

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL: INGENIERÍA CIVIL



Tesis

Evaluación de la influencia en las propiedades físicas y mecánicas del bloque de concreto utilizados en construcción, cuando se incorpora fibra de caucho y pet –

Abancay, 2023

Asesor:

Acosta Valer, Hugo Virgilio

Autor:

Gonzales Franco, Richard

Para optar el Título profesional de: Ingeniero Civil

Abancay-Apurímac-Perú

2025



Universidad Tecnológica de los Andes



Transformando vidas
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL

Acta N°: 001

En la ciudad de Abancay año 2025 en el mes de enero día viernes del 31 siendo las 11:00 am, se reunieron los integrantes del Jurado designado por Resolución Directoral N° 064-2025- EPIC-FI-UTEA-SA de fecha 22 de enero del 2025, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Ingeniería:

Presidente	: MSc. Ing. Maldonado Mendivil, Angel
Dictaminante	: Dr. Soto Palomino, Wilfredo
Replicante	: Ing. Gamarra Mota, Rubén

Para evaluar la sustentación, en la modalidad de:

Tesis Trabajo de suficiencia profesional

Titulada:

Evaluación de la influencia en las propiedades físicas y mecánicas del bloque de concreto utilizados en construcción, cuando se incorpora fibra de caucho y pet – Abancay, 2023

Desarrollado por el (los) Bachiller (es):

Br: Gonzales Franco, Richard

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Civil

Concluido el acto, el Jurado dictaminó que el (la) (los) mencionado(a) (s) bachiller (es) fue (ron) APROBADO (S):

Por: Unanimidad
(Unanimidad o Mayoría) (*)

Emitiéndose el calificativo final de:

Bachiller (Apellidos y Nombres)	Calificación (**)
Gonzales Franco, Richard	Aprobado

Siendo las 12:40 horas concluyó la sesión, firmando los integrantes del Jurado.

Presidente: MSc. Ing. Maldonado Mendivil, Angel

Dictaminante: Dr. Soto Palomino, Wilfredo

Replicante: Ing. Gamarra Mota, Rubén

Abancay 06 de febrero del 2025

Se expide, la presente conforme al Libro de Actas de Sustentación de Tesis, consignado en los folios N° 305.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
Ciudad Universitaria Av. Perú N° 700, Abancay, Central Telefónica 051 (083) 321559
Filial Cusco, Av. Grau N° 516, Teléfono (084) 251565
Filial Andahuaylas, Juan Antonio Trelles N° 513 Teléfono (083) 421752
www.utea.edu.pe

(*) Mayoría: Dos integrantes del jurado aprueban o desaprueban; Unanimidad: Todos los integrantes del jurado aprueban o desaprueban, Art. 18 RGGA1.
(**) 0 a 10: Desaprobado, 11 a 15: Aprobado, 16 a 18: Aprobado Notable, 19 y 20: Aprobado con Distinción, Art. 18 RGGA1.

Evaluación de la influencia en las propiedades físicas y mecánicas del bloque de concreto utilizados en construcción, cuando se incorpora fibra de caucho y pet – Abancay, 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%	17%	7%	10%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	4%
2	Submitted to Universidad Tecnológica de los Andes Trabajo del estudiante	3%
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	2%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
5	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Lindaaura Lizbet Palomino Salvatierra, Yessica Dany Hoyos Vásquez, Leonel Chahuare Paucar. "Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto con incorporación de aserrín, perlas de poliestireno y caucho", Gaceta Técnica, 2025 Publicación	<1%

Metadatos

Datos del Autor	
Apellidos y nombres	: Gonzales Franco, Richard
Tipo de Documento de Identidad	: DNI
Número de Documento de Identidad	: 48518784
URL ORCID	: https://orcid.org/0009-0008-2232-8601
Datos del Asesor	
Apellidos y nombres	: Ing. Acosta Valer, Hugo Virgilio
Tipo de Documento de Identidad	: DNI
Número de Documento de Identidad	: 31036555
URL ORCID	: https://orcid.org/0000-0003-1492-0441
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	: Del 2023 a 2024
Fuente de financiamiento	: Autofinanciado
Porcentaje de similitud	: 19%
URL de OCDE	: https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01

Dedicatoria

Mi dedicación es: " Gracias a Dios y a mi familia, quienes han sido los impulsores de cada fase de este camino educativo". A mis hermanos, por ser mi inspiración constante y por sus palabras alentadoras en los momentos más desafiantes. A mis amigos y seres queridos, por su paciencia y comprensión durante estos años de dedicación. A mis profesores y mentores, por su guía experta y su fe en mi capacidad para alcanzar mis metas. A todos los que han sido parte de este camino, ¡gracias infinitas!

Agradecimiento

Mi más profunda gratitud a todos los que me han ayudado a lo largo de mi trayectoria académica. A aquellos cuyas palabras de aliento iluminaron los días oscuros de estudio intenso, a quienes compartieron risas y momentos de distracción en medio del estrés, y a quienes creyeron en mí cuando yo mismo dudaba. A mis profesores, cuya sabiduría ha sido un faro en la oscuridad del desconocimiento, y cuyo estímulo ha sido un motor para mi crecimiento intelectual.

Resumen

El propósito de la investigación es incorporar fibras de caucho y plástico reutilizado con el fin de mejorar las propiedades físicas y mecánicas de bloques de cemento en Abancay, Perú. La investigación se realizó a través de un enfoque experimental y cuantitativo; en el que se evaluaron características esenciales como la permeabilidad, la absorción, la compresión y la flexión. Los resultados mostraron una disminución de 71.8% en la permeabilidad y de 58.3% cuando el agua se absorbe, lo que señala un aumento en la durabilidad y la resistencia a la humedad. Además, la capacidad de compresión aumentó en un 46,2%, mientras que la capacidad de flexión aumentó en un 33,7%, incrementando la habilidad de los bloques para resistir cargas y tensiones compresivas, así como también pueden soportar tensiones. Estas mejoras establecen cementos modificados como una opción ecológica y eficaz para la industria de la construcción, favoreciendo la reducción de residuos y el uso consciente de recursos no renovables.

La investigación es pertinente tanto para la comunidad científica como para expertos en la industria de la construcción que buscan soluciones vanguardistas y amigables con el medio ambiente.

Palabras clave: Bloques de concreto, Caucho reciclado, Tensión de compresión, Tensión de flexión, Permeabilidad.

Abstract

The purpose of the research is to incorporate rubber fibers and reused plastic in order to improve the physical and mechanical properties of cement blocks in Abancay, Peru. The research was conducted through an experimental and quantitative approach; in which essential characteristics such as permeability, absorption, compression and flexion were evaluated. The results showed a 71.8% decrease in permeability and a 58.3% decrease when water is absorbed, indicating an increase in durability and moisture resistance. In addition, compressive capacity increased by 46.2%, while flexural capacity increased by 33.7%, increasing the ability of the blocks to resist compressive loads and stresses, as well as being able to withstand tensile stresses. These improvements establish modified cements as an environmentally friendly and efficient option for the construction industry, favoring the reduction of waste and the conscious use of non-renewable resources.

The research work is relevant both for the scientific community and for professionals in the construction industry interested in innovative and eco-friendly solutions.

Keywords: Concrete blocks, Recycled rubber, Compressive stress, flexural stress, permeability.

Índice general

Portada	i
Acta de sustentacion	ii
Reporte de similitud	ii
Metadatos	iii
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
Índice general	ix
Índice de tablas	xii
Índice de figuras	xiv
Índice de anexos	xv
I. Introducción	16
II. Planteamiento del problema	19
2.1 Descripción y formulación del problema	19
2.2 Objetivos.....	23
2.2.1 Objetivo general	23
2.2.2 Objetivos específicos	23
2.3 Justificación e importancia	24
2.4 Hipótesis	25
2.5 Variables	24

III. Marco Teórico.....	25
3.1 Antecedentes.....	25
3.1.1 Internacionales.....	25
3.1.2 Nacionales	28
3.1.3 Locales.....	33
3.2 Bases teóricas	33
3.3 Definición de términos	45
IV. Metodología.....	49
4.1 Tipo y nivel de investigación.....	49
4.2 Ámbito temporal y espacial.....	50
4.3 Población y muestra	51
4.3.1 Población	51
4.3.2 Muestra:.....	51
4.4 Instrumentos	52
4.5 Procedimientos	52
4.6 Análisis de datos.....	52
4.7 Consideraciones éticas.....	53
V. Resultados y discusión	54
5.1 Resultados.....	54
5.1.1 Propiedades físicas	54
5.1.2 Propiedades mecánicas	61
5.2 Discusión de resultados	67

VI. Conclusiones	70
VII. Recomendaciones.....	72
VIII. Referencias.....	74
IX. Anexos	79

Índice de tablas

Tabla 1 Generación Municipal de Residuos Sólidos por Provincia en t/año, t/día y kg/hab./día	21
Tabla 2 Variables	24
Tabla 3 Clasificación de los bloques	35
Tabla 4 Estimación de la permeabilidad	37
Tabla 5 Dimensiones mínimas de paredes y tabiques	40
Tabla 6 Características técnicas del PET según (Gaggino, 2008)	42
Tabla 7 Dimensiones nominales	46
Tabla 8 Datos del ensayo de Permeabilidad (ml/10min) del concreto con incorporación parcial de caucho neumático (CN) y plástico reciclado (PET)	54
Tabla 9 Comparación múltiple de Tukey de los promedios de Permeabilidad (ml/10min) del concreto con incorporación parcial de caucho neumático (CN) y plástico reciclado (PET)	55
Tabla 10 Comparación múltiple de Tukey de los promedios de Permeabilidad (ml/10min) del concreto con incorporación parcial de caucho neumático (CN) y plástico reciclado (PET)	56
Tabla 11 Datos del ensayo de Porcentaje de absorción (%) del concreto con incorporación parcial de caucho neumático (CN) y plástico reciclado (PET)	57
Tabla 12 Análisis de varianza de los promedios de Porcentaje de absorción (%) del concreto con incorporación parcial de caucho neumático (CN) y plástico reciclado (PET)	59
Tabla 13 Comparación múltiple de Tukey de los promedios de Porcentaje de absorción (%) del concreto con incorporación parcial de caucho neumático (CN) y plástico reciclado (PET)	59

Tabla 14 Datos del ensayo de la Resistencia a la compresión (kg/cm ²) del concreto con incorporación parcial de caucho neumático (CN) y plástico reciclado (PET)	61
Tabla 15 Análisis de varianza de los promedios de la Resistencia a la compresión (kg/cm ²) del concreto con incorporación parcial de caucho neumático (CN) y plástico reciclado (PET)	62
Tabla 16 Comparación múltiple de Tukey de los promedios de la Resistencia a la compresión (kg/cm ²) del concreto con incorporación parcial de caucho neumático (CN) y plástico reciclado (PET)	63
Tabla 17 Datos del ensayo de la Resistencia a la flexión (kg/cm ²) del concreto con incorporación parcial de caucho neumático (CN) y plástico reciclado (PET)	64
Tabla 18 Análisis de varianza de los promedios de Resistencia a la flexión (kg/cm ²) del concreto con incorporación parcial de caucho neumático (CN) y plástico reciclado (PET)	66
Tabla 19 Comparación múltiple de Tukey de los promedios de Resistencia a la flexión (kg/cm ²) del concreto con incorporación parcial de caucho neumático (CN) y plástico reciclado (PET).....	66

Índice de figuras

Figura 1 Generación de residuos sólidos.....	20
Figura 2 Nomenclatura de partes del bloque de hormigón.....	40
Figura 3 Fibra de Caucho	43
Figura 4 Lugar donde se va a realizar el trabajo de campo	51
Figura 5 Promedios de Permeabilidad (ml/10min) de los diferentes tratamientos del concreto con incorporación parcial de caucho neumático (CN) y plástico reciclado (PET)	55
Figura 6 Promedios de Porcentaje de absorción (%) de los diferentes tratamientos del concreto con incorporación parcial de caucho neumático (CN) y plástico reciclado (PET)	58
Figura 7 Promedios de la Resistencia a la compresión (kg/cm ²) de los diferentes tratamientos del concreto con incorporación parcial de caucho neumático (CN) y plástico reciclado (PET).....	62
Figura 8 Promedios de Resistencia a la flexión (kg/cm ²) de los diferentes tratamientos del concreto con incorporación parcial de caucho neumático (CN) y plástico reciclado (PET)	65

Índice de anexos

Anexo 1 Matriz de consistencia	77
Anexo 2 Operacionalización de variables	80
Anexo 3 Juicio de expertos y fichas validadas	81
Anexo 4 Fichas con cálculos e informe de laboratorio de ensayos.....	85
Anexo 5 Dosificación	105
Anexo 6 Granulometría	107
Anexo 7 Certificado de uso de laboratorio.....	110
Anexo 8 Certificados de calibración	111
Anexo 9 Panel fotográfico.....	118

I. Introducción

Dentro del marco de una búsqueda incesante de soluciones respetuosas con el medio ambiente y ecológicas en la industria de la edificación, la inclusión de materiales reciclados ha emergido como una opción prometedora para potenciar las características físicas y mecánicas de los materiales de edificación tradicionales. Esta investigación se centra en la utilización de fibra de goma y plástico reciclado en bloques de hormigón, con la finalidad de mejorar sus atributos estructurales y funcionales para su uso en la edificación en la ciudad de Abancay.

La ciudad de Abancay, enfrenta desafíos significativos sobre la eficacia de la sostenibilidad de los edificios y el medio ambiente. En este escenario, la incorporación de materiales reciclados en la fabricación de bloques de hormigón constituye una posibilidad para tratar estos desafíos, al mismo tiempo que se reduce la dependencia de recursos no renovables.

Este estudio tiene como objetivo investigar las repercusiones de la adición de fibra de caucho y reciclado de plástico en la composición de bloques de concreto, examinando cómo estas inclusiones afectan a propiedades mecánicas y físicas esenciales como la especificación de gravedad, resistencia y capacidad de compresión. Además, se examinará el efecto en el medio ambiente de estas innovaciones, considerando aspectos como la gestión de residuos y la reducción en las emisiones de dióxido de carbono.

Para completar la tesis se utilizaron modelos computacionales y análisis experimentales, con el fin de proporcionar una evaluación integral de la viabilidad y eficacia de esta propuesta en el contexto específico de la construcción en Abancay. Los resultados no sólo harán avanzar los conocimientos científica de los materiales de construcción sostenibles, sino que también ofrecerán información útil y aplicable a los profesionales del

sector, los representantes de los gobiernos locales y las comunidades que deseen fomentar prácticas de construcción más conscientes y ecológicas.

En el Capítulo I: Se abordaron los problemas actuales que presentan los bloques de hormigón empleados en la construcción de Abancay, particularmente en lo que respecta a las repercusiones de la humedad. Se exploraron las dificultades que surgían debido a la vulnerabilidad de estos bloques frente a la humedad, así como los problemas estructurales y de durabilidad que esto podía ocasionar en las edificaciones. Además, se presentó la estrategia de cómo la incorporación de fibra de caucho y reciclaje de plásticos puede ser una opción factible para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los bloques de hormigón, minimizando así los impactos negativos de la humedad.

