



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL

TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TEMA

**“CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL BLOQUE DE POLIESTIRENO
EXPANDIDO, CEMENTO, FIBRA DE ACERO Y PROPUESTA DE FABRICACIÓN”**

AUTORES

CHOEZ PERALTA MARCOS LENIN

MALLA LUCAS HECTOR JAVIER

TUTOR

ING. JAVIER ARECHE GARCÍA. PHD

GUAYAQUIL

2022

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO Y SUBTÍTULO: Características Mecánicas Del Bloque De Poliestireno Expandido, Cemento, Fibra De Acero Y Propuesta De Fabricación	
AUTOR(ES) Malla Lucas Héctor Javier Choez Peralta Marcos Lenin	REVISOR(ES)/TUTOR(ES) Ing. Areche García Javier. Phd
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	Grado obtenido: Ingeniero Civil.
FACULTAD: Ingeniería, Industrias y Construcción	CARRERA: Ingeniería Civil
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2022	N. DE PAGS: 132
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura e ingeniería.	
PALABRAS CLAVE: Propiedades mecánicas, poliestireno expandido, fibras de acero, agrietamiento, mampostería, permeabilidad.	
RESUMEN/ABSTRACT El presente trabajo de investigación tiene como objeto estudiar y correlacionar las características y propiedades mecánicas de los bloques de hormigón huecos de cemento, poliestireno expandido y fibras de acero, reemplazando parcialmente a los agregados gruesos, como propuesta de fabricación, de tal forma que los bloques fabricados cumplan con los requisitos indicados por la NTE INEN 3066. El bloque de poliestireno expandido, cemento y fibra de acero, se diseñó para cubrir las necesidades de la edificación de grandes y pequeñas estructuras, (vivienda o edificios) siendo este resistente, liviano, y con muchas propiedades que se detallaran en el transcurso de este proyecto. Está siendo diseñado para todo tipo de construcción y solucionar los problemas de agrietamiento de mampostería, alivianar pesos en las estructuras, solucionar problemas de permeabilidad, no obstante, este bloque posiblemente se lo pueda considerar como un elemento estructural.	
N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):	
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO

CONTACTO CON AUTOR/ES: Malla Lucas Héctor Javier Choez Peralta Marcos Lenin	Teléfono: 0999207917 0985360475	E-mail: malla20121685@gmail.com Marcoslenin-cp@hotmail.com
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Ing. Milton Andrade Laborde. Msc. (Decano) Teléfono: +59342596500 Ext. 210 E-mail: correo institucional: dordonezy@ulvr.edu.ec Ing. Alexis Valle Benitez Msc (Director de Carrera) Teléfono: +59342596500 Ext. 241 E-mail: correo institucional: avalleb@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ACADEMICO

TESIS CHOEZ - MALLA / ARECHE 4 TA ENTREGA

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

4%

★ www.elsevier.es

Fuente de Internet

Excluir citas Activo

Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 2%



Ing. Javier Areche García. PhD.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

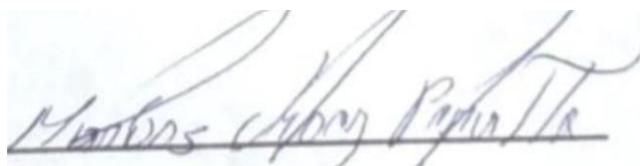
Yo, **MALLA LUCAS HECTOR JAVIER, C.C.092189378, CHOEZ PERALTA MARCOS LENIN C.C. 0931542245**, declara (mos) bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, **“Características mecánicas del bloque de poliestireno expandido, cemento, fibra de acero y propuesta de fabricación”**, corresponde totalmente a el(los) suscrito(s) y me (nos) responsabilizo (amos) con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

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

Autor(es)



Malla Lucas Héctor Javier
C.I. No. 0921893178



Choez Peralta Marcos Lenin
C.I. No. 0931542245

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación “**Características mecánicas del bloque de poliestireno expandido, cemento, fibra de acero y propuesta de fabricación**”, designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de **INGENIERIA INDUSTRIAS 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: Características mecánicas del bloque de poliestireno expandido, cemento, fibra de acero y propuesta de fabricación, presentado por los estudiantes **MALLA LUCAS HECTOR JAVIER**, con C.I. **No.0921893178**, **CHOEZ PERALTA MARCOS LENIN**, con C.I. No. **0931542245**, como requisito previo, para optar al Título de **INGENIEROS CIVILES**, encontrándose apto para su sustentación.



ING. JAVIER ARECHE GARCÍA. PHD
TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN
C.I. 0962174165

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestros padres por poner su confianza y creer en nuestras capacidades para subir un peldaño más en nuestras vidas, así también a las personas que indirectamente siempre estuvieron al pendiente de que logremos los objetivos que nos propusimos y que estuvieron hay para darnos aliento y ánimos para no darnos por vencidos.

También le agradecemos a todos los docentes que tuvieron la paciencia y dedicación de enseñarnos esta linda profesión

DEDICATORIAS

Le dedico este trabajo a mis hijos ya que ellos son el motor de mi vida y a los mismos me debo para ser un buen ejemplo y que sigan mis pasos como yo he tratado de seguir los pasos de mi papá siendo un ejemplo y modelo a seguir.

Malla Lucas Héctor Javier

Le dedico este trabajo a mi padre que, aunque ya no está en este mundo y que hace muy poco tiempo partió, siempre me dio su cariño y quiso verme graduado, y aunque no pueda celebrar con él cuando esto suceda, sé que desde el cielo él estará contento por este logro en mi vida.

Choez Peralta Marcos Lenin

INDICE GENERAL

FICHA DE REGISTRO DE TESIS.....	II
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ACADEMICO	IV
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES.....	V
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	VI
AGRADECIMIENTO	VII
DEDICATORIAS	VIII
INDICE GENERAL	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
ÍNDICE DE TABLAS	XV
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1. Tema	2
1.2. Planteamiento del Problema	2
1.3. Formulación del Problema.....	3
1.4. Objetivo general.....	3
1.5. Objetivos Específicos.....	3
1.6. Hipótesis o idea a defender	4
1.7. Línea de Investigación Institucional/Facultad	4
CAPÍTULO II.....	5
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Antecedentes	5
2.2. Marco teórico	8
2.2.1. Característica mecánica	8
2.2.2. Características mecánicas	16
2.2.3. Bloque.....	22

2.2.4. Bloque	33
2.2.6. Poliestireno expandido.....	42
2.2.7. Cemento	48
2.2.8. Cemento	58
2.2.9. Fibra de acero.....	63
2.2.10. Fibra de acero.....	70
2.2.11. Propuesta de fabricación	81
2.2.11.4. Preparación de la mezcla	82
2.2.12. Propuesta de fabricación	86
2.3. Marco legal	93
2.3.1. Normativa nacional.....	93
2.3.2. Reglamento general a la ley orgánica de educación superior	94
2.3.3. Reglamento de titulación de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil..	94
2.3.4. Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025	95
2.3.5. Normas INEN	96
CAPÍTULO III.....	97
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	97
3.1. Metodología	97
3.2. Tipo de Investigación.....	97
3.3. Enfoque	98
3.4. Técnicas	98
3.5. Instrumento	99
3.6. Población.....	99
3.7. Muestra	99
3.8. Presentación	99
3.8.1. Recolección de poliestireno expandido	99
3.8.2. Trituración del poliestireno expandido	100
3.8.3. Adecuación de la fibra de acero	100
3.8.4. Peso y cubicación de recipiente para medidas de la dosificación de los bloques	101
3.8.5. Mezcla de materiales	102
3.8.6. Introducción de la fibra de acero en los moldes y llenado de los moldes.....	102

3.8.7. Curado de las muestras	103
3.8.8. Ensayo de compresión a los ejemplares	103
3.9. Análisis de resultados	103
3.9.1. Definir las características técnicas del poliestireno expandido, que se usa para la fabricación de un bloque	103
3.9.2. Identificar las características técnicas de la fibra de acero, que se usa para la fabricación de un bloque	104
3.9.3. Calcular la dosificación de poliestireno expandido, cemento y fibra de acero que se usa para la fabricación de un bloque	105
3.9.4. Elaborar un prototipo de bloque de poliestireno expandido, cemento, fibra de acero y propuesta de fabricación	106
3.10. Ensayo de compresión	108
CONCLUSIONES	110
RECOMENDACIONES	111
BIBLIOGRAFÍA	112

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Orientaciones posibles del refuerzo en un material compuesto.	9
Figura 2. Fabricación aditiva con material base	11
Figura 3. Fabricación del composite reforzado con fibra de abacá	12
Figura 4. Fabricación del composite reforzado con fibra de cabuya	12
Figura 5. Probetas ensayadas del material matriz	13
Figura 6. Desplazamiento nodal de rejillas de aire acondicionado.....	14
Figura 7. Gráfica de esfuerzos generados en las rejillas de aire acondicionado.....	14
Figura 8. Método de diferencias mínimas explicativas, con el 95 % de confianza	15
Figura 9. Artículos distribuidos según la base de datos y año de publicación	18
Figura 10. Propiedades con la adición de Fibras en los Pavimentos Flexibles	18
Figura 11. Dimensiones y geometría de los pórticos	25
Figura 12. Colocación de bloques.....	26
Figura 13. Configuración de los pórticos.....	27
Figura 14. Modelos utilizados de muros de relleno	28
Figura 15. Valores numéricos de la geometría y comportamiento mecánico.....	29
Figura 16. Curva de capacidad pórtico de 4 plantas	31
Figura 17. Curva de capacidad portico de 8 plantas	31
Figura 18. Curva de capacidad pórtico 12 plantas	31
Figura 19. Curva de capacidad pórtico 16 plantas	31
Figura 20. Granulometría de la materia prima.....	34
Figura 21. Dosificación en peso de las diferentes series de BTC.....	34
Figura 22. Diagrama de flujo de la producción de BTC.....	36
Figura 23. Resistencia a compresión de las diferentes series de BTC.....	36
Figura 24. Energía consumida en cada etapa del proceso de fabricación de 1 BTC	37
Figura 25. Resultados del inventario de impactos de las diferentes series de BTC.....	37
Figura 26. Compresión vs. porcentaje de cal o cemento empleados en los BTC.	38
Figura 27. Comparación de diferentes factores de impacto de BTC	39
Figura 28. Consumo mundial de Poliestireno Expandido -2017	40
Figura 29. Fuente de Información de artículos científicos	44
Figura 30. Porcentaje de participación de países en investigación sobre reciclajes EPS	45
Figura 31. Técnicas de tratamientos en la revisión.....	45

Figura 32. Porcentaje de uso de recursos por categoría de análisis técnica empleada	46
Figura 33. Porcentajes de comportamientos ambientales de técnica empleada.....	47
Figura 34. Composición química (% en peso) de los morteros	49
Figura 35. Curvas granulométricas de los agregados	49
Figura 36. Composición de las dosificaciones empleadas.....	50
Figura 37. Esquema de determinación de la velocidad de transmisión	51
Figura 38. Dispositivo de ensayo a flexión.....	52
Figura 39. Dispositivo de ensayo a compresión	52
Figura 40. Imagen de la distribución del agregado de vidrio triturado.....	52
Figura 41. Alteración cromática	57
Figura 42. Resistencia del concreto según porcentaje de ceniza volante	61
Figura 43. Resistencia del concreto según días transcurridos	61
Figura 44. Porosidad total del concreto respecto al contenido de ceniza volante.....	62
Figura 45. Granulometría del agregado fino.....	65
Figura 46. Granulometría del agregado grueso	66
Figura 47. Figura de probetas según la carga utilizada.....	67
Figura 48. Resistencia a la compresión según kilogramos de fibra.....	68
Figura 49. Tipos de cemento de acuerdo a la NTE.....	71
Figura 50. Plástico PET reciclado sin etiqueta	75
Figura 51. Material PET cortado en secciones	76
Figura 52. Tabla sobre el ensayo de peso para fibras de PET	76
Figura 53. Grapas previamente seleccionadas	77
Figura 54. Mezcla en el molde de cono trocado	77
Figura 55. Elaboración de especímenes cilíndricos	78
Figura 56. Curado de cilindros de hormigón	78
Figura 57. Ensayo brasileño.....	79
Figura 58. Ensayo de compresión simple	79
Figura 59. Ficha comparativa	80
Figura 60. Resumen de los resultados experimentales	84
Figura 61. Resultados del ensayo de geometría y la interpolación al modelo.....	84
Figura 62. Curva experimental	85
Figura 63. Proceso de producción de una ladrillera.....	87
Figura 64. Principales tipos de curvas termogravimétricas	89
Figura 65. Termograma de los análisis de ATD y ATG muestra conformada.....	90

Figura 66. Termograma de los análisis de ATD y ATG muestra en polvo	90
Figura 67. Análisis de las gráficas ATD y ATG para la mezcla m7	91
Figura 68. Curva de quema óptima propuesta	92
Figura 69. Recolección de poliestireno expandido	100
Figura 70. Trituración del poliestireno expandido.....	100
Figura 71. Adecuación de la fibra de acero.	101
Figura 72. Peso y cubicación de recipiente para medidas de dosificación de bloques	101
Figura 73. Mezcla de materiales	102
Figura 74. Introducción de la fibra de acero en los moldes y llenado de los moldes	102
Figura 75. Ensayo de compresión a los ejemplares	103
Figura 76. Definición de las dimensiones.....	106
Figura 77. Ensayo de Compresión	109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Línea de Investigación	4
Tabla 2 Propiedades mecánicas y físicas del material	10
Tabla 3 Resultados de ensayo de flexión de material matriz.....	13
Tabla 4 Resistencia compresión y tracción.....	24
Tabla 5 Composición química de los 3 tipos de morteros	53
Tabla 6 Composición mineralógica de los 3 tipos de mortero	54
Tabla 7 Resultados obtenidos de calor específico	55
Tabla 8 Resultados medios obtenidos de los ensayos de resistencia a flexión	56
Tabla 9 Coordenadas cromáticas de los morteros	57
Tabla 10 Características del agregado para la elaboración de concretos.....	59
Tabla 11 Características químicas de la ceniza	60
Tabla 12 Proporción en peso del diseño de mezclas para concreto.....	60
Tabla 13 Resistencias promedias a la compresión simple de concreto	61
Tabla 14 Propiedades de los agregados	66
Tabla 15 Diseño de mezcla de concreto simple.....	66
Tabla 16 Asentamiento del concreto en estado fresco.....	67
Tabla 17 Pruebas estadísticas para valores de resistencia a la compresión	69
Tabla 18 Formulación de referencia propuesta.....	83
Tabla 19 Matriz de los experimentos	83
Tabla 20 Características de recipiente	101
Tabla 21 Características técnicas del poliestireno expandido	104
Tabla 22 Especificaciones técnicas.....	105
Tabla 23 Dosificaciones utilizadas	105
Tabla 24 Definición y dimensionamiento del bloque a elaborar	108

INTRODUCCIÓN

Con la aparición del bloque de hormigón, a fines del siglo pasado, el empleo de los mismos, en las obras de ingeniería en los países desarrollados ha alcanzado una importante expansión, tanto en cantidad como en diversidad de usos, teniendo aceptación en cualquier prototipo de edificaciones.

Según la historia, el primer bloque de hormigón fue inventado por Harmon Sylvanus Palmer en el año de 1890 en Estados Unidos, posteriormente en 10 años de pruebas, Harmon consiguió registrar su diseño en el año de 1900 (Bloqueras.org, s.f.).

Consecutivamente, a partir de 1911, se reconoce a Palmer como el creador del primer proceso industrial de fabricación de bloques de hormigón huecos en EEUU, adoptándose una medida normalizada de 19x19x39 cm, la misma que se aplica actualmente en todo el mundo (AABH, 2019).

El sector de la construcción es uno de los más importantes en el país, pues genera empleo e inversión, pese a que la cultura respecto a la misma es tradicionalista en un 70% ya que las personas no están prestas a nuevos cambios, al no existir o no cumplir a cabalidad las disposiciones dispuestas por las autoridades competentes que norman las actividades de construcción respecto a obras civiles (Morales, Pacheco, & Viera, 2021).

La presente investigación estudia y correlaciona las propiedades mecánicas de los bloques de hormigón huecos de cemento, poliestireno expandido y fibras de acero, reemplazando parcialmente a los agregados gruesos. Éstos son mezclados con cemento tipo GU y agua, de tal forma que los bloques fabricados cumplan con los requisitos indicados por la NTE INEN 3066.

CAPÍTULO I

1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Tema

Características mecánicas del bloque de poli estireno expandido, cemento, fibra de acero y propuesta de fabricación.

1.2. Planteamiento del Problema

Considerando el aumento de desechos o desperdicios de poliestireno se incrementan de modo proporcional. El uso de poliestireno (espuma Flex) es muy usual para el envío de productos de uso cotidiano que generalmente son frágiles, como varios recipientes de comidas o empaques de electrodomésticos, pero el empleo de este material puede causar perjuicios a los seres humanos y al medio ambiente debido a que el mismo no son dispuesto de manera correcta o reciclado, ya que frecuentemente este material es arrojado a la basura.

En el Ecuador, el poliestireno expandido aún no tiene una manera de reciclarse ya que es un material que no se puede volver a expandir, si se forma un elemento con este material su descomposición ya no resulta de la misma manera para hacer otro elemento, muy diferente a como sucede con el PET.

Así también en las edificaciones tenemos diferentes problemas en lo que se trata la mampostería, ya sean estos problemas causados por la deficiencia del material, por el clima, mala instalación, o sismos.

Según las cifras del INEC el Ecuador arroja 12.739,01 toneladas de basura diarias. De ellas, el 11,43% es plástico. Eso representa la cifra de 531.461 toneladas anuales de ese material, el cual la mitad son plásticos suaves, que es aquel que tiene un solo uso (fundas, recipientes de espuma Flex) plástico que prácticamente es imposible de reciclar. A nivel nacional el porcentaje de plásticos suaves es de 5,63% y de las regiones y provincias que más los consumen en el país es la Sierra, la misma que más plástico de un solo uso bota; mientras que la menor es la Costa. (Plan V, 2020).

Lo que buscamos en la propuesta de fabricación del bloque de poli estireno expandido, cemento y fibra de acero es mejorar las características mecánicas ya que los bloques de tabiquerías existentes en el mercado presentan en su gran mayoría una resistencia muy baja a la comprensión.

También buscamos que el bloque de tabiquería en específico tenga un alivianamiento y un costo bajo en el mercado por tener un agregado (poli estireno expandido) ya que este va ser reciclado.

1.3. Formulación del Problema

¿Cuáles son las características mecánicas del bloque de poli estireno expandido, cemento, fibra de acero y propuesta de fabricación?

1.4. Objetivo general

Determinar las características mecánicas del bloque de poli estireno expandido, cemento, fibra de acero y propuesta de fabricación

1.5. Objetivos Específicos

- Definir las características técnicas del poli estireno expandido, que se usa para la fabricación de un bloque.
- Identificar las características técnicas de la fibra de acero, que se usa para la fabricación de un bloque.
- Calcular la dosificación de poli estireno expandido, cemento y fibra de acero que se usa para la fabricación de un bloque.
- Elaborar un prototipo de bloque de poli estireno expandido, cemento, fibra de acero y propuesta de fabricación.
- Establecer las características mecánicas del bloque de poli estireno expandido, cemento, fibra de acero y propuesta de fabricación.

1.6. Hipótesis o idea a defender

Las características mecánicas del bloque de poli estireno expandido, cemento y fibra de acero cumplen con lo establecido en la norma INEN 638, 639-2, 640, 642, 643-1 y 3066, para obtener una guía de propuesta de fabricación.

1.7. Línea de Investigación Institucional/Facultad

Tabla 1

Línea de Investigación

Dominio	Línea institucional	Líneas de facultad
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de la construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables.	Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción.	Materiales de construcción

Fuente: (ULVR, 2020).

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Para los antecedentes de variable de características mecánicas utilizaremos la tesis “Análisis de las características mecánicas de un material compuesto de matriz polimérica reforzado con partículas de caucho de neumáticos reciclados y su incidencia en las propiedades mecánicas” por la autora de la tesis Carolina Nataly Acosta Benavides como requisitos previo para obtener el título de ingeniero mecánico de la universidad técnica de Ambato en el año 2018, en la República del Ecuador, esta tesis tiene como objetivo general analizar las características mecánicas de un material compuesto de matriz polimérica reforzado con caucho de neumáticos reciclados y su repercusión en las propiedades mecánicas.

Acosta y Espín (2019). En dicho estudio se determina que la inclusión de partículas de caucho de neumáticos reciclados en una matriz de resina poliéster inciden negativamente en las propiedades mecánicas tales como esfuerzo máximo en flexión y compresión y también en su módulo de elasticidad en el cual concluyeron que las partículas de cauchos no influyen en las características mecánicas de esfuerzo a la fluencia y que se obtuvo una diferencia significativa entre el esfuerzo de fluencia del material compuesto y el material de matriz pura y el aporte de ésta tesis a la actual es el fortalecimiento de bases teórica y a la construcción técnica y básica de tema actual al cual nos apegamos a método para la propuestas de fabricación del bloque de poli estireno expandido y fibra de hacerlo.

Para continuar con segunda variable de bloque se utilizó la tesis “Prototipo de bloque tradicional con aserrín y fibra plástica PET para mampostería en edificaciones” realizado por los autores Christopher Carlos Jácome Vásquez y Jorge Bryan López Ramírez, como requisito previo para optar al título de ingeniero civil en la universidad laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil en el año 2022, Ecuador. Esta tesis tiene como objetivo general elaborar un bloque tradicional usando aserrín y plástico PET reciclados, que cumplan con propiedades adecuadas, para el levantamiento de mampostería interior en dicho estudio lograron establecer que tiene una mayor capacidad de absorción y compresión aun rango del 5 al 15 % del bloque tradicional e inferior a la normativa del 15 %, INEN 640,638, 642 y 3066.

Jácome y López (2022). De tal manera concluyeron que las propiedades de absorción y comprensión reduce las cantidades de materia prima inicial frente a la realización de bloques de hormigón a la utilización de bloques de aserrín y fibra de plástico PET, el aporte que dio esta tesis a la actual, fue que la absorción y comprensión del bloque es mayor que a la tradicional es decir que al cambiar los agregados aumenta la absorción del bloque.

Para continuar con los antecedentes se trabajará con las variables de poli estireno expandido utilizando la tesis titulada, “Comportamiento de losas alivianadas de hormigón tradicional y mezclado con poli estireno expandido” como autores de la tesis Klever Alexander Torres Chamba y Jadison Geovanny Arias Tabares, como requisito previo para obtener el título de ingeniero civil en la universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil en el año 2022, Ecuador. Esta tesis tiene como objetivo general comparar el comportamiento del hormigón tradicional con el hormigón que tenga en su mezcla un porcentaje de poliestireno expandido para el establecimiento de una dosificación adecuada en el diseño de un hormigón alivianado.

Arias y Chamba (2018). En estos estudios lograron obtener que al sustituir un mayor porcentaje de poliestireno expandido con arena se obtiene un hormigón muy ligero pero con una resistencia baja, siendo el diseño inicial con una resistencia de 240 kg/cm² de tal manera que pudieron concluir que la mezcla del hormigón con poliestireno expandido no cumple con las resistencias para las losas alivianadas y lo único que se obtiene es que es un hormigón de buena trabajabilidad y el aporte que nos dio esta tesis a la actual fue que al sustituir un material para la fabricación del bloque, por poliestireno expandido es que da un aligeramiento menor que el del bloque tradicional.

Al continuar con los antecedentes de la siguiente variable de fibra de acero, usando la tesis titulada, “Hormigón con fibra de acero y caucho reciclado” cuya autora es Mary Carmen Robayo Sarmiento como requisito previo a la obtención del título de ingeniero civil en la universidad laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil en el año 2018. Esta tesis tiene como objetivo general elaborar una mezcla de hormigón con fibra de acero y caucho reciclado para contribuir con la mitigación del impacto ambiental en el sector de la construcción de Guayaquil.

Robayo (2022). En dicho estudio lograron obtener resultados comparables a la mezcla tradicional. con porcentajes óptimo para la incorporación de fibra de acero y caucho reciclado está en el rango del 5 al 10%, reemplazando parcialmente al agregado grueso (piedra).de tal

manera que concluyeron que al agregar fibra de acero y caucho reciclado mantiene el mismo porcentaje de resistencia dando un aporte esta tesis a la actual, es la edificación de la variable fibra de acero, por su debida mezcla con caucho reciclado para mitigar el impacto al medio ambiente.

Al continuar con los antecedentes de la siguiente variable de cemento, usando la tesis titulada “Comparativo del mortero elaborado con cemento blanco vs cemento gris, desde los parámetros resistencia y trabajabilidad” cuyos autores de tesis Galo Fabián Verrones Suárez y Boris Michael Hinojosa Murillo como requisito previo para obtener el título de ingeniero civil en la universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil en el año 2022, Ecuador. Esta tesis tiene como objetivo general realizar un comparativo de mortero blanco y mortero gris, desde los parámetros de resistencia y trabajabilidad.

Hinojosa y Berrones (2022). En dicho estudio se lograron determinar que la resistencia del mortero con cemento blanco tuvo una resistencia esperada de 100 kg/cm² mientras que el mortero con cemento gris no alcanzó la resistencia esperada a los 28 días por lo tanto demostraron que el mortero con cemento blanco tiene una buena consistencia y trazabilidad de los resultados marcan una clara tendencia de la evolución de la resistencia a la compresión de un mortero con cemento blanco en comparación con un mortero de cemento gris, comprobando así la hipótesis planteada según el tema planteado, y el aporte de que nos da esta tesis a la actual es que la resistencia del cemento gris a comparación de otro tipo de cemento blanco, da como iniciativa que la resistencia del gris es menor que a la del cemento blanco por Ender por costo beneficio mantenemos el cemento gris por su bajo costo y mejor trabajabilidad.

Al continuar con los antecedentes de la siguiente variable de propuesta de fabricación, se utilizó la tesis “Propuesta de rediseño en el proceso de manufactura para la fabricación de cofres mortuorios en la empresa Maseb” cuyo autor de la tesis es Christian Sebastián Guerra Miranda como requisito previo para obtener el título de ingeniero en diseño industrial en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador en el año 2022, Ambato-Ecuador en el cual tiene como objetivo general rediseñar el proceso de manufactura para la elaboración de cofres mortuorios en la empresa, Maseb.

Guerra (2022). En dicho estudio lograron obtener resultados con claridad en el que propone un flujo ordenado para el proceso de fabricación en el cual se soluciona los cuellos de botella,

proceso mediante el cual implementa zonas de almacenaje producto al cual las áreas de, pintura, acabados y tapizado en la planta alta, en el que permite un trabajo sin interrupciones, se deja en la planta baja todos los trabajos que no requieren el manejo del cofre ensamblado, asimismo se organiza la maquinaria que permite un cómodo ambiente laboral en espacios de circulación lo que permite destinar suficientemente área para almacenar los cofres terminados y concluyeron que la propuesta es viable y a la vez beneficioso para la empresa en lo laboral ,económico y productivo dando un aporte esta tesis a la actual el fortalecimiento de las bases teóricas en la propuesta de fabricación para el bloque de poli estireno expandido.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Característica mecánica

Para la construcción teórica de la variable se referencia el artículo científico titulado “Caracterización mecánica a flexión de materiales compuestos con matriz foto polimérica reforzados con fibras de abacá y cabuya mediante impresión 3D” de los autores: Edilberto Antonio Llanes Cedeño, Diana Peralta Zurita, Marco pucha Tambo, Juan Carlos Rocha Hoyos, publicada en la revista de Ciencia y tecnología Ingenius en el año 2019.

2.2.1.1. Introducción

Los refuerzos de polímeros se utilizan en distintos lugares del mundo a causa de sus características de ligero peso, al cual dan a costo bajo y excelentes pertenencias mecánicas contribuyendo a la política ambiental a nivel nacional como mundial dando el objetivo de caracterizar el material compuesto como principal de resina foto polimérica con fibra de abacá y cabuya fabricadas por impresión en 3d a través de simulación de ensayos mecánicos para fabricación de autoparte (Rocha, Pucha, Peralta, & Llanes, 2019).

En los últimos años la industria automotriz se ha enfocado en la elaboración y utilización de materiales compuestos, integrando fibras naturales como un elemento de refuerzo, para la fabricación de autopartes externas e internas del vehículo, contribuyendo al medioambiente al utilizar en forma adecuada las fibras naturales con mejores propiedades mecánicas para su aplicación en la fabricación (Faruk, 2014).

Guo y Leu (2013) estudiaron compuestos poliméricos reforzado con fibras naturales en aplicaciones industriales evaluando la viabilidad de las fibras de dátiles para la industria automotriz, lograr mejora en panel de puertas de clase “E” de Mercedes Benz en procesos de participaciones mecánicas del material inicialmente, esto se consiguió mediante el uso de resinas epóxica como combinación de material base y fibra de lino/sisal, reduciendo el peso inicial en 20%.

Callister (2016) indica que las contribuciones finales de los materiales compuestos dependen de las características de dos componentes importantes la matriz, la interfaz y el refuerzo, tomando en consideración en esta última el tamaño, forma, colocación y ubicación, conjuntamente, traza que una de las primordiales composiciones de materiales compuestos son los reforzados con fibras, que muestran excelentes propiedades mecánicas firmeza a la tracción y módulo elevado específico, a partir de elementos con bases de poca densidad tanto en la matriz como en fibra. Además, siendo la disposición, cantidad y distribución del refuerzo del material agregado claramente responsables en las propiedades mecánicas conclusivas del compuesto, como se muestra en la figura 1.

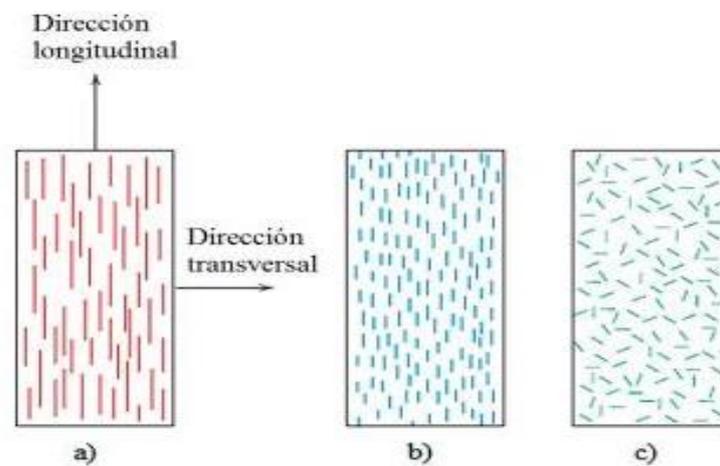


Figura 1. Orientaciones posibles del refuerzo en un material compuesto.
Fuente: (Callister, 2016).

Gracias a las ventajas sobre las técnicas de fabricación tradicionales, los patrones impresos en 3D exhiben superiores participaciones mecánicas que los moldeados, gracias a la buena adhesión de la interfaz de fibra de matriz de los materiales.

Con base en lo anterior, este estudio está destinado a determinar las participaciones del material compuesto con matrices de resinas de fotopolímeros reforzados con fibra natural de abacá y cabuya producidos por impresión 3D, simulación por computadora y ensayos mecánicos, para el estudio en la fabricación de partes automotrices.

2.2.1.2. Materiales y métodos

Mediante la obtención de un material compuesto de elaboración agregada para mejorar las participaciones mecánicas de fibra de refuerzo de abacá y cabuya dando una volumetría del 20 % como elementos compuestos generando así un procesamiento de datos de densidad de fibra de abacá y de la cabuya, una matriz foto polimérica, una regla de composiciones para mezclados reforzados por fibras y un desarrollo y fabricación geométrico de probetas a ensayar (Rocha, Pucha, Peralta, & Llanes, 2019).

