UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL: INGENIERÍA CIVIL

Tesis

Análisis de las propiedades físico mecánicas del bloque hueco de concreto con la incorporación de fibras de caucho neumático reciclado, Abancay 2023.

Asesor:

Dr. Soto Palomino, Wilfredo

Autor:

Soras Ortiz, Karolem Yhosy

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Abancay – Apurímac – Perú

2024

Universidad Tecnológica de los Andes

Transformando vidas

ACTA DE EXAMEN DE TITULACIÓN N°018-2024-EPIC-FI- UTEA- SA

Reunidos el Jurado Evaluador constituido por los señores Docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería de la Universidad Tecnológica de los Andes:

➢ **Ing. Holguer CAYO BACA**	*PRESIDENTE*
➢ ***Ing. Hugo Virgilio ACOSTA VALER***	*DICTAMINANTE*
➢ **Mag. Marco Antonio GÁLVEZ QUINTANA**	*REPLICANTE*

y el (la) postulante al **TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO (a) CIVIL,** Bachiller: **SORAS ORTIZ, Karolem Yhosy con código de matrícula N°201510650-A.**

Ha cumplido con las exigencias del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos de la Universidad Tecnológica de los Andes, aprobado mediante resolución de consejo UniversitarioN°1870-2023-UTEA-CU, de fecha 03 de julio del 2023, respecto a la sustentación de tesis, para optar al título profesional de Ingeniero Civil.

SUSTENTACIÓN DE TESIS titulado: **"Análisis de las propiedades físico mecánicas del bloque hueco de concreto con la incorporación de fibras de caucho neumático reciclado, Abancay 2023",** habiendo aprobado con la nota de trece **(13).**

Se expide, la presente conforme al Libro de Actas de Sustentación de Tesis, consignado en los folios N° 275.

Abancay, 25 de abril 2024.

Ing. Holguer CAYO BACA
PRESIDENTE

Ing. Hugo Virgilio ACOSTA VALER
DICTAMINANTE

Mag. Marco Antonio GÁLVEZ QUINTANA
REPLICANTE

Análisis de las propiedades físico mecánicas del bloque hueco de concreto con la incorporación de fibras de caucho neumático reciclado, Abancay 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%	21%	2%	12%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	7%
2	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	3%
3	Submitted to Universidad Tecnologica de los Andes Trabajo del estudiante	2%
4	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
6	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	1%

METADATOS COMPLEMENTARIOS

Datos del autor		
Apellidos y nombres	:	Soras Ortiz Karolem Yhosy
Tipo de Documento de Identidad	:	DNI
Numero de Documento de Identidad	:	76539629
URL ORCID	:	No aplica
Datos del asesor		
Apellidos y nombres	:	Soto Palomino Wilfredo
Tipo de Documento de Identidad	:	DNI
Número de Documento de Identidad	:	41934951
URL ORCID	:	https://orcid.org/0000-0001-5926-8077
Datos de la investigación		
Facultad	:	Ingeniería
Escuela profesional	:	Ingeniería civil
Línea de investigación	:	Gestión de la infraestructura para el desarrollo sostenible
Rango de años en que se realizó la investigación	:	Abril 2023 – abril 2024
Fuente de financiamiento	:	Auto Financiado
Porcentaje de similitud	:	23%
URL OCDE	:	https://purl.org/pe-repo/ocde/ford# 2.01.01

DEDICATORIA

A Dios, por acompañarme y guiarme en cada paso que doy a lo largo de mi vida y concederme llegar hasta este punto muy significativo de mi preparación profesional.

A mis padres, Miguel y Hilda, por su total amor, respaldo sin medidas y por incentivarme siempre a seguir hacia adelante.

A mis hermanos, Miguel Ángel, Keny, Deysi, por su orientación constante y su respaldo incondicional en todo momento.

Karolem Yhosy

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Tecnológica de los Andes, por darme la oportunidad y facilitarme el desarrollo profesional.

A mi asesor Ing. Wilfredo Soto Palomino, por su apoyo y orientación en todo este proceso del proyecto.

A todos los docentes e ingenieros que durante este proceso me ayudaron a que esta tesis sea una realidad.

Karolem Yhosy

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo, analizar las propiedades físico mecánicas del bloque hueco de concreto con la incorporación de las fibras de caucho neumático reciclado (FCR). Cuya metodología presento un método inductivo, tipo de investigación aplicada con alcance explicativo, diseño experimental y enfoque cuantitativo de corte longitudinal. La muestra de estudio consto de 96 especímenes teniendo en cuenta que se evaluó 4 grupos a los cuales se les adiciono fibras de caucho en porcentajes de (patrón 0%, 5%, 10% y 15%) como sustitución del agregado, de manera que se buscó examinar las características materiales, incluyendo cambios en las dimensiones, capacidad de absorción de líquidos, tendencia a deformarse y masa por unidad de volumen. Además, evalúe las cualidades estructurales, como resistencia a la compresión (f'c).

En cuanto a las características físicas de los bloques huecos de concreto que satisfacen los alineamientos mínimos especificados por la norma E 070, es evidente que la inclusión de fibras de caucho reduce su peso. El análisis de las características mecánicas reveló que la dosis al 5% exhibió un f'c de 36,13 kg / cm2, lo que indica una mejora en comparación con el bloque estándar que tenía 34,32 kg/cm2. Los bloques que contenían el 10% exhibieron un f'c de 31,47 kg / cm2, mientras que los bloques que contenían el 15% exhibieron un f'c de 24,34 kg/cm2, lo que indica una resistencia reducida en comparación con el bloque estándar.

Palabras clave: propiedades físicas, propiedades mecánicas, bloque hueco, fibras de caucho.

ABSTRACT

The objective of this research was to analyze the physical-mechanical properties of the hollow concrete block with the incorporation of recycled pneumatic rubber fibers. Whose methodology I present an inductive method, type of applied research with explanatory scope, experimental design and longitudinal quantitative approach. The study sample consisted of 96 specimens, taking into account that 4 groups were evaluated to which rubber fibers were added in percentages (standard 0%, 5%, 10% and 15%) as a replacement for the aggregate, so that We sought to examine material characteristics, including changes in dimensions, liquid absorption capacity, tendency to deform and mass per unit volume. Additionally, evaluate structural qualities, such as compressive strength (f'c).

Regarding the physical characteristics of the hollow concrete blocks that satisfy the minimum alignments specified by the E 070 standard, it is evident that the inclusion of rubber fibers reduces their weight. Analysis of the mechanical characteristics revealed that the 5% dose exhibited an f'c of 36.13 kg/cm2, indicating an improvement compared to the standard block which had 34.32 kg/cm2. Blocks containing 10% exhibited a f'c of 31.47 kg/cm2, while blocks containing 15% exhibited a f'c of 24.34 kg/cm2, indicating reduced strength compared to with the standard block.

Keywords: physical properties, mechanical properties, hollow block, rubber fibers.

ACRÓNIMOS

PET: Polietileno Tereftalato

NR: Cauchos Naturales

NTP: Norma Técnica Peruana

ASTM: American Society for Testing and Materials

FCR: Fibras de caucho neumático reciclado

F’c: Resistencia a la compresión

ÍNDICE GENERAL

Portada ..... **i**

Acta de sustentacion ..... **ii**

Reporte de similitud ..... **iii**

Metadatos complementarios ..... **iv**

Dedicatoria ..... **v**

Agradecimiento ..... **vi**

Resumen ..... **vii**

Abstract ..... **viii**

Acrónimos ..... **ix**

Índice general ..... **x**

Índice de tablas ..... **xiii**

Índice de figuras ..... **xvi**

Índice de anexos ..... **xvii**

Íntroducción ..... **xviii**

CAPÍTULO I: **1**

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA **1**

1.1. Realidad problemática 1

1.2. Planteamiento del problema 3

1.2.1. Problema General 3

1.2.2. Problemas Específicos 3

1.3. Justificación de la investigación 3

1.4. Objetivos de la investigación 4

1.4.1. Objetivo general 4

1.4.2. Objetivos específicos: 4

1.5. Delimitación de la investigación 5

1.5.1. Espacial 5
1.5.2. Temporal.....5
1.5.3. Social 5
1.5.4. Conceptual.....5
1.6. Viabilidad de la investigación 6
1.6.1. Viabilidad económica.....6
1.6.2. Viabilidad social 6
1.6.3. Viabilidad técnica 7
1.7. Limitaciones 7

CAPÍTULO II:…. 8

MARCO TEÓRICO 8

2.1. Antecedentes de la investigación.....8
2.1.1. A nivel internacional.....8
2.1.2. A nivel nacional.....11
2.1.3. A nivel regional y local 14
2.2. Bases teóricas 15
2.2.1. Bloques de concreto: 15
2.2.1.1 Clasificación de bloques de concreto 16
2.2.1.2. Dimensionamiento 17
2.2.1.3. Características físicas del bloque 17
2.2.1.4. Características mecánicas del bloque 21
2.2.1.5. Generalidades del concreto.....22
2.2.1.6. El Cemento Portland 23
2.2.1.7. Agregados 23
2.2.1.9. Agregado fino 24
2.2.1.10. Características físicas de los agregados 25
2.2.2. Reciclaje de neumáticos 26
2.2.2.1Caucho 26
2.2.2.2. Neumáticos 30
2.3. Marco conceptual.....31

CAPÍTULO III: 34

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 34

3.1. Hipótesis 34

3.1.1. Hipótesis general. 34

3.1.2. Hipótesis específicas. 34

3.2. Método 34

3.3. Tipo de investigación 35

3.4. Nivel o alcance de investigación 35

3.5. Diseño de investigación 36

3.6. Operacionalización de variables 36

3.7. Población, muestra y muestreo 38

3.8. Técnicas e instrumentos 39

3.9. Consideraciones éticas 40

3.10. Procesamiento estadístico 40

CAPÍTULO IV….. 42

RESULTADO Y DISCUSIÓN 42

4.1 RESULTADOS 42

4.1.1. Resultados de las propiedades físicas de los bloques huecos de concreto con la incorporación de fibras de caucho neumático reciclado 49

4.1.2. Resultados de las propiedades mecánicas de los bloques huecos de concreto con la incorporación de FCR 58

4.1.3 Resultados consolidados de las propiedades físicas de los bloques huecos de concreto con la incorporación de fibras de caucho (objetivo específico 2) 64

4.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS 74

4.3 PRUEBA DE HIPÓTESIS 80

CONCLUSIONES 85

RECOMENDACIONES 87

BIBLIOGRAFÍA…. 88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clase de unidad de albañilería para fines estructurales. 16

Tabla 2 Clasificación de los agregados según el tamaño de sus partículas… 24

Tabla 3 Cuadro de tamices en la clasificación de mezcla. 25

Tabla 4 Clasificación de elastómeros 28

Tabla 5 Matriz de Operacionalización de variables 37

Tabla 6 Numero de muestras a ensayadas 38

Tabla 7 Repeticiones y ensayos para la muestra 39

Tabla 8 Análisis granulométrico arena 42

Tabla 9 Análisis granulométrico del cascajillo 44

Tabla 10 Análisis granulometría Confitillo 45

Tabla 11 Análisis granulométrica del caucho 47

Tabla 12 Análisis de la variación dimensional de los bloques huecos concreto patrón…… 49

Tabla 13 Análisis de la variación dimensional de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 5 % de FCR 50

Tabla 14 Análisis de la variación dimensional de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 10 % de FCR 51

Tabla 15 Análisis de la variación dimensional de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 15 % de FCR 52

Tabla 16 Análisis del alabeo de los bloques huecos concreto patrón 53

Tabla 17 Analisis del alabeo de los bloques huecos de concreto con la incorporacion al 5% de FCR 53

Tabla 18 Análisis del alabeo de los bloques huecos concreto patrón con la incorporación al 10 % de FCR 54

Tabla 19 Analisis del alabeo de los bloques huecos de concreto patron con la incorporacion al 15% de FCR 54

Tabla 20 Análisis de la absorción de los bloques huecos de concreto patrón…….....55

Tabla 21 Análisis de la absorción de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 5 % de FCR.....55

Tabla 22 Análisis de la absorción de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 10 % de FCR.....56

Tabla 23 Análisis de la absorción de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 15 % de FCR.....56

Tabla 24 Análisis de la densidad de los bloques huecos de concreto patrón… ..57

Tabla 25 Análisis de la densidad de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 5 % de FCR.....57

Tabla 26 Análisis de la densidad de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 10 % de FCR.....57

Tabla 27 Análisis de la densidad de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 15 % de FCR.....58

Tabla 28 Resistencia de los bloques huecos de concreto patrón (7 días de edad)…….....58

Tabla 29 Resistencia de los bloques huecos de concreto patrón (14 días de edad)…….....59

Tabla 30 Resistencia de los bloques huecos de concreto patrón (28 días de edad)…….....59

Tabla 31 Resistencia de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 5 % de FCR (7 días de edad).....60

Tabla 32 Resistencia de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 5 % de FCR (14 días de edad).....60

Tabla 33 Resistencia de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 5 % de FCR (28 días de edad).....61

Tabla 34 Resistencia de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 10 % de FCR (7 días de edad).....61

Tabla 35 Resistencia de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 10 % de FCR (14 días de edad).....62

Tabla 36 Resistencia de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 10 % de FCR (28 días de edad).....62

Tabla 37 Resistencia de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 15 % de FCR (7 días de edad) 63

Tabla 38 Resistencia de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 15 % de FCR (14 días de edad) 63

Tabla 39 Resistencia de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 15 % de FCR (28 días de edad) 64

Tabla 40 Análisis de la variación dimensional de los bloques huecos..... 64

Tabla 41 Análisis del alabeo de los bloques huecos 65

Tabla 42 Análisis de la absorción de los bloques huecos de concreto..... 66

Tabla 43 Análisis de la densidad de los bloques huecos de concreto..... 67

Tabla 44 Análisis resistencia de los bloques huecos de concreto patrón..... 68

Tabla 45 Análisis resistencia de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 5 % de FCR..... 69

Tabla 46 Análisis resistencia de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 10 % de FCR..... 70

Tabla 47 Análisis resistencia de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 15 % de FCR..... 71

Tabla 48 Resultados consolidados de las propiedades físico mecánicas de los bloques huecos de concreto con la incorporación de FCR..... 73

Tabla 49 Prueba de hipótesis general..... 81

Tabla 50 Prueba de hipótesis especifica 1 82

Tabla 51 Prueba de hipótesis especifica 2 84

Tabla 52 Diseño de mezcla patrón..... 92

Tabla 53 Diseño de mezcla al 5% 92

Tabla 54 Diseño de mezcla..... 92

Tabla 55 Diseño de mezcla..... 93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Regla o cuña de medición 18

Figura 2 Curva granulométrica. 26

Figura 3 Caucho Granulado. 27

Figura 4 Proceso de obtención para caucho granulado 30

Figura 5 Curva granulométrica arena 43

Figura 6 Curva granulométrico cascajillo.....45

Figura 7 Curva granulométrica confitillo 46

Figura 8 Curva granulométrica del caucho.....48

Figura 9 Análisis de la variación dimensional de los bloques huecos 65

Figura 10 Análisis del alabeo de los bloques huecos 66

Figura 11 Análisis de la absorción de los bloques huecos de concreto.....67

Figura 12 Análisis de la densidad de los bloques huecos de concreto.....68

Figura 13 Análisis resistencia de los bloques huecos de concreto patrón.....69

Figura 14 Análisis resistencia de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 5 % de FCR.....70

Figura 15 Análisis resistencia de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 10 % de FCR.....71

Figura 16 Análisis resistencia de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 15 % de FCR.....72

Figura 17 Campana de gauss hipótesis general 81

Figura 18 Campana de gauss hipótesis especifica 01 83

Figura 19 Campana de gauss hipótesis especifica 02 84

Índice de anexos

Anexo 1. Matriz de Consistencia 91

Anexo 2. Diseños de Mezcla 92

Anexo 3. Resultados de laboratorio 94

Anexo 4. Certificados de calibración 130

Anexo 5. Panel fotográfico 134

INTRODUCCIÓN

El estudio se centra en el "Análisis de las propiedades físico mecánicas del bloque hueco de concreto con la incorporación de fibras de caucho neumático reciclado, Abancay 2023".

La investigación estructuralmente consta de 4 secciones que detallaremos seguidamente:

En el capítulo I, abordaremos la realidad problemática, problemas, justificación, objetivos. De la misma forma delimitaremos la investigación en 4 aspectos y para terminar el capítulo detallaremos la viabilidad y limitaciones de la investigación.

El capítulo II, consideraremos los antecedentes de estudio, desde nivel mundial hasta local, seguiremos con las bases teorías de la investigación donde describiremos las variables dimensiones de la investigación y por último el marco conceptual.

El capítulo III, definiremos la metodología de la investigación donde determinaremos el método de investigación, tipo, alcance y diseño de la investigación, también detallaremos la población y muestra.

En el capítulo IV, desarrollaremos los resultados en formato de tablas evidenciando los hallazgos de cada diseño, dando a conocer los valores más prometedores, desarrollaremos la estadística inferencial para la contratación de hipótesis finalmente plasmaremos las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

CAPÍTULO I:

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Realidad problemática

La incapacidad de deshacerse de toneladas de neumáticos, que tardan 600 años o más en descomponerse en el medio ambiente, actualmente, es uno de los problemas ambientales que enfrentan las ciudades en crecimiento. Este hecho nos impulsa a buscar otros métodos de recolección **(Plata, 2006)**. Por lo tanto, el desarrollo de un gran volumen de desechos de neumáticos y su lenta degradación. Poseen la capacidad de generar efectos perjudiciales para el bien de los individuos y el bienestar ecológico. Además, puede contribuir al hacinamiento de los vertederos municipales.

Con relación a la revista, Innovación, creatividad y tendencias (Ledermann, 2018). Afirma que la respuesta al dilema implica el uso de ladrillos o bloques hechos de neumáticos reciclados. Para crear un bloque estándar, es esencial seleccionar una combinación que contenga alrededor de un 4% de polvo de caucho. Esta cantidad mejora las particularidades de resistencia y forma del bloque. En la universidad de Tamaulipas (México) los resultados fueron bastante satisfactorios durante el proceso de construcción de una residencia de dos pisos y 78 metros cuadrados que se construyó con bloques de concreto de caucho reciclado. Un estudio ejecutado por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

(UICN, 2018), concluyó que la basura plástica proveniente del sector industrial, como telas sintéticas y neumáticos, representa alrededor del 30% de la basura que finalmente llega a los mares. Anualmente, 2.4 millones de llantas se desechan a nivel municipal en todo el país, según el Ministerio del Ambiente (Ambiente, 2021), si bien algunos se vuelven a poner en circulación para recauchutarlos, la mayoría se queman o se tiran en vertederos al aire libre.

Existió un aumento significativo en la disponibilidad de estos productos en el mercado peruano. En 2014, la cantidad de llantas que ingresaron fue de 55.673 toneladas, sin embargo, en 2018, esta cifra aumentó a 92.659 toneladas, el desgaste de los neumáticos genera la necesidad de recambio en el parque vehicular existente, estos unidades de recambio se convierten en neumáticos fuera de uso (Ministerrio del Ambiente, 2021). Las encuestas realizadas en la región de investigación, que abarca la ciudad de Abancay, revelan que, en promedio, se desechan 410 llantas cada semana. De estos, 338 neumáticos no se utilizan, 56 neumáticos están recauchutados y 16 neumáticos de lona se utilizan con fines artesanales (Quispe & Mayhuire, 2019).

Los neumáticos se encuentran entre los materiales más contaminantes, incluso cuando se desechan en vertederos o incineradores. Esto se debe a que liberan gases tóxicos y sustancias cancerígenas como el benceno y el benzoapireno cuando se queman, y porque su eliminación en vertederos crea hábitats para roedores, insectos y otros animales, que pueden propagar enfermedades a una velocidad cuatro mil veces mayor de lo que se pronosticaría en una pequeña acumulación de líquido inmóvil, Dirección General de Salud Ambiental (Digesa, 2017).El valor de este análisis se fundamenta en su contribución a la sostenibilidad ambiental y económica en la construcción. Al explorar el

potencial del caucho reciclado en bloques de concreto, se abre la posibilidad de desarrollar materiales de construcción más resilientes y ecológicos, alineándose con las políticas de gestión de residuos y economía circular. La pregunta principal, ¿En qué medida influye en las propiedades físico mecánicas del bloque hueco de concreto la incorporación de fibras de caucho neumático reciclado, Abancay 2023?

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Problema General

¿En qué medida influye en las propiedades físico mecánicas del bloque hueco de concreto la incorporación de fibras de caucho neumático reciclado, Abancay 2023?

1.2.2. Problemas Específicos

1. ¿En qué medida influye en las propiedades físicas del bloque hueco de concreto la incorporación de fibras de caucho neumático reciclado, Abancay 2023?

2. ¿En qué medida influye en las propiedades mecánicas del bloque hueco de concreto la incorporación de fibras de caucho neumático reciclado, Abancay 2023?

1.3. Justificación de la investigación

Justificándose teóricamente, basándose en la idea de que el sector de la construcción puede beneficiarse al investigar opciones más ecológicas, como el uso de materiales reciclados para disminuir el daño que la basura, y especialmente los neumáticos viejos, pueden causar al medio ambiente. La investigación ha demostrado que los elementos utilizados en la edificación, por ejemplo, las piezas prefabricadas de cemento pueden tener un impacto positivo en sus propiedades

mecánicas físicas, como el f’c, la variación dimensional, el alabeo y la absorción, cuando se agregan fibras de caucho neumático recicladas. Esto da crédito a la importancia académica y científica de la investigación.

Justificación práctica, este estudio aborda un problema ambiental y económico urgente: la necesidad de materiales de construcción mejores y más ecológicos y la acumulación de neumáticos usados... Puede haber una alternativa viable en forma de bloques de concreto a los que se les haya agregado caucho, reduciendo la huella de carbono de la construcción y promoviendo la economía circular.

Justificación metodológica adoptada para esta investigación incluye la experimentación, se utiliza para hacer bloques huecos incorporando fibras de caucho neumáticas recicladas al concreto en cantidades variables. Para evaluar cómo las fibras de caucho afectan las cualidades mecánicas físicas de los bloques, Realizaremos pruebas para medir el f’c, la capacidad de absorción, la fluctuación dimensional, la deformación y la densidad. Esta técnica permite una evaluación sistemática y numérica de los potenciales aumentos en la efectividad de los elementos constructivos .

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Analizar la influencia en las propiedades físico mecánicas del bloque hueco de concreto la incorporación de fibras de caucho neumático reciclado, Abancay 2023.

1.4.2. Objetivos específicos:

1. Determinar la influencia en las propiedades físicas del bloque hueco de

concreto la incorporación de fibras de caucho neumático reciclado, Abancay 2023.

2. Determinar la influencia en las propiedades mecánicas del bloque hueco de concreto la incorporación de fibras de caucho neumático reciclado, Abancay 2023.

1.5. Delimitación de la investigación

1.5.1. Espacial

La indagación se realizó en la localidad de Abancay, provincia de Abancay, departamento de Apurímac, con un enfoque en los productores de bloques de concreto ubicados en Abancay.