En el Capítulo II: has efectuado un exhaustivo análisis del ámbito de estudio sobre el empleo de reciclables y además de analizar los fundamentos teóricos de la incorporación de fibra de caucho y plásticos reciclables en la producción de bloques de concreto, se examinan las bases teóricas para optimizar las características mecánicas y físicas de dichos productos. Se examinaron aspectos importantes como la permeabilidad, la durabilidad y la resistencia a la compresión del concreto, así como las cualidades de los componentes reciclados y cómo afectan a la calidad del producto final.

En el Capítulo III: Especificó el enfoque metodológico de la investigación, que comprendía la elección de materiales, el diseño experimental, los métodos alterados de edificación de bloques de hormigón y los procedimientos de prueba para valorar las propiedades mecánicas y físicas de los bloques. Se describió paso a paso el proceso seguido para llevar a cabo el estudio, garantizando la replicabilidad y la validez de los resultados obtenidos.

En el Capítulo IV: se dedicó a presentar los resultados de los ensayos realizados, incluyendo los análisis estadísticos correspondientes y las discusiones detalladas sobre los hallazgos obtenidos. Se examinó el efecto de la incorporación de reciclado de plástico y fibra de caucho en las propiedades mecánicas y físicas de los bloques de cemento, se evaluó la eficacia de las modificaciones realizadas, y se proporcionaron pertinentes conclusiones y recomendaciones para su uso en la construcción de Abancay.

II. Planteamiento del problema

2.1 Descripción y formulación del problema

Descripción

En la actualidad se está tratando de investigar materiales de construcción hechas a base a materiales reciclados, buscando alternativas más económicas y que a su vez cumplan con los requerimientos mecánicos aptos para una mejor trabajabilidad. Se están buscando diferentes variantes de compuestos reciclados y materiales de origen orgánico que permitan mejorar las propiedades mecánicas, reforzando aún más su estructura para darle mejorar resistencia frente a esfuerzos como compresión y tracción, a su vez trabajen adecuadamente frente a agentes externos como el agua.

Se vienen investigando ladrillos a base de desechos reciclados como papeles, polietileno de tereftalato (PET) y productos orgánicos por ser componentes de fácil alcance y otorgarles mejores propiedades mecánicas a los materiales de construcción. (Herrera Muriel, 2018) Actualmente, notamos que está creciendo la contaminación por la abundancia de plástico y sus variantes, estos son los residuos más comunes que contaminan ciudades. También cabe señalar que otro contaminante muy común es el caucho por la degradación tardía que implica, esto se debe al crecimiento del parque automotor que generan a diario gran cantidad de desecho de neumáticos. (Giraldo Vásquez, Velásquez Restrepo, & Peláez Arroyave, 2017) Anualmente se desechan 17 millones de toneladas de caucho, al ser un problema ambiental ha generado que países industrializados han implementado normas de reutilización de caucho para un mejor control de gestión de desechos.

En el Perú solo el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2021) pretende reducir la producción de basura siguiendo las normas del Código de Gestión Integrada de Residuos Sólidos. Para aprovechar al máximo los recursos y materiales, minimizar el consumo de energía y fomentar la reutilización de materiales renovables, se están construyendo edificios

sostenibles utilizando materiales reciclados y reutilizados. Las ventajas de este tipo de materiales sostenibles comparados con los comunes se deben por el bajo costo y esto genera un ahorro de las personas de bajos recursos que plantean edificar sus viviendas con materiales reciclados a comparación de los habituales. Los materiales reciclados como componentes esenciales para diseños de bloques de concreto que incluyen fibras de plástico cumplen las mismas funciones respecto a los convencionales, pues tienen igual o hasta mejor resistencia a compresión y flexión, además alta capacidad de aislamiento térmico, son más ligeros a pesar de tener las mismas dimensiones que los convencionales y pueden fabricarse en cualquier parte del territorio peruano por la abundancia de materiales reciclados, son fáciles de aplicar en zonas pobladas donde no existe mano de obra calificada.

Según datos suministrados por la Dirección General de Administración de Residuos Sólidos del MINAM en 2019, A nivel regional, Abancay es la ciudad que más basura sólida genera tanto anual como diariamente, esto se debe a la falta de concientización y al crecimiento poblacional. (MINAM, 2021) . Dentro de la jurisdicción del distrito de Abancay, la municipalidad de Abancay fomenta la recolección de basura orgánica, que representa el 67% de la basura producida en la ciudad.

Tabla 1

Generación Municipal de Residuos Sólidos por Provincia en t/año, t/día y kg/hab./día

N°	Provincia	Generación Municipal Anual (t/año)	Generación Municipal Diaria (t/día)	Generación Municipal Per Cápita (kg/hab./día)
1	Abancay	27,819.04	76.22	0.65
2	Andahuaylas	23,213.64	63.60	0.67
3	Antabamba	1,749.75	4.79	0.55
4	Aymaraes	2,902.28	7.95	0.63
5	Cotabambas	4,607.38	12.62	0.61
6	Chincheros	4,579.32	12.55	0.60
7	Grao	1,955.61	5.36	0.58
	Total	66,827.02	183.09	0.61

Nota. Extraído de la Dirección General de Gestión de Residuos Sólidos 2019 del MINAM.

La generación de residuos sólidos ha tenido un aumento representativo a lo largos de los últimos años, según (SINIA, 2021) producción de basura sólida municipal desde 2014. fue aumentando llegando al pico más alto el 2018, de ahí empezó a bajar hasta este último año debido a programas de gestión de residuos sólidos por medio de estrategias que garantizan efectividad de segregación adecuada de diseño del sistema de recogida selectiva de residuos sólidos, tanto inorgánicos como orgánicos.

Figura 1

Producción de residuos sólidos en los municipios



Nota. El Sistema Nacional de Información Medioambiental proporcionó la fuente.

De tal manera, por lo anteriormente explicado se plantea diseñar y elaborar un nuevo material de construcción con agregados reciclados fibra de caucho de neumático y plástico reciclado, que se pueda utilizar de manera más eficiente como aditivo en la producción de bloques de mampostería para proyectos civiles en la ciudad de Abancay, debido a la relevancia de producir materiales libres de contaminación y al mismo tiempo económicos, que sean utilizados por habitantes de bajos recursos en la ciudad de Abancay.

Actualmente, la necesidad de áridos en la ciudad de Abancay para producir bloques de concreto se basa en la encuesta realizadas en las diferentes bloqueteras existen aproximadamente 80 fábricas de bloquetas, según las tesis realizadas obtuvimos la producción por cada uno de las bloqueteras es un promedio de 650 unidades de bloques por día, para ello se necesitan materiales de 8 bolsas de cemento y 3 metros cúbicos de agregados

(incluye materiales como cascabillo y lama), estos materiales provenientes de las canteras, ubicados en el sureste de la ciudad de Abancay del sector de Pachachaca. La ciudad de Abancay requiere de 640 bolsas de cemento tipo I Yura y un promedio de 240 m³ de agregados de la cantera Pachachaca por día para satisfacer la demanda de materiales para la fabricación de bloques de concreto.

Problema general

- ¿De qué manera influye la incorporación de fibras de caucho neumático y plástico reciclado en las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto utilizados en la construcción – Abancay, 2023?

Problemas específicos

- ¿De qué manera la incorporación de fibras caucho neumático y plástico reciclado en los bloques de concreto, influyen en el contenido de humedad, y las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto utilizados en la construcción – Abancay, 2023?
- ¿De qué manera la incorporación de fibras caucho neumático y plástico reciclado en los bloques de concreto, influye en la permeabilidad de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto utilizados en la construcción – Abancay, 2023?
- ¿De qué manera con la incorporación de fibras caucho neumático y plástico reciclado en los bloques de concreto, se obtendrán esfuerzos en ensayo de compresión, de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto utilizados en la construcción – Abancay, 2023?
- ¿De qué manera con la incorporación de fibras caucho neumático y plástico reciclado en los bloques de concreto, se obtendrán los esfuerzos a la flexión, de las propiedades

físicas y mecánicas de bloques de concreto utilizados en la construcción – Abancay, 2023?

2.2 Objetivos

2.2.1 *Objetivo general*

- Determinar la dosificación adecuada de adición de fibra de caucho neumático y plástico reciclado, que permita mejorar las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto utilizados en la construcción – Abancay, 2023.

2.2.2 *Objetivos específicos*

- Identificar el contenido de humedad, adecuada en la elaboración de bloques de concreto con agregados de fibra de caucho neumático y plástico reciclado, para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto utilizados en la construcción – Abancay, 2023.
- Establecer la permeabilidad adecuada en la elaboración de bloques de concreto con agregados de fibra de caucho neumático y plástico reciclado, para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto utilizados en la construcción – Abancay, 2023.
- Determinar la resistencia a la compresión de los bloques de concreto con agregados de fibra de caucho neumático y plástico reciclado, para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto utilizados en la construcción – Abancay, 2023.
- Determinar la resistencia a la flexión en los bloques de concreto con agregados de fibra de caucho neumático y plástico reciclado, para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto utilizados en la construcción – Abancay, 2023.

2.3 Justificación e importancia

La tesis se basa en un sólido fundamento teórico proveniente de campos como la ingeniería de materiales y la edificación sustentable. Se basa en estudios previos que resaltan las ventajas de emplear materiales reciclados, como fibra de caucho y plástico reciclado, para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los materiales de construcción. Esta conceptual visión se apoya en leyes de la mecánica de materiales, la resistencia de los materiales y el comportamiento de composites. Asimismo, se explora la durabilidad de los materiales y los conceptos de ingeniería estructural para comprender cómo estas mejoras pueden influir en la vida útil y la seguridad de las estructuras construidas.

La relevancia práctica de la tesis radica en su uso directo en el sector de la construcción, particularmente en zonas como Abancay y otras regiones parecidas. La incorporación de fibra de caucho y plástico reciclado en cimientos puede producir ventajas concretas, tales como mayor resistencia al impacto, mejor aislamiento acústico, reducción de peso y prolongada durabilidad. Estos beneficios se traducen en la construcción de estructuras más seguras, eficientes y sostenibles, esto beneficia tanto al crecimiento económico de la región como al nivel de vida de sus residentes.

La metodología de la tesis se basa en un enfoque científico riguroso, que comprende la revisión exhaustiva de literatura especializada, diseñar un plan experimental para fabricar bloques de hormigón empleando proporciones variables de plástico reciclado y fibra de caucho, además de llevar a cabo experimentos de laboratorio para analizar las propiedades mecánicas y físicas de los bloques. Se utilizan métodos de análisis estadístico para descifrar los resultados logrados y llegar a conclusiones relevantes y validadas.

2.4 Hipótesis

Hipótesis general

- Con la determinación de la dosificación adecuada de fibras de caucho neumático y plástico reciclado mejora las propiedades físicas y mecánicas de los bloques de concreto utilizados en la construcción en Abancay, 2023.

Hipótesis específicas

- Con el contenido de humedad adecuado mejora las propiedades físicas y mecánicas de los bloques de concreto con agregados de fibra de caucho neumático y plástico reciclado utilizados en la construcción en Abancay, 2023.
- Con la permeabilidad adecuada mejora las propiedades físicas y mecánicas de los bloques de concreto con agregados de fibra de caucho neumático y plástico reciclado utilizados en la construcción en Abancay, 2023.
- Con la resistencia a la compresión adecuada mejora las propiedades físicas y mecánicas de los bloques de concreto con agregados de fibra de caucho neumático y plástico reciclado utilizados en la construcción en Abancay, 2023.
- Con la resistencia a la flexión adecuada mejora las propiedades físicas y mecánicas de los bloques de concreto con agregados de fibra de caucho neumático y plástico reciclado utilizados en la construcción en Abancay, 2023.

Tabla 2

2.5 Variables

Variable independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Técnica o instrumento		
Agregado de Fibra de Caucho y Plástico	El caucho natural se obtiene del árbol Hevea Brasilienses. Este látex, que tiene partículas de caucho en suspensión, se utiliza para fabricar neumáticos una vez seco y ahumado. Castro (2008).	Los agregados de caucho y plástico mejoran la resistencia de los bloques al ser incorporados.	Fibras de Caucho de Neumático	3%	%	Ficha de recolección de datos		
				5%	%	Ficha de recolección de datos		
				7%	%	Ficha de recolección de datos		
			Plástico		Plástico	3%	%	Ficha de recolección de datos
						5%	%	Ficha de recolección de datos
						10%	%	Ficha de recolección de datos
Variable independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Técnica o instrumento		
Diseño de bloques para construcciones	Se trata de un elemento prefabricado de concreto que tiene dos orificios en forma de prisma recto que permiten Para reforzar la estructura, añade varillas de acero. Instituto del Cemento y el Hormigón de El Salvador (..)	Las características físicos-mecánicas de estos agregados (caucho, plástico) mejoran la resistencia ante grandes esfuerzos al formar parte de las bloquetas de concreto	Propiedades Físicas	Absorción	%	NTP. 399.604		
				Ensayo de Mec. Suelos	%	Ficha de recolección de datos		
				Contenido de Humedad	%	NTP. 339.127		
				Permeabilidad	mm./10 min.	NTP. 399.604		
				Ensayo de compresión Ensayo de flexión	Kg/cm2	Guía NTP. 339.604		
						Guía MTC E.709		

III. Marco Teórico

3.1 Antecedentes

3.1.1 Internacionales

Contreras, (2023). En lugar de los materiales convencionales, los plásticos reciclados y el Tetrapak se han impuesto en las últimas décadas en la producción de elementos de construcción de viviendas sociales, sobre todo adoquines residenciales. Esta técnica se centró en comparar los rasgos físicos y mecánicos de los dos materiales. A pesar de que la materia prima principal de estos artículos ha sido el plástico, el Tetrapak ha sido mayormente relegado para la fabricación de envases. Sin embargo, Se ha empezado a reciclar tetrapack para obtener materiales para la fabricación de muebles o la construcción de casas. En este contexto, se llevaron a cabo investigaciones sobre la fabricación y uso de adoquines utilizando tetrapack y plástico reciclado. Con un método cuantitativo que facilitaba la dosificación de áridos, el concepto sugerido se basaba en un examen experimental que contrastaba las características mecánicas y físicas de los adoquines convencionales con los contruidos a partir de material reciclado para cumplir con los estándares de resistencia y normativas nacionales para la fabricación de adoquines.

Olivera y otros, (2022). Hoy en día, las estructuras se encuentran cada vez más vulnerables a escenarios ecológicos y a fuertes terremotos, siendo estos últimos a veces causales de su derrumbe. Para resolver este inconveniente, se llevó a cabo una rigurosa revisión de las publicaciones científicas registradas en diversas bases de datos desde 2014 hasta 2021. En total, se reunieron 56 investigaciones que investigaron el empleo de fibras como refuerzo en cemento. Términos como «reinforced concrete», «reinforced concrete» y «mechanical properties of concrete» se emplearon en esta búsqueda. Los hallazgos subrayaron la relevancia de mejorar

Las características mecánicas del concreto, como su módulo de elasticidad, tracción y compresión, junto con sus atributos de durabilidad, como la resistencia a sustancias químicas, contracción y permeabilidad, así como propiedades físicas tales como tiempo de acondicionamiento, peso unitario, erosión y absorción. El hallazgo resaltó la prevalencia de fibras naturales y metálicas, incluyendo las provenientes de bagazo de caña de azúcar, plátano y cascarilla de arroz, entre las más empleadas por investigadores en sus estudios sobre este asunto.

