75% DEL AGREGADO GRUESO

COMPONENTES	POR M3	CEMENTO SACO (50Kg)	POR CILINDRO	UNIDAD	PORCENTAJE
CEMENTO	0,154	0,036	0,00082	M3	15,38%
ARENA	0,308	0,072	0,00168	M3	31,62%
PIEDRA	0,128	0,0315	0,00070	M3	13,25%
FIBRA DE COCO	0,410	0,0945	0,00210	M3	39,74%
AGUA	25	5,2	0,1325	LT	2,50%
	1,000	0,234	0,00530	M3	100,00%

Elaboración: Medina, Katherine. (2021)

4.5.3. Obtención de la fibra de hoja de palma de cocotero.

Las hojas pinnadas de palma de cocotero cuando están verdes no se pueden desfibrar por la humedad en su interior, pero las hojas secas permiten que las fibras en su interior pierdan vida y se sequen y de esta forma facilitar su separación. Para comenzar se corta el raquis en partes pequeñas para optimizar el proceso de desfibrado manual, que comprende arrancar uno por uno los foliolos, luego se procede a deshilachar hasta tener la fibra que se busca.



Figura 8 Desfibrado de hoja verde de cocotero

Elaboración: Medina, Katherine. (2021)



Figura 9 Desfibrado de hoja seca de cocotero
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)

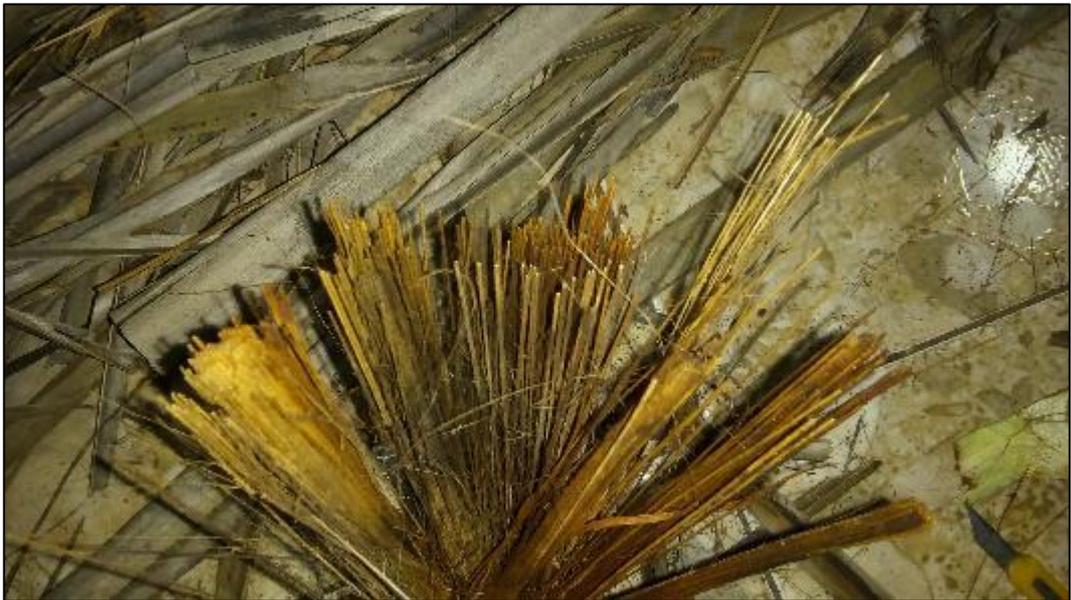


Figura 10 Desfibrado de raquis de hoja seca de cocotero 1
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)



Figura 11 Desfibrado de raquis de hoja seca de cocotero 2
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)



Figura 12 Desfibrado de raquis de hoja seca de cocotero 3
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)



Figura 13 Desfibrado de foliolo de hoja seca de cocotero 1
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)



Figura 14 Desfibrado de foliolo de hoja seca de cocotero 2
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)

4.5.4. Mezclado manual de hormigón.

El proceso de elaboración manual para elaborar hormigón tradicional se procede a poner una cama de arena, luego la piedra y finalmente el cemento, esta se mezcla en seco con la pala o lampa, se agrega el agua y se produce el hormigón.



Figura 15 Cama de arena para elaborar hormigón tradicional
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)



Figura 16 Cama de piedra para elaborar hormigón tradicional
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)



Figura 17 Aplicación de cemento para elaborar hormigón tradicional
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)



Figura 18 Mezclado en seco
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)



Figura 19 Incorporación de agua a la mezcla seca
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)



Figura 20 Hormigón Tradicional
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)

4.5.5. Incorporación de las fibras a la mezcla.

Para la elaboración del hormigón experimental con la sustitución del 25% y 50% del volumen de la piedra se procede de igual manera que en la producción del hormigón tradicional, se pone la cama de arena, la cama de piedra con el volumen que

se necesita, luego la fibra y se agrega el cemento para homogenizar en seco y luego agregar el agua para la mezcla final y así obtener el hormigón no tradicional.



Figura 21 Cama de arena y piedra para producir hormigón no tradicional
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)



Figura 22 Sustitución del 25% de piedra con fibra de hoja de palma cocotera.
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)



Figura 23 Sustitución del 50% de piedra con fibra de hoja de palma cocotera.
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)



Figura 24 para producir hormigón no tradicional
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)



Figura 25 Hormigón no tradicional
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)

Para facilitar la elaboración del hormigón experimental con la sustitución del 75% del volumen de la piedra se procede de igual manera que en la producción del hormigón tradicional, se pone la cama de arena, la cama de piedra con el volumen dosificado, se agrega el cemento para homogenizar en seco y luego agregar el agua para la mezclar e incorporar de a poco la fibra y así obtener el hormigón no tradicional.



