

**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL**



**UDH**  
UNIVERSIDAD DE HUANUCO  
<http://www.udh.edu.pe>

**TESIS**

---

**“Uso del polvo agregado fino del concreto reciclado para mejorar la resistencia a la compresión de los bloques de tierra comprimida, Churubamba - Huánuco - 2024”**

---

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

AUTORA: Medina Rosales, Anggie Carolina

ASESOR: Valdivieso Echevarría, Martín Cesar

HUÁNUCO – PERÚ

2025

# U



**UDH**  
UNIVERSIDAD DE HUANCAYO  
<http://www.udh.edu.pe>

### TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis ( X )
- Trabajo de Suficiencia Profesional ( )
- Trabajo de Investigación ( )
- Trabajo Académico ( )

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Estructuras  
**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)**

### CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

**Área:** Ingeniería, Tecnología

**Sub área:** Ingeniería civil

**Disciplina:** Ingeniería de la construcción

### DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniera Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio ( X )
- UDH ( )
- Fondos Concursables ( )

# D

### DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 73066213

### DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 22416570

Grado/Título: Maestro en gestión pública

Código ORCID: 0000-0002-0579-5135

### DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Narro Jara, Luis Fernando	Maestro en ingeniería con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	18206328	0000-0003-4008-7633
2	Trujillo Ariza, Yelen Lisseth	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	70502371	0000-0002-5650-3745
3	Taboada Trujillo, William Paolo	Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible	40847625	0000-0002-4594-1491

# H

**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A)  
CIVIL**

En la ciudad de Huánuco, siendo las 15:30 horas del día **lunes 17 de febrero de 2025**, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los **Jurados Calificadores** integrado por los docentes:

- |                                      |            |
|--------------------------------------|------------|
| ❖ MG. LUIS FERNANDO NARRO JARA       | PRESIDENTE |
| ❖ MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA   | SECRETARIA |
| ❖ MG. WILLIAM PAOLO TABOADA TRUJILLO | VOCAL      |

Nombrados mediante RESOLUCIÓN No 0227-2025-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "USO DEL POLVO AGREGADO FINO DEL CONCRETO RECICLADO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA, CHURUBAMBA - HUÁNUCO - 2024", presentado por el (la) Bachiller. **Bach. Anggie Carolina MEDINA ROSALES**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

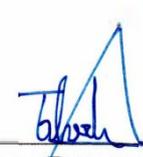
Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) *Aprobado.....* por *Unanimidad..* con el calificativo cuantitativo de *12.....* y cualitativo de *Suficiente..* (Art. 47).

Siendo las *17:00* horas del día **17 del mes de febrero** del año 2025, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

  
MG. LUIS FERNANDO NARRO JARA  
DNI: 18206328  
ORCID: 0000-0003-4008-7633  
**PRESIDENTE**

  
MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA  
DNI: 70502371  
ORCID: 0000-0002-5650-3745  
**SECRETARIO (A)**

  
MG. WILLIAM PAOLO TABOADA TRUJILLO  
DNI: 40847625  
ORCID: 0000-0002-4594-1491  
**VOCAL**



## UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

### CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: ANGGIE CAROLINA MEDINA ROSALES, de la investigación titulada "Uso del polvo agregado fino del concreto reciclado para mejorar la resistencia a la compresión de los bloques de tierra comprimida, Churubamba - Huánuco - 2024", con asesor(a) MARTIN CESAR VALDIVIESO ECHEVARRIA, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1013-2024-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 21 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 18 de diciembre de 2024



RICHARD J. SOLIS TOLEDO  
D.N.I.: 47074047  
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO  
D.N.I.: 40618286  
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

## 40. Anggie Carolina, Medina Rosales.docx

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>21</b> %	<b>21</b> %	<b>9</b> %	<b>9</b> %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>7</b> %
<b>2</b>	<b>repositorio.udh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>5</b> %
<b>3</b>	<b>repositorio.unach.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2</b> %
<b>4</b>	<b>distancia.udh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>5</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>1</b> %



**RICHARD J. SOLIS TOLEDO**  
D.N.I.: 47074047  
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



**FERNANDO F. SILVERIO BRAVO**  
D.N.I.: 40618286  
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

## **DEDICATORIA**

A mi amada madre, mi gran fuente de fuerza y ejemplo de esfuerzo y sacrificio. Gracias por todo tu apoyo en todos estos años de vida que dios me ha concedido, este logro es de ambas, mi vida no tendría sentido sin ti.

A mis abuelos, siempre serán mi ejemplo de amor y lucha, sé que en el cielo me siguen guiando y cuidando.

Con inmenso cariño y consideración, dedico esta investigación a todos lo que han confiado en mí esperando que sientan mucho orgullo por cada logro que voy sumando.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer sincera y profundamente a todos aquellos que siempre me han apoyado y animado a lo largo de este camino, ya que han desempeñado un papel crucial para ayudarme a alcanzar este próximo hito.

A mi estimado asesor, mostrarme con entereza y compromiso el camino para direccionar esta presente investigación, con sus conocimientos y experiencias hemos sabido enfrentar los desafíos que aparecieron en el camino, le agradezco su valioso tiempo compartido y su disposición para aclararme las dudas que surgían en el camino.

A mis maestros, docentes de gran capacidad y entereza que han marcado mi desarrollo intelectual y han sabido moldearme como profesional y como persona en mi estancia dentro de las aulas universitarias.

Con gratitud, expreso mi reconocimiento a mi alma mater por haberme proporcionado sus instalaciones y recursos, fundamentales para alcanzar mis objetivos a lo largo de cada ciclo universitario. En ella desarrollé mis valores y mi pasión por mi profesión.

A mi familia, que han crecido conmigo y me han ayudado a cumplir mis objetivos dándome ánimos y fuerza en los momentos de debilidad, este logro no sería posible sin ellos

# ÍNDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	XIII
CAPÍTULO I.....	15
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	15
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	15
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	17
1.2.1 PROBLEMA GENERAL.....	17
1.2.2 PROBLEMA ESPECÍFICO.....	17
1.3 OBJETIVOS.....	17
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	17
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.4.1 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	18
1.4.2 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	18
1.4.3 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	18
1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.6 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.6.1 VIABILIDAD TEÓRICA.....	19
1.6.2 VIABILIDAD ECONÓMICA.....	19
1.6.3 VIABILIDAD TEMPORAL.....	20
CAPÍTULO II.....	21
MARCO TEÓRICO.....	21
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	21
2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES.....	23
2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES.....	25

2.2 BASES TEÓRICAS .....	25
2.2.1 BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC) .....	25
2.2.2 ELABORACIÓN DEL BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA.....	26
2.2.3 CARACTERÍSTICAS DEL BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA	27
2.2.4 TIPOS DE MAQUINARIAS PARA ELABORAR EL BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA .....	28
2.2.5 HORMIGÓN RECICLADO.....	28
2.2.6 POLVO DE HORMIGÓN RECICLADO.....	29
2.2.7 NORMATIVA PARA LA PRODUCCIÓN Y EDIFICACIÓN CON BTC .....	29
2.2.8 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA NTC 5324 .....	30
2.2.9 MÉTODO DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTC 5324 .....	30
2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	31
2.4 HIPÓTESIS .....	33
2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL.....	33
2.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICA .....	33
2.5 VARIABLES .....	33
2.5.1 VARIABLE DEPENDIENTE.....	33
2.5.2 VARIABLE INDEPENDIENTE .....	33
2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	34
CAPÍTULO III.....	35
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	35
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	35
3.1.1 ENFOQUE .....	35
3.1.2 ALCANCE O NIVEL.....	35
3.1.3 DISEÑO.....	36
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	37
3.2.1 POBLACIÓN.....	37
3.2.2 MUESTRA .....	37
3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS....	38
3.3.1 PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS .....	38
3.3.2 PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS .....	59

3.3.3 PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS .....	59
CAPÍTULO IV.....	60
RESULTADOS.....	60
4.1 PROCESAMIENTO DE DATOS.....	60
4.2 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS .....	70
CAPÍTULO V.....	78
DISCUSION DE RESULTADOS.....	78
5.1 CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN .....	78
CONCLUSIONES .....	80
RECOMENDACIONES.....	81
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82
ANEXOS.....	86