Según (Mendoza, Pérez Pirela, Rodríguez, & Ortiz Montero, 2021). En su disertación titulada: «Bloques de Hormigón con Alta Densidad de Reemplazo de Residuos Sólidos de Polietileno. Para crear bloques ecológicos, fue necesario examinar la inclusión del plástico como elemento parcial del grueso árido del. Para alcanzar este objetivo, se estableció una ecuación lineal que prevé la resistencia a la compresión del bloque al ajustar las cantidades de cemento, arena, grava y plástico. El estudio utilizó como técnica un diseño experimental cuantitativo y descriptivo. Obtuvo como resultados: para la proporción de mezcla 1:1:1 con 0% el procedimiento de sustitución del plástico produjo una resistencia a la compresión de 26,4 MPa, para 25% de plástico 19.01 MPa y para 50% de plástico 15.57 MPa. Para la proporción de mezcla 1:1.25:2.5 con 0% Se alcanzó una resistencia a la compresión de 24,57 MPa sustituyendo el plástico, para 25% de plástico 17.55 MPa y para 50% de plástico 13.5 MPa. Para la proporción de mezcla 1:1.5:3.0 con 0% de sustitución de plástico se obtuvo una resistencia a la compresión de 22.73 MPa, para 25% de plástico 16.23 MPa y para 50% de plástico 12.02 MPa. Para la proporción de mezcla 1:2:4 con 0% Un sustituto plástico produjo una resistencia a la compresión de 18,83 MPa, para 25% de plástico 13.35 MPa y para 50% de plástico 9.7 MPa. Por tanto, como conclusión principal se tiene que a adición de plástico reduce el peso unitario del hormigón y permite crear bloques de hormigón ligeros. Estos bloques pueden utilizarse para

aplicaciones no estructurales de gran carga, como edificios de una sola planta o apartamentos, porque la resistencia del hormigón sustituido, cuando contiene entre un 25 y un 50% de plástico como árido grueso, es suficiente.

según (Mejía & Pachacama, 2018). La tesis titulada «Fabricación de bloques de mampostería para edificaciones civiles a partir de agregados de fibras de caucho obtenidas de neumáticos y PET» describe su trabajo. He buscaba crear bloques para albañilería, que resultaban mecánicamente viables en el ámbito de las construcciones civiles, a través del uso de agregados de fibras de neumáticos y PET. A nivel explicativo, el estudio utilizó una estrategia de investigación cuantitativa y una metodología de diseño experimental. En este caso, los bloques están disponibles en diversas formas. La resistencia de los bloques de PET varía con el porcentaje de PET sustituido por arena, según los ensayos de compresión; en este caso, la resistencia máxima se obtuvo con un 25% de PET $59,12 \text{ kg/cm}^2$. Los muros de bloques que contenían PET demostraron ser un 37% más resistentes en las pruebas de compresión y un 49% en las de tracción diagonal, lo que les permitía soportar mayores cargas y lograr un desplazamiento reducido en el momento de falla, en relación con las pruebas de compresión axial y tensión diagonal de paredes.

Según (Casanova, Jiménez, Zamora, & Medina, 2017). El objetivo de su tesis, «Elaboración de bloques de cemento hechos de combinaciones de poliméricos basados en reciclado de policloruro de vinilo (PVC) y poliestireno (PS)», era crear bloques huecos de concreto que fueran prácticos para su uso en la construcción tanto desde el punto de vista mecánico como económico, sustituyendo el material grueso por mezclas poliméricas recicladas. Utilizó un enfoque cuantitativo, un enfoque experimental y una metodología de aplicación. Produjo los siguientes resultados: para la mezcla tradicional de 12% de cemento, 60% de arena, 8% de agua y 20% de grava se obtuvo una resistencia a la compresión de 28.53 Kg/cm^2 . Para

la misma mezcla, pero reemplazando el 20% de grava en un 90% de PVC y 10% de PS se obtuvo 25.60 Kg/cm². Para 80% de PVC y 20% de PS, 24.33 Kg/cm². Para 70% de PVC y 30% de PS, 23.47 Kg/cm². Para 60% de PVC y 40% de PS, 21.33 Kg/cm². Para 50% de PVC y 50% de PS, 19.93 Kg/cm². Para 40% de PVC y 60% de PS, 16.93 Kg/cm². Para 30% de PVC y 70% de PS, 15.47 Kg/cm². Para 20% de PVC y 80% de PS, 14.27 Kg/cm². Para 10% de PVC y 90% de PS, 13.13 Kg/cm². Por tanto, como conclusión principal se tiene que en términos de absorción (12,771%), resistencia al calor y resistencia a la compresión (23,47 Kg/cm²), la combinación compuesta por un 70% de PVC y un 30% de PS mostró los mejores resultados. Por otra parte, los bloques producidos cumplían las normas nacionales de calidad. Por lo tanto, pueden clasificarse como ligeros.

3.1.2 Nacionales

Según, (Pizango & Rodriguez, 2022). La investigación que se evaluó. El principal objetivo de estudiar las características físicas y mecánicas de bloques huecos de concretos fabricados a partir de reciclado de fibras de caucho, fue elaborar un diseño de mezcla que incorpora fibras de caucho en grados de 5%, 10% y 15%. Además, se examinaron las propiedades físicas y mecánicas de los bloques. El propósito de esta evaluación era contrastar los resultados con la norma E 070 de las normativas de construcción nacional. El enfoque cuantitativo en que se basó la técnica produjo resultados que se ajustaban a los objetivos predeterminados. Las conclusiones de los dos bloques de concretos hechos de hormigón que incorporaban caucho reciclado evidenciaron que todos los tres diseños cumplieron con las mínimas exigencias de la norma. Además, se notó que, en el ensayo de resistencia a la compresión, las muestras con dosis de 5% y 10% obtuvieron resultados superiores a los de la referencia. Como conclusión, la hipótesis del estudio que el caucho mejora las cualidades

mecánicas y físicas de los bloques de concreto fue aprobada. Además, se demostró que los diseños que incorporan entre un 5% y un 10% de fibras de caucho son los mejores. Además, Se notará que la fuerza se reduce conforme se incrementa la cantidad de fibras de caucho.

Como observación, el estudio sobre la inclusión de fibras de goma recicladas en bloques de cemento mediante la aplicación de bloques de cemento de 2 hojas presenta una perspectiva innovadora en el contexto de la sostenibilidad en el sector de la edificación. Los hallazgos, respaldados por un meticuloso procedimiento, indican que el caucho puede potenciar considerablemente las propiedades físicas y mecánicas de estos bloques. Este estudio abre nuevas posibilidades para la utilización de reciclables en el ámbito de la edificación, fomentando así prácticas más amigables con el medio ambiente.

Según, (Lapa, 2020). El objetivo principal era determinar el impacto del poliestireno expandido en las propiedades del material mecánicas y físicas de estructuras de cemento en Huancayo, Perú. Su metodología era de carácter aplicativo, adoptando un enfoque correlacional y de tipo cuantitativo. Logró los siguientes resultados: Cuando se utiliza un cemento con una relación de agua/cemento de 0.6 sin EPS, se obtiene la capacidad de compresión después de 28 días es de $f'c = 122.99 \text{ kg/cm}^2$ y se logró una disminución de la resistencia a la compresión a $104,10 \text{ kg/cm}^2$, $76,19 \text{ kg/cm}^2$, y $56,32 \text{ kg/cm}^2$ y equivalentes de 20%, 40% y 60% para cada incorporación de poliestireno expandido, respectivamente. En el uso convencional de un cemento con una relación de agua/cemento de 0.7 sin EPS, y una capacidad compresiva de $f'c = 77.22 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días, la capacidad compresiva disminuyó a $59,30 \text{ kg/cm}^2$, $46,81 \text{ kg/cm}^2$ y $44,24 \text{ kg/cm}^2$ a continuación de cada incorporación de poliestireno ampliado en porcentajes del 20%, 40% y 60%, respectivamente. En el caso de la dosificación habitual de un cemento con una relación de agua/cemento de 28 días, la capacidad compresiva se determina

por la capacidad compresiva $f'_c = 69,39 \text{ kg/cm}^2$ era de 0,8 sin EPS. La resistencia a la compresión disminuyó a $57,53 \text{ kg/cm}^2$, $49,64 \text{ kg/cm}^2$ y $46,98 \text{ kg/cm}^2$ para cada expansión del 20%, 40% y 60% de poliestireno. La conclusión principal que se puede derivar de esto es que la incorporación de perlas de poliestireno expandido en una mezcla de cemento provoca una reacción estable que disminuye las propiedades mecánicas de la mezcla, incluyendo su resistencia a la compresión.

Es interesante leer la investigación de Lapa Ramos (2020) acerca de cómo el poliestireno expandido influye en las propiedades físicas y mecánicas de las estructuras de mampostería de cemento en Huancayo. Sin importar la dosis de cemento, los datos evidencian una reducción en la capacidad de compresión con cada adición de poliestireno expandido. Estos descubrimientos subrayan la relevancia de tener en cuenta cuidadosamente otros materiales al diseñar mezclas de concreto, especialmente aquellos como el poliestireno expandido, cuyo efecto puede ser significativo en las propiedades mecánicas finales del producto.

Alata, (2019) «Elaboración de bloques de hormigón con goma reciclada de llanta para su uso en paredes de mampostería confinada, Lima-2019 » es el título de su disertación. El propósito de esta investigación era establecer hasta qué punto la estructura de bloques de concreto fabricados con goma reciclada de tráfico cumple con las características requeridas para su uso en muros de mampostería restringida. Se empleó su método, que fusiona un enfoque cuantitativo con un enfoque experimental. Obtuvo como resultados: Los bloques maestros lograron una capacidad de compresión de 3,85 MPa tras 7 días y 7,6 MPa tras 28; presentando una absorción del 10,2%. Los bloques compuestos por 5% de caucho mostraron una capacidad de compresión de 2,2 MPa tras 7 días y 6,6 MPa tras 28 días, y una absorción del 7,8%. Los bloques compuestos por 10% de caucho mostraron una capacidad de compresión de 2.0 MPa tras 7 días y 6.4 MPa tras 28 días, con una absorción del 6.7%. Las bloquetas con 15% de caucho

tuvieron una resistencia a la compresión de 1.7 MPa luego de 7 días y de 5.5 MPa luego de 28 días; una absorción de 8.7%. Por lo tanto, la principal conclusión es que incorporar caucho granulado a la mezcla de cemento es beneficiosa, dado que cumple con los criterios técnicos y económicos de la norma RNE E-0.70 para albañilería, que dicta que puede ser empleada para construir muros de mampostería que resistan tantas cargas como no cargas. Es crucial señalar que la capacidad de compresión de los bloques se incrementa con estos porcentajes de reemplazo de caucho.

Según, Chira, (2018) en su tesis, «Elaboración de bloques ecológicos utilizando Plástico PET reciclado como alternativa de construcción para mamparas o cerramientos - Piura », lo abordó, que con el objetivo de crear bloques respetuosos con el medio ambiente utilizando plástico reciclado que sirvieran como alternativa a los bloques tradicionales en la construcción de tabiques o cerramientos. Empleó una metodología cuantitativa, un diseño experimental y una técnica de tipo aplicada. Las conclusiones a las que se llegó fueron: Los bloques de estilo presentaban una resistencia compresiva de 149 Kg/cm² luego de 7 días y de 202.5 Kg/cm² .Las bloquetas con 10% de caucho tuvieron una resistencia a la compresión de 136 Kg/cm² luego de 7 días y de 189 Kg/cm² luego de 28 días. Las bloquetas con 20% de caucho tuvieron una resistencia a la compresión de 114 Kg/cm² luego de 7 días y de 171 Kg/cm² luego de 28 días. Las bloquetas con 30% de caucho tuvieron una resistencia a la compresión de 53.33 Kg/cm² luego de 7 días y de 107 Kg/cm² luego de 28 días. La absorción de todas las muestras fue prácticamente idéntica, de 5.8%. La conclusión principal que surge es que a medida que aumentan las características mecánicas del reemplazo, disminuye su capacidad compresiva. Estos bloques se utilizarán para divisiones, cerramientos y tabiques porque no son portantes.

Según, Huallpa (2019). Actualmente, AA.HH. Arriba Perú, San Juan de Lurigancho presentó su tesis doctoral, «Reciclaje de llantas para producir bloques de cemento para mampostería confinada en viviendas», El objetivo era crear bloques de concreto que satisficieran las especificaciones físicas y mecánicas de la obra y, al mismo tiempo, las partículas recicladas de neumáticos se utilizarán para mampostería confinada en viviendas. Utilizó un enfoque cuantitativo, un diseño experimental y una técnica inferencial. Obtuvo como resultados: Los bloques que contenían un 5% y un 9% de neumáticos reciclados fueron capaces de resistir 68.81 kg/cm^2 y 77.72 kg/cm^2 respectivamente superando la tabla 9 del RNE muestra la resistencia habitual de la mampostería artesanal King Kong E-070, que excede la tabla 9 del RNE. de 55 Kg/cm^2 , mientras que al 16% de partículas de neumático reciclado no se superó esa medida, obteniendo solo 49.1 Kg/cm^2 . Por tanto, como conclusión principal se tiene que sí, es factible el adiamiento de fibras de neumático reciclado en la fabricación de bloques de concreto para albañilería.

El estudio anterior sobre bloques de hormigón con añadidos de partículas recicladas de neumáticos para mampostería constrictiva en viviendas es vital para la sostenibilidad, aunque no fue contemplado en el estudio mencionado. Los resultados obtenidos indican que los bloques con un porcentaje de neumáticos son los que contienen más neumáticos reciclados del 5% y 9% lograron superar la resistencia característica requerida por las normativas, demostrando su viabilidad en términos físico-mecánicos. Sin embargo, al aumentar el porcentaje de partículas de neumáticos reciclados al 16%, la resistencia no cumplió con los estándares establecidos. Estos hallazgos destacan la importancia de encontrar un equilibrio entre el contenido de neumáticos reciclados y la resistencia requerida, abriendo nuevas posibilidades para la utilización de materiales reciclados en la edificación de viviendas de manera eficaz y sustentable.