Figura 26 Adición de fibras al hormigón.
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)



Figura 27 Homogenización de mezcla con la fibra
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)



Figura 28 Hormigón no tradicional con la sustitución del 75% del agregado grueso con fibras.
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)

4.5.6. Toma de Muestras.

Cumpliendo con lo indicado en la normativa NTE INEN 1855-2, se debe tomar por lo menos una muestra de cada tipo de hormigón fresco realizado en obra, respetando la normativa NTE INEN 1763 que incide el procedimiento de llenado de moldes para cilindros que se llevan al laboratorio para los ensayos de resistencia a la compresión

curados en húmedo en edades de 1, 3, 7, 28 y 90 días, según la normativa NTE INEN 1573.

Para este proyecto se toman las muestras en moldes de PVC, por ser un material no absorbente como lo solicita la normativa NTE INEN 1763, con dimensiones de 15cm de diámetro y 30cm de altura, se toman 5 muestras por cada tipo de hormigón que se produce, como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 8 Acta de muestreo

DOSIFICACION	CILINDRO	N°	FECHAS TOMA:
1: 2: 3.5	T-0	1	13/3/2021
		2	13/3/2021
		3	13/3/2021
		4	13/3/2021
		5	13/3/2021
1: 2: 3.5 SUSTITUCION 25% DE LA PIEDRA	T-1	6	13/3/2021
		7	13/3/2021
		8	13/3/2021
		9	13/3/2021
		10	13/3/2021
1: 2: 3.5 SUSTITUCION 50% DE LA PIEDRA	T-2	11	13/3/2021
		12	13/3/2021
		13	13/3/2021
		14	13/3/2021
		15	13/3/2021
1: 2: 3.5 SUSTITUCION 75% DE LA PIEDRA	T-3	16	13/3/2021
		17	13/3/2021
		18	13/3/2021
		19	13/3/2021
		20	13/3/2021

Elaboración: Medina, Katherine. (2021)

Se debe verificar que la superficie donde se tomaran las muestras esta nivelada. Se llena un tercio de altura del cilindro con el hormigón y se procede a hincar 25 ocasiones con una varilla lisa con punta redondeada y se dan golpes con un matillo de goma al exterior del molde. Luego se llena el segundo tercio del molde y se hinca por 25 ocasiones introduciendo la varilla lisa solo hasta la aproximación de la capa baja y se

procede a llenar el último tercio, se realiza el mismo procedimiento con la varilla lisa hincando por 25 ocasiones introduciendo la varilla lisa solo hasta la aproximación de la capa media y se termina con una llana o madera lisa para quitar los sobrantes.

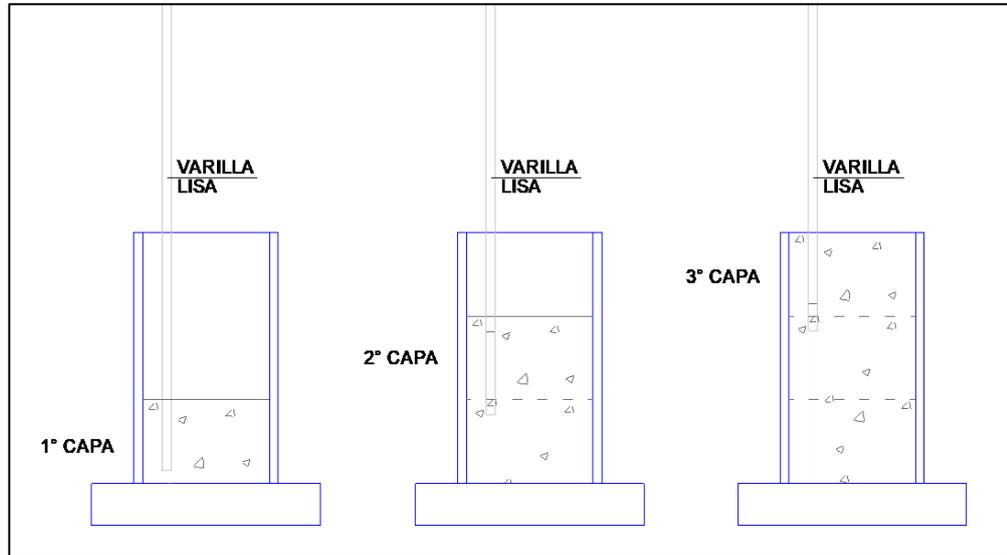


Figura 29 Toma de muestras
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)



Figura 30 Vaciado de primera capa.
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)



Figura 31 Vaciado de primera capa.
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)



Figura 32 Vaciado de segunda capa
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)



Figura 33 Vaciado de segunda capa.
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)



Figura 34 Vaciado de segunda capa.
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)



Figura 35 Vaciado de tercera capa.
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)



Figura 36 Vaciado de tercera capa y alisado.
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)

4.5.7. Desmoldado.

Pasada 24 horas después de la toma de muestras se procede a desmoldar, que consiste en retirar las probetas de los moldes con el cuidado suficiente para evitar daños en los filos de las muestras, además de marcarlos con la codificación correspondiente, la fecha de toma de muestra y el número de cilindro para ser llevadas a la piscina de curado, donde están hasta la fecha de rotura.



Figura 37. Desmoldado y codificación.
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)



Figura 38. Desmoldado y codificación.
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)

4.5.8. Pruebas de laboratorio.

Para realizar el ensayo de resistencia a la compresión en el laboratorio, se consideran 4 cilindros, el primero con hormigón tradicional y los otros tres con la variación de sustitución del 25%, 50% y 75% del volumen del agregado grueso por la fibra de hoja de cocotero.

Tabla 9 Fechas de ejecución de ensayos de resistencia a la compresión.