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Bloques de tierra comprimida .....	38
Tabla 2 Descripción de las muestras .....	38
Tabla 3 Resultado de datos de la resistencia a la compresión de los BTC patrón y de los BTC según diseño .....	60
Tabla 4 Resultado de las medias para los datos de capacidad de compresión de los bloques patrón y los bloques según diseño.....	61
Tabla 5 Resultado de datos de la capacidad de compresión de los BTC con adición del 10% de polvo de hormigón (Kg/cm <sup>2</sup> ) y de los BTC patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ) .....	62
Tabla 6 Resultado de las medias para los datos de resistencia a la compresión de los BTC con adición del 10% de polvo de hormigón (Kg/cm <sup>2</sup> ) y de los BTC patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ) .....	63
Tabla 7 Resultado de datos de la resistencia a la compresión de los BTC con adición del 20% de polvo de hormigón (Kg/cm <sup>2</sup> ) y de los BTC patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ) .....	64
Tabla 8 Resultado Medias de la resistencia a la compresión: BTC con 20% polvo de hormigón vs. BTC patrón (kg/cm <sup>2</sup> ) .....	65
Tabla 9 Resultado de la capacidad de compresión: BTC con 30% polvo de hormigón vs. BTC patrón (kg/cm <sup>2</sup> ) .....	66
Tabla 10 Resultado de las medias para los datos de capacidad de compresión de los BTC con adición del 30% de polvo de hormigón (Kg/cm <sup>2</sup> ) y de los BTC patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ) .....	67
Tabla 11 Resultado de la capacidad de compresión promedio: BTC con 10%, 20% y 30% polvo de hormigón vs. BTC patrón (kg/cm <sup>2</sup> ) .....	68
Tabla 12 Resultado Medias de la resistencia a la compresión promedio: BTC con 10%, 20% y 30% polvo de hormigón vs. BTC patrón (kg/cm <sup>2</sup> ).....	69
Tabla 13 Prueba t de Student: resistencia promedio con 10%, 20% y 30% polvo de hormigón vs. bloques patrón (kg/cm <sup>2</sup> ) .....	70
Tabla 14 Prueba t de Student: resistencia promedio con 10%, 20% y 30% polvo de hormigón vs. bloques patrón (kg/cm <sup>2</sup> ) .....	71
Tabla 15 Prueba t de Student: resistencia con 10% polvo de hormigón vs. bloques patrón (kg/cm <sup>2</sup> ) .....	72

Tabla 16 Prueba t de Student: resistencia con 10% polvo de hormigón vs. bloques patrón (kg/cm <sup>2</sup> ) .....	73
Tabla 17 Normalidad de la resistencia a la compresión: 20% polvo de hormigón vs. bloques patrón (kg/cm <sup>2</sup> ).....	74
Tabla 18 Prueba t de Student: resistencia con 20% polvo de hormigón vs. bloques patrón (kg/cm <sup>2</sup> ) .....	75
Tabla 19 Prueba de normalidad: resistencia con 30% polvo de hormigón vs. bloques patrón (kg/cm <sup>2</sup> ) .....	76
Tabla 20 Prueba t de Student: Resistencia a compresión de BTC con 30% de polvo de hormigón vs. bloques patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ).....	77

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Bloques de tierra comprimida .....	26
Figura 2 Se efectuó el pesaje de la muestra asignada para el diseño.....	40
Figura 3 Vibrado manual de los tamices.....	40
Figura 4 Preparación de la muestra de suelo para el ensayo de Casagrande .....	41
Figura 5 Pesaje de la muestra de suelo pasante del tamiz N° 40.....	41
Figura 6 Preparación de la muestra de suelo para el ensayo de Casagrande .....	42
Figura 7 Llenado de muestra a la cuchara de Casagrande .....	42
Figura 8 Trazo de hendidura con el acanalador de bronce.....	43
Figura 9 Golpes del suelo con la Casagrande .....	43
Figura 10 Pesaje de la muestra ensayada en la cuchara casa grande.....	44
Figura 11 Pesaje de las muestras de casa grande .....	44
Figura 12 Hormigón reciclado en porcentajes de 10%, 20% y 30% en sustitución respecto del agregado virgen.....	45
Figura 13 Pesaje de las muestras elipsoides del suelo .....	45
Figura 14 Pesajes de las muestras límite líquido y límite plástico .....	46
Figura 15 Trituración del hormigón reciclado.....	46
Figura 16 Tamizaje del hormigón reciclado .....	47
Figura 17 Pesaje del polvo de hormigón en un 10%.....	47
Figura 18 Pesaje del polvo de hormigón en un 20%.....	48
Figura 19 Pesaje del polvo de hormigón en un 30%.....	48
Figura 20 Muestras de polvo de hormigón reciclado en los porcentajes del 10%, 20% y 30% respecto al valor en seco del espécimen.....	49
Figura 21 Tamizaje de la muestra de tierra .....	49
Figura 22 Adición de la tierra al trompo .....	50
Figura 23 Adición de la muestra de polvo de hormigón en un 10% .....	50
Figura 24 Adición de la muestra de polvo de hormigón en un 20% .....	51
Figura 25 Adición de la muestra de polvo de hormigón en un 30% .....	51
Figura 26 Adición del agua a la mezcla .....	52
Figura 27 Retiro de la mezcla del trompo .....	52

Figura 28 Adición de la mezcla de tierra a la máquina de ladrillos comprimidos .....	53
Figura 29 Procedimiento de compresión del ladrillo .....	53
Figura 30 Desmoldeo de los ladrillos comprimidos.....	54
Figura 31 Muestras de los ladrillos comprimidos .....	54
Figura 32 Prueba de resistencia a la compresión en ladrillos de tierra estándar .....	55
Figura 33 Procedimiento de compresión del ladrillo .....	55
Figura 34 Prueba de resistencia a la compresión de ladrillos de tierra comprimida incorporando un 10% de polvo de concreto .....	56
Figura 35 Ruptura de las unidades de tierra comprimida tras incorporar un 10% de polvo de hormigón .....	56
Figura 36 Análisis de capacidad a la compresión en ladrillos de tierra comprimida con la incorporación del 20% de polvo de hormigón .....	57
Figura 37 Ruptura de los ladrillos de tierra comprimida al incorporar un 20% de polvo de hormigón .....	57
Figura 38 Evaluación de la capacidad de compresión de los ladrillos de tierra comprimida con un 30% de polvo de hormigón en la mezcla .....	58
Figura 39 Rotura de los ladrillos de tierra comprimida con una adición del 30% de polvo de hormigón .....	58
Figura 40 Comparación de la capacidad de compresión de los BTC patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ) y la capacidad a la compresión de los BTC según diseño (Kg/cm <sup>2</sup> ) .....	61
Figura 41 Comparación de la capacidad de compresión de los BTC con adición del 10% de polvo de hormigón (Kg/cm <sup>2</sup> ) y de los BTC patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ) .....	63
Figura 42 Comparación de la capacidad de compresión de los BTC con adición del 20% de polvo de hormigón (Kg/cm <sup>2</sup> ) y de los BTC patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ) .....	65
Figura 43 Comparación de la capacidad de compresión de los BTC con adición del 30% de polvo de hormigón (Kg/cm <sup>2</sup> ) y de los BTC patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ) .....	67
Figura 44 Comparación de la resistencia a la compresión promedio: BTC con 10%, 20% y 30% polvo de hormigón vs. BTC patrón (kg/cm <sup>2</sup> ) .....	69

## RESUMEN

Este estudio tuvo como propósito fundamental buscar cómo la adición de polvo de hormigón reciclado afecta positivamente a la capacidad de resistir esfuerzos a compresión en bloques confeccionados con tierra compactada. La metodología utilizada fue cuantitativa, con un diseño cuasiexperimental y un muestreo no probabilístico para la recolección de las muestras.