1.5.2. Temporal

El estudio se realizó a lo largo del 2023 en la localidad de Abancay.

1.5.3. Social

El estudio de la investigación brindo un mejor manejo de los residuos y beneficio a los ciudadanos ya que permitió realizar actividades de reciclaje y reutilización. Se busca generar un avance investigativo que favorezca en la construcción, dado que el estudio es importante para el objetivo principal de producir bloques huecos de hormigón utilizando materiales novedosos e inventivos.

1.5.4. Conceptual

La delimitación conceptual de la investigación se fundamenta en:

- Fibras de caucho de neumático. – El objetivo es determinar la viabilidad del uso de FCR como agregado en la construcción de bloques huecos de

hormigón. Esto tiene como objetivo lograr atributos físicos y mecánicos superiores o equivalentes a los de los bloques tradicionales, al tiempo que genera un impacto ambiental positivo.

- Elaboración de bloques hueco de concreto. – El objetivo es fomentar el uso de fibras neumáticas de caucho como constituyente en la fabricación de bloques, con el fin de persuadir a las empresas locales de fabricación de bloques a adoptar esta práctica.

- Propiedades Físico Mecánicas. – Con el fin de estimar los aspectos físicos y mecánicos de los bloques de hormigón, incluido el f'c, examinaremos su deformación, absorción, fluctuación dimensional y densidad. Estas propiedades determinan la aplicabilidad y el rendimiento del bloque de concreto en estructuras de edificación.

1.6. Viabilidad de la investigación

1.6.1. Viabilidad económica

La viabilidad financiera de esta investigación, ejecutado debido a que hay suficiente dinero para pagar los gastos de transporte, está asegurado, movilidad, acceso al laboratorio y alquiler de gabinetes.

1.6.2. Viabilidad social

Socialmente es viable porque se tendrá el beneficio con los fabricadores de bloque hueco de concreto, de la misma manera se obtendrá una alternativa nueva e innovadora para la fabricación de bloque hueco de mortero y a su vez ayudará a mitigar el medio ambiente.

1.6.3. Viabilidad técnica

El propósito es la realización de estudios de laboratorio sobre bloques huecos de hormigón reforzados con FCR con el fin de determinar sus cualidades mecánicas y físicas.

1.7. Limitaciones

El presente tema de estudio tiene las siguientes restricciones:

En el sector social, la ciudad de Abancay no se tiene una planta granuladora de caucho para neumáticos reciclados.

No se han encontrado datos sobre las acciones de las fibras de caucho neumáticas durante la fabricación de bloques en la literatura científica relevante.

Dentro de las restricciones que se presentó en la investigación fue no poder contar con el laboratorio de la universidad y las certificaciones de calibración para el equipo necesario en el estudio no estaban disponibles.

CAPÍTULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. A nivel internacional

(Guerreo & Fajardo, 2022), en su tesis **titulada** "*Análisis de la relación entre la receta de bloques de mampostería de caucho reciclado y el éxito financiero de la línea en la planta de recauchutado de Rencavi*", Cuenca, Ecuador. Cuyo **objetivo** fue estimar el vínculo entre la rentabilidad de su línea de fabricación y la composición de los bloques de mampostería utilizando FCR, aplicando una **metodología** tratar con métodos cuantitativos, procedimientos lógicos, tipos aplicados, alcance correlacional y diseños experimentales longitudinales. Tuvo como **resultado** haber cumplido con las exigencias de resistencia establecidos por NTE INEN 3066 (2016), al tiempo que determina un porcentaje máximo del 10%. Un estudio económico y financiero conformó la segunda fase donde se llegó a la **conclusión** de que los bloques que contienen más del 5% de caucho no valen la pena comercializarlos debido a sus bajos márgenes de ganancia, que son el resultado del mayor costo del caucho granulado en comparación con su reemplazo. Esto hace que el producto sea inviable a largo plazo.

(Reyes & Villa, 2021) en su tesis **titulada** "*Prototipo de bloque simple más residuos carbonosos y caucho reciclado para mampostería de viviendas* ".

Guayaquil, Ecuador. Cuyo **objetivo** fue con el fin de desarrollar un modelo básico de bloques utilizando residuos carbonosos, caucho recuperado y una dosis óptima para su uso en albañilería residencial. Con una **metodología** que presento un enfoque cuantitativo, método deductivo, tipo causal, diseño experimental. Se tuvo como **resultados** la mejor muestra fue un prototipo de bloque de clase B, según lo clasificado en la NTE INEN 3066, para bloques de mortero no estructurales; se construyeron otros seis tipos de muestras con dosis variables de estos. Con f'c de 3,92 Mpa, el valor más alto la propuesta con la mayor concentración de polvo de carbón cumple con los criterios para bloques de mampostería, ya que la norma específica un mínimo de 3,5 Mpa. En **conclusión,** para determinar la dosis óptima para su uso en albañilería residencial, esta exploración científica se apoya en el crecimiento de un molde de bloque básico utilizando desechos carbonosos y caucho reciclado.

(Fioriti C. S., 2020), en su artículo **titulado** "*Bloques de mampostería de hormigón liviano a los cuales se les ha incorporado caucho y metacaolín*" Sao paulo, Brasil. Tuvo como **objetivo** disminuir su densidad general al tiempo que obtiene un f'c y dimensiones de absorción de agua que satisfacen las estipulaciones de la normativa brasileña ABNT NBR 6136: 2016. Con una **metodología** en conjunto con una estrategia cuantitativa, un procedimiento deductivo, un tipo aplicado y un diseño experimental basado en corte longitudinal, potencial futuro. Los **resultados** según sus hallazgos, los morteros fabricados con caucho y metacaolín tienen una densidad aparente inferior a 2.000 kg / m3, lo que los hace ligeros. Se llegó a la **conclusión,** todas las series de bloques producidas cumplían con las dimensiones y, por lo tanto, cumplían con los requisitos existentes. Pero estructuralmente hablando, solo las series R0, R1 y R2 son relevantes. Se lograron

tasas de absorción de agua < 13% mediante todas las formulaciones mezcladas. En consecuencia, reutilizar neumáticos de caucho en bloques de hormigón se considera una forma práctica de dar un buen uso a este material de desecho.

(Lara & Altamirano, 2018), en su tesis **titulada**" *Diseño y elaboración de bloques de hormigón prototipo utilizando partículas de caucho*", Quito, Ecuador. Tuvo como **objetivo** El uso de las FCR extraídas del tamiz N°12, N ° 16, N°30, tiene como objetivo mejorar la eficiencia y maximizar la utilización del material reciclado de la planta de Dura llanta. Esta iniciativa también busca ayudar a mitigar el efecto ambiental actual que se ve en la ciudad. Cuya **metodología** presento un enfoque cuantitativo, método deductivo, tipo aplicada, alcance explicativo de corte longitudinal prospectivo. Los **resultados** los hallazgos manifiestan que el f'c del bloque de concreto prototipo, que contenía un 20% de partículas de caucho, disminuyó en un 36,55% (3,71 MPa) a diferencia del bloque tipo B convencional (5,84 MPa) a los 28 días de edad. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el bloque prototipo aún cumplía con los criterios de resistencia requeridos, se **concluyó** el prototipo de bloque de hormigón, que contiene un 20% de partículas de caucho, demuestra una ventaja económica en comparación con el bloque tipo B habitual. Este estudio demuestra su viabilidad en términos de parámetros técnicos, económicos y ambientales.

(Mejia & Pachacama, 2018) , en su tesis **titulada** "*Planificación de bloques de mampostería para su uso en proyectos de construcción que utilizan plástico reciclado y fibras de caucho para neumáticos"* (tesis pregrado). Sangolqui, Ecuador. Tuvo como **objetivo** creación de bloques de mampostería producidos a partir de plástico reciclado y fibras de neumáticos para utilización en proyectos de construcción. La **metodología** presento un enfoque cuantitativo, método inductivo,

alcance correlacional, tipo aplicada y diseño experimental. Los **resultados** en el ejemplo de PET, las dosis se crearon en volumen reemplazando la arena 12.5%, 25%, 50%, 62.5%, y el 81,25% del material original, mientras que en el caso del caucho correspondiente, los porcentajes fueron del 25%, 31,25% y 50%. Los bloques se sometieron a pruebas de f'c, densidad, absorción y contenido de humedad después de su fabricación. Se recopilaron los datos resultantes y se realizaron más estudios para comparar los hallazgos. Las **conclusiones** el que se construyó con bloques de PET pesa un 14% menos que el de los bloques tradicionales, aunque este último es alrededor de un 7% más barato**.**

2.1.2. A nivel nacional

(Bayona M. , 2023) en su tesis que llevar por **título** "*Elaboración de bloques ecológicos hechos a base de concreto y caucho pulverizado*" Pimentel, Piura. Tuvo como **objetivo** para que podamos evaluar las cualidades de los bloques ecológicos fabricados con hormigón y caucho en polvo, además la **metodología** presento un enfoque cuantitativo, método inductivo, tipo aplicada, alcance descriptivo, diseño experimental, cuyos **resultados** las muestras de caucho producidas a concentraciones del 5%, 10%, 15% y 20% mostraron reducciones de absorción del 11,76%, 16,65%, 21,81% y 27,13%, respectivamente. Adicionalmente, la succión de las muestras de caucho disminuyó en un 44,8%, 50%, 52,9% y 61,2%, respectivamente. De manera similar, la resistencia mecánica de los bloques disminuyó en un 25,60%, 33,84%, 45,18% y 54,26% después de 28 días. Adicionalmente, el f'c de las pilas disminuyó en un 26,85%, 17,25%, 15,28% y 20,21%. De manera similar, las paredes experimentaron una reducción en la resistencia del 16,43%, 9,74%, 17,21% y 20,22% en comparación con la muestra estándar. La **conclusión** a la que se llego fue que la proporción ideal de arena a

caucho fue del 10%, con valores de compresión de 50,49 kg/cm2, 5,27 MPa y 0,70 MPa, concernientemente, según la fórmula. La Normativa de Edificación E. 070 Albañilería logró categorizar el bloque de este diseño como tipo P.

(Moyano G. , 2021), en su tesis "*Bloques de concreto básico reforzado con caucho reciclado para mayor resistencia a la compresión en el terremoto de Tarapoto-2021*" Tarapoto, Perú. Cuyo **objetivo** fue determinar la viabilidad de mejorar el f'c del bloque de hormigón básico mediante el uso de FCR, donde la **metodología** presento un enfoque cuantitativo, método inductivo, tipo aplicada de corte longitudinal prospectivo y diseño experimental. Los **resultados** demostraron que el f'c de un bloque de hormigón liso reforzado con caucho reciclado aumentaba a 140 kg/cm^2. El tamaño de la muestra fue de 48 bloques, representando 12 bloques cada uno de los cuatro porcentajes de diseño:0%, 10%, 20%, y el 30%. En general podemos indicar la **conclusión** que, a partir de los datos, se puede inferir que un incremento del 10% de caucho reciclado triturado a un bloque de hormigón básico aumenta su f'c a 150,44 kg/cm^2, 129,15 kg/cm^2 con un 20% de FCR y 92,32 kg/cm^2 con un 30% de FCR. Los bloques de hormigón con un patrón f'c=140 kg / cm^2 tienen un f'c de 143,66 kg/cm^2 tras un periodo de cuatro semanas de endurecimiento del hormigón.

(Caceres & Mamani, 2021), en su tesis **titulada** "*Los efectos de las fibras de caucho recicladas en las características físicas y mecánicas de los bloques de concreto*" Arequipa, Perú. Tuvo como **objetivo** ubicar una unidad de mampostería que incorpore fibras de caucho reciclado para neumáticos, específicamente clasificadas como tipo IV, y satisfaga con los estándares mínimos descritos en la Normativa E. 070. La **metodología** presento un enfoque cuantitativo método deductivo, alcance correlacional de corte longitudinal, experimentos diseñados y

tipos aplicados. Los **resultados** obtenidos a diferentes dosificaciones para conocer sus propiedades físico mecánicas, las características de un ladrillo tipo IV incluyen el uso de cubos de mortero con sustitución proporcional de arena por FCR. Estos cubos luego se someten a pruebas de densidad y compresión a varias edades. Ciento treinta kilogramos por centímetro cuadrado es el mínimo indispensable para este tipo de ladrillo. En **conclusión,** el ladrillo LCR-I ha logrado resultados óptimos y está clasificado como tipo IV, lo que indica su alta calidad. También es amigable con el medio ambiente, está hecho a mano y tiene un costo de 0.43 soles (no incluye trabajadores poco calificados). Este costo es un 59% más bajo que el precio del ladrillo de arcilla calcinada KKH 10 ampliamente vendido. Por lo tanto, el uso del ladrillo LCRI en la construcción sostenible se considera factible y prometedor para el futuro.

(Alata J. , 2019), en su tesis **titulada** *"Diseño de bloques de concreto con caucho para neumáticos para muros de mampostería constreñidos, Lima, 2019*" Lima, Perú. Se tuvo como **objetivo** general dentro de los confines de los muros de mampostería, con el fin de averiguar cuánto impacto tiene en sus vidas el uso de bloques de concreto hecho de FCR, donde la **metodología** presentaré un diseño experimental basado en un enfoque cuantitativo de tipo aplicativo. Los **resultados** para el f'c de muros de bloques de concreto reforzados con FCR mostraron valores de cizallamiento de 6,9 kg/cm^2, 4 kg/cm^2, 3,2 kg/cm^2 y 2,6 kg/cm^2 para BP, BP+5% y BP+15% de caucho, respectivamente. Que no cumplen con el RNEE - 0.70, en **conclusión,** no tenemos que comparar estos hallazgos con la RNE, estos bloques de hormigón, fabricados con caucho reciclado, son aptos para muros sin carga ya que no soportan directamente ninguna carga.

(Ladesma & Yauri, 2017), en su investigación **titulada** "*Desarrollando una*

mezcla de concreto para la producción de adoquines en la provincia de Huancavelica utilizando neumáticos usados". Huancavelica, Perú. Cuyo **objetivo** averiguar qué sucede con el f'c y resistencia a la flexión (fr) de los adoquines cuando se utiliza FCR en su producción. Donde se aplicó una **metodología** con enfoque cuantitativo, tipo aplicativa, método inductivo de corte transversal prospectivo y diseño experimental, con respecto a los **resultados** las pruebas de f'c, que incluyeron un reemplazo de caucho del 25%, arrojaron valores de 39,75 kg/cm2, 52,75 kg/cm2 y 68,75 kg/cm2 después de 7, 14 y 28 días, respectivamente, finalmente llegando a **concluir** el polvo de neumático reciclado, cuando se agrega al concreto, reduce el f'c y fr del material, entre otras características mecánicas.

2.1.3. *A nivel regional y local*

(Quispe & Mayhuire, 2019) en su tesis **titulada** *"Cómo reacciona el concreto estructural en Abancay, 2018 cuando se mezclan fibras de caucho neumático reciclado".* Abancay, Perú*.* El **objetivo** es evaluar el desempeño del concreto cuando se agregan FCR al concreto estructural, cuya **metodología** se enfocó en un análisis cuantitativo, diseño experimental, método inductivo de corte longitudinal, alcance explicativo prospectivo, donde los **resultados** el estudio demostró que el concreto estándar exhibía un f'c promedio de 397.24 kg / cm^2. Al incorporar FCR a razón del 3% en peso del agregado grueso, la reducción de resistencia fue menos pronunciada, alcanzando los 382,03 kg / cm^2 con una variación del 3,83%. También se logró un f'c de 379,16 kg/cm2 con una variación del 4,55% añadiendo fibra a una tasa del 5% en peso del agregado fino. Además, a 46,08 kg / cm2, el fr del hormigón era bastante alta. Con una modificación del 0,41%, el fr fue de 45,89 kg / cm2 cuando se incluyó fibra a una tasa del 3% en peso del cemento. El fr cayó a 45,13 kg / cm2 (una variable del 2,06%) cuando la fibra se introdujo a una tasa del 5%.

Finalmente se **concluyó,** el concreto de patrón exhibe una disminución gradual en la f’c en comparación con el fr, y el primero muestra una disminución más pronunciada.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. *Bloques de concreto:*

Los bloques de concreto son módulos premoldeados, creados para ser usados en procesos operativos de albañilería armada. En el transcurso de producción precisa de materiales que se usan generalmente para el concreto, esta es; piedra chancada, arena, cemento y agua; de esta manera su fabricación se puede realizar en la misma obra, obviando la necesidad de la movilización por medio del transporte de los elementos terminados, aportando significativamente en el avance de las edificaciones, más que todo para las obras auto constructivas (Arrieta & Peña, 2001).

En la industria de la construcción, se emplea un componente prefabricado conocido como bloque hueco de concreto, fabricado principalmente con una mezcla de cemento y agregados. Estos bloques se popularizan por poseer una o más cavidades o huecos internos, los cuales pueden variar en forma y tamaño. La presencia de estos huecos reduce el peso del bloque, mejora su aislamiento térmico y acústico, y permite una mayor eficiencia en la construcción al utilizar menos material sin comprometer la resistencia estructural. En la edificación de paredes, es frecuente el uso de elementos constructivos conocidos como bloques huecos de concreto, paredes y otros elementos estructurales, ofreciendo ventajas como durabilidad, resistencia al fuego y un buen comportamiento frente a condiciones ambientales adversas (Bloqueras, 2023).

Características generales de las unidades de albañilería

- Las dimensiones y la masa de un ladrillo permiten que sea manejado fácilmente con una palma. En comprobación, un bloque, respecto a su creciente tamaño y peso, requiere ser manipulado usando las manos (Norma E.070, 2019).
- Como se define en esta Norma, las "unidades de mampostería" pueden ser ladrillos o bloques hechos de arcilla, sílice-cal u hormigón (Norma E.070, 2019) .
- Estos componentes pueden producirse en masa o fabricarse a mano; también pueden ser sólidos, huecos o tubulares (Norma E.070, 2019) .
- Para emplear unidades de mampostería de hormigón, primero deben alcanzar la resistencia y estabilidad volumétrica requeridas. Se requiere un tiempo de curado inicial de 28 días para las unidades curadas con agua (Norma E.070, 2019).

2.2.1.1 Clasificación de bloques de concreto

Para su aplicación en el diseño de estructuras, los elementos de mampostería deben ajustarse a los criterios detallados en la Tabla correspondiente.

Tabla 1

Clase de unidad de albañilería para fines estructurales.

CLASE	**VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN** (máxima en porcentaje)			**ALABEO** (máximo en mm)	**RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN** f'_b mínimo en MPa (kg/cm^2) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	**Hasta 150 mm**	**Más de 150 mm**		
Bloque P (1)	±4	±3	±2	4	4,9 (50)
Bloque NP (2)	±7	±6	±4	8	2,0 (20)

Nota. *Fuente norma E-0.70 (2019)*
(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes
(2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes

Muro no portante

Según la norma E-0.70 (2019), un muro de construcción que su capacidad de carga se limita a sostener su masa propia, además de resistir fuerzas laterales que inciden de forma perpendicular a la superficie en la que se ha erigido. Incluya cosas como cercas y parapetos.

Muro portante

Según la norma E-0.70 (2019), un muro que está diseñado y construido específicamente para transferir eficientemente fuerzas verticales y horizontales desde una altura superior hacia una posición más baja o a los cimientos. Las paredes de un edificio de mampostería proporcionan su marco estructural y deben mantener la continuidad vertical.

2.2.1.2. Dimensionamiento

Según (Arrieta & Peña, 2001) la falta de uniformidad en las dimensiones unitarias dificulta la construcción de un miembro estructural perfectamente vertical sin irregularidades que provoquen excentricidad de la carga, creando fuerzas de flexión adicionales.

Por regla general, la fabricación incluirá una secuencia de bloques que son idénticos en altura y longitud, pero varían en ancho: las paredes y tabiques pueden variar en altura de 10 a 20 centímetros, con las dimensiones exactas supeditadas a las especificaciones del proyecto (Arrieta & Peña, 2001).

2.2.1.3. Características físicas del bloque

Pruebas enumeradas en " NTP.399.604.2002 " LOS MATERIALES DE MAMPOSTERÍA pueden ayudarlo a elegir bloques de concreto de alta calidad.

Procedimiento para el muestreo y evaluación de componentes utilizados en mampostería de concreto y "Norma Técnica Perú E. 070 Albañilería".

Alabeo

Para determinar cuánto mortero se necesita en las juntas causadas por la concavidad o convexidad de los bloques, lo que resultaría en la producción de huecos, se agrega una cuña de metal graduada a la muestra después de colocarla en una superficie nivelada (Norma E.070, 2019).

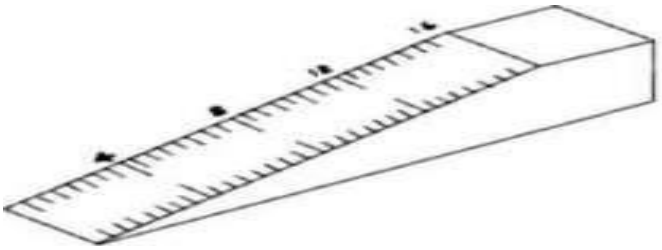
El alabeo se refiere a la deformación que sufre una superficie o cuerpo, alejándose de su estado plano original, ya sea convirtiéndose en cóncavo o convexo. En la construcción, el alabeo es particularmente relevante cuando se habla de unidades de albañilería, como ladrillos o bloques, donde la presencia de concavidad o convexidad en sus superficies puede influir en la calidad de la mampostería, afectando tanto la estética como la integridad estructural del muro (NTP 399.602, 2002).

La deformación de la unidad de mampostería se determinará de acuerdo con los pasos descritos en el estándar NTP 399.613.

El producto final será un promedio milimétrico de todas las mediciones.

Figura 1

Regla o cuña de medición



Fuente: (Norma E.070, 2019)

Absorción

La distinción entre la masa de un bloque en estado seco y su masa tras ser sumergida en agua indica su aptitud para retener líquido. El potencial de captación hídrica se define por la propensión con la que esta puede penetrar en el material poroso y adherirse al mortero (Torres, 2023).

La absorción en términos de bloques de concreto refiere al fenómeno mediante el cual dichos materiales incorporan humedad en su estructura al ser expuestos a ella, ya sea por inmersión o por contacto en un ambiente húmedo. Este fenómeno se mide como el porcentaje de absorción (%Abs), que es la vínculo porcentual entre la diferencia de la masa del bloque antes y después de la absorción de agua, respecto a su masa inicial seca (NTP 399.602, 2002).

Una vez que las muestras representativas se hayan pesado en seco, se sumergirán en agua que oscila entre 15,6 ° C y 26,7 °C durante 24 horas para eliminar la humedad restante. Después de eso, cada área que entró en roce con el agua se seca con toalla seca y, por último, se analiza el peso de las muestras. El tiempo recomendado para pesar una muestra de agua es de 5 minutos después de tomarla.

Estos ensayos se ejecutarán de acuerdo con la NTP 399.604 y 399.613.