DOSIFICACION	CILINDRO	N°	FECHAS		EDAD
			TOMA:	ROTURA:	DIAS
1: 2: 3.5	T-0	1	13/3/2021	20/3/2021	7
		2	13/3/2021	27/3/2021	14
		3	13/3/2021	3/4/2021	21
		4	13/3/2021	10/4/2021	28
		5	13/3/2021		
1: 2: 3.5 SUSTITUCION 25% DE LA PIEDRA	T-1	6	13/3/2021	20/3/2021	7
		7	13/3/2021	27/3/2021	14
		8	13/3/2021	3/4/2021	21
		9	13/3/2021	10/4/2021	28
		10	13/3/2021		
1: 2: 3.5 SUSTITUCION 50% DE LA PIEDRA	T-2	11	13/3/2021	20/3/2021	7
		12	13/3/2021	27/3/2021	14
		13	13/3/2021	3/4/2021	21
		14	13/3/2021	10/4/2021	28
		15	13/3/2021		
1: 2: 3.5 SUSTITUCION 75% DE LA PIEDRA	T-3	16	13/3/2021	20/3/2021	7
		17	13/3/2021	27/3/2021	14
		18	13/3/2021	3/4/2021	21
		19	13/3/2021	10/4/2021	28
		20	13/3/2021		

Fuente: Informe del Laboratorio CONSTRULADESA SUELOS Y HORMIGONES S.A
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)

Comienza con sacar de la piscina de curado los cilindros programados para la fecha de rotura, los mismos a los que se les comprueba las dimensiones de diámetro y altura para calcular el volumen y con la balanza se obtiene el peso. Con estos datos se procede a ubicar el cilindro en la prensa para determinar la resistencia a la compresión.



Figura 39 Comprobación de dimensiones de cilindros.
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)



Figura 40 Pesado de cilindros
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)



Figura 41 Pesado de cilindros
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)

Primera rotura a los 7 días de la toma de muestras.



Figura 42 Primera rotura hormigón tradicional T-0
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)



Figura 43 Primera rotura hormigón no tradicional con sustitución del 25% de piedra. T-1
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)



Figura 44 Primera rotura hormigón no tradicional con sustitución del 50% de piedra. T-2
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)



Figura 45 Primera rotura hormigón no tradicional con sustitución del 75% de piedra. T-3
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)



Figura 46 Primeras roturas
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)

Segunda rotura a los 14 días de la toma de muestras.



Figura 47 Segunda rotura hormigón tradicional T-0
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)



Figura 48 Segunda rotura hormigón no tradicional con sustitución del 25% de piedra. T-1
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)



Figura 49 Segunda rotura hormigón no tradicional con sustitución del 50% de piedra. T-2
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)



Figura 50 Segunda rotura hormigón no tradicional con sustitución del 75% de piedra. T-3
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)

Tercera rotura a los 21 días de la toma de muestras.



Figura 51 Tercera rotura hormigón tradicional T-0
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)



Figura 52 Tercera rotura hormigón no tradicional con sustitución del 25% de piedra. T-1
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)



Figura 53 Tercera rotura hormigón no tradicional con sustitución del 50% de piedra. T-2
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)



Figura 54 Tercera rotura hormigón no tradicional con sustitución del 55% de piedra. T-3
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)

Cuarta rotura a los 28 días de la toma de muestras.



Figura 55 Cuarta rotura hormigón tradicional T-0
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)



Figura 56 Cuarta rotura hormigón no tradicional con sustitución del 25% de piedra. T-1
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)



Figura 57 Cuarta rotura hormigón no tradicional con sustitución del 50% de piedra. T-2
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)



Figura 58 Cuarta rotura hormigón no tradicional con sustitución del 75% de piedra. T-3
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)

4.6. Resultados.

4.6.1. Prototipo T-0

Resultado de ensayos de resistencia a la compresión del Hormigón tradicional.

Tabla 10 Resultados de ensayo de resistencia a la compresión del hormigón tradicional.

DISEÑO DEL CILINDRIO			PROPORCIÓN VOLUMETRICA PARA 1 M3 (1-2-3.5)			
DIAMETRO	RADIO	ALTURA	MATERIAL	VOLUMEN	UNIDAD	PORCENTAJE
15,00	7,50	30,00	CEMENTO:	0,18	M3	18,18%
			ARENA:	0,36	M3	36,36%
			PIEDRA:	0,45	M3	45,45%
			FIBRA DE COCO:	0	M3	0,00%
AREA	176,71	CM2	AGUA	25	LITROS	2,50%
VOLUMEN	5625,93	CM3				

PROYECTO:	TESIS		FECHA:		15/4/2021		
	CILINDRO	N°	FECHAS TOMA:	ROTURA:	EDAD (DIAS)	CARGA MAXIMA (Kg.)	RESISTENCIA (Kg./cm2)
T-0	1		13/3/2021	20/3/2021	7	14765,49	83,56
	2		13/3/2021	27/3/2021	14	16065,63	90,92
	3		13/3/2021	3/4/2021	21	18232,53	103,18
	4		13/3/2021	10/4/2021	28	21352,86	120,84
	5		13/3/2021				0,00

Elaboración: Medina, Katherine. (2021)