Los datos revelaron un aumento considerable en la resistencia a la compresión de los bloques que incorporaron polvo de hormigón reciclado. En promedio, la resistencia de estos bloques alcanzó los 74,00 kg/cm<sup>2</sup>, superando a los bloques sin adición de polvo, que registraron una resistencia de 71,18 kg/cm<sup>2</sup>. Este aumento fue estadísticamente significativo, según el análisis estadístico realizado ( $t=177,771$ ;  $p=0,001<0,05$ ), lo que demuestra que la inclusión de este material beneficia la resistencia de los bloques.

En conclusión, la incorporación de polvo de hormigón reciclado mejora considerablemente la resistencia de los bloques, lo que sugiere una opción viable y sostenible para la construcción con materiales locales. Estos hallazgos aportan valor a la industria de la construcción, incentivando el uso de materiales reciclados y ofreciendo una perspectiva innovadora en la construcción con tierra. La presente investigación fomenta la adopción de prácticas sostenibles y el desarrollo del saber en el sector de los materiales de construcción.

**Palabras clave:** Resistencia a la compresión, polvo, hormigón reciclado, bloques de tierra compactada, sostenibilidad.

## ABSTRACT

This study aimed to investigate how the addition of recycled concrete powder positively impacts the compressive strength of compacted earth blocks. The methodology was quantitative, employing a quasi-experimental design and a non-probabilistic sampling approach for data collection.

The results revealed a significant increase in the compressive strength of blocks incorporating recycled concrete powder. On average, these blocks achieved a compressive strength of 74.00 kg/cm<sup>2</sup>, surpassing the 71.18 kg/cm<sup>2</sup> recorded by blocks without the powder addition. This improvement was statistically significant, as confirmed by the analysis ( $t=177.771$ ;  $p=0.001<0.05$ ), demonstrating that the inclusion of this material enhances the strength of the blocks.

In conclusion, incorporating recycled concrete powder significantly improves block strength, suggesting a viable and sustainable option for construction with local materials. These findings contribute valuable insights to the construction industry, encouraging the use of recycled materials and presenting an innovative perspective on earth-based construction. This research promotes sustainable practices and advances knowledge in the field of construction materials.

**Keywords:** Compressive strength, powder, recycled concrete, compacted earth blocks, sustainability.

## INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción representa uno de los sectores más importantes para el progreso de las sociedades contemporáneas, ya que se encuentra directamente vinculada con el crecimiento de infraestructuras necesarias para enriquecer la calidad de humana e incentivar el crecimiento económico. Sin embargo, este sector también es responsable de un alto impacto ambiental debido al aprovechamiento intensivo de recursos naturales y la creación de desechos. Ante este panorama, la búsqueda de alternativas más sostenibles y la reutilización de materiales son imperativas para minimizar el daño ambiental. En este contexto, el reciclaje de hormigón ha surgido como una solución viable para reducir los desechos de construcción, proporcionando una fuente de material reciclado que puede ser reintroducido en nuevos proyectos constructivos.

En las últimas décadas, el uso del hormigón reciclado ha ganado importancia como una estrategia para la construcción sostenible. El hormigón reciclado, que resulta de la trituración de elementos constructivos en desuso, puede ser utilizado como agregado en nuevas mezclas de hormigón o en otros materiales de construcción, como los bloques elaborados mediante tierra comprimida. Este último material, los bloques de tierra compactada, se ha presentado como una opción eficiente en cuanto al consumo de energía y recursos en comparación con los materiales convencionales, como el ladrillo cocido, el adobe o el tapial. Los bloques de tierra compactada se caracterizan por ser una mezcla de tierra, agua y a veces estabilizantes, que al ser comprimidos bajo alta presión adquieren la resistencia conveniente para utilizarse en la edificación de muros y distintas construcciones.

En zonas rurales como Churubamba, ubicada en la región Huánuco, la construcción con materiales tradicionales como el adobe y el tapial ha sido históricamente preferida debido a la disponibilidad local de tierra y su bajo costo. Sin embargo, el uso de bloques de tierra compactada no es una práctica común en esta región, lo que plantea un desafío, pero también una oportunidad, para introducir esta tecnología como una alternativa viable y sostenible en las comunidades locales. Los bloques de tierra comprimida no solo pueden reducir la dependencia de los materiales convencionales, sino

que también permiten la inclusión de agregados reciclados, como el polvo de hormigón reciclado, lo que contribuye aún más a la sostenibilidad del proceso constructivo.

El polvo de hormigón reciclado, que proviene de la trituración fina de residuos de hormigón, ha demostrado ser un material capaz de mejorar ciertas propiedades mecánicas de las mezclas en las que se incorpora. Dado el crecimiento demográfico y la expansión urbana en zonas rurales de Huánuco, aparece la necesidad de desarrollar materiales constructivos que sean tanto accesibles como económicos, tengan un menor impacto ambiental y ofrezcan un rendimiento estructural óptimo.

Con el fin de proponer al polvo de concreto reciclado como una alternativa novedosa para la construcción, el presente estudio tiene como objetivo evaluar cómo su incorporación afecta la capacidad de compresión de bloques de tierra compactada en Churubamba. Se espera que la inclusión de este agregado fino no solo mejore las cualidades mecánicas de los bloques mientras promueve el avance de prácticas constructivas más sostenibles y acorde a las necesidades de las comunidades locales. La propuesta de utilizar bloques de tierra comprimida como un material alternativo en esta región responde a la creciente preocupación por el empleo eficiente de recursos naturales y manejo adecuado de desperdicios en el sector constructivo.

El enfoque cuantitativo adoptado en esta investigación, junto con el diseño cuasiexperimental, permite realizar un análisis riguroso de los efectos del polvo de hormigón reciclado en la capacidad de compresión de los bloques. Las muestras se seleccionaron mediante un muestreo no probabilístico, lo que permitió obtener datos relevantes que fueron analizados con herramientas estadísticas apropiadas. Los datos iniciales del análisis demostraron un aumento significativo en la capacidad de los bloques para soportar compresión que incorporaron polvo de hormigón reciclado, alcanzando una resistencia promedio de 74,00 kg/cm<sup>2</sup>, en comparación con los 71,18 kg/cm<sup>2</sup> de los bloques sin adición de polvo.

# **CAPÍTULO I**

## **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

En diversas áreas internacionales, el sector de la edificación se ha convertido en una con el mayor índice de contaminación ambiental debido a la elevada demanda de los recursos naturales que involucra su producción. En países como Japón, Estados Unidos y Alemania se están abarcando conceptos como los de reciclaje y reutilización de forma ya no empírica sino, por el contrario, práctica ya que, sus índices de contaminación alcanzan niveles críticos año tras año, por ello se ha optado por la reutilización de hormigón reciclado obtenido mediante esfuerzos físicos ya que estos no demandan impactos negativos sobre el medio ambiente, al reutilizar este producto en unidades de albañilería alternativas se aporta a mejorar sus propiedades mecánicas y esta a su vez se alinea hacia la tendencia de construcción sostenible y economía circular.

En América la gestión de residuos sólidos representa un estado alarmante debido a que no se tienen normativas claras y estrictas de cómo gestionar lo mencionado anteriormente, la finalidad del reciclaje es la reutilización e integración de estos residuos en nuevos procesos constructivos en países como Chile y Brasil ya se están enfocando en solucionar este desafío. Los BTC han ido ganando popularidad como una alternativa en unidad de albañilería sostenible sobre todo en regiones rurales, sin embargo, aumentar la resistencia mecánica de estas sigue siendo un desafío para lograr su aceptación y producción a mayor escala, sus ventajas de bajo costo de fabricación y su huella ambiental motivan a la búsqueda de soluciones para este problema.

En nuestro territorio la industria de la construcción demanda una parte importante en la economía de país, sin embargo, en ciudades como Lima y Arequipa la gestión de residuos sólidos que se maneja no es la adecuada por lo que gran parte de estos restos acaban en vertederos o lugares no autorizados. El uso del BTC se ha venido promoviendo en regiones andinas ya que, su accesibilidad y costo permiten su producción, sin embargo, aún se mantiene la limitante de aumentar su resistencia a la compresión, para que

esta unidad pueda cumplir con los estándares constructivos que exige la norma, ya que el Perú es considerado un país sísmico.