2.2.1.2.1. Cálculo de la densidad de fibra de abacá y de la cabuya

Se manejó el procedimiento elaborado por (Paredes & Jácome, 2015) que establece la densidad de las fibras a partir del valor de la densidad de la resina pasando por la construcción de los especímenes e inmediatamente la construcción de la muestra de material compuesto. La consistencia de la fibra está determinada por la diferencia (Rocha, Pucha, Peralta, & Llanes, 2019).

2.2.1.2.2. Matriz foto polimérica

El mecanismo utilizado como principal orgánica macromolecular del composite es fotopolímero manejado en fabricación aditiva con tecnología PolyJet y VeroClear RGO8 10 (Rocha, Pucha, Peralta, & Llanes, 2019).

Tabla 2
Propiedades mecánicas y físicas del material

Material	Densidad (g/cm ³)	Resistencia a la tracción (MPa)	Resistencia a la flexión (MPa)	Módulo de Young (GPa)
Matriz fotopolimérica	1.181	50-65	75-110	2-3

Fuente: (Rocha, Pucha, Peralta, & Llanes, 2019).

2.2.1.2.3. Regla de mezclados compuestos reforzados por fibras

La regla de mezcla perenemente proporcionará consistencia del compuesto reforzado con fibra, donde indica una expresión matemática que permite obtener la densidad del compuesto, donde el volumen y la fracción de consistencia de la matriz y el refuerzo de fibra están relacionados entre sí, que se observa en la Ecuación 1, donde: ρ_c = densidad del material compuesto, f_m = fracción volumétrica de la matriz, ρ_m = densidad de la matriz, f_f = Fracción volumétrica de la fibra y ρ_f = densidad de la fibra (Summerscales , 2019).

2.2.1.2.4. Desarrollo modelo geométrico de probetas

Para desarrollar la geometría de muestras del material compuesto, se empleó la norma ASTM 790 al ensayo de flexibilidad a $153,6 \times 13 \times 4$ mm (Rocha, Pucha, Peralta, & Llanes, 2019).

2.2.1.2.5. Fabricación aditiva de probetas a ensayar

La elaboración agregada de las probetas se ejecutó en una impresora 3D, inyectando capa a capa la fotorresistente foto depositado con una resolución de 0,1 mm, aplicando posteriormente método UV entre capas de resina curado; se interrumpe la impresión y se coloca una capa de filamento a 20 fracciones de volumen y continúa la impresión, como se muestra en la Fig. 2,3,4 (Rocha, Pucha, Peralta, & Llanes, 2019).



Figura 2. Fabricación aditiva con material base
Fuente: (Rocha, Pucha, Peralta, & Llanes, 2019).

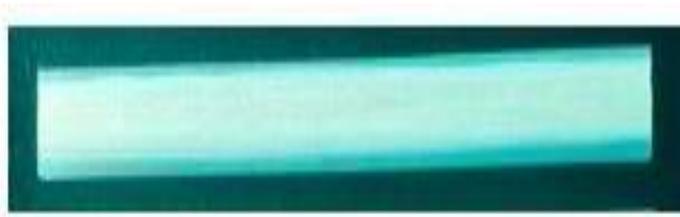


Figura 3. Fabricación del composite reforzado con fibra de abacá
Fuente: (Rocha, Pucha, Peralta, & Llanes, 2019).



Figura 4. Fabricación del composite reforzado con fibra de cabuya
Fuente: (Rocha, Pucha, Peralta, & Llanes, 2019).

2.2.1.3. Resultados y discusión

La densidad de fibra del abacá es de 1,226 g/cm³, la cabuya de 0.665 g/cm³ y el esfuerzo máximo de flexión que provee la fibra de abacá es de 77.53 MPa, módulo de elasticidad 2211,33 mpa y de deflexión es de 5.60 mm y el de la cabuya el esfuerzo máximo es de 83,26 mpa, módulo de elasticidad 1806,03 mpa y acople de flexión de 7.93 mm

2.2.1.2.5. Fabricación aditiva de probetas a ensayar

La elaboración agregada de las probetas se ejecutó en una impresora 3D, inyectando capa a capa la fotorresistente foto depositado con una resolución de 0,1 mm, aplicando posteriormente método UV entre capas de resina curado; se interrumpe la impresión y se coloca una capa de filamento a 20 fracciones de volumen y continúa la impresión, como se muestra en la Fig. 2,3,4 (Rocha, Pucha, Peralta, & Llanes, 2019).

2.2.1.3.1. Resultados de la prueba de flexión de material de matriz

Se efectuó la elaboración agregada de cinco muestras para ensayos de flexión según la norma ASTM 790 de material original, como referencia. La Figura 5 muestra los especímenes en donde se determina que se ha producido una fractura posterior cuando se prueba. La tabla 3 muestra los valores de prueba El doblado se realizó en cinco muestras de material de matriz

compuesto. Determine los valores medios de esfuerzo de flexión máximo de 92.77 MPa con desviación estándar 9,67, módulo de elasticidad segundos en flexión 1689.6 MPa con una desviación estándar de 216,59 y 8,72 mm de deflexión con deflexión estándar 0,96 (Rocha, Pucha, Peralta, & Llanes, 2019).



Figura 5. Probetas ensayadas del material matriz
Fuente: (Rocha, Pucha, Peralta, & Llanes, 2019).

Tabla 3

Resultados de ensayo de flexión de material matriz

Material	Recuento	Promedio	Desviación estándar
Fuerza máxima (N)	5	189,33	19,58
Esfuerzo máximo de flexión (MPa)	5	92,77	9,67
Módulo de elasticidad secante a flexión (MPa)	5	1689,64	216,59
Deformación máxima (%)	5	5,13	0,61
Deflexión (mm)	5	8,71	0,96

Fuente: (Rocha, Pucha, Peralta, & Llanes, 2019).

2.2.1.3.2. Resultados de simulación estructural de rejillas de aire acondicionado como aplicación

La ficción estructural se efectúa utilizando Software Siemens NX 10 para poder observar el valor de desplazamiento de esfuerzo y nodo del elemento que representa tanto el material de partida de ducto de aire (Rocha, Pucha, Peralta, & Llanes, 2019).

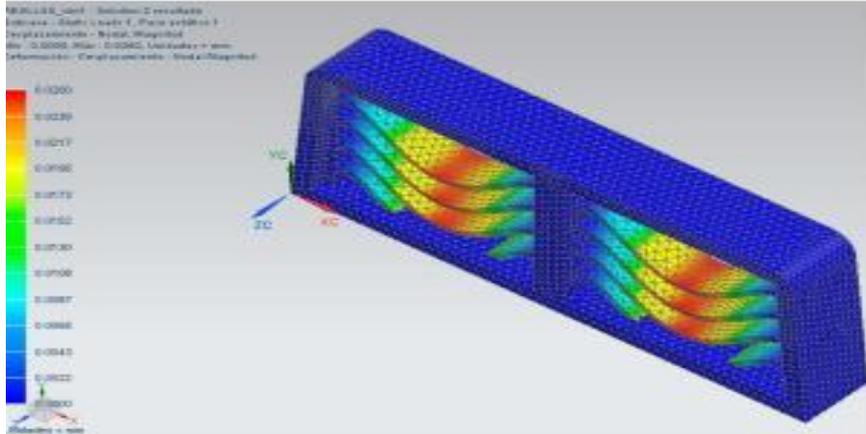


Figura 6. Desplazamiento nodal de rejillas de aire acondicionado.
Fuente: (Rocha, Pucha, Peralta, & Llanes, 2019).

Los valores corresponden al máximo desplazamiento de nodo que se produce en la red de climatización observándose un valor medio de 0,026 mm.

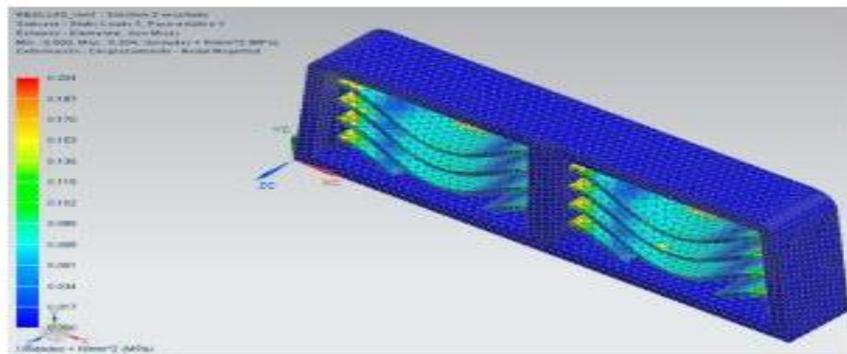


Figura 7. Gráfica de esfuerzos generados en las rejillas de aire acondicionado
Fuente: (Rocha, Pucha, Peralta, & Llanes, 2019).

Los valores máximos de esfuerzos que se generan en las rejillas de aire acondicionado, bajo el análisis o criterio de falla de Von Mises dando un valor de 0,204 MPa como esfuerzo máximo.

2.2.1.3.3. Comparación de propiedades mecánicas de flexión de materiales compuestos mediante impresión 3D con otros materiales

En esta sección, comparamos las propiedades, la mecánica de flexión se obtiene de describir las propiedades de materiales compuestos reforzados con fibras de abacá y cabuya gracias a la impresión 3D, con otros materiales sintéticos reforzados con diversas fibras y matrices

naturales; teniendo en cuenta otros procesos de fabricación, así como comparaciones con los plásticos utilizados en la industria automotriz (Rocha, Pucha, Peralta, & Llanes, 2019).

Designación del material	Tipo de material	Material matriz	Fibra refuerzo	Tipo de fabricación	Fracción volumétrica de refuerzo	Orientación de la fibra refuerzo	Esfuerzo máximo de flexión (MPa)	Módulo de elasticidad a la flexión (MPa)
MCFI20%AL	Material compuesto	Fotopolímero	Abacá	Impresión 3D	20%	Longitudinal	77,534	2211,33
MCFI20%CL	Material compuesto	Fotopolímero	Cabuya	Impresión 3D	20%	Longitudinal	83,256	1806,03
MCPE20%AL	Material compuesto	Poliéster	Abacá	Estratificación manual	20%	Longitudinal	100	10000
MCPE23%CL	Material compuesto	Poliéster	Cabuya	Estratificación manual	23%	Longitudinal	51,39	2355,58
POLIÉSTER	-	Poliéster	-	-	-	-	56,62	1867,82
MCPB20%AL	Material compuesto	Polimérica biodegradable	Abacá	Por compresión	20%	Longitudinal	104,4	5570
PLA	-	Polimérica biodegradable	-	-	-	-	69	2755
MCP20%AT	Material compuesto	Poliéster	Abacá	-	20%	Tejido	62,4	3976

Figura 8. Método de diferencias mínimas explicativas, con el 95 % de confianza

Fuente: (Rocha, Pucha, Peralta, & Llanes, 2019).

A cada material se le asigna un código basado en el tipo de material, como material base, fibra de refuerzo, estructura, fracción de volumen del refuerzo y la orientación del refuerzo de los diferentes materiales (Rocha, Pucha, Peralta, & Llanes, 2019).

2.2.1.4. Conclusión

Indicamos que los esfuerzos máximos de flexión de la fibra de abacá y cabuya como compuestos reforzados dan una fracción del 20 % de volumetría lo que en dichos estudios da alternativa para la elaboración de autoparte a través de la impresión 3d, debido a que sus características mecánicas son superiores a otros tipos de materiales con lo que se realizan las impresiones 3d en la industria automotriz (Rocha, Pucha, Peralta, & Llanes, 2019).

La reducción de algunas propiedades mecánicas de los materiales compuestos producidos por fabricación aditiva relacionada con las características de material de la matriz se debe al bajo grado de adherencia que tienen las fibras de refuerzo con el material matriz, es decir, se crea una mala interfase entre ingredientes mencionados.

El módulo elástico de los materiales compuestos reforzados analizados aumentó en comparación con material de la matriz, lo que lleva a aumentar Se caracteriza la dureza del

material. El módulo elástico de los materiales compuestos reforzados analizados aumentó en comparación con material de la matriz, lo que lleva a aumentar Se caracteriza la dureza del material (Rocha, Pucha, Peralta, & Llanes, 2019).

Los composites creados por impresión 3D son una alternativa a la fabricación autopartes, porque sus propiedades mecánicas son en algunos casos superiores a las de otros materiales considerado en la industria automotriz. La simulación por computadora de respiraderos de acondicionamiento de carga, permitió comprobar los desacuerdos significativos que concurren entre dos materiales desarrollados para el lanzamiento nodo, además, se puede comprobar que, en el estudio de esfuerzo, no hay desacuerdo demostrativo entre material de simulación (Rocha, Pucha, Peralta, & Llanes, 2019).

2.2.2. Características mecánicas

Para la construcción teórica de la variable características mecánicas se utilizara el artículo científico titulado “Uso de distintos tipos de fibras para mejorar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica” de los autores: Jefferson Adrián Zen Flores, John Jeiner Azula Vásquez, Cristian Fabián Pacherras Sánchez, Ernesto dante rodríguez Lafitte, Sócrates Pedro Muñoz Pérez, publicada en la revista Infraestructura Vial / Lanamme UCR / ISSN electrónico: 2215-3705 Volumen 24 / Número 43 / Ene-Dic, 2022.

2.2.2.1. Introducción

El pavimento de asfalto ampliamente utilizado en el mundo exitosamente, destacando principalmente su fácil proceso por el valor constructivo y relativamente bajo, este tipo de la acera se compone principalmente de un revestido. Esta mezcla bituminosa se compone básicamente de una combinación de cemento asfáltico, áridos y rellenos, cemento asfáltico y rellenos formando una mezcla asfáltica, pero esto empeora con el tiempo, debido a una combinación de diferentes factores ambientales y los efectos de las cargas generadas por los vehículos pesados (Shanbara, Musa, & Dulaimi , 2020).

Así es como hasta las carreteras tienen superficie bituminosa el diseño se degrada rápidamente, afectar su desempeño en la transitabilidad y por lo tanto reducir su vida útil,

también tiene una influencia importante en tiempo dedicado al uso de elaboraciones de baja calidad en producciones combinadas, aunque sea innegable en el mercado se exhibe insumos de excelente calidad, pero adquirirlo a menudo se vuelve difícil debido a básicamente, con su alto costo monetario (Klinsky, Kaloush, Faria, & Bardini, 2018).

Por lo tanto, para mejorar el rendimiento y aumentar la vida útil del pavimento y mejorar la calidad del servicio, los científicos han manejado agregados para perfeccionar características de la composición asfáltica, agregados que refiere a diferentes fibras. En estos se usaron fibras sintetizadas, se utilizaron microfibras de vidrio, que, a partir de base de investigaciones realizadas en explorar el comportamiento formativo de surcos y fallas de mezclas bituminosas reforzadas con este hilo, se ha comprobado que se ha mejorado la resistencia fractura, así como mejorar la formación desconcertado (Adrianzen , Azula , & Pacherres, 2022).

Estos progresos además se muestran bajo la adición de otro tipo de fibra sintético, como el caso de uso de fibra plástica de restos, clasificados en resistencia a la rotura y arrugado, mostrando un aumento en el rendimiento, mejorando estos atributos y también un impacto de reutilización activa de residuos plásticos (Abu Abdoa & Jung, 2019).

Por otro lado, existe uso de diferentes ejemplos de fibra natural. En este ejemplo se utilizó fibras del bambú, basado en esta investigación, se mejora el rendimiento con el diseño de dos tipos de mezclas, un modelo con fibra completada a prueba de pista flexión de ruedas y vigas tres puntos, se ha demostrado que fortalece comportamiento de formación de surcos y grietas a baja temperatura (Adrianzen , Azula , & Pacherres, 2022).

2.2.2.2. Metodología

La investigación se refiere a 81 artículos que se encuentran en la base de datos Scopus y Ebsco. Se descartan todos los artículos de más de 7 años. La investigación se efectuó del 12 de abril al 14 de junio de 2021. Además, se incluyó una sinopsis de las primordiales propiedades corregidas con el aditamento de fibras en el asfalto flexible (Adrianzen , Azula , & Pacherres, 2022).

Base de datos	Año de Publicación								Total
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Scopus	4	3	4	4	8	11	27	2	63
Ebsco	2	0	2	1	3	4	6	0	18
Total	6	3	6	5	11	15	33	2	81

Figura 9. Artículos distribuidos según la base de datos y año de publicación
Fuente: (Adrianzen , Azula , & Pacherres, 2022).

Autores/Año	Fibra	% Óptimo de fibra	Propiedades mejoradas*					
			A	B	C	D	E	F
(Kamaruddin, Napiah, y Nahi, 2016)	Polipropileno y Poliéster	0,50%	SÍ	NO	NO	-	-	-
(Wang, Zhou, Hu, Shen, y Dong, 2021)	Cerámica	0,40%	SÍ	-	-	-	-	-
(Morova et al., 2016)	Poliparafenilén tereftalamida polimérica	0,25%	NO	NO	NO	SÍ	-	-
(Parimita, 2020)	Tallo de plátano, desperdicio de coco maduro	0,30%	-	-	SÍ	SÍ	-	SÍ
(Herráiz, Herráiz, Domingo, y Domingo, 2016)	Posidonia	1,5-2%	SÍ	SÍ	SÍ	-	-	SÍ
(Ziari, Saghafi, Moniri, y Bahri, 2020)	Poliolefina-aramida	0,05%	-	SÍ	SÍ	-	-	SÍ
(Ziari y Moniri, 2019)	Poliolefina	0,12%	-	SÍ	-	-	-	SÍ
(Chen, Yi, Chen, y Feng, 2019)	Tallos de maíz	9,00%	SÍ	-	-	SÍ	-	SÍ
(Guo, Li, Lu, Bi, y He, 2020)	Basalto, poliéster, lignina	0,40%	SÍ	-	-	-	SÍ	-
(Liu, Li, Chen, Guan, y Liu, 2020)	Paja de algodón	0,20%	SÍ	-	-	-	SÍ	-
(Bdour, Khalayleh, y Al-Omari, 2015)	Lana de alambre	0,50%	-	-	NO	SÍ	-	-
(Do, Nguyen, Tran, y Tai Nguyen, 2020)	Forta-fi	0,10%	-	SÍ	-	SÍ	-	-
(Arabani, Shabani, y Hamed, 2019)	Cerámica	3,00%	-	SÍ	SÍ	-	-	-
(Hao, y Hao, 2014)	Basalto	0,30%	SÍ	SÍ	-	-	SÍ	-
(Wang, Yang, Zhan, Ding, y Jin, 2018)	Poliacrilonitrilo	0,30%	-	SÍ	-	-	-	-
(Atherton, Ruddock, y Shanbara, 2017)	Coco, vidrio	0,35%	-	-	SÍ	-	SÍ	-
(Shanbara, Ruddock, y Atherton, 2018c)	Vidrio, cáñamo, yute y bonote	0,35%	SÍ	-	SÍ	-	-	-
(Takaikaew et al., 2018)	Poliolefina y aramida	0,05%	-	SÍ	SÍ	SÍ	-	-
(Enieb, Diab, y Yang, 2019)	Vidrio	0,3 y 0,6%	SÍ	-	SÍ	-	-	-
(Alnadish, y Aman, 2019)	Aramida	0,05%	-	SÍ	SÍ	-	-	-
(Zhang, Hao, Pang, y Mwanza, 2016)	Híbrido	7,20%	SÍ	-	SÍ	-	-	-

*A: susceptibilidad a la humedad; B: Resistencia a la fatiga; C: Resistencia a la formación de surcos; D: resistencia a la tracción; E: estabilidad a alta temperatura; F: Resistencia al agrietamiento

Figura 10. Propiedades con la adición de Fibras en los Pavimentos Flexibles
Fuente: (Adrianzen , Azula , & Pacherres, 2022).

Este artículo ha recopilado información del estudio comparativo de resultados y criterios para diferentes escritores, con el fin de catalogar en 8 secciones, creando una compensación de criterios sobre el uso de diferentes hilos para mejorar Propiedades mecánicas de mezclas bituminosas (Adrianzen , Azula , & Pacherres, 2022).

Las fibras sintéticas se utilizan para actuar como modificador de mezcla bituminosa, apareció modificadores posibles, usando dos tipos fibras poliméricas (fibras de polipropilenos

y fibras poliéster), la cual mostró un efecto positivo cuando se agrega a la mezcla, la publicidad reducir el daño por humedad y la mejorara de las mismas propiedades utilizando fibras poliméricas. menos poliparafenileno tereftalamida es óptimo el 0,25% (Adrianzen , Azula , & Pacherres, 2022).

Algunos materiales se caracterizan porque contra su resistencia son de forma independiente, combinarlos con otros ingredientes relativamente, en este sentido Cetin (2014) ensayó el uso de fibras de acero en la mezcla asfáltica, demostrando rendimiento adecuado incluso en cemento asfáltico como en la capa de desgaste proporcional 0,1% y 5 fibras (Adrianzen , Azula , & Pacherres, 2022).

Jasni (2020). Ha demostrado que la inserción de fibras de acero en la mixtura aumentó estabilidad, módulo de elasticidad y fluencia de visualización dinámica con mejores resultados en el adjunto inmejorable de fibra es del 0,4 %.

2.2.2.3.1. Fibras naturales

Parimita (2020). Experimentó el uso de fibra recogidas del tallo y parte del plátano desechos de cocos maduros, lo que demuestra que su uso proporciona una mejor resistencia en surcos y grietas. Por lo tanto, en su estudio combinado con fibra de coco en una mezcla discontinua, se crean características satisfactorias en sensibilidad a la humedad y resistencia tracción, muy lejos de las fibras naturales utilizadas habitualmente.

2.2.2.3.2. Métodos utilizados para evaluar mezclas asfálticas con fibras según el tipo de cemento asfáltico

Nasari y participantes en su artículo manejan la fibra cerámica (CF) como modificador de cemento bituminoso (PG 64 -22), señalando que cuando utilizamos hasta un 0, % en peso de cemento bituminoso la potencia de salida es reducido y aumentando en costo-beneficio, permitiendo las propiedades reológicas del cemento bituminoso sean conveniente para grados inferiores al cemento control de asfalto.

Arabani y participantes ensayó la misma fibra, pero con un cemento bituminoso PG 6 -16 (más utilizado para clima cálido y templado) logrando que la vida de fatiga de la mezcla

asfáltica se incrementa suma hasta 3% CF, pero si agregas CF para más del 3% reduce la vida útil.

2.2.2.3.3. Desempeño de las mezclas asfálticas con fibras según el tipo de mezcla asfáltica

Se estudiaron una mezcla en frío con el uso de fibras (celulosa, celulosa de vidrio, nylon-poliéster-celulosa), es cuantitativo 0,15% y 0,30% en peso sintéticamente, tenga en cuenta que las fibras de celulosa están en 0.15% para mejores resultados que mezcla libre de fibra, destacando un rendimiento sobresaliente en tiempos de curado más cortos). Además, el uso de hilos de fibra de coco y vidrio, cuando se utilizan como materiales mezcla en frío reforzada y optimizada (CMA) al mejorar significativamente el módulo dureza y resistencia a la tracción de la mezcla, observó que estos mostraron efectos sobre reducir la formación de surcos, para catalogarlos como posibles ingredientes de refuerzo para aumentar la vida útil del pavimento (Adrianzen , Azula , & Pacherres, 2022).

Por otro lado, para caracterizar el comportamiento estrecho en CMA, se ensayaron las fibras magnéticas, fibras de vidrio y lienzo, lo que traslada al uso que la fibra mejora el rendimiento de la mezcla CMA, contra la deformación permanente y encontrar maneras de fortalecer en investigaciones anteriores (Adrianzen , Azula , & Pacherres, 2022).

Shanbara y colaboradores, investigaron la fibra de vidrio, cáñamo, yute y coco en la CMA, mediante la cual determinaron que Mezcla CMA enriquecida con fibras naturales y las sustancias sintéticas facilitan la imperfección significativamente más bajo que la mezcla tradicional caliente y frío.

2.2.2.3.4. Rentabilidad del uso de fibras en las mezclas asfálticas

A través de la investigación se estableció que la utilización de fibra de polipropileno en HMA ha aumentado significativamente un costo inicial, pero esto aumenta el ciclo la vida útil del pavimento, a la larga será más barato (Adrianzen , Azula , & Pacherres, 2022).

También está presente la investigación de Souliman y participantes que han estudiado la utilización del hilo por aramida, añadida 0,05% relativo en comparación con el peso total de

los compuestos, mayor en resistencia a cansado agrietado y arrugado, prolongando su vida y minimizando los costos de recuperación y mantenimiento.

En esta dirección, Además, se ha demostrado que el beneficio de mezclas reforzadas con fibra ,25 veces más altas en comparación con una mezcla controlada que no cambió con análisis de agotamiento, tanto que el beneficio de composición reforzada con fibra ,52 veces mayor en comparación con una mezcla de control no ajustada para análisis de formación de surcos (Adrianzen , Azula , & Pacherrres, 2022).

2.2.2.4. Conclusión

A través de los estudios literarios encontrados por diferentes autores en mejorar las propiedades mecánicas de la mezcla el asfalto con fibra adicional se ha alcanzado la siguiente conclusión.

Se concluye que en las distintas tipologías de fibras manejadas en mezclas asfálticas, se ha presentado un uso de desigualdad de fibras sintéticas, con características de mezcla, se ha resaltado la parte sintética de la fibra aramida, tanto que las fibras naturales y las fibras de basalto es una correcta opción para endurecer el pavimento siendo maleable, ya que en los ensayos realizados tales como: Marshall, de la tracción indirecta, y penetración del cono, como prueba de huella de rueda, se obtuvo excelentes efectos (Adrianzen , Azula , & Pacherrres, 2022).

En la proporción eficaz de fibras que se presentó para optimar las propiedades de la mezcla asfálticas, se distinguió según el prototipo de fibra, representación, volumen y cómo se adicionan a la mezcla, porque dependiendo de las exigencias se puede agregar y reemplazar por porcentaje o por peso, de agregado áridos finos y gruesos, cemento bituminoso, componentes del asfalto. La adición de fibras en mezcla caliente, tiene características muy superiores a mezcla asfáltica ordinaria, tanto que el uso de fibra en las mezclas asfálticas en frío se muestran sólo particularidades iguales o ligeramente superiores a mezcla habitual.

Al valorar el uso de fibra en mixturas asfálticas en el estudio de costo beneficio, se evidenció que el uso de la fibra es una elección permitida en comparación con las mezclas tradicionales. Si conforme es evidente una ampliación en el coste originario, pero también es una ampliación

en el período de vida, por lo que en lo económico es factible para proyectos viales implementándolo y utilizando el pavimento flexible (Adrianzen , Azula , & Pacherres, 2022).

A partir de la revisión bibliográfica realizadas, recomendamos continuar estudios dirigidos a uso de fibras en la producción de mezclas bituminosas por las mejoras que trae (Adrianzen , Azula , & Pacherres, 2022).

2.2.3. Bloque

Para la construcción teórica de la variable bloque se utilizará el artículo científico titulado “Rendimiento estructural de bloques de hormigón con agregados de madera para la construcción de edificios de mediana y gran altura” de los autores: David Domínguez Santos, publicada en Departamento de ingeniería y gestión de la edificación, Universidad de Talca, Curicó (Chile). En el año 2021.

2.2.3.1. Introducción

La construcción es un principio del 20% de pronunciamientos de gases de efecto invernadero. Por lo cual, en los últimos años, se han realizado esfuerzos para crear materiales que sean ambientalmente sostenibles, reduciendo los impactos de contaminación existentes en el mundo y, por ende, reduciendo los costos de construcción, trayendo beneficios a la sociedad (Dominguez, 2021).

La versatilidad estructural del hormigón, a causa de sus propiedades y mecanismos de rapidez y facilidad de montaje, se ha convertido en uno de los materiales directos más empleados en la construcción. Debido a las propiedades de este material en las paredes vertidas, se han realizado muchas investigaciones durante la última década para mejorar sus propiedades. Entre todos los estudios favorables, se ha justificado la efectividad de introducir elementos de mezcla de concreto en los muros intercalados de edificios de marco bajo, sin embargo, aún existe una falta de conocimiento sobre el comportamiento de los mismos en edificios altos (Dominguez, 2021).

2.2.3.2. Antecedentes

Los materiales importantes más utilizados en muros y construcción son, cemento, hormigón y la arcilla, elementos que han confirmado su eficacia y eficiencia en las edificaciones. Estos materiales directos aparecen con mayor o menor categoría en diversos elementos constructivos de los edificios. Como resultado, varios investigadores han investigado el efecto de los aditivos en estos elementos para mejorar sus propiedades térmicas, acústicas, mecánicas y otras. Se ha demostrado que el uso de muros en edificios de almacén de baja altura mejora las propiedades sísmicas de los edificios, debido a la mayor rigidez y resiliencia inicial sobre la que actúan estos factores (Dominguez, 2021).

Sin embargo, esta aseveración no es muy importante en edificios de medianos o gran elevación, a causa de la dureza y gran peso que estos compendios contribuyen a la estructura. Estos elementos han mostrado un buen desempeño en las edificaciones, pero la complejidad, el costo y la elaboración que solicitan los trabajadores para instalarlos en las obras de construcción han afectado su uso en las obras de construcción. Es por ello que se ha incrustado distintos materiales como agregados a los elementos que conciertan estas paredes, con el fin de mejorar las propiedades (Dominguez, 2021).

2.2.3.3. Materiales y métodos utilizados

2.2.3.3.1. Consideraciones previas

Está claro que la cantidad del aditivo en mezclas de cemento establece las propiedades conclusivas que se obtienen. Este estudio continuado por D. Domínguez y colaboradores establecen aquello para edificios de gran altura. Para lo cual se obtuvieron los efectos mecánicos de fuerzas de compresión y flexión aprovechadas al bloque de concreto con aserrín y viruta logrados mediante una máquina hidráulica del laboratorio de construcción de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Talca. La producción del hormigón utilizado en los bloques sigue las especificaciones de las normas chilenas y españolas (Dominguez, 2021).

Los bloques utilizados han sido probados a compresión y compresión a flexión según normas NCh de Chile. Para cada muestra, se determina su capacidad mecánica mediante compresión flexográfica y curvas de compresión. Como se señaló anteriormente, se buscó el

respeto al medio ambiente y la sostenibilidad, utilizando los abundantes productos disponibles en lugares sísmicos como Chile y Japón. Es por ello que, en este estudio y en él, se utilizarán residuos de industrias y aserraderos, de diferentes especies arbóreas, para incorporar la mezcla a los bloques (Dominguez, 2021).

2.2.3.3.2. Resultados mecánicos utilizados

La firmeza a compresión promedio de todos los bloques de concretos fabricados se calculó a los 7, 14 y 28 días posteriormente de la preparación. Tal cual se indicó anteriormente, este artículo solo se consideró los resultados aptos para uso estructural según la NCh 181 de Chile, es decir, bloques de concreto convencional y bloques de concreto con agregados de aserrín y viruta (Dominguez, 2021).

Los valores promedio de las pruebas de laboratorio utilizadas para esta encuesta se muestran en la tabla.

Tabla 4
Resistencia compresión y tracción

Tipo de bloque	Compresión (N/mm ²)	Flexo-tracción (N/mm ²)	Peso bloque(N)
0% (Ordinario)	1.47	0.31	160.02
Con el 10% Aserrín	1.28	0.34	136.12
Con el 10% Viruta	1.20	0.33	135.55

Fuente: Domínguez, D. (2021).