3.1.3 Locales

Según, (Pariona Cárdenas, 2021), en su tesis titulada: “Idea de bloques de cemento que utiliza aserrín para disminuir las cargas en construcciones - Abancay, Apurímac 2021”, establecido como objetivo principal con el fin de reducir la carga en las estructuras, se han propuesto bloques ligeros de hormigón con adición de serrín (Abancay, Apurímac, 2021). Se empleó un enfoque experimental y una metodología cuantitativa de carácter explicativo. Resulta que bloques de concreto con una relación de agua de 1:4, 5%, 10% y 20% aserrín (0.24 kg, 0.56 kg y 0.92 kg) presentan arena fina en términos de peso; confitería, piedra triturada, concreto, agua (1:2.06:2.50:4.36:2.29) y agua 4.22 L. Bloques de concreto con 10% aserrín evidenciaron una capacidad compresiva de 21.47kg/cm² a los 7 días, 25.73kg/cm² a los 14 días y 24.13kg/cm² a los 28 días. Estos bloques fueron aprobados para su uso como muros no portantes

Según, Paiva (2019) En el distrito de Chulucanas de 2019, “Bloques de concretos fabricados con caucho sintético para muros de mampostería que no soportan cargas”, El propósito principal es establecer la estructura de bloques de hormigón de caucho sintético para paredes de mampostería que no resistieron cargas en 2019 en el distrito de Chulucanas. Su método fue de naturaleza cuantitativa y descriptiva, con un diseño experimental. Los resultados sobre la adición del 10%, 15% y 20% de caucho sintético a los bloques de hormigón concordaron con la resistencia mecánica a la compresión. El 20% fue la proporción más elevada.

3.2 Bases teóricas

La albañilería confinada: Según (NTP, E.070). Este es el método de construcción habitualmente empleado para construir una vivienda. Este tipo de edificación emplea ladrillos, columnas, andamios, antepechos, entre otros elementos.

En este tipo de construcción, el muro de ladrillo se construye inicialmente, después se hormigonan los pilares de atado y se ensambla el tejado con las vigas. Se denomina así a la mampostería en la que los muros se construyen utilizando acero como refuerzo.

Albañilería armada: Según (E.070), Los principales componentes de estos refuerzos son los estribos, que son refuerzos horizontales, y los tensores, que son refuerzos verticales, implantados en los pilares del edificio o en los cimientos, respectivamente.

Porque su diseño estructural facilita la fijación de tensores y flexibiliza la estructura, suelen utilizarse ladrillos mecanizados.

La principal característica de esta mampostería es su armadura interior, que suele estar dispersa tanto horizontal como verticalmente. Para fabricar muros reforzados, deben crearse componentes únicos con cavidades para el refuerzo vertical. Las varillas de acero se colocan dentro de canales con no más de $\frac{1}{4}$ de espacio entre ellas para refuerzo horizontal. La cantidad de esfuerzo cortante que el acero debe soportar totalmente determina el diámetro del refuerzo horizontal.

La norma E.070 establece que todos los muros reforzados deben cumplir las siguientes normas mínimas.

- El diámetro de la cubierta de refuerzo debe ser al menos 1,5 veces el diámetro de la barra y no inferior a 10 mm.
- El diámetro de la barra horizontal, que debe ser superior a 6 mm, debe ser igual o superior al espesor del mortero en las juntas horizontales.
- Por cada barra vertical, los bolsillos deben tener un diámetro mínimo de 5 cm, que es igual a cuatro veces el diámetro de la barra multiplicado por el número de barras dentro del bolsillo.

Mampostería: Según (NEC, 2014) También señala el uso de armaduras reforzadas, que consisten en incrustar varillas o mallas de acero en el hormigón o el mortero para garantizar que todos los componentes funcionen como un todo. Además, existe la mampostería restringida, que tiene columnas y vigas de hormigón armado o mampostería que la rodean por los cuatro costados, pero no están pensadas para funcionar como armazones resistentes a la flexión.

Bloque de concreto simple: Son piezas prefabricadas con forma prismática, dimensiones modulares no superiores a 60 cm y sin armadura. Incluyen cemento, agua y áridos de tamaño pequeño o grande, producidos de forma natural o artificial, con o sin colorantes añadidos. Según NTP 399.602, los bloques de concreto están designados para aplicaciones estructurales (Comisión de Normas Técnicas y Comerciales, 2002).

Tabla 3

Clasificación de los bloques

Clase	Uso	Resistencia neta mínima a la compresión simple MPa	Densidad (kg/m ³)			Absorción de agua máxima promedio (kg/m ³)		
			Liviano	Mediano	Norma	Liviano	Mediano	Norma
A	Mampostería Estructural	13.8	288	240	208	320	272	240
B	Mampostería no estructural	4	288	240	208	320	272	240
C	Aliviamientos en losas	1.7	288	240	208	320	272	240

Nota. Los bloques se clasifican en función de su uso previsto. La fuente es la norma NTE INEN 3066 (2016).

Propiedades físicas del bloque de concreto

Permeabilidad:

Cabrera y Ramírez (2019) indican que la permeabilidad de los materiales se refiere a su habilidad para facilitar el ingreso de fluidos a través de su interior, sin la necesidad de modificar su estructura interna. Un material se considera permeable cuando su capacidad de permeabilidad se evidencia para ingresar al flujo es considerable en un periodo de tiempo específico, en contraposición a la noción de impermeabilidad que puede fácilmente o no totalmente permitir el flujo.

Jiménez (2020) indica que la permeabilidad se refiere al proceso donde un líquido o vapor se mueve por una superficie a través de los intersticios entre las partículas, diferenciando su nivel de permeabilidad por la considerable cantidad de fluido que logra infiltrarse en un periodo de tiempo determinado.

Prueba del tubo de Karsten:

El área que se va a examinar debe haber sido previamente limpia, confirmando que el área es seca y sin fisuras. El material plastificante necesita ser moldeado para componer la cúpula del tubo, resultando en un área circular de aproximadamente 20 mm de diámetro en comparación con el área de prueba de 3cm². Finalmente, a través de una pipeta, se debe llenar el tubo hasta el punto de cero, evitando así la formación de burbujas y manteniendo la película de agua

Tabla 4*Estimación de la permeabilidad*

Penetración (ml/min)	Estimación
Más de 3.0	Permeabilidad muy alta
De 2.4 a 3.0	Permeabilidad alta
De 1.0 a 2.4	Mediana permeabilidad
De 0.4 a 1.0	Baja permeabilidad
De 0.2 a 0.4	Impermeabilidad relativa
De 0.1 a 0.2	Impermeable
Menos de 0.1	Sin actividad capilar

Nota. Fuente: Industrial Physis.

Absorción:

Cabrera y Ramírez (2019) indican que la absorción es una característica de un material que permite su retención en forma líquida o gaseosa, lo que conlleva un incremento en la masa del bloque de cemento al ser introducido en agua bajo condiciones de temperatura y tiempo establecidas.

Según NTP 339.007, se calcula la absorción de agua por el componente sumergido, expresada en términos porcentuales de la masa seca. Este atributo tiene relación con la capacidad de resistencia de la pieza, la permeabilidad y la adhesión de la mortilla.

El porcentaje de agua que absorbe el bloque hasta el punto de impregnación se conoce como absorción. E.070 no exige que un ejemplar posea un máximo de absorción de 12% para la categoría NP y 15% para la categoría NP para ser categorizado como tal.

Las normativas señaladas en el pasado párrafo ofrecen la siguiente fórmula para determinar el porcentaje de absorción:

$$\text{Absorción \%} = 100 (W - Wd) / 1Wd$$

Donde:

W_d = Peso de Secado de la Muestra

W = Peso de la solución saturada, tras sumergirse en agua fría.

variación dimensional: RNE E.070 especifica el rango de dimensiones de las muestras de construcción que deben respetarse de acuerdo con la NTP 399.604.

La normativa (NTP 399.604.2002) dicta que se debe emplear una regla de acero graduada en divisiones de 1.0 mm para realizar todas las mediciones de unidades de albañilería, con el fin de determinar la variación en sus medidas.

Densidad: Nos permite saber lo pesado o ligero que es un bloque, y también nos muestra cuánto trabajo o maquinaria se necesitará para gestionarlo desde la producción hasta la colocación.

Alabeo: Se trata de un espécimen diferencial que presenta una deformidad facial evidente, se muestra como convexidad o concavidad. La NTP E.070 «establece que se utilizará el método conveniente de la NTP 399 613 para la evaluación del alabeo de las unidades de mampostería.»

Eflorescencias: Normalmente se ven en el blanco, debido a la presencia de sales, hay concentraciones superficiales de elementos constructivos como ladrillos, piedras, concreto, arena y tierras.

El procedimiento de eflorescencia es sencillo: la eflorescencia capilar ocurre cuando materiales de construcción que se encuentran en contacto con la humedad interactúan con sales disueltas, provocando que la materia soluble se eleve hacia los índices visibles en el aire. Las sales se depositan ahí en forma de cristales, dando lugar a la eflorescencia, a causa de la evaporación del agua.

Propiedades mecánicas del bloque de concreto

- **Resistencia a la compresión:** Las NTP 399.613 y 339.604, para determinar la resistencia a la compresión de las probetas de construcción.

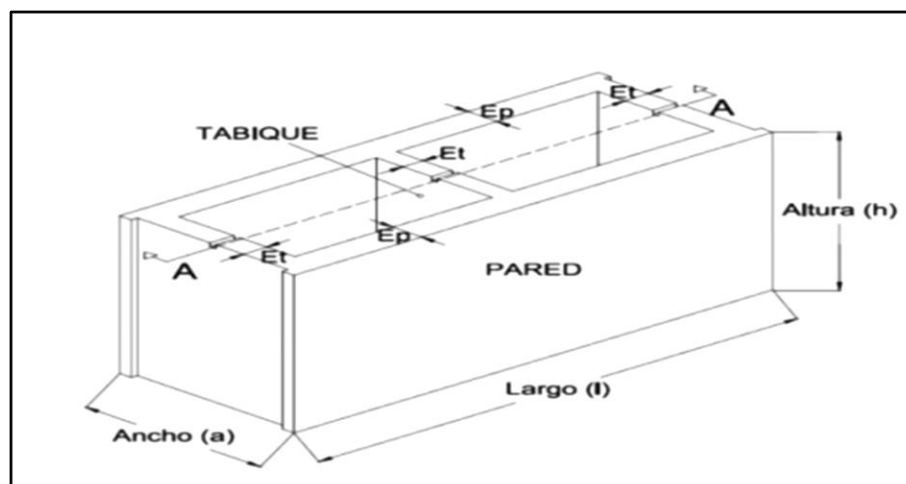
La especificación técnica E.070 de Perú establece lo siguiente, "el (f'_b) Se logra eliminando la desviación estándar de los medios de la muestra". " Se puede describir la resistencia a la compresión como la medida máxima de resistencia al peso central de unidades de concreto, usualmente expresadas en Kg/cm^2 y MPa, o en libras por pulgada cuadrada b/pulg^2 . o psi, durante un período de veintiocho días. Otros períodos de tiempo también pueden ser utilizados para las pruebas, aunque es crucial tener en cuenta la clasificación entre la resistencia durante y la misma edad. Dicho normalmente, la resistencia estimada a lo largo de 7 días se calcula como 75% de la resistencia estimada a lo largo de veintiocho días, y la resistencia a la compresión determinada se define

- **Resistencia a la flexión:** La NTP 339.079, a veces denominada módulo de rotura, se utiliza para medir la resistencia a la flexión. La resistencia a la flexión es un atributo del material que se manifiesta en forma de tensiones que se desarrollan justo antes de que ceda una probeta sometida a un ensayo de flexión. La prueba de flexión transversal es el más famoso, que implica doblar una rebanada circular o rectangular hasta que se fractura o produce a través de una prueba de tres puntos.

Elementos de un Bloque: Según (NTE INEN, 2016), describe las características de un bloque de concreto que incluye largo "l", ancho "a", alto "h", espesor "Ep" y espesor "Et" de un tabique interior y exterior.

Figura 2

Nomenclatura de partes del bloque de hormigón



Nota. Se nombran las partes de un bloque de hormigón. NTE INEN 3066 (2016) como fuente.

Tabla 5

Dimensiones mínimas de paredes y tabiques

Ancho modular del bloque (mm)	Espesores mínimos de paredes y tabiques (mm)		Área mínima normalizada de tabiques (mm ² /m ²)
	Paredes	Tabiques	
< 100	19	19	45140
101 a 150	25	19	45140
>150	32	19	45140

Nota. Dimensiones mínimas de tabiques y paredes. NTE INEN 3066 (2016) como fuente.

El plástico reciclado: Es una materia prima fabricada a partir del petróleo. Como pertenece a la categoría de los termoplásticos y recibe el nombre técnico de tereftalato de polietileno o polietileno tereftalato, es reciclable. Su tenacidad, resistencia y pureza son excelentes. Su orientación determina sus características de transparencia y resistencia química.

El PET se presenta en diversos grados que se distinguen por su peso molecular y su cristalinidad. (Maldonado & Medina, 2008).

Según (Beatriz Dobón, 2018). Los componentes de los ladrillos prefabricados fabricados con plástico reciclado incluyen un aditivo químico que refuerza la unión entre las partículas de plástico y el cemento, cemento portland que actúa como aglutinante y plástico reciclado que actúa como sustituto del árido fino (p. 15). Fue el CEVE quien los creó. Se utilizan tres tipos de materiales:

- Tereftalato de polietileno (PET3) a partir de basura de posconsumo y envases de bebidas desechables.
- Diversos polímeros, como cloruro de polivinilo (PVC), polipropileno bioorientado (BOPP), polietileno de baja densidad (LDPE) y tereftalato de polietileno (PET), con aluminio en polvo y pigmentos aplicados. (para las hojas brillantes), que se desechan de los envases de alimentos o perfumería debido a errores de grosor o entintado.
- Los residuos de los fabricantes que producen placas de aislamiento térmico son poliestireno expandido (PS).

En cambio (Gaggino, 2008) explica que la única aplicación de los ladrillos de PET es como envoltorio no portante. El cerramiento no puede depender de la construcción. Debe aplicarse mortero en las superficies de los cerramientos. El revestimiento acabado tiene exactamente el mismo aspecto que el revestimiento tradicional. El enlucido cubre ambas caras del cerramiento de una hoja (páginas 9-14). Menciona que para su proceso de elaboración se sigue los siguientes pasos:

- ✓ Los residuos de plástico se separan inicialmente, sin limpiarlos previamente (a menos que procedan de la basura).
- ✓ Para sustituir el porcentaje de áridos finos en el cemento, los plásticos se trituran en un molino hasta obtener una granulometría adecuada.
- ✓ En una mezcladora se combinan cemento Portland, áridos, áridos plásticos triturados, agua y aditivos.
- ✓ A continuación, el líquido se introduce en un molde manual para formar los bloques huecos de hormigón, con lo que se completa el procedimiento.
- ✓ Tras el desmoldeo, deben curarse con agua, ya sea en forma de ligera nebulización o sumergiéndolas en un cubo de agua.
- ✓ La resistencia de diseño se obtiene a los 28 días.

Tabla 6

Características técnicas del PET según (Gaggino, 2008)

Peso específico	826 kg/cm ³
Conductividad térmica	0,18 W/mk
Aislamiento acústico	45 dB
Carga máxima de rotura	20 kg/cm ²
Absorción de agua	19,10% (masa)
Resistencia al fuego	Clase RE-2

Nota. Características Técnicas PET. Fuente: Gaggino (2008)

Según (Maldonado & Medina, 2008), Una de las primeras técnicas para moldear materiales plásticos con características bastante sencillas es la extrusión. En este proceso de compresión, el material se empuja para que pase a través del orificio de una matriz, creando un producto largo y continuo cuya forma transversal viene dictada por la forma de la boquilla.