La investigación se centra en el uso del polvo agregado fino proveniente del hormigón reciclado como una estrategia para mejorar la capacidad de compresión de los bloques de tierra compactada en Churubamba. Es importante destacar que el bloque de tierra comprimida no es un material de construcción tradicionalmente utilizado en esta localidad, lo que subraya la necesidad de explorar alternativas innovadoras para fortalecer su desempeño estructural.

Churubamba, ubicada en la provincia de Huánuco en Perú, se caracteriza por su entorno montañoso y su rica historia cultural. A pesar de que el bloque de tierra comprimida no es común en esta área, la comunidad enfrenta desafíos en términos de disponibilidad de materiales de construcción tradicionales y asequibles. En este contexto, el uso del polvo agregado fino del hormigón reciclado se presenta como una alternativa innovadora para optimizar las características mecánicas de los bloques de tierra compactada.

El polvo de agregado fino del hormigón reciclado se añadirá a la mezcla de tierra compactada en diferentes porcentajes, específicamente del 10%, 20% y 30% en relación con la cantidad de arena fina utilizada. Esta variación permitirá analizar el impacto del contenido de polvo reciclado en la capacidad de compresión de los bloques y determinar la proporción óptima para mejorar su desempeño.

La investigación se desarrollará mediante ensayos de compresión en bloques de tierra comprimida elaborados con diversas proporciones de polvo de agregado fino de hormigón reciclado. Se medirá la capacidad de compresión de cada muestra para determinar cómo influye la adición de este material reciclado en su resistencia estructural.

En resumen, la investigación busca abordar un problema relevante en Churubamba, Huánuco, proponiendo una solución innovadora para fortalecer los bloques de tierra comprimida mediante el uso de polvo agregado fino de hormigón reciclado.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1 PROBLEMA GENERAL**

¿Cuál es el efecto de la adición de polvo de concreto reciclado en la resistencia a la compresión de los bloques de tierra comprimida, Churubamba-Huánuco - 2024?

### **1.2.2 PROBLEMA ESPECÍFICO**

¿Cuál es el impacto en la resistencia a la compresión de los bloques de tierra comprimida al agregar un 10% de polvo de concreto reciclado en relación al peso seco de la arena fina?

¿Cuál es el impacto en la resistencia a la compresión de los bloques de tierra comprimida al agregar un 20% de polvo de concreto reciclado en relación al peso seco de la arena fina?

¿Cuál es el impacto en la resistencia a la compresión de los bloques de tierra comprimida al agregar un 30% de polvo de concreto reciclado en relación al peso seco de la arena fina?

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar el efecto de la adición de polvo de hormigón reciclado en la resistencia a la compresión de los bloques de tierra comprimida, Churubamba - Huánuco - 2024.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Determinar el impacto en la resistencia a la compresión de los bloques de tierra comprimida al agregar un 10% de polvo de hormigón reciclado en relación al peso seco de la arena fina.

Determinar el impacto en la resistencia a la compresión de los bloques de tierra comprimida al agregar un 20% de polvo de hormigón reciclado en relación al peso seco de la arena fina.

Determinar el impacto en la resistencia a la compresión de los bloques de tierra comprimida al agregar un 30% de polvo de hormigón reciclado en relación al peso seco de la arena fina.

## **1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

El objetivo de esta iniciativa de investigación es mejorar las propiedades mecánicas de bloques fabricados a partir de tierra compactada mediante la adición de polvo de hormigón reciclado en proporción al peso del agregado

fino. Esta innovación tiene como objetivo fortalecer de manera considerable las estructuras construidas con bloques de tierra comprimida, especialmente en términos de su resistencia ante eventos sísmicos. Además, esta práctica conlleva beneficios ambientales significativos al promover la reutilización de materiales de construcción previamente descartados, reduciendo así la utilización intensiva de recursos naturales y la menor cantidad de desperdicios resultantes.

#### **1.4.1 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA**

El uso de polvo de agregado fino proveniente de hormigón reciclado como estrategia para incrementar la capacidad de compresión en bloques de tierra compactada, se justifica en términos de sostenibilidad medioambiental al mitigar la cantidad de detritos depositados en vertederos, mitigando así la contaminación ambiental y disminuyendo la huella de carbono asociada con la construcción. Esta práctica también fomenta la eficiencia en el uso de recursos al reemplazar materias primas naturales con materiales reciclados, lo que contribuye a la preservación del entorno local y asegura la disponibilidad a largo plazo de los materiales de construcción.

#### **1.4.2 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

La investigación se sustenta en sólidos principios geotécnicos y estructurales, los cuales están estrechamente vinculados con la mecánica de suelos y la resistencia de materiales. Determinar la capacidad de compresión cobra un papel esencial en disciplinas como la ingeniería civil y la geotecnia, ya que permite valorar la extensión de carga de los bloques de tierra compactada y anticipar su respuesta frente a diversas condiciones de carga. La evaluación resulta indispensable para garantizar la integridad y estabilidad de las construcciones hechas con bloques de tierra compactada, especialmente en contextos donde se advierte una resistencia mecánica óptima, como en el diseño de edificaciones o infraestructuras civiles.

#### **1.4.3 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA**

La investigación se fundamenta en la imperativa necesidad de desarrollar un método riguroso y preciso para analizar exhaustivamente los efectos derivados de la inclusión de polvo de hormigón reciclado en

la capacidad de compresión de bloques de tierra compactada. Se considera el ensayo de compresión como la principal metodología, con el fin de evaluar la capacidad de compresión de los bloques de tierra compactada que integran diferentes proporciones de polvo de hormigón reciclado respecto del peso del agregado fino.

## **1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

La prioridad de este análisis recae en los efectos directos percibidos en la capacidad de compresión al incorporar polvo de hormigón reciclado en bloques de tierra compactada. Sin embargo, la evaluación completa de los efectos a largo plazo, como la durabilidad y la resistencia a la degradación con el tiempo, representa un desafío. La introducción de polvo de hormigón reciclado podría plantear consideraciones económicas y logísticas en proyectos de construcción, y estas limitaciones podrían no ser completamente abordadas en un entorno de investigación de laboratorio.

## **1.6 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.6.1 VIABILIDAD TEÓRICA**

La argumentación teórica del estudio se cimienta en un enfoque científico confiable, especialmente en disciplinas como la ingeniería civil, con un enfoque particular en aspectos relacionados con la resistencia de materiales y los materiales de construcción. La existencia de investigaciones previas sobre la inclusión de polvo de hormigón reciclado en los bloques de tierra comprimida contribuye significativamente a respaldar y justificar el proyecto, aprovechando la literatura científica existente. Además, la relevancia teórica se fundamenta en la importancia del tema para la industria de la construcción, considerando que aumentar las capacidades mecánicas de los bloques de tierra compactada permite propiciar el uso de este material de manera más amplia en diversos proyectos constructivos.

### **1.6.2 VIABILIDAD ECONÓMICA**

La evaluación de la viabilidad económica implica verificar la accesibilidad a los fondos requeridos para realizar la investigación, cubriendo los costos relacionados con materiales, equipamiento de laboratorio, personal de investigación y cualquier otro gasto asociado al proyecto. En nuestro caso, contamos con los recursos económicos

adecuados para llevar a cabo la investigación centrada en el impacto de la inclusión del polvo de hormigón reciclado en la resistencia a la compresión de bloques de tierra comprimida. Sin embargo, debido a los costos significativos, no realizaremos otros ensayos adicionales.