Los cálculos obtenidos en la Tabla 1 se toman de las resistencia de curvas a la compresión y tracción de los componentes de concreto tomadas 28 días después de la fecha de elaboración. Estas encorvas se lograron de acuerdo con la norma chilena NCh 1037 (Dominguez, 2021).

2.2.3.3.3. Análisis estructural

Se refiere la conducta sísmica de los modelos estructurales característicos de listas sísmicas templadas manejando análisis estáticos no lineales. Los cálculos se realizan con software de cálculo estructural. Sismostruct v.7.0.2., este software se basa en el análisis de compendios

definidos, un producto de Seismosoft. Este programa permite apreciar la correlación entre el desplazamiento en planta alta y el esfuerzo cortante máximo en la base de edificaciones bajo cargas estáticas y dinámicas, a razón de la conducta de materiales no directos en todas sus analíticas (Wararuksajja, Srechai, & Leelataviwat, 2020).

2.2.3.3.4. Descripción de los pórticos analizados

Los modeladores detallados en este trabajo se establecen en la ordenación marco, dada la cantidad de este sistema constructivo en muchos países de América Latina y Europa. Estos trabajos se caracterizan por tiempos de ejecución rápidos y menor consumo de material (Dominguez, 2021).

Reglamentos En los últimos años, la mayoría de los países europeos han ajustado sus códigos de país para juzgar a los de Europa y América. Por lo tanto, los resultados de este trabajo pueden colocarse representativos de una simetría significativa de los edificios existentes en Europa y partes de América Latina. Como se muestra en la Figura 1, cada tipo de marco de puerta se acomoda de vanos con una longitud de 5 metros, no se tiene en cuenta las fuerzas sísmicas y no se tiene en cuenta los muros de relleno (Dominguez, 2021).

Los bloques que componen las paredes de inserción del marco se colocan debajo de las vigas superiores de cada piso sin ningún punto de anclaje a los miembros estructurales. La altura entre plantas es de tres metros, siendo la altura libre de cada planta de 2,60 metros (Dominguez, 2021).

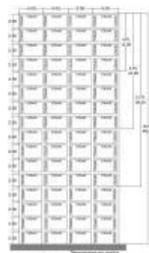


Figura 11. Dimensiones y geometría de los pórticos

Fuente: Domínguez, D. (2021).

Los elementos estructurales horizontales del marco pertenecen a vigas de 30 cm de ancho y 0 cm de alto en cualquier altura. Los compendios verticales de cada pórtico están desarrollados por cinco columnas cuadradas, cada una separada 10 cm después de cada uno de los niveles.

La persistencia estructural de los compendios que componen el pórtico se consigue mediante el refuerzo longitudinal, correspondiente a barras de acero que da unión a las vigas y pilares, que desempeñan todas las obligaciones de las normas europeas y americanas de diseño estructural (Dominguez, 2021).

El muro de mampostería no estructural está formado por bloques de hormigón de 19,1 cm de grosor, apartados por mortero de 1 cm de grosor y reforzados con escaleras horizontales cada cuatro bloques (Dominguez, 2021).

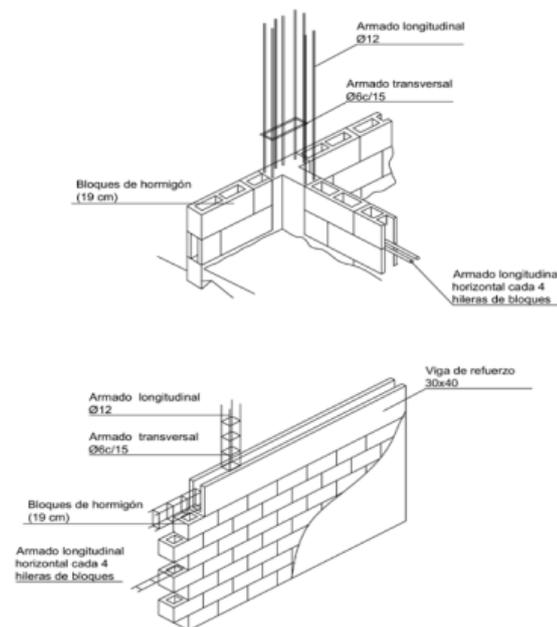


Figura 12. Colocación de bloques

Fuente: Domínguez, D. (2021).

En la figura 12, cada marco está propuesto por un número y letras. Esta imagen muestra un prototipo de la altura y longitud total del pórtico, las dimensiones de las vigas y columnas, el peso del pórtico según la composición de acciones $G + 0.3Q$ según el Euro código 8 y las etapas básicas de los diferentes modelos analizados (Dominguez, 2021).

Tipo de Pórtico	Altura total (m)	Longitud total (m)	Vigas (cm ²)	Pilares (cm ²)	Peso total (kN)	Periodo fundamental (s)
4 - NW	12	20.5	30x40	30x30	2691	0.56
4 - WTB	12	20.5	30x40	30x30	3273	0.32
4 - WAB	12	20.5	30x40	30x30	3239	0.35
4 - WVB	12	20.5	30x40	30x30	3228	0.36
8 - NW	24	20.5	30x40	30x30/40x40	5485	0.88
8 - WTB	24	20.5	30x40	30x30/40x40	6650	0.62
8 - WAB	24	20.5	30x40	30x30/40x40	6581	0.68
8 - WVB	24	20.5	30x40	30x30/40x40	6559	0.69
12 - NW	36	20.5	30x40	30x30/40x40/50x50	8410	1.24
12 - WTB	36	20.5	30x40	30x30/40x40/50x50	10156	0.91
12 - WAB	36	20.5	30x40	30x30/40x40/50x50	10054	0.98
12 - WVB	36	20.5	30x40	30x30/40x40/50x50	10020	1.00
16 - NW	48	20.5	30x40	30x30/40x40/50x50/60x60	11495	1.65
16 - WTB	48	20.5	30x40	30x30/40x40/50x50/60x60	13823	1.26
16 - WAB	48	20.5	30x40	30x30/40x40/50x50/60x60	13686	1.31
16 - WVB	48	20.5	30x40	30x30/40x40/50x50/60x60	13641	1.32

Figura 13. Configuración de los pórticos

Fuente: Domínguez, D. (2021).

En la combinación de las acciones de ponderación del pórtico, G determina el peso de la estructura y Q es la sobrecarga, considerando uso residencial, administrativo o manual, correspondiente a 2 kN/m² en todas las plantas del pórtico excepto la superior, con una carga de 1 kN/m² (Dominguez, 2021).

2.2.3.3.5. Modelo del pórtico

La síntesis que disponen cada cuadro se ajusta mediante barras de elementos finitos. Para cada componente estructural se siguieron las especificaciones propuestas por Mander para el hormigón y el modelo bilineal de Ferrara para las barras de acero de refuerzo. Además, las vigas y columnas efectivos están representadas por elementos finitos con barras no lineales, donde las partes no lineales se reúnen en las rótulas plásticas ubicadas en los extremos de cada barra, correspondientes a 15° de la longitud total del elemento, las uniones entre columnas y vigas de hormigón se consideran rígidas, mientras que el comportamiento de histéresis representa la distribución de tensiones calculada con presentadores de fibra en función del material y las propiedades geométricas de las vigas de hormigón (Dominguez, 2021).

La simulación de las propiedades mecánicas de cada material en los elementos del marco requiere la entrada de diferentes reseñas convenientes a las propiedades del material (Dominguez, 2021).

2.2.3.3.6. Modelos de los muros de relleno

En este sentido, se realizó una revisión detallada de una serie de documentos, este trabajo aplica el método de un par puntal presentado por Crisafulli y Priestley. El principal criterio que se ha tenido en cuenta para la selección de este sistema de cálculo es el buen comportamiento de los efectos de interacción tabla-marco propuestos para los modelos utilizados. El enfoque de Crisafulli proporciona un excelente modelo para evaluar la respuesta general de este sistema (Dominguez, 2021).

La guía consta de un mecanismo de panel con cuatro botones, que están conectados al marco en las juntas de la viga y la columna. Internamente, la composición del panel tiene en cuenta los tipos de compresión y corte de los muros de mampostería por separado, manejando dos contrafuertes semejantes y un resorte de corte en cada dirección. Esta guía muestra una deferencia completa de la rigidez lateral de la losa y la resistencia de la mampostería, especialmente cuando se esperan dificultades de evasión a lo largo de las juntas de lechada o problemas de tensión transversal (Dominguez, 2021).

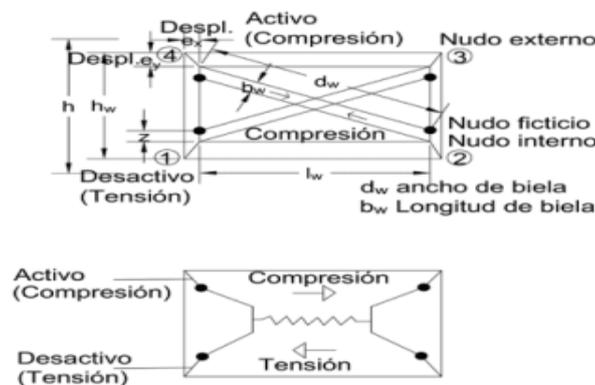


Figura 14. Modelos utilizados de muros de relleno

Fuente: Domínguez, D. (2021).

2.2.3.3.7. Caracterización de los muros de relleno

Para calibrar el modelo utilizado en este trabajo para muros de block se utilizaron los parámetros geométricos y mecánicos de la Tabla 3 utilizados (Dominguez, 2021).

Unidades	Bloques tradicionales	Bloques con aserrín	Bloques con viruta
t (mm)	191	191	191
A _i (mm ²)	276970.21	276970.21	276970.21
d _v (mm)	5830.95	5830.95	5830.95
b _v (mm)	1457.74	1457.74	1457.74
E _b (N/mm ²)	36000	17964.07	16463.41
b (mm)	192	192	192
j (mm)	20	20	20
E _m (N/mm ²)	11709.30	4986.75	4429.08
h _v (mm)	3000	3000	3000
E _s (N/mm ²)	37150.60	37150.60	37150.60
h (mm)	3400	3400	3400
f _i (MPa)	15	12	11.5
f _{m0} (MPa)	12.05	11.51	11.40
τ _{max} (MPa)	2.66	2.51	2.48
γ _p (kN/m ³)	13.93	11.85	11.80
z (mm)	852.81	1055.68	1087.43
λ	0.00180	0.00149	0.00144
θ (°)	30.96	30.96	30.96
I _c (mm ⁴)	675e6	675e6	675e6

Figura 15. Valores numéricos de la geometría y comportamiento mecánico
Fuente: Domínguez, D. (2021).

2.2.3.3.8. Diseño de los pórticos

Los caracteres de diseño estructural refieren diferentes técnicas para edificar el análisis. Este trabajo discurre 3 tipos de análisis:

- a) Estudio estático según normas de hormigón armado Estándar norteamericano ACI-318 y español EHE-08, mediante el cual los elementos estructurales están diseñados marco vigas y columnas (Dominguez, 2021).
- b) Estudio espectral según normativa sísmica Europa (EC-8) y España (NCSE-02) para lograr fuerzas sísmicas y cortantes en la base del pórtico. Resultado logrado se comparará con el resultado de análisis estático push over (Dominguez, 2021).
- c) Estudio Estático No Lineal (Push through), al hacerlo, Estime la capacidad final y la resina en términos de resistencia y cambio para cada cuadro (Dominguez, 2021).

2.2.3.3.9. Modelos de los muros de relleno

Los resultados se obtienen en la Tabla 4, utilizando los espectros normativos español y europeo, considerando la dureza media tipo II/C y la aceleración sísmica media, para una estructura de importancia normal (Dominguez, 2021).

2.2.3.4. Análisis estático no lineal (Push-over)

El análisis se utiliza para valorar la capacidad horizontal máxima de la colocación, tomando en cuenta el comprendido de tensión y frecuencia del movimiento de resultado dinámica. Al realizar los cálculos, la colocación de carga contigua no se conserva fija, sino que se actualiza continuamente durante el análisis, dependiendo de la geometría modal y los factores participantes obtenidos de los valores característicos del análisis en cada etapa del proceso de cálculo. Este procedimiento es multimodal y expone el reblandecimiento de la estructura, la elongación de su etapa y el cambio de fuerza de apatía debido al acrecentamiento espectral. Esta observación accede a cálculo de la cabida de carga lateral máxima de colocaciones cuya respuesta dinámica no está indebidamente influenciada por los grados de deformación experimentados (Dominguez, 2021).

En otras palabras, se puede suponer que la colocación de fibras planas que aparentan un resultado dinámico es firme. El método continuo en este estudio se concentra en los defectos de pórtico en la rótula plástica que se producen en zonas próximas a los nudos de cada elemento estructural. Los estudios se efectuaron tomando una colocación de carga triangular. Este tipo de carga se aumenta adecuadamente por un elemento hasta que se logra la oscilación estructural (Dominguez, 2021).

Finalmente, en esta exploración se maneja una revisión de respuesta conveniente al acrecentamiento de deslizamiento de los nodos en la capa superior. Estos factores aumentan la rigidez inicial de la estructura, lo que luego conduce a la falla de los miembros estructurales principales. Esto se mira con una merma significativa de la durez inicial de la estructura una vez alcanzada la firmeza máxima. Por otro lado, vemos que la conducta estructural del cuadro del muro, cuando se ha aprehendido el esfuerzo cortante máximo, tiende a igualar la estructura sin el muro (Dominguez, 2021).

De hecho, las paredes se derrumban ante los elementos principales del marco, que son los elementos que soportan la estructura.

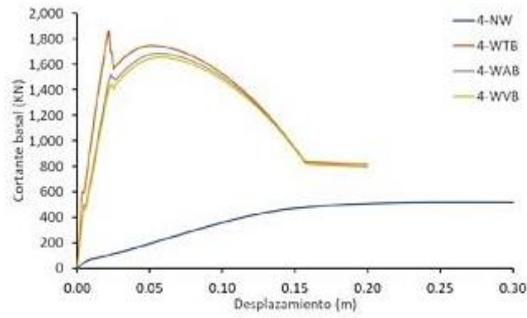


Figura 16. Curva de capacidad pórtico de 4 plantas
Fuente: Domínguez, D. (2021).

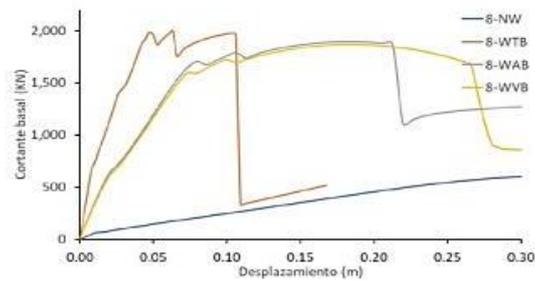


Figura 17. Curva de capacidad portico de 8 plantas
Fuente: Domínguez, D. (2021).

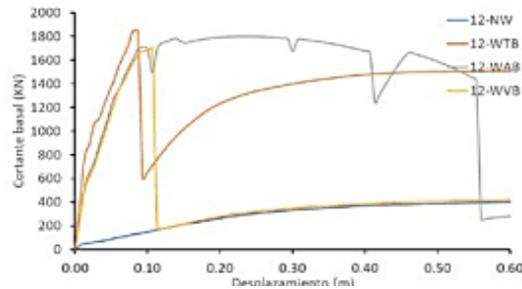


Figura 18. Curva de capacidad pórtico 12 plantas
Fuente: Domínguez, D. (2021).

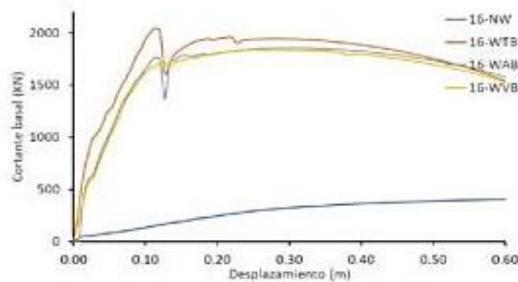


Figura 19. Curva de capacidad pórtico 16 plantas
Fuente: Domínguez, D. (2021).

2.2.3.5. Discusión de los resultados

El complemento de muros acrecienta significativamente la rigidez de los pórticos. El complemento de aditivos de madera en los bloques que acceden los muros disminuye la rigidez de los muros respecto de los bloques tradicionales, pero, sin embargo, aumenta la relación existente entre la rigidez plástica y elástica, prácticamente duplicándose (Dominguez, 2021).

Por otro lado, añadir aditivos de madera a la construcción de bloques endurecerá significativamente el marco, pero aumentará la elasticidad y el desplazamiento final en comparación con los bloques habituales. Esta mejora aumenta con el número de alturas de marco. La añadidura de aserrín o virutas de madera comprime la densidad del hormigón manejados para crear los bloques. En este caso, la inclusión de aserrín y viruta redujo el peso del bloque en un 15% y redujo la fuerza sísmica. Tomando en consideración todos los materiales manejados en este trabajo cumplen con las exigencias de NCh148 para cemento, NCh163 para agregados y NCh1498 para calidad de agua (Dominguez, 2021).

Según el estudio estático elaborado en el marco, el aditamento de agregados de madera comprime la resistencia, pero mejora la ductilidad. En este documento, investigamos la conducta de carga del marco mediante análisis estático lineal y no lineal. El comportamiento estático "no lineal" de los edificios con paredes empotradas de bloques que contienen aditivos de madera muestra mejoras en términos de ductilidad en comparación con las paredes regulares y hace que las estructuras sean más eficientes en términos de licencia de energía. Incluir la pared en el marco optimizará mucho la firmeza. 5 tiempos con marcos de 12 y 16 de altura. Sin embargo, incluyendo el bloque de árido de aserrín, los pórticos en las alturas 4, 8, 12 y 16 acrecientan la ductilidad de la distribución en un 19%, 29%, 9% y 8%, respectivamente. La introducción de muros incrustados en el pórtico aumenta significativamente y expande las fuerzas de corte de la cimentación en comparación con el análisis estándar, mejorando el comportamiento de la estructura durante un sismo. El deslizamiento máximo de un marco con paredes se minimiza significativamente en colación con un marco desprovisto (Dominguez, 2021).

2.2.3.6. Conclusiones

La plasticidad del marco se reduce cuando se utilizan bloques habituales, sin embargo, el uso de adheridos de madera en la estructura de los bloques mejora considerablemente esta

propiedad. El uso de agregado de madera en bloques de concreto no afectará significativamente la durabilidad del marco con paredes tradicionales (Dominguez, 2021).

Las mejoras en la ductilidad de los bloques de agregados de madera, acompañadas del aligeramiento de los edificios, podrían beneficiar el comportamiento sísmico de los edificios. Finalmente, desde un punto de vista económico, la introducción de derivados de la madera en el hormigón puede comprimir los costes de construcción, reducir la cantidad de materiales y hacerlos estructuralmente más eficientes desde el punto de vista sísmico, sin embargo, los autores sugieren que estos efectos pueden alterar cuando se tienen en cuenta otras simetrías de aditivos, tipos de madera o tamaños de grano (Dominguez, 2021).

2.2.4. Bloque

Para continuar con la construcción teórica de la variable bloque se utilizará el artículo científico titulado “Bloques de tierra comprimida (BTC) estabilizados con cal y cemento. Evaluación de su impacto ambiental y su resistencia a compresión” de los autores: Santiago pedro cabrera, Yolanda Guadalupe Aranda Jiménez, Edgardo Jonathan Suárez Domínguez, Rodolfo Rotondaro, publicada en revista hábitat sustentable vol. 10, N°. 2. Issn 0719 - 0700 / págs. 70 - 81. en el año 2020.

2.2.4.1. Introducción

El bloque de tierra reducida o BTC es una mampostería creada al compactar o presionar suelo estable contenido dentro de una prensa mecánica o hidráulica. Además, estos bloques cuentan con una serie de ventajas que les permiten dar respuesta a los problemas climáticos y energéticos actuales, ya que son elementos fabricados con materiales de bajo consumo energético, frente a la arcilla cocida y los ladrillos cemento arenas, por lo que reducen la energía total requerida para la construcción y el transporte, en gran parte porque la tierra es un recurso natural (Cabrera, Aranda, Suárez, & Rotondaro, 2020).

Sin embargo, a partir de los inicios de la tecnología, el estabilizador más manejado ha coexistido el cemento Portland, por lo que en muchas partes de Argentina y América Latina se les suele denominar “Cement Floor Blocks”, Vocabulario fuertemente influenciado por la ingeniería vial. A pesar del buen desempeño del BTC estabilizador de cemento, se debe

considerar que, además del alto costo económico de este agregado, su producción también requiere una alta transformación térmica alcanzando los 1. 50°C- y liberar una gran cantidad de CO2 a la atmósfera. Cálculo del impacto ambiental de BTC estable con diferentes proporciones de cal y cemento (Cabrera, Aranda, Suárez, & Rotondaro, 2020).

Tamiz	4.75 mm	0.425 mm	0.250 mm	0.150 mm	0.075 mm	0.002 mm	
Pasante (%)	Tierra	0.0	86.0	-	-	57.0	29.0
	Arena	100	96.2	89.3	48.7	0.6	0.0

Figura 20. Granulometría de la materia prima

Fuente: (Cabrera, Aranda, Suárez, & Rotondaro, 2020).

2.2.4.2. Metodología

2.2.4.2.1. Fabricación de los Btc

Todas las series se fabrican con un contenido de humedad del 12,5%, teniendo en cuenta el peso seco del material. Finalmente, la Tabla 2 presenta las diferentes dosis utilizadas. 7 días al 100% de humedad relativa, luego permaneciendo 21 días en ambiente de laboratorio, al 55% de humedad relativa y a una temperatura de 2 ° C. Valuar los resultados alcanzados y determinar si la resistencia es Si la compresión media de cada serie fue estadísticamente diferente, se realizaron análisis de varianza ANOVA y "Análisis de pares de Tukey", utilizando el software estadístico MiniTab1 (Cabrera, Aranda, Suárez, & Rotondaro, 2020).

Serie	Tierra (%)	Arena (%)	Cal (%)	Cemento (%)	
Cemento	Cto. 0%	50,0	50,0	-	0,0
	Cto. 2,5%	48,75	48,75	-	2,5
	Cto. 5%	47,5	47,5	-	5,0
	Cto. 10%	45,0	45,0	-	10,0
	Cto. 15%	42,5	42,5	-	15,0
	Cto. 20%	40,0	40,0	-	20,0
Cal	Cal 0%	70,0	30,0	0,0	-
	Cal 2,5%	68,25	29,25	2,5	-
	Cal 5%	66,5	28,5	5,0	-
	Cal 10%	63,0	27,0	10,0	-
	Cal 15%	59,5	25,5	15,0	-
	Cal 20%	56,0	24,0	20,0	-

Figura 21. Dosificación en peso de las diferentes series de BTC.

Fuente: (Cabrera, Aranda, Suárez, & Rotondaro, 2020).

2.2.4.3. Análisis de ciclo de vida

En la realización del análisis de inventario propuesto por la IRAM-ISO 14040, se utilizó el software SimaPro9 (Cabrera, Aranda, Suárez, & Rotondaro, 2020).

2.2.4.3.1. Unidad de análisis

En este cuadro, los mecanismos utilizables individuales de BTC son de 15 x 30 x 7,5 cm con dos orificios de 6 cm de diámetro, cada uno con diferente compuesto de cal o cemento, coincidente con la dosis, se ha aceptado como unidades funcionales. Los bloques se prueban durante la compresión (Cabrera, Aranda, Suárez, & Rotondaro, 2020).

2.2.4.3.2. Límites del sistema

La trascendencia del estudio se restringe al citado enfoque "de la cuna a la puerta", en el que solo se analizan los flujos de ingreso y salida de los períodos entre la extracción de los elementos primas necesarias para la producción de los bloques hasta que se terminan y listo para salir al mercado, fuera de la planta de fabricación (Cabrera, Aranda, Suárez, & Rotondaro, 2020).

2.2.4.3.3. Trabajo de campo

Para ponderar el consumo de energía y recursos y las expresiones residuales oportunas a la fase de elaboración de este tipo de bloque, la empresa productora de BTC "Mobak" 2 realizó visitas de campo. Se ha impuesto la causa de producción, puntualizando los pasos, maquinaria y tipo de energía manejada en cada etapa del proceso. Así mismo se registra el nombre, marca y modelo manejado, la capacidad de producción y la eficiencia energética de cada operación indicada en unidades de energía (Cabrera, Aranda, Suárez, & Rotondaro, 2020).

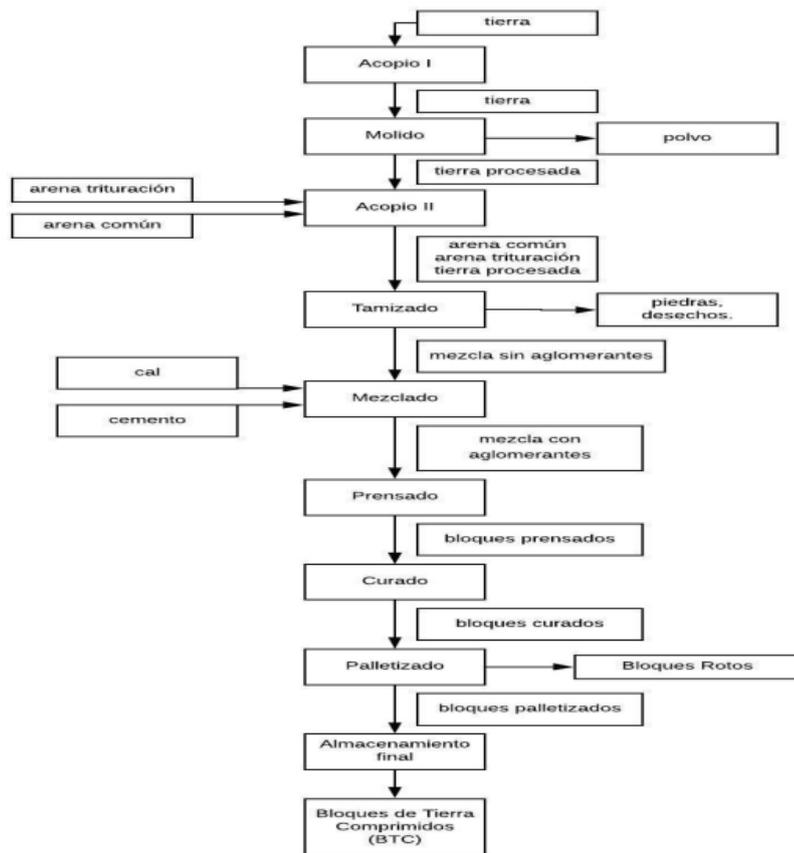


Figura 22. Diagrama de flujo de la producción de BTC
Fuente: (Cabrera, Aranda, Suárez, & Rotondaro, 2020).

2.2.4.4. Resultados

2.2.4.4.1. Resistencia a compresión

La Figura muestra la resistencia a la compresión promedio de cada lote de BTC generado.

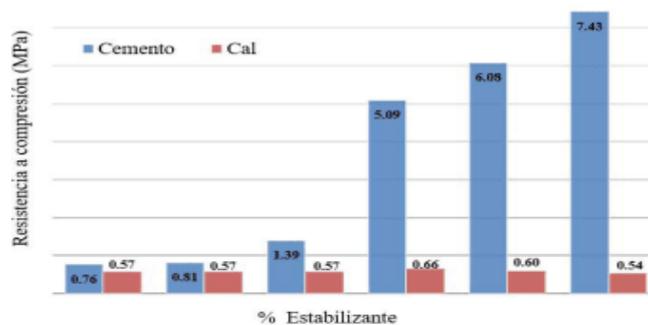


Figura 23. Resistencia a compresión de las diferentes series de BTC
Fuente: (Cabrera, Aranda, Suárez, & Rotondaro, 2020).

2.2.4.4.2. Trabajo de campo

La Tabla muestra el consumo de energía asociado a cada etapa de producción de BTC. Este consumo se obtiene después de investigar la planta de producción de la empresa Mobak: produce un promedio de 36 lotes por día, cada lote tiene 55 BTC. La imputación del consumo energético por unidad básica (1 BTC) se realiza dividiendo el consumo eléctrico de todo el lote por 55 (Cabrera, Aranda, Suárez, & Rotondaro, 2020).

Consumo energético por operación	Potencia del equipo (KW)	Tiempo de uso por lote (min)	Energía consumida por lote (MJ)	Energía consumida por BTC (KJ)
Desterronadora	2.0	8.5	1.020	0.0185
Tamizadora	1.1	8.5	0.561	0.0102
Mezcladora	5.5	7.0	2.310	0.0420
Cinta transportadora corta	0.8	7.0	0.336	0.0061
Cinta transportadora larga	1.1	7.0	0.462	0.0084
Prensa hidráulica	3.0	8.5	1.530	0.0278
Curado	0.4	-	-	0.0024
			TOTAL	0.1155

Figura 24. Energía consumida en cada etapa del proceso de fabricación de 1 BTC
Fuente: (Cabrera, Aranda, Suárez, & Rotondaro, 2020).

2.2.4.4.3. Impacto ambiental

Al representar los resultados del análisis de ciclo de vida realizado a la cadena de 12 BTC utilizando el software Simapro, se utilizó el método EPD (Environmental Product Claims) 2018, el cual cuantifica el impacto ambiental en 8 niveles de dinámica, se puede apreciar en la imagen 25 (Cabrera, Aranda, Suárez, & Rotondaro, 2020).

Serie	Acidificación del suelo y el agua (kg SO ₂ eq)	Eutrofización del agua (kg PO ₄ eq)	Calentamiento global (kg CO ₂ eq)	Oxidación fotoquímica (kg NMVOC)	Consumo de minerales (kg Sb eq)	Consumo de combustibles fósiles (MJ)	Consumo de agua (m ³ eq)	Deterioro de la capa de ozono (kg CFC-11 eq)
Cal 0%	2,270E-04	4,733E-05	0,0419	2,427E-04	1,110E-07	0,6137	0,1085	5,761E-09
Cal 2,5%	3,530E-04	6,798E-05	0,1350	3,624E-04	1,242E-07	1,0708	0,1104	1,130E-08
Cal 5%	4,790E-04	8,864E-05	0,2280	4,821E-04	1,374E-07	1,5278	0,1123	1,685E-08
Cal 10%	7,311E-04	1,299E-04	0,4150	7,216E-04	1,639E-07	2,4419	0,1161	2,793E-08
Cal 15%	9,831E-04	1,713E-04	0,6010	9,610E-04	1,903E-07	3,3559	0,1198	3,902E-08
Cal 20%	1,235E-03	2,126E-04	0,7870	1,200E-03	2,167E-07	4,2700	0,1236	5,010E-08
Cto 0%	2,489E-04	5,420E-05	0,0453	2,650E-04	1,296E-07	0,6532	0,1579	6,063E-09
Cto 2,5%	4,515E-04	1,019E-04	0,1380	4,443E-04	1,701E-07	1,0228	0,1609	8,701E-09
Cto 5%	6,541E-04	1,497E-04	0,2310	6,237E-04	2,105E-07	1,3924	0,1639	1,134E-08
Cto 10%	1,059E-03	2,451E-04	0,4160	9,825E-04	2,913E-07	2,1316	0,1699	1,661E-08
Cto 15%	1,038E-03	3,462E-04	0,4920	1,017E-03	2,575E-07	1,6293	0,1569	1,361E-08
Cto 20%	1,870E-03	4,360E-04	0,7870	1,700E-03	4,530E-07	3,6100	0,1820	2,717E-08

Figura 25. Resultados del inventario de impactos de las diferentes series de BTC.
Fuente: (Cabrera, Aranda, Suárez, & Rotondaro, 2020).