Expresado en:

$$A = \frac{G4 - G3}{G3} x100$$

En donde:

A = Absorción en porcentaje

G4 = Peso de la muestra después de sumergida 24 horas (gr)

G3 = Peso de la muestra en seco (gr)

Variación dimensional

Cuando se habla de bloques de concreto, la frase "variación dimensional" describe cómo sus dimensiones físicas podrían alterarse por una variedad de razones, tales como procesos de curado, variaciones de humedad, temperatura, y la carga aplicada sobre ellos. Este fenómeno es crítico en la construcción, ya que puede afectar la uniformidad y la precisión en el ensamblaje de los muros o estructuras de concreto, afectar la estabilidad y la capacidad del edificio para soportar cargas. La variación dimensional se estudia para asegurar que los bloques de concreto cumplan con las especificaciones de diseño y mantengan su funcionalidad y durabilidad a lo largo del tiempo, adaptándose sin problemas a las condiciones ambientales y de carga a las que se exponen durante su vida útil (Vivienda, 2017).

“La tarea se llevará a cabo utilizando un instrumento de medición metálico con marcas de escala para medir los espesores y tabiques, y un vernier para mediciones precisas. Se seleccionarán al azar tres muestras para la medición. Se medirá el ancho (A), el largo (L) y la altura (H) de cada muestra. Además, se medirá el grosor de cada muestra. Este procedimiento está de acuerdo con el NTP estándar 399.604.2002 de 2002.

Se procederá por lo estipulado en NTP 399.613 y 399.604.

Expresión de resultados

$$V = \frac{De - Mp}{De} x100$$

En donde:

V = Variabilidad dimensional

De = Dimensión especificada en mm

Mp = Medida promedio por muestra en mm

Densidad

Para determinar si un bloque es pesado, no se debe confiar en su densidad, que es la característica que cuantifica la masa por unidad de volumen. La cantidad de trabajo que se requeriría para mover los bloques es proporcional (Arrieta & Peña, 2001)

En el contexto de los bloques de concreto, la densidad se entiende como la relación entre la masa del bloque y su volumen, expresada en kg/m^3 o lb/ft^3. Esta característica es fundamental para evaluar la calidad, resistencia y desempeño estructural y térmico del bloque puede fluctuar dependiendo de los ingredientes, sus proporciones y el método de curado empleado en la fabricación. Los estándares de la industria categorizan los bloques de concreto según su densidad en tres grupos principales: normal, ligero y pesado. Esta clasificación influye directamente en la elección de los bloques para diversas aplicaciones en la construcción, desde elementos estructurales hasta aislantes térmicos, debido a que una mayor densidad generalmente implica mayor resistencia, pero menor aislamiento térmico, y viceversa (Vivienda, 2017).

2.2.1.4. Características mecánicas del bloque

a) Resistencia a compresión

(Arrieta & Peña, 2001), las técnicas predominantes para evaluar la capacidad estructural de los elementos constructivos se fundamentan en

propiedades mecánicas que indican la resistencia de los bloques de hormigón vibrados a las fuerzas de compresión. Estos atributos se consideran los parámetros más críticos para estimar el grado de calidez de las obras de mampostería.

El f’c de los bloques de hormigón se define como su aptitud para soportar fuerzas compresivas sin sufrir deformaciones permanentes o fracturas. Esta característica se expresa comúnmente en MPa por pulgada cuadrada (psi). Dicha propiedad es esencial para determinar tanto la calidad como la adecuación estructural de los bloques de concreto en edificación de proyectos (San Bartolome, 1994).

El f’c de un bloque de hormigón es su capacidad para resistir la deformación durante la compresión. De acuerdo con los estándares NTP, son necesarias las pruebas de EMS apropiadas para determinar el f’c de la mampostería. NTP. 399.613 y 339.604.

Tomando el valor promedio de una muestra y eliminando la desviación estándar se obtiene la resistencia a la compresión típica (f'b) de una pieza de mampostería. Si tomamos el promedio de la muestra y deducimos una desviación estándar, obtenemos (fb) (Norma E.070, 2019).

2.2.1.5. Generalidades del concreto

Se define como aquel resultado de un compuesto homogéneo de arena, piedra chancada, cemento y agua, que en un inicio ofrece un armazón maleable con fácil uso, de esta forma se pude trabajar con sencillez y adaptarse a cualquier forma, después de un periodo se solidifica entrando a un estado rígido donde puede soportar la compresión, tracción y flexión.

Existe otro autor que determina que el hormigón consiste en la mezcla de

cuatro elementos y estos son; el agregado fino, agregado grueso, agua y el cemento portland, formando así una pasta maleable, húmeda o fresca, que luego cambiara a una forma sólida como la piedra, endureciéndose al punto de no poder ser quebrado, obteniendo de esta manera cualidades físicas y mecánicas (Kosmatka, Kerkhoff, & Panarese, 2004).

Las condiciones calificadas como adecuadamente del hormigón, va depender de la pasta, agregado y la unificación de estos dos elementos, cuando el concreto esta correctamente diseñado y confeccionado, cada y todaparticula de agregado esta cubrida en su totalidad por esta mezcla o pasta (Kosmatka, Kerkhoff, & Panarese, 2004) .

2.2.1.6. El Cemento Portland

Este cemento es de tipo hidráulico, contiene elementos de silicatos hidráulicos de calcio, esta clase de cemento se solidifican y se fortalecen al momento de juntarse con el agua crea reacciones químicas. En el desarrollo de la hidratación con el cemento se empieza a formar una pasta, pero se puede adicionar la pasta a agregados como arena, grava, piedra triturada, piedra machacada entre otros elementos, de esta forma, la pasta se convierte en un pegamento, que termina uniendo así a todos los agregados, para obtener como resultado el concret (Kosmatka, Kerkhoff, & Panarese, 2004).

2.2.1.7. Agregados

Según (Aroste, 2015), el f’c de un bloque de hormigón es su capacidad para resistir la deformación durante la compresión. El f’c de los componentes de mampostería (o agregados) se puede encontrar usando este método, que son materiales inactivos combinados con un conglomerante (cemento, cal, etc.) y agua

para fabricar concretos y mortero. El significado de los agregados radica en que componen cerca de del volumen de una mezcla de concreto típica. Los minerales de grado natural o artificial. Los minerales nativos se encuentran en la corteza terrestre, mientras que los minerales artificiales están sujetos a procesos mineros como la recolección y la trituración. Suele encontrarse en canteras a una profundidad de 15 metros desde la superficie.

Tabla 2

Clasificación de los agregados según el tamaño de sus partículas.

Tamaño en mm	Denominación más común	Clasificación	Uso como agregado de
<0.002	Arcilla	Fracción muy fina	No recomendable
0.002-0.074	Limo	Fracción fina	No recomendable
0.074-4.76 #200-#4	Arena	Agregado fino	Material apto para mortero
4.76-19.1#4-3/4”	Gravilla	Agregado grueso	o concreto
19.1-50.8 3/4"-2”	Grava		material apto para concreto
50.8-152.4 2”-6”	Piedra		material apto para concreto
>152.4 6”	Rajón, Piedra bola		concreto ciclópeo

Nota: *Fuente Concreto simple* (Rivera L, 2017)**.**

2.2.1.8. Agregado grueso

Según (NTP 400.037, 2014) esta norma específica que el agregado que permanece en el tamiz estandarizado de 4,75 mm (N°4) tras el proceso natural de degradación de la roca o en forma artificial cumple con ciertos requisitos. El agregado grueso consiste en una amplia variedad de piedra triturada, grava y materiales relacionados.

2.2.1.9. Agregado fino

Según (NTP 400.011, 2008) un agregado artificial se refiere a guijarros o piedras que se han descompuesto de grado nativo o artificial y cumplen con los requisitos de pasar por un tamiz específico con un tamaño de 9,5 mm (3/8 de

pulgada) y cumplir con las restricciones establecidas en NTP 400.037.

2.2.1.10. Características físicas de los agregados

a) Granulometría:

Para cumplir con los estándares normativos de distribución de tamaños, se consideran tres elementos clave en la determinación de la gradación de los agregados: la facilidad de manejo de la mezcla, las dimensiones máximas de los componentes gruesos y la composición granular de la fracción fina por la NTP 400.037, NTP 400.012 y ASTM C 33, respectivamente. Como es de conocimiento, siguiendo la técnica de diseño de mezcla elegida, se establece la proporción de agregado fino a grueso, manteniendo al mismo tiempo una proporción constante de agua y cemento. Para que se consideren de alta calidad, los agregados finos deben cumplir con las restricciones de uso del estándar NTP 400.037, como se plasma en la tabla.

Tabla 3

Cuadro de tamices en la clasificación de mezcla.

Agregado Fino	
(Malla) Tamiz pulg.	Abertura del Tamiz (mm)
3/8"	9.5
N° 4	4.75
N° 8	2.36
N° 16	1.18
N° 30	0.60
N° 50	0.30
N° 100	0.15
N° 200	0.08
Fondo	0.00

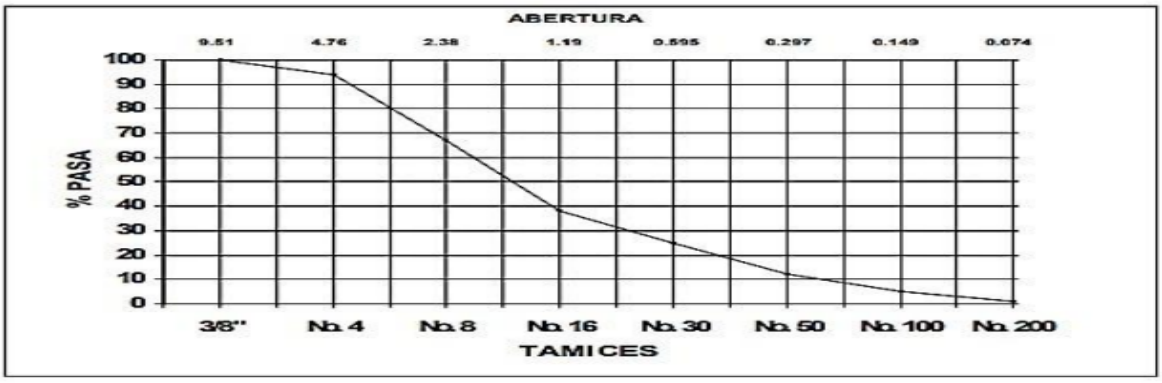
Nota: Fuente elaboración propio

b) Curva granulométrica

Esta curva particularmente muestra el porcentaje del elemento que pasa por los tamices en el eje y, utilizando una escala aritmética. El eje x representa las aberturas del tamiz, utilizando una escala logarítmica (Rivera, 2017).

Figura 2

Curva granulométrica.



Nota: Fuente Concreto simple (Rivera 2017)

2.2.2. *Reciclaje de neumáticos*

Actualmente, existe un aumento global en la producción de neumáticos desechados, lo que presenta desafíos en términos de su eventual eliminación debido a su intrincada estructura. La compleja composición de los neumáticos hace que sea difícil y costoso separar sus componentes originales. Por lo tanto, estamos buscando activamente diferentes enfoques para recolectar neumáticos y eliminar sus componentes peligrosos. Reciclarlos es una oportunidad significativa para establecer nuevas industrias y generar empleo.

2.2.2.1Caucho

El caucho es un polímero compuesto por muchos componentes, unidos entre sí con un hidrocarburo plástico llamado isopreno (C5H8). Muchas savias de plantas

incluyen isopreno en forma de una descarga espesa llamada látex. Además de eso, el caucho sintético también es una posibilidad.

El uso de neumáticos reciclados es un recurso novedosa e inventiva que almacena beneficios tanto ecológicos como constructivos. No solo ayuda a mantener el equilibrio ambiental, sino que también cumple con los requisitos y deseos específicos de los dominios urbano, deportivo e industrial. El caucho granulado, como se dijo anteriormente, tiene varios usos. Esta sustancia está compuesta por elastómeros, que poseen notables beneficios en el dominio industrial.

La mayoría del caucho granulado proviene de llantas viejas de vehículos; otros nombres para él incluyen caucho triturado, caucho asfáltico y caucho restringido. Como parte del proceso de reciclaje, eliminamos todos los materiales que no son de caucho de los neumáticos, incluida la suciedad, los alambres y el hilo. Es una práctica común usar una amoladora mecánica para moler el caucho residual a un tamaño más manejable. La molienda gruesa se procesa en partículas de caucho granuladas mediante procesamiento continuo; estas partículas luego se clasifican según el tamaño y el color (Flexicon, 2015).

Figura 3

Caucho Granulado.

Fuente: FLEXICOM – 2015.

Cuando se somete a una fuerza externa, el caucho nativo puede deformarse sin romperse; pero, una vez que se elimina la fuerza, el material regresa a su origen, menos utilizado. Tenga en cuenta que el caucho no es muy bueno para conducir electricidad o calor, no reacciona con el oxígeno para formar un óxido y se vuelve más duro cuando se expone al frío. Se proporciona una solución líquida lechosa como partida el látex que se deriva de la corteza de muchos árboles, entre ellos: Hevea Brasiliensis, un árbol nativo del Amazonas y perteneciente a la familia de las Euforbiáceas; en México, el llamado árbol del caucho (Criollo, 2014).

Tabla 4

Clasificación de elastómeros

Elastómeros	Cauchos naturales	TSR CV: Grados de Látex de viscosidad constante
		TSR L: Grados de Látex de color claro
		TSR 5: Equivalente al grado RSSI
		TSR 10: Grado de coágulo de campo
		TSR 20: Grado de coágulo de campo
	Cauchos sintéticos	Estireno-butadieno (SBR)
		Polibutadieno (BR)
		Isopreno
		Etileno-propileno (EPM-EPDM)
		Isobutileno-isopreno (IIR)
		Caucho de nitrilo (NBR)
		Policloropreno (neopreno)
		Cauchos fluorados (CFM-FKM)
		Cauchos de silicona (Q)
		Termoplásticos

Fuente: Salamea, 2014.

El caucho como agregado

Explican que el caucho para neumáticos utilizado como sustituto de la arena se fabrica en molinos especializados, que reducen aún más el tamaño de las partículas al desgarrarlas, dándoles un grado de irregularidad que oscila entre 0,425 mm y 4,75 mm. La variación del tamaño de las partículas está determinada

por el tipo de molino y la temperatura que produce (Rivera, 2017).

Asimismo, explican que las partículas de caucho utilizadas como sustitutos del cemento se recuperan de una máquina que reduce su tamaño; esta máquina se encarga de detectar y separar magnéticamente las partículas, y también realiza micromolienda, que libera partículas de entre 0,075 y 0,475 mm de tamaño (Skariah, 2015).

Tratamiento de granulación

Entender el "tratamiento" en el contexto del espacio ambiental conlleva una serie de sistematizaciones, o medidas tomadas para reducir o eliminar la contaminación del agua o del suelo u otros impactos ambientales. Lo mismo ocurre con la dirección de los procedimientos de desecho, como la eliminación de neumáticos, hacia la optimización del material, por medio del reciclaje u otros procesos como el circuito mecánico, que deben contenerse (Lara & Altamirano, 2018).

En la granuladora se llevan a cabo los periodos de producción y ramificación. Mediante un proceso de acoplamiento, este aparato reduce el grano al tamaño requerido mediante el uso de una sucesión de discos que giran en sentido contrario. Los discos pueden habilitarse o deshabilitarse según el resultado deseado. Aquí se clasifican y fabrican los gránulos para canchas artificiales (Lara & Altamirano, 2018).

Figura 4

Proceso de obtención para caucho granulado

Fuente: Harvest Group

Aplicaciones del caucho

Para fabricar gráficos relevantes para la producción, pueden picarse, macerarse o triturarse. Alternativamente, pueden desarrollarse en gránulos o polvos y usarse para construir productos efectivos combinándolos casualmente con otros materiales. Los productos de caucho o plástico, caucho recuperado, cruces ferroviarios, colocación de asfalto y caucho o gránulos hechos de neumáticos reciclados son usos potenciales para el procesamiento de los neumáticos. Además, las canchas sintéticas con características dominantes pueden monopolizar los granos de caucho (Becerra, 2012).

2.2.2.2. Neumáticos

Un neumático es esencialmente un componente que facilita el movimiento suave de un vehículo sobre un terreno uniforme. El neumático está compuesto

principalmente por una carcasa de goma que se llena de aire para brindar soporte al vehículo y su carga. El desarrollo de la vulcanización se atribuye a Charles Goodyear, un estadounidense que descubrió involuntariamente el método en 1880. La vulcanización imparte la resistencia y solidez esenciales al caucho, lo que lo hace adecuado para fines de fabricación (Castro, 2008)

2.3. Marco conceptual

- **Bloque hueco**: Un elemento de construcción prefabricado, generalmente de forma rectangular, con uno o más huecos pasantes para reducir su peso y mejorar el aislamiento térmico. Se utiliza en mampostería para la construcción de paredes y divisiones (Arrieta & Peña, 2001) .
- **Concreto**: Un compuesto utilizado en la edificación, formado por la combinación de elementos pétreos (como guijarros y partículas finas), aglomerante cementoso y líquido hidratante, que al endurecerse adquiere una resistencia y durabilidad significativas. Se utiliza en la construcción de estructuras, pavimentos, y otros elementos estructurales (Arrieta & Peña, 2001) .
- **Caucho**: Un material elástico, obtenido naturalmente del látex de ciertas plantas o sintetizado químicamente, que se caracteriza por su alta elasticidad, resistencia al agua y aislamiento eléctrico. Encuentra uso en múltiples y diversas implementaciones, desde neumáticos hasta productos de consumo (Flexicon, 2015).
- **Neumático**: Un componente circular y elástico que cubre la rueda de vehículos como autos, bicicletas y aviones, proporcionando tracción y absorbiendo impactos del terreno. Está compuesto principalmente de

caucho, reforzado con telas o alambres (Castro, 2008).

- **Fibras de caucho**: Pequeños fragmentos o hilos de caucho que se utilizan para reforzar otros materiales o como agregado en mezclas de concreto o asfalto para optimizar sus aspectos mecánicos y de durabilidad.
- **Reciclado**: La transformación de residuos o elementos ya utilizados en productos o materiales renovados, con el propósito de disminuir la utilización de recursos vírgenes, minimizar el desperdicio y los impactos ambientales negativos (Castro, 2008).
- **Propiedades físicas**: Atributos cuantificables de una sustancia que no alteran su estructura química al ser evaluados, tales como su masa por unidad de volumen, el punto de fusión, la conductividad térmica y eléctrica, y el color (Arrieta & Peña, 2001).
- **Propiedades mecánicas**: Características de un material relacionadas con su comportamiento bajo la acción de fuerzas externas, como la resistencia a la tracción, la dureza, la elasticidad, y el f’c (NTP 339.007).
- **Absorción**: La capacidad de un material para tomar dentro de sí líquidos o gases. La porción de agua que absorbe un material determina su resistencia al agua y cuánto durará en la industria de la construcción (Arrieta & Peña, 2001).
- **Alabeo**: La deformación que sufre un material o estructura, generalmente por efectos de la humedad o cambios de temperatura, que resulta en una desviación de su forma plana original (Arrieta & Peña, 2001).
- **Variación dimensional**: Cambios en las dimensiones de un material o

producto debido a aspectos como la temperatura, la humedad, o la carga aplicada (Arrieta & Peña, 2001) .

- **Densidad:** La determinación del peso de un bloque se puede hacer examinando su densidad, que es la característica que especifica la masa por unidad de volumen. La cantidad de trabajo requerida para mover los bloques es proporcional (Arrieta & Peña, 2001) .
- **Resistencia a la compresión (f'c):** Es el aspecto de un elemento o estructura para soportar presiones que hacen que se comprima o disminuya de volumen (Norma Tecninca Peruana NTP 339.047, 2006).

CAPÍTULO III:

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general.

La incorporación de fibras de caucho neumático reciclado influye en las propiedades físico mecánicas del bloque hueco de concreto, Abancay 2023.

3.1.2. Hipótesis específicas.

1.La incorporación de fibras de caucho neumático reciclado influye en las propiedades físicas del bloque hueco de concreto, Abancay 2023.

2.La incorporación de fibras de caucho neumático reciclado influye en las propiedades mecánicas del bloque hueco de concreto, Abancay 2023.

3.2. Método

3.2.1 Método de investigación

Utilizando un enfoque inductivo, esta investigación examinó las características mecánicas y físicas de los bloques de hormigón huecos que tenían fibras de caucho neumático reciclado incrustadas en ellos, partiendo de observaciones particulares para derivar conclusiones generales. Los resultados obtenidos contribuirán al conocimiento en este campo y podrán ser aplicables en la construcción y la

administración de materiales reciclados en Abancay y otros contextos similares (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2010).

3.3. Tipo de investigación

La investigación cae dentro de la categoría de investigación aplicada. Esto se debe a que priorizó la identificación, mediante la aplicación del conocimiento científico, de los procedimientos, herramientas y técnicas que pueden usarse para satisfacer una necesidad específica, bien articulada y práctica. En este caso, la investigación busco evaluar los aspectos físico - mecánicos de un material de construcción (bloque hueco de concreto) que incorpora un material reciclado (fibras de caucho neumático), con el objetivo práctico de analizar su viabilidad y posibles aplicaciones en la construcción, qué puede ser útil en la batalla por alternativas ecológicas en los sectores de edificación y administración de residuos de basura (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2010).

3.4. Nivel o alcance de investigación

Las ocurrencias y condiciones relacionadas con la inclusión de FCR en el bloque hueco de hormigón podrían explicarse a nivel explicativo. Su finalidad principal es encontrar la causalidad en los eventos observados, es decir, determinar cómo y por qué la introducción de FCR afecta las propiedades físico - mecánicas del bloque de concreto. Mediante este tipo de investigación, se buscó comprender en profundidad los mecanismos y factores que influyen en los resultados obtenidos, lo que contribuirá a ampliar el conocimiento sobre el tema y aportará información relevante para su aplicación práctica en el área de la edificación de proyectos y la gestión de materiales reciclados” (Arias, 2021).

3.5. Diseño de investigación

Según (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2010), debido a la manipulación intencional de la variable de estudio, esta investigación se modificó para ajustarse al diseño experimental. Hizo las cosas de manera experimental. Aquí, controlaremos la cantidad y el tipo de FCR mezcladas en el bloque de concreto como variables independientes y veremos cómo afecta las cualidades físico-mecánicas del bloque como variable dependiente en este diseño. El diseño de investigación experimental, basándose en los datos recopilados de los bloques de hormigón a los que se les habían agregado FCR, he llegado a la conclusión.