### **1.6.3 VIABILIDAD TEMPORAL**

Se ha elaborado un cronograma detallado para la ejecución de la investigación, desde la fase de planificación hasta la divulgación de los resultados. La evaluación de la viabilidad del proyecto implica asegurar que sea factible completarlo dentro de un período de tiempo adecuado. Nos hemos asegurado de contar con personal debidamente capacitado para llevar a cabo la investigación dentro del plazo establecido, que es de al menos 6 meses tal como se especifica en las normativas sobre la obtención de grados y títulos. Reconocemos la importancia de este aspecto para cumplir con el cronograma propuesto.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

Rayeesulhaq et al. (2024) los objetivos incluyen el desarrollo de Bloques Compactados de Tierra Interconectada (ICEBs) utilizando materiales provenientes de residuos de construcción y demolición como una alternativa ecológica a los ladrillos cocidos y bloques de cemento. Se pretende también evaluar el uso de áridos reciclados de hormigón fino (FRCA) en lugar de arena de río para reducir el impacto ambiental. Además, se busca encontrar una mezcla óptima para la producción de ICEBs que sea resistente y respetuosa con el medio ambiente. Los resultados del estudio involucraron el desarrollo de 40 mezclas diferentes para la fabricación de Bloques Compactados de Tierra Interconectada (ICEBs), utilizando arena de río y áridos reciclados de hormigón fino (FRCA). Se encontró que los ICEBs fabricados con ambos materiales superaron la resistencia de ladrillos cocidos comunes, alcanzando 13,72 MPa para arena de río y 13,38 MPa para FRCA. Además, mostraron una mejora del 70% en la absorción de agua en comparación con los ladrillos cocidos y una conductividad térmica 14,3% menor en el caso de los ICEBs con FRCA. Las conclusiones indican que Bloques Interconectados de Tierra Compactada (ICEBs) producidos utilizando saldos de construcción y demolición, especialmente los que contienen áridos reciclados de hormigón fino (FRCA), son una opción sostenible y más efectiva que los ladrillos cocidos convencionales. La utilización de FRCA en la producción de ICEBs no únicamente minimiza el efecto ambiental, sino que también apoya la gestión adecuada de los residuos de construcción.

Bogas et al. (2023) el propósito fue investigar la fabricación y las singularidades mecánicas de los bloques de tierra comprimida (BTC) estabilizados con cemento reciclado activado térmicamente (RC), como una opción más ecológica en comparación con el Cemento Portland Ordinario (OPC). Además, se busca analizar la resistencia mecánica y

las características físicas de los BTC estabilizados con RC bajo distintas condiciones de humedad. Los resultados revelaron que el cemento reciclado termoactivado (RC) posee una notable habilidad para rehidratarse y estabilizar, lo que conlleva a una mejora significativa en la resistencia mecánica de los bloques de tierra comprimida (BTC). Tras la estabilización con RC, la resistencia mecánica se duplicó, cumpliendo los nuevos bloques ecoeficientes con los estándares normativos establecidos. Además, se observó que la resistencia mecánica apenas se vio afectada incluso con un reemplazo del 50% de cemento Portland ordinario (OPC) por RC. Las conclusiones destacan el gran potencial del cemento reciclado termoactivado (RC) como una alternativa eco eficiente al cemento Portland ordinario (OPC) en el proceso de estabilización del suelo. Además, se resalta que los bloques de tierra comprimida (BTC) estabilizados con RC representan una opción viable y sostenible para proyectos de construcción.

Latha et al. (2023) los objetivos del estudio son explorar la viabilidad de añadir fibras de sisal tratadas con NaOH en los Bloques Compactados de Tierra Estabilizada (CSEB) para potenciar sus propiedades mecánicas. Se busca evaluar las fibras de sisal como una opción económica para mejorar la capacidad de compresión de los CSEB producidos con suelo rojo de Auroville, India. Además, se pretende identificar la combinación óptima de cemento y fibras de sisal para maximizar la resistencia a la compresión de los CSEB. Se evidenció que la incorporación de fibras de sisal procesadas con NaOH en los Bloques Compactados de Tierra Estabilizada (CSEB) resultó en un incremento de su resistencia física. Las pruebas de compresión y flexión demostraron un aumento significativo en la resistencia a la compresión de los CSEB con la adición tanto de cemento como de fibras de sisal. Se determinó que la mezcla óptima para obtener un mejor rendimiento en términos de resistencia a la compresión consiste en un 10% de cemento y un 1% de fibra de sisal. Las conclusiones resaltan que la inclusión de fibras de sisal tratadas con NaOH es una estrategia viable y económica para fortalecer la resistencia a la compresión de los Bloques Compactados de Tierra Estabilizada (CSEB). Se destaca que la

combinación ideal de un 10% de cemento y un 1% de fibra de sisal representa una solución prometedora para abordar el problema de la vivienda en países en desarrollo, permitiendo la construcción de hogares accesibles y duraderos mediante el uso de CSEB.

### **2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES**

Cabrera y Tello (2024) el estudio tiene como objetivos analizar el impacto del cemento y las fibras naturales en la resistencia mecánica, tanto a la compresión como a la flexión, de los Bloques de Tierra Comprimida (BTC). También busca determinar la dosificación ideal de cemento y fibras naturales para obtener un BTC con propiedades mecánicas adecuadas y comparar el comportamiento mecánico entre los BTC reforzados y aquellos sin refuerzo. Los resultados revelaron que la inclusión de cemento y fibra natural conlleva a un notable aumento en la resistencia mecánica de los Bloques de Tierra Comprimida (BTC). Se observó un incremento de hasta el 100% en la resistencia a la compresión y de hasta el 50% en la resistencia a la flexión con la adición de estos materiales. Además, se determinó que la dosificación óptima de cemento y fibra natural varía según el tipo de suelo y las propiedades mecánicas deseadas. Las conclusiones destacan que los Bloques de Tierra Comprimida (BTC) fortalecidos con cemento y fibra natural representan una opción factible para la edificación de muros y estructuras de baja altura. Se subraya que la inclusión de cemento y fibra natural conlleva a una mejora sustancial en la resistencia mecánica del BTC. Además, se enfatiza que la proporción ideal de cemento y fibra natural debe ser determinada experimentalmente para cada tipo de suelo.

Paredes (2022) el objetivo principal de esta investigación es analizar las características físicas y mecánicas de los Bloques de Tierra Comprimida (BTC) elaborados con suelo extraído de distintas canteras ubicadas en el distrito de Tacabamba. El estudio tiene como objetivo verificar si dichos bloques cumplen con los requisitos de resistencia a la compresión establecidos por la norma E.080 del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) del Perú. Los resultados obtenidos indican que la resistencia a la compresión promedio de los Bloques de

Tierra Comprimida (BTC) fabricados con los suelos de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna fue de 17.31, 17.35 y 17.30 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Se concluye que estos bloques satisfacen los estándares establecidos por la norma E.080 del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) y la norma UNE 41410:2008, aunque no logran cumplir con los criterios más estrictos de la norma E.070 del mismo organismo. Además, el análisis arrojó que la densidad aparente promedio de los BTC fue de 1.85 g/cm<sup>3</sup>, mientras que el promedio de absorción de agua se situó en 14.5%. Las conclusiones de este trabajo destacan que los Bloques de Tierra Comprimida (BTC) fabricados con suelos provenientes de las canteras de Succhapampa, Cumpampa y La Laguna representan una solución práctica para la construcción de muros no portantes en proyectos de albañilería. Se recomienda realizar investigaciones adicionales que permitan analizar la durabilidad de estos bloques frente a condiciones climáticas adversas. Asimismo, se sugiere optimizar las proporciones de los componentes empleados en la fabricación de los BTC para incrementar su resistencia a la compresión y lograr que cumplan con los requisitos exigidos por la norma E.070 del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS).