2.2.4.5. Discusión

2.2.4.5.1. Sobre la resistencia a compresión

El resultado del comprendido del estabilizador sobre la estabilidad a la compresión de disímiles series de BTC presenta comportamientos diferentes según el tipo de aditivo utilizado. En cambio, la resistencia del BTC al cemento está fuertemente influenciada por la relación de estabilizantes utilizados: la serie de bloques estabilizados con resistencias 2,5 y 5 presentan, desde el sitio de vista detallado, resistencia a la compresión, es decir, no existe diferencia significativa. entre ellos y es igual a BTC sin estabilizadores (Cabrera, Aranda, Suárez, & Rotondaro, 2020).

La relación entre el contenido de cal y el cemento utilizado para la estabilización y la resistencia a la compresión promedio de BTC (Cabrera, Aranda, Suárez, & Rotondaro, 2020).

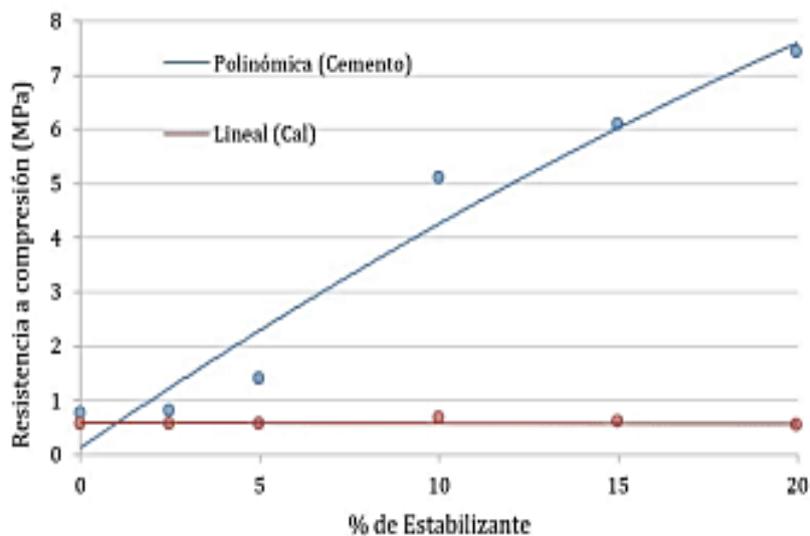


Figura 26. Compresión vs. porcentaje de cal o cemento empleados en los BTC.
Fuente: (Cabrera, Aranda, Suárez, & Rotondaro, 2020).

2.2.4.5.2. Sobre el impacto ambiental

Para la acidificación de la superficie y del agua, la eutrofización del agua, la oxidación fotoquímica y el consumo de minerales, el factor de impacto aumenta con el contenido de

estabilizador, que en todos los casos es mayor para los brotes de bambú estables al cemento (Cabrera, Aranda, Suárez, & Rotondaro, 2020).

Curiosamente, el consumo de agua en los BTC estables con cemento fue mayor que en los BTC estabilizados con cal. Comparar energías reunidas por diferentes investigadores no es tarea fácil porque además de las diferentes materias primas y procesos de fabricación analizados, cada investigación tiene sus propios objetivos, alcances e inventario diferente (Cabrera, Aranda, Suárez, & Rotondaro, 2020).

En la figura 27 se presenta una comparación de las energías combinadas por los disímiles tipos de BTC desarrolladas en este trabajo -entre 0,65 y ,27 MJ/BTC, dependiendo de la cantidad y tipo de estabilizador utilizado y en base a resultados publicados por diferentes autores, la similitud es evidente (Cabrera, Aranda, Suárez, & Rotondaro, 2020).

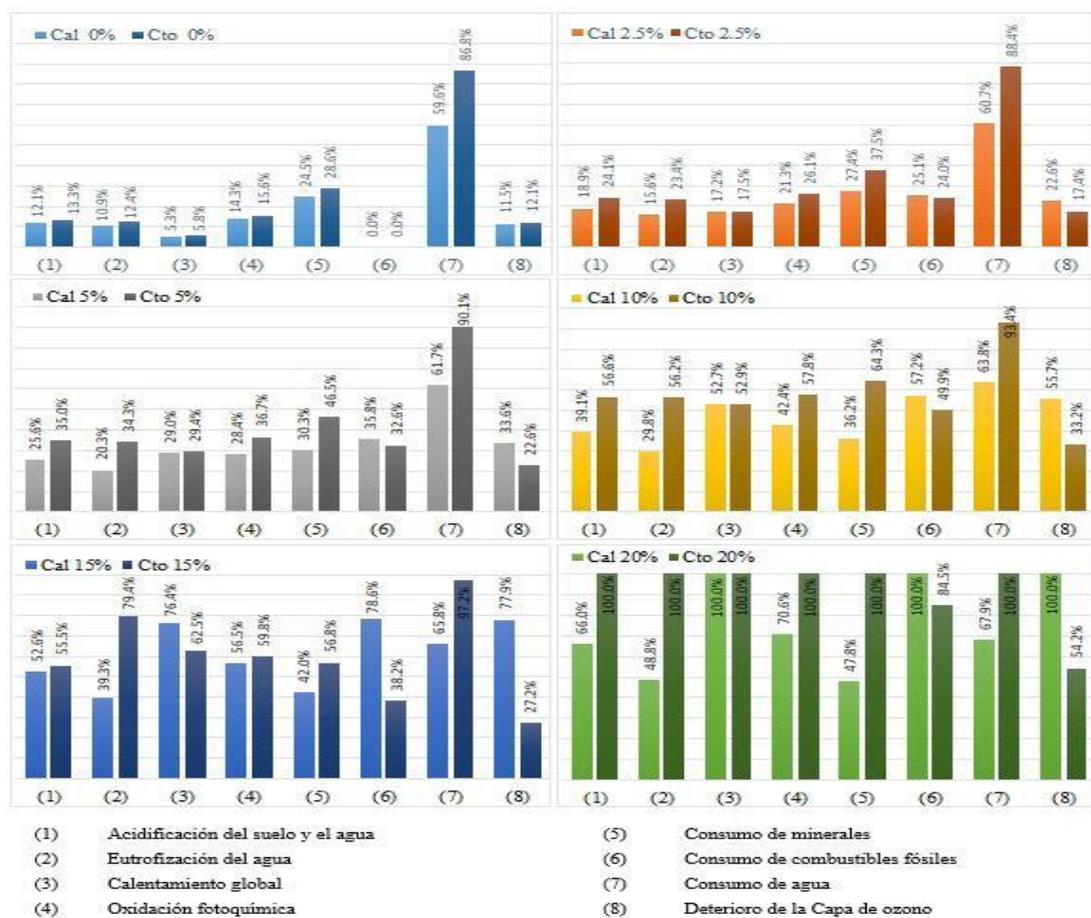


Figura 27. Comparación de diferentes factores de impacto de BTC
Fuente: (Cabrera, Aranda, Suárez, & Rotondaro, 2020).

2.2.4.6. Conclusiones

La colocación de cal aérea hidratada para estabilizar el BTC no mejora su resistencia a la compresión simple, el equilibrio con cemento portland aumenta elocuentemente la firmeza a la compresión de los bloques, observándose una mejora significativa para porcentajes superiores al 5% en peso y la renovación de cal por cemento para estabilizar BTC no reduce elocuentemente el impacto ambiental asociado a su producción (Cabrera, Aranda, Suárez, & Rotondaro, 2020).

Hoy en día, al utilizar suelo estable de la ciudad de Santa Fe y arena entre 5% y 10% en peso de cemento Portland, se puede decir que tiene suficiente resistencia a la compresión para satisfacer la función estructural y el medio ambiente. Impactos asociados a este tipo de mampostería. Para continuar con este estudio, hemos desarrollado análisis de ciclo de vida de otras estructuras de mampostería en la región, como bloques de cemento y ladrillos cerámicos, y su impacto ambiental, BTC estable especificado en los cementos 5 y 10. Planeamos comparar con la influencia de. Impacto en la construcción (Cabrera, Aranda, Suárez, & Rotondaro, 2020).

2.2.5. Caracterización del poliestireno expandido residual a nivel global

2.2.5.1. Introducción

Debido al continuo crecimiento de la sociedad y alto consumo de plástico han llevado a buscar alternativas que no impacten el medio ambiente. Uno de estos elementos es el poliestireno expandido (EPS), que es un material con múltiples usos debido a sus propiedades y a su bajo costo. En la siguiente grafica representa el porcentaje de consumo de EPS en el año 2017, determinado por un estudio elaborado por IHS Markit.

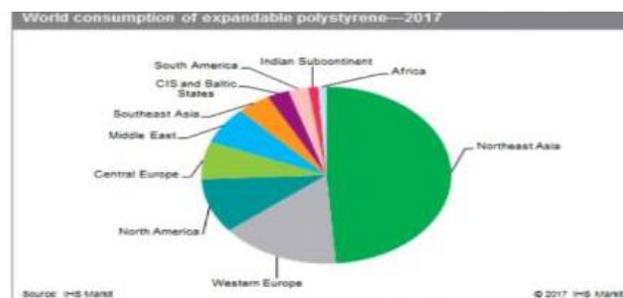


Figura 28. Consumo mundial de Poliestireno Expandido -2017
Fuente: (Zamudio Peña, 2018).

2.2.5.2. Utilización del residuo de poliestireno expandido

Se ha optado por reciclar el EPS en diferentes usos para reducir el impacto con el medio ambiente. Este elemento sirve como materia prima para elaboración de juguetes, implementos de oficina, madera plástica, entre otros, como también es empleado en ciertas ramas la construcción por sus buenas propiedades mecánicas (Zamudio Peña, 2018).

2.2.5.3. Caracterización de los residuos de poliestireno expandido

Algunos investigadores han utilizado diversas técnicas que permiten medir las propiedades de este elemento.

2.2.5.3.1. Presencia de otros componentes dentro de los residuos de poliestireno expandido

Mediante la investigación se determinó que no se presenta otros componentes adicionales y se puede realizar la recuperación del poliestireno partiendo del EPS.

2.2.5.3.2. Métodos óptimos para reprocesamiento

Otros autores convergen en que el EPS obtenido de reciclaje puede ser procesado por medio de métodos más provechosos, lo cual permite la producción de poliestireno extruido, paneles aislantes, entre otros.

2.2.5.3.3. Índice de fluidez (MFI)

Los resultados de este índice varían según el método de medición que se haya utilizado, pero es posible poner rangos de 15.56 y 23.60 gr/10 min. Esta unidad se obtiene en condiciones constante de temperatura y presión realizando la medición en un lapso de 10 minutos, la cantidad de material que fluye por el orificio de un dado capilar.

2.2.5.3.4. Viscosidad y peso molecular

Investigaciones reflejan que el comportamiento de ambas propiedades es directamente proporcional, pero es indirectamente proporcional al MFI, esto sucede debido a que estos poseen un MFI alto y la viscosidad es baja igual que el peso molecular.

2.2.5.3.5. Temperatura de transición vitres (Tg)

Este elemento presenta una temperatura Tg de 108.3 a 108.7C. Si el material es enfriado a menos de esta temperatura tendría un comportamiento semejante al vidrio.

2.2.5.3.6. Descomposición Térmica

Según estudios la temperatura de descomposición térmica de residuos de EPS inicia a 276.44C. Nivel de degradación: Se debe analizar el tipo de material que se adquirió, para determinar si es posible su uso en ciertas áreas, ya que este puede presentar foto degradación en la etapa de almacenamiento.

2.2.5.3.7. Propiedades mecánicas

Es importante el estudio de los residuos de EPS adquiridos, caracterizarlos para determinar de qué manera será utilizado. Puede ser empleado como materia prima virgen o para realizar una mezcla con este material. Existen ensayos que han demostrado que el residuo de EPS tiene buena resistencia mecánica como reemplazo de la materia prima virgen.

2.2.5.4. Conclusiones

Este elemento ha llamado la atención a diferentes investigadores, determinando que estos residuos de EPS pueden ser conveniente para varias aplicaciones, con la ventaja que ayuda a disminuir el impacto en el medio ambiente. El EPS reciclado puede ser usado como reemplazo de la materia prima o como mezcla, ya que las propiedades mecánicas se pueden mantenerse desarrollando un procesamiento adecuado.

2.2.6. Poliestireno expandido

Para continuar con la construcción teórica de la variable poliestireno expandido se utilizará el artículo científico titulado “Alternativas de bajo impacto ambiental para el reciclaje del poliestireno expandido a nivel mundial” de los autores: Lizette Arthuz López Walter Pérez Mora, publicada en: *Informador Técnico*, en el año 2019.

2.2.6.1. Introducción

EPS, poliestireno expandido es un material polimérico y espumado, utilizado en distintas áreas, un ejemplo es que sirve como aislante de temperatura y sonido, cuestión que es aprovechada por el sector de la construcción, aunque se usa mayoritariamente en la elaboración de envases para comida y embalaje de artefactos.

El porcentaje de recuperación del poliestireno expandido es bajo comparado a otros materiales de reciclaje, pero es importante reciclarlo debido a que aporta 2.000 millones de toneladas de dióxido de carbono en el medio ambiente lo cual genera una exagerada contaminación. Los factores que más preocupan en cuestión de daño ambiental es la degradación lenta y la ausencia de un sustituto, la producción de residuos, la generación mediante el petróleo materia prima no renovable y por último el uso de insumos químicos para fabricar este material. El uso del poliestireno genera daños medios ambientales de la misma manera afecta la salud humana.

A partir de la nocividad que representa el material, a nivel mundial se ha optado por el reciclaje para hacer un mejor manejo de los residuos EPS. A raíz de la necesidad de reusarlos se establecen tratamientos, algunos resultan muy nocivos y otros no tanto, mediante la síntesis de este artículo que realiza análisis comparativo del impacto ambiental de las técnicas empleadas a nivel mundial para el reciclaje del poliestireno expandido, resaltando las de menor impacto ambiental.

2.2.6.2. Experiencias mundiales de los tratamientos para el reciclaje del poliestireno expandido

Reciclar el poliestireno expandido radica en reducir el tamaño del grano y aminorar el gas que contiene, de manera que disminuya su volumen. Estados Unidos y Europa han centrado el reciclado en dos alternativas principales, la energía empleada cuando se incineran los residuos y el reciclado mecánico, el primero genera contaminación debido a las emisiones tóxicas que se producen y el segundo representa un alto costo por tanto no representa eficacia.

En Turquía se usa un proceso viable económicamente y menos nocivo para el ambiente, el cual consiste en la disolución del EPS. En Colombia La Fundación Verde Natura bajo el lema “reciclamos EPS para un mundo mejor”, es la única fundación colombiana sin ánimo de lucro,

que aporta al ambiente una alternativa de reciclaje del poliestireno expandido (EPS), la empresa gestiona los residuos de poliestireno mediante métodos pirolíticos, pero aun así este tratamiento es poco rentable debido al exceso de energía empleado y el daño ambiental (Vaikathusseril, Thattekatt , & Eby , 2018).

2.2.6.3. Metodología

Se han seleccionado países de todo el mundo que investigan el problema y manejo de la espuma de poliestireno mediante la referenciación de 50 documentos. En la siguiente tabla se podrá observar como la información de las alternativas de reciclaje de diversas fuentes ha sido sintetizada, categorizándolas por el tipo de tratamiento, uso de recursos e impacto ambiental.

Autor y año	Tipo de documento	País	Tipo de tratamiento empleado
(Vaikathusseril-Sekharan; Thattekatt-Abraham; Thomas-Thachil, 2012)	artículo	España	Terciario
(Shin, 2006)	artículo		Terciario
(Grote, 1999)	artículo	Estados Unidos	Terciario
(Agoua; Allognon-Houessou; Adjovi; Togbedji, 2013)	artículo		Primario y secundario
(Gutiérrez; Rodríguez; Gracia; de Lucas; García, 2013)	artículo		Terciario
(Rajaeifar; Abdi; Tabatabaei, 2017)	artículo		Terciario
(Chaukura; Gwenz; Bunhu; Ruziwa; Pumure, 2016)	artículo	India	Primario y terciario
(Bicer; Kar, 2017)	artículo		Primario y secundario
(Brandão; De Castro, 2015)	artículo		Primario
(Ghambari; Reyes-Gallardo; Lucena; Saraji; Cárdenas, 2016)	artículo		Primario y terciario
(Shah; Jan; Adnan; Zada, 2015)	artículo	Japón	Terciario
(Agoua; Allognon-Houessou; Adjovi; Togbedji, 2013)	artículo		Primario
(Hattori, 2015)	artículo		Primario y terciario
(Schmidt; Cioffi; Voorwald; Silveira, 2011)	artículo	Korea	Terciario
(Cjuno; Arroyo; Ale; Pacheco, 2005)	artículo		Terciario
(Quintero, 2013b)	Tesis	México	Primario y terciario
(Torres, 2004)	Tesis	Perú	Primario y terciario
(Arcila; Miranda, 2015)	Tesis	Suiza	Terciario
(Benítez; Vélez, 2013)	Tesis		Terciario

Figura 29. Fuente de Información de artículos científicos

Fuente: (Arthuz López & Pérez Mora, 2019).

2.2.6.4. Representación gráfica de países investigadores de reciclaje EPS

En el siguiente gráfico se evidencia la participación de varios países en el reciclaje de este material.

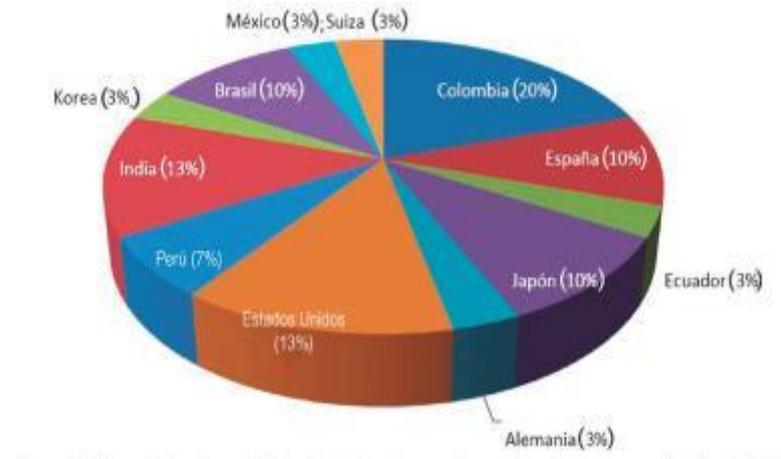


Figura 30. Porcentaje de participación de países en investigación sobre reciclajes EPS
Fuente: (Arthuz López & Pérez Mora, 2019).

2.2.6.5. Alternativas de tratamiento del EPS

Los tratamientos alternativos han sido identificado y categorizados como primarios, secundarios, terciarios y cuaternarios. En la tabla 2 se puede ver las técnicas que son usadas con frecuencia a partir de sus porcentajes.

Tipo de tratamiento	Técnica	Técnicas en la revisión (%)
Primario	Manual	14,29
	Mecánico	16,07
Secundario	Aglutinamiento	7,14
	Tolueno	12,50
	Benceno	7,14
	Cloroformo	7,14
Terciario	Tetrahidrofurano	5,36
	D-limoneno	23,21
	P-Cimeno	1,79
Cuaternario	Producción de energía	5,36

Figura 31. Técnicas de tratamientos en la revisión
Fuente: (Arthuz López & Pérez Mora, 2019).

A continuación, se describe cada tratamiento:

1. **Primario:** Los envases y embalajes resultados del posconsumo pueden reutilizarse por medio de la trituración, pues facilita la eliminación del espumado y su posterior utilización en nuevos productos, ya que este material no pierde las características químicas iniciales.
2. **Secundario:** Refiere el proceso que consiste en calentar el material, aglutinarlo y formar un bloque de este mismo. Al unir el material a favor del calor se minimiza el volumen de este mismo, pero consume bastante energía el proceso.
3. **Terciario:** Se basa en el uso de solventes para solubilizar el material, de acuerdo con su característica de polaridad usando un solvente con la misma característica
4. **Cuaternario:** Consiste en la incineración del material con el fin de generar energía, proceso que es muy criticado socialmente por los problemas ambientales que puede generar. Este método es interesante desde el punto de vista de recuperación de energía de los materiales plástico.

2.2.6.6. Impacto ambiental de las alternativas del tratamiento

La extracción de petróleo mundial es destinada de un 5 a 7% a la elaboración de plásticos. La producción de plásticos es muy versátil, poseyendo un avanzado desarrollo tecnológico, por tanto, sector crece económicamente de manera exponencial, aunque sean rentablemente económicas el daño ambiental sigue presente, debido la dificultad por degradarse, su volumen y el complicado proceso de reciclaje (Betancourt & Solano, 2016).

El uso de recursos tales como agua, energía y el ser humano en las técnicas de recuperación de residuos se pueden observar en el siguiente gráfico.

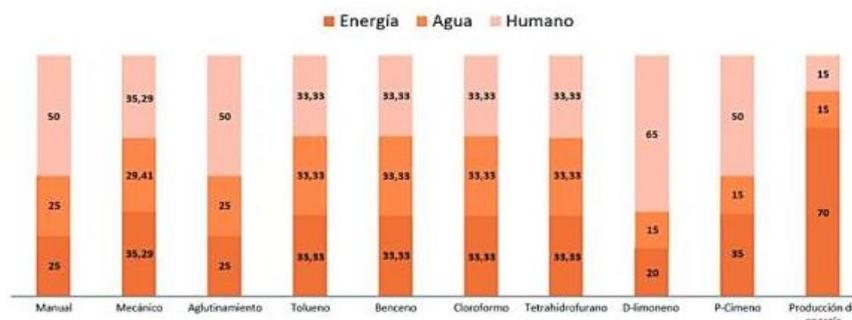


Figura 32. Porcentaje de uso de recursos por categoría de análisis técnica empleada

Fuente: (Arthuz López & Pérez Mora, 2019).



Figura 33. Porcentajes de comportamientos ambientales de técnica empleada
Fuente: (Arthuz López & Pérez Mora, 2019).

Se constata mediante el gráfico que generalmente se hace uso de los 3 recursos manera casi proporcional, a diferencia del tratamiento con d-limoneno y p-cimeno. Es importante agregar que mientras más uso haya de los recursos estos tenderán a tener mayor impacto ambiental. En el gráfico los tratamientos con d-limoneno y p-cimeno reducen el impacto en los recursos ya que han sido elaborados para favorecer al reciclaje del EPS.

2.2.6.7. Conclusión

De la evaluación anterior, se puede concluir que existen dos alternativas relevantes de bajo impacto ambiental para el reciclaje de poliestireno: primaria y terciaria. Del proceso de pulverización se obtiene un material que conserva sus propiedades químicas originales, pero sin expansor, es decir no produce espuma, por lo que ocupará un volumen menor que el material sin tratar, sin embargo, esta técnica consume mucha energía, La compresión manual reduce el consumo de energía y además ofrece la posibilidad de ser utilizada como alternativa a la molienda tradicional.

Cuando se utilizan solventes de reciclaje terciario, especialmente d-limoneno y p-cimeno (solvente verde), el EPS aumenta su densidad, reduce el volumen y una resina apta para aplicaciones como adhesivos, pinturas y revestimientos aislantes y tiene un tacto agradable, bajo olor a espuma., ideal como estrategia de recuperación durante el reciclaje, minimizando el impacto ambiental y aumentando la usabilidad de su uso previsto en vertederos. El solvente no produce emisiones, vapores ni afecta el medio ambiente, además, puede ser recuperado por su método de recirculación.

2.2.7. Cemento

Para la construcción teórica de la variable de cemento que se utilizara un artículo científico de Vicente Flores Ales, Víctor Jiménez Bayarri, Alexis Pérez Fargallo titulada Influencia de la incorporación de vidrio triturado en las propiedades y el comportamiento a alta temperatura de morteros de cemento publicada por la revista por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo licencia CCBYNCND en el año 2018.

2.2.7.1. Introducción

El volumen de restos de vidrio acopiados en España se desarrollado de forma constante desde el año 2000. A nivel europeo, la Directiva 2008/98/CE, reglamenta la elaboración y la gestión de residuos, existiendo el objetivo trazado a nivel nacional, que en el 2020 se logre reciclar gran totalidad de residuos de recipientes de vidrio casero, y para aquello se ha comprometido una transformación de 300 millones de euros. A partir de estos indicios, el residuo de vidrio, independiente de su empleo y origen es sustituto del árido (Flores, Jiménez, & Pérez, 2018).

Este trabajo predomina la tendencia de estudiar remplazos parciales de los áridos de morteros y hormigones por agregados originarios de residuos reciclados con el fin de reducir el consumo de recursos naturales, en la mayor medida posible, y obtener un progreso de las pertenencias de los aglomerados, en este caso, la mejora de ayudas en elevadas temperaturas (Flores, Jiménez, & Pérez, 2018).

Es de real importancia marcar también los posibles problemas de estabilidad en el caso de novedad parcial de arena por agregado de vidrio; en este caso no se dan procesos de degradación árido-álcali relevantes, viéndose especialmente mitigados por el tamaño de la partícula la baja superficie específica que muestran con relación a la conductividad térmica, el coeficiente de conductividad térmica del vidrio de origen doméstico, se aprecia en un valor medio de 0,8 W/m·K, si bien puede modificar levemente dependiendo de las características específicas del material (Flores, Jiménez, & Pérez, 2018).

2.2.7.2. Objetivos

El objetivo de este estudio es verificar el comportamiento de los morteros cuyo agregado es parcialmente reemplazado por material doméstico molido proveniente del reciclaje de los productos (Flores, Jiménez, & Pérez, 2018).

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	PC
71,05	1,50	0,19	-	-	0,76	11,38	13,19	0,72	-	-	0,10

Figura 34. Composición química (% en peso) de los morteros

Fuente: (Flores, Jiménez, & Pérez, 2018).

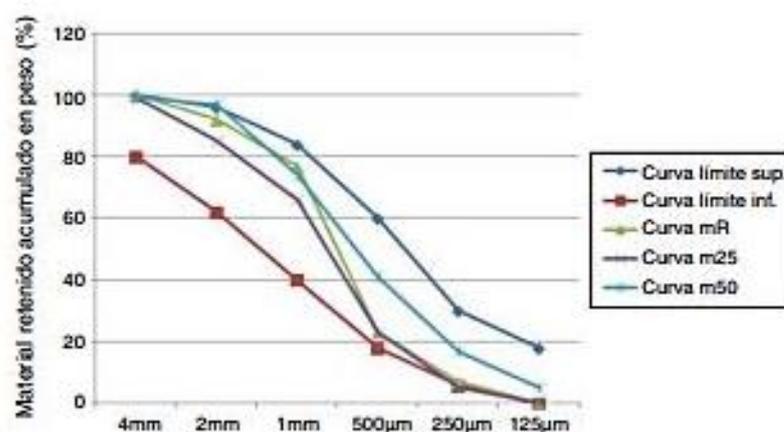


Figura 35. Curvas granulométricas de los agregados

Fuente: (Flores, Jiménez, & Pérez, 2018).

El porcentaje que sustituye es del 25 y del 50% con respecto a una muestra referencial (Flores, Jiménez, & Pérez, 2018).

Dadas la diferencia del mortero en función al porcentaje de sustitución de posibilidad potencial de los materiales objeto de estudio, se analiza la base de la evaluación de la composición química, física, térmica y mecánica, así como la semejanza con los coeficientes de la conductividad caliente, con la evolución experimentada a alta y en condiciones similares a las de un mortero con las características refractarias deben soportar, de acuerdo con las limitaciones de término indicadas anteriormente (Flores, Jiménez, & Pérez, 2018).

2.2.7.3. Materiales y metodología

2.2.7.3.1. Materiales

Para la fabricación de los morteros se ha considerado una dosificación de referencia con una relación 1:3 y se ha utilizado un cemento comercial CEM IV/B 32,5 conforme a la UNE-EN 197-1. La arena empleada es natural silícea con un diámetro máximo de 2 mm de granulometría conforme a las curvas de máxima compactación. La composición química del vidrio ha sido analizada mediante fluorescencia de rayos X. La sustitución se ha realizado en proporciones del 25 y el 50%, manteniéndose una correcta adaptación a las curvas de máxima compactación (Flores, Jiménez, & Pérez, 2018).

Dosificación	Cemento (g)	Arena (g)	Vidrio (g)	Agua (cm ³)
Mortero referencia (mR)	450	1.350	-	225
Mortero 25% sustitución (m25)	450	1.012,5	337,5	225
Mortero 50% sustitución (m50)	450	675	675	225

Figura 36. Composición de las dosificaciones empleadas
Fuente: (Flores, Jiménez, & Pérez, 2018).

El comprendido en agua ha sido el igual para todas las muestras, con una relación agua/cemento de 0,5, que avala la firmeza plástica de todos los prototipos acordes a los detalles de la norma UNE-EN-1015-3. La renovación con vidrio crea una consecuencia contrapuesta; si bien por la disminución de la superficie específica por un mayor contenido en las fracciones más gruesa que puede verse mejorada en la trabajabilidad por efecto del agua, hay autores que demuestran una disminución de trabajabilidad por la forma de los adheridos de vidrio con formas de grano más angulosas. La dosis completa de los morteros queda acopiada (Flores, Jiménez, & Pérez, 2018).

Los modelos se han elegido como mr, m25 y m50. Las probetas que son sometidas a calentamiento se han conducido en su elección por valores de temperatura sujetos a 600 y 800°C, proporcionalmente. La elaboración de las probetas se ejecutó conforme lo establece la norma UNE-EN 1015-11, conservándose el período de curado tras 28 días en cámara climática, en condición de 20° 2 y 95% 5 de humedad ambiental (Flores, Jiménez, & Pérez, 2018).

2.2.7.3.2. Metodología

Una vez consumado el asunto de ticsura de las probetas, se ejecutó la determinación química a través de fluorescencia de rayos X, en el espectrómetro de fluorescencia de rayos X Panalytical de tubo de Rh para el examen primordial de muestras sólidas, y determinación mineralógica a través de difracción de rayos X, en difractorómetro marca Bruker-AXS modelo D8I-A25, provisto con un ánodo de cobreK , con configuración Bragg-Bentano, filtro de níquel y detector lineal Lynxeye, mediante la técnica de polvo (Flores, Jiménez, & Pérez, 2018).

Se estableció la permeabilidad de agua a coacción atmosférica y la densidad de distintos morteros por secado a peso firme e inmersión en agua a peso constante, y la densidad geométrica supuesto en higrómetro de mercurio Pore Master 60 GT, necesarios para las automatizaciones de conductividad térmica. Para lograr más indagación sobre la colocación del sistema poroso de las muestras, así como sobre la influencia de los agregados vítreos, se efectuó un estudio ultrasónico con el Steinkamp Ultrasonic Tester BP-7, ensayando con sondas muestras en los sentidos longitudinal y transversal. con 6 medidas y su transmisión ultrasónica en metros por segundo A partir de modelos extraídos por corte de muestras derivadas con 3 ensayos se ha determinado la temperatura de conductividad., calculados a partir de la densidad geométrica por calorimetría diferencial de barrido modulada a 30°C, con el objeto de verificar el dominio de la figura de vidrio en la capacidad de transmisión del calor de los materiales (Flores, Jiménez, & Pérez, 2018).

La medida moderada de calor determinado, difusividad térmica y conductividad térmica se efectuaron en un equipo Linseis-LFA 1600 y DSC Q20-TA Instruments (Vicente Flores & Jiménez Bayarri, 2018).