3.6. Operacionalización de variables

3.6.1. Variable independiente

Adición de fibras de caucho neumático reciclado

3.6.2. Variable Dependiente

Propiedades físicos mecánicas del bloque hueco de concreto

Tabla 5

Matriz de Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicador	Instrumento
Variable independiente Incorporación de fibras de caucho neumático reciclado	Material que ha cumplido su ciclo de vida útil y por ende se recicla por medio de máquinas que realizan la función de trituración para darle un nuevo uso (Torres, 2014, pág. 15).	Incorporación de las fibras de caucho en diferentes dosificaciones como sustituto parcial del agregado grueso	Dosificación	Dosis de 5% de fibras de caucho neumático Dosis de 10% de fibras de caucho neumático Dosis de 15% de fibras de caucho neumático	Ficha de registro de datos de ensayo de laboratorio
Variable dependiente Propiedades físico mecánicas del bloque hueco de concreto	Se refiere al conjunto de características y comportamientos que este material exhibe bajo diferentes condiciones físicas y mecánicas. Estas propiedades son fundamentales para comprender cómo se desempeñará el bloque de concreto en aplicaciones estructurales y de construcción.	A través de los ensayos de laboratorio aplicados a los bloques hueco de concreto con fibras de caucho neumático reciclado se determina sus parámetros tanto físicos como mecánicos para evaluar el comportamiento.	Propiedades físicas	Alabeo(mm) Absorción (%) Variación dimensional(mm) Densidad (Kg/m^3)	Ficha de registro de datos de ensayo de laboratorio
			Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión (Kg/cm^2)	Ficha de registro de datos de ensayo de laboratorio

3.7. Población, muestra y muestreo

3.7.1. Población

Según los autores (Arispe Alburqueque et al., 2020) “definen a la población antes de la selección de la muestra, la población se caracterizó como el conjunto de todos los elementos”. Por consiguiente, la población de la investigación es el proyecto para la construcción de bloques de concreto proporcionando FCR, Abancay 2023.

3.7.2. Muestra

Según (Arispe Alburqueque et al., 2020), consideran el marco de muestreo es una lista de unidades de muestreo disponibles en un momento del procedimiento de muestreo. En esta investigación, sirven como muestra 96 bloques de hormigón que tienen FCR incrustadas en su interior.

Tabla 6

Numero de muestras a ensayadas

Indicador	Variación dimensional	Alabeo	Absorción	Resistencia a Compresión	Total
Patrón	5	5	5	9	24
5%	5	5	5	9	24
10%	5	5	5	9	24
15%	5	5	5	9	24
Total	20	20	20	36	96

Nota: Elaboración propia

3.7.3. Muestreo

Durante la prospección inicial del estudio, proporcionando bases para la formulación de hipótesis, y en las fases concluyentes, las muestras

de conveniencia son más fácilmente justificables. El muestreo del estudio es la realización de 3 pruebas por porcentaje.

Tabla 7

Repeticiones y ensayos para la muestra

Muestra	Repeticiones	Ensayo
Bloques grupo patrón	3	Resistencia a compresión
Bloques con el 5% de incorporación de caucho	3	Resistencia a compresión
Bloques con el 10% de incorporación de caucho	3	Resistencia a compresión
Bloques con el 15% de incorporación de caucho	3	Resistencia a compresión
Bloques para variación dimensional	1	Variación dimensional
Bloque para alabeo	1	Alabeo
Bloques para absorción	1	Absorción

Nota. Elaboración propia

3.8. Técnicas e instrumentos

3.8.1. Técnicas

La observación sistemática se emplea como método de recogida de datos porque éstos se recogen en entornos controlados por el investigador y se realizan pruebas para determinar las dimensiones de las variables. Se realizó pruebas de laboratorio para la recolección de datos, se elaboró el diseño de mezcla con el reemplazo de las FCR con los porcentajes 5%, 10% y 15%. Asimismo, se realizó un análisis documental en referencia de los antecedentes, para obtener la

optimización del diseño y propiedades física-mecánicas de los bloques de concreto. Por último, para la validación de los hallazgos, se obtuvo una entrevista de ingenieros civiles, considerando con mayor relevancia especialista en estructuras. Todo ello, para conocer y afirmar los resultados obtenidos, si es factible o no incluirlo en la localidad. (tabla ver en anexos).

3.8.2. Instrumentos

Las herramientas mencionadas en las guías de prueba de materiales y las normas técnicas generales se utilizaron para determinar los objetivos particulares y, por lo tanto, el propósito general. Así como las herramientas de campo: equipo para ensayo de laboratorio, entre otros que se requiera.

3.9. Consideraciones éticas

Consideramos que se han cumplido los objetivos de imparcialidad, originalidad y ética, ya que el investigador de este estudio honro la autoría de los numerosos escritores cuyos trabajos sirvieron de soporte a la investigación. Asimismo, las pruebas se realizaron de acuerdo con los procesos y Normativa peruana, siguiendo procedimiento y calibración de cada herramienta utilizada. Por último, Respecto a la Dirección de Investigación, Instructivo General de Investigación, versión 3.0, aprobado mediante Resolución N° 3094-2019-UTEA-CU y Resolución Vicerrectoría de Investigación no. 086-2019-UTEA-VRI se apegará a sus principios de ética en investigación y actuará responsablemente. Actuar con responsabilidad, integridad y rigor científico.

3.10. Procesamiento estadístico

Los datos fueron organizados, tabulados y graficados utilizando métodos estadísticos para su procesamiento y análisis. Dentro del estudio se ejecutó la estadística descriptiva donde se presentó las tablas y gráficos en base a los hallazgos dados por el laboratorio los cuales fueron procesados mediante cálculos matemáticos.

Para la estadística inferencial se procesaron los datos mediante métodos estadísticos y utilizando la prueba T de student apoyados de la parte grafica por la campana de gauss Jordán para su posterior análisis.

CAPÍTULO IV

RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS

Los hallazgos se presentan de forma sistemática, teniendo en cuenta tanto los objetivos generales como los particulares. El diseño de la mezcla de concreto se derivó de la curva típica de tamaño de grano de cada agregado, ya que no existe un estándar técnico que dicte las limitaciones que deben alcanzarse con respecto a los agregados. A lo largo del procedimiento de estudio, todas las pruebas de control de bloques se realizaron de acuerdo con el estándar E070.

Tabla 8

Análisis granulométrico arena

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO

Muestra inicial	961.8 gr	Muestra lavada y secada		961.8	Peso Recipiente	0.0 gr	GRADACIÓN	
TAMIZ	**TAMIZ**	**PESO RET.**	**PESO CORR.**	**%RET.**	**%RETENIDO ACUMULADO**	**%PASA**	**LIMITE INFERIOR**	**LIMITE SUPERIOR**
(Pulg.)	**(mm)**	**(gr.)**	**(gr.)**					
3/8"	9.500	2.56	2.56	0.27%	0.27%	99.73%	100%	100%
Nº 4	4.750	35.40	35.40	3.68%	3.95%	96.05%	95%	100%
Nº 8	2.360	103.60	103.60	10.77 %	14.72%	85.28%	80%	100%
Nº 16	1.180	125.40	125.40	13.04 %	27.76%	72.24%	50%	85%
Nº 30	0.600	135.60	135.60	14.10 %	41.85%	58.15%	25%	60%
Nº 50	0.300	300.52	300.52	31.25 %	73.10%	26.90%	5%	30%
N° 100	0.150	203.87	203.87	21.20 %	94.30%	5.70%	0%	10%
N°200	0.075	50.70	50.70	5.27%	99.57%	0.43%		
Fondo		4.16	4.15	0.43%	100.00%			
	TOTAL	**961.8**	**961.8**	**100%**				
	Módulo de Fineza =		**2.56**					

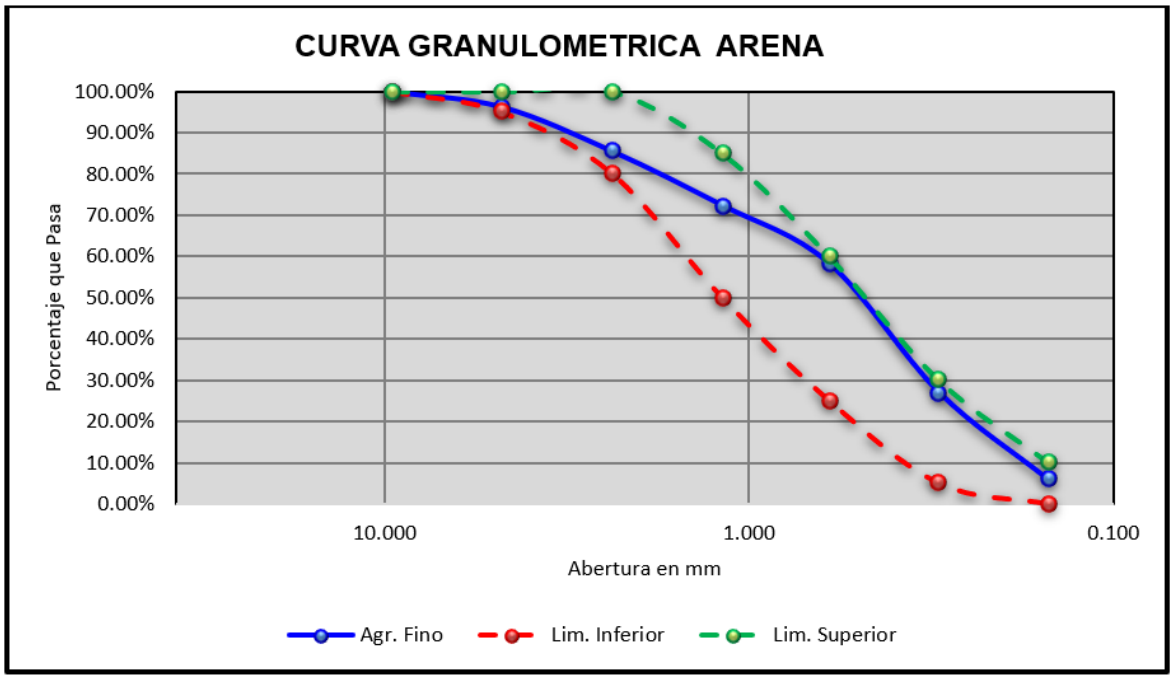
Nota: Datos procesados en laboratorio

Interpretación. La arena con un módulo de finura (MF) de 2,56 se clasifica como de granulometría media cuando se usa en la producción de bloques de hormigón. Este número representa una distribución del tamaño de partícula que promueve la facilidad de trabajar y compactar el concreto, así como lograr una resistencia mecánica ideal después de que el concreto se haya fraguado por completo.

Un MF de 2.56 sugiere que la arena tiene un equilibrio entre finos y gruesos, lo que contribuye a una mezcla de concreto que es más fácil de trabajar. Esto facilita la mezcla, colocación y compactación del concreto en los moldes para bloques.

Figura 5

Curva granulométrica arena



Nota: Datos procesados en laboratorio
Fuente: Elaboración propia

Tabla 9

Análisis granulométrico del cascajillo

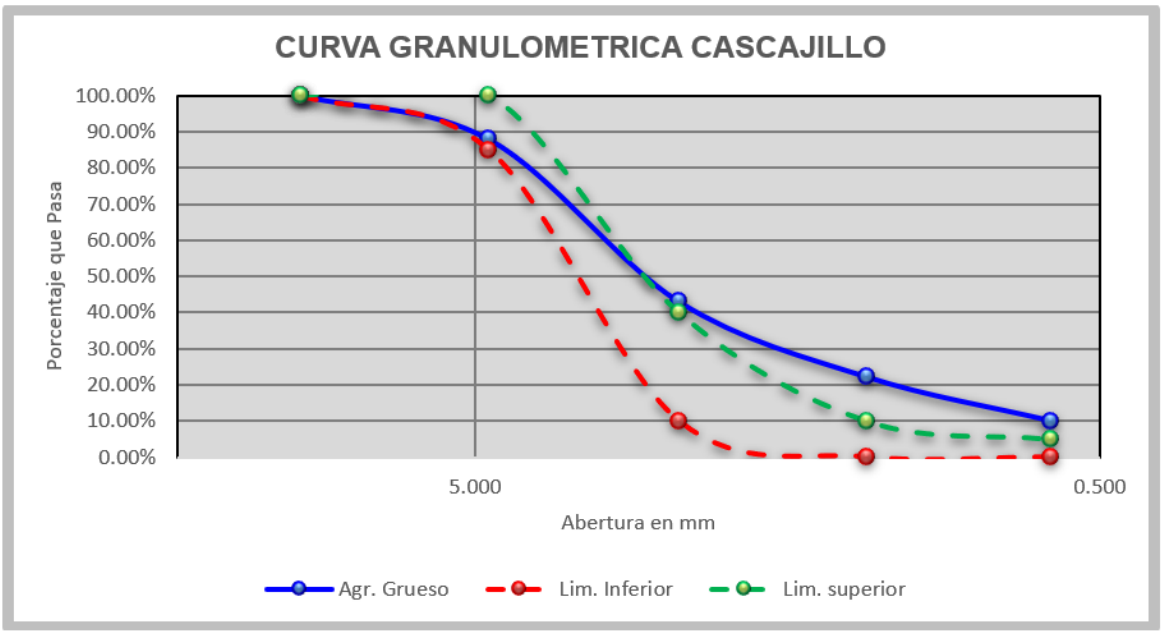
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO								
Muestra inicial	985.5 gr	Muestra lavada y secada		965.5	Peso Recipiente	0.0 gr	**HUSO 9**	
TAMIZ	**TAMIZ**	**PESO RET.**	**PESO CORR.**	**%RET.**	**%RETENIDO ACUMULADO**	**%PASA**	**LIMITE INFERIOR**	**LIMITE SUPERIOR**
(Pulg.)	**(mm)**	**(gr.)**	**(gr.)**					
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00%	0.00%	100.00 %	100%	100%
Nº 4	4.750	119.28	119.28	12.10 %	12.10%	87.90%	85%	100%
Nº 8	2.360	442.47	442.47	44.90 %	57.00%	43.00%	10%	40%
Nº 16	1.180	205.38	205.38	20.84 %	77.84%	22.16%	0%	10%
Nº 30	0.600	119.12	119.12	12.09 %	89.93%	10.07%	0%	5%
Nº 50	0.300	75.01	75.01	7.61%	97.54%	2.46%		
N° 100	0.150	0.00	0.00	0.00%	97.54%	2.46%		
N°200	0.075	0.00	0.00	0.00%	97.54%	2.46%		
Fondo		4.26	24.24	2.46%	100.00%			
	TOTAL	**965.5**	**985.5**	**100%**				
	Módulo de Fineza	**=**	**4.32**					

Nota: Datos procesados en laboratorio

Interpretación. El cascajillo, al presentar un módulo de fineza (MF) de 4.32 en la construcción de bloques de concreto, indica un agregado grueso con partículas de mayor tamaño en comparación con los agregados más finos. Este valor elevado de MF sugiere varias implicaciones para la calidad y las propiedades del concreto final. Un MF alto implica que el agregado contribuirá a una mayor resistencia del concreto, ya que los agregados más gruesos tienden a aumentar el f’c, esencial para bloques estructurales.

Figura 6

Curva granulométrica cascajillo



Nota: Datos procesados en laboratorio
Fuente: Elaboración propia

Tabla 10

Análisis granulometría Confitillo

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO

Muestra inicial	879.1 gr	Muestra lavada y secada		590.0	Peso Recipiente	0.0 gr	**HUSO 8**	
TAMIZ (Pulg.)	**TAMIZ (mm)**	**PESO RET. (gr.)**	**PESO CORR. (gr.)**	**%RET.**	**%RETENIDO ACUMULADO**	**%PASA**	**LIMITE INFERIOR**	**LIMITE SUPERIOR**
1/2"	15.000	0.00	0.00	0.00%	0.00%	100.00 %	100%	100%
3/8"	9.500	4.32	4.32	0.49%	0.49%	99.51%	85%	100%
Nº 4	4.750	745.40	745.40	84.79 %	85.28%	14.72%	10%	30%
Nº 8	2.360	68.81	68.81	7.83%	93.11%	6.89%	0%	10%
Nº 16	1.180	19.35	19.35	2.20%	95.31%	4.69%	0%	5%
Nº 30	0.600	6.87	6.87	0.78%	96.09%	3.91%		
Nº 50	0.300	4.27	4.27	0.49%	96.58%	3.42%		
N° 100	0.150	3.61	3.61	0.41%	96.99%	3.01%		
N°200	0.075	4.04	4.04	0.46%	97.45%	2.55%		
Fondo		1.48	22.43	2.55%	100.00%			
	TOTAL	**858.2**	**879.1**	**100%**				
	Módulo de Fineza =		**5.64**					

Nota: Datos procesados en laboratorio

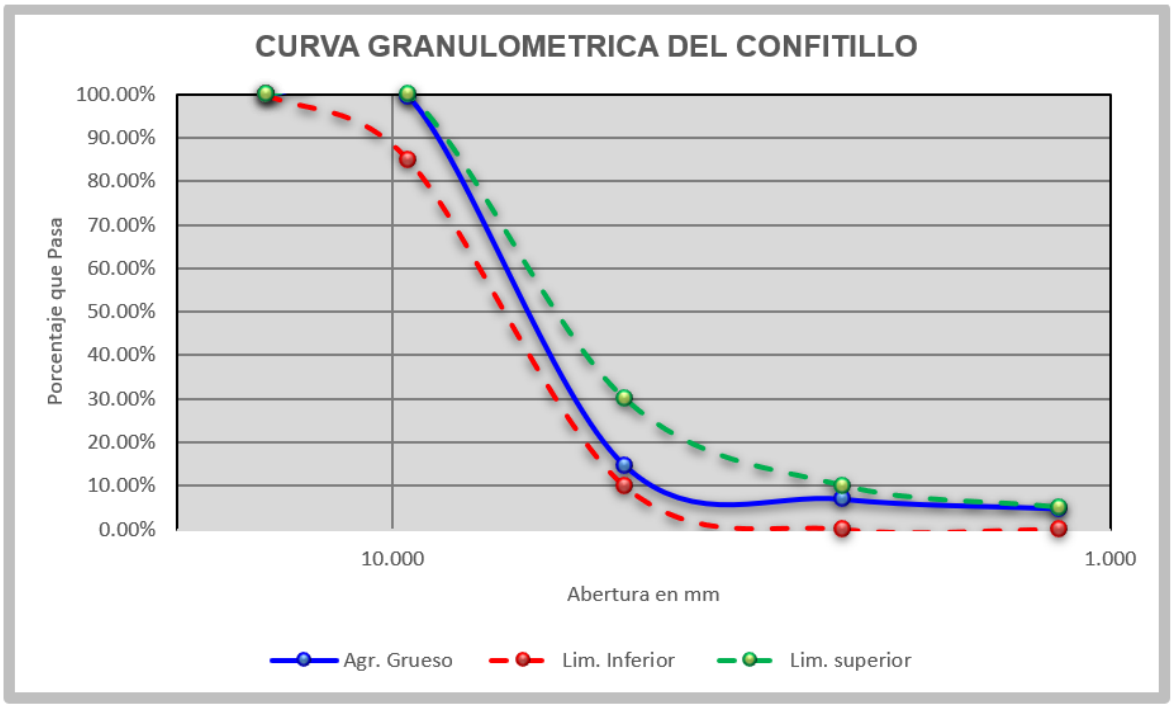
Interpretación. El confitillo, al presentar un módulo de fineza (MF) de 5.64 en la construcción de bloques de concreto, indica un agregado de gran tamaño y grosor.

Este alto valor de MF sugiere características particulares del material y su impacto en las propiedades del concreto.

Un MF de 5.64 señala que el confitillo es predominantemente grueso, lo cual puede optimizar la resistencia mecánica de los bloques de concreto debido a una mejor unión entre los agregados y la matriz de cemento.

Figura 7

Curva granulométrica confitillo



Nota: Datos procesados en laboratorio
Fuente: Elaboración propia

Tabla 11

Análisis granulométrico del caucho

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO								
Muestra inicial	299.0 gr	Muestra lavada y secada		297.5	Peso Recipiente	0.0 gr	GRADACIÓN	
TAMIZ (Pulg.)	**TAMIZ (mm)**	**PESO RET. (gr.)**	**PESO CORR. (gr.)**	**%RET.**	**%RETENIDO ACUMULADO**	**%PASA**	**LIMITE INFERIOR**	**LIMITE SUPERIOR**
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00%	0.00%	100.00 %	100%	100%
Nº 4	4.750	0.00	0.00	0.00%	0.00%	100.00 %	95%	100%
Nº 8	2.360	0.00	0.00	0.00%	0.00%	100.00 %	80%	100%
Nº 16	1.180	106.50	106.50	35.62 %	35.62%	64.38%	50%	85%
Nº 30	0.600	174.62	174.62	58.40 %	94.02%	5.98%	25%	60%
Nº 50	0.300	13.33	13.33	4.46%	98.48%	1.52%	5%	30%
N° 100	0.150	2.22	2.22	0.74%	99.22%	0.78%	0%	10%
N°200	0.075	0.70	0.70	0.23%	99.45%	0.55%		
Fondo		0.13	1.63	0.55%	100.00%			
	TOTAL	**297.5**	**299.0**	**100%**				
	Módulo de Fineza =		**3.27**					

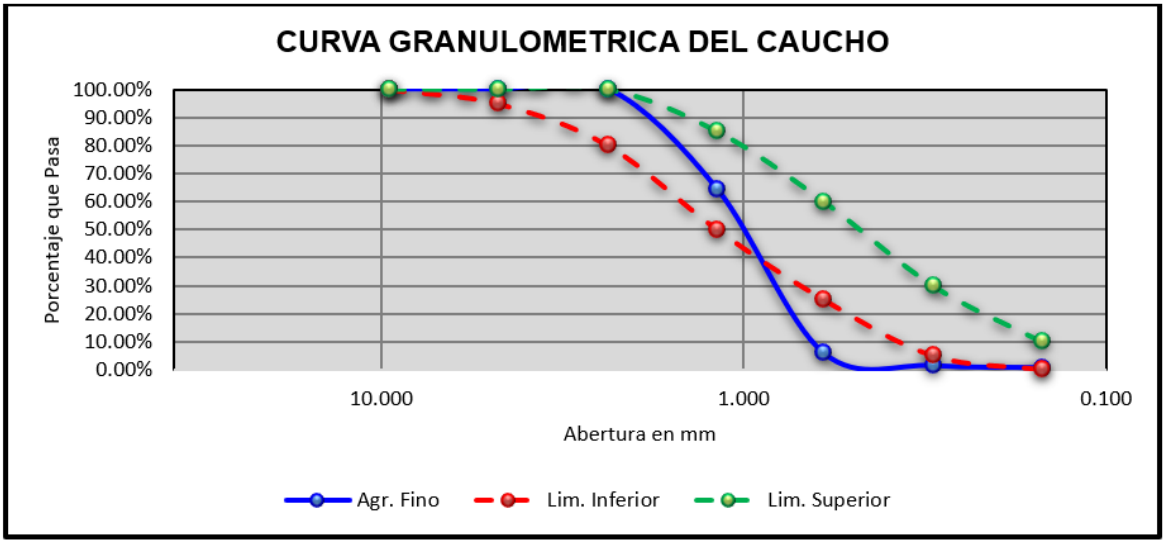
Nota: Datos procesados en laboratorio

Interpretación. Un módulo de fineza de 3.27 en el caucho indica un tamaño de partícula intermedio, ni demasiado fino ni demasiado grueso. Este valor se obtiene sumando las proporciones acumulativas de material retenido en cada tamiz, dividido por 100, lo que ofrece una estimación de la gama de tamaños de los componentes. En el caso del caucho, este tamaño de partícula puede influir significativamente en sus aplicaciones, como en la fabricación de mezclas para asfaltos modificados, superficies deportivas, o en la adición a concretos para mejorar ciertas propiedades como la elasticidad y resistencia a impactos.