Sernaqué (2020), en su investigación los objetivos del estudio son examinar la viabilidad técnica de producir Bloques de Tierra Comprimida (BTC) con la incorporación de Residuos de Construcción y Demolición (RCD). Se busca determinar la proporción óptima de RCD para obtener un BTC con características mecánicas y físicas adecuadas. Además, se pretende contrastar el desempeño mecánico y físico del BTC con RCD con aquellos BTC que no contienen refuerzo. Los resultados indican que la inclusión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) hasta un 20% no causa un impacto significativo en la resistencia mecánica de los Bloques de Tierra Comprimida (BTC). La resistencia a la compresión del BTC con un 20% de RCD fue de 3.5 MPa, comparada con los 3.8 MPa del BTC sin refuerzo. La densidad del BTC con un 20% de RCD fue de 1.8 g/cm<sup>3</sup>, en contraste con los 1.6 g/cm<sup>3</sup> del BTC sin refuerzo. En cuanto a la absorción de agua, el BTC con un 20% de RCD presentó una

absorción del 15%, mientras que el BTC sin refuerzo fue del 12%. Las conclusiones destacan que es viable fabricar Bloques de Tierra Comprimida (BTC) con la inclusión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) hasta un 20% sin que esto afecte de manera significativa sus propiedades mecánicas. Se resalta que el BTC con RCD representa una opción práctica para la construcción de muros no portantes en la ciudad de Piura. Además, se enfatiza que la incorporación de RCD en el BTC contribuye a la reducción de la cantidad de desechos de construcción y demolición que se depositan en los vertederos.

### **2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES**

Las variables involucradas como polvo de hormigón reciclado y la resistencia a la compresión de los bloques de tierra compactada no estaban ligadas dentro de estudios locales que pude encontrar.

## **2.2 BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1 BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC)**

Conocidos como bloques de tierra estabilizada, los bloques de tierra comprimida son materiales de construcción que se obtienen comprimiendo una mezcla de tierra, limo, arcilla y arena. Su estabilidad y resistencia pueden ser mejoradas mediante el uso de estabilizadores como cemento, cal o aditivos químicos. (Mompó, 2015).

Fabricados con suelo crudo, los BTC son bloques que representan una alternativa al ladrillo habitual, en los que la compresión permite unir las partículas de sus componentes (Mejía, 2018). Este ladrillo sin cocer, con dimensiones de 29 cm x 14.5 cm x 9.5 cm, es adecuado para la construcción de muros portantes, así como de arcos, bóvedas y cúpulas (Hernández, 2026).

Los BTC son bloques realizados con tierra cruda moldeados en forma de ladrillo, sometidos a un proceso de compresión que facilita la unión más efectiva de las partículas que los conforman (Medina, 2021).

Estos bloques pueden ser sólidos, con perforaciones o ligeros, y pueden reforzarse para su uso en proyectos estructurales y arquitectónicos (Arteaga et al,2011, Macías, 2017).

Estas unidades de construcción ofrecen numerosas ventajas. Son asequibles y respetuosas con el medio ambiente al emplear materiales naturales y locales. Además, destacan por su notable resistencia y durabilidad, lo que las convierte en una opción versátil para una variedad de proyectos constructivos. Asimismo, son eficaces en la regulación de la humedad y la temperatura dentro de las edificaciones donde se utilizan (Cañola et al., 2018).

**Figura 1**

*Bloques de tierra comprimida*



*Nota.* Bloques de tierra comprimida. Fuente: (Tecnologías Sustentables, 2020)

Durante su elaboración, se mezcla la tierra cruda con los estabilizadores elegidos hasta obtener una mezcla uniforme. Luego, esta mezcla se vierte en moldes y se comprime utilizando una prensa hidráulica o mecánica para eliminar los espacios de aire entre las partículas, lo que aumenta la resistencia de los bloques. Este proceso asegura una integración efectiva de la tierra cruda con los estabilizadores, mejorando así las características mecánicas de los bloques y garantizando que cumplan con los estándares de calidad y resistencia requeridos en la construcción (Shantanu et al., 2023).

### **2.2.2 ELABORACIÓN DEL BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA**

Los bloques comprimidos suelo cemento se fabrican utilizando una mezcla de suelo, cemento y agua. El suelo, componente principal, aporta la mayor parte del volumen, mientras que el cemento actúa como aglutinante, proporcionando cohesión y resistencia. La proporción de

estos componentes puede variar dependiendo de las características del suelo y los requisitos específicos de resistencia. Generalmente, se utiliza una proporción de cemento que oscila entre el 5% y el 10% del peso del suelo. La adición de agua es crucial para activar las propiedades cementantes del cemento, facilitando su hidratación y la posterior formación de un material sólido y resistente (Mompó, 2015).

El proceso de fabricación de bloques comprimidos suelo cemento incluye varias etapas críticas que garantizan la calidad y durabilidad del producto final. Inicialmente, se realiza una selección y preparación del suelo, eliminando impurezas y asegurando una granulometría adecuada. Posteriormente, se mezcla el suelo con el cemento en las proporciones definidas y se añade agua para obtener una masa homogénea. Esta mezcla se introduce en una prensa mecánica, donde se somete a un proceso de compresión que compacta los materiales y elimina vacíos, formando bloques de alta densidad. Finalmente, los bloques recién formados se curan durante un periodo determinado, generalmente de 7 a 28 días, permitiendo que el cemento complete su proceso de hidratación y desarrolle su máxima resistencia (Cañola et al., 2018).

Debido a sus cualidades mecánicas, los bloques de suelo-cemento comprimidos se pueden utilizar en una variedad de aplicaciones de construcción. Su resistencia a la compresión es uno de los parámetros más importantes y puede ser comparable a la de los ladrillos convencionales, dependiendo de la calidad del suelo y la cantidad de cemento utilizada. Además, estos bloques exhiben una buena durabilidad, resistencia a la intemperie y estabilidad dimensional, lo que los convierte en una opción viable para construcciones tanto en climas húmedos como secos (Bogas et al., 2023).

### **2.2.3 CARACTERÍSTICAS DEL BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA**

Aranda Jiménez y García Izaguirre (2016), hacen las siguientes descripciones sobre los BTC:

- Forma de caja.
- Pueden ser llenados completamente o tener huecos o vacíos.
- Aspecto color marrón, o según el tipo de arcilla.
- No precisa cocción.

- Se pretende que sea de material reutilizable.

#### **2.2.4 TIPOS DE MAQUINARIAS PARA ELABORAR EL BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA**

Hay diversos tipos de máquinas, entre manuales, semiindustriales, y completamente industriales (Medina, 2021).

- **Maquinaria Manual:** Se emplea comúnmente la CINVA RAM, una máquina diseñada por el Ingeniero Raúl Ramírez en la década de 1950, que utiliza únicamente la fuerza manual del operador para compactar el bloque mediante una palanca. Estas máquinas pueden ser adquiridas comercialmente o incluso fabricadas de manera artesanal (Medina, 2021).
- **Máquinas semiindustriales o completamente industriales:** Estas máquinas están disponibles en una amplia variedad de tamaños, capacidades de producción, moldes y funcionalidades, como sistemas auto recargables. Están diseñadas para la fabricación en masa, convirtiéndose en un medio eficiente para sustento económico. Se producen en diversos países como Estados Unidos, Brasil, China, Italia, entre otros (Medina, 2021).

#### **2.2.5 HORMIGÓN RECICLADO**

El hormigón reciclado es un material que se produce reutilizando hormigón viejo, ya sea como material estructural o como sobrante de la construcción y demolición de edificaciones. El uso de hormigón reciclado ofrece diversas ventajas significativas. En primer lugar, contribuye a la reducción del consumo de recursos naturales al emplear menos agregados naturales, como arena y grava, en comparación con el hormigón convencional. Además, ayuda a disminuir la cantidad de residuos generados por la construcción, ya que parte del hormigón utilizado previamente se recicla en lugar de ser enviado a vertederos. Por último, la producción de hormigón reciclado resulta en una menor emisión de CO<sub>2</sub> en comparación con la producción de hormigón convencional, lo que contribuye a mitigar el impacto ambiental asociado con la industria de la construcción (Ma et al., 2023).

En términos generales, el hormigón reciclado exhibe propiedades mecánicas que, comparadas con el hormigón tradicional con agregado natural, suelen mostrar una resistencia a la compresión similar o ligeramente inferior, una resistencia a la tracción menor, y un módulo de elasticidad también reducido. Sin embargo, su durabilidad puede estar comprometida debido a su susceptibilidad a fenómenos como la carbonatación y la penetración de cloruros, sobre todo si no se lleva a cabo un proceso de producción adecuado (Leemann et al., 2023).