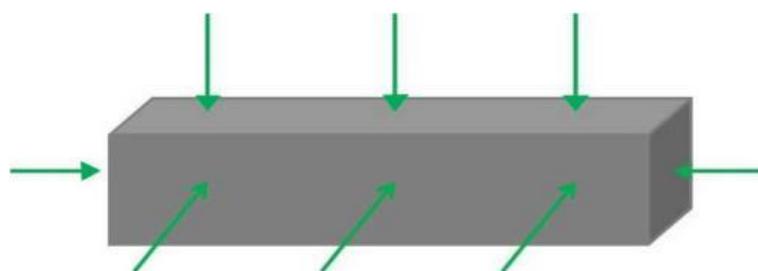


Figura 37. Esquema de determinación de la velocidad de transmisión
Fuente: (Flores, Jiménez, & Pérez, 2018).



Figura 38. Dispositivo de ensayo a flexión.
Fuente: (Flores, Jiménez, & Pérez, 2018).



Figura 39. Dispositivo de ensayo a compresión
Fuente: (Flores, Jiménez, & Pérez, 2018).



Figura 40. Imagen de la distribución del agregado de vidrio triturado
Fuente: (Flores, Jiménez, & Pérez, 2018).

Se realizaron ensayos de flexión y compresión, las características químicas y mineralógicas también se repitieron para los identificar posibles cambios causados por el calentamiento, el efecto del calor inducido en la probeta cambio de color significativo. Estos cambios han sido cuantificados mediante la realización de análisis colorimétricos en la superficie de 3 tipos de mortero (Vicente Flores & Jiménez Bayarri, 2018).

El método elegido para medir el color es el sistema CIE L * a * b * (L *: densidad de luz, a coordenada rojo/verde, b: coordenada amarillo/azul), utilice un Colorímetro de mano Colorpen de DR-Lange, en el área de medición circular tiene un diámetro de 6 mm. es una porción de un obscuro, la cual debido al ambiente del material en estudio, la superficie sobre la que se calcula el color no es uniforme, por lo que se ha nivelado la representatividad de los mismos promediando un gran número de mediciones. En todo caso, dado que todas las muestras tienen el mismo ejemplo de plano, media comparada y obtenida de 20 valores minimizar este caso (Vicente Flores & Jiménez Bayarri, 2018).

2.2.7.4. Análisis y discusión de resultados

2.2.7.4.1. Caracterización química

Hay que enfatizar la baja ajustada del contenido en SiO₂ que exhiben las muestras con un elevado contenido en vidrio, aún con el aumento en los cationes contribuidos por el adherido, antes señalado (Vicente Flores & Jiménez Bayarri, 2018).

Tabla 5
Composición química de los 3 tipos de morteros

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	P
mR	67,96	8,20	3,10	0,04	0,67	10,10	1,12	1,85	0,33	0,08	0,76	5,70
mR-600	71,38	8,34	3,09	0,04	0,63	9,70	1,19	1,92	0,32	0,08	0,74	3,38
mR-800	74,08	8,45	3,07	0,04	0,60	8,91	1,21	2,03	0,32	0,08	0,70	1,02
m25	70,10	6,20	2,30	-	0,58	10,31	3,95	1,51	0,23	0,06	0,65	4,70
m25-600	70,44	7,01	2,63	-	0,64	11,13	3,39	1,60	0,29	0,07	0,74	2,68
m25-800	71,14	6,70	2,49	-	0,65	11,35	4,19	1,54	0,27	0,07	0,73	1,19
m50	70,84	5,80	2,28	-	0,67	10,29	4,35	1,25	0,23	0,07	0,78	3,48
m50-600	71,02	5,58	2,03	-	0,68	11,05	4,26	1,26	0,20	0,06	0,73	2,65
m50-800	71,62	6,10	2,39	-	0,71	11,10	4,69	1,31	0,25	0,07	0,84	1,29

Fuente: (Flores, Jiménez, & Pérez, 2018).

2.2.7.4.2. Caracterización mineralógica

La determinación mineralógica por DRX ejemplariza la naturaleza adecuada de un mortero de cemento, con presencia escasa de calcita y trazas de dolomita, que se descomponen tras el calentamiento a 800°C, y feldespatos identificados como albita y ortosa (Vicente Flores & Jiménez Bayarri, 2018).

Tabla 6

Composición mineralógica de los 3 tipos de mortero

	Cuarzo	Calcita	Feldespatos	Dolomita	Hematites	Larnit a
mR	++++	+	++	-	-	-
mR-600	++++	+	++	-	-	-
mR-800	++++	-	++	-	-	-
m25	++++	+	++	+	-	-
m25-600	++++	+	++	-	-	-
m25-800	++++	-	++	-	-	-
m50	++++	+	++	-	-	-
m50-600	++++	+	++	-	-	-
m50-800	++++	-	++	-	+	+

+: indicios; ++: medio; ++++: muy abundante; -: no detectado.

Fuente: (Flores, Jiménez, & Pérez, 2018).

2.2.7.4.3. Ensayos físicos

Las pruebas físicas mostraron una disminución significativa en la absorción de agua de las muestras en las que los agregados naturales fueron reemplazados por vidrio triturado. Los materiales tratados a altas temperaturas mantienen esta tendencia, con un comportamiento más favorable en el caso de las muestras que contienen una mezcla arena/vidrio (Vicente Flores & Jiménez Bayarri, 2018).

Hay que señalar que la velocidad de ultrasonidos en el vidrio oscila entre 5.200 y 5.900 m/s, sensiblemente mayor que la del mortero de cemento mR, que está en torno a 2.500 m/s, por lo que se constata que la incorporación del triturado de vidrio mejora dicha propiedad, relacionada con la compacidad del material. Los resultados evidencian un comportamiento coherente entre el incremento de la absorción de agua y las propiedades físicas

relacionadas. Cuando se calienta el material, cómo se observa el acrecentamiento de la permeabilidad y por ende de la densidad aparente, manteniéndose la tendencia a favor de las muestras con pequeñas fracciones de agregados vítreos (Vicente Flores & Jiménez Bayarri, 2018).

2.2.7.4.4. Propiedades térmicas

Los efectos de conductividad térmica confirman plenamente los comportamientos físicos y mecánicos observados en las probetas, de manera que los ensayos de compuestos de vidrio al 25 y 50% exponen coeficientes de conductividad térmica muy menores al coeficiente de conductividad térmica del material de referencia, lo que evidencia la menor atenuación en conservación resultante en tiempo, en un horno de alta temperatura (Vicente Flores & Jiménez Bayarri, 2018).

Debido a la transferencia de calor retardada, la desintegración progresiva de los productos de cemento y la fracción de piedra caliza del adherido reduce desde el exterior hacia el núcleo de la muestra. Los efectos logrados para el cálculo de la conductividad térmica exponen la capacidad de la difusividad cálida, indicador de la respuesta térmica de un producto ante un cambio de temperatura, determinada para diferentes muestras (Vicente Flores & Jiménez Bayarri, 2018).

Tabla 7

Resultados obtenidos de calor específico

	ρ (g/cm ³)	C_p (J/g.°C)	α (cm ² /s)	δ (W/K.m)
mR	1,6030	0,6588	0,0122	1,2884
m25	1,9570	0,6713	0,0081	1,0589
m50	2,0395	0,6872	0,0062	0,8662

Fuente: (Flores, Jiménez, & Pérez, 2018).

2.2.7.4.5. Ensayos mecánicos

Los estudios mecánicos también muestran cambios significativos en la firmeza a la flexión y a la compresión, es importante resaltar que para los morteros de cemento la representación de la resistencia a la compresión es visiblemente mayor que la resistencia a la flexión. Aunque

el comportamiento de las muestras originales fue muy similar, con una ligera superioridad de mR, después de calentar a 600 °C, (Vicente Flores & Jiménez Bayarri, 2018).

Se observó una disminución significativa en la resistencia eléctrica en las muestras de control, 90% para flexión y 73% para esfuerzo de flexión, mientras que los materiales que contienen agregados pierden vítreo de baja resistencia, especialmente cuando se comprimen. Para muestras con un 25 % de compensación, la reducción fue del 76 % para la curvatura y del 21 % para la presión. En muestras con 50% de sustitución, la reducción fue de 73% para curvatura y cero para presión (Vicente Flores & Jiménez Bayarri, 2018).

En este tema, la disminución de la resistencia de la muestra de referencia es del 97% a flexión y del 93% a compresión. Para muestras con 25% de sustitución, la reducción es del 95% para flexión y del 86% para compresión (Vicente Flores & Jiménez Bayarri, 2018).

Para una muestra con 50% de sustitución, la reducción es de 88% para flexión y 66% para compresión. Se comporta mejor que el control. Para muestras con un 25% de sustitución, la reducción de la flexión es del 76% (Vicente Flores & Jiménez Bayarri, 2018).

Tabla 8

Resultados medios obtenidos de los ensayos de resistencia a flexión

	mR	m25	m50
Resistencia a flexión (N/mm ²)	1,94	1,77	1,88

Fuente: (Flores, Jiménez, & Pérez, 2018).

2.2.7.4.6. Alteraciones cromáticas

En este contexto, también es importante marcar los cambios de color que recibe el material. Esto hace que el mortero de referencia se torne marrón rosado posteriormente del calentamiento. Los morteros que contienen un 25% de árido vítreo aprecian esta transformación más visiblemente en el exterior y en menor medida en los núcleos que quedan grises. Por otro lado, el mortero con 50% de agregado de vidrio no muestra un cambio de color supuesta (Vicente Flores & Jiménez Bayarri, 2018).

Tabla 9*Coordenadas cromáticas de los morteros*

	L	a	b
mR	52,9	5,1	14,4
m25	49,8	3,1	10,3
m50	48,9	1,8	9,0

Fuente: (Flores, Jiménez, & Pérez, 2018).**Figura 41** Alteración cromática**Fuente:** (Flores, Jiménez, & Pérez, 2018).

Tomar en consideración que para un valor de luminosidad L, la muestra mR tiene un valor alto (brillante) como se ve, lo mismo se emplea a los parámetros a y b. Con estos parámetros, los valores de la muestra mR son altos, y por tanto más próximos a las zonas rojizas y amarillas, correspondientemente, en comparación con las muestras m25 y m50, que se acercan gradualmente al verde y al azul. Típico del color grisáceo del mortero inalterado (Vicente Flores & Jiménez Bayarri, 2018).

2.2.7.5. Conclusiones

La sustitución por árido vítreo provoca un alto comportamiento a elevadas temperaturas en el mortero inspeccionado. La incorporación de vidrio al mortero en los porcentajes investigados optimará las propiedades físicas. Esto es recíprocamente proporcional a las propiedades explicadas y es consistente con el valor determinado de la velocidad de transmisión ultrasónica (Vicente Flores & Jiménez Bayarri, 2018).

Dados los efectos decisivos de los agregados anteriores, los morteros de referencia se toleran mejor con relación al procedimiento mecánico a temperatura ambiente, mientras que los

morteros de agregado de vidrio se comportan superior a altas temperaturas (Vicente Flores & Jiménez Bayarri, 2018).

2.2.8. Cemento

Para la construcción teórica de la variable de cemento se utilizará un artículo científico de Samuel Huaquisto Cáceres, Germán Belizario Quispe titulada “Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento”, publicada en el año 2018 por la revista Revista de Investigaciones Altoandinas Periodo Abril - junio - ISSN: 2306-8582 (V. impresa) - ISSN: 2313- 2957 (V. digital).

2.2.8.1. Introducción

El cemento es el material más usado para la construcción en diferentes tipos de obras civiles. La dosificación del cemento depende de distintas adiciones para que logre cumplir con las necesidades del sector constructivo. En este artículo se muestra a la ceniza volante como un posible sustituto del cemento, y como aliado del medio ambiente.

Las cenizas volantes se establecen en un residuo que perjudica al ecosistema el cual debe ser eliminado por las centrales termoeléctricas para evitar su estadía en los depósitos o que sean. La eliminación del residuo trae consigo peligros tales como su contacto con el agua, el suelo, el aire, provocando graves problemas de contaminación.

La búsqueda de encontrar alternativas para reusar aquellos materiales contaminantes y aminorar su peligro, contribuye a que se haya investigado acerca del aprovechamiento de la ceniza volcánica con propiedades puzolánicas en el concreto y calidad, se destaca su el estudio de las cantidades necesarias de este residuo para darle mayor resistencia a la compresión al concreto.

La ceniza volante es un subproducto de la combustión de carbón pulverizado, que se pueden observar en trozos o en polvo, es un contaminante pero que su reciclaje es beneficioso en la elaboración del concreto como aditivo área mejor su resistencia.

En Perú la ceniza volante es poco usada debido al poco desarrollo e implementación de nuevas alternativas en los materiales de construcción. Conocida también como ceniza de

combustible pulverizado, en sus componentes presenta elementos minerales. En la elaboración del concreto el agregado de cenizas minimiza costo, se reduce el uso del cemento y contribuye con sus propiedades, durabilidad, densidad, impermeabilidad y resiste al ataque químico de sulfatos.

Las partículas individuales de cenizas volantes de carbón están el rango de menos de 1 μm a más de 1mm de tamaño. Para ser usadas como puzolana en concretos deben pasar el tamiz N°325 y su contenido de humedad menos al 1%. Existen dos clases que son más conocidas, las cenizas de clase F y las cenizas de clase C (Robayo, Matthey, Silva, & Delvasto, 2016).

El uso del residuo de la ceniza volcánica como se ha mencionado contribuye a la resistencia del concreto que se refiere a la carga máxima por unidad de área antes de la falla, esta resistencia depende de la concentración de pasta de cemento es decir la relación agua/cemento, y mientras menor sea la resistencia mayor implementación de ceniza volcánica se le otorga. Por tanto, mediante este artículo se determinará el porcentaje de ceniza volante a ser usada en la mezcla del concreto (Macquarie & Ahmed , 2021).

2.2.8.2. Material y métodos

La información del artículo leído se obtuvo a partir de investigación cuantitativa, no experimental y trabajos comparativos. En la ciudad de Puno se elaboran estudios convencionales de concreto, en la que se han elaborado 60 especímenes de pruebas según ACI, con cemento del tipo IP puzolánico, con agua potable y agregados de cantera de Cutimbo, ubicada a 24km, de la ciudad de Puno. En la imagen se muestran las propiedades y características del agregado (Huasquito & Belizario, 2018)

Tabla 10
Características del agregado para la elaboración de concretos

Cantera Cutimbo	Agregado grueso	Agregado fino
Tamaño máximo (pulg)	1 ½	Nro 4
Peso específico (g/cm ³)	2.50	2.47
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1619	1709
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1423	1487
Contenido de humedad (%)	0.83	1.09
Absorción (%)	3.11	0.93
Módulo de fineza	6.82	3.30

Fuente: (Huasquito & Belizario, 2018).

La ceniza volante se considera puzolana cuyo índice de actividad puzolánica es de 129% superior a lo establecido por la norma, procedimiento de la ASTM C311-04. Una muestra de 4 kg de ceniza volante, extraído de la central termoeléctrica de Ilo 21, sometida a análisis químicos arrojó los siguientes resultados.

Tabla 11
Características químicas de la ceniza

Descripción de muestra	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	Mn ₂ O ₃ %	CaO %	MgO %	Na ₂ O %	K ₂ O %	SO ₃ %
Ceniza volante	54.32	25.36	0.18	0.05	1.18	0.03	1.27	1.93	0.05

Fuente: (Huasquito & Belizario, 2018).

Tabla 12
Proporción en peso del diseño de mezclas para concreto

Componentes	% de ceniza volante utilizada en el diseño				
	0.0%	2.5%	5.0%	10.0%	15.0%
Cemento (kg)	42.5	41.44	40.38	38.25	36.13
Ceniza volante (kg)	0	1.06	2.13	4.25	6.38
Agregado fino (kg)	69.28	69.28	69.28	69.28	69.28
Agregado grueso (kg)	115.60	115.60	115.60	115.60	115.60
Agua (lit)	23.80	23.80	23.80	23.80	23.80

Fuente: (Huasquito & Belizario, 2018).

2.2.8.3. Resultados

El diseño de mezclas fue realizado para un concreto 2 de $f'c=210\text{kg/cm}^2$, asentamiento de 3.0"-4.5" y relación agua cemento 0.56. La determinación de la proporción en peso del diseño, mostró los siguientes resultados: Cemento $386.26/386.26=1$, Agregado Fino $629.12/386.26=1.63$, Agregado Grueso: $1051.18/386.26=2.72$, Agua $215.72/386.26=0.56$. Por tanto, la proporción en peso del diseño de la mezcla de concreto es la mostrada en la tabla 5.

Los resultados de la resistencia promedio a la compresión del concreto a los 7, 14, 28 y 90 días se presentan en la tabla 15, con los % de ceniza volante adicionados a la mezcla de concreto como reemplazo del cemento.

Tabla 13

Resistencias promedias a la compresión simple de concreto

% de ceniza volante	7 días	14 días	28 días	90 días
0.0	146	178	218	226
2.5	147	180	223	231
5.0	150	185	231	235
10.0	139	170	200	211
15.0	125	159	192	204

Fuente: (Huasquito & Belizario, 2018).

De la tabla 15 se observa que valores máximos de resistencias a compresión simple del concreto, a los 7, 14, 28 y 90 días, son alcanzadas para un contenido de ceniza volante del 5%. Contenidos de ceniza volante mayor al 10% reduce la resistencia del concreto, inclusive por debajo del permitido, en cambio valores por debajo del 7,5% de ceniza volante mantienen la resistencia a compresión simple del concreto en un rango permitido (Huasquito & Belizario, 2018)

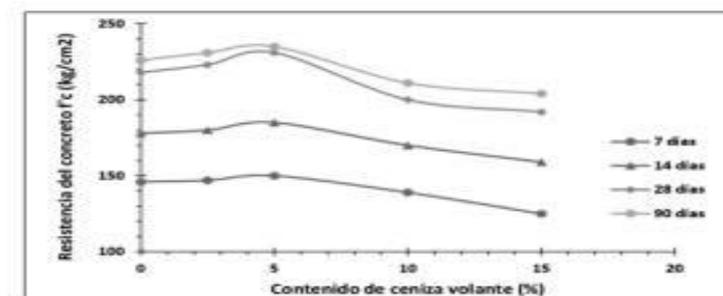


Figura 42. Resistencia del concreto según porcentaje de ceniza volante

Fuente: (Huasquito & Belizario, 2018).

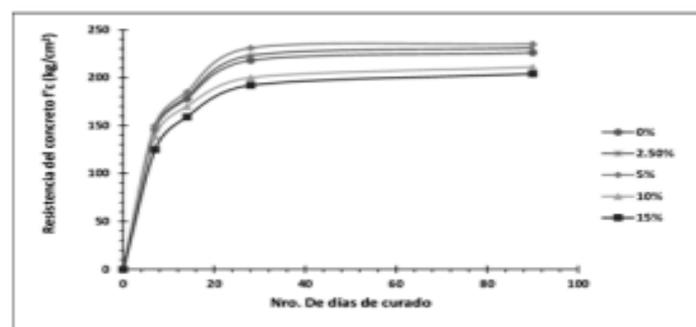


Figura 43. Resistencia del concreto según días transcurridos

Fuente: (Huasquito & Belizario, 2018).

En la figura 42 se puede ver la resistencia del concreto en función al porcentaje de ceniza volante y según el número de días transcurridos, aumenta hasta un punto máximo y disminuye a medida que este contenido de ceniza volante aumenta.

El porcentaje óptimo está dentro del rango aproximado del 3% al 6% de contenido de ceniza, siendo un valor medio el más óptimo. De la figura 3 se observa que la resistencia del concreto aumenta según días transcurridos.

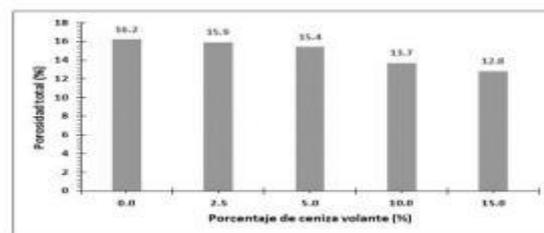


Figura 44. Porosidad total del concreto respecto al contenido de ceniza volante
Fuente: (Huasquito & Belizario, 2018).

De la figura 43 se puede apreciar una disminución de la porosidad del concreto con el aumento de la ceniza volante en la dosificación.

2.2.8.4. Discusión

Luego de 28 días las briquetas de concreto alcanzaron mayor resistencia con el agregado de 5% de ceniza volante. De la misma manera se determinó que es posible diseñar concretos con la misma resistencia con edades mayores a los 28 días, es importante conocer porqué resiste más, es debido a la hidratación de la ceniza volante es más lenta que la del cemento Portland.

Varias investigaciones establecen porcentajes de agregados de ceniza volante del 10% pero para optimizar la actuación de los morteros en la mezcla de concreto. La ceniza volante clase F tiene una excelente durabilidad, reduce la generación de calor de hidratación, aumenta la resistencia de acción de los sulfatos y además se obtiene un producto que es sustentable con el medio ambiente.

La porosidad del concreto disminuye cuando se aumenta el porcentaje de agregados de ceniza volante producto de carbonatación, pero eso no quiere decir que aumente aún más su resistencia. Por tanto, valores moderados de adición proporcionan mejores factores de eficacia porque existe mayor contacto entre las cenizas y los productos de hidratación del cemento.

2.2.8.5. Conclusiones

El uso de agregados de ceniza volante en el diseño y elaboración de mezclas de concreto garantizan una mayor resistencia, siempre y cuando se coloque una cantidad moderada, en este estudio se estableció un porcentaje menor al 10%, porque mayores al 10% disminuirá su resistencia requiriendo aún más aditivos siendo así no rentable el uso de ceniza volante. Por tanto, la ceniza volante resulta una alternativa al uso de cemento, porque genera mayor resistencia y a la vez reduce el impacto ambiental.

2.2.9. Fibra de acero

Para la construcción teórica de la variable de fibra de acero se utilizará un artículo científico de Marlon Gastón Farfán Córdova Diana Isabel Pinedo Díaz; Josué Araujo Novoa; Jhilson Orbegoso Alaya titulada “Fibras de acero en la resistencia a la compresión del concreto” publicada en el año 2018 por la revista Gaceta técnica.

2.2.9.1. Introducción

El hormigón es el material más utilizado en la construcción debido a su durabilidad y trabajabilidad, para desarrollar sus propiedades se ha demostrado el uso de hormigón armado con fibras de acero para optimar estructuras con propiedades determinadas. En este sentido, Sotil y Zegarra informan que incrementar el uso de hormigón reforzado con fibras en pavimentos duros, mejora la estabilidad de los túneles y por ello lo convierte en una opción en el diseño y construcción de losas industriales (Farfán Córdova & Pinedo , 2018).

2.2.9.2. Desarrollo

El cemento es uno de los materiales que forma parte del concreto, muestra propiedades de adherencia y cohesión que admiten la unión de fragmentos entre sí. El cemento Portland, que es el más utilizado a nivel mundial, es un producto derivado por la pulverización del Clinker Portland con la adición eventual de sulfato de calcio (Farfán Córdova & Pinedo , 2018).

Otro componente de la mezcla son los agregados, como arena, grava, piedra triturada y escoria de hierro de alto horno, empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico (Farfán Córdova & Pinedo , 2018).

Las fibras como refuerzo se vienen empleando hace ya 4000 años como adición para mejorar propiedades mecánicas. Se tiene evidencia de la Baja Mesopotamia, donde los adobes de barro cocidos al sol se construían con paja y hasta hace unos años se utilizaban pelos de cabra o caballo para armar el yeso. Dichas fibras naturales se utilizaron hasta el año 1935 aproximadamente, y fue cuando se inició el uso de fibras sintéticas (Farfán Córdova & Pinedo , 2018).

Sotil y Zegarra también hacen referencia a la utilización de concreto reforzado con fibras de acero Wirand® FF3 y Wirand® FF4 (80/60), aplicado a losas industriales de pavimento rígido, para medir las propiedades mecánicas (flexión, compresión, tenacidad) del concreto respecto al concreto reforzado tradicional. Se determinó que el concreto fibroreforzado se comporta mejor mecánicamente frente al concreto sin refuerzo generando un aumento en la resistencia de hasta 30,0% aproximadamente, proporcionando mayor energía de rotura (Farfán Córdova & Pinedo , 2018).

El concreto estructural soporta esfuerzos a tracción que son transmitidos por adherencia a las fibras una vez se ha producido micro-fisura, éstas a su vez controlan la fisuración y reducen la intensidad de la misma a la vez que mejoran la tenacidad. En tal sentido el interés del uso de fibras radica en encontrar beneficios adicionales que permitan mejorar las características de los materiales y condiciones de trabajabilidad en obra (Farfán Córdova & Pinedo , 2018).

Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la fibra de acero en la resistencia a la compresión del concreto. Determinándose, además, la dosificación adecuada de las fibras de acero para obtener una mayor resistencia, comprobar las resistencias máximas alcanzadas por el concreto reforzado con fibras de acero y comparar la resistencia a la compresión un concreto con estas fibras con respecto a un concreto convencional (Farfán Córdova & Pinedo , 2018).

2.2.9.3. Metodología

La investigación es fundamental en su propósito, cuantitativa en su enfoque, explicativa en su extensión y transtemporal. Se utilizó un diseño experimental con solo grupos post ensayo y control (Farfán Córdova & Pinedo , 2018).

Para el ensayo se utilizó cemento Portland grado I marca Pacasmayo, agregados finos y gruesos de un distribuidor local e hilo de acero extensible comercial de alta calidad de la marca Sika® Fiber FOR 65/35 NB [6], este último de los cuales da una alta valor a las capacidades de soporte del hormigón, es decir, aumenta la resistencia al impacto, la fatiga y el agrietamiento, así como la ductilidad y la absorción de energía. Se trabajó con dos grupos experimentales, G2 y G3, con fibra de acero de 25,00 y 30,00 kg/m³, y un grupo control G1 (Farfán Córdova & Pinedo , 2018).

Se realizan ensayos de tamaño de partícula al material según NTP 00.012, densidad aparente y compactación según NTP 00.017, nivel de humedad especificado en el procedimiento de ASTM D 2216-10, posibilidad de capacidad de absorción según NTP 00.021 y NTP 00.022. El plan de mezcla se realizó para una resistencia $f'c = 210,00 \text{ kg/cm}^2$, siguiendo un plan de muestreo estándar que cumplió con los requisitos establecidos (Farfán Córdova & Pinedo , 2018).

Se realiza un ensayo de asentamiento al concreto fresco para determinar la consistencia o fluidez de la mezcla, mientras que al concreto endurecido se le realiza un ensayo de existencia a la compresión a la edad de 1 días, en muestras de 150 mm de espesor, diámetro y 300 mm de altura (Farfán Córdova & Pinedo , 2018).

2.2.9.4. Resultados

Las figuras y 5 muestran la distribución granulométrica de los agregados finos y gruesos, observándose que cumplen con los requisitos de las normas peruanas NTP 00.012 y C136/C136M-05 de la American Society of Testing Materials (Farfán Córdova & Pinedo , 2018).

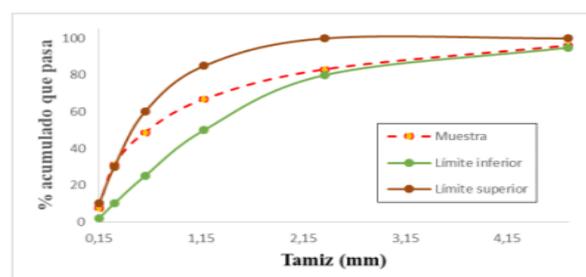


Figura 45. Granulometría del agregado fino
Fuente: (Farfán Córdova & Pinedo , 2018).

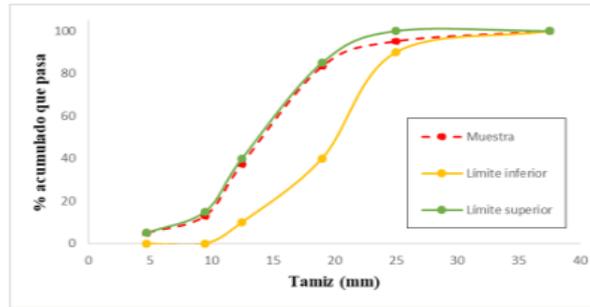


Figura 46. Granulometría del agregado grueso
Fuente: (Farfán Córdova & Pinedo , 2018).

La Tabla 14 muestra las propiedades del agregado, que son importantes porque asegurarán que se agregue la cantidad final a la mezcla.

Tabla 14
Propiedades de los agregados

Agregados	Contenido de humedad (%)	Capacidad de absorción (%)	Peso específico (kg/m ³)
Fino	1,26	0,4	2700
Grueso	2,86	6,5	2680

Fuente: (Farfán Córdova & Pinedo , 2018).

El diseño de mezcla determina las proporciones de los materiales en una de concreto para ciertas características deseadas, para el caso que compete a este estudio es un concreto de $f'c=210,00$ kg/cm². (Ver Tabla 15).

Tabla 15
Diseño de mezcla de concreto simple

Material	Proporción en peso	Peso (kg)	% de mezcla
Cemento	1,00	363,18	15,5%
A. Grueso	2,20	801,66	34,2%
A. Fino	2,59	940,64	40,2%
Agua	0,65	236,09	10,1%
Total para 1 m ³		2341,57	100,0%

Fuente: (Farfán Córdova & Pinedo , 2018).

El ensayo realizado al concreto fresco fue el de asentamiento, para determinar la consistencia o fluidez de la mezcla. Se efectúa con el cono de Abrams y hace referencia a la norma ASTM C-143. La Tabla 3 muestra que el asentamiento en la mezcla de concreto se redujo en 28.6 y 36.3% en comparación con el concreto normal y en concreto con contenido de fibra de acero de 25.00 y 30.00 kg/m, respectivamente (Farfán Córdova & Pinedo , 2018).

Tabla 16

Asentamiento del concreto en estado fresco

Mezcla	Fibra (kg/m ³)	Slump	% Variación
G1	----	3,5	0,0%
2	25	2,5	-28,6%
G3	30	2,23	-36,3%

Fuente: (Farfán Córdova & Pinedo , 2018).

Se realizaron pruebas de compresión a los 1 días de edad según NTP 339.03 La Tabla 9 muestra la resistencia promedio, mostrando que los mejores resultados se obtuvieron en probetas con 25,00 kg/m³ (G2) de Sika® Fiber CHO 65/35 NB, 212,39 kg/m³.(G2) .cm² (ver Figura 3). G2 superó a la muestra de control (G1) en un 1,1 %, mientras que G3 solo logró un 92,0 %. Estos resultados se corresponden con los resultados obtenidos por Sotil y Zegarra, que lograron la mayor resistencia con fibra Winrand FF3, alcanzando 320,79 kg/cm² para una dosificación de 25,00 kg/m³ de hormigón, lo que indica que la dosis de esta cantidad es realista y mejora las propiedades. . al 30,0% (Farfán Córdova & Pinedo , 2018).

Estos filamentos facilitan mayor energía de rotura, el aumento de resistencia a la compresión se debe a que la fibra actúa adhiriéndose al concreto evitando fisuras (Farfán Córdova & Pinedo , 2018).



Figura 47. *Figura de probetas según la carga utilizada*

Fuente: (Farfán Córdova & Pinedo , 2018).