La utilización de caucho con un módulo de fineza específico puede ser crítica para alcanzar los aspectos deseados en el material final, afectando características como la porosidad, la capacidad de absorción de impactos y la durabilidad.

Figura 8

Curva granulométrica del caucho



Nota: Datos procesados en laboratorio
Fuente: Elaboración propia

4.1.1. Resultados de las propiedades físicas de los bloques huecos de concreto con la incorporación de fibras de caucho neumático reciclado

Tabla 12

Análisis de la variación dimensional de los bloques huecos concreto patrón

VARIACIÓN DIMENSIONAL DE BLOQUES

		Características físicas de las unidades								
N°	**MUESTRA N°**	**Largo (mm)**			**Ancho (mm)**			**Altura (mm)**		
		L - 1	**L - 2**	**PROMEDIO**	**A - 1**	**A - 2**	**PROMEDIO**	**H 1**	**H - 2**	**PROMEDIO**
1	M-1	403.65	403.65	403.65	101.50	101.49	101.50	201.98	201.97	201.98
2	M-2	400.98	400.99	400.99	100.00	100.00	100.00	202.03	202.01	202.02
3	M-3	402.56	402.56	402.56	101.26	101.25	101.26	200.53	200.52	200.53
4	M-4	401.96	401.96	401.96	100.38	100.37	100.38	200.23	200.22	200.23
5	M-5	400.80	400.82	400.81	101.00	101.01	101.01	201.35	201.34	201.35
	Medida promedio (mm)		MP=	401.99		MP=	100.83		MP=	201.22
	Medida especificada del fabricante (mm)		ME=	400		ME=	100		ME=	200
	Desviación estándar		σ =	1.17		σ =	0.62		σ =	0.82
	Variación dimensional (%)		V%=	-0.50%		V%=	-0.83%		V%=	-0.61%
	Variación dimensional máxima según norma E.070 (%)			**± 4**			**± 7**			**± 4**

Nota: Datos procesados en laboratorio.

Interpretación. La variación dimensional de los bloques de la muestra patrón de presentaron una variación dimensional -0.61% en bloques de concreto sugiere una contracción o reducción en las dimensiones del bloque respecto a su tamaño original. Esta variación puede deberse a varios factores, incluyendo la pérdida de humedad, cambios en la temperatura, o la reacción de los materiales componentes del concreto durante el proceso de curado.

Tabla 13

Análisis de la variación dimensional de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 5 % de FCR

VARIACIÓN DIMENSIONAL DE BLOQUES

N°	MUESTRA N°	Características físicas de las unidades								
		Largo (mm)			Ancho (mm)			Altura (mm)		
		L - 1	L - 2	PROMEDIO	A - 1	A - 2	PROMEDIO	H 1	H - 2	PROMEDIO
1	M-1	403.10	403.11	403.11	100.98	100.97	100.98	200.15	200.16	200.16
2	M-2	401.50	401.51	401.51	101.53	101.52	101.53	201.26	201.27	201.27
3	M-3	401.17	401.18	401.18	100.89	100.90	100.90	203.55	203.56	203.56
4	M-4	402.59	402.60	402.60	100.25	100.26	100.26	201.69	201.70	201.70
5	M-5	403.25	403.24	403.25	100.83	100.82	100.83	202.78	202.79	202.79
Medida promedio (mm)			MP=	402.33		MP=	100.90		MP=	201.89
Medida especificada del fabricante (mm)			ME=	400		ME=	100		ME=	200
Desviación estándar			σ =	0.94		σ =	0.45		σ =	1.32
Variación dimensional (%)			V%=	-0.58%		V%=	-0.89%		V%=	-0.95%
Variación dimensional máxima según norma E.070 (%)				**± 4**			**± 7**			**± 4**

Nota: Datos procesados en laboratorio.

Interpretación. La integración del 5% de FCR granulado en la construcción de bloques de concreto, que resultó en una variación dimensional de -0.95%, sugiere un cambio significativo en la contracción del material comparado con los bloques de concreto tradicionales. Este efecto puede atribuirse a las propiedades del caucho, que difieren considerablemente de los agregados convencionales utilizados en la fabricación de bloques de concreto.

Tabla 14

Análisis de la variación dimensional de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 10 % de FCR

VARIACIÓN DIMENSIONAL DE BLOQUES

		Características físicas de las unidades								
N°	**MUESTRA N°**	**Largo (mm)**			**Ancho (mm)**			**Altura (mm)**		
		L - 1	**L - 2**	**PROMEDIO**	**A - 1**	**A - 2**	**PROMEDIO**	**H 1**	**H - 2**	**PROMEDIO**
1	M-1	402.79	402.78	402.79	101.59	101.60	101.60	201.15	201.16	201.16
2	M-2	401.56	401.55	401.56	101.38	101.39	101.39	203.56	203.57	203.57
3	M-3	402.99	402.98	402.99	100.89	100.90	100.90	200.98	200.99	200.99
4	M-4	401.36	401.35	401.36	100.56	100.57	100.57	202.19	202.20	202.20
5	M-5	401.23	401.24	401.24	101.98	101.99	101.99	202.55	202.56	202.56
	Medida promedio (mm)		MP=	401.98		MP=	101.29		MP=	202.09
	Medida especificada del fabricante (mm)		ME=	400		ME=	100		ME=	200
	Desviación estándar		σ =	0.83		σ =	0.56		σ =	1.06
	Variación dimensional (%)		V%=	-0.50%		V%=	-1.29%		V%=	-1.05%
	Variación dimensional máxima según norma E.070 (%)			**± 4**			**± 7**			**± 4**

Nota: Datos procesados en laboratorio.

Interpretación. La integración del 10% de FCR en bloques de concreto, que resultó en una variación dimensional de -1.05%, indica una mayor contracción en comparación con bloques de concreto estándar o aquellos con menores porcentajes de fibras de caucho. Esta mayor contracción puede ser atribuida a varias razones, Interacción entre el caucho y la matriz de cemento: La presencia de caucho puede alterar la hidratación del cemento, perjudicando la estructura interna del concreto y su comportamiento durante el secado y curado.

Tabla 15

Análisis de la variación dimensional de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 15 % de FCR

VARIACIÓN DIMENSIONAL DE BLOQUES

N°	MUESTRA N°	Características físicas de las unidades								
		Largo (mm)			Ancho (mm)			Altura (mm)		
		L - 1	L - 2	PROMEDIO	A - 1	A - 2	PROMEDIO	H 1	H - 2	PROMEDIO
1	M-1	403.56	403.57	403.57	103.56	103.57	103.57	203.89	203.88	203.89
2	M-2	402.71	402.72	402.72	101.78	101.79	101.79	203.45	203.44	203.45
3	M-3	402.12	402.13	402.13	101.56	101.56	101.56	203.78	203.77	203.78
4	M-4	403.55	403.56	403.56	103.12	103.13	103.13	202.78	201.77	202.28
5	M-5	403.35	403.36	403.36	103.98	103.99	103.99	202.47	202.46	202.47
Medida promedio (mm)			MP=	403.06		MP=	102.80		MP=	203.17
Medida especificada del fabricante (mm)			ME=	400		ME=	100		ME=	200
Desviación estándar			σ =	0.63		σ =	1.08		σ =	0.75
Variación dimensional (%)			V%=	-0.77%		V%=	-2.80%		V%=	-1.58%
Variación dimensional máxima según norma E.070 (%)				**± 4**			**± 7**			**± 4**

Nota: Datos procesados en laboratorio.

Interpretación. La integración de un 15% de FCR en la construcción de bloques de concreto, que resultó en una variación dimensional de -1.58%, indica una contracción considerable en comparación con bloques de concreto tradicionales o aquellos con menores porcentajes de FCR. Este aumento en la contracción puede atribuirse a varias razones, El caucho tiene una tasa de expansión y contracción diferente en comparación con los agregados convencionales, lo que puede contribuir a una mayor variabilidad dimensional bajo cambios de temperatura y humedad.

Tabla 16

Análisis del alabeo de los bloques huecos concreto patrón

ALABEO EN BLOQUES							
		Características físicas de las unidades					
		Medida cara inferior (mm)			Medida cara superior (mm)		
N°	MUESTRA	Convexidad		Concavidad	Convexidad		Concavidad
		Lado Izquierdo	Lado Derecho	Centro	Lado Izquierdo	Lado Derecho	Centro
1	M-1	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	1.00
2	M-2	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.50
3	M-3	0.00	0.00	1.30	0.00	0.00	0.00
4	M-4	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	2.00
5	M-5	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	1.40
PROMEDIO (mm)				**1.46**			**1.18**
ALABEO (max. mm)		8	8	8	8	8	8

Nota: Datos procesados en laboratorio.

Interpretación. El alabeo en bloques de concreto patrón, en este caso se observa un alabeo de 1.46 mm en la cara inferior y de 1.18 mm en la cara superior del bloque.

Tabla 17

Análisis del alabeo de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 5 % de FCR

ALABEO EN BLOQUES							
		Características físicas de las unidades					
		Medida cara inferior (mm)			Medida cara superior (mm)		
N°	MUESTRA	Convexidad		Concavidad	Convexidad		Concavidad
		Lado Izquierdo	Lado Derecho	Centro	Lado Izquierdo	Lado Derecho	Centro
1	M-1	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	2.50
2	M-2	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	1.00
3	M-3	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	3.00
4	M-4	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
5	M-5	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	2.50
PROMEDIO (mm)				**1.70**			**1.80**
ALABEO (max. mm)		8	8	8	8	8	8

Nota: Datos procesados en laboratorio

Interpretación. Cuando se agrega un 5% de FCR a los bloques de concreto, los bloques exhiben deformación. Concretamente, se aprecia un alabeo de 1,70 mm en la cara inferior del bloque y de 1,80 mm en la cara superior.

Tabla 18

Análisis del alabeo de los bloques huecos concreto patrón con la incorporación al 10 % de FCR

ALABEO EN BLOQUES							
		Características físicas de las unidades					
		Medida cara inferior (mm)			Medida cara superior (mm)		
N°	MUESTRA	Convexidad		Concavidad	Convexidad		Concavidad
		Lado Izquierdo	Lado Derecho	Centro	Lado Izquierdo	Lado Derecho	Centro
1	M-1	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	1.00
2	M-2	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.50
3	M-3	0.00	0.00	3.50	0.00	0.00	2.00
4	M-4	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	0.00
5	M-5	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	2.50
PROMEDIO (mm)				**2.30**			**1.40**
ALABEO (max. mm)		8	8	8	8	8	8

Nota: Datos procesados en laboratorio.

Interpretación. Cuando se agrega un 10% de FCR a los bloques de concreto, los bloques exhiben deformación. Específicamente, hay una deformación de 2,30 mm en la cara inferior y 1,40 mm en la cara superior del bloque.

Tabla 19

Análisis del alabeo de los bloques huecos concreto patrón con la incorporación al 15 % de FCR

ALABEO EN BLOQUES							
		Características físicas de las unidades					
		Medida cara superior (mm)			Medida cara superior (mm)		
N°	MUESTRA	Convexidad		Concavidad	Convexidad		Concavidad
		Lado Izquierdo	Lado Derecho	Centro	Lado Izquierdo	Lado Derecho	Centro
1	M-1	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	1.50
2	M-2	0.00	0.00	3.50	0.00	0.00	0.00
3	M-3	0.00	0.00	2.80	0.00	0.00	3.00
4	M-4	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	2.30
5	M-5	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	1.00
PROMEDIO (mm)				**2.66**			**1.56**
ALABEO (max. mm)		8	8	8	8	8	8

Nota: Datos procesados en laboratorio.

Interpretación. Cuando se agrega un 15% de FCR a los bloques de concreto, se produce deformación. Concretamente, se aprecia un alabeo de 2,66 mm en la cara inferior del bloque y de 1,56 mm en la cara superior.

Tabla 20

Análisis de la absorción de los bloques huecos de concreto patrón

ENSAYO DE ABSORCIÓN					
N°	**Identificación de muestras**	**Peso de la muestra húmeda**	**Peso de la muestra seca**	**Peso del agua**	**% de absorción**
		(kg)	**(kg)**	**(Kg)**	**(gr)**
1	Patrón - 01	8.89	8.62	0.27	3.13
2	Patrón - 02	8.91	8.66	0.25	2.89
3	Patrón - 03	8.86	8.6	0.26	3.02
4	Patrón - 04	8.85	8.6	0.25	2.91
5	Patrón - 05	8.89	8.63	0.26	3.01
				Promedio	2.99
				Absorción (Max%)	**< 12 %**

Nota: Datos procesados en laboratorio.

Interpretación. La absorción del 2.99% en bloques de concreto patrón indica la magnitud de agua que los poros del material son capaces de absorber, expresada como un porcentaje del peso seco del bloque.

Tabla 21

Análisis de la absorción de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 5 % de FCR

ENSAYO DE ABSORCIÓN					
N°	**Identificación de muestras**	**Peso de la muestra húmeda**	**Peso de la muestra seca**	**Peso del agua**	**% de absorción**
		(kg)	**(kg)**	**(Kg)**	**(gr)**
1	5%	8.72	8.51	0.21	2.47
2	5%	8.72	8.52	0.20	2.35
3	5%	8.77	8.55	0.22	2.57
4	5%	8.71	8.51	0.20	2.35
5	5%	8.68	8.49	0.19	2.24
				Promedio	2.40
				Absorción (Max%)	**< 12 %**

Nota: Datos procesados en laboratorio.

Interpretación. La integración del 5% de FCR en los bloques de concreto, resultando en una absorción de agua del 2.40%, indica una interesante adaptación en las propiedades del material. Una absorción del 2.40% sugiere que la inclusión de FCR no aumenta significativamente la porosidad del concreto.

Tabla 22

Análisis de la absorción de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 10 % de FCR

ENSAYO DE ABSORCIÓN					
N°	**Identificación de muestras**	**Peso de la muestra húmeda (kg)**	**Peso de la muestra seca (kg)**	**Peso del agua (Kg)**	**% de absorción (gr)**
1	10%	8.53	8.35	0.18	2.16
2	10%	8.50	8.33	0.17	2.04
3	10%	8.43	8.25	0.18	2.18
4	10%	8.53	8.35	0.18	2.16
5	10%	8.47	8.28	0.19	2.29
				Promedio	2.17
				Absorción (Max%)	**< 12 %**

Nota: Datos procesados en laboratorio.

Interpretación. La integración del 10% de FCR en bloques de concreto, con una absorción de agua de 2.17%, indica una mejora significativa en la porosidad y la densidad del material comparado con el concreto tradicional.

Tabla 23

Análisis de la absorción de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 15 % de FCR

ENSAYO DE ABSORCIÓN					
N°	**Identificación de muestras**	**Peso de la muestra húmeda (kg)**	**Peso de la muestra seca (kg)**	**Peso del agua (Kg)**	**% de absorción (gr)**
1	15%	8.18	8.05	0.13	1.61
2	15%	8.26	8.1	0.16	1.98
3	15%	8.29	8.15	0.14	1.72
4	15%	8.35	8.18	0.17	2.08
5	15%	8.24	8.06	0.18	2.23
				Promedio	1.92
				Absorción (max%)	**< 12 %**

Nota: Datos procesados en laboratorio.

Interpretación. La integración del 15% de FCR en bloques de concreto, que resulta en una absorción de agua de 1.92%, muestra un efecto notable en la porosidad y la capacidad de absorción del material.

Tabla 24

Análisis de la densidad de los bloques huecos de concreto patrón

N°	Identificación de muestra	Muestra	Peso (kg)	Volumen (m^3)	Densidad (Kg/m^3)
1	M-1	Patrón	8.62	0.0036	
2	M-2	Patrón	8.66	0.0036	
3	M-3	Patrón	8.6	0.0036	2392.2
4	M-4	Patrón	8.6	0.0036	
5	M-5	Patrón	8.63	0.0036	

Nota: Datos procesados en laboratorio.

Interpretación. Los bloques de concreto patrón presentaron un peso promedio de 8.622 kg en su grupo representativo.

Tabla 25

Análisis de la densidad de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 5 % de FCR

N°	Identificación de muestra	Muestra	Peso kg	Volumen (m^3)	Densidad (Kg/m^3)
1	M-1	5%	8.51	0.0036	
2	M-2	5%	8.52	0.0036	
3	M-3	5%	8.55	0.0036	2365.5
4	M-4	5%	8.51	0.0036	
5	M-5	5%	8.49	0.0036	

Nota: Datos procesados en laboratorio.

Interpretación. Los bloques de concreto con la incorporación al 5 % de FCR presentaron un peso promedio de 8.516 kg en su grupo representativo.

Tabla 26

Análisis de la densidad de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 10 % de FCR

N°	Identificación de muestra	Muestra	Peso kg	Volumen (m^3)	Densidad (Kg/m^3)
1	M-1	10%	8.35	0.0036	
2	M-2	10%	8.33	0.0036	
3	M-3	10%	8.25	0.0036	2308.88
4	M-4	10%	8.35	0.0036	
5	M-5	10%	8.28	0.0036	

Nota: Datos procesados en laboratorio.

Interpretación. El conjunto ejemplar de bloques de hormigón que contenían un 10% de FCR pesaba 8.312 kg de media.

Tabla 27

Análisis de la densidad de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 15 % de FCR

N°	Identificación de muestra	Muestra	Peso kg	Volumen (m^3)	Densidad (Kg/m^3)
1	M-1	15%	8.05	0.0036	
2	M-2	15%	8.1	0.0036	
3	M-3	15%	8.15	0.0036	2255.55
4	M-4	15%	8.18	0.0036	
5	M-5	15%	8.06	0.0036	

Nota: Datos procesados en laboratorio.

Interpretación. El conjunto de muestras de bloques de hormigón que contenían un 15% de FCR pesaba un promedio de 8,12 kg.

4.1.2. Resultados de las propiedades mecánicas de los bloques huecos de concreto con la incorporación de FCR

Tabla 28

Resistencia de los bloques huecos de concreto patrón (7 días de edad)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES								
N°	Identificación de muestras	Medidas (cm)			Carga máxima	Área	Esfuerzo	Esfuerzo
		L	A	H	(kg-f)	(cm^2)	(Kg/cm^2)	(MPa)
1	Patrón - 01	40.20	10.00	20.10	9048	402	22.51	2.21
2	Patrón - 02	40.10	10.00	20.00	8976	401	22.38	2.20
3	Patrón - 03	40.00	10.10	20.40	9292	404	23.00	2.26
Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (Kg/cm^2)							fb=	22.63
Desviación estándar							σ =	0.33
Coeficiente de variación							cv=	0.01
Resistencia característica de las unidades de albañilería (Kg/cm^2)							f`b =	22.30
Resistencia característica de las unidades de albañilería según Norma 0.70 (Kg/cm^2)							f`b =	20.00

Nota: Datos procesados en laboratorio

Interpretación. Las unidades de los bloques de concreto patrón, evaluadas a los 7 días llegaron a alcanzar un f'c de 22.30 kg/cm^2.

Tabla 29

Resistencia de los bloques huecos de concreto patrón (14 días de edad)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES								
N°	**Identificación de muestras**	**Medidas (cm)**			**Carga máxima**	**Área**	**Esfuerzo**	**Esfuerzo**
		L	**A**	**H**	**(kg-f)**	**(cm^2)**	**(kg/cm^2)**	**(MPa)**
1	Patrón - 01	40.20	10.00	20.10	12529	402	31.17	3.06
2	Patrón - 02	40.10	10.00	20.00	12429	401	31.00	3.04
3	Patrón - 03	40.00	10.10	20.40	12862	404	31.84	3.12
Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (Kg/cm^2)							fb=	31.33
Desviación estándar							σ =	0.44
Coeficiente de variación							cv=	0.01
Resistencia característica de las unidades de albañilería (Kg/cm^2)							f`b =	30.89
Resistencia característica de las unidades de albañilería según Norma 0.70 (Kg/cm^2)							f`b =	20.00

Nota: Datos procesados en laboratorio

Interpretación. Las unidades de los bloques de concreto patrón, evaluadas a los 14 días llegaron a alcanzar un f'c de 30.89 kg/cm^2.

Tabla 30

Resistencia de los bloques huecos de concreto patrón (28 días de edad)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES								
N°	**Identificación de muestras**	**Medidas (cm)**			**Carga máxima**	**Área**	**Esfuerzo**	**Esfuerzo**
		L	**A**	**H**	**(Kg-f)**	**(cm^2)**	**(kg/cm^2)**	**(MPa)**
1	Patrón - 01	40.20	10.00	20.10	13921	402	34.63	3.40
2	Patrón - 02	40.10	10.00	20.00	13809	401	34.44	3.38
3	Patrón - 03	40.00	10.10	20.40	14292	404	35.38	3.47
Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (Kg/cm^2)							fb=	34.81
Desviación estándar							σ =	0.50
Coeficiente de variación							cv=	0.01
Resistencia característica de las unidades de albañilería (Kg/cm^2)							f`b =	34.32
Resistencia característica de las unidades de albañilería según Norma 0.70 (Kg/cm^2)							f`b =	20.00

Nota: Datos procesados en laboratorio

Interpretación. Las unidades de los bloques de concreto patrón, evaluadas a los 28 días llegaron a alcanzar un f'c de 34.32 kg/cm^2.

Tabla 31

Resistencia de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 5 % de FCR (7 días de edad)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES								
N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	MEDIDAS (cm)			CARGA MÁXIMA	ÁREA	ESFUERZO	ESFUERZO
		L	A	H	(KG)	(cm^2)	(Kg/cm^2)	(MPa)
1	5%	40.30	10.10	20.00	10200	407	25.06	2.46
2	5%	40.30	10.10	20.30	9499	407	23.34	2.29
3	5%	40.20	10.10	20.00	10355	406	25.50	2.50
Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (Kg/cm^2)							fb=	24.63
Desviación estándar							σ =	1.14
Coeficiente de variación							cv=	0.05
Resistencia característica de las unidades de albañilería (Kg/cm^2)							f`b =	23.49
Resistencia característica de las unidades de albañilería según Norma 0.70 (Kg/cm^2)							f`b =	20.00

Nota: Datos procesados en laboratorio

Interpretación. Después de 7 días, los bloques de hormigón que contenían un 5% de fibras de caucho alcanzaron un f'c de 23,49 kg / cm2.