### **2.2.6 POLVO DE HORMIGÓN RECICLADO**

El polvo de hormigón reciclado se obtiene principalmente de la trituración del hormigón reciclado. Este polvo está compuesto por partículas finas de cemento, arena, agregado fino y posiblemente otros aditivos presentes en el hormigón original. El polvo de hormigón reciclado generalmente tiene propiedades físicas y químicas similares al cemento Portland utilizado en la producción de hormigón convencional. Sin embargo, debido a su composición y proceso de trituración, el polvo de hormigón reciclado puede tener una distribución granulométrica diferente y contener una mayor cantidad de impurezas que el cemento Portland estándar (Mao et al., 2023).

Aunque el polvo de hormigón reciclado puede tener propiedades diferentes al cemento Portland, se puede utilizar como un sustituto parcial del cemento en la producción de hormigón reciclado. También puede ser empleado en otras aplicaciones como relleno en la construcción de carreteras, material de relleno para proyectos de paisajismo, o en la fabricación de bloques de hormigón no estructurales (Mao et al., 2023).

### **2.2.7 NORMATIVA PARA LA PRODUCCIÓN Y EDIFICACIÓN CON BTC**

En África, el proceso de selección, requisitos, ensayos, fabricación y construcción de Bloques de Tierra Comprimida (BTC) se regula mediante normas técnicas específicas, como la ASR6704 para los requisitos de BTC, la ARS683 para las pruebas necesarias y la ARS682 que aborda el estado del arte en construcción. En España, la norma UNE 41410, que actúa como guía para la producción, diseño y construcción

de BTC, resulta relevante por sus similitudes con la normativa peruana. Sin embargo, en Perú no existe una normativa específica para BTC, por lo que se utilizará como referencia la norma E.080 del MVCS (Álvarez, 2018).

### **2.2.8 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA NTC 5324**

La resistencia a la compresión indica la habilidad de un material para oponer resistencia a fuerzas que tienden a someter su volumen o comprimirlo. Esta cualidad mecánica es esencial para evaluar la capacidad de un material de soportar cargas compresivas, siendo especialmente relevante en materiales de construcción como el hormigón y la mampostería. Para asegurar bloques de tierra comprimida que cumplan con rigurosos estándares de resistencia y calidad, es fundamental cumplir con las normativas establecidas, según lo prescribe el estatuto colombiano NTC 5324 para bloques de suelo cemento, y realizar pruebas exhaustivas para evaluar su rendimiento (NTC 5324, 2005).

### **2.2.9 MÉTODO DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTC 5324**

En lo que respecta a la norma colombiana nos menciona las dimensiones más habituales para bloques de tierra comprimida que son 14 cm de espesor, 9,5 cm de altura y 29,5 cm de longitud, o bien 22 cm de espesor, 9,5 cm de altura y 22 cm de longitud (NTC 5324, 2005).

En la preparación de los especímenes, se eligen al azar tres bloques de cada tipo y clase para ser ensayados. Luego, se acondicionan las superficies eliminando protuberancias y alisando las zonas de contacto con el mortero. Posteriormente, los bloques se sumergen en agua durante 24 horas, a excepción de aquellos destinados al ensayo de absorción inicial (NTC 5324, 2005).

En la preparación del montaje, se inicia colocando un bloque sobre la platina inferior de la máquina de compresión, seguido por la aplicación de una capa de mortero de cemento sobre la superficie superior del bloque. Luego, se posiciona la platina superior sobre el mortero y se centra el bloque adecuadamente antes de asegurar la platina superior

en su lugar. Durante la realización del ensayo, se aplica una carga axial de manera constante a una velocidad de 2.4 kN por minuto al bloque. Se registra la carga máxima en la cual el bloque experimenta su fallo. Además, se mide y registra la deformación del bloque en el momento exacto de su fallo (NTC 5324, 2005).

### 2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES

**Absorción:** Refiere al proceso mediante el cual un material toma o incorpora una sustancia en su estructura interna o superficie. Este proceso puede ocurrir en diferentes contextos y puede implicar la absorción de líquidos, gases, o sustancias disueltas en un medio (Mate y Vázquez, 2012).

**Abrasión:** La abrasión se refiere al proceso de desgaste o deterioro que ocurre cuando dos superficies entran en contacto y se mueven una contra la otra, causando la remoción gradual de material de una o ambas superficies (Cervera y Blanco, 2002).

**Arcilla:** La arcilla es un material natural compuesto principalmente de partículas finas de minerales, especialmente silicatos de aluminio hidratados, que presentan una gran plasticidad cuando están húmedas y se vuelven rígidas y duras al secarse o cocerse. Utilizada ampliamente en la obtención de cerámica, ladrillos y materiales de construcción, la arcilla se caracteriza por su capacidad de moldearse fácilmente y su cohesión, lo que la hace ideal para diversas aplicaciones industriales y artesanales (Llorens y Pons, 2021).

**Arena:** La arena es un material granular compuesto por partículas de roca y minerales finamente divididos, principalmente cuarzo, que varían en tamaño desde 0.0625 hasta 2 milímetros de diámetro. Es un componente esencial en la fabricación de hormigón, morteros y otros elementos utilizados en la construcción debido a su capacidad para proporcionar resistencia y durabilidad (Sánchez de Guzmán, 2001).

**Cemento:** El cemento es un aglutinante hidráulico, generalmente en forma de polvo fino, compuesto principalmente de compuestos de calcio como el silicato y aluminato de calcio. Al mezclarse con agua, forma una pasta que se endurece y se solidifica debido a reacciones químicas, un proceso conocido como fraguado y endurecimiento. Este material es fundamental en la fabricación de hormigón y mortero, proporcionando la cohesión y resistencia

necesarias para la construcción de estructuras duraderas (Sánchez de Guzmán, 2001).

**Compactación:** La compactación es el proceso de reducir el volumen de un material mediante la aplicación de fuerza mecánica. Este proceso se utiliza comúnmente en la construcción y la ingeniería civil para mejorar las propiedades de materiales como el suelo, el asfalto o el hormigón (Hoz Onrubia et al., 2003).

**Cribado:** El cribado es un proceso mecánico que se utiliza para separar partículas de diferentes tamaños en una mezcla (Ramírez, 2020).

**Deformaciones:** Las deformaciones se refieren a cambios en la forma o la estructura de un material, objeto o sistema bajo la influencia de fuerzas externas. Estas fuerzas pueden ser aplicadas de manera estática o dinámica, y pueden resultar en diferentes tipos de deformaciones, como el estiramiento, la compresión, la flexión, la torsión o el corte (Lleó y Lleó, 2011).

**Hidratación:** La hidratación es un proceso químico fundamental en el que una sustancia absorbe agua y se combina con ella, alterando su estructura y propiedades. Este fenómeno es crucial en diversas aplicaciones, como la hidratación del cemento en la construcción, donde el agua reacciona con los compuestos de calcio para formar productos que endurecen y proporcionan resistencia al hormigón (Sánchez de Guzmán, 2001).

**Limo:** El limo es un sedimento clástico compuesto por partículas minerales finamente divididas que tienen un tamaño intermedio entre la arcilla y la arena, generalmente entre 0.002 y 0.0625 milímetros. Caracterizado por su capacidad para retener agua y nutrientes, el limo se encuentra comúnmente en suelos fértiles y es crucial para la agricultura. Sin embargo, en la construcción, su presencia puede ser problemática debido a su baja estabilidad y tendencia a la expansión y contracción con cambios de humedad (Llorens y Pons, 2021).

**Prensa mecánica para ensayo de compresión:** La prensa mecánica es un dispositivo especializado utilizado para aplicar fuerzas controladas a materiales con el fin de evaluar su resistencia a la compresión. Esta máquina, esencial en laboratorios de ensayo de materiales y en la industria, permite medir la destreza de un material para soportar cargas sin deformarse o romperse. Este equipo es fundamental para asegurar la calidad y seguridad

de materiales como hormigón, ladrillos y compuestos diversos (Sánchez de Guzmán, 2001).