Caucho de Neumático: Las cualidades mecánicas del caucho natural incluyen la resistencia al desgarro, la abrasión, el corte y la flexibilidad. Generalmente naturales o

manufacturados, los polímeros son compuestos macromoleculares que se caracterizan por su gran peso molecular, fuerza mecánica, resistencia y estructura repetida. La temperatura, el agua y los agentes químicos pueden alterar sus propiedades. Gracias a sus mejores cualidades plásticas y elásticas, el caucho es una buena opción para las carreteras, ya que aumenta la adherencia y, por sus capacidades únicas, reduce el ruido del vehículo. (Reyes López, Sierra Rodríguez, & Becerra Becerra., 2021).

Figura 3

Fibra de Caucho



Nota. Fibra de Caucho. Fuente: Rubber Recycling

(Almeida, 2011) , Según él, el caucho es un polímero compuesto por varias unidades enlazadas del hidrocarburo elástico C_5H_8 isopreno, que puede sintetizarse, pero también se encuentra de forma natural en la savia de distintas plantas como una emulsión lechosa conocida como látex.

Según (Fioriti, Segantini, Pinheiro, Akasaki, & Spósito, 2020), Debido a que el caucho puede tolerar una deformación elástica significativa antes de que el concreto se agriete, el concreto de caucho de neumático exhibe un comportamiento particular en cuanto a rigidez por flexión y módulo de elasticidad. (Granzotto y Souza, 2013), Ellos revelaron que la deficiencia adhesión entre la matriz de cemento y el caucho, así como el módulo de elasticidad, son los

culpables de que el hormigón que contiene caucho de neumático pierda su resistencia a la compresión.

Resistencia a la compresión: Para verificar la resistencia y controlar la calidad, se utilizará la característica resistente de la fábrica de ladrillos. teniendo en cuenta la probabilidad de que el 95% de las piezas ensayadas cumplan este valor. (Almeida, 2011).

La siguiente frase se utilizará para determinar el valor de la resistencia.

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

Donde:

σ = Resistencia de la mampostería tomada en consideración

P = Carga de rotura aplicada a una área determinada en kg.

A = Área de aplicación de la carga de compresión en cm²

Proceso de Fabricación de Bloques: Según (Almeida, 2011), se sigue los siguientes pasos:

- ✓ Selecciona de Materiales como los agregados finos, cemento portland.
- ✓ Selección de equipos vibro compactador, revolvedora.
- ✓ Se Realiza la granulometría adecuada de los agregados provenientes de las canteras.
- ✓ Dosificación para la mezcla en seco de los componentes del equipo de mezcla, se añade agua gradualmente.
- ✓ Se realiza el Moldeado.
- ✓ Curado de los bloques con PET se esparcen agua por 7 días

- ✓ Guardado en zonas húmedas y resguardadas de humedad.
- ✓ Finalmente, una vez que los bloques han reposado, se realizan pruebas de compresión, flexión, absorción, permeabilidad y contenido de humedad.

3.3 Definición de términos

- Bloque de hormigón ligero: Bloque con una densidad de hormigón inferior a 1300 KH/m^3 . Según (Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales, 2002), Los bloques de hormigón para aplicaciones estructurales se tratan en la NTP 399.602 (pág. 2).
- Según cualquier plano paralelo a la superficie de apoyo, los ladrillos cerámicos macizos tienen una superficie neta que es al menos el 80% de la superficie bruta correspondiente, no tienen agujeros y tienen paredes de al menos 2,5 cm de grosor.
- Fragmentos cerámicos de bloques huecos diseñados para ser empleados en la edificación de paredes de cemento Portland, agregados finos y gruesos de baja densidad, y cuya sección, calculada por cualquier plano paralelo a la superficie que soporta la carga, posee una superficie neta que supera al menos el 40% de la superficie bruta.
- Los bloques de mampostería de hormigón se clasifican como bloques de hormigón huecos portantes si su sección transversal, medida a lo largo de cualquier plano paralelo a la superficie de soporte, poseyendo una zona neta que represente al menos el 40% de la superficie bruta.
- Dimensiones de fabricación: son las medidas que el fabricante selecciona de las tablas y utiliza. La Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales (2002) afirma que la NTP 399.602 permite el uso de bloques de hormigón con fines estructurales. (pág. 2).

- Dimensiones efectivas: las constatadas en el bloque por medición directa. Según la NTP 399.602, Bloques de concreto para aplicaciones estructurales, definición (Comisión de Regulaciones Técnicas y Comerciales, 2002) (pag. 2).
- Dimensiones nominales: Estas son las medidas empleadas para determinar el tamaño del bloque, las cuales están especificadas en la normativa técnica peruana. La Comisión de Reglamento Técnico y Comercial, en la NTP 399.602, estipula: (2002) menciona los bloques de hormigón para aplicaciones estructurales (p. 2).

Tabla 7*Dimensiones nominales*

Largo (cm)	Ancho (CM)	Alto (cm)
29	19	29
39	19	19
39	29	19
29	24	29

Nota. Dimensiones Nominales. Fuente: NTP 399.602

- Los tabiques y paredes exteriores representan algunos de los numerosos componentes que generan las cavidades en el bloque de hormigón. Los muros exteriores del bloque se alinean con sus caras; las demás paredes actúan como divisiones. Este último puede ser longitudinal (alineado con las paredes exteriores longitudinales) o transversal (en contraposición a ellas). La NTP 399.602, establecida por la Comisión de Normas Técnicas y Comerciales (2002), define los bloques de concreto destinados a uso estructural (p.2).
- La correlación entre la carga de ruptura de un bloque cuando se comprime y su grosor o área neta se conoce como resistencia a la compresión. (Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales, 2002) (pág. 2).

- Fuerza compresiva nominal: La Norma Técnica Peruana establece esta referencia valor como la resistencia a la compresión estipulada en la sección bruta, y se aplica en el proceso de identificación de bloques. Según NTP 399.602, Bloques de hormigón para uso estructural (Sección 2) (Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales, 2002).
- Sección bruta: La menor superficie que se puede generar en un plano que se encuentra paralelo al plano de cama. Según NTP 399.602, Bloques de concreto para uso estructural (Sección 2) (Comisión de Normas Técnicas y Comerciales, 2002).
- Sección neta: la superficie que se obtiene al extraer de la sección gruesa la superficie de las cavidades en un plano paralelo a su asiento. Según (Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales, 2002), en la NTP 399.602, Bloques de concreto para uso estructural. (pág. 2).
- Unidad de albañilería de peso normal: La unidad con una densidad de 2000 kg/cm^3 o más. La NTP 399.602, bloques de hormigón para uso estructural, establece (Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales, 2002) (p. 2).
- Caucho: El caucho es un material que se sintetiza., aunque también puede obtenerse de la savia de muchas plantas. Se trata de una emulsión lechosa o sustancia pegajosa conocida como látex. Suelen ser los árboles hevea brasilienses, también llamados árboles del caucho, de los que se extrae por incisiones el látex, que incluye entre un 25% y un 40% de caucho natural. (Almeida Salazar, 2011) (pág. 9).
- Fibras de caucho obtenidas de neumáticos reciclados: Los neumáticos fuera de uso se trituran para producir caucho granulado reciclado o fibras de caucho a partir de neumáticos reciclados. Cuando se separan los materiales indeseables, como las fibras de

acero y textiles, se produce caucho en miga con granulometrías variables en función de la finalidad (Olivares, 2016) (pág. 6).

- PET: (Alesmar, Rendón, & Korody, 2008) Para ser más precisos, Un kilogramo de PET incluye un 64% de petróleo, un 23% de líquidos derivados de gas natural y un 13% de aire. PET se define como un resultado de la mezcla de petróleo crudo, gas natural y aire. Además, se le define como un material conocido por su excelente resistencia a la compresión y su luminosidad. (pág. 2).

IV. Metodología

4.1 Tipo y nivel de investigación

Método

En esta investigación se utilizó el método hipotético-deductivo porque, como señala Hernández (2006), se basa en una hipótesis extraída de ideas, reglas, principios o pruebas empíricas. A continuación, aplica el razonamiento deductivo para generar nuevas deducciones y pronósticos empíricos que necesitan comprobación experimental.

Tipo de investigación

El objetivo de la investigación aplicada o técnica, según Nieto (2018), es resolver problemas con operaciones, normas, sistemas, etc. que están conectados con la existencia productiva de la sociedad. Esta tesis fue del tipo aplicada ya que se modificaron bloques de concreto para proporcionar mayor impermeabilidad, lo cual depende de la investigación fundamental para mejorar la tecnología actual.

Nivel o alcance de investigación

Esta tesis tuvo un nivel explicativo ya que, de acuerdo con Arias y Covinos (2021), el nivel explicativo se consolida a través de la formación de una relación de vínculo, así como la formulación de hipótesis de manera que se establezca causalidad.

Diseño de investigación

Según Ruiz (2013), Una versión experimental es un método para recopilar datos y manipulando los objetos de estudio y tratando de medir el efecto de una variable sobre otra; como resultado, la investigación estuvo en línea con una versión experimental.

La orientación del estudio es correlacional, explicativo y causal, esto implica que especifica la correlación causal entre las distintas variables y detalla las propiedades del problema en análisis, además del impacto que este tiene: La inclusión de fibras de goma derivadas de neumáticos y reciclado de plástico en dosificaciones para mejorar la estructura de bloques destinados a la construcción de mampostería, se puede agregar a estos últimos. Para dilucidar aún más los resultados de las pruebas de laboratorio, la variable dependiente se evaluó además mediante el procedimiento de técnica estadística.

4.2 Ámbito temporal y espacial

Temporal

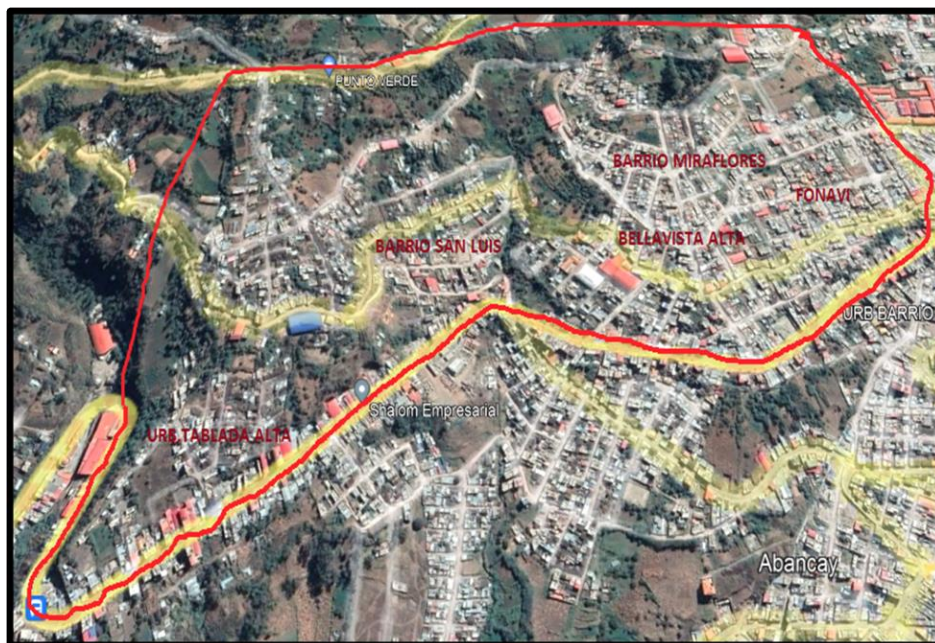
La tesis se circunscribe al año 2023 -2024. y el tiempo de ejecución fue de octubre del 2023 a diciembre del 2023. Todo abarca desde la fase inicial de planificación y recopilación de datos, hasta la evaluación de los resultados y las conclusiones. Todos los datos recopilados y las interpretaciones realizadas estarán relacionados con este período temporal específico.

Espacial

Para esta tesis, se llevó a cabo la elaboración y estudio vinculado a los bloques de cemento artesanal en Abancay, ubicados en la región de Apurímac. Estará delimitada como lugar de ejecución por el sur av. Venezuela y Bellavista Baja y por el noreste el barrio de Tablada Alta y hacia el norte el barrio de Miraflores en el distrito de las Américas, provincia Abancay, región Apurímac, de esta manera en este lugar se llevarán a cabo el diseño de bloques para ser utilizados en construcciones con más fibras de caucho de neumáticos y plástico reciclable.

Figura 4

Lugar donde se va a realizar el trabajo de campo



Nota. Fuente: El autor.

4.3 Población y muestra

4.3.1 Población

La población se refiere a un conjunto limitado o ilimitado de elementos con características compartidas, a los que se aplicarán las conclusiones obtenidas del estudio (Arias G, 2012). Esta se encuentra limitada por los objetivos del estudio y la situación.

Por lo tanto, los bloques que incluyen agregados de caucho de llanta y plástico reciclado para las obras civiles de Abancay conformarán la población de la tesis.

4.3.2 Muestra:

En términos conceptuales, una muestra representa a segmento de la población o universo de interés a la que se enfocará la recopilación de datos pertinentes (Hernández y Mendoza,

2018). Para que las conclusiones obtenidas en el ensayo puedan ser aplicadas a la población, es imprescindible que el ensayo sea representativo de la población (en términos probabilísticos).

Esto significa que habrá 168 muestras de bloques a analizar en la muestra de esta tesis.

4.4 Instrumentos

Existen diversas herramientas para descubrir y categorizar diversas variables, y en algunas situaciones, puede emplear diferentes estrategias de recolección de datos, afirman Hernández y Mendoza (2018).

4.5 Procedimientos

Con el propósito de recopilar datos pertinentes de acuerdo a las variables estudiadas en el estudio, se diseñó un cuestionario destinado a todos los participantes de esta investigación. Previamente, se obtuvo el consentimiento del director de la institución para la aplicación de este instrumento, el cual se llevó a cabo de manera virtual. Los datos recopilados fueron posteriormente almacenados en una hoja de cálculo Excel, facilitando una investigación exhaustiva.

4.6 Análisis de datos

El método estadístico se enfoca en la recopilación, estudio e interpretación de datos, con la finalidad de alcanzar el propósito de lograr adquirir información valiosa y tomar decisiones basadas en datos. Para resumir los datos, este proceso utiliza medidas descriptivas como la desviación estándar, la mediana y la media. Además, para hacer generalizaciones sobre poblaciones a partir de muestras, utilice métodos inferenciales como pruebas de hipótesis e intervalos de confianza. Para comprender cómo se relacionan las variables, se utilizan técnicas de regresión y evaluación. Para facilitar estos análisis, se requiere el uso de programas

estadísticos como SPSS o R. Para comunicar claramente los resultados, también es esencial presentar visualmente los datos a través de gráficos y tablas. Mantener la integridad y la precisión durante el procesamiento estadístico es esencial para garantizar la validez de cualquier conclusión derivada.

4.7 Consideraciones éticas

El proyecto de investigación en cuestión garantizará su genuinidad y veracidad, ya que la información utilizada para su elaboración ha sido debidamente citada y extraída de fuentes confiables.