En la Figura 47 se muestra que la máxima resistencia obtenida en uno de los ensayos pertenece al grupo G1 de 217,32 kg/cm² , aunque luego decrece sustancialmente a 205,85 kg/cm² , mostrando que esta dosificación no garantiza sostenibilidad en la resistencia. Por el contrario, la muestra G2 presenta una curva ascendente siendo el valor más alto en los ensayos de 214,27 kg/cm² , 2,0 % por encima del estándar (Farfán Córdova & Pinedo , 2018).

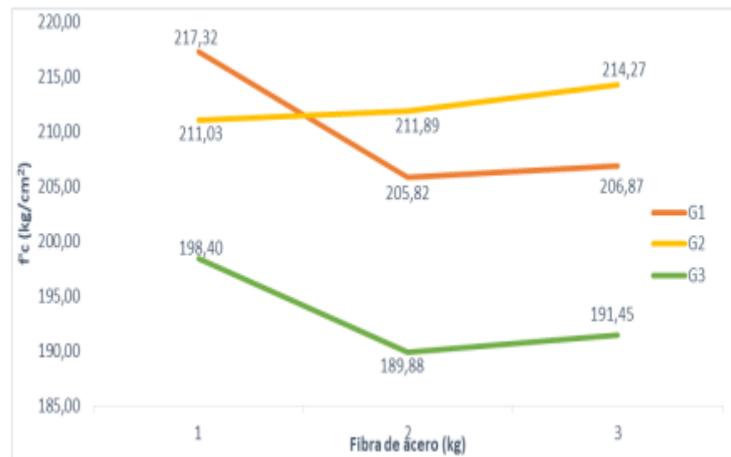


Figura 48. Resistencia a la compresión según kilogramos de fibra
Fuente: (Farfán Córdova & Pinedo , 2018).

Esto manifiesta que la dosificación de 25,00 kg/cm² de fibra de acero garantiza una buena resistencia a la compresión del concreto (Farfán Córdova & Pinedo , 2018).

El análisis estadístico ANOVA de la Tabla 19, muestra que las resistencias a la compresión a diferentes dosificaciones presentan una diferencia muy significativa ($p < 0,01$), y el análisis Post Hoc de comparaciones múltiples en la Tabla 6, establece que el grupo G2 tiene un promedio similar al del grupo control G1 (Farfán Córdova & Pinedo , 2018).

Es decir, no presentan diferencias significativas ($p=0,807 > 0,05$). Esto demuestra la hipótesis que las fibras de acero tienen un efecto positivo y ayuda en la resistencia a la compresión del concreto (Farfán Córdova & Pinedo , 2018).

Tabla 17*Pruebas estadísticas para valores de resistencia a la compresión*

Muestras	Prueba de Normalidad (Sig.)	ANOVA (Sig.)	Media	Desviación estándar
G1	0,158	0,004 (F=15,363)	210,00	6,36
G2	0,495		212,40	1,68
G3	0,332		193,24	4,53

Tabla 6. *Prueba de Comparaciones múltiples para valores de resistencia a la compresión*

(I) Grupos	(J) Grupos	Diferencia de medias (I-J)	Sig.	95% de intervalo de confianza	
				Límite inferior	Límite superior
G1	G2	-2,39333	0,807	-13,9466	9,1600
	G3	16,76000*	0,010	5,2067	28,3133
G2	G1	2,39333	0,807	-9,1600	13,9466
	G3	19,15333*	0,005	7,6000	30,7066
G3	G1	-16,76000*	0,010	-28,3133	-5,2067
	G2	-19,15333*	0,005	-30,7066	-7,6000

La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05

Fuente: (Farfán Córdova & Pinedo , 2018).

2.2.9.5. Conclusiones

El Grupo G2 alcanza una resistencia máxima a la compresión de 212,39 kg/cm² y es un 1,1% superior a la del hormigón estándar. (Farfán Córdova & Pinedo , 2018).

El uso de hilos de acero permite una mayor trabajabilidad en el hormigón (Farfán Córdova & Pinedo , 2018).

Una dosificación de 25,00 kg/m³ de fibra de acero permite una mayor adherencia del material y una mayor resistencia a la compresión, frente a una dosificación de 30,00 kg/m³ que reduce la resistencia. La fibra de acero ejerce una resistencia a la compresión del hormigón de 210,00 kg/cm² (Farfán Córdova & Pinedo , 2018).

2.2.10. Fibra de acero

Para la construcción teórica de la variable de fibra de acero se utilizará el artículo científico de la autora Alexandra Cobos-Sáenz de Viteri, Alexis Wladimir Valle-Benítez. titulada “Estudio comparativo sobre el comportamiento mecánico del concreto con fibra de polietileno tereftalato (Pet) reciclado y concreto con fibra de acero” publicada en el año 2021 por la revista científica *dominio de la ciencia*.

2.2.10.1. Introducción

En la elaboración de la construcción, el hormigón es el material más utilizado debido a sus características mecánicas, sin embargo, más adelante, la resistencia a la flexión, la aparición de grietas es siempre un dilema, por lo que el hormigón armado es una necesidad absoluta para diversas construcciones civiles (Cobos & Valle, 2021).

Para su asistencia es común el uso de acero en forma de barras, redes y fibras, sin embargo, en el Ecuador no es común el uso de fibras de acero para el refuerzo del concreto, razón por la cual este estudio, además de profundizar en el desempeño que concreto luego de reforzado con las fibras antes mencionadas, se realizó un estudio basado en los resultados obtenidos con las fibras de tereftalato de polietileno, especialmente de los envases, ya que representan una cantidad preocupante de residuos en el mundo, donde una forma de minimizar su impacto ambiental es aprovechar su aplicabilidad en una matriz particular (Cobos & Valle, 2021).

2.2.10.2. Desarrollo

Como base teórica para fortalecer la investigación se consideran puntos importantes como: el hormigón y su importancia, los componentes del hormigón, las fibras de acero, las fibras de PET reciclado y el hormigón reforzado con fibra (Cobos & Valle, 2021).

2.2.10.3. Concreto e Importancia

El hormigón es el resultado de una combinación de cemento, agua, grava y arena, también puede incluir aditivos. En cuanto a los aditivos, tienen desemejantes funciones, entre ellas, permitir que se agregue menos agua a la mezcla de la que normalmente se necesita, también mejora la tenacidad y aumenta su trabajabilidad. Su capacidad final depende de la calidad de

los componentes y la profesionalidad del ingeniero a cargo, la implementación, el control de calidad (Cobos & Valle, 2021).

2.2.10.4. Componentes del hormigón

Para preparar la mezcla necesitas: cemento, agua y árido (fino y grueso) (Cobos & Valle, 2021).

2.2.10.4.1. Cemento

Se produce pulverizando Clinker, compuesto de silicato de calcio hidráulico, que contiene diversas formas de sulfato de calcio. Contiene elementos minerales y otros elementos menores, según NTP 33.009. En la figura 1 se muestran los tipos de cemento según la NTE.

- 4.1 Esta norma cubre ocho tipos de cemento portland, enumerados a continuación (ver nota 2)
- 4.1.1 *Tipo I*. Para usarse cuando no se requieren las propiedades especiales especificadas para cualquier otro tipo.
- 4.1.2 *Tipo IA*. Cemento con incorporador de aire para los mismos usos del Tipo I, donde se desea incorporación de aire.
- 4.1.3 *Tipo II*. Para uso general, especialmente cuando se desea una moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación.
- 4.1.4 *Tipo IIA*. Cemento con incorporador de aire para los mismos usos del Tipo II, donde se desea incorporación de aire.
- 4.1.5 *Tipo III*. Para usarse cuando se desea alta resistencia inicial o temprana.
- 4.1.6 *Tipo IIIA*. Cemento con incorporador de aire para el mismo uso que el Tipo III, donde se desea incorporación de aire.
- 4.1.7 *Tipo IV*. Para usarse cuando se desea bajo calor de hidratación.
- 4.1.8 *Tipo V*. Para usarse cuando se desea alta resistencia a la acción de los sulfatos.

Nota: La figura muestra los ocho tipos de cemento de acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE). Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), NTE, 2010.

Figura 49. Tipos de cemento de acuerdo a la NTE
Fuente: (NTE, 2017).

2.2.10.4.2. Agua

Este elemento para uso en concreto debe estar libre de impurezas y apto para uso en mezclas de concreto y que su reacción sea favorable. El agua constituye del 10% a 25 μ l del volumen del concreto cuando se mezcla. Por lo general, el agua potable por sí sola no es suficiente, pero debe cumplir con los exigencias de calidad, ya que puede contener citratos o incluso azúcares

que no son adecuados para la producción de concreto, sin embargo, esto no reduce su potabilidad (Cobos & Valle, 2021).

2.2.10.4.3. Agregados

Los áridos representan entre el 65% y el 80% del volumen total del hormigón, son partículas del material en estudio, que se someten a una serie de ensayos para determinar sus propiedades y lo que se obtiene al mezclar cemento con agua. Los agregados afectan las propiedades del concreto en su estado fresco y duro. Su origen puede provenir de rocas ígneas, sedimentarias o metamórficas. Para la producción de concreto es necesario cumplir con la norma NTE INEN 872, la cual es requerida por el agregado. Agregado crudo. También conocido como Ripio y este material es retenido principalmente por tamiz digital (Cobos & Valle, 2021).

2.2.10.5. Fibras de acero

La expresión en que se distribuyen las fibras en la matriz del hormigón es muy influyente, ya que cuando ésta tiene una sola dirección y es paralela a la tensión de tracción que actúa sobre ella, es cuando la armadura alcanza su máximo y la dinámica será menor. que al azar. metodo. orientación tridimensional (Cobos & Valle, 2021).

La expresión en que se distribuyen las fibras en la matriz del hormigón es muy influyente, ya que cuando ésta tiene una sola dirección y es paralela a la tensión de tracción que actúa sobre ella, es cuando la armadura alcanza su máximo y la dinámica será menor. que al azar. metodo. orientación tridimensional (Cobos & Valle, 2021).

2.2.10.6. Fibras de PET reciclado

La fibra de escritura PET, añadida a la matriz del hormigón, se beneficia de su origen reciclable, incluyendo bajo costo y beneficios ambientales, proporciona un segundo uso a los residuos, también es conocida por su alto rendimiento cuando se añade al hormigón. Una vez utilizado, el PET se utiliza principalmente para fabricar piezas de automóviles. En el reciclaje, al minimizar los residuos, solo se utiliza el 30% de la energía necesaria para producir plástico virgen. Los dispositivos de polímero reforzado con fibra óptica se caracterizan por su facilidad de fabricación, bajo costo y altas propiedades mecánicas (Cobos & Valle, 2021).

Entre sus pertenencias mecánicas se encuentra su gran resistencia al desgaste debido a su estructura cristalina, que aumenta la rigidez mucho más que la debida a la simple orientación molecular, permite su permanencia dimensional incluso después de la transformación. El PET en forma de fibras, agregado a la matriz de concreto, se beneficia de su origen reciclado, incluyendo bajo costo y beneficios ambientales, brindando un segundo uso a los residuos, también es conocido por su alto desempeño cuando se agrega al concreto. Una vez utilizado, el PET se utiliza principalmente para fabricar piezas de automóviles (Cobos & Valle, 2021).

En el reciclaje, al minimizar los restos, solo se utiliza el 30% de la energía necesaria para originar plástico virgen. Los dispositivos de polímero reforzado con fibra óptica se caracterizan por su facilidad de elaboración, bajo costo y altas propiedades mecánicas. Entre sus propiedades mecánicas se encuentra su gran resistencia al desgaste debido a su estructura cristalina, que acrecienta la rigidez mucho más que la debida a la simple orientación molecular, permite su estabilidad dimensional incluso después de la transformación (Cobos & Valle, 2021).

2.2.10.7. Concreto reforzado con fibras

Asimismo, dotar al hormigón de fibras con la adecuada resistencia a la tracción, distribuidas uniformemente en el hormigón, lo convierte en una micro armadura que muestra una altísima eficacia para resistir el anómalo de la deformación por retracción y al mismo tiempo confiere al hormigón una ductilidad que puede ser considerado de alta resistencia y conteo de fibras dando así al hormigón una gran resistencia. Es bien a conocer que la resistencia a la tracción a menudo se ignora en los códigos de diseño debido a su fragilidad, sin embargo, cuando se presenta con un compuesto reforzado con fibra, la resistencia a la tracción aumenta significativamente a temperaturas más altas para fines de diseño (Cobos & Valle, 2021).

2.2.10.8. Materiales y métodos

El objetivo de este estudio es cuantitativo, ya que se basa en el análisis de los datos obtenidos de los ensayos de diversos materiales para determinar las propiedades del hormigón armado y su influencia en las propiedades mecánicas del hormigón. Según (Hermández, Fernández, & Baptista, 2010). Este estudio es experimental y descriptivo, ya que se recolecta información sobre estas dos fibras y se realizan pruebas en estas poblaciones para perfilar comparaciones y

obtener resultados experimentales a través de ensayos de laboratorio para ampliar la datos recopilada, sometiendo así muestras de concreto a contextos similares para obtener comparaciones precisas de propiedades bajo dos tipos de fibras. El alcance del estudio es descriptivo y comparativo, mirando hormigón armado con fibras de acero dispersas y PET reciclado, utilizando áridos de nuestro medio que han sido muy poco analizados, pero solo con soporte técnico de la prueba se realizará, será logrado para determinar su efecto sobre las propiedades mecánicas del hormigón. Es descriptivo, porque además de tener conocimiento de la calidad de los diferentes tipos de áridos limpios que se utilizan en la producción del hormigón, se tendrá información detallada del comportamiento del hormigón cuando se combinan los áridos. acero e hilo en su elaboración de PET reciclado. Por diseño para responder a la pregunta planteada, se trata de una exploración documental, ya que es un proceso basado en el estudio de datos que se lograrán a partir de ensayos de diferentes materiales, es decir, cosas que se obtienen y registran. por otros investigadores en orígenes impresos, audiovisuales o electrónicas. De igual manera, el levantamiento se desarrolló bajo la guía de la investigación experimental, construyendo muestras de cilindros de concreto, así como vigas con adición de acero y fibras de PET, para conocer las propiedades mecánicas del concreto y poder realizar comparaciones. como sugerencia Las pruebas se realizan de acuerdo con las pautas estándar de ASTM, tales como: Prueba de compresión ASTM C39 y Prueba de tracción indirecta ASTM C 96 (Cobos & Valle, 2021).

Los instrumentos sobre los que se realizarán las técnicas de recogida de datos antes mencionadas son: equipos de laboratorio como prensas para romper cilindros, balanzas, hornos y tamices que permitan realizar pruebas como la recogida de datos del experimento. Como resultado se determina como población a las empresas y grupos de profesionales de la construcción, centrados en los permisos de construcción emitidos en el estado de Guayaquil a esa fecha (Cobos & Valle, 2021).

2.2.10.9. Análisis y discusión de los resultados

Como contribución al conocimiento de la tecnología del hormigón, que cuenta con antecedentes previamente realizados por investigadores sobre PET reciclado y fibras de acero, en este título se describen los siguientes pasos para obtener los datos experimentales, presentando hormigón habitual, hormigón con acero y hormigón con fibra reciclada de fibras de PET en las mismas condiciones para una comparación justa completan la propuesta con una

ficha comparativa que permite conocer las propiedades del hormigón de forma agregada. Para realizar los ensayos de laboratorio, que son necesarios para recoger datos empíricos, se parte de la caracterización del árido, ya que el hormigón, al ser un material compuesto, afecta a la mezcla (Cobos & Valle, 2021).

A la mezcla se le añaden diversos tipos de ingredientes según sus diferentes características. Se inicia con la caracterización del agregado de concreto, es por ello que a través de un ensayo de laboratorio del tamaño de partícula: Ing. Comienza con ensayos de agregados finos y agregados gruesos utilizados para producir muestras de concreto para determinar sus propiedades físicas y mecánicas (Cobos & Valle, 2021).

Por otra parte, para la selección de hilos de acero, se sabe que según ACI 5 1R-96, la capacidad del filamento para adherirse al concreto depende del porcentaje de delgadez, ya que cuanto mayor sea, mejor. Unión de fibra al hormigón. De estos, los valores más utilizados en el acero conocido son de 20 a 100, mientras que las longitudes de las roscas están entre 0,25 y 3 pulgadas (Cobos & Valle, 2021).

Para la producción de fibras de PET recicladas, el primer paso para llegar allí es recolectar una gran cantidad de botellas de PET recicladas, recipientes sin la superficie corrugada del cuerpo de la botella para capturar la fibra de manera eficiente. Una vez comprados los envases, se quitarán las etiquetas. Se cortan las bases de las botellas para obtener el cuerpo de la botella, luego se pasan por una cortadora manual de manera que se pueda obtener el alambre del cuerpo de la botella de 7 mm para cortar segmentos de 0 mm con un espesor constante. Una vez hechas, se lavan con agua para eliminar las impurezas orgánicas (Cobos & Valle, 2021).



Figura 50.Plástico PET reciclado sin etiqueta
Fuente: (Cobos & Valle, 2021).



Figura 51. Material PET cortado en secciones
Fuente: (Cobos & Valle, 2021).

El peso específico del PET, se muestran en la figura 51 luego de ser ensayadas con gasolina, debido a que con el agua no se pueden utilizar, por tratarse de fibras PET, se obtuvo 1.342gr/cm³ (Moya , Guaman, & Pinenla, 2019).

Fibras PET			
Peso Específico			
Descripción	Ensayo N° 1	Ensayo N° 2	Ensayo N° 3
Masa del recipiente + fibras recicladas PET	440.1	450.5	708.7
Masa del recipiente (gr)	289.9	289.9	289.9
Masa de las fibras recicladas (gr)	150.2	160.6	418.8
Masa canastilla sumergida en gasolina (gr)	718.2	718.2	718.2
Masa canastilla + fibras sumergida en gasolina	786.5	789.5	905.5
Masa de las fibras recicladas PET en gasolina	68.3	71.3	187.3
Volumen desalojado (gr)	110.676	120.676	312.838
Peso específico (gr/cm ³)	1.357	1.331	1.339
Peso específico promedio (gr/cm ³)	1.342		

Figura 52. Tabla sobre el ensayo de peso para fibras de PET

Fuente: (Moya , Guaman, & Pinenla, 2019).

Para seleccionar el porcentaje de fibra óptimo para las muestras de concreto, del porcentaje de fibra PET analizado, se reflexiona el estudio de Shamskia (2012), donde la certeza que la mayor resistencia a la compresión se obtiene con la adición del 0,5%. En cuanto a las fibras de acero, según Silva, la proporción óptima de la adición de estas fibras de acero para la resistencia a la compresión es de 0,62%, el dos por ciento de este hilo se encuentra dentro de la norma ACI 51R-32, lo que significa que es adecuado con los límites establecidos para este. Para la selección de las fibras de acero, en el estudio experimental se utilizaron grapas de 25 x 3.80

mm como alambre de púas, como se muestra en la Figura 5, para el refuerzo del concreto debido a que tienen la misma forma que las fibras de acero comercial y tienen las mismas dimensiones que las el hilo hecho. de PET reciclado (Cobos & Valle, 2021).



Figura 53. Grapas previamente seleccionadas
Fuente: (Moya , Guaman, & Pinenla, 2019).

Para la fabricación de muestras cilíndricas de concreto y luego de determinada la dosificación de las mismas, se construyen las muestras cilíndricas de concreto con las mezclas concretas donde se realiza el muestreo a razón de 0.5% y 1% de fibra de acero y PET, luego se procede en que se rompe en días 7, 14 y 28 para un total de 35 probetas con moldes de 10x20cm (Cobos & Valle, 2021).

Durante este proceso se obtienen los datos de asentamiento ajustados por INEN 1578 para la determinación del asentamiento, lo que implica colocar una muestra de concreto recién surtido dentro de un cono modificado y compactado con una barra en tres capas (Cobos & Valle, 2021).



Figura 54. Mezcla en el molde de cono trocado
Fuente: (Moya , Guaman, & Pinenla, 2019).

El asentamiento o asentamiento se refiere a la trabajabilidad de la mezcla de concreto, es decir, el concreto se coloca fácil y uniformemente en la estructura, no tiene vacíos, es fácil de cubrir con el refuerzo y es fácil de compactar. El proceso de fabricación de probetas cilíndricas se instruye con el vertido de hormigón reciente previamente preparado y luego compactado en capas 25 veces con compactador de 102 mm de diámetro. El proceso de fabricación de probetas cilíndricas se inicia con el vertido de hormigón fresco previamente preparado y luego compactado en capas 25 veces con compactador de 102 mm de diámetro. Luego, golpee suavemente con un mazo de goma para eliminar las burbujas de aire de la mezcla y termine de enjuagar con una varilla de $\frac{3}{8}$ " (Cobos & Valle, 2021).

Después del fraguado, se retiran los cilindros para colocarlos en la cámara de maduración en agua potable. Norma NTE INEN 2528 y Norma Internacional ASTM C 511. Después del asunto descrito, se transportan con cuidado a una cámara de endurecimiento a 20 °C para evitar el contacto entre sí (Cobos & Valle, 2021).



Figura 55. Elaboración de especímenes cilíndricos
Fuente: (Moya , Guaman, & Pinenla, 2019).



Figura 56. Curado de cilindros de hormigón
Fuente: (Moya , Guaman, & Pinenla, 2019).

En cuanto al desempeño y efecto de los ensayos, ensayo simple a compresión de muestras de concreto para conocer la resistencia del concreto en porcentaje y tipo de fibra para conocer las propiedades mecánicas del concreto de acuerdo al diseño del mismo. arrastre 210 kg/cm². Los casos de falla están sujetos a la NTE INEN1573 y la norma internacional ASTM C 39, que intentan aplicar una fuerza axial a la probeta de concreto hasta la falla. Cada poste tiene 100 mm de diámetro y 200 mm de altura, con una dosificación de 0,5% y 1% de fibra PET reciclada y alambre de acero para los días 7, 14 y 28, que son 28 postes de fibra y 7 de hormigón tradicional (Cobos & Valle, 2021).



Figura 57. Ensayo brasileño
Fuente: (Moya , Guaman, & Pinenla, 2019).



Figura 58. Ensayo de compresión simple
Fuente: (Moya , Guaman, & Pinenla, 2019).

Ficha Comparativa														
	Hormigón con fibras de PET reciclado						Hormigón con fibras de acero						Hórmigón sin fibra	
Ensayo Compresión Simple														
%	0.5%			0.1%			0.5%			0.1%				
Días	7	14	28	7	14	28	7	14	28	7	14	28	7	14
Kg	8.500	9.750	12.000	6.700	7.450	9.700	12.050	14.250	18.500	11.950	13.950	16.100	11.050	14.050
Kg/cm ²	108,2	124,1	152,8	85,3	94,9	123,5	153,4	181,4	235,5	152,2	177,6	205	140,7	178,9
Tracción Indirecta														
Kg			8.000			7.500			6.100			8.000		9.000
Kg/cm ²			25,5			23,9			19,41			25,5		31,2

Figura 59. Ficha comparativa
Fuente: (Moya , Guaman, & Pinenla, 2019).

En consecuencia, el aumento o rebaja aparente de la firmeza a la compresión depende no solo del tipo de fibra, sino también de la proporción que se incluye en el sustrato de hormigón. Un claro ejemplo de esto resultó en la adición de fibras PET con la adición de 1.0% y 0.5%, donde este último porcentaje representa un aumento del 30% en la resistencia a la compresión sobre la fracción de mayor porcentaje, es por ello que se agregan hilos luego de alcanzar su porcentaje óptimo y esto comienza a disminuir su fuerza (Cobos & Valle, 2021).

De los efectos presentados, se puede observar que el hormigón libre de fibras alcanza la mayor resistencia a la tracción indirecta, continuo del hormigón con 0,5 fibras de PET reciclado y el hormigón con 1,0 fibras de acero. Como dos comisiones y fibras tienen mejores resultados y no se alejan demasiado del hormigón libre de fibras, no hay mejora en esta propiedad (Cobos & Valle, 2021).

En estudios de diferentes autores, referenciados en la presente indagación, se demostró un progreso del hormigón frente a las fuerzas de flexión, torsión y tracción indirecta, en que esta última resultó ser la mayor y sin precedentes en estudios obtenidos de sondeos empíricos. No se obtiene mejora en este ámbito. (Cobos & Valle, 2021).

2.2.10.10. Conclusiones

El concreto es popular por su buena resistencia a la compresión, sin embargo, tiene desventajas como la resistencia a energías de torsión, flexión y tensión y es por eso que se le agregan fibras para reforzar los esfuerzos y así evitar las grietas que crean. Existen muchos ejemplos de fibras, y entre las más comercializadas se encuentran las fabricadas en acero para

la máxima intervención de fisuras, resaltadas con bandas de acero añadidas a la matriz de hormigón (Cobos & Valle, 2021).

En los resultados de compresión obtenidos a través de pruebas de laboratorio, se puede demostrar la mejora que muestra la adición de 0,5% de fibra de acero, sin embargo, el rendimiento de las fibras de PET recicladas es mucho menor en comparación con lo requerido (Cobos & Valle, 2021).

En el ensayo de tracción indirecta, el hormigón reforzado con fibra no aumentó su resistencia a la tensión. Por otro lado, debido a las diferentes variables que componen las fibras para el refuerzo del concreto, se deben realizar estudios profundos para determinar el tamaño y la proporción óptima de fibras para obtener los efectos deseados en el concreto. De igual manera, agregar variables como la dirección de las fibras en la matriz del concreto, ejecutando un análisis de su relación con su resistencia (Cobos & Valle, 2021).

2.2.11. Propuesta de fabricación

Para la construcción teórica de la variable de propuesta de fabricación se utilizará el artículo científico de Blanca Rosa Cruz Cal, Belkis f. Guerra Valdez, Ricardo Alfonso Blanco, Eusebio Vladimir Ibarra Hernández, Marlele Dupin Fonseca titulada Desarrollo de materiales elastoméricos para la fabricación de piezas de helicópteros publicada por la revista anuales de la academia de la ciencia de cuba en el año 2021.

2.2.11.1. Introducción

El desarrollo de nuevos materiales actualmente es de mucha importancia, especialmente los que están hechos de goma, ya que estos se caracterizan por que soportan condiciones difíciles de trabajo puesto que se deforman y vuelven a su origen sin deformarse persistentemente; vista sus cualidades elásticas y sus innumerables usos en la actualidad sean adquiridos significativamente (Cruz, Guerra , Blanco, Ibarra , & Fonseca, 2022).

Por otra parte, el mantenimiento y reparación de equipos de aviación en Cuba es realizada a base de compra de repuestos importados, como los diafragmas y preservadores de goma entre otras partes y piezas; ya desde hace algún tiempo se ha trabajado de esta forma puesto que la importación de dichos repuestos o piezas crea problemáticas para algunas maquinarias de la

Defensa de las Fuerzas Armadas Revolucionarias. La elaboración y reemplazo de estas partes o repuestos antes mencionados establecen causas altas de nuevos problemas por ser del rotor central (Cruz, Guerra , Blanco, Ibarra , & Fonseca, 2022).

Por lo anteriormente expuesto la evolución de fórmulas elastoméricos para la elaboración del diafragma de goma o protector de goma se sugiere como finalidad el desarrollar un componente elastoméricos con características físico-químicas y mecánicas apropiadas para la elaboración del diafragma y protector de goma por medio de técnicas fiables técnicos, económicos y seguros (Cruz, Guerra , Blanco, Ibarra , & Fonseca, 2022).

2.2.11.2. Métodos

La variedad de fórmulas y pruebas fueron puestos a prueba a grado de laboratorio en una vegetal de calzado vulcanizado según los lineamientos establecidas en la NC 346 2004. Se deben preparar mezclas de ensayos elastoméricos que soporten periodos continuos de flexión y torsión y así mismo ser resistentes a los aceites (Cruz, Guerra , Blanco, Ibarra , & Fonseca, 2022).

2.2.11.3. Matriz polimérica

En la formulación, los elementos constantes utilizados son: caucho de acrilonitrilo con nitrilo 38, negro de carbón HAF, ácido esteárico, cera de parafina, azufre, DOP, MBT, DPG, TMTD, el super acelerador permite, junto con MBT y DPG, utilizar un menor porcentaje de cada uno, consiguiendo reducir el tiempo de curado (Cruz, Guerra , Blanco, Ibarra , & Fonseca, 2022).

El ZnO-Al, que permite utilizar menos acelerantes y por lo tanto almacenar material por más tiempo, brinda mayor seguridad, también ayuda a activar con ácido esteárico y mejora el curado del compuesto (Cruz, Guerra , Blanco, Ibarra , & Fonseca, 2022).

2.2.11.4. Preparación de la mezcla

Se elaboran 10 enunciaciones siguiendo el orden de la formulación de referencia propuesta utilizando un mezclador de cilindro enrollando el caucho en el cilindro delantero cuidando la temperatura en el centro de la superficie de cada uno en el rango de 70 grados centígrados a 80

grados y la misma se mide con un pirómetro. Los componentes de la composición son agregados según lo describe la fórmula y Nauton con orden y a lo largo de la longitud del rodillo. Una vez elaborada la mezcla se enfría a temperatura ambiente en una superficie limpia seca y metálica para su conservación y envoltorio en hoja de aluminio (Cruz, Guerra , Blanco, Ibarra , & Fonseca, 2022).

Tabla 18

Formulación de referencia propuesta

Formulación	Partes (p.p.c.c)	Masa (g)
Caucho acrilonitrilo	100,0	600,0
Negro de humo	80,0	480,0
Acido esteárico	5,0	30,0
Cera parafina	0,5	3,0
Azufre	3,0	18,0
DOP	14,0	84,0
MBT	2,0	12,0
DPG	1,0	6,0
Óxido Zn – Al	-	-
Durez resin	-	-
TMTD	-	-
Total	205,5	1233

Fuente: (Cruz, Guerra , Blanco, Ibarra , & Fonseca, 2022).

Tabla 19

Matriz de los experimentos

N	TMTD	Óxido de Zn-Al	Durez resin
1.1	1	0	0
1.2	0	1	0
1.3	0	0	1
1.4	0,5	0,5	0
1.5	0,5	0	0,5
1.6	0	0,5	0,5
1.7	0,333333	0,333333	0,333333
1.8	0,166667	0,166667	0,666667
1.9	0,666667	0,166667	0,166667
1.10	0,166667	0,666667	0,166667

Fuente: (Cruz, Guerra , Blanco, Ibarra , & Fonseca, 2022).

2.2.11.5. Preparación de la mezcla

Se prepararon 10 recetas según la secuencia de la Tabla 1, utilizando una batidora de rodillos, rodando la goma en el rodillo primero, controlando la temperatura en el centro de la superficie de cada rodillo entre 70 °C y 80 °C, medida con un termómetro (Cruz, Guerra , Blanco, Ibarra , & Fonseca, 2022).

2.2.11.5. Resultados

Del análisis de varios trabajos se derivan las propiedades evaluadas: gravedad específica, Cota A, tenacidad a la tracción, módulo de elasticidad, relación de Poisson, resistencia al desgarro, resistencia volumétrica relacionada al desgaste, resistencia al envejecimiento por aire y cinética de vulcanización (Cruz, Guerra , Blanco, Ibarra , & Fonseca, 2022).