Tabla 32

Resistencia de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 5 % de FCR (14 días de edad)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES								
N°	Identificación de muestras	Medidas (cm)			Carga máxima	Área	Esfuerzo	Esfuerzo
		L	A	H	(kg)	(cm^2)	(kg/cm^2)	(Mpa)
1	5%	40.30	10.10	20.00	14122	407	34.70	3.40
2	5%	40.30	10.10	20.30	13153	407	32.31	3.17
3	5%	40.20	10.10	20.00	14340	406	35.32	3.46
Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (Kg/cm^2)							fb=	34.11
Desviación estándar							σ =	1.59
Coeficiente de variación							cv=	0.05
Resistencia característica de las unidades de albañilería (Kg/cm^2)							f`b =	32.52
Resistencia característica de las unidades de albañilería según Norma 0.70 (Kg/cm^2)							f`b =	20.00

Nota: Datos procesados en laboratorio

Interpretación. Después de un período de evaluación de 14 días, los bloques de hormigón que contenían un 5% de fibras de caucho alcanzaron un f'c estimado de 32,52 kg / cm^2.

Tabla 33

Resistencia de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 5 % de FCR (28 días de edad)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES								
N°	**Identificación de muestras**	**Medidas (cm)**			**Carga máxima**	**Área**	**Esfuerzo**	**Esfuerzo**
		L	**A**	**H**	**(KG)**	**(cm^2)**	**(Kg/cm^2)**	**(MPa)**
1	5%	40.30	10.10	20.00	15692	407	38.55	3.78
2	5%	40.30	10.10	20.30	14613	407	35.90	3.52
3	5%	40.20	10.10	20.00	15936	406	39.25	3.85
Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (Kg/cm^2)							fb=	37.90
Desviación estándar							σ =	1.77
Coeficiente de variación							cv=	0.05
Resistencia característica de las unidades de albañilería (Kg/cm^2)							f`b =	36.13
Resistencia característica de las unidades de albañilería según Norma 0.70 (Kg/cm^2)							f`b =	20.00

Nota: Datos procesados en laboratorio

Interpretación. Las unidades de los bloques de concreto con la incorporación al 5% de FCR, evaluadas a los 28 días llegaron a alcanzar f'c de 36.13 kg/cm^2.

Tabla 34

Resistencia de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 10 % de FCR (7 días de edad)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES								
N°	**Identificación de muestras**	**Medidas (cm)**			**Carga máxima**	**Área**	**Esfuerzo**	**Esfuerzo**
		L	**A**	**H**	**(KG)**	**(cm^2)**	**(Kg/cm^2)**	**(MPa)**
1	10%	40.00	10.10	20.20	8249	404	20.42	2.00
2	10%	40.20	10.00	20.30	8622	402	21.45	2.10
3	10%	40.00	10.00	20.10	8430	400	21.08	2.07
Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (Kg/cm^2)							fb=	20.98
Desviación estándar							σ =	0.52
Coeficiente de variación							cv=	0.02
Resistencia característica de las unidades de albañilería (Kg/cm^2)							f`b =	20.46
Resistencia característica de las unidades de albañilería según Norma 0.70 (Kg/cm^2)							f`b =	20.00

Nota: Datos procesados en laboratorio.

Interpretación. Después de 7 días de evaluación, las unidades de bloques de hormigón que contenían un 10% de FCR alcanzaron un f'c estimado en 20,46 kg / cm2.

Tabla 35

Resistencia de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 10 % de FCR (14 días de edad)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES								
N°	**Identificación de muestras**	**Medidas (cm)**			**Carga máxima**	**Área**	**Esfuerzo**	**Esfuerzo**
		L	**A**	**H**	**(KG)**	**(cm^2)**	**(Kg/cm^2)**	**(MPa)**
1	10%	40.00	10.10	20.20	11419	404	28.26	2.77
2	10%	40.20	10.00	20.30	11930	402	29.68	2.91
3	10%	40.00	10.00	20.10	11667	400	29.17	2.86
Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (Kg/cm2)							fb=	29.04
Desviación estándar							σ =	0.71
Coeficiente de variación							cv=	0.02
Resistencia característica de las unidades de albañilería (Kg/cm^2)							f`b =	28.32
Resistencia característica de las unidades de albañilería según Norma 0.70 (Kg/cm^2)							f`b =	20.00

Nota: Datos procesados en laboratorio.

Interpretación. Después de 14 días de evaluación, las unidades de bloques de hormigón que contenían un 10% de FCR alcanzaron un f'c estimado de 28,32 kg / cm2.

Tabla 36

Resistencia de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 10 % de FCR (28 días de edad)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES								
N°	**Identificación de muestras**	**Medidas (cm)**			**Carga máxima**	**Área**	**Esfuerzo**	**Esfuerzo**
		L	**A**	**H**	**(KG)**	**(cm^2)**	**(Kg/cm^2)**	**(MPa)**
1	10%	40.00	10.10	20.20	12689	404	31.41	3.08
2	10%	40.20	10.00	20.30	13263	402	32.99	3.24
3	10%	40.00	10.00	20.10	12965	400	32.41	3.18
Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (Kg/cm^2)							fb=	32.27
Desviación estándar							σ =	0.80
Coeficiente de variación							cv=	0.02
Resistencia característica de las unidades de albañilería (Kg/cm^2)							f`b =	31.47
Resistencia característica de las unidades de albañilería según Norma 0.70 (Kg/cm^2)							f`b =	20.00

Nota: Datos procesados en laboratorio.

Interpretación. Después de 28 días de evaluación, las unidades de bloques de hormigón que contenían un 10% de FCR alcanzaron un f'c estimado de 31,47 kg / m2.

Tabla 37

Resistencia de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 15 % de FCR (7 días de edad)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES								
N°	**Identificación de Muestras**	**Medidas (cm)**			**Carga máxima**	**Área**	**Esfuerzo**	**Esfuerzo**
		L	**A**	**H**	**(KG)**	**(cm^2)**	**(Kg/cm^2)**	**(MPa)**
1	15%	40.00	10.20	20.20	7184	408	17.61	1.73
2	15%	40.10	10.10	20.30	7119	405	17.58	1.72
3	15%	40.20	10.30	20.20	6480	414	15.65	1.53
Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (Kg/cm^2)							fb=	16.95
Desviación estándar							σ =	1.12
Coeficiente de variación							cv=	0.07
Resistencia característica de las unidades de albañilería (Kg/cm^2)							f`b =	15.82
Resistencia característica de las unidades de albañilería según Norma 0.70 (Kg/cm^2)							f`b =	20.00

Nota: Datos procesados en laboratorio.

Interpretación. Después de siete días de pruebas, las unidades de bloques de hormigón que incluían un 15% de FCR alcanzaron una f'c estimado en 15,82 kg/cm2.

Tabla 38

Resistencia de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 15 % de FCR (14 días de edad)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES								
N°	**Identificación de muestras**	**Medidas (cm)**			**Carga máxima**	**Área**	**Esfuerzo**	**Esfuerzo**
		L	**A**	**H**	**(KG)**	**(cm^2)**	**(Kg/cm^2)**	**(MPa)**
1	15%	40.00	10.20	20.20	9947	408	24.38	2.39
2	15%	40.10	10.10	20.30	9857	405	24.34	2.39
3	15%	40.20	10.30	20.20	8971	414	21.67	2.12
Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (Kg/cm^2)							fb=	23.46
Desviación estándar							σ =	1.55
Coeficiente de variación							cv=	0.07
Resistencia característica de las unidades de albañilería (Kg/cm^2)							f`b =	21.91
Resistencia característica de las unidades de albañilería según Norma 0.70 (Kg/cm^2)							f`b =	20.00

Nota: Datos procesados en laboratorio.

Interpretación. Las unidades de bloques de hormigón que contenían un 15% de FCR alcanzaron un f'c estimado de 21,91 kg/cm2 cuando se probaron después de 14 días.

Tabla 39

Resistencia de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 15 % de FCR (28 días de edad)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES								
N°	**Identificación de muestras**	**Medidas (cm)**			**Carga máxima**	**Área**	**Esfuerzo**	**Esfuerzo**
		L	**A**	**H**	**(KG)**	**(cm²)**	**(Kg/cm²)**	**(MPa)**
1	15%	40.00	10.20	20.20	11052	408	27.09	2.66
2	15%	40.10	10.10	20.30	10951	405	27.04	2.65
3	15%	40.20	10.30	20.20	9969	414	24.08	2.36
Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (Kg/cm²)							fb=	26.07
Desviación estándar							σ =	1.72
Coeficiente de variación							cv=	0.07
Resistencia característica de las unidades de albañilería (Kg/cm²)							f`b =	24.34
Resistencia característica de las unidades de albañilería según Norma 0.70 (Kg/cm²)							f`b =	20.00

Nota: Datos procesados en laboratorio.

Interpretación. Después de 28 días de evaluación, las unidades de bloques de hormigón que contenían un 15% de FCR alcanzaron un f'c de 24,34 kg / cm2.

4.1.3 Resultados consolidados de las propiedades físicas de los bloques huecos de concreto con la incorporación de fibras de caucho (objetivo específico 2)

Tabla 40

Análisis de la variación dimensional de los bloques huecos

VARIACIÓN DIMENSIONAL DE BLOQUES										
		Características físicas de las unidades								
N°	**MUESTRA N°**	**LARGO**			**ANCHO**			**ALTURA**		
		L – 1 (mm)	**L – 2 (mm)**	**PROMEDIO (%)**	**A – 1 (mm)**	**A – 2 (mm)**	**PROMEDIO (%)**	**H 1 (mm)**	**H – 2 (mm)**	**PROMEDIO (%)**
1	Patrón	401.99	402.00	-0.50%	100.83	100.82	-0.83%	201.22	201.21	-0.61%
2	5 %	402.32	402.33	-0.58%	100.90	100.89	-0.89%	201.89	201.90	-0.95%
3	10 %	401.99	401.98	-0.50%	101.28	101.29	-1.29%	202.09	202.10	-1.05%
4	15 %	403.06	403.07	-0.77%	102.80	102.81	-2.80%	203.27	203.06	-1.58%

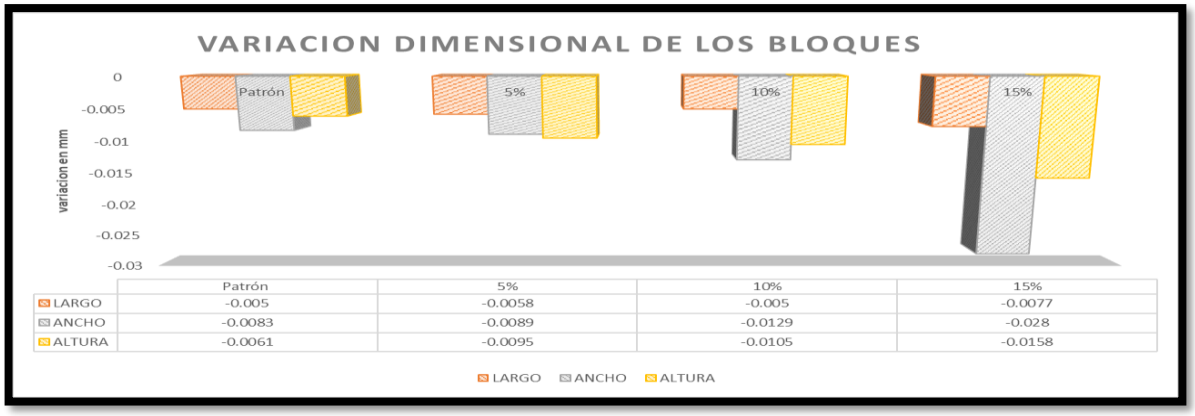
Nota: Datos procesados en laboratorio

Interpretación. En cuanto al análisis de la variación dimensional podemos indicar

que la variación de la dimensión del ancho se vio más afectada con la incorporación de FCR reduciéndose considerablemente, El caucho tiene una tasa de expansión y contracción diferente en comparación con los agregados convencionales, lo que puede contribuir a una mayor variabilidad dimensional bajo cambios de temperatura y humedad.

Figura 9

Análisis de la variación dimensional de los bloques huecos



Nota: Datos procesados en laboratorio.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 41

Análisis del alabeo de los bloques huecos

ALABEO EN BLOQUES

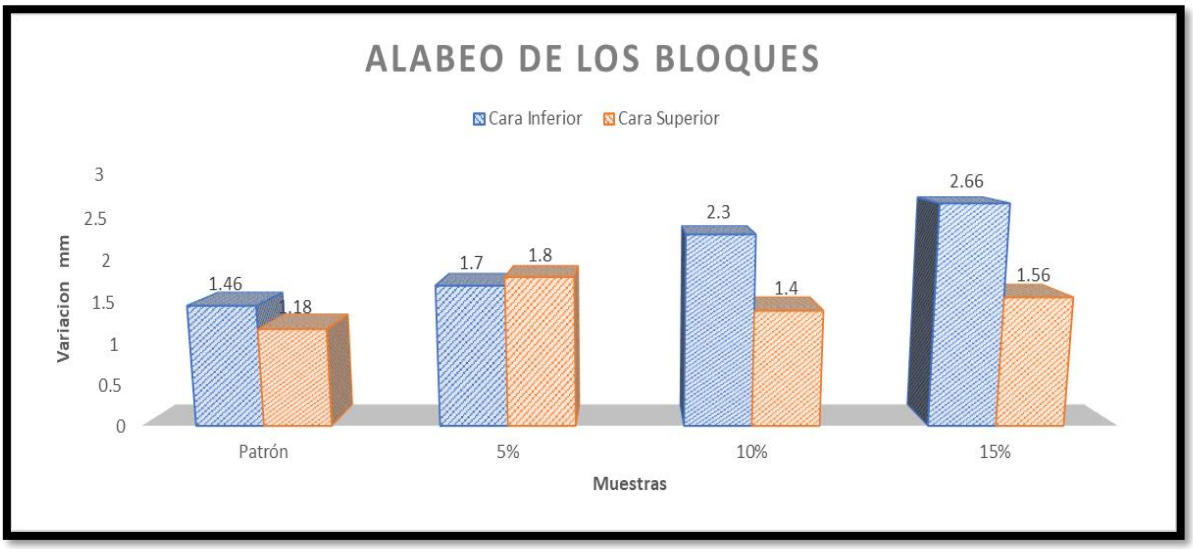
N°	MUESTRA	Características físicas de las unidades					
		Medida cara inferior (mm)			Medida cara superior (mm)		
		Convexidad		Concavidad	Convexidad		Concavidad
		Lado Izquierdo	Lado Derecho	Cara Inferior	Lado Izquierdo	Lado Derecho	Cara Superior
1	Patrón	0.00	0.00	1.46	0.00	0.00	1.18
2	5 %	0.00	0.00	1.70	0.00	0.00	1.80
3	10 %	0.00	0.00	2.30	0.00	0.00	1.40
4	15 %	0.00	0.00	2.66	0.00	0.00	1.56

Nota: Datos procesados en laboratorio.

Interpretación. El análisis del alabea en las unidades de albañilería evidencian claramente que a mayor incremento de las fibras de caucho incrementan la variación del alabeo de los bloques, El alabeo puede afectar la calidad y la eficiencia de la albañilería, ya que puede comprometer el ajuste y la alineación de los bloques durante la construcción, afectando así la estabilidad y la estética de la estructura.

Figura 10

Análisis del alabeo de los bloques huecos



Nota: Datos procesados en laboratorio
Fuente: Elaboración propia

Tabla 42

Análisis de la absorción de los bloques huecos de concreto

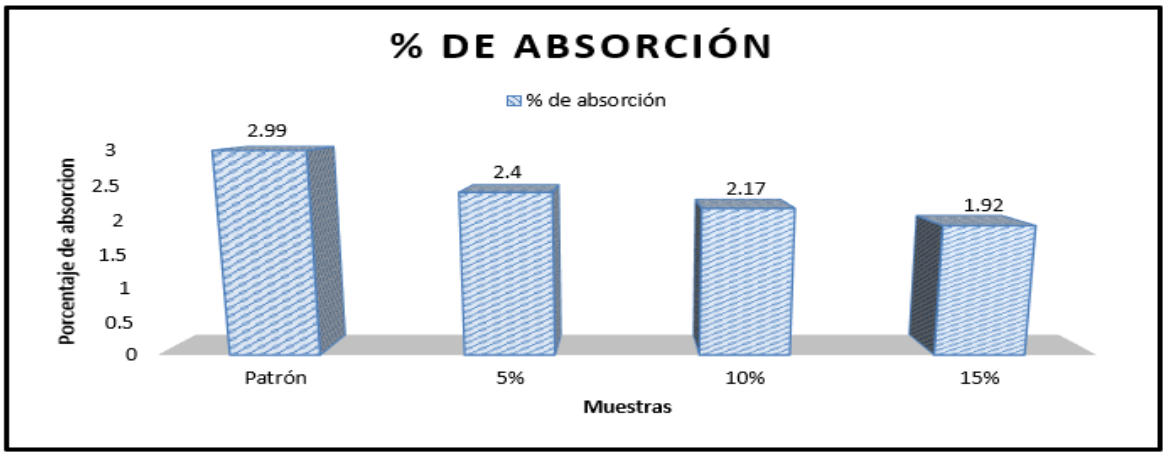
ENSAYO DE ABSORCIÓN					
N°	**Identificación de muestras**	**Peso de la muestra húmeda (kg)**	**Peso de la muestra seca (kg)**	**Peso del agua (Kg)**	**% de absorción (gr)**
1	Patrón	8.88	8.62	0.26	2.99
2	5%	8.72	8.52	0.20	2.40
3	10%	8.49	8.31	0.18	2.17
4	15%	8.26	8.11	0.16	1.92

Nota: Datos procesados en laboratorio.

Interpretación. El análisis de absorción a las unidades de albañilería de los bloques de concreto patrón presento una absorción de 2.99%, en contraste con las unidades que se le incorporo fibras de caucho se redujo la absorción hasta en 1.92 % con la muestra de 15%.

Figura 11

Análisis de la absorción de los bloques huecos de concreto



Nota: Datos procesados en laboratorio.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 43

Análisis de la densidad de los bloques huecos de concreto

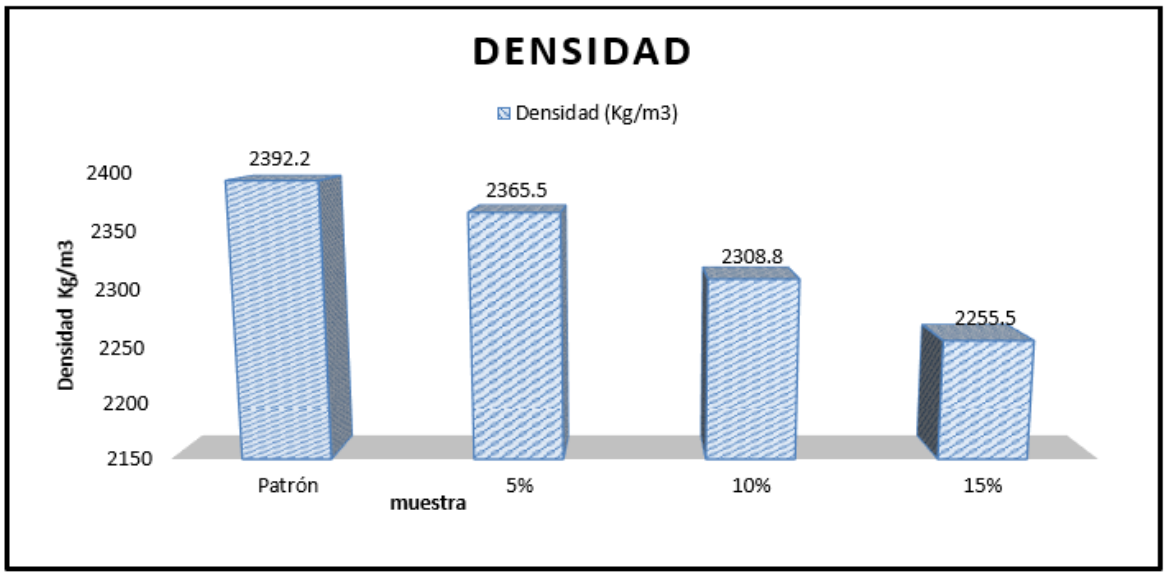
N°	Identificación de muestra	Muestra	Densidad (Kg/m^3)
1	M-1	Patrón	2392.2
2	M-2	5%	2365.5
3	M-3	10%	2308.8
4	M-4	15%	2255.5

Nota: Datos procesados en laboratorio.

Interpretación. El análisis de la densidad a las unidades de albañilería de los bloques de concreto patrón presento una densidad de 2392.2 Kg/m^3 en contraste con las unidades que se le incorporo fibras de caucho se redujo la densidad hasta en 2255.5 Kg/m^3 con la muestra de 15%.

Figura 12

Análisis de la densidad de los bloques huecos de concreto



Nota: Datos procesados en laboratorio.
Fuente: Elaboración propia

4.1.3 Resultados consolidados de las propiedades mecánicas de los bloques huecos de concreto con la incorporación de fibras de caucho

Tabla 44

Análisis resistencia de los bloques huecos de concreto patrón

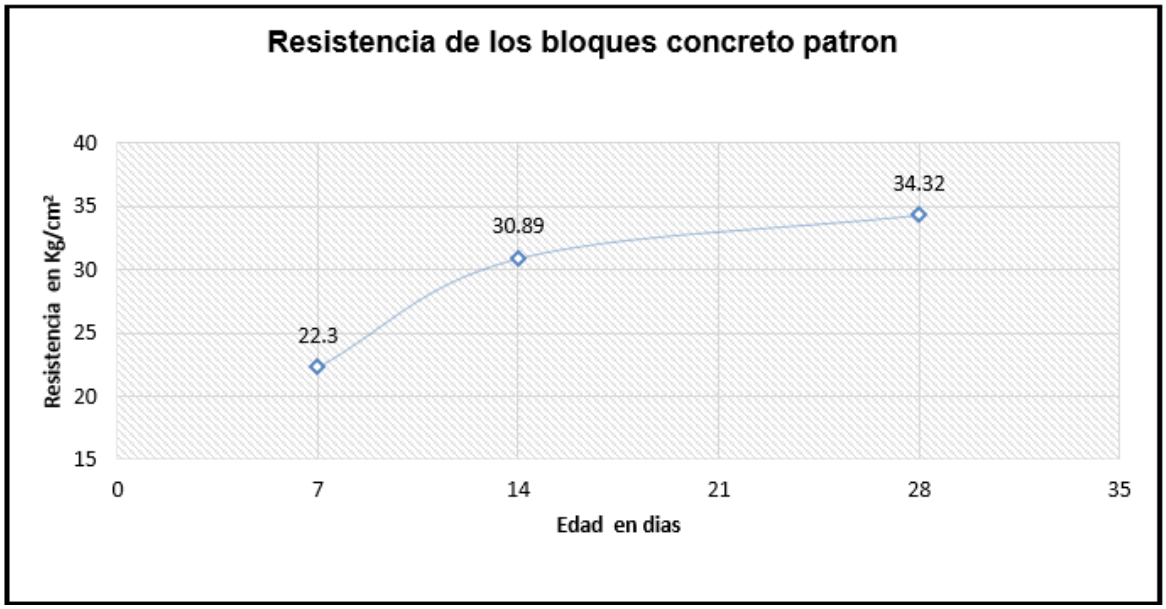
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES						
Edad	Medidas (cm)			Fecha de rotura	Esfuerzo (Kg/cm^2)	Esfuerzo (MPa)
	L	A	H			
7 días	40.10	10.00	20.01	24/09/2023	22.30	2.22
14 días	40.00	10.02	20.03	31/09/2023	30.89	3.07
28 días	40.10	10.03	20.00	15/10/2023	34.32	3.41

Nota: Datos procesados en laboratorio.