Según el Código de Ética de la Escuela de Ingenieros del Perú, durante todo el proceso se respetaron los estándares morales y éticos que rigen nuestra profesión y la Universidad Tecnológica de los Andes.

V. Resultados y discusión

5.1 Resultados

5.1.1 Propiedades físicas

Permeabilidad

Tabla 8

Datos del ensayo de Permeabilidad (ml/10min) del concreto con incorporación parcial de caucho neumático (CN) y plástico reciclado (PET)

Permeabilidad (ml/10min)	Patrón	CN-3%	CN-5%	CN-7%	PET-3%	PET-5%	PET-10%
M1	2.20	0.62	0.80	0.95	0.65	0.86	0.98
M2	2.40	0.62	0.82	0.96	0.78	0.90	1.03
M3	2.25	0.68	0.81	0.90	0.76	0.90	1.01
M4	2.40	0.75	0.80	0.97	0.68	0.92	1.03
M5	2.60	0.64	0.79	0.96	0.78	0.93	1.07
M6	2.50	0.68	0.75	0.97	0.77	0.82	1.10
Suma	14.35	3.99	4.77	5.71	4.42	5.33	6.22
Promedio	2.39	0.67	0.80	0.95	0.74	0.89	1.04
Desv. Est.	0.15	0.05	0.02	0.03	0.06	0.04	0.04

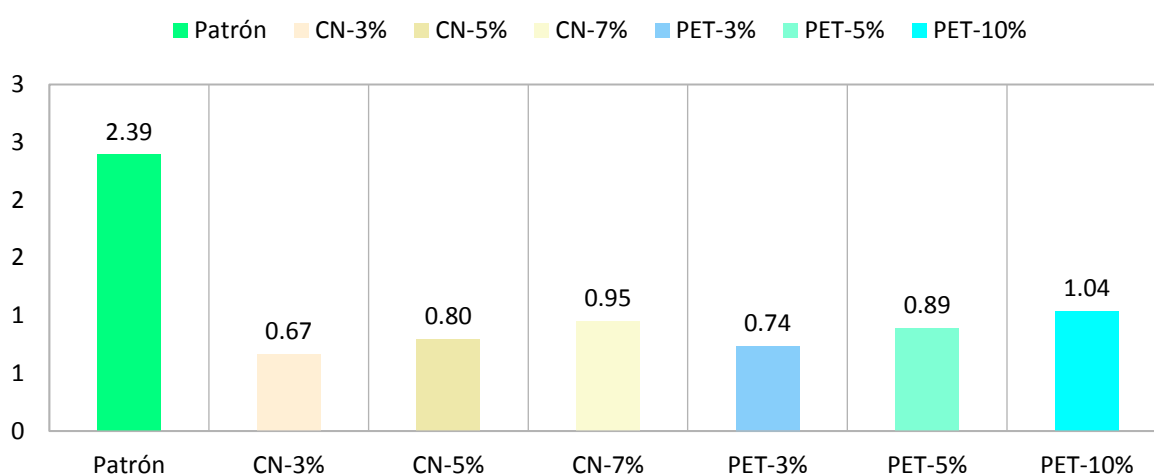
Nota. Fuente: El autor.

Tabla (5) presenta la información y los principales datos obtenidos a partir de la prueba de permeabilidad (ml/10min) del concreto con incorporación parcial de caucho neumático (CN) (CN-3%, CN-5% y CN-7%) y plástico reciclado (PET) (PET-3%, PET-5% y PET-10%), en ella se visualiza que el concreto incorporado con Patrón ha conseguido una Permeabilidad (ml/10min) de 2.39 kg/cm², mientras que el concreto incorporado con Caucho neumático – 3% ha conseguido 0.665 kg/cm², luego el concreto incorporado con Caucho neumático – 5% un promedio de 0.795 kg/cm², el concreto incorporado con Caucho neumático – 7% un promedio de 0.95 kg/cm², el concreto incorporado con Plástico reciclado – 3% un promedio de 0.74 kg/cm², el concreto incorporado con Plástico reciclado – 5% un promedio de 0.89 kg/cm² y el

concreto incorporado con Plástico reciclado – 10% una Permeabilidad (ml/10min) de 1.04 kg/cm². La figura (6) muestra gráficamente los promedios de Permeabilidad (ml/10min) de la tabla (5).

Figura 5

Promedios de Permeabilidad (ml/10min) de los diferentes tratamientos del concreto con incorporación parcial de caucho neumático (CN) y plástico reciclado (PET)



Nota. Se muestra las barras de los promedios de permeabilidad

Tabla 7

Comparación múltiple de Tukey de los promedios de Permeabilidad (ml/10min) del concreto con incorporación parcial de caucho neumático (CN) y plástico reciclado (PET)

Origen de variaciones	SS	df	MS	F	Valor P	F crítico	Sig.
Entre grupos	12.87	6	2.15	456.19	0.000	2.37	***
Dentro de los grupos	0.16	35	0.00				
Total	13.04	41					
C.V. (%)	6.43						

Nota. En la tabla se muestra el análisis de la varianza

*** : Significativa al 99.9% de confiabilidad

La tabla (6) Las medias de permeabilidad (ml/10min) del concreto con incorporación parcial del caucho para neumáticos (CN) y el PET se exponen en la ecuación de varianza. El valor de P es 0.000 menor a 0.05, lo que indica que al menos dos de los tratamientos poseen medios de manera estadísticamente distinta y que la medida de permeabilidad (ml/10min) presenta una variación significativa.

Tabla 9

Comparación múltiple de Tukey de los promedios de Permeabilidad (ml/10min) del concreto con incorporación parcial de caucho neumático (CN) y plástico reciclado (PET)

Tratamiento	Promedio	Grupo
Patrón	2.39	A
PET-10%	1.04	B
CN-7%	0.95	BC
PET-5%	0.89	CD
CN-5%	0.80	DE
PET-3%	0.74	EF
CN-3%	0.67	F

Nota. En la tabla se muestra el análisis y comparación de TUNKEY

Tabla (7) muestra el estudio Tukey de las medias de permeabilidad (ml/10min) de la cimentación con incorporación parcial de caucho neumático (CN) y reciclado de plástico (PET), evidenciando que el grupo control, con una media de 2,39 ml/10min, representa el grupo de control, mostró la mayor permeabilidad y se destacó como el grupo A. Los tratamientos con incorporación de PET al 10% (promedio de 1.04 ml/10min) y CN al 7% (promedio de 0.95 ml/10min) formaron el grupo B y C respectivamente, siendo significativamente mejores que el grupo de control. A medida que disminuyó la proporción de PET y CN, la permeabilidad también disminuyó, con valores promedio de 0.89 ml/10min para PET al 5% y 0.80 ml/10min para CN al 5%, agrupados en CD y DE respectivamente. Las concentraciones más bajas de PET al 3% (promedio de 0.74 ml/10min) y CN al 3% (promedio de 0.67 ml/10min) representaron

los valores más bajos de permeabilidad, agrupados en EF y F respectivamente, demostrando una mejora significativa con respecto al grupo de control.

Según la Norma Técnica Peruana, los promedios de permeabilidad se observan que el concreto con un 10% de PET (Grupo B) tiene el promedio más bajo de permeabilidad (1.04 ml/10min), seguido por el concreto con un 7% de CN (Grupo C) con un promedio de 0.95 ml/10min. A medida que disminuye la proporción de PET y CN en el concreto, los promedios de permeabilidad también disminuyen, con el concreto con un 3% de PET (Grupo F) y un 3% de CN (Grupo G) mostrando los promedios más bajos de permeabilidad (0.74 ml/10min y 0.67 ml/10min, respectivamente). Estos resultados sugieren que la adición de PET y CN al concreto puede reducir significativamente su permeabilidad, con una proporción más baja de cada material mostrando mejores resultados en términos de impermeabilización del concreto.

Porcentaje de absorción (%)

Tabla 10

Datos del ensayo de Porcentaje de absorción (%) del concreto con incorporación parcial de caucho neumático (CN) y plástico reciclado (PET)

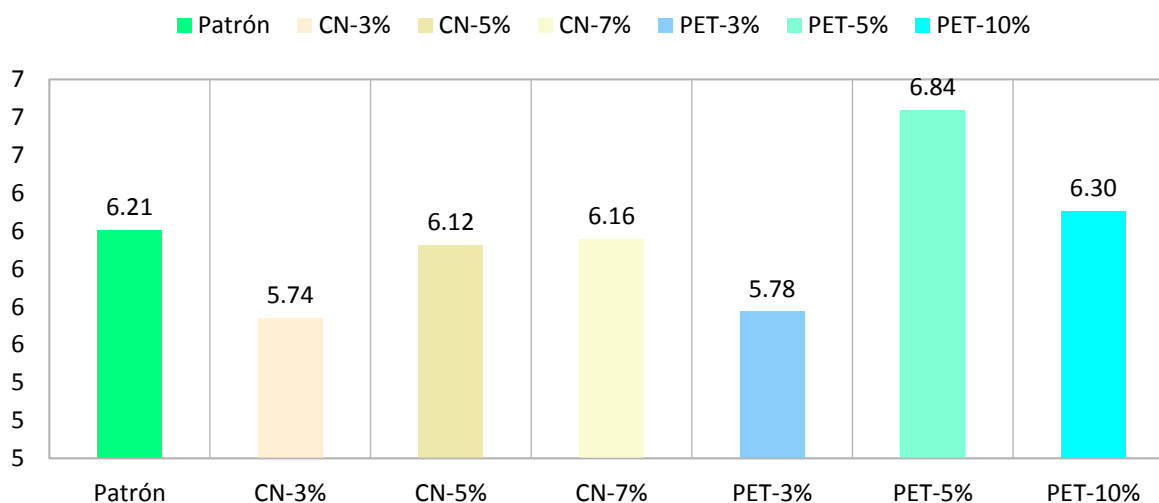
Absorción (%)	Patrón	CN-3%	CN-5%	CN-7%	PET-3%	PET-5%	PET-10%
M1	6.04	5.83	6.04	6.16	5.60	6.86	6.35
M2	6.35	5.69	6.14	6.16	5.80	6.69	6.31
M3	6.43	5.82	6.07	6.17	5.74	7.25	6.11
M4	6.18	5.99	6.10	6.23	5.97	6.78	6.41
M5	6.14	5.61	6.16	6.10	5.76	6.62	6.56
M6	6.09	5.51	6.23	6.11	5.78	6.82	6.08
Suma	37.23	34.45	36.74	36.93	34.65	41.02	37.82
Promedio	6.21	5.74	6.12	6.16	5.78	6.84	6.30
Desv. Est.	0.15	0.17	0.07	0.05	0.12	0.22	0.18

Nota. Se observa en la tabla todos los resultados obtenidos del ensayo de laboratorio de absorción

Tabla (8) presenta los datos y las principales cifras obtenidas a partir de la investigación de la porcentaje de absorción (%) del concreto con incorporación parcial de caucho neumático (CN) (CN-3%, CN-5% y CN-7%) y plástico reciclado (PET) (PET-3%, PET-5% y PET-10%), en ella se visualiza que el concreto incorporado con Patrón ha conseguido una Absorción (%) de 6.205 %, mientras que el concreto incorporado con Caucho neumático – 3% ha conseguido 5.74 % , luego el concreto incorporado con Caucho neumático – 5% un promedio de 6.12 % , el concreto incorporado con Caucho neumático – 7% un promedio de 6.155 %, el concreto incorporado con Plástico reciclado – 3% un promedio de 5.775 %, el concreto incorporado con Plástico reciclado – 5% un promedio de 6.84 % y el concreto incorporado con Plástico reciclado – 10% una Absorción (%) de 6.30 %. La figura (7) muestra gráficamente los promedios de Porcentaje de absorción (%) de la tabla (10).

Figura 6

Promedios de Porcentaje de absorción (%) de los diferentes tratamientos del concreto con incorporación parcial de caucho neumático (CN) y plástico reciclado (PET)



Nota. Se muestra las barras de promedio de porcentaje de absorción

Tabla 11

Análisis de varianza de los promedios de Porcentaje de absorción (%) del concreto con incorporación parcial de caucho neumático (CN) y plástico reciclado (PET)

Origen de variaciones	SS	df	MS	F	Valor P	F crítico	Sig.
Entre grupos	4.83	6	0.80	36.06	0.000	2.37	***
Dentro de los grupos	0.78	35	0.02				
Total	5.61	41					
C.V. (%)	2.24						

Nota. En la tabla se muestra el análisis de la varianza

*** : Significativa al 99.9% de confiabilidad

La Tabla (9) muestra el análisis de varianza de la absorción de medios (%) de concreto con incorporación parcial de PET (plástico reciclable) y caucho de llantas (CN). Existen variaciones significativas en los promedios de absorción (%), lo que indica que al menos dos de los elementos incorporados a la cimentación poseen promedios de absorción de manera estadísticamente distinta, dado que el valor de P es 0.000 inferior a 0.05.

Tabla 12

Comparación múltiple de Tukey de los promedios de Porcentaje de absorción (%) del concreto con incorporación parcial de caucho neumático (CN) y plástico reciclado (PET)

Tratamiento	Promedio	Grupo
PET-5%	6.84	A
PET-10%	6.30	B
Patrón	6.21	B
CN-7%	6.16	B
CN-5%	6.12	B
PET-3%	5.78	C
CN-3%	5.74	C

Nota. Fuente: El autor.

Tabla (10) muestra el estudio Tukey de las medias de Porcentaje de Absorción (%) en concreto con incorporación parcial de caucho neumático (CN) y reciclado de plástico (PET), donde se muestra que el grupo de control, con una media de absorción del 6.21%, se agrupó con PET-10%, CN-7%, CN-5%, y mostró una absorción ligeramente mayor que los otros tratamientos. Los tratamientos con incorporación de PET al 5% (promedio de 6.84%) y PET al 10% (promedio de 6.30%) se agruparon en A y B respectivamente, mostrando una absorción ligeramente superior al grupo de control. Mientras tanto, los tratamientos con CN al 3% (promedio de 5.74%) y PET al 3% (promedio de 5.78%) se agruparon en C, revelando la absorción más baja entre los tratamientos evaluados. Esto sugiere que la incorporación de CN al 3% y PET al 3% puede resultar en una reducción significativa en la absorción de agua en comparación con el grupo de control.

Respecto a la normativa técnica peruana sobre los índices de absorción (%) de hormigón con incorporación parcial de caucho neumático (CN) y plástico reciclado (PET) a través del test de Tukey, se demuestra que todos los procedimientos se encuentran dentro del rango establecido por dicho estándar para concreto, que generalmente establece un límite máximo de absorción para garantizar la durabilidad y resistencia del material. Aunque se observan variaciones entre los distintos tratamientos, desde un promedio de 6.84% para el PET al 5% hasta 5.74% para el CN al 3%, todos los valores están dentro de un rango aceptable según la normativa.