Propiedades de las mezclas								
	Sh (A)	σ_t (MPa)	w_{gr}	γ (g/cm ³)	K_{gr}	RD N/mm	$E_{20\%}$ (MPa)	$\mu_{20\%}$
1.1	66	8,02	2,13	1,21	0,92	32,36	2,73	0,51
1.2	77	17,48	2,38	1,25	0,94	22,52	5,95	0,44
1.3	75	10,73	3,16	1,21	0,89	32,69	3,70	0,43
1.4	76	11,48	1,78	1,23	0,88	2,61	12,8	0,50
1.5	65	14,16	1,06	1,21	0,74	15,14	5,65	0,44
1.6	73	17,74	1,53	1,23	0,94	19,80	0,34	0,55
1.7	78	14,25	1,47	1,23	0,88	2,32	12,52	0,52
1.8	76	9,71	1,24	1,22	0,89	3,04	1,74	0,35
1.9	78	13,36	5,06	1,22	0,85	7,07	5,91	0,54
1.10	76	11,90	5,30	1,24	0,86	2,99	8,46	0,49

Figura 60. Resumen de los resultados experimentales

Fuente: (Cruz, Guerra , Blanco, Ibarra , & Fonseca, 2022).

La cinética de endurecimiento se estudió según la norma cubana para la formula. A partir de la cura reológica obtenida de 160 ° C, se obtuvieron los parámetros, a torque mínimo (ML), torque máximo (MH), variación de torque y 100 % t determinado (Cruz, Guerra , Blanco, Ibarra , & Fonseca, 2022).

160 °C	M_L (N.m)	M_H (N.m)	ΔM (N.m)	$T_{100\%}$ (min)	Estabilización	K (min) ⁻¹	n	R ²
	0,09	1,06	0,97	31	Equilibrio	0,0265±0,01	2	0,983

Figura 61. Resultados del ensayo de geometría y la interpolación al modelo

Fuente: (Cruz, Guerra , Blanco, Ibarra , & Fonseca, 2022).

La imagen 60 muestra datos de prueba típicos a 160 °C durante un período de una hora. con esta curva se interpola el modelo de isotermas de Kamal y Sourour (Cruz, Guerra , Blanco, Ibarra , & Fonseca, 2022).

Donde el estado saludable (θ) está representado por:

$$\theta = \frac{\{k(t - t_0)\}^n}{1 + \{k(t - t_0)\}^n} \quad (1.1)$$

donde k es la velocidad de resistencia, n es el orden de la ecuación de velocidad, t0 es el tiempo de inducción y t es el tiempo (Cruz, Guerra , Blanco, Ibarra , & Fonseca, 2022).

A partir de la curva reológica, el proceso de curado se puede expresar mediante la ecuación (1.2).

$$\theta = \frac{M_t - M_L}{M_H - M_L} \quad (1.2)$$

La Figura 1B) muestra la curva práctica normalizada ajustada al modelo. Los efectos de la interpolación se presentan en la Tabla 4 después de linealizar los modelos de Kamal y Sourour (Cruz, Guerra , Blanco, Ibarra , & Fonseca, 2022).

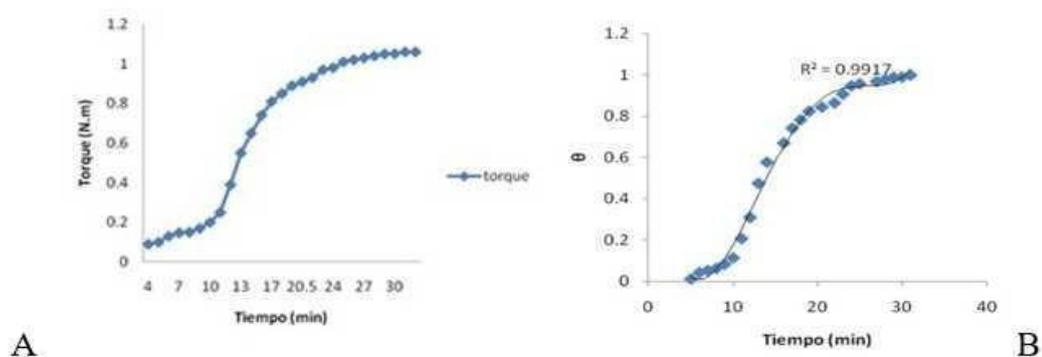


Figura 62. Curva experimental

Fuente: (Cruz, Guerra , Blanco, Ibarra , & Fonseca, 2022).

La figura B) muestra un ciclo de incitación relativamente corto, seguido de un aumento en la unidad elástica del par de fuerzas M' , debido a la generación de enlaces covalentes entre las cadenas del polímero. Además, se ha demostrado que el proceso de entrecruzamiento no presenta reversibilidad, de este modo se puede probar la estabilidad térmica del sistema, por lo que no hay ruptura de enlaces ni reacciones secundarias en el proceso de creación de redes de entrecruzamiento entre adyacentes. cadenas poliméricas. Con el mezclado. Los autores concuerdan con el criterio informado por Mansilla de que el torque mínimo es una guía de la viscosidad de la muestra, logrando el valor más alto de las mezclas obtenidas mecánicamente debido al número de partículas. Nodo topológico, que actúa como puente físico al quedar atrapado entre los entrecruzamientos, evitando el movimiento relativo entre los eslabones (Cruz, Guerra , Blanco, Ibarra , & Fonseca, 2022).

2.2.11.6. Conclusiones

La aplicación de caucho Acrilonitrilo, con agregados seleccionados para formulaciones, proporciona buenas características mecánicas. El estudio de varias propiedades puede aumentar el alcance de una mezcla compleja, ya que hay partes que solicitan un equilibrio entre varias propiedades, aunque hay casos en los que solo se requiere un atributo (Cruz, Guerra , Blanco, Ibarra , & Fonseca, 2022).

Los estudios de formulación muestran la viabilidad del uso de óxidos de zinc-aluminio ya que afectan positivamente las propiedades de los compuestos de caucho, con la diferencia de que no se cumplen las propiedades de desgarró, lo que conduce a los peores resultados cuando se utilizan (Cruz, Guerra , Blanco, Ibarra , & Fonseca, 2022).

El piloto propuesto por Kamal Sourour es suficiente para referir la progresión del proceso de curación (Cruz, Guerra , Blanco, Ibarra , & Fonseca, 2022).

2.2.12. Propuesta de fabricación

Para la construcción teórica de la variable de propuesta de fabricación se empleará el artículo científico Msc. Ricardo Andrés García-León, Msc. Eder Flórez Solano Phd. Carlos Acevedo Peñaloza titulada "Caracterización térmica de mezclas de arcillas utilizadas en la fabricación de productos de mampostería para la construcción" publicada por la revista Colombiana de Tecnologías de avanza en el año 2018.

2.2.12.1. Introducción

La elaboración es la primera etapa en la que se cambia la composición y la plasticidad agregando otras arcillas de la zona para obtener una mezcla porcelana homogénea, en la segunda etapa de moldeado se obtiene la forma deseada, se debe tener en cuenta si se desea Cobo a presión o extrusión. A continuación, la pieza se sintetiza, es decir, se somete a un proceso de cocción para reducir la esponjosidad, aumentar la consistencia y la resistencia mecánica. En general, las industrias mantienen procesos productivos como se puede observar en la figura (Garcia, Florez, & Acevedo, 2018).

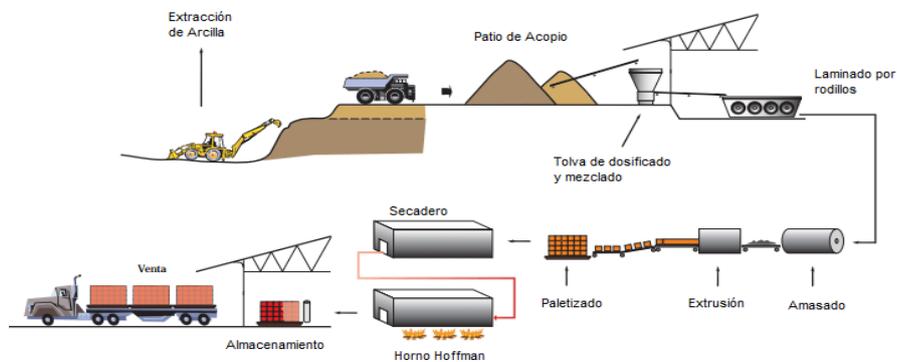


Figura 63. Proceso de producción de una ladrillera

Fuente: (Garcia, Florez, & Acevedo, 2018).

Es importante identificar el proceso y las variables que ocurren en cada etapa del proceso de fabricación, como la investigación realizada por. Así como caracterizar materias primas utilizando diferentes técnicas como: Ensayos físicos, químicos y mecánicos, para conocer el desempeño en diferentes períodos de producción y como validar el producto final con condiciones de calidad en base a los estándares vigentes. vigente como NTC 017 y 205 rigen los productos de construcción. En un relevamiento realizado por análisis calorimétrico realizado por TGA y DTA y otros ensayos para evaluar el comportamiento de la arcilla con solución Al-Ce-Fe (Garcia, Florez, & Acevedo, 2018).

Otros estudios analizaron una muestra de arcilla roja y determinaron su composición química y fases cristalinas; Además de la distribución del tamaño de partícula y el análisis térmico, también se determinaron la densidad y el límite de Atterberg; Luego evaluaron las muestras por calor a 1050°C, además de estudios químicos como XRD y XRF. Este tipo de

estudio de laboratorio es de gran importancia en la industria de la construcción para predecir la conducta de las arcillas durante las etapas de producción (García, Florez, & Acevedo, 2018).

2.2.12.2. Materiales y métodos

Para este trabajo se realizó una indagación con profundidad descriptiva diseño experimental, con una orientación objetiva de base mixta. El análisis térmico diferencial DTA mide el contraste de temperatura entre la muestra y el material de referencia en comparación con la temperatura alcanzada en cada punto de tiempo (García, Florez, & Acevedo, 2018).

Por otro lado, el estudio termogravimétrico ATG es una técnica donde se controla la masa de un modelo, a una temperatura programada, donde se puede establecer la pérdida de peso de las muestras generadas durante el paso de cocción, como la descomposición térmica de los elementos (García, Florez, & Acevedo, 2018).

Se realizó la caracterización térmica para determinar las posibles variaciones de tamaño y peculiaridades morfológicas de las dos combinaciones óptimas obtenidas experimentalmente en otras etapas del sondeo, mediante análisis térmico, diferencial y termogravimétrico, gracias al balance térmico Q600 de alta sensibilidad. Se realizaron estudios en dos muestras sólidas formadas por la técnica de extrusión y otra muestra de mezcla en polvo denominada m7 y m8 experimental en laboratorio para producir bloque perforado horizontalmente H-10, en un rango de temperatura de 20 °C a 1200 °C bajo oxígeno controlado condiciones y en un período térmico de 5°C/min (García, Florez, & Acevedo, 2018).

Los datos ATD y ATG obtenidas nos permiten obtener los picos endotérmicos y exotérmicos al reducir el peso del material, utilizando el software Data Analysis disponible en el dispositivo de prueba. Para evaluar el desempeño de los elementos analizadas, se tuvo en consideración la siguiente figura 2, que muestra las curvas características del análisis termogravimétrico (García, Florez, & Acevedo, 2018).

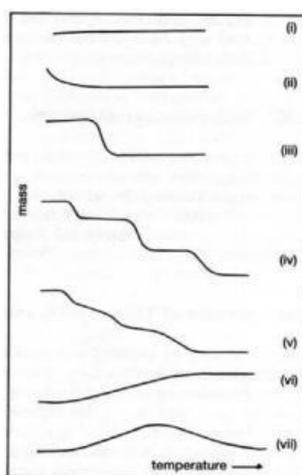


Figura 64. Principales tipos de curvas termogravimétricas
Fuente: (Sanchez, 2016)

Clase 1. La muestra no se descompone ni pierde productos volátiles dentro del rango de temperatura especificado. Posibles tipos de reacciones: transiciones de fase, reacciones de fusión, reacciones de polimerización.

Clase 2. La pérdida rápida de masa inicial es característica de la desorción o el secado.

Clase 3. La curva manifiesta el desglose del elemento en un proceso simple. La curva se puede utilizar para determinar el límite de un reactivo, determinar el método de piro secuenciación y estudiar la cinética de la reacción.

Clase 4. Descomposición en varios pasos con productos medios y estables, especificados. Se pueden determinar los límites de fijezza de los reactivos y del intermedio, y de manera más complicada, la medida fraccionada de la reacción.

Clase 5. También muestra descomposición de varios pasos, pero los intermedios son inestables y se obtiene poca información de la medición de estratificación de la reacción.

Clase 6. Ganancia de masa observada debido a la reacción de la muestra con su entorno.

Clase 7. Los productos de las reacciones de oxidación, se descomponen a temperaturas más altas: $2 Ag + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow Ag_2O + \frac{1}{2} O_2$ (García, Florez, & Acevedo, 2018).

2.2.12.3. resultados y discusión

Después de ensamblar las muestras moldeadas y pulverizadas en el laboratorio, se prosigue, en las Figuras 64 y 65, se muestran los datos obtenidos del estudio térmico para la mezcla m7 (García, Florez, & Acevedo, 2018).

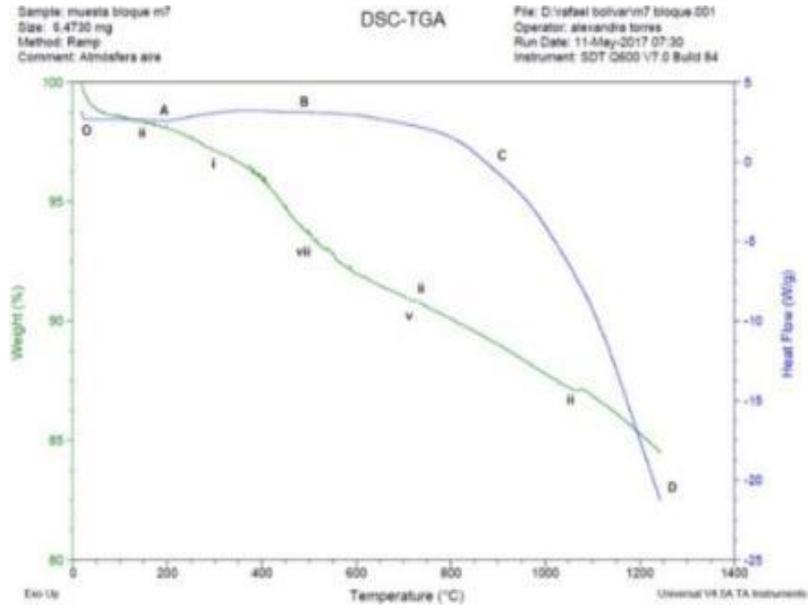


Figura 65. Termograma de los análisis de ATD y ATG muestra conformada
Fuente: (Sanchez, 2016).

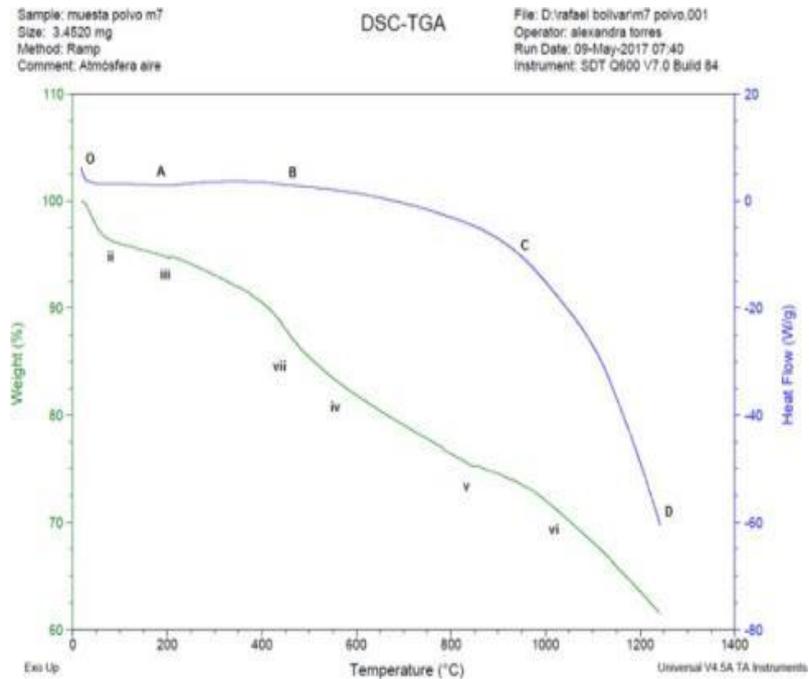


Figura 66. Termograma de los análisis de ATD y ATG muestra en polvo
Fuente: (Sanchez, 2016).

Para los datos de las figuras antes mencionadas se observa siguiente conducta, teniendo en consideración las curvas características.

T:°C	Curva			
	ATD (azul)		ATG (verde)	
	Figura 1	Figura 2	Figura 1	Figura 2
0-50	Cambio endotérmico, asociada a procesos de desorción o secado. Entre los puntos O-A		Pérdida de peso del 1,25% relacionada a la pérdida de agua higroscópica, libre o la humedad residual de la muestra. Se presenta una curva característica tipo II.	Pérdida de peso del 2,60% relacionada a la pérdida de agua higroscópica, libre o la humedad residual de la muestra. Se presenta una curva característica tipo II.
50-200	Entre los puntos O-A, se aprecia una ligera estabilización, debido a que no se generan reacciones químicas.		Se presenta una pérdida de masa de 1,30%, producto de la evaporación de agua, ligada a las estructuras de las muestras.	Se presenta una pérdida de masa de 2,40% producto de la evaporación de agua, ligada a las estructuras de las muestras. Se presenta una curva característica tipo III.
200-450	Entre los puntos A-B, se produjo una reacción exotérmica. Por la disociación oxidante de los hidróxidos de hierro (Fe ₂ O ₃).		Se presenta una pérdida de masa de 3,5%. Entre los 250°C aparece la curva característica tipo I relacionada con la presencia de montmorillonita (desorción de agua).	Se presenta una pérdida de masa de 7,5%. Entre los 440°C aparece la curva característica tipo VII relacionada con la presencia de montmorillonita (desorción de agua).
400-650	Entre los Puntos B-C, se observa una reacción	En el punto B se inicia una reacción endotérmica	Se presenta la expulsión del Agua cristalizada, como también la curva característica	Se presenta la expulsión del agua cristalizada, como también la curva característica tipo IV y VII, con una pérdida de peso

Figura 67. Análisis de las gráficas ATD y ATG para la mezcla m7

Fuente: (Garcia, Florez, & Acevedo, 2018).

El proceso de vitrificación comienza a aumentar los esfuerzos mecánica a los elementos, la cual se logra a partir de los 1200° C. Ambas gráficas muestran una conducta similar, aunque la muestra de polvo m7 se comporta mejor (Garcia, Florez, & Acevedo, 2018).

En las curvas de las anteriores figuras se determina el comportamiento siguiente, teniendo en cuenta las características: En el caso del compuesto m8 este presenta un comportamiento diferente al del compuesto m7, y esto se debe a que el número de partículas en el La forma de arena impide donde las partículas se combinan rápidamente, dando lugar a un cambio de densidad, donde se observa, a las temperaturas superiores a 1000°C, el valor del peso comienza a permanecer constante (Garcia, Florez, & Acevedo, 2018).

La contracción al cocer la arcilla es alta y aumenta bruscamente a partir de 105° C, sin contracción cuando se termina a 120° C. Esta característica es típica de elementos con propiedades de arena (Garcia, Florez, & Acevedo, 2018).

Los resultados obtenidos son de gran trascendencia, ya que se ha establecido una curva de temperatura ideal posible, que permite evitar roturas por calentamiento, cocción o preenfriamiento en la masa. Como resultado, la pieza está estresada y deformada. En otros casos, si estas tensiones son mayores que la resistencia del elemento, se formarían grietas por horneado. Teniendo en claro la elasticidad del elemento en cada fracción de la temperatura de ebullición, es posible programar la velocidad de calentamiento para que la tensión resultante de los factores indicados sea siempre inferior a la resistencia del bloque (García, Florez, & Acevedo, 2018).

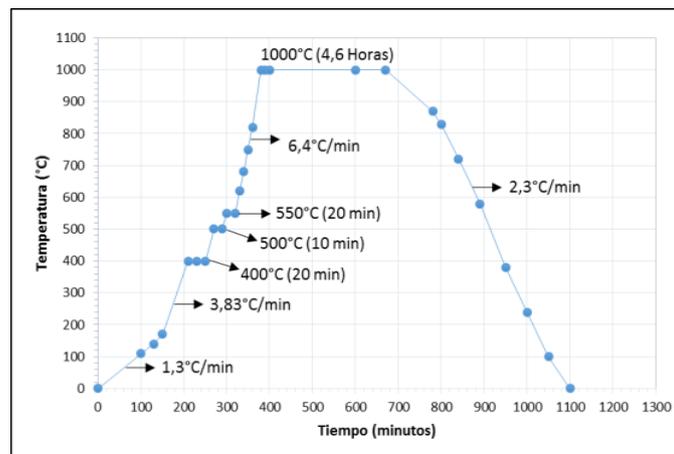


Figura 68. Curva de quema óptima propuesta
Fuente: (Sanchez, 2016).

Se ha sugerido un paso de precalentamiento al comienzo del ciclo para alcanzar una temperatura de 170 °C a una velocidad de calentamiento de aproximadamente 1,3 °C/min durante 2,5 h para promover la deshidratación del desecante y evitar el agrietamiento debido a que la muestra contiene partículas grandes de arena (García, Florez, & Acevedo, 2018).

Luego, para llegar a los 1000°C, se sugiere realizar un calentamiento de 6. °C/min porque a 573°C ocurre una renuencia exotérmica que involucra la metamorfosis anisotrópica en β del cuarzo, con una curva comparativa de tipo VII (García, Florez, & Acevedo, 2018).

En la etapa de temple se propuso una velocidad de 2,3° C/min durante un periodo de unas 7,2 h, para que el producto no se someta a choque térmico y por tanto a agrietamiento y deformación (García, Florez, & Acevedo, 2018).

Teniendo en cuenta lo anterior, los productos cerámicos se pueden clasificar según varios criterios, los cuales se clasifican en dos grupos: cuerpos porosos cocidos a temperaturas inferiores a 1200°C y sólidos cocidos a temperaturas superiores a 1200°C para obtener una reacción de fusión que reúna todos los elementos de la mezcla (García, Florez, & Acevedo, 2018).

2.2.12.3. Conclusiones

El tiempo de cocido de la empresa se estudia sin equipos de medición y control que permitan registrar diferentes temperaturas, aire y cantidad de carbón, por lo que no se permite mejorar las circunstancias de dosificación, además de seguir problemas específicos del horno en cada reducción (García, Florez, & Acevedo, 2018).

No se especifica la temperatura. Se puede decir que las buenas arcillas para usar en la fabricación de productos de albañilería son muestras que trabajan a bajas temperaturas, es decir, de 950C a 1050C. Donde evidentemente hay que reducir la dimensión de grano por medio de la trituración, para que el material cierre los huecos dependiendo de la temperatura del horno (García, Florez, & Acevedo, 2018).

2.3. Marco legal

2.3.1. Normativa nacional

Constitución de la Republica del Ecuador en los siguientes artículos nos habla del derecho que tienen todas las personas.

Art. 30 y 31.- nos indica el derecho de contar con una vivienda de manera segura, así como el respeto a cualquier ideología que puede tener el ser humano.

Art. 264. 7 y 281. 8. Nos habla sobre los implementos de salud, educación, los espacios públicos deportivos y el desarrollo de la investigación científica y de la innovación tecnológica que debemos contar.

Art. 350 y 385.- la educación superior será una formación académica superior con visión científica, tecnológica, humanista e impulsar la producción nacional que sea eficiente y productiva. (Registro , 2008)

2.3.2. Reglamento general a la ley orgánica de educación superior

Estado garantizar sin discriminación alguna el efectivo goce de los derechos establecidos en la Constitución y en los instrumentos internacionales (Decreto ejecutivo 742, 2019).

Artículo 26 establece que la educación es un derecho de las personas a lo largo de su vida y constituye un área prioritaria de la política pública y de la inversión estatal

Artículo 27 establece que la educación es el marco del respeto a los derechos humanos, al medio ambiente y a la democracia.

Artículo 28 nos indica que la educación responderá al interés público, y no estará al servicio de intereses individuales y corporativos 5 y 13 del artículo 147, establecen que corresponde al presidente de la República dirigir la administración pública en forma desconcentrada y expedir los decretos necesarios para su organización (Decreto ejecutivo 742, 2019).

Artículo 344 es sobre el Régimen del Buen Vivir, determina que el sistema nacional de educación, así como acciones en los niveles de educación inicial, básica y bachillerato, y estará articulado con el Sistema de Educación Superior.

Artículo 350 señala que el Sistema de Educación Superior tiene como finalidad la formación académica y profesional con visión científica y humanista; la investigación científica y tecnológica; la innovación, promoción, desarrollo y

Artículo 351 el Sistema de Educación Superior estará articulado al sistema nacional de educación y al Plan Nacional de Desarrollo; la ley establecerá los mecanismos de coordinación del Sistema de Educación Superior
REGLAMENTO GENERAL A LA LEY ORGANICA DE EDUCACION SUPERIOR

Artículo 352 el Sistema de Educación Superior estará integrado por universidades y escuelas politécnicas; institutos superiores técnicos, tecnológicos y pedagógicos; y conservatorios superiores de música y artes, debidamente acreditados y evaluados. (Decreto ejecutivo 742, 2019)

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

Que la unidad de titulación es la unidad curricular que incluye las asignaturas, cursos o sus equivalentes, que permiten la validación académica de los conocimientos, habilidades y

desempeños adquiridos en la carrera para la resolución de problemas, dilemas o desafíos de una profesión (ULVR, 2020).

Que el resultado final de esta unidad curricular es:

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

b) la preparación y aprobación de un examen de grado de carácter complejo, con los cuales se realiza la validación académica de los conocimientos, habilidades y desempeños adquiridos en la carrera por los estudiantes. (Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, 2019).

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

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

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

2.3.4. Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025

El Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025 del Gobierno del Encuentro establece una serie de políticas para cumplir objetivos que atienden la educación superior (“Potenciar las capacidades de la ciudadanía y promover una educación innovadora, inclusiva y de calidad en todos los niveles”), la reducción de la huella ambiental (“Conservar, restaurar, proteger y hacer un uso sostenible de los recursos naturales” y “Fomentar modelos de desarrollo sostenibles aplicando medidas de adaptación y mitigación al Cambio Climático”), y la seguridad integral (“Garantizar la seguridad ciudadana, orden público y gestión de riesgos”), entre ellos:

- ✓ Promover la modernización y eficiencia del modelo educativo por medio de la innovación y el uso de herramientas tecnológicas.

- ✓ Fortalecer el Sistema de Educación Superior bajo los principios de libertad, autonomía responsable, igualdad de oportunidades, calidad y pertinencia; promoviendo la investigación de alto impacto.
- ✓ Promover la investigación científica y la transferencia de conocimiento de permitan la generación de oportunidades de empleo en función del potencial del territorio.
- ✓ Promover el uso de técnicas de explotación de los recursos naturales renovables que minimicen el impacto sobre el medio ambiente y que respeten los ciclos de regeneración biológica.
- ✓ Promover modelos circulares que respeten la capacidad de carga de los ecosistemas oceánicos, marino-costeros y terrestres, permitiendo su recuperación; así como, la reducción de la contaminación y la presión sobre los recursos naturales e hídricos.
- ✓ Incentivar los procesos de economía circular para el mejor aprovechamiento de los recursos y generación de fuentes alternativas de empleo.
- ✓ Garantizar que en el proceso de clasificación y subclasificación del suelo se incorpore de manera transversal la gestión de riesgos, así como variables de conservación ambiental. (Competencias.gob.ec, 2021)

2.3.5. Normas INEN

- ✓ INEN 638 Bloques huecos de hormigón, definiciones, clasificación y condiciones generales. Año de publicación 1993.
- ✓ INEN 639-2 Bloques huecos de hormigón, muestreo y ensayos. Año de publicación 2012.
- ✓ INEN 640 Bloques huecos de hormigón, determinación de la resistencia a la compresión. Año de publicación 1993.
- ✓ INEN 642 Bloques huecos de hormigón, determinación de la absorción de agua. Año de publicación 1993
- ✓ INEN 643-1 Bloques huecos de hormigón. Requisitos. Año de publicación 1993
- ✓ INEN 694 Hormigón y áridos para elaborar hormigón. Terminología. Año de publicación 2012. (NTE, 2017)

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Metodología

El método inductivo es el camino del razonamiento lógico para buscar solución a los problemas que nos planteamos y que consiste en formular hipótesis acerca de las posibles soluciones al problema planteado y comprobar con los datos disponibles si estos están de acuerdo con ellas (Bernal , 2010).

El impulso del proyecto se define como un método deductivo porque a partir de que se emplean categorías de observación y ensayos de laboratorio se deduce que la solución de cuáles son las características mecánicas del bloque de poliestireno expandido, cemento, y fibra de acero, permite la demarcación de las reacciones y su similitud en otras partes, este estudio está dirigido para definir el proceso idóneo mediante el cumplimiento de los objetivos, por lo tanto, se realizaran tantos análisis, cuantas veces se requiera.

3.2. Tipo de Investigación

Rodríguez (2005) expresa que, “este tipo de investigación, se refiere a una investigación prospectiva. Se presenta mediante la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o que causa se produce una situación o acontecimiento particular” (pág. 25).

Los estudios exploratorios se realizan cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes, se emplea para comprender conceptos y desarrollar conocimientos en relación al problema a tratar (Naghi, 2005).

El trabajo de titulación se enfoca en la investigación experimental y exploratoria, por lo que se investigara, es para conseguir las características mecánicas de los bloques fabricados con poliestireno expandido, cemento, y fibra de acero, con el fin de obtener las dosificaciones exacta de los materiales, y cumplir con las normas, ensayos y reglamentos del Ecuador.

Evaluando la resistencia de cada bloque elaborado en este proyecto, el termino experimental tiene como designaciones una particular y otra general. Así hablamos de experimental cuando se produce las mezclas de los materiales en condiciones controladas, es cuando podemos determinar cambios en los resultados finales.

El diseño exploratorio se manipula por el investigador cuando establece un efecto o causa que será novedosa, comprometido a obtener información que facilite comprender mejor los resultados, aunque estos subsiguientemente no sean concluyentes.

3.3. Enfoque

Según (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018) plantean que “la investigación cuantitativa o positivista es el conjunto de procesos secuenciales y probatorios, donde no se puede saltar o eludir pasos, que debe llevar un orden estricto, aunque se puede rediseñar alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y una vez delimitada se derivan objetivos y preguntas de investigación; se revisa la lectura y se construye un marco teórico. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables en un determinado contexto; se analizan datos obtenidos utilizando métodos estadísticos y se extraerá varias conclusiones respecto a cada hipótesis”

La investigación está enfocada de manera cuantitativa, puesto que se recolecta mucha información, datos y magnitudes tales como, resistencia a la compresión, dosificación de la mezcla de materiales que componen el mortero que se trabajaron durante los ensayos, los volúmenes de poliestireno expandido, cemento y fibras de acero.

Las variables serán medidas y se estudiarán los datos en la investigación, según lo establezcan las normas, alcanzando un riguroso proceso de recopilación de muestras.

3.4. Técnicas

Las técnicas que se ha utilizado en este proyecto de investigación fueron los ensayos de resistencia a la compresión, de bloques utilizando poliestireno expandido, cemento y fibra de acero.

- ✓ Ensayo de resistencia a la compresión ASTM C39

3.5. Instrumento

Los instrumentos utilizados en la investigación son:

- ✓ Equipo de prensa hidráulica (ensayo a compresión)
- ✓ Formatos de laboratorio
- ✓ Fichas de observación

3.6. Población

Del Cid, Méndez y Sandoval (2011) manifiesta que, es el conjunto de todos los individuos que cumplen ciertas propiedades y de quienes deseamos estudiar ciertos datos.