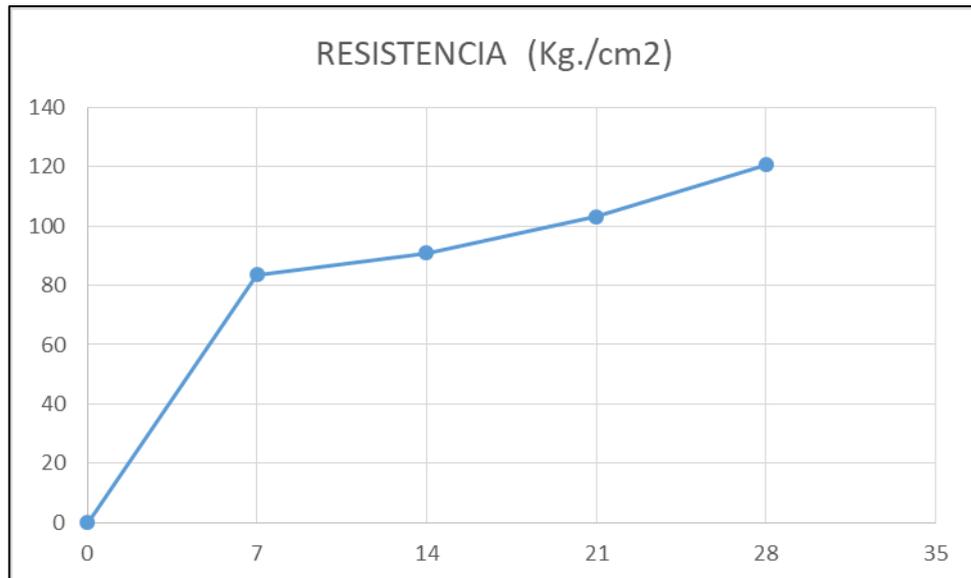


Gráfico 2 Resultados de ensayo de resistencia a la compresión del hormigón tradicional.
Elaboración: Medina, Katherine. (2021)

4.6.2. Prototipo T-1

Resultado de ensayos de resistencia a la compresión de muestras con el 25% del volumen de la piedra sustituido por fibra.

Tabla 11 Resultado de ensayos de resistencia a la compresión de muestras con el 25% del volumen de la piedra sustituido por fibra

RESISTENCIA A LA COMRESION DE CILINDROS DE HORMIGON						
PROYECTO: TESIS				FECHA:		15/4/2021
DISEÑO DEL CILINDRIO			PROPORCION VOLUMETRICA PARA 1 M3 (1-2-3.5)			
DIAMETRO	15,00	CM	MATERIAL	VOLUMEN	UNIDAD	PORCENTAJE
RADIO	7,50	CM	CEMENTO:	0,18	M3	18,18%
ALTURA	30,00	CM	ARENA:	0,36	M3	36,36%
			PIEDRA:	0,34	M3	34,09%
AREA	176,71	CM2	FIBRA DE COCO:	0,12	M3	11,36%
VOLUMEN	5625,93	CM3	AGUA	25	LITROS	2,50%
CILINDRO	N°	FECHAS		EDAD	CARGA MAXIMA	RESISTENCIA
		TOMA:	ROTURA:	(DIAS)	(Kg.)	(Kg./cm2)
	1	13/3/2021	20/3/2021	7	5057,79	28,62
	2	13/3/2021	27/3/2021	14	6670,98	37,75
T-1	3	13/3/2021	3/4/2021	21	8352,5	47,27
	4	13/3/2021	10/4/2021	28	8621,7	48,79
	5	13/3/2021				0,00

Elaboración: Medina, Katherine. (2021)

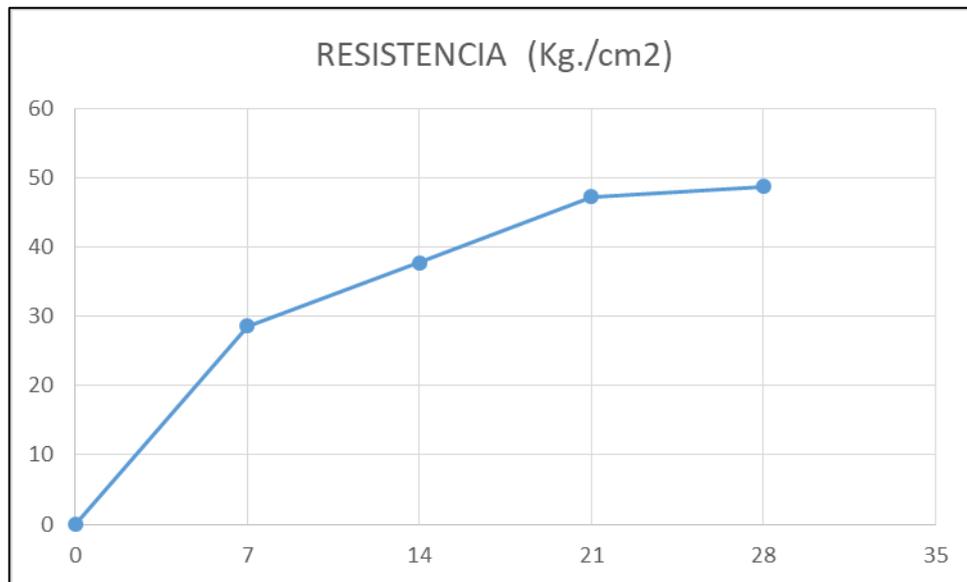


Gráfico 3 Resultado de ensayos de resistencia a la compresión de muestras con el 25% del volumen de la piedra sustituido por fibra

Elaboración: Medina, Katherine. (2021)

4.6.3. Prototipo T -2

Resultado de ensayos de resistencia a la compresión de muestras con el 50% del volumen de la piedra sustituido por fibra

Tabla 12 Resultado de ensayos de resistencia a la compresión de muestras con el 50% del volumen de la piedra sustituido por fibra