Interpretación. Se lograron f'c de 22,30 kg/cm2 después de 7 días, 30,89 kg/cm2 después de 14 días y 34,32 kg/cm2 después de 28 días utilizando bloques de hormigón tradicionales.

Figura 13

Análisis resistencia de los bloques huecos de concreto patrón



Nota: Datos procesados en laboratorio
Fuente: Elaboración propia

Tabla 45

Análisis resistencia de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 5 % de FCR

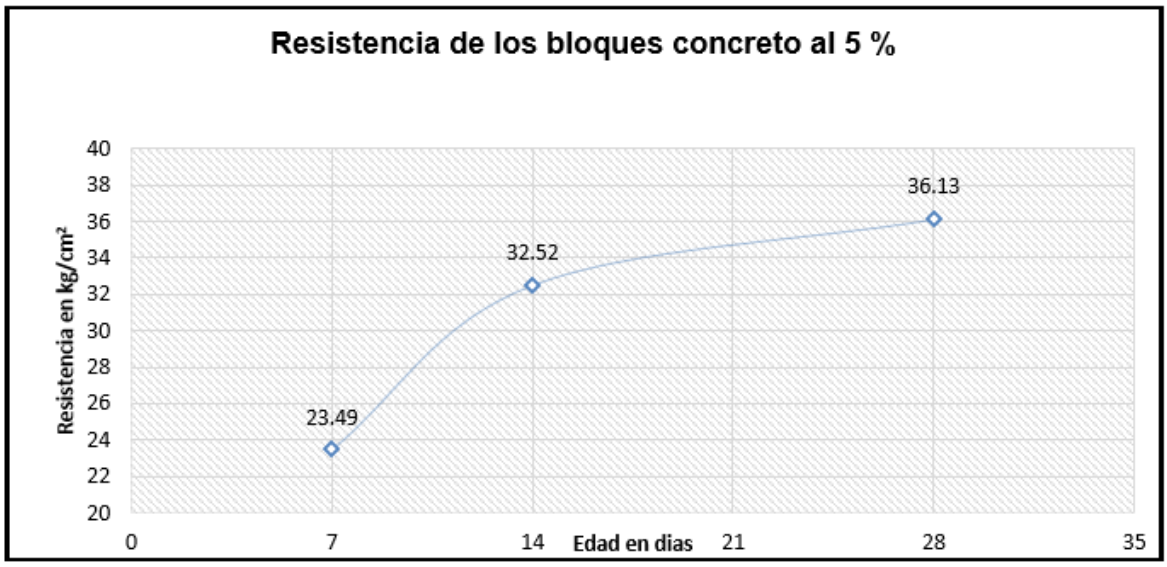
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES						
Edad	Medidas (cm)			Fecha de rotura	Esfuerzo (Kg/cm^2)	Esfuerzo (MPa)
	L	A	H			
7 días	40.10	10.00	20.01	24/09/2023	23.49	2.42
14 días	40.00	10.02	20.03	31/09/2023	32.52	3.35
28 días	40.10	10.03	20.00	15/10/2023	36.13	3.72

Nota: Datos procesados en laboratorio.

Interpretación. En la primera evaluación después de 7 días, los bloques de concreto con 5% de FCR tuvieron una resistencia de 23.49 kg/cm2. Al final del día 28, la resistencia había aumentado a 36,13 kg / cm2.

Figura 14

Análisis resistencia de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 5 % de FCR



Nota: Datos procesados en laboratorio.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 46

Análisis resistencia de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 10 % de FCR

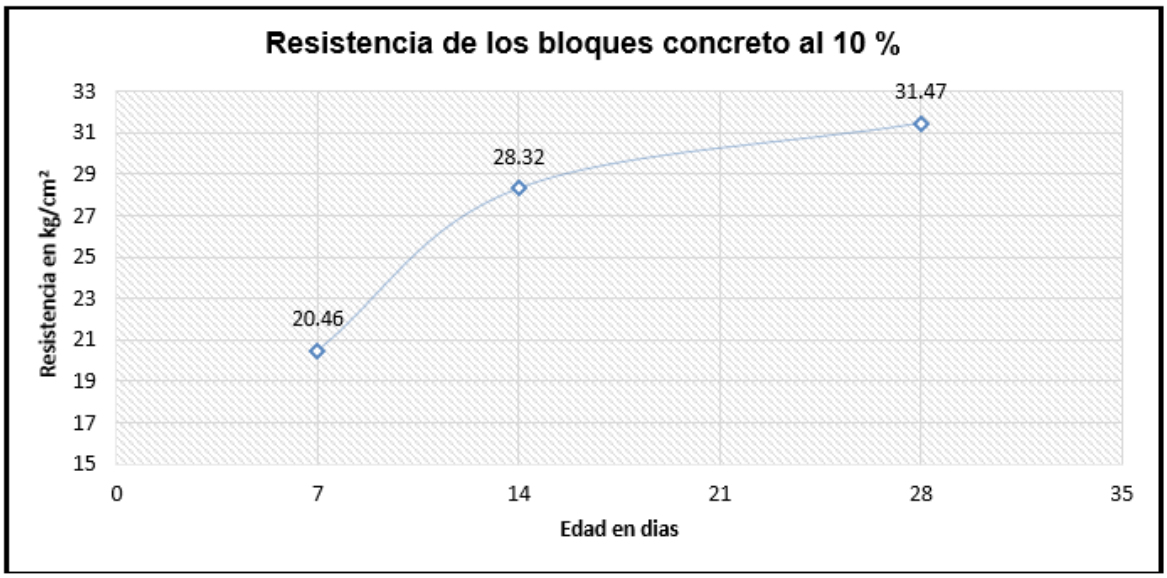
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES						
Edad	Medidas (cm)			Fecha de rotura	Esfuerzo (Kg/cm²)	Esfuerzo (MPa)
	L	A	H			
7 días	40.10	10.00	20.01	24/09/2023	20.46	2.06
14 días	40.00	10.02	20.03	31/09/2023	28.32	2.85
28 días	40.10	10.03	20.00	15/10/2023	31.47	3.16

Nota: Datos procesados en laboratorio.

Interpretación. Después de 7 días, los bloques de hormigón a los que se les había añadido un 10% de FCR tenían una resistencia de 20,46 kg/cm2. Después de 14 días, había aumentado a 28,32 kg / cm2. Después de 28 días, había alcanzado los 31,47 kg / cm2.

Figura 15

Análisis resistencia de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 10 % de FCR



Nota: Datos procesados en laboratorio
Fuente: Elaboración propia

Tabla 47

Análisis resistencia de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 15 % de FCR

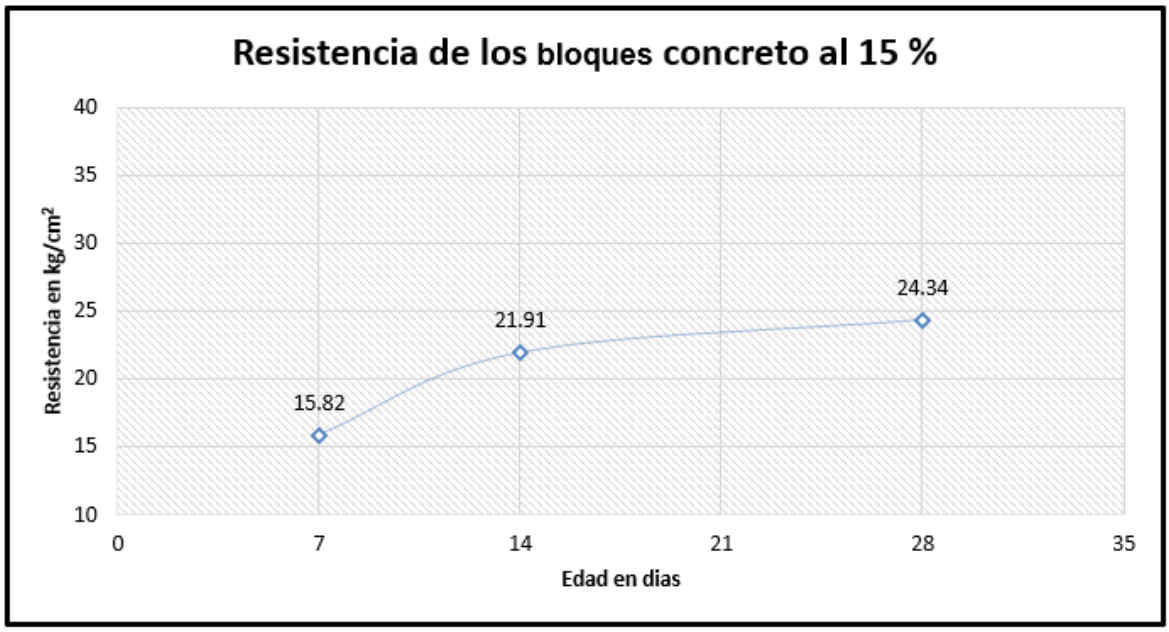
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES						
Edad	Medidas (cm)			Fecha de rotura	Esfuerzo (Kg/cm^2)	Esfuerzo (MPa)
	L	A	H			
7 días	40.10	10.00	20.01	24/09/2023	15.82	1.66
14 días	40.00	10.02	20.03	31/09/2023	21.91	2.30
28 días	40.10	10.03	20.00	15/10/2023	24.34	2.56

Nota: Datos procesados en laboratorio.

Interpretación. Al agregar un 15% de FCR a los bloques de concreto, pude aumentar su resistencia de 15.82 kg/cm2 después de 7 días a 21.91 kg/cm2 después de 14 días y 24.34 kg/cm2 después de 28 días.

Figura 16

Análisis resistencia de los bloques huecos de concreto con la incorporación al 15 % de FCR



Nota: Datos procesados en laboratorio
Fuente: Elaboración propia

Tabla 48

Resultados consolidados de las propiedades mecánicas de los bloques huecos de concreto con la incorporación de FCR

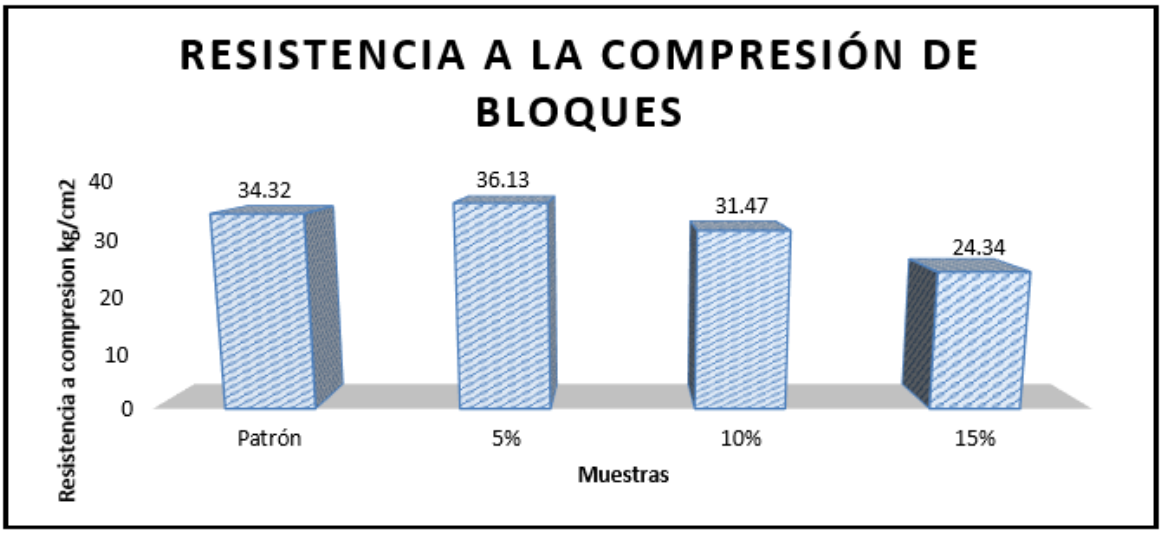
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES						
Muestra	Medidas (cm)			Fecha de rotura	Esfuerzo (Kg/cm²)	Esfuerzo (MPa)
	L	A	H			
Patrón	40.10	10.00	20.01	15/10/2023	34.32	3.41
5%	40.00	10.02	20.03	15/10/2023	36.13	3.72
10%	40.10	10.03	20.00	15/10/2023	31.47	3.16
15%	40.00	10.02	20.03	15/10/2023	24.34	2.56

Nota: Datos procesados en laboratorio.

Interpretación. La muestra patrón logro alcanzar a los 28 días el esfuerzo de 34.32 Kg/cm^2, siendo la muestra del 5% alcanzo un esfuerzo de 36.13 Kg/cm^2, seguido de la muestra del 10% con un esfuerzo 31.47 Kg/cm^2 y la última muestra con 15% llegando a una resistencia del 24.34 Kg/cm^2.

Figura 17

Resultados consolidados de las propiedades mecánicas de los bloques huecos de concreto con la incorporación de FCR



Nota: Datos procesados en laboratorio
Fuente: Elaboración propia

Tabla 49

Resultados consolidados de las propiedades físico mecánicas de los bloques huecos de concreto con la incorporación de FCR

Muestras	Propiedades mecánicas	Propiedades físicas						
	Resistencia a los 28 días (kg/cm²)	Variación Dimensional (%)			Máximo alabeo (mm)		% de absorción	Densidad (Kg/m³)
		L	A	H	Cara inferior	Cara superior		
Patrón	34.32	-0.50 %	-0.83 %	-0.61 %	1.46	1.18	2.99	2392.2
5%	36.13	-0.58 %	-0.89 %	-0.95 %	1.7	1.8	2.4	2365.5
10%	31.47	-0.50 %	-1.29 %	-1.05 %	2.3	1.4	2.17	2308.8
15%	24.34	-0.77 %	-2.80 %	-1.58 %	2.66	1.56	1.92	2255.5
E 0.70	20	**± 4**	**± 7**	**± 4**	**8**	**8**	**12**	

Nota: Datos procesados en laboratorio.

Interpretación. En cuanto a las propiedades mecánicas los resultado evidenciaron que la dosificación con el 5% de incorporación de fibras de caucho presento una

resistencia de 36.13 kg/cm^2, seguido del concreto patrón con una resistencia de 34.32 kg/cm^2 , del mismo modo en cuanto a los resultados sobre las propiedades físicas los bloques de concreto patrón presentaron menor variación dimensional de los grupos seguido del grupo con 5 % de incorporación de FCR, por otro lado los resultados sobre el alabeo evidencio que el grupo al 5% de incorporación con fibras de caucho presento menor alabeo después del grupo patrón , por último, el diseño que incluía un 15% de fibra de caucho tuvo los mejores resultados en absorción por contrato con absorción normal.

4.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El análisis de las propiedades físico-mecánicas del bloque hueco de concreto con la incorporación de fibras de caucho neumático reciclado (FCR) en Abancay 2023 presenta importantes hallazgos y consideraciones.

Al probar las cualidades mecánicas de los bloques de hormigón huecos, lo que incluyó evaluar su f’c con la adición de FCR, se observaron los siguientes resultados:

En cuanto al grupo control, después de 7 días de producción, las probetas de los bloques huecos de hormigón alcanzaron una resistencia de 22,3 kg / cm2. Después de 14 días, se volvió a medir la resistencia y se encontró que era de 30,89 kg / cm2. Después de 28 días, se volvió a medir la resistencia y se encontró que era de 34,32 kg / cm2, lo que indica una pequeña variación negativa.

Adicionalmente, las muestras de bloques huecos de concreto que fueron analizadas con 5% de fibras de caucho mostraron una resistencia de 23.49 kg/cm2 después de 7 días, 32.52 kg / cm2 después de 14 días y 36.13 kg/cm2 después de 28 días, mostrando una pequeña variación positiva. De manera similar, para las

muestras de bloques de concreto hueco a las que se les agregó un 10% de FCR, la resistencia inicial después de 7 días fue de 20.46 /cm2, que posteriormente se volvió a medir a los 14 días a 28.32 kg /cm2, y finalmente a los 28 días a 31.47 kg /cm2, mostrando una pequeña variación negativa.

De manera similar a cómo las muestras de bloques de hormigón huecos reforzados con un 15% de fibras de caucho alcanzaron una resistencia de 15,82 /cm2 después de 7 días, la siguiente medición se tomó después de 14 días y el resultado fue de 21,91 kg / cm2, y la última medición se tomó después de 28 días y el resultado fue de 24,34 kg / cm2.

Los siguientes hallazgos se observaron en los experimentos que evaluaron las cualidades físicas de los bloques de concreto hueco con integración de FCR, incluida la fluctuación dimensional, la deformación y la absorción:

En cuanto a los resultados de variación dimensional tenemos a grupo patrón que presentaron menor variación dimensional, seguido del grupo con la incorporación de 5 % con FCR, los resultados evidencian que a mayor incorporación de fibras de caucho incrementa mayor variación dimensional en los bloques.

En cuanto a los resultados de análisis de alabeo a los bloques los especímenes del grupo patrón presentaron menor alabeo en la cara inferior de 1.46 mm y cara inferior de 1.18 mm, los especímenes con 5% de incorporación de FCR presento un mayor alabeo de cara inferior de 1.70 mm y alabeo de cara superior de 1.80 mm , seguido del grupo con 10% de integración de fibras de caucho que presento un alabeo en la cara inferior 2.30mm y cara superior de 1.40 mm y por último los especímenes con 15% de incorporación de FCR presentaron

un alabeo en la cara inferior con 2.66mm y la cara superior con 1.56 mm.

Siguiendo con los hallazgos de las propiedades físicas mostraremos los valores de la absorción teniendo al grupo con 15% de incorporación de caucho con una menor absorción de 1.92%, seguido del grupo con 10% con una absorción de 2.17% , seguido del 5 % con una absorción de 2.40% y por último los especímenes del grupo control presentaron una mayor absorción con 2.99 %.

De acuerdo con los datos mostrados por la densidad de los bloques de concreto, el primer grupo tuvo una densidad de 2392.2 kg/m3, el segundo grupo tuvo una densidad promedio de 2365.5 kg/m3 y el tercer grupo tuvo una densidad promedio de 2392.2 kg/m3 con la integración de 5% de fibras de caucho. Los bloques de hormigón a los que se les añadió un 10% de fibras de caucho tuvieron una densidad media de 2608,8 kg/m3, mientras que los que se les añadió un 15% de fibras de caucho tuvieron un peso medio de 2255,5 kg/m3.

(Guerrero Valdez, 2022) Sus hallazgos indicaron una disminución de la resistencia, con un porcentaje máximo del 10% establecido para cumplir con los estándares definidos por NTE IEN 3066(2016). Dado que el caucho granulado es más costoso que las alternativas, se determinó que los bloques que contienen más del 5% de caucho no son comercialmente factibles y no deberían producirse. La sustitución no es sostenible a largo plazo, ya que reduce los márgenes de beneficio.

La presente muestra hallazgos significativos en términos de resistencia mecánica y propiedades físicas de los bloques. Se observa que la adición de fibras de caucho a los bloques de concreta mejora el f’c en el tiempo, con incrementos notables entre los 7, 14 y 28 días después de la elaboración. Específicamente, la incorporación del 5% de FCR aumentó la resistencia de 23.49 kg/cm^2 a 36.13

kg/cm^2 a lo largo de los 28 días, evidenciando una mejora en función con el espécimen inicial, que alcanzó una resistencia de 34.32 kg/cm^2. Concluyendo que a medida que aumenta el porcentaje de fibras de caucho incorporadas, hasta el 15%, se observa una disminución de f'c.

Los resultados de la investigación de (Reyes Sánchez & Villa Guaita, 2021), Hicieron 6 muestras de diferentes dosis; de acuerdo a la clasificación de bloques de concreto no estructurales en la norma NTE INEN 3066, la mejor muestra fue el prototipo de bloque de clase B. Se recomienda que el f'c con más polvo de carbón alcance 3,92 MPa, que es el dato más elevado, lo que manifiesta que se puede considerar un bloque de construcción, ya que la norma específica una presión mínima de 3,5 MPa. En general, esta investigación se basó en el desarrollo de bloques simples, así como prototipos de residuos carbonosos y caucho reciclado para evaluar la cantidad ideal de mampostería para uso residencial.

Con respecto a la investigación actual, se puede observar que luego de 7 días de elaboración de bloques huecos de concreto, las probetas alcanzaron una resistencia de 22.3 kg/cm2 a la muestra estándar. Después de 14 días, se volvió a medir la resistencia y se encontró que era de 30,89 kg / cm2. Después de 28 días, se midió que el f'c de 34,32 kg / cm2.

Adicionalmente, las muestras de bloques huecos de concreto que fueron analizadas con 5% de fibras de caucho mostraron una resistencia de 23.49 kg/cm2 después de 7 días, 32.52 kg / cm2 después de 14 días y 36.13 kg/cm2 después de 28 días, mostrando una pequeña variación positiva. Concluyendo que el diseño con mejores resultados fue el de 5% presentando valores muy similares al de (Reyes Sánchez & Villa Guaita, 2021).

Los hallazgos por (Fioriti et al., 2020) cuyos Los resultados muestran que el valor de densidad aparente del hormigón elaborado a partir de caucho y metacaolín es inferior a 2000 kg/m3, mostrando así las propiedades del hormigón ligero. A juzgar por el análisis dimensional, cada serie de bloques fabricados cumple con los requisitos de las normas aplicables. La tasa de absorción de agua de todas las combinaciones es inferior al 13%, aunque solo las series R0, R1 y R2 exhiben propiedades estructurales. Se determinó que el caucho de los neumáticos produce excelentes agregados finos en bloques de concreto, ofreciendo una alternativa viable a los vertederos.

El análisis de los datos de densidad de los bloques de concreto en este estudio revela que los bloques estándar presentaron una densidad de 2392,2 kg/m3; Al incorporar un 5% de FCR, la densidad media se redujo a 2365,5 kg/m3; con un 10% de fibras de caucho, sorprendentemente, la densidad aumentó a 2608,8 kg/m3; al alcanzar un 15% de FCR, la densidad disminuyó significativamente a 2255,5 kg/m3. Esta tendencia sugiere que es posible reducir el peso del bloque mientras se disminuye su densidad, lo cual podría tener implicaciones interesantes para su uso en la construcción

Para (Bayona Reyes, 2023) de los siguientes resultados: Cuando el contenido de caucho es 5%, 10%, 15% y 20%, la absorción se reduce en un 11,76%, 16,65%, 21,81%, 27,13% y la absorción se reduce en un 44,8%. , 50%, 52,9% 61,2%. Asimismo, la resistencia mecánica de los bloques disminuyó un 25,60%, 33,84%, 45,18% y 54,26%, respectivamente, después de 28 días. Se concluye que la proporción óptima de arena sustitutiva del caucho es del 10% y los valores de compresión de (f'b, f'm, v'm) son 50.49 kg/cm2, 5.27 Mpa y 0.70 Mpa respectivamente. Los bloques de mampostería de esta construcción han sido

clasificados exitosamente como Tipo P según la Norma Nacional de Edificación E.070 Albañilería.