5.1.2 Propiedades mecánicas

Resistencia a la compresión (kg/cm²)

Tabla 13

Datos del ensayo de la Resistencia a la compresión (kg/cm²) del concreto con incorporación parcial de caucho neumático (CN) y plástico reciclado (PET)

Compresión (kg/cm ²)	Patrón	CN-3%	CN-5%	CN-7%	PET-3%	PET-5%	PET-10%
M1	20.07	19.09	16.03	12.71	26.60	21.79	14.13
M2	22.05	21.16	16.79	12.85	24.40	21.50	15.90
M3	20.60	20.70	16.74	12.90	25.68	20.75	15.64
M4	22.42	20.93	16.58	13.62	24.30	21.84	15.83
M5	20.51	20.79	17.07	12.49	24.74	19.05	15.43
M6	22.06	20.16	16.63	13.25	25.13	20.60	16.03
Suma	127.71	122.83	99.84	77.82	150.85	125.53	92.96
Promedio	21.29	20.47	16.64	12.97	25.14	20.92	15.49
Desv. Est.	1.00	0.75	0.34	0.40	0.88	1.06	0.70

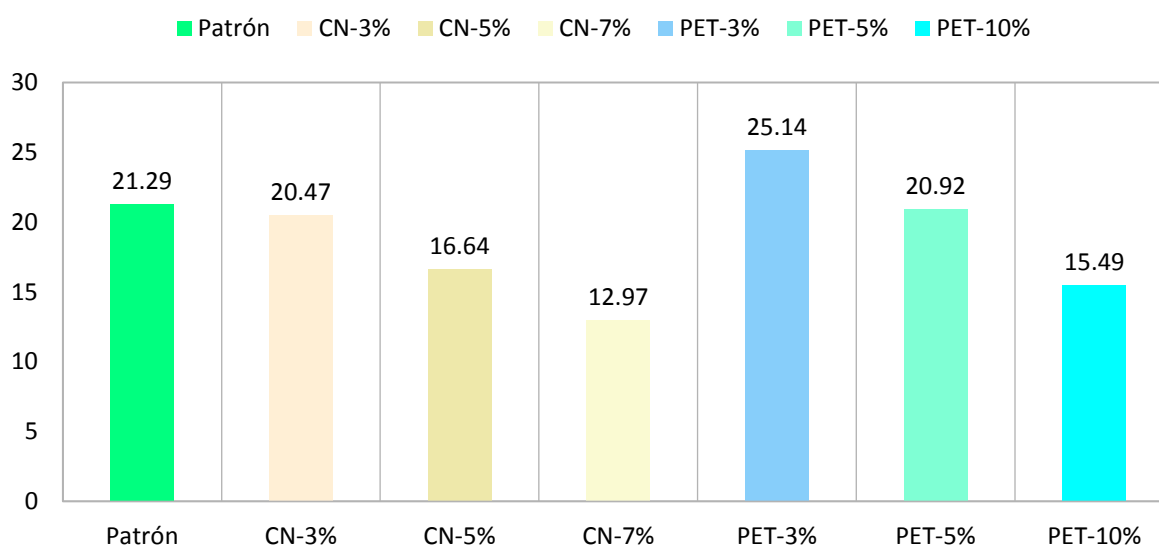
Nota. Fuente: El autor.

Tabla (11) se muestra la información y los datos más relevantes adquiridos del Ensayo de Resistencia a la Compresión (kg/cm²) de hormigón con incorporación parcial de caucho neumático (CN) (CN-3%, CN-5% y CN-7%) y plástico reciclado (PET) (PET-3%, PET-5% y PET-10%), en ella se visualiza que el concreto incorporado con Patrón ha conseguido una Compresión (kg/cm²) de 21.285 kg/cm², mientras que el concreto incorporado con Caucho neumático – 3% ha conseguido 20.47 kg/cm², luego el concreto incorporado con Caucho neumático – 5% un promedio de 16.64 kg/cm², el concreto incorporado con Caucho neumático – 7% un promedio de 12.97 kg/cm², el concreto incorporado con Plástico reciclado – 3% un promedio de 25.14 kg/cm², el concreto incorporado con Plástico reciclado – 5% un promedio de 20.92 kg/cm² y el concreto incorporado con Plástico reciclado – 10% una Compresión

(kg/cm²) de 15.49 kg/cm². La figura (8) gráficamente muestra las medias de la Resistencia a la Compresión (kg/cm²) de la tabla (13).

Figura 7

Promedios de la Resistencia a la compresión (kg/cm²) de los diferentes tratamientos del concreto con incorporación parcial de caucho neumático (CN) y plástico reciclado (PET)



Nota. Fuente: El autor.

Tabla 14

Análisis de varianza de los promedios de la Resistencia a la compresión (kg/cm²) del concreto con incorporación parcial de caucho neumático (CN) y plástico reciclado (PET)

Origen de variaciones	SS	df	MS	F	Valor P	F crítico	Sig.
Entre grupos	618.16	6	103.03	170.65	0.000	2.37	***
Dentro de los grupos	21.13	35	0.60				
Total	639.29	41					
C.V. (%)	4.09						

Nota. Fuente: El autor.

*** : Significativa al 99.9% de confiabilidad

La tabla (12) Explica el estudio de fluctuaciones en los medios de resistencia a la compresión (kg/cm^2) de hormigón con adición parcial de plástico reciclado (PET) y caucho de neumáticos (CN). El valor P muestra una diferencia estadísticamente relevante entre las medias de compresión (kg/cm^2), siendo 0.000 inferior a 0.05, lo que sugiere que al menos dos de los tratamientos poseen promedios que difieren de manera significativa.

Tabla 15

Comparación múltiple de Tukey de los promedios de la Resistencia a la compresión (kg/cm^2) del concreto con incorporación parcial de caucho neumático (CN) y plástico reciclado (PET)

Tratamiento	Promedio	Grupo
PET-3%	25.14	A
Patrón	21.29	B
PET-5%	20.92	B
CN-3%	20.47	B
CN-5%	16.64	C
PET-10%	15.49	C
CN-7%	12.97	D

Nota. Se muestra en la tabla el análisis y comparación de tunkey

La tabla (13) Tukey presenta su estudio sobre las capacidades de compresión promedio (kg/cm^2) de hormigón con incorporación parcial de caucho neumático (CN) y reciclado de plástico (PET). Se observa que el grupo control exhibe una capacidad de compresión promedio de 21,29 kg/cm^2 , agrupado con PET-5%, CN-3% y CN-5%, mostrando una resistencia ligeramente superior al promedio para estos tratamientos. Los tratamientos con incorporación de PET al 3% (promedio de 25.14 kg/cm^2) se destacaron como el grupo A, evidenciando la mayor resistencia a la compresión. Mientras tanto, los tratamientos con CN al 7% (promedio de 12.97 kg/cm^2) se agruparon en D, mostrando la resistencia más baja entre los tratamientos evaluados. Esto señala que agregar PET al 3% puede conducir a un incremento notable en la

resistencia a la compresión, mientras que agregar CN al 7% puede disminuir considerablemente esta característica del concreto.

Según la normativa peruana para concretos estructurales, los valores mínimos de resistencia a la compresión varían según la clase de concreto y su aplicación. En este estudio, el grupo de control, con una resistencia promedio de 21.29 kg/cm², se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la normativa. Los tratamientos con incorporación de PET al 3% y 5% muestran resistencias ligeramente inferiores al grupo de control, pero aún dentro de rangos aceptables. Sin embargo, los tratamientos con CN al 3%, CN al 5%, PET al 10%, y CN al 7% muestran resistencias significativamente más bajas, incluso por debajo de los valores mínimos permitidos por la normativa peruana para aplicaciones estructurales.

Resistencia a la flexión (kg/cm²)

Tabla 16

Datos del ensayo de la Resistencia a la flexión (kg/cm²) del concreto con incorporación parcial de caucho neumático (CN) y plástico reciclado (PET)

Flexión (kg/cm ²)	Patrón	CN-3%	CN-5%	CN-7%	PET-3%	PET-5%	PET-10%
M1	11.00	12.19	10.01	9.32	9.71	8.87	6.07
M2	10.54	11.71	10.44	7.46	10.34	8.93	6.80
M3	10.46	11.63	10.70	8.24	10.51	8.53	6.51
M4	11.21	12.39	10.06	8.43	10.58	8.79	6.23
M5	9.93	12.09	10.05	7.38	10.07	8.87	7.05
M6	10.98	12.32	10.26	8.48	10.93	8.01	6.90
Suma	64.12	72.33	61.52	49.31	62.14	52.00	39.56
Promedio	10.69	12.06	10.25	8.22	10.36	8.67	6.59
Desv. Est.	0.47	0.32	0.27	0.72	0.42	0.35	0.39

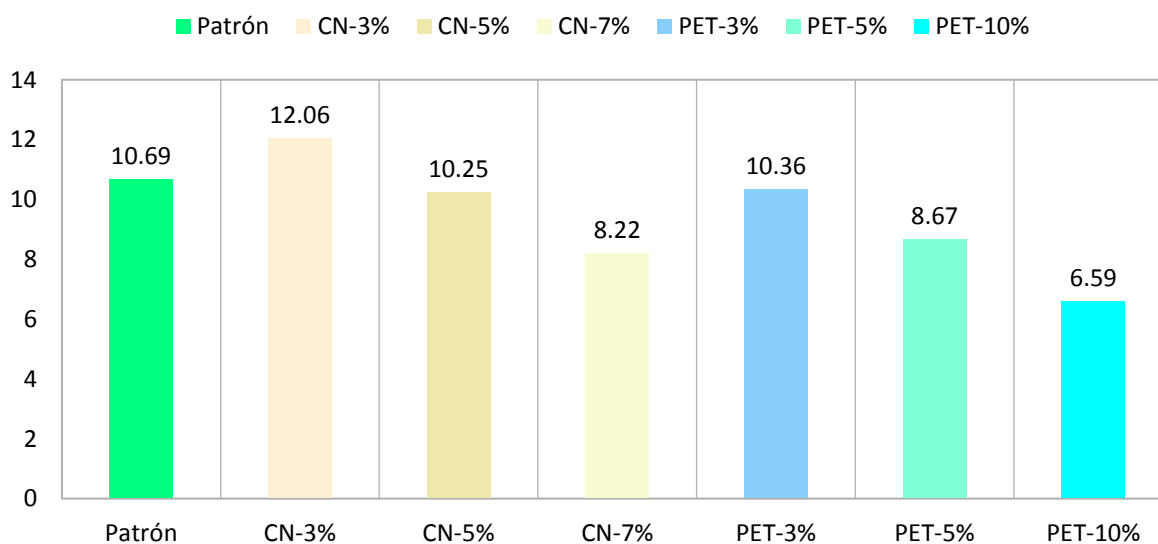
Nota. Se muestra en la tabla los resultados del ensayo de la resistencia a la flexión

Tabla (14) muestra los datos y las principales cifras registradas a partir del ensayo de Resistencia a la Flexión (kg/cm²) realizado en concreto con incorporación parcial de caucho

neumático (CN) (CN-3%, CN-5% y CN-7%) y plástico reciclado (PET) (PET-3%, PET-5% y PET-10%), en ella se visualiza que el concreto incorporado con Patrón ha conseguido una Flexión (kg/cm^2) de $10.69 \text{ kg}/\text{cm}^2$, mientras que el concreto incorporado con Caucho neumático – 3% ha conseguido $12.055 \text{ kg}/\text{cm}^2$, luego el concreto incorporado con Caucho neumático – 5% un Promedio de $10.25 \text{ kg}/\text{cm}^2$, Concreto incorporado con caucho neumático - 7% con un promedio de $8.22 \text{ kg}/\text{cm}^2$, Concreto incorporado con plástico reciclado - 3% con un promedio de $10.36 \text{ kg}/\text{cm}^2$, Concreto incorporado con plástico reciclado - 5% con un promedio de $8.67 \text{ kg}/\text{cm}^2$, y Concreto incorporado con plástico reciclado - 10% con Flexión (kg/cm^2) de $6.59 \text{ kg}/\text{cm}^2$. Figura (9) ilustra visualmente las medias de Resistencia a la flexión (kg/cm^2) de la tabla (14).

Figura 8

Promedios de Resistencia a la flexión (kg/cm^2) de los diferentes tratamientos del concreto con incorporación parcial de caucho neumático (CN) y plástico reciclado (PET)



Nota. Se muestra las barras de los promedios de resistencia a la flexión

Tabla 17

Análisis de varianza de los promedios de Resistencia a la flexión (kg/cm²) del concreto con incorporación parcial de caucho neumático (CN) y plástico reciclado (PET)

Origen de variaciones	SS	df	MS	F	Valor P	F crítico	Sig.
Entre grupos	120.05	6	20.01	102.07	0.000	2.37	***
Dentro de los grupos	6.86	35	0.20				
Total	126.91	41					
C.V. (%)	4.64						

Nota. Se muestra en la tabla el análisis de la varianza de la resistencia a la flexión

*** : Significativa al 99.9% de confiabilidad

Tabla (15) ilustra la variación acerca de la media resistencia a la flexión (kg/cm²) de la cimentación cuando se incorporan parcialmente caucho de neumático (CN) y plástico reciclado (PET). Un valor P que es 0.000 menor a 0.05 sugiere que existe una discrepancia considerable entre las medidas de resistencia a la flexión (kg/cm²), lo que implica que al menos dos medidas de los tratamientos poseen que difieren de manera estadística.

Tabla 18

Comparación múltiple de Tukey de los promedios de Resistencia a la flexión (kg/cm²) del concreto con incorporación parcial de caucho neumático (CN) y plástico reciclado (PET)

Tratamiento	Promedio	Grupo
CN-3%	12.06	A
Patrón	10.69	B
PET-3%	10.36	B
CN-5%	10.25	B
PET-5%	8.67	C
CN-7%	8.22	C
PET-10%	6.59	D

Nota. Se muestra en la tabla el análisis y comparación de tukey

Tabla (16) muestra el estudio Tukey de la media resistencia a la flexión (kg/cm^2) de la cimentación con incorporación parcial de caucho neumático (CN) y plástico reciclado (PET), evidenciando que el grupo de control presenta una media resistencia a la flexión de $10,69\text{kg/cm}^2$, se agrupó con PET-3%, CN-5%, y PET-5%, mostrando una resistencia similar en esta propiedad. Los tratamientos con incorporación de CN al 3% (promedio de $12,06\text{ kg/cm}^2$) se destacaron como el grupo A, evidenciando la mayor resistencia a la flexión. Mientras tanto, los tratamientos con PET al 10% (promedio de $6,59\text{ kg/cm}^2$) se agruparon en D, mostrando la resistencia más baja entre los tratamientos evaluados. Esto sugiere que la adición de CN al 3% puede resultar en una mejora significativa en la resistencia a la flexión, mientras que la adición de PET al 10% puede reducir significativamente esta propiedad del concreto.

Respecto a la técnica peruana para normativa cemento, que establece los requisitos mínimos de rigidez por flexión, se nota que el grupo de control, compuesto por el grupo de control, evidencia una menor rigidez, con un promedio de $10,69\text{ kg/cm}^2$, cumple con estos requisitos, pero los tratamientos con incorporación de CN al 3% (promedio de $12,06\text{ kg/cm}^2$) superan esta resistencia, colocándose en el grupo A. Por otro lado, los tratamientos con PET al 10% (promedio de $6,59\text{ kg/cm}^2$) se encuentran significativamente por debajo de los estándares, agrupados en D. Los tratamientos intermedios, como PET al 3% y CN al 5%, muestran una resistencia similar al grupo de control, lo que sugiere que podrían ser opciones aceptables. Sin embargo, la incorporación de PET al 5% y CN al 7% exhibe una resistencia a la flexión inferior, lo que podría no cumplir con los estándares requeridos según la normativa peruana.