RESISTENCIA A LA COMRESION DE CILINDROS DE HORMIGON						
PROYECTO: TESIS				FECHA: 15/4/2021		
DISEÑO DEL CILINDRIO			PROPORCION VOLUMETRICA PARA 1 M3 (1-2-3.5)			
DIAMETRO	15,00	CM	MATERIAL	VOLUMEN	UNIDAD	PORCENTAJE
RADIO	7,50	CM	CEMENTO:	0,18	M3	18,18%
ALTURA	30,00	CM	ARENA:	0,36	M3	36,36%
			PIEDRA:	0,23	M3	22,73%
AREA	176,71	CM2	FIBRA DE COCO:	0,23	M3	22,73%
VOLUMEN	5625,93	CM3	AGUA	25	LITROS	2,50%
CILINDRO	N°	FECHAS		EDAD (DIAS)	CARGA MAXIMA (Kg.)	RESISTENCIA (Kg./cm2)
		TOMA:	ROTURA:			
	1	13/3/2021	20/3/2021	7	5781,79	32,72
	2	13/3/2021	27/3/2021	14	6124,42	34,66
T-2	3	13/3/2021	3/4/2021	21	7878,33	44,58
	4	13/3/2021	10/4/2021	28	8213,81	46,48
	5	13/3/2021				0,00

Elaboración: Medina, Katherine. (2021)



Gráfico 4 Resultado de ensayos de resistencia a la compresión de muestras con el 50% del volumen de la piedra sustituido por fibra

Elaboración: Medina, Katherine. (2021)

4.6.4. Prototipo T-3

Resultado de ensayos de resistencia a la compresión de muestras con el 75% del volumen de la piedra sustituido por fibra

Tabla 13 Resultado de ensayos de resistencia a la compresión de muestras con el 75% del volumen de la piedra sustituido por fibra

PROYECTO: TESIS			FECHA: 15/4/2021			
DISEÑO DEL CILINDRIO			PROPORCION VOLUMETRICA PARA 1 M3 (1-2-3.5)			
DIAMETRO	15,00	CM	MATERIAL	VOLUMEN	UNIDAD	PORCENTAJE
RADIO	7,50	CM	CEMENTO:	0,18	M3	18,18%
ALTURA	30,00	CM	ARENA:	0,36	M3	36,36%
			PIEDRA:	0,12	M3	11,36%
AREA	176,71	CM2	FIBRA DE COCO:	0,34	M3	34,09%
VOLUMEN	5625,93	CM3	AGUA	25	LITROS	2,50%

CILINDRO	N°	FECHAS		EDAD (DIAS)	CARGA MAXIMA (Kg.)	RESISTENCIA (Kg./cm2)
		TOMA:	ROTURA:			
T-0	1	13/3/2021	20/3/2021	7	3640,39	20,60
	2	13/3/2021	27/3/2021	14	3906,53	22,11
	3	13/3/2021	3/4/2021	21	4588,72	25,97
	4	13/3/2021	10/4/2021	28	5399,4	30,56
	5	13/3/2021				0,00

Elaboración: Medina, Katherine. (2021)

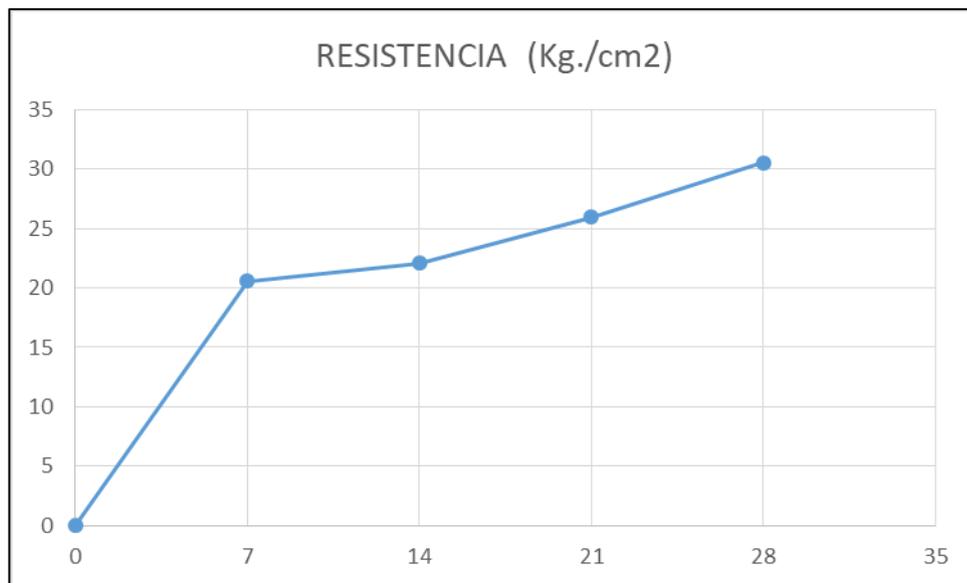


Gráfico 5 Resultado de ensayos de resistencia a la compresión de muestras con el 75% del volumen de la piedra sustituido por fibra

Elaboración: Medina, Katherine. (2021)

4.7. Presupuestos.

Presupuesto para elaborar un metro cubico de hormigón tradicional en proporción 1:2:3,5.

Tabla 14 Presupuesto para 1m3 de Hormigón Tradicional proporción 1:2:3.5

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

Hormigón Tradicional proporción 1:2:3.5

A.- EQUIPO

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	HORAS/U	COSTO
CONCRETERA 1 SACO	1	3,75	3,75	1	3,75
SUBTOTAL EQUIPO:					3,75

B.- MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	HORAS/U	COSTO
Inspector de obra	0,1	9,84	0,98	0,67	0,66
Albañil	1	3,62	3,62	0,67	2,43
Peón	3	3,58	10,74	0,67	7,20
SUBTOTAL MANO DE OBRA:					10,29

C.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO/U	COSTO
Cemento IP	U	4,8125	8,25	39,70
Arena	M3	0,308	13,50	4,16
Piedra	M3	0,538	14,00	7,53
Agua	Lt	25	0,18	4,50
SUBTOTAL MATERIALES:				55,89

D.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO/U	COSTO
SUBTOTAL TRANSPORTE:				0,00

COSTO INDIRECTO:

69,93

INDIRECTOS 15%

10,49

COSTO UNITARIO:

80,42

Elaboración: Medina, Katherine. (2021)

Presupuesto para elaborar un metro cubico de hormigón no tradicional sustituyendo con fibra de hoja de palma cocotera el 25% del volumen de piedra.