La investigación en curso evidencio los siguientes hallazgos de las propiedades físicas mostraremos los valores de la absorción teniendo al grupo con 15% de incorporación de caucho con una menor absorción de 1.92%, seguido del grupo con 10% con una absorción de 2.17%, seguido del 5 % con una absorción de 2.40% y por último los especímenes del grupo control presentaron una mayor absorción con 2.99 %. Concluyendo que al incorporar caucho en las unidades de albañilería se incrementa la absorción y además que el porcentaje óptimo de dosificación fue el 5% con un f’c de 36.13 kg/cm2 a los 28 días evidenciando una ligera variación positiva. Los resultados alcanzados en el estudio fue 36.13 kg/cm2 con un diseño al 5% de incorporación mientras que los hallazgos por Bayona alcanzo una resistencia de 50.49 kg/cm2 con un diseño al 10%.

La investigación realizada por (Moyano García, 2021) con base en los datos mostrados por la densidad de los bloques de concreto en este estudio, se puede extraer la siguiente información: primero, que los bloques de concreto patrón tenían una densidad de 2392.2 kg/m3, luego, que los bloques de concreto con 5% de fibras de caucho tenían una densidad promedio de 2365.5 kg/m3, luego, que los bloques de concreto con 10% de FCR tenían una densidad promedio de 2608.8 kg/m3, y finalmente, que los bloques de concreto con 15% de FCR tenían un peso promedio de 2255.5 kg/m3.se dio cuenta de que el bloque podría aligerar su carga incluso a medida que disminuye su densidad.

El estudio presenta los siguientes resultados 36.13 kg/cm^2 con un diseño al 5% de incorporación mientras que los hallazgos por Moyano alcanzo una

resistencia de 150.44 kg/cm^2 con un diseño al 10%.

Para concluir tenemos a (Ledesma Chumbes & Yauri Huiza, 2017) en el desarrollo de su investigación presento los siguientes resultados, las pruebas de f'c, que incluyeron un reemplazo de caucho del 25%, arrojaron valores de 39,75 kg/cm2, 52,75 kg/cm2 y 68,75 kg/cm2 después de 7, 14 y 28 días, respectivamente, finalmente llegando a **concluir** que la incorporación de polvo de neumáticos reciclados en mezclas de concreto ha demostrado influir en las propiedades mecánicas del material, específicamente resultando en una reducción de la f'c y a fr.

El presente trabajo de investigación, evaluó las muestras de los bloques huecos de concreto incorporando 5% de fibras de caucho, llegando a alcanzar una resistencia de 23.49 kg/cm^2 a los 7 días, posteriormente se volvió a medir a los 14 días llegando a alcanzar una resistencia de 32.52 kg/cm^2 y por último se volvió a medir a los 28 días logrando alcanzar una resistencia de 36.13 kg/cm^2 , llegando a la conclusión que a mayor incremento del 5% mayor será la perdida de resistencia en los bloques.

4.3 PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.3.1. Hipótesis general

La incorporación de FCR influye en las propiedades físico mecánicas del bloque hueco de concreto, Abancay 2023.

(Hipótesis Alternativa) H1: La incorporación de FCR influye en las propiedades físico mecánicas del bloque hueco de concreto, Abancay 2023.

(Hipótesis Nula) Ho: La incorporación de FCR no influye en las propiedades físico mecánicas del bloque hueco de concreto, Abancay 2023.

Nivel de Significancia (alfa) α = 0,05.

Hipótesis nula (Ho) μ1=μ2

Hipótesis alternativa (H1) μ1>μ2

Tabla 50

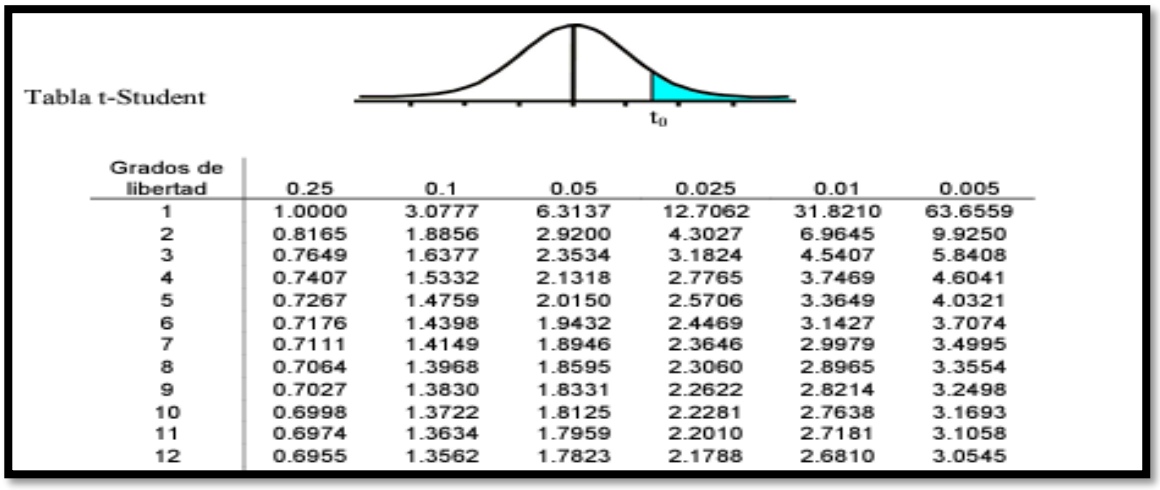
Prueba de hipótesis general

Prueba de hipótesis general					
				t tabulado	
Incorporación de fibras de caucho neumático reciclado.	Tc(calculada)	g.l	Sig. al (5%) unilateral	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
				límite Inferior	limite Superior
	4.3254	4.00	0.002	2.1318	+ ∞

Nota: Datos procesados estadísticamente.

Figura 18

Campana de gauss hipótesis general



Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545

Nota: Datos procesados estadísticamente
Fuente: Elaboración propia

Decisión: Rechazo de hipótesis nula, por ser Tc hallada mayor que Tt tabular.

Conclusión: Con evidencia se afirma que a la incorporación de fibras de caucho neumático reciclado influye en las propiedades físico mecánicas del bloque hueco de concreto

4.3.2. Hipótesis especificas

Hipótesis especifica 1

La incorporación de FCR influye en las propiedades físicas del bloque hueco de concreto, Abancay 2023.

(Hipótesis Alternativa) H1: La incorporación de FCR influye en las propiedades físicas del bloque hueco de concreto, Abancay 2023.

(Hipótesis Nula) Ho: La incorporación de FCR no influye en las propiedades físicas del bloque hueco de concreto, Abancay 2023.

Nivel de Significancia (alfa) α = 0,05.

Hipótesis nula (Ho) μ1=μ2

Hipótesis alternativa (H1) μ1>μ2

Tabla 51

Prueba de hipótesis especifica 1

Prueba de hipótesis especifica 1					
				t tabulado 95 % de intervalo de confianza de la diferencia	
Incorporación de fibras de caucho neumático reciclado.	Tc(calculada)	g.l	sig. al (5%) unilateral	límite Inferior	limite Superior
	6.3578	5.00	0.045	2.0150	+ ∞

Nota: Datos procesados estadísticamente.

Figura 19

Campana de gauss hipótesis especifica 01

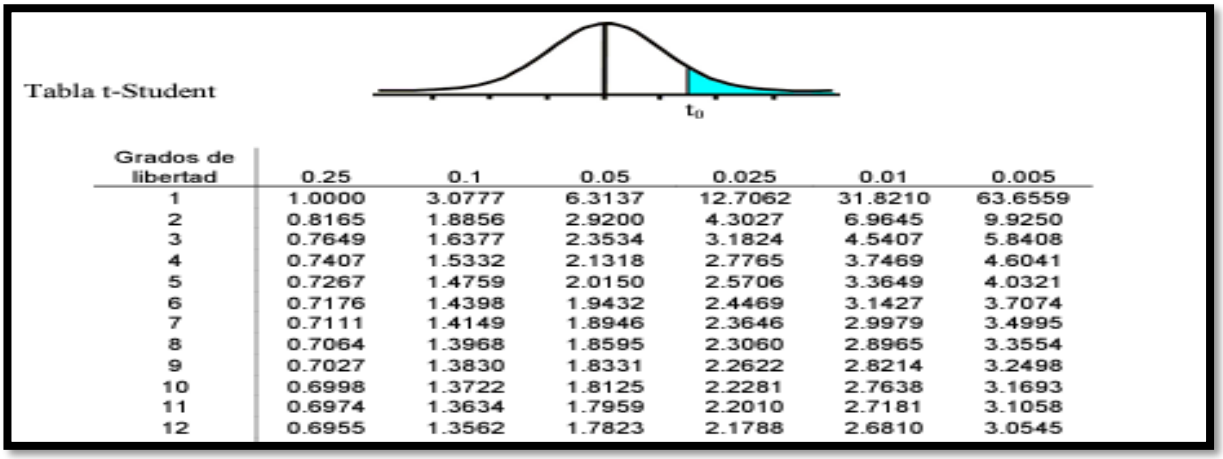


Tabla t-Student

Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545

Nota: Datos procesados estadísticamente
Fuente: Elaboración propia

Decisión: Rechazo de hipótesis nula, por ser Tc hallada mayor que Tt tabular.

Conclusión: Con evidencia se afirma que a la incorporación FCR influye en las propiedades físicas del bloque hueco de concreto.

Hipótesis especifica 2

La incorporación de FCR influye en las propiedades mecánicas del bloque hueco de concreto, Abancay 2023.

(Hipótesis Alternativa) H1: La incorporación de FCR influye en las propiedades mecánicas del bloque hueco de concreto, Abancay 2023.

(Hipótesis Nula) Ho: La incorporación de FCR no influye en las propiedades mecánicas del bloque hueco de concreto, Abancay 2023.

Nivel de Significancia (alfa) $\alpha = 0,05$.

Hipótesis nula (Ho) $\mu 1=\mu 2$

Hipótesis alternativa (H1) $\mu 1>\mu 2$

Tabla 52

Prueba de hipótesis especifica 2

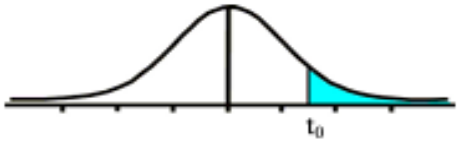
Prueba de hipótesis especifica 2					
				t tabulado	
Incorporación de fibras de caucho neumático reciclado.	Tc (t calculada)	g.l	Sig. al (5%) unilateral	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
				límite Inferior	limite Superior
	4.9832	3	0.033	2.3534	+ ∞

Nota: Datos procesados estadísticamente.

Figura 20

Campana de gauss hipótesis especifica 02

Tabla t-Student



Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545

Nota. Datos procesados estadísticamente.
Fuente: Elaboración propia

Decisión: Rechazo de hipótesis nula, por ser Tc hallada mayor que Tt tabular.

Conclusión: Con evidencia se afirma que la incorporación de FCR influye en las propiedades mecánicas del bloque hueco de concreto.

CONCLUSIONES

Conclusión general

✓ En cuanto a la determinación de la influencia de las propiedades físico mecánicas del bloque hueco de concreto con la incorporación de FCR se pudo apreciar que la muestra con 5 % presento mejoraras notables y alentadores en comparación con el grupo patrón, mientras que con las dosificaciones de 10% y 15 % quienes disminuyeron su resistencia frente al grupo patrón. En cuanto a propiedades físicas se pudo notar que a mayor incorporación de fibras de caucho incrementa notablemente la variación dimensional y alabeo en los bloques de concreto, por otro lado, el incremento de las fibras de caucho afecta favorablemente la absorción, indicando que a mayor incremento de FCR menor absorción en los bloques de concreto, la densidad de los bloques se ve afectada por la incorporación de FCR aligerando notablemente las unidades de albañilería.

Conclusiones especificas

✓ El estudio sobre el efecto de añadir fibras de neumáticos reciclados en las características físicas de bloques huecos de concreto sugiere lo siguiente: Se aconseja incluir hasta un 5% de estas fibras para aumentar la durabilidad y disminuir la absorción hídrica de los bloques, mientras se Conservan las dimensiones y la planitud dentro de límites tolerables. Esta recomendación busca optimizar las propiedades del bloque utilizando materiales reutilizados, usar bloques con fibras de caucho para aplicaciones no estructurales, dado que incluso con dosificaciones de hasta el 15%, los bloques pierden peso al incorporar caucho, pero no podemos garantizar que la densidad se vea afectada por dichas variaciones de peso. Los bloques cumplen con los requisitos mínimos establecidos por la

normativa E 0.70. Esto los hace adecuados para elementos constructivos que no soportan cargas significativas, como muros divisorios, revestimientos, elementos de paisajismo y así mismo aprovechar la reducción de absorción de agua para aplicaciones en ambientes húmedos o exteriores, donde la resistencia a la penetración de agua es crítica para la durabilidad del elemento constructivo.

- ✓ Al examinar el impacto de añadir FCR sobre las propiedades mecánicas del bloque hueco de concreto, se pudo apreciar nivel elevado en la resistencia en la dosificación con la incorporación al 5% en todas las dosificaciones comparadas con los bloques huecos de referencia incluido el grupo patrón. Sin embargo, es crucial resaltar que, a pesar de esta reducción de resistencia en las dosificaciones de 10% y 15%, ninguna de las dosificaciones evaluadas cayó por debajo del umbral establecido por la normativa E 0.70 para bloques no portantes. Este hallazgo indica que, aunque la incorporación de FCR modifica las propiedades mecánicas del material, no compromete su cumplimiento con los estándares mínimos de rendimiento para su uso en aplicaciones no estructurales.

RECOMENDACIONES

Se recomienda evitar dosificaciones superiores al 5%, específicamente del 10% y 15%, ya que se ha observado una disminución en la resistencia de los bloques comparados con el grupo patrón, lo que podría comprometer la integridad estructural de las construcciones, Considerar el uso de bloques con fibras de caucho para aplicaciones donde se requiera menor absorción y una mejor respuesta a variaciones dimensionales y alabeo, aprovechando el impacto positivo que tienen las fibras de caucho en estas propiedades. Estos bloques serían especialmente útiles en entornos expuestos a humedad o donde se desee mejorar el aislamiento acústico y térmico.

Se recomienda considerar las especificaciones y requisitos particulares de cada proyecto, equilibrando las mejoras en las propiedades físicas con las necesidades funcionales y estéticas de la construcción. Asimismo, se alienta a continuar la investigación y experimentación con diferentes dosificaciones de fibras de caucho para explorar un rango más amplio de aplicaciones y maximizar los beneficios de sostenibilidad y rendimiento del material.

Se sugiere utilizar una dosificación del 5% de FCR en la fabricación de bloques huecos de concreto para optimizar su resistencia. Esta dosificación ha demostrado mejorar la resistencia mecánica de los bloques en comparación con los bloques de referencia y el grupo patrón, convirtiéndola en la opción más beneficiosa, estos bloques se pueden priorizar y generalizar sus usos para aplicaciones no estructurales.

BIBLIOGRAFÍA

Alata, J. (2019). *Diseño de bloquetas de concreto con caucho reciclado de neumáticos para uso en muros de albañilería confinada, Lima-2019.* https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47407: Universidad Cesar Vallejo.

Arias, G. (2021). *Diseño y Metodologías de la investigación* (Primera ed.). ENFOQUES CONSULTING EIRL. Obtenido de https://www.academia.edu/26909781/Metodologia_de_La_Investigacion_Cientifica_Carrasc

Aroste, J. (2015). *El Agregado en La Construcción | PDF | Minería de superficie | Hormigón.* https://es.scribd.com/document/434166778/el-agregado-en-la-construccion.

Arrieta, F., & Peña, D. (2001). *Fabricacion de bloques de concreto con una mesa vibradora.* https://cismid.uni.edu.pe/wp-content/uploads/2019/12/E01A.pdf: Universidad Nacional de Ingenieria.

Bayona, M. (2023). *Elaboración de bloques ecológicos hecho a base de concreto y caucho pulverizado.* https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/11388: Universidad Señor de Sipan.

Becerra, V. (2012). *Análisis de un proceso de reciclaje que permita utilizar llantas desechables como materia prima.* https://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/1358?show=full: Universidad Piloto de Colombia.

Bloqueras. (2023). *Bloques de concreto | Todo sobre los bloques de hormigón.* https://bloqueras.org/bloques-concreto/: Bloqueras. org.

Caceres, M., & Mamani, A. (2021). *Propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto con adición de fibras de caucho reciclado.* https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSA_62db421997973914d5d5a49d3e643098/Details: Universidad Nacional de San Agustín.

Castro, G. (2008). *Elaboracion del neumatico.* https://www.academia.edu/29465323/elaboracion_del_neumatico.

Criollo. (2014). *¿qué Es La Deformación Elástica. FasterCapital.?* https://fastercapital.com/es/tema/%C2%BFqu%C3%A9-es-la-deformaci%C3%B3n-el%C3%A1stica.html.

Digesa. (2017). *Norma tecnica de salud.* http://www.digesa.minsa.gob.pe/DCOVI/RM_63_2017_MINSA.pdf: Minsa.

Fioriti, C. S. (2020). *Lightweight concrete masonry blocks produced with: Revista ingeniería de construcción.* https://www.scielo.cl/pdf/ric/v35n3/en_0718-5073-ric-35-03-295.pdf: Revista Ingeniera de Construccion.

Flexicon. (2015). *Equipos y Sistemas de Manejo de Materiales a Granel—Flexicon Corporation.* https://www.flexicon.es/Equipos-y-Sistemas-de-Manejo-de-Materiales-a-Granel/.

Guerreo, X., & Fajardo, J. (2022). *Estudio correlacional entre la composición de bloques de mampostería con agregados de caucho reciclado y la rentabilidad de su línea de producción en la fábrica reencauchadora Rencavi .* https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22297: Universidad Politecnica Salesiana.

Hernandez, S., Fernandez, C., & Baptista, L. (2010). *Metodologia de la*

investigacion (5a ed). https://www.smujerescoahuila.gob.mx/wp-content/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf.

Kosmatka, H., Kerkhoff, b., & Panarese, w. (2004). *Diseño Y Control De Mezclas De Concreto—Steven H. Kosmatka, Beatrix Kerkhoff & William C. Panarese.* https://www.academia.edu/33383752/Dise%C3%B1o_Y_Control_De_Mezclas_De_Concreto_Steven_H_Kosmatka_Beatrix_Kerkhoff_and_William_C_Panarese_1ra_Edici%C3%B3n_.

Ladesma, F., & Yauri, W. (2017). *Diseño de mezcla del concreto para elaboración de adoquines con material reciclado de neumáticos en la provincia de Huancavelica.* https://repositorio.unh.edu.pe/items/11b5d376-f2eb-407a-890d-e345f1436833: Universidad Nacional de Huancavelica.

Lara, E., & Altamirano, B. (2018). *Diseño y elaboración de bloques de hormigón prototipo utilizando partículas de caucho.* https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16054: Universidad Politecnica Salesiana.

Ledermann, D. (2018). *El camino del Caucho.* https://revinf.cl/index.php/revinf/article/view/72: Revista Chilena de Infectologia.

Mejia, I., & Pachacama, N. (2018). *Diseño de bloques para mampostería en obras civiles con agregados de fibras de caucho de neumático y plástico reciclado (PET) .* https://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/15044: Universidad de las Fuerzas Armadas.

Ministerrio del Ambiente. (2021). *Minan Promueve el manejo adecuado de neumaticos fuera de uso para proteger a la poblacion y al ambiente.* https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/508952-minam-promueve-el-manejo-adecuado-de-neumaticos-fuera-de-uso-para-proteger-a-la-poblacion-y-al-ambiente: MINAM.

Moyano, G. (2021). *Bloques de concreto simple con adición de caucho reciclado, para mejorar la resistencia a compresión en Tarapoto-2021.* https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/70883: Universidad Cesar Vallejo.

Norma E.070. (2019). *Norma E.070 albañileria (Propuesta de norma E.070 albañileria).* https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.070-alba-ileria-sencico.pdf: Ministerio de Vivienda.

Norma E.070, N. (2019). *Norma E.070 albañileria.* Lima: Propuesta de norma E.070 albañileria.

Norma Tecninca Peruana NTP 339.047. (2006). *Definiciones y terminología relativas al hormigón y agregados.* https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-de-ingenieria/mecanica-de-suelos/ntp-339047-definiciones-y-terminologia-relativas-al-hormigon-y-agregados/34101991.

NTP 399.602. (2002). *Unidades de albañileria (Bloques de concreto para uso estructural).* https://es.scribd.com/document/454227510/NTP-399-602.

NTP 400.011, .. (2008). Agregados. Definicion y clasificacion de agregados para uso en morteros y hormigones. Obtenido de https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-agraria-la-molina/resistencia-de-materiales/ntp-400011-agregados-definicion-y-clasificacion/8804956

NTP 400.037. (2014). Agregados. Espedificaciones normalizadas para agregados

en concreto. https://es.slideshare.net/slideshow/ntp-400-037-2014especificacionesagregados/176775996.

Plata, J. (2006). *El Periodico de los Universitario - Nº 206 .* https://www.uv.mx/universo-hemeroteca/206/cine/cine.html: Universo.

Quispe, Y., & Mayhuire, P. (2019). *Incorporación de fibras de caucho neumático reciclado influyen en el comportamiento del concreto estructural en la ciudad de Abancay, 2018.* https://repositorio.utea.edu.pe/items/b1d064c0-bbcf-46d7-8f34-95b40a1a0841: Universidad Tecnologica de los Andes.

Reyes, D., & Villa, O. (2021). *Prototipo de bloque simple más residuos carbonosos y caucho reciclado para mampostería de viviendas .* http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/4342: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.

Rivera, G. (2017). *Concreto Simple.* https://www.academia.edu/13569512/CONCRETO_SIMPLE.

San Bartolome, A. (1994). *Construcciones de albañilería: Comportamiento sísmico y diseño estructural.* https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/72: Pontificia Universidad Catolica del Peru.

Skariah, C. (2015). *Construction and Building Materials.*

Torres, T. (2023). *Evaluación de las propiedades Físico-Mecánicas de bloques de concreto Tipo P usando fibras de celulosa de papel reciclado.* https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/11126: Universidad Señor de Sipan.

UICN. (2018). *Unidos por la vida y la Supervivencia .* https://iucn.org/es/our-union/members/unite-nature-iucn-members-magazine/bienvenidos-unidos-por-la-naturaleza: UICN.

Vivienda. (2017). *Reglamento nacional de edificaciones.* https://ww3.vivienda.gob.pe/ejes/vivienda-y-urbanismo/documentos/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf.

Los anexos, panel fotográfico y otros documentos están resguardados en la oficina del repositorio digital institucional en la Biblioteca Central de la Universidad Tecnológica de los Andes