5.2 Discusión de resultados

Contreras (2023) destaca un notable cambio en el ámbito de la construcción, donde la incorporación de materiales reciclados, tales como plásticos y tetrapacks, está adquiriendo

relevancia en la producción de productos destinados a la edificación social. Este cambio evidencia una tendencia hacia la sostenibilidad y la minimización de residuos, al mismo tiempo que se busca preservar los estándares de calidad en la edificación. La investigación sugerida por Contreras se enfocó en un estudio experimental para contrastar las propiedades físicas y mecánicas de adoquines fabricados con materiales reciclados (tetrapack y plástico) con los adoquines tradicionales. Esta ofrece metodología datos cuantitativos que permiten una evaluación imparcial de la factibilidad y calidad de los materiales reciclados en comparación con los habituales. La tabla (6) muestra los datos de permeabilidad del hormigón con la incorporación parcial de caucho neumático y plástico reciclado. Se nota que los adoquines fabricados con materiales reciclados poseen una permeabilidad notablemente inferior a la del Patrón, lo que sugiere un mejoramiento en las propiedades físicas del producto final. Este señala la capacidad de reciclados para ser empleados en la construcción de manera eficaz y sustentable.

El estudio realizado por Pizango & Rodríguez (2022) proporciona evidencia sustancial para respaldar la hipótesis de que la incorporación de fibras de caucho reciclado mejora las propiedades físicas y mecánicas de los bloques de concreto. Este hallazgo es significativo, ya que sugiere que el uso de materiales reciclados puede no solo ser viable desde una perspectiva ambiental, sino también beneficiar la calidad y la resistencia de los productos de concreto. Los resultados indican que los diseños óptimos, aquellos que alcanzan los mejores resultados en términos de resistencia a la compresión, son aquellos con una incorporación de fibras de caucho del 5% y 10%. El sector de la construcción puede beneficiarse de estos conocimientos, ya que ofrecen recomendaciones precisas sobre la cantidad de fibra de caucho reciclada que debe añadirse a los bloques de hormigón para obtener los resultados requeridos. Los resultados del estudio son significativos porque cumplen los requisitos mínimos establecidos por la legislación

nacional (E 070 del código nacional de edificación). Al tiempo que garantizan el cumplimiento de los requisitos de calidad y seguridad reconocidos, ilustran la viabilidad y utilidad del uso de materiales reciclados en la construcción. Se puede observar un patrón comparable en la mejora de las características físicas (en este ejemplo, la permeabilidad) con la adición de materiales reciclados (caucho de neumático y plástico reciclado) al hormigón al comparar estos resultados con los mostrados en la tabla (6) y la figura (6). Esto refuerza la idea de que la utilización de materiales reciclados puede conducir a mejoras significativas en diversas propiedades del concreto.

VI. Conclusiones

Del Objetivo General

Las conclusiones de la investigación sugieren que la incorporación de CN y PET en cemento tiene un impacto considerable en la permeabilidad de los bloques de cemento. El valor de F extremadamente alto y el valor P muy bajo en el análisis ANOVA entre grupos sugieren que las diferencias en la permeabilidad debido a los distintos niveles de incorporación de CN y PET son estadísticamente significativas. Esto implica que estas fibras alteran la estructura porosa del concreto de una manera notable.

Del Objetivo Especifico 1

En lo que respecta al porcentaje de absorción, se destaca que el grupo de control exhibe una absorción ligeramente mayor que los otros tratamientos, con un promedio de 6.21%. La incorporación de 3% CN y 3% PET produce la absorción más baja en comparación con el grupo de control. Todos los tratamientos se encuentran dentro del rango establecido por las leyes peruanas para el porcentaje de absorción, lo que sugiere que la incorporación de CN y PET en cemento es factible sin alterar su calidad de acuerdo con las normativas.

Del Objetivo Especifico 2

En cuanto a la permeabilidad, se observa que el grupo de control exhibe la mayor permeabilidad, con un valor promedio de 2.39 ml/10min. La inclusión de PET al 10% y CN al 7% demuestra una mejora significativa en comparación con el grupo de control, con permeabilidades de 1.04 ml/10min y 0.95 ml/10min respectivamente. A medida que la proporción de PET y CN disminuye, también lo hace la permeabilidad, evidenciando valores promedio de 0.89 ml/10min para PET al 5% y 0.80 ml/10min para CN al 5%, respectivamente.

Los niveles más bajos de PET al 3% y CN al 3% representan los valores más bajos de permeabilidad, indicando una mejora significativa en la impermeabilización del concreto en comparación con el grupo de control. Según la Norma Técnica Peruana, el concreto con un 10% de PET y un 7% de CN mostró los promedios más bajos de permeabilidad, mientras que valores más bajos de PET al 3% y CN al 3% demostraron una mejora significativa en la impermeabilización del concreto.

Del Objetivo Especifico 3

En cuanto, a la capacidad compresiva, se nota que el grupo de control presenta una resistencia ligeramente superior a la media de los evaluadores medicamentosos, presentando un valor promedio de 21,29 kg/cm². La adición de 3% PET conduce a una notable mejora en la resistencia a la compresión, mientras que la adición de 7% CN disminuye considerablemente esta característica de la cimentación. Algunos tratamientos muestran resistencias por debajo de los valores mínimos permitidos por la normativa peruana para aplicaciones estructurales, sugiriendo que la cantidad de CN incorporada puede afectar negativamente la resistencia a la compresión del concreto.

Del Objetivo Especifico 4

Finalmente, respecto a la fuerza de flexión, se observa que el grupo de control presenta una resistencia comparable a la de algunos de los medicamentos evaluados, con un valor promedio de 10,69 kg/cm². La adición de 3% CN conduce a una notable mejora en la resistencia a la flexión, mientras que la adición de 10% PET disminuye esta característica de la cimentación. Algunos tratamientos no cumplen con los requisitos mínimos de rigidez a flexión establecidos por las normativas peruanas, particularmente aquellos que incorporan 10% PET y 7% CN.

VII. Recomendaciones

Para el objetivo específico 1

La incorporación de CN al 3% y PET al 3% demostró la absorción más baja en comparación con el grupo de control. Estos porcentajes podrían ser preferibles para reducir la absorción de agua en el concreto, mejorando así su durabilidad y resistencia a la intemperie.

Para el objetivo específico 2

El uso de PET al 10% y CN al 7% demostró una significativa reducción en la permeabilidad del concreto. Estos porcentajes deberían ser considerados para aplicaciones donde la impermeabilización sea crucial, como en estructuras expuestas a condiciones húmedas. Asimismo, los niveles más bajos de PET al 3% y CN al 3% representan una opción para situaciones que requieran una alta resistencia a la penetración de agua, como en estructuras de contención de agua.

Para el objetivo específico 3

La resistencia a la compresión aumentó significativamente con un 3% de PET, lo que indica que debería tenerse en cuenta para aplicaciones estructurales que requieran una elevada resistencia a la compresión. Sin embargo, se debe ejercer precaución con el CN al 7%, ya que su incorporación disminuyó significativamente esta propiedad del concreto. Alternativas deberían ser exploradas o la dosificación ajustada para evitar comprometer la integridad estructural.

Para el objetivo específico 4

El CN al 3% demostró una mejora significativa en la resistencia a la flexión, recomendándose su utilización en aplicaciones que demanden una mayor resistencia a la flexión, como en elementos estructurales sometidos a cargas de flexión. En contraste, el PET al 10% mostró una reducción en esta propiedad, por lo que su uso debería ser evaluado cuidadosamente, especialmente en aplicaciones que requieran una alta resistencia a la flexión.

VIII. Referencias

- AJ Alata (2019). Elaboración de bloques de cemento fabricados a partir de goma reciclada para emplear en muros de mampostería confinados en Lima-2019. Five: César Vallejo University. La información se encuentra en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47407>
- Almeida Salazar, N. G. (2011). Con el propósito de minimizar el impacto ecológico en el cantón Ambato, se utilizan fibras de caucho obtenidas de neumáticos reciclados para la fabricación de bloques de mampostería. Ecuador, Tungurahua: Universidad Técnica de Ambato. "<https://referencia.uta.edu.ec/handle/123456789/4346?>"
- Almeida, S. N. (2011). Emplear fibras de caucho derivadas de neumáticos reciclados para producir bloques de mampostería con el fin de reducir el impacto ecológico en el cantón Ambato. Colombia, Ambato: Instituto Técnico de Ambato.
- Angumba Aguilar, P. J. (2016). Ladrillos hechos de PET, utilizados para mampostería que no soportan cargas. Ecuador: Colegio Cuenca de Cuenca. De <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/25297>, obtenido de
- Arias G, F. (2012).. El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica. Caracas: Capítulo VI
- Beatriz Dobón, O. (2018). Reciclados y Reutilizados Materiales de Construcción para una Arquitectura Sostenible. España: Universidad Politécnica de Valencia de Valencia.
- Caballero Meza, B., & Orlando Florez, L. (2016). Elaboración de bloques de cemento que reutilizan plástico de tereftalato de polietileno (PET) como una opción ecológica para la

- construcción. Colombia: Cartagena Universidad de Cartagena. De [https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/4404/documento final de la tesis de grado.pdf](https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/4404/documento_final_de_la_tesis_de_grado.pdf)
- Chira, O. C. (2018). Elaboración de bloques ecológicos con plástico PET reciclado como alternativa para la edificación de tabiques o cerramientos en Piura. Piura: Escuela Superior César Vallejo. Recibido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47060> Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47060>
- Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales. (2002). NTP 399.602 Masonry Units. Concrete blocks for structural use. Needs. Peru: Lima: Inacal. Included in <https://www.deperu.com/normas-técnicas/NTP-399-602.html>
- Contreras, P. E. (2023). Elaboración y evaluación de las características físicas y mecánicas de un adoquín para jardineras, reutilizando plásticos y recipientes tetrapack. Tesis para elegir formación profesional : "Elaboración y evaluación de las características físicas y mecánicas de un adoquín para jardineras, reutilizando plásticos y recipientes tetrapack". Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Guayaquil. Resultó de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/6428/1/T-ULVR-5174.pdf>.
- Fioriti, Segantini, Pinheiro, Akasaki, & Spósito. (2020). Bloques de hormigón livianos de mampostería hechos de caucho de neumáticos y metacaolín. Brasil, São Paulo: Evaluación SciELO.
- Gaggino, R. (2008). Ladrillos y bloques prefabricados hechos de plasticos reciclados, aptos para la autoconstrucción. Santiago, Chile: U. de Chile.

- Giraldo Vásquez, D. H. Velásquez Restrepo, S. M., & Peláez Arroyave, G. J. (2017). *Aplicaciones del caucho reciclado: una revisión de la literatura*. Bogotá, Colombia: Universidad Militar Nueva Granada.
- Hernández, S. R., & Mendoza, T. C. (2018). *Técnica de Investigación. Las rutas numéricas, cualitativas y combinadas*. México D.F.: McGraw Hill Learning, Inc .
- Herrera Muriel, R. D. (2018). *Proyecto de estudio económico destinado a la producción de bloques de PET, empleados en la edificación de viviendas*. Bogotá, Colombia: U. Católica de Colombia.
- Huallpa, C. L. (2019). *Elaboración de bloques de cemento con ruedas recicladas para mampostería confinada en viviendas, AA.HH. San Juan de Lurigancho 2019*. Arriba Perú. Cinco: César Vallejo Universidad. Recibido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/49531> Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/49531>
- Lapa, R. J. (2020). *Efecto del poliestireno expandido en las propiedades*. Huancayo: Universidad Continental. Obtenido de <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/7710>
- Maldonado, C. M., & Medina, C. C. (2008). *Elaboración y desarrollo de un extrusor con una capacidad de 1 kg/h, además de la creación del proceso y del producto para el reciclaje mecánico de PET*. Ecuador, Pichincha: Universidad Militar de Ecuador. Recopilado de <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/286> Retrieved de <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/286>.

- Mejía, Q. J., & Pachacama, V. N. (2018). *Elaboración de Ladrillos de Masonería en Obras Civiles utilizando Combinaciones de Fibras de Caucho obtidos de neumáticos y Plástico Reciclado (PET)*. Ecuador, Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas, Ecuador. <https://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/15044> Recuperado de: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/15044>
- Mendoza, V. D., Pérez Pirela, M. C., Rodríguez, R. M., & Ortíz Montero, S. A. (2021). *Bloques de concreto reemplazados por residuos sólidos de alta densidad de polietileno*. Ecuador, Riobamba: Universidad del Zulia.
- MINAM. (2021). *Reporte estadístico ambiental*. Lima: Ministerio del Ambiente.
- NEC. (2014). *Mampostería Estructural*. Quito, Ecuador: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.
- NTE INEN. (2016). *Bloques de concreto, requerimientos, técnicas y pruebas*. Ecuador: Servicio de Normalización de Ecuador (INEN) de Quito.
- Olivares, C. D. (2016). *Planta de reciclaje de ruedas de goma*. Antofagasta: Universidad Ecuatoriana. Obtenido de <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/140906> Obtenido de <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/140906>
- Olivera, P. Y., Guevara, S. S., & Muñoz, P. S. (2022). Comprehensive review of the literature regarding the improvement of physical properties of concrete with fibers of artificial-natural origin. *engineering*, 27(2). <https://doi.org/10.14483/23448393.18207> url: <https://doi.org/10.14483/23448393.18207>
- Paiva, C. G. (2019). *Manufacturing of synthetic rubber blocks for masonry walls in the Chulucanas District - 2019*. Peru: Piura University Cesar Vallejo by Cesar Vallejo.

Pariona Cárdenas, J. (2021). Proyecto de cimentados con la incorporación de aserrín para disminuir las cargas en edificaciones - Abancay, Apurímac 2021. Perú: Universidad Apurímac Cesar Vallejo de Cesar Vallejo.

Pizango, G. C., R. C. Rodriguez y Rodríguez (2022) Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de hormigón de 2 hojas que incluyen reciclado de fibras de caucho, Rioja 2022. Tesis para conseguir un título profesional: "Análisis de las propiedades físicas y mecánicas "Losas de cemento de 2 láminas con reciclado de fibras de caucho" con 2 orificios que contienen fibras de caucho reciclado, Rioja 2022. Universit  Cesar Vallejo, Trujillo. Recibido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/107018> Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/107018>

Reyes López, L. J. J. D. Sierra Rodríguez and J. E. Becerra (2021). Utilization of recycled rubber for use in rigid paving: Evaluation, analysis and research insights. Tunja, Ecuador: University Santo Tomás de Santo Tomás.

SINIA. (Noviembre de 2021). National Ecological Information System. Acquired from <https://sinia.minam.gob.pe/informacion/regiones?regione=03>

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