Tabla 15 Presupuesto de hormigón no tradicional sustituyendo el 25% del volumen de piedra

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

Hormigón no Tradicional sustitución del 25% de piedra

A.- EQUIPO

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	HORAS/U	COSTO
CONCRETERA 1 SACO	1	3,75	3,75	1	3,75

SUBTOTAL EQUIPO: 3,75

B.- MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	HORAS/U	COSTO
Inspector de obra (Estr. Oc. B3)	0,1	9,84	0,98	0,67	0,66
Albañil (Estr. Oc. D2)	1	3,62	3,62	0,67	2,43
Peón (Estr. Oc. E2)	3	3,58	10,74	0,67	7,20

SUBTOTAL MANO DE OBRA: 10,29

C.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO/U	COSTO
Cemento IP	U	4,8125	8,25	39,70
Arena	M3	0,308	13,50	4,16
Piedra	M3	0,4035	14,00	5,65
Fibra de hoja de palma de cocotero	M3	0,1345	10,00	1,35
Agua	Lt	25	0,18	4,50

SUBTOTAL MATERIALES: 55,36

D.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO/U	COSTO
-------------	--------	----------	---------	-------

SUBTOTAL TRANSPORTE: 0,00

COSTO INDIRECTO: 69,40

INDIRECTOS 15%: 10,41

COSTO UNITARIO: 79,81

Elaboración: Medina, Katherine. (2021)

Presupuesto para elaborar un metro cubico de hormigón no tradicional sustituyendo con fibra de hoja de palma cocotera el 50% del volumen de piedra.

Tabla 16 Presupuesto de hormigón no tradicional sustituyendo el 50% del volumen de piedra

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

Hormigón no Tradicional sustitución del 50% de piedra

A.- EQUIPO

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	HORAS/U	COSTO
CONCRETERA 1 SACO	1	3,75	3,75	1	3,75

SUBTOTAL EQUIPO: 3,75

B.- MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	HORAS/U	COSTO
Inspector de obra (Estr. Oc. B3)	0,1	9,84	0,98	0,67	0,66
Albañil (Estr. Oc. D2)	1	3,62	3,62	0,67	2,43
Peón (Estr. Oc. E2)	3	3,58	10,74	0,67	7,20

SUBTOTAL MANO DE OBRA: 10,29

C.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO/U	COSTO
Cemento IP	U	4,8125	8,25	39,70
Arena	M3	0,308	13,50	4,16
Piedra	M3	0,269	14,00	3,77
Piedra	M3	0,269	10,00	2,69
Agua	Lt	25	0,18	4,50

SUBTOTAL MATERIALES: 54,82

D.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO/U	COSTO
-------------	--------	----------	---------	-------

SUBTOTAL TRANSPORTE: 0,00

COSTO INDIRECTO: 68,86

INDIRECTOS 15%: 10,33

COSTO UNITARIO: 79,19

Elaboración: Medina, Katherine. (2021)

Presupuesto para elaborar un metro cubico de hormigón no tradicional sustituyendo con fibra de hoja de palma cocotera el 75% del volumen de piedra.

Tabla 17 Presupuesto de hormigón no tradicional sustituyendo el 75% del volumen de piedra

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

Hormigón no Tradicional sustitución del 75% de piedra

A.- EQUIPO

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	HORAS/U	COSTO
CONCRETERA 1 SACO	1	3,75	3,75	1	3,75

SUBTOTAL EQUIPO: 3,75

B.- MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	HORAS/U	COSTO
Inspector de obra (Estr. Oc. B3)	0,1	9,84	0,98	0,67	0,66
Albañil (Estr. Oc. D2)	1	3,62	3,62	0,67	2,43
Peón (Estr. Oc. E2)	3	3,58	10,74	0,67	7,20

SUBTOTAL MANO DE OBRA: 10,29

C.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO/U	COSTO
Cemento IP	U	4,8125	8,25	39,70
Arena	M3	0,308	13,50	4,16
Piedra	M3	0,1345	14,00	1,88
Fibra de hoja de palma de cocotero	M3	0,4035	10,00	4,04
Agua	Lt	25	0,18	4,50

SUBTOTAL MATERIALES: 54,28

D.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO/U	COSTO
-------------	--------	----------	---------	-------

SUBTOTAL TRANSPORTE: 0,00

COSTO INDIRECTO: 68,32

INDIRECTOS 15%: 10,25

COSTO UNITARIO: 78,57

Elaboración: Medina, Katherine. (2021)

4.8. Análisis comparativos de resultados.

Esta investigación requiere diseñar un hormigón que cumpla con las normas utilizando fibras obtenidas de forma manual de la hoja seca de palma cocotera como componente en varias pruebas experimentales sustituyendo el 25%, 50% y 75% del volumen del agregado grueso del hormigón tradicional elaborado con proporción 1:2:3,5. Los ensayos de resistencia a la compresión no fueron favorables para las pruebas experimentales como se puede ver en la siguiente tabla.