La población de la investigación de nuestro proyecto de titulación está conformada por bloques elaborados con poliestireno expandido, cemento, y fibra de acero, considerando cuatro diferentes dosificaciones de material, para evaluar la resistencia de cada bloque, por lo tanto, la población total es de 12 ejemplares.

3.7. Muestra

Del Cid, Méndez y Sandoval (2011) expresa que, es una parte o subconjunto de la población en el que se observa el fenómeno a estudiar y de donde sacaremos unas conclusiones generalizables a todas las poblaciones., en este trabajo de investigación la población pequeña y con características particulares bien definidas por lo que consideramos la muestra igual a la población, es decir, un total de 12 bloques con diferentes cantidades de poliestireno expandido y fibra de acero. La cantidad de bloques para el ensayo se define por la norma INEN 3066 que solicita mínimo 3 ejemplares para someterse a los ensayos de resistencia a la compresión, por lo tanto, como se realizaron cuatro diferentes dosificaciones el total de los ejemplares es de 12 unidades.

3.8. Presentación

3.8.1. Recolección de poliestireno expandido

Se realizo la recolección de material reciclado de las obras en la isla MOCOLI donde utilizan este material para alivianar algunas de las estructuras como losas y ciertas vigas o columnas decorativas.



Figura 69. Recolección de poliestireno expandido
Elaborado por: Malla, H y Choez, M (2022).

3.8.2. Trituración del poliestireno expandido

Se procedió a triturar el material con una granulometría aproximadamente entre 1 y 2 cm para que entre en el molde de los bloques.



Figura 70. Trituración del poliestireno expandido
Elaborado por: Malla, H y Choez, M (2022).

3.8.3. Adecuación de la fibra de acero

Se pensó inicialmente colocar virutas de fibra de acero dentro de la mezcla de los bloques, pero en búsqueda del material se encontró una malla electrosoldada con las siguientes características: alambre galvanizado #16 ojo de 1”, nos decidimos en formar una armadura

para el bloque que va colocada en sus caras laterales más anchas y en su base, para que así pueda resistir mayor el esfuerzo de los ensayos. Las medidas de la malla son ancho 0,44 m x 0,38m que dan un área de 0,1672m², la cual tiene un peso.

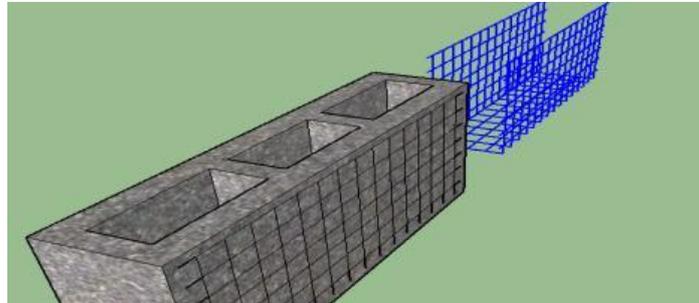


Figura 71. Adecuación de la fibra de acero.
Elaborado por: Malla, H y Choez, M (2022).

3.8.4. Peso y cubicación de recipiente para medidas de la dosificación de los bloques

Se reciclo un recipiente de pintura para que nos sirva como tara, el mismo se tomo las medidas para cubicar su volumen y se lo peso para así descontar su peso de las muestras de cada material.



Figura 72. Peso y cubicación de recipiente para medidas de dosificación de bloques
Elaborado por: Malla, H y Choez, M (2022).

Tabla 20

Características de recipiente

material	Área m ²	Altura m	Volumen M ³	Peso g
plástico	0,02835	0,19	0,005387	204

Elaborado por: Malla, H y Choez, M (2022).

3.8.5. Mezcla de materiales

Luego de determinar cada una de las dosificaciones, se procedió a realizar el premezclado de los materiales de manera manual ya que al utilizar una mezcladora el poliestireno expandido se dispersa por el área debido a su baja densidad. La mezcla se realizó en una carreta para que no existiera pérdida de agua.



Figura 73. Mezcla de materiales
Elaborado por: Malla, H y Choez, M (2022).

3.8.6. Introducción de la fibra de acero en los moldes y llenado de los moldes

Una vez mezclado el material se realizó la colocación de la fibra de acero dentro de los moldes para luego continuar con su respectivo llenado y prensado, las partículas del material se compactaron por la vibración del equipo el prensado que se ejerce sobre los moldes luego de su llenado.

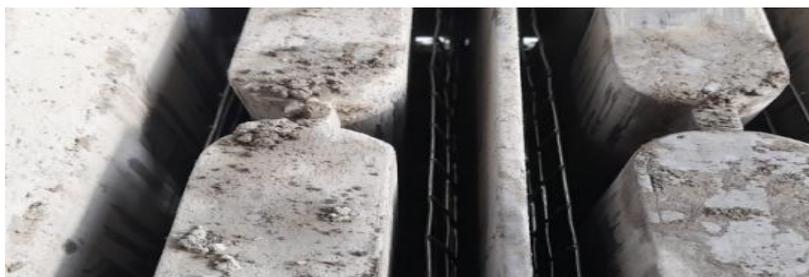


Figura 74. Introducción de la fibra de acero en los moldes y llenado de los moldes
Elaborado por: Malla, H y Choez, M (2022).

3.8.7. Curado de las muestras

Tal cual se realiza con las probetas de hormigón se realiza el curado de los ejemplares de los bloques sumergidos en agua durante los 28 días posteriores a su fabricación.

3.8.8. Ensayo de compresión a los ejemplares

Se realizó el ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días de la elaboración de los ejemplares, los cuales se fueron rompiendo según su grupo de dosificación y como lo indica la norma INEN 639-2 muestreo y ensayos de Bloques huecos de hormigón.



Figura 75. Ensayo de compresión a los ejemplares
Elaborado por: Malla, H y Choez, M (2022).

3.9. Análisis de resultados

3.9.1. Definir las características técnicas del poliestireno expandido, que se usa para la fabricación de un bloque

El poliestireno expandido tiene algunos campos de aplicación, pero en el área de la construcción se podría mencionar las siguientes:

- ✓ Aislamiento y disminución de carga en edificios, losas, y paredes.
- ✓ Absorción de ruidos y reducción de vibraciones.
- ✓ Reducción de asentamientos y tensiones de empuje.

Así mismo cuenta con ventajas por sus características físicas y entre estas están las siguientes:

- ✓ Material inerte, inocuo, durable.
- ✓ Producto reciclable.
- ✓ Mantiene su capacidad de aislamiento térmico en el tiempo.
- ✓ No absorbe agua y no altera su conductividad térmica.
- ✓ Auto extingible.
- ✓ Espesores y medidas según los requerimientos del consumidor.
- ✓ Puede ser, cortado, perforado, cepillado, lijado, doblado, clavado y atornillado.
- ✓ Como también, adherido a superficies absorbentes y no absorbentes como madera, metal, hormigón u otros afines a la construcción.

Para definir las características técnicas del poliestireno expandido que se utiliza en este bloque se especifica en las siguientes tablas.

Tabla 21
Características técnicas del poliestireno expandido

DENSIDAD KG/M3	CONDUCTIVIDAD TERMICA - W/(m:K)	PERMEABILIDAD AL VAPOR DE AGUA gm/MNs x10
20	0,038	5,8
25	0,037	4,8
30	0,036	4

Elaborado por: Malla, H y Choez, M (2022).

3.9.2. Identificar las características técnicas de la fibra de acero, que se usa para la fabricación de un bloque

El Alambre que utilizaremos contiene un bajo contenido de carbono recubierto en caliente, y es fabricado con las siguientes normas, para el Recubrimiento de zinc: ASTM A641/ A641M, para la Resistencia: ASTM A641/ A641, para la Adherencia: ASTM A641/A641, y para la Tolerancia de diámetro: ASTM A641/A641.

Tabla 22*Especificaciones técnicas*

DIÁMETRO mm	TOLERANCIAS +/_ mm	RESISTENCIA				CAPA DE ZINC Mín. g/m ² 2
		Kgf		Kg/mm ²		
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	
2,77	0,8	337	464	56	77	60
3,40	0,8	508	699	56	77	60
4,20	0,8	776	1067	56	77	60

Elaborado por: Malla, H y Choez, M (2022).

3.9.2.1 Aplicaciones y usos

Usado principalmente en el sector industrial, en la fabricación de todo tipo de mallas, asas de baldes, tendales, espirales de cuadernos, grapas de oficina, clips, alfileres, esponjas metálicas y otras aplicaciones industriales.

3.9.3. Calcular la dosificación de poliestireno expandido, cemento y fibra de acero que se usa para la fabricación de un bloque

Para esto utilizamos dosificaciones referenciales como la del hormigón sustituyendo los áridos gruesos por el poliestireno expandido, se puede concluir que la dosificación es cemento, arena y piedra, en tal orden de porción, como ya se mencionó la piedra es sustituida por el material reciclado, en todas las dosificaciones propuestas se mantendrá la misma armadura que vendría hacer la fibra de acero que se detalló en la figura.

Para todas las dosificaciones se utilizó la misma cantidad de agua 2,4 litros.

Tabla 23*Dosificaciones utilizadas*

	Cemento kg	Arena m ³	Poliestireno expandido m ³
Dosificación a: 1-2-2	6,4644	0,010774	0,010774
Dosificación b: 1-2-3	6,4644	0,010774	0,016161
Dosificación c: 1-2-4	6,4644	0,010774	0,021548
Dosificación d: 1-3-4	6,4644	0,016161	0,021548

Elaborado por: Malla, H y Choez, M (2022).

3.9.4. Elaborar un prototipo de bloque de poliestireno expandido, cemento, fibra de acero y propuesta de fabricación

3.9.4.1. Definición de bloque según su uso

Definido el tipo de bloque según el uso que al que lo queremos proyectar que es la utilización del bloque para mampostería, esta definición se realizó utilizando la norma INEN 638, por lo cual se define como un bloque de tipo D: Paredes divisorias exteriores, con revestimiento o Paredes divisorias interiores, con o sin revestimiento.

3.9.4.2. Definición de las dimensiones

Según la norma INEN 638 define las siguientes características para los bloques: El espesor de las paredes interiores de los bloques no debe ser menor de 25 mm, en los bloques clase A y B; y de 20 mm en los bloques tipo C, D y E. Los bloques deben tener las dimensiones indicadas en la Tabla No. 1. Los bloques de un mismo tipo deben tener dimensiones uniformes, no se permite una variación mayor de 5mm.

TIPO	DIMENSIONES NOMINALES (cm)			DIMENSIONES EFECTIVAS (cm)		
	Largo	Ancho	Alto	Largo	Ancho	Alto
A, B	40	10,15,20	20	39	9,14,19	19
C, D	40	10,15,20	20	39	9,14,19	19
E	40	10,15,20,25	20	39	9,14,19,24	20

Figura 76. Definición de las dimensiones

Fuente: Norma NTE INEN 638.

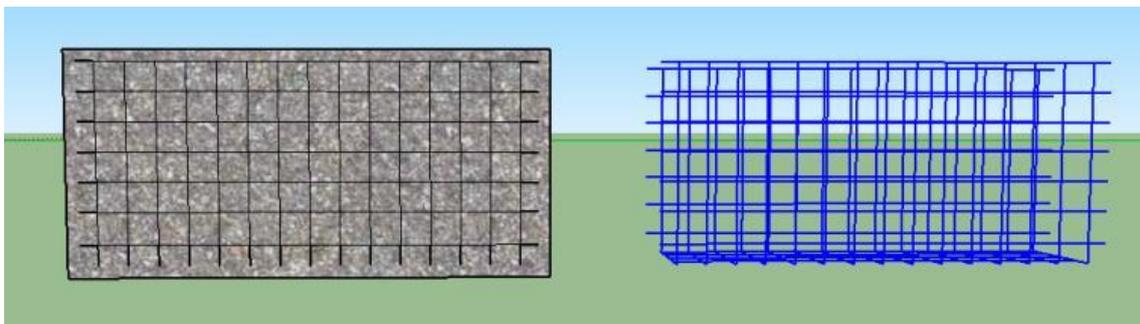


Figura 19. Prototipo de bloque de poliestireno expandido, cemento, fibra de acero.

Elaborado por: Malla, H y Choez, M (2022).

3.9.4.3 Definición y dimensionamiento del bloque a elaborar

Se tomo en consideración las medidas del bloque para tratar de ser exactos conforme a las cantidades del material que se debía preparara para cada dosificación por lo tanto se tomó en cuenta el cubicaje del bloque más un 20% adicional por la compactación.

Bloque:

Altura del bloque=0,19m

Ancho del bloque=0,39m

Profundidad del bloque=0,09m

Espacios huecos del bloque= $(0,097 \times 0,04 \times 0,165) \times 3$ espacios = 0,0019206m³

Volumen del bloque = $(0,19 \times 0,39 \times 0,09) - 0,0019206 = 0,0047484$ m³

Cemento:

0,005387m³ de cemento nos representa a 6,4644 kg

Poliestireno expandido:

0,005387m³ de poliestireno expandido representa a 0,026kg

Arena ceca:

0,005387m³ de arena representa 8,6192kg

Agua:

0,005387m³ de agua representa 5,38 litros

Todos los materiales fueron pesados con la misma balanza y la misma tara con excepción del agua que se la relaciona 1m³ = 1000L

Cantidad de material para la fabricación de 3 ejemplares según la dosificación correspondiente.

Tabla 24*Definición y dimensionamiento del bloque a elaborar*

	Cantidad de ejemplares	Volumen del bloque PL9	Volumen total por muestra	Cemento kg	Arena .m3	EPS .m3
Dosificación a: 1-2-2	3	0,0047484	0,0142452	4,99	0,20	0,20
Dosificación b: 1-2-3	3	0,0047484	0,0142452	4,99	0,20	0,30
Dosificación c: 1-2-4	3	0,0047484	0,0142452	4,99	0,20	0,40
Dosificación d: 1-3-4	3	0,0047484	0,0142452	4,99	0,30	0,40

Elaborado por: Malla, H y Choez, M (2022).

3.9.4.4. Establecer las características mecánicas del bloque de poliestireno expandido, cemento, fibra de acero y propuesta de fabricación

En este trabajo de investigación se toman dos características que son la resistencia a la compresión y el módulo de ruptura que se obtienen en los ensayos de compresión y de flexión respectivamente.

3.10. Ensayo de compresión

Luego de romper 12 ejemplares, haciendo referencia a las normas INEN3066, 639-2 que especifica que para este tipo de ensayos se requiere mínimo tres ejemplares, y por causas de estudio se realizaron 3 por cada dosificación que se realizó la prueba. El resultado de dicho ensayo se detalla a continuación en la tabla.

Elemento - Pozo	Fecha Elaboración	Fecha de Rotura	Carga Máxima	Esfuerzo Kg/cm ²
BLOQUE a1	02/06/2022	29/06/2022	6749	31
BLOQUE a2	02/06/2022	29/06/2022	6259	29
BLOQUE a3	02/06/2022	29/06/2022	6500	30
BLOQUE b1	02/06/2022	29/06/2022	6012	28
BLOQUE b2	02/06/2022	29/06/2022	5887,5	27
BLOQUE b3	02/06/2022	29/06/2022	5690,5	26
BLOQUE c1	02/06/2022	29/06/2022	5493,5	25
BLOQUE c2	02/06/2022	29/06/2022	5296,5	24
BLOQUE c3	02/06/2022	29/06/2022	5099,5	23
BLOQUE d1	02/06/2022	29/06/2022	5010,2	23
BLOQUE d2	02/06/2022	29/06/2022	4705,5	22
BLOQUE d3	02/06/2022	29/06/2022	4902,5	22

Figura 77. Ensayo de Compresión

Elaborado por: Malla, H y Choez, M (2022).

El estudio arrojó que la mezcla a) fue la de mejor desempeño por la que el resultado mayor es de 31kg/cm² por lo tanto cumplimos la normativa la cual nos exige estar entre el rango de 25 a 30 kg/cm².

Y realizando una comparación con un bloque del mercado los cuales están en dentro de ese rango, pero no lo superan.

CONCLUSIONES

1. Con respecto a Definir las características técnicas del poliestireno expandido, que se usa para la fabricación de un bloque. Se puede definir como un buen material ya que su comportamiento físico y mecánico son muy beneficiosos en el área de la construcción dando cabida a nuevas técnicas de construcción y una nueva habilidad para el reciclaje.
2. Para identificar las características técnicas de la fibra de acero, que se usa para la fabricación de un bloque, se puede concluir que este material en conjunto con el reto de la mezcla y debido a sus propiedades mecánicas que cuenta el acero le da una mayor resistencia y un comportamiento distinto a la de un bloque normal.
3. Para Calcular la dosificación de poliestireno expandido, cemento y fibra de acero que se usa para la fabricación de un bloque. Se realizaron 4 dosificaciones las cuales rindieron dentro del margen establecido en las normas INEN 638 por lo cual todas las mezclas fueron exitosas, pero la de mejor comportamiento sobrepaso con muy poco este rango, por lo tanto, las 4 dosificaciones son apropiadas para la elaboración de un bloque hueco.
4. Para elaborar un prototipo de bloque de poliestireno expandido, cemento, fibra de acero y propuesta de fabricación. Se tomo en cuenta las normas INEN638 y 3066 las cuales dirigen las clasificaciones respecto al uso y sus medidas que son nominales, las cuales se cumplieron a cabalidad
5. Para Establecer las características mecánicas del bloque de poliestireno expandido, cemento, fibra de acero y propuesta de fabricación, se realizó el ensayo de resistencia de compresión algo particular en este ensayo fue la diferencia de las fallas que presentaba el bloque al momento de ejercer la presión sobre cada uno de los ejemplares ya que estos no se rompían en su totalidad y al parecer los esfuerzos se trasmitían a la parte inferior del bloque ya que cuenta con la armadura y su comportamiento debe de ser en teoría como un elemento estructural.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la universidad laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, y a sus docentes que se incentive al estudio de nuevas técnicas para la elaboración de nuevos materiales.
2. Se recomienda a los estudiantes de la universidad laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil que continúen el estudio de este bloque de una manera más incisiva con otras técnicas y con otras características que este bloque presenta.
3. Se recomienda a la población en general, estudiantes y docentes que exista una concientización de nuevas técnicas de reciclaje y de utilización de estos materiales que podrían ser nuevas alternativas de técnicas para el área de la construcción y otras más dependiendo del área de estudio.
4. Se recomienda a los estudiantes y docentes que se continúe las investigaciones de este bloque ya que, aunque no se pudo concluir el ensay de flexión, posiblemente este tenga resultados alentadores, e inclusive probar el bloque realizando una pared y ver cómo es su comportamiento en un sismo.

BIBLIOGRAFÍA

- AABH. (02 de 01 de 2019). Obtenido de Asociación Argentina del bloque de hormigón:
<https://web1.icpa.org.ar/wp-content/uploads/2019/04/Mamposteria-de-bloques-de-hormigon-AABH-ICPA.pdf2>
- Abu Abdoa, A., & Jung, S. (24 de 01 de 2019). Investigación de refuerzo de pavimentos flexibles con fibras plásticas de desecho en Ras Al Khaimah, Emiratos Árabes Unidos. *Talor y Francis online*, 21(6), 1753-1762.
doi:<https://doi.org/10.1080/14680629.2019.1566086>
- Acosta, C., & Espín, S. (2019). Análisis de las características mecánicas de un material compuesto de matriz polimérica reforzado con partículas de caucho de neumáticos reciclados y su incidencia en las propiedades mecánicas. *Ingeniería Mecánica*. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Mecánica, Ambato. Obtenido de
<http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/29192>
- Adrianzen, O., Azula, J., & Pacherres, C. (2022). Uso de distintos tipos de fibras para mejorar las propiedades. *Revista Infraestructura Vial / LanammeUCR*, 24(43), 29-45.
doi:DOI: 10.15517/iv.v24i43.47931
- Adrianzen, O., Azula, J., & Pacherres, C. (2022). Uso de distintos tipos de fibras para mejorar las propiedades. *Revista Infraestructura Vial / LanammeUCR*, 24(43).
doi:DOI: 10.15517/iv.v24i43.47931
- Arias, J., & Chamba, K. (2018). Comportamiento de losas alivianadas de hormigón tradicional y mezclado con poliestireno expandido. *Ingeniería civil*. Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Guayaquil.
- Arthuz López, L., & Pérez Mora, W. (16 de 09 de 2019). Alternativas de bajo impacto ambiental para el reciclaje del poliestireno expandido a nivel mundial. *Revistas Sena*. Obtenido de https://revistas.sena.edu.co/index.php/inf_tec/article/view/1638
- Bernal, C. (2010). Metodología de la investigación para administración, economía, humanidades y ciencias sociales. Colombia: Pearson Educación.
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación* (3ra ed.). Colombia: Pearson Educación.
- Betancourt, D., & Solano, J. (2016). Síntesis y caracterización de la mezcla polipropileno-poliestireno expandido (icopor) reciclado como alternativa para el proceso de producción de autopartes. *Scielo*, 286-310.
doi:<https://doi.org/10.17151/luaz.2016.43.13>

- Bloqueras.org*. (s.f.). Obtenido de <https://bloqueras.org/bloques-concreto/#:~:text=De%20acuerdo%20a%20la%20historia,en%20e1%20a%C3%B1o%20de%201900>.
- Cabrera, S., Aranda, Y., Suárez, E., & Rotondaro, R. (12 de 2020). Bloques de Tierra Comprimida (BTC) estabilizados con cal y cemento. Evaluación de su impacto ambiental y su resistencia a compresión. *Revista Habitat Sustentable*, 10(2), 70-81. doi:<https://doi.org/10.22320/07190700.2020.10.02.05>
- Cabrera, S., González, A., & Rotondaro, R. (27 de 10 de 2020). Resistencia a compresión en Bloques de Tierra Comprimida. Comparación entre diferentes métodos de ensayo. *Informes de la Construcción*, 72(560). doi:DOI: <https://doi.org/10.3989/ic.70462>
- Callister, W. (2016). *Ciencias e Ingeniería de Materiales* (Vol. Novena Edición). Barcelona. España : © Editorial Reverté, S. A. Obtenido de <https://www.reverte.com/media/reverte/files/book-attachment-2717.pdf>
- Cetin, S. (2014). Evaluación de la usabilidad de mezclas bituminosas en caliente reforzadas con fibra de acero estructural. *Elsevier*, 64, 414-420. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.04.093>
- Cobos, L., & Valle, W. (05 de 09 de 2021). Estudio comparativo sobre el comportamiento mecánico del concreto con fibra de polietileno tereftalato (PET) reciclado y concreto con fibra de acero. *Revista científica Dominio de las ciencias*, 7(5), 798-818. doi: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i5.2283>
- Competencias.gob.ec*. (11 de 2021). Obtenido de Consejo Nacional de Competencias (CNC): <http://www.competencias.gob.ec/wp-content/uploads/2021/12/Guia-Plan-de-Oportunidades-2021-2025-CNC-.pdf>
- Copyright Pré. (2019). *SimaPro 9*. Obtenido de [https:// simapro.com/](https://simapro.com/)
- Cruz, B., Guerra , B., Blanco, R., Ibarra , E., & Fonseca, M. (01 de 05 de 2022). Desarrollo de materiales elastoméricos para la fabricación de piezas de helicópteros. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 12(2), 1146. doi:<http://revistaccuba.sld.cu/index.php/revacc/article/view/1146/0>
- Decreto ejecutivo 742*. (2019). Obtenido de https://www.registroficial.gob.ec/media/k2/attachments/SRO503_20190606.pdf
- Del Cid, A., Méndez, R., & Sandoval, F. (2011). *Investigación: fundamentos y metodología*. México: Pearson Edducación.

- Dominguez, S. D. (2021). Rendimiento estructural de bloques de hormigón con agregados de madera para la construcción de edificios de mediana y gran altura. *Informes de la construcción*, 73(564), e414-e414. doi:<https://doi.org/10.3989/ic.81319>
- Farfán Córdova , M., & Pinedo , D. (2018). Fibras de acero en la resistencia a la compresión del concreto. *Gaceta tecnica*, 4-13.
- Faruk, O. (2014). Macromolecular materials and engineering. *Biblioteca en línea Wiley*, 299(1), 9-26. Obtenido de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/mame.201300008>
- Flores, V., Jiménez, V., & Pérez, A. (03 de 04 de 2018). Influencia de la incorporación de vidrio triturado en las propiedades y el comportamiento a alta temperatura de morteros de cemento. *El Sevier*, 257-265. doi:<https://doi.org/10.1016/j.bsecv.2018.03.001>
- García, R., Florez, E., & Acevedo, C. (2018). Caracterización térmica de mezclas de arcillas utilizadas en la fabricación de productos de mampostería para la construcción. *Revista Colombiana de Tecnología de Avanzada*, 1(31), 22-30. Obtenido de https://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/RCTA/article/view/2760
- Guerra Miranda , C. (2022). Propuesta de rediseño en el proceso de manufactura para la fabricación de cofres mortuorios en la empresa Maseb. *Ingeniería industrial*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ambato.
- Guo, N., & Leu , M. (08 de 05 de 2013). Fabricación aditiva: tecnología, aplicaciones y necesidades de investigación. *Springer Link*. doi:<https://doi.org/10.1007/s11465-013-0248-8>
- Hermández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill/Interamericana Editores S.A.
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Hinojosa, B., & Verrones, G. (2022). Comparativo del mortero elaborado con cemento blanco vs cemento gris, desde los parámetros resistencia y trabajabilidad. *Ingeniería civil*. Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Guayaquil.
- Huasquito, S., & Belizario, G. (2018). Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento. *Researchgate*, 223-234. Obtenido de https://www.researchgate.net/figure/Figura-4-Porosidad-total-del-concreto-respecto-al-contenido-de-ceniza-volante-2016_fig3_324905070

- Jácome , C., & López, J. (2022). Prototipo de bloque tradicional con aserrín y fibra plástica PET para mampostería en edificaciones. *Ingeniería civil*. Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Guayaquil.
- Jasni, N. (2020). Desempeño mecánico del asfalto de masilla de piedra que incorpora fibra de acero. *Ipscience*, 712. Obtenido de <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/712/1/012026/meta>
- Klinsky, L., Kaloush, K., Faria, V., & Bardini, V. (10 de 07 de 2018). Características de rendimiento de la mezcla asfáltica en caliente modificada con fibra. *Science Direct*, 176, 747-752. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.04.221>
- Macquarie , S., & Ahmed , F. (01 de 12 de 2021). Corrección a: Propiedades de durabilidad del hormigón de cenizas volantes de alto volumen que contiene nanosilíce. *Springer Link*, 54(237). doi:<https://doi.org/10.1617/s11527-021-01808-5>
- Mayoda Heredia, J., Carrera Carrera, D., & Cevallos Estupiñan, D. (25 de 07 de 2016). *Dspace*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/6930/1/T-UCE-0011-224.pdf>
- Morales, K., Pacheco, G., & Viera, L. (2021). Accidentabilidad Laboral en el Sector de la Construcción: Ecuador, período 2016-2019. *Revista Ingenio*.
- Moya , J., Guaman, C., & Pinenla, J. (2019). Análisis de las propiedades Físico-Mecánicas de un hormigón elaborado con fibras recicladas de envases PET, con y sin aditivo plastificante. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/18579>
- Naghi, M. (2005). Metodología de la investigación. México: Limusa Noriega Editores.
- NTE, I. (05 de 2017). CEMENTOS. ADITIVOS DE PROCESO. REQUISITOS Y MÉTODOS. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*. Obtenido de CEMENTOS. ADITIVOS DE PROCESO. REQUISITOS Y MÉTODOS: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1504-1.pdf
- Paredes, J., & Jácome, A. (04 de 2015). *Repositorio Universidad Técnica de Ambato*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/10373>
- Parimita, P. (2020). Influencia de las fibras naturales como aditivo en las características del asfalto de masilla de piedra. *Iopscience*, 970. doi:<https://doi.org/10.1088/1757-899X/970/1/012021>
- Plan V. (10 de 11 de 2020). Obtenido de de las regiones y provincias que más los consumen en el país es la Sierra que más plástico de un solo uso bota; mientras que la menor es la Costa.

- Registro , O. (20 de 10 de 2008). *Constitución de la Republica del Ecuador año 2008*. Quito. Obtenido de https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf
- Robayo , M. (2022). Hormigón con fibra de acero y caucho reciclado. *Ingeniería civil*. Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Guayaquil.
- Robayo, R., Matthey, P., Silva, Y., & Delvasto, S. (12 de 2016). Obtención de un concreto autocompactante empleando adiciones de escoria de carbón finamente molida. *Ingeniería y desarrollo*, 24(1), 24-43. doi:<https://doi.org/10.14482/inde.33.2.6368>
- Rocha, J., Pucha, M., Peralta, D., & Llanes, E. (2019). Caracterización mecánica a flexión de materiales compuestos con matriz fotopolimérica reforzados con fibras de abacá y cabuya mediante impresion 3 D. *Revista de Ciencia y tecnología Ingenius*, 100-12. doi:<https://doi.org/10.17163/ings.n22.2019.10>
- Rodriguez , E. (2005). Metodología de la investigación. México: Universidad Juarez Autonoma de Tabasco.
- Sanchez, L. (2016). Análisis térmico: TG y DTA. doi:<http://www.uco.es/~iq2sagr1/TranspATG.pdf>
- Shamskia, N. (04 de 2012). The Influence of Pet Fibers on the Properties of Fresh and. *Journal of Structural Engineering and Geotechnics*, 2(1), 13-17. doi:http://www.qjseg.ir/article_729_6a953df5e2b565160d24653320863eb1.pdf
- Shanbara, H., Musa, S., & Dulaimi , A. (06 de 2020). El efecto de las fibras de polipropileno en el comportamiento a la tracción de las mezclas asfálticas para pavimentos de carreteras. *Iop Science*, 888. doi:<https://doi.org/10.1088/1757-899X/888/1/012082>
- Summerscales , J. (01 de 03 de 2019). Reglas de mezcla mejoradas para compuestos de matriz polimérica reforzada con fibra natural (NFRP). *science direct*, 136, 167-169. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2018.10.021>
- ULVR. (2020). Obtenido de <https://www.ulvr.edu.ec/academico/unidad-de-titulacion/proyecto-de-investigacion>
- Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil. (2019). Obtenido de <https://www.ulvr.edu.ec/universidad/transparencia/informacion-publica/legislacion-historica>
- Vaikathusseril, R., Thattekatt , B., & Eby , h. (09 de 2018). Aprovechamiento de residuos de poliestireno expandido: Mezclas con caucho natural relleno de sílice. *ScienceDirect*, 40. doi:<https://doi.org/10.1016/j.matdes.2012.03.042>

- Vicente Flores, A., & Jiménez Bayarri, V. (2018). Influencia de la incorporación de vidrio triturado en las propiedades y el comportamiento a alta temperatura de morteros de cemento. *El Sevier*, 57, 257-265. doi:DOI: 10.1016/j.bsecv.2018.03.001
- Wararuksajja, W., Srechai, J., & Leelataviwat, S. (11 de 2020). Diseño sísmico de pórticos resistentes a momentos de CR con muros de relleno de bloques de hormigón considerando interacciones locales de pórtico de relleno. *Springer*, 18(8). doi:http://10.1007/s10518-020-00942-9//
- Zamudio Peña, W. (26 de 07 de 2018). Caracterización del poliestireno expandido residual a nivel global: una revisión de literatura. *Researchgate*. doi:10.13140/RG.2.2.22356.71046