Tabla 18 Tabla comparativa de ensayos de resistencia

	HORMIGON TRADICIONAL	SUSTITUCION DEL 25%	SUSTITUCION DEL 50%	SUSTITUCION DEL 75%
	T-0	T-1	T-2	T-3
EDAD (DIAS)	RESISTENCIA (Kg./cm2)	RESISTENCIA (Kg./cm2)	RESISTENCIA (Kg./cm2)	RESISTENCIA (Kg./cm2)
7	83,56	28,62	32,72	20,60
14	90,92	37,75	34,66	22,11
21	103,18	47,27	44,58	25,97
28	120,84	48,79	46,48	30,56
	100,00%	-59,62%	-61,53%	-74,71

Elaboración: Medina, Katherine. (2021)

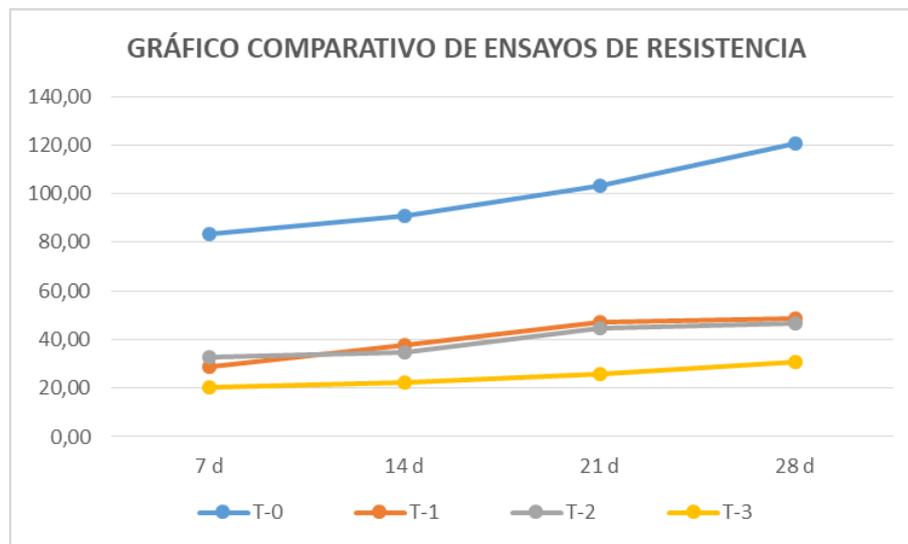


Gráfico 6 Grafico comparativo de ensayos de resistencia

Elaboración: Medina, Katherine. (2021)

Tabla 19 Tabla comparativa de precio unitario

HORMIGON TRADICIONAL	SUSTITUCION DEL 25%	SUSTITUCION DEL 50%	SUSTITUCION DEL 75%
T-0	T-1	T-2	T-3
P. UNITARIO	P. UNITARIO	P. UNITARIO	P. UNITARIO
\$ 80,42	\$ 79,81	\$ 79,19	\$ 78,57
	\$ 0,61	\$ 1,23	\$ 1,85

Elaboración: Medina, Katherine. (2021)

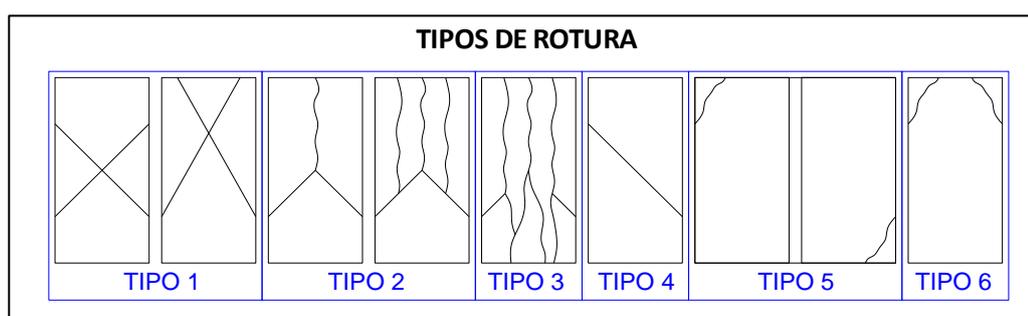


Figura 59 Tipos de Roturas
Fuente: Construladesa Suelos y Hormigones S.A.

Elaboración: Medina, Katherine. (2021)

Tabla 20 Tabla comparativa de tipos de Roturas

	HORMIGON TRADICIONAL	SUSTITUCION DEL 25%	SUSTITUCION DEL 50%	SUSTITUCION DEL 75%
(DIAS)	T-0 TIPO DE ROTURA	T-1 TIPO DE ROTURA	T-2 TIPO DE ROTURA	T-3 TIPO DE ROTURA
7	2	5	5	4
14	5	5	3	5
21	5	5	5	4
28	5	4	4	3

Elaboración: Medina, Katherine. (2021)

4.9. Conclusiones y Recomendaciones.

Conclusiones.

En base a experiencias análogas favorables en la elaboración de hormigón, bloques, relleno de colchones, chalecos antibalas, entre otros, que se producen con fibras de estopa de coco, se considera que, a pesar de ser visualmente idéntica a la fibra obtenida del raquis de las hojas secas de la palma, no es posible hacer hormigón no tradicional con la misma resistencia que el tradicional.

Para la producción de este hormigón experimental se parte con la dosificación volumétrica 1:2:3,5 para elaborar el hormigón tradicional, las pruebas se realizan con la sustitución del 25%, 50% y 75% del agregado grueso para obtener probetas con muestras de hormigón y detallar un cuadro comparativo de los ensayos de resistencia a la compresión.

Se compara los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión realizados a los 7, 14, 21 y 28 días a las probetas con muestras del hormigón no tradicional, demuestran que mayor volumen sustituido, es menor la resistencia a la compresión.

Recomendaciones.

Implementar una investigación comparativa de los tipos de hormigón obtenido en modelos análogos favorables y el hormigón no tradicional que sustituye porcentajes de piedra con fibras de hojas de palma cocotera.

Realizar más pruebas con la sustitución de agregados del hormigón tradicional por hoja seca de palma de cocotero, pero de forma industrializada, ya sea triturada o en escoria con variación de porcentajes menores de piedra. Porque con la resistencia obtenida de las pruebas realizadas, no se recomienda usar en elementos estructurales, pero se puede experimentar en la elaboración de bloques.

Comparar los resultados obtenidos del hormigón no tradicional que sustituye porcentajes de piedra con fibras de hojas de palma cocotera Vs. Las características de bloques tradicionales.

5. BIBLIOGRAFIA

- Amay Carchi, O. (2018). "ESTUDIO DE LOS MATERIALES PIEDRA Y ARENA UTILIZADOS PARA LA ELABORACIÓN DEL HORMIGÓN EN EL CANTÓN LA TRONCAL PROVINCIA DEL CAÑAR". Guayaquil.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2018). *Consitución del Ecuador*. Quito.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2018). *Reglamento Especial para explotación de materiales áridos y pétreos*. Quito.
- Casiopea. (2015). *El Hormigón Clase Construcción y Estructura Náutica*. Obtenido de wiki.ead.pucv.cl.
- Cervantes, M. (2020). *ACADEMIA*. Obtenido de ACADEMIA:
https://www.academia.edu/8172095/TECHOS_DE_PALMA
- Chiluisa Serrano, J. R. (2016). *HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA*. Quito: UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR.
- CocoVerde. (2018). *aguadecocobeneficios*. Obtenido de CocoVerde:
<https://www.aguadecocobeneficios.com/coco-verde/>
- Dosificacion*. (s.f.).
- EcuRed. (s.f.). *EcuRed*. Obtenido de <https://www.ecured.cu/Cocotero>
- Girón, V., & Cervantes, V. (2017). *Elaboración de módulos estructurales a base de fibra de estopa de coco para viviendas de bajo costo*. Ecuador.
- González Soriano, F. J. (2015). *PROPUESTA PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA DEDICADA A LA PRODUCCIÓN Y EXPORTACIÓN DE JUGOS DE FRUTAS TENIENDO COMO INSUMO BÁSICO EL AGUA DE COCO*. Guayaquil: UNIVERSIDAD CATÓLICA.
- Holcim. (2020). *holcim (Colombia)*. Obtenido de <https://www.holcim.com.co/productos-y-servicios/cemento/proceso-de-fabricacion-del-cemento>
- Holcim Ecuador S.A. (2015). *Cemento hidráulico Tipo GU para la construcción en general. Cemento hidráulico Tipo GU para la construcción en general*, 16.
- InfoAgro. (2018). *InfoAgro*. Obtenido de https://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/coco.htm
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2016). *Norma Ecuatoriana de la Construcción*. Quito.
- Lainez, W., & Villacis, S. (2015). *HORMIGÓN LIVIANO CON DESECHO DE COCO COMO SUSTITUTO PARCIAL DE AGREGADO GRUESO*. LA LIBERTAD: UPSE.
- Loor Cevallos, F. F., & Ordoñez Lino, M. A. (2019). "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL HORMIGÓN TRADICIONAL VS. HORMIGÓN CON INCLUSIÓN DE CAUCHO RECICLADO.". Guayaquil.
- Martinez Marin, A. A., & Macancela Cabrera, A. E. (2020). *Fabricacion de bloques de cemento y fibra de estopa de coco y Pet reciclado para la eco-construccion*. Guayaquil: Guayaquil: ULVR, 2020.

- Muriel, M. (2015). *Método Hipotético Deductivo*. Perú.
- Muriel, M. (2015). *Método Hipotético Deductivo*. Perú.
- Peralta, J., & Royuela, M. (19 de septiembre de 2019). *Universidad Pública de Navarra*. (P. San Roman, Editor) Obtenido de Identificación de plántulas con claves dicotómicas: https://www.unavarra.es/herbario/htm/hojas_BAMH_01.htm
- Pérez Porto, J. (2018). *Definicion.de*. Obtenido de <https://definicion.de/hormigon/>
- Pincay Moreno, C. W., & Chávez Torres, J. D. (2018). *ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO ENTRE PLACAS DECORATIVAS DE PIEDRA NATURAL Y PLACAS DECORATIVAS A BASE DE MEZCLA DE HORMIGÓN CON INCLUSIÓN DE VIDRIO RECICLADO*. Guayaquil: Guayaquil: ULVR, 2018.
- Rojas Torres, Á. M. (2015). *Adición de la fibra de coco en el hormigón y su incidencia en la resistencia a compresión*. Ambato - Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- Romero Vega, C. (2014). *Diseño de hormigones de alta resistencia ($f'c=44\text{MPa}$), utilizando agregados del sector de Pifo, Fibras metálicas, cemento Lafarge armadura especial y aditivos hiperfluidicantes*. Quito: UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR.
- Sanchez, M. (s.f.). *UNIVERSO PALMERAS*. Obtenido de UNIVERSO PALMERAS: https://universopalmeras.com/caracteristicas-de-las-palmeras/#Origen_de_las_palmeras
- Universidad de Cantabria. (s.f.). *Dosificación de Hormigones*. Cantabria: Universidad de Cantabria.
- Velasco, B. (19 de julio de 2017). *Esmeraldas concentra la palma de coco*. Obtenido de revistalideres: <https://www.revistalideres.ec/lideres/esmeraldas-concentra-palma-coco-negocios.html#:~:text=La%20producci%C3%B3n%20de%20cocotero%20o,la%20Sierra%2C%20espec%C3%ADficamente%20en%20Loja.&text=Seg%C3%BA%20el%20Censo%20Nacional%20Agropecuario,%2C%20Manab%C3%A>
- Vergara, F. (2016). *Cemento y sus especificaciones en las normas ASTM*.
- Villacis Apolinario, S. A., & Lainez Lino, W. J. (2015). *Hormigón Liviano con Desecho de Coco como Sustituto Parcial de Agregado Grueso*. La Libertad - Ecuador: UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA.