**Triturado:** El triturado es un proceso mecánico mediante el cual se reduce el tamaño de un material sólido, ya sea para su posterior uso, procesamiento o eliminación. Durante el proceso de triturado, el material se somete a fuerzas mecánicas intensas, como compresión, impacto o corte, con el fin de reducir su tamaño a partículas más pequeñas (Montejo Fonseca et al., 2019).

**Grava:** La grava es un tipo de agregado pétreo que consiste en fragmentos de roca de diferentes tamaños. Estos fragmentos pueden ser de origen natural, como los que se encuentran en los lechos de ríos o pueden ser triturados y procesados a partir de rocas más grandes (Solas y Giani, 2010).

## **2.4 HIPÓTESIS**

### **2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL**

La adición de polvo de concreto reciclado tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión de los bloques de tierra comprimida, Churubamba - Huánuco - 2024.

### **2.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICA**

La adición de un 10% de polvo de concreto reciclado en relación al peso seco de la arena fina, tiene un impacto significativo en la resistencia a la compresión del bloque de tierra comprimida.

La adición de un 20% de polvo de concreto reciclado en relación al peso seco de la arena fina, tiene un impacto significativo en la resistencia a la compresión del bloque de tierra comprimida.

La adición de un 30% de polvo de concreto reciclado en relación al peso seco de la arena fina, tiene un impacto significativo en la resistencia a la compresión del bloque de tierra comprimida.

## **2.5 VARIABLES**

### **2.5.1 VARIABLE DEPENDIENTE**

Resistencia a la compresión del bloque de tierra comprimida.

### **2.5.2 VARIABLE INDEPENDIENTE**

Polvo de concreto reciclado.

## 2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> Polvo de concreto reciclado	<p>El polvo de hormigón reciclado se obtiene principalmente de la trituración del hormigón reciclado. Este polvo está compuesto por partículas finas de cemento, arena, agregado fino y posiblemente otros aditivos presentes en el hormigón original. El polvo de hormigón reciclado generalmente tiene propiedades físicas y químicas similares al cemento Portland utilizado en la producción de hormigón convencional (Mao et al., 2023).</p>	<p>El polvo de hormigón reciclado se adicionará con relación al peso seco de la arena fina.</p>	<p>Adición de 10% de polvo de hormigón reciclado en relación al peso seco de la arena fina en los bloques de tierra comprimida.</p> <p>Adición de 20% de polvo de hormigón reciclado en relación al peso seco de la arena fina en los bloques de tierra comprimida.</p> <p>Adición de 30% de polvo de hormigón reciclado en relación al peso seco de la arena fina en los bloques de tierra comprimida.</p>	<p>Kilos (Kg)</p>	<p>Ficha de campo.</p>
<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Resistencia a la compresión del bloque de tierra comprimida.	<p>La resistencia a la compresión indica la habilidad de un material para resistir fuerzas que tienden a reducir su volumen o comprimirlo. Para asegurar bloques de tierra comprimida que cumplan con rigurosos estándares de resistencia y calidad, es fundamental cumplir con las normativas establecidas, según lo prescribe la norma colombiana NTC 5324 para bloques de suelo cemento, y realizar pruebas exhaustivas para evaluar su rendimiento (NTC 5324, 2005).</p>	<p>Este valor se obtendrá en laboratorio para lo cual se empleará la máquina de ensayo de compresión.</p>	<p>La resistencia a la compresión del bloque de tierra comprimida con adición de 10% de polvo de hormigón reciclado.</p> <p>La resistencia a la compresión del bloque de tierra comprimida con adición de 20% de polvo de hormigón reciclado.</p> <p>La resistencia a la compresión del bloque de tierra comprimida con adición de 30% de polvo de hormigón reciclado.</p>	<p>Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)</p>	<p>Ficha de laboratorio del ensayo.</p>

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La investigación aplicada se distingue por su orientación hacia la solución de problemas prácticos y la generación de conocimientos específicos con aplicaciones directas para enfrentar desafíos hormigón del mundo real. En contraste con la investigación pura o básica, cuyo objetivo principal es ampliar el conocimiento teórico sin necesariamente buscar una aplicación inmediata, la investigación aplicada adopta un enfoque más práctico y orientado hacia la acción (Zapata y Lombana, 2023).

En nuestra investigación, nos centramos en examinar cómo el uso de polvo de hormigón reciclado afectó la capacidad de compresión de los bloques de tierra compactada.

##### **3.1.1 ENFOQUE**

El enfoque cuantitativo de investigación se distingue por su utilización de datos numéricos y cuantificables para comprender, describir y explicar fenómenos, patrones o relaciones en un contexto específico. Se destaca por su fuerte énfasis en la medición y la objetividad, y suele emplearse para investigar preguntas que pueden ser evaluadas y expresadas en términos numéricos (Ñaupás, 2014).

Los datos examinados comprendieron mediciones numéricas a la capacidad de compresión, obtenidas mediante los ensayos de laboratorio realizados en los bloques que contenían polvo derivado de hormigón reciclado. Del mismo modo, la investigación tuvo como propósito analizar cómo el polvo de hormigón reciclado afectó la resistencia a la compresión de los bloques de tierra comprimida.

##### **3.1.2 ALCANCE O NIVEL**

El principal objetivo de una investigación de nivel explicativo es analizar las relaciones causales entre las variables investigadas. A diferencia de las investigaciones descriptivas, que se centran en caracterizar y describir fenómenos, y de las investigaciones exploratorias, que buscan comprender conceptos poco conocidos, la investigación explicativa se enfoca en explicar las razones y los

mecanismos detrás de la ocurrencia de ciertos fenómenos o las relaciones entre variables (Hernández, 2018).

El propósito de este estudio fue evaluar de qué manera la inclusión de diferentes cantidades de polvo de hormigón reciclado impactó en la resistencia a la compresión de los BTC.

### 3.1.3 DISEÑO

Los diseños cuasiexperimentales fusionan elementos de diseños experimentales y no experimentales. A diferencia de los diseños experimentales convencionales, donde los investigadores tienen control total sobre la asignación de participantes a grupos y la manipulación de variables independientes, los diseños cuasiexperimentales presentan limitaciones en la asignación aleatoria de participantes a grupos y la manipulación completa de variables independientes. Estos diseños son más adecuados en situaciones donde realizar una manipulación experimental controlada total no es factible o ético (Hernández, 2018).

En nuestro estudio, no se realizó una selección aleatoria de las muestras. En su lugar, los grupos de estudio fueron establecidos previamente antes de la ejecución del experimento.

NA GR 1.....X1.....R1  
NA GR 2.....X2.....R2  
NA GR 3.....X3.....R3  
NA GR 4.....\_\_.....R4

Donde:

NA: No aleatorio

GR1, GR2 y GR3: Especímenes de bloque de tierra comprimido (BTC) con adición de polvo de hormigón reciclado en porcentajes de 10%, 20% y 30 % en relación al peso seco de la arena fina.

GR4: Bloques de tierra comprimida sin adición de polvo de hormigón reciclado.

X1, X2 y X3: Alteración de la variable independiente (Adición de polvo de hormigón reciclado en porcentajes de 10%, 20% y 30 % en relación al peso seco de la arena fina).

R1, R2 y R3: Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los bloques de tierra comprimida con adición de 10%, 20% y 30 % de polvo de hormigón reciclado en relación al valor en seco de la arena fina.

R4: Resultados del ensayo resistencia a la compresión de las unidades de tierra comprimida sin adición de polvo de hormigón reciclado.

## **3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **3.2.1 POBLACIÓN**

La población se refiere al total de elementos, sujetos, casos o unidades que poseen características similares y constituyen el objeto principal del análisis. Este grupo de población es el destinatario principal de los resultados que se buscan generalizar a partir del análisis realizado. La naturaleza de la población, ya sea finita o infinita, depende del alcance y los objetivos específicos del estudio (Hernández, 2018).

La población estuvo conformada por 64 bloques de tierra comprimida, donde algunos de estos bloques incluyeron la incorporación de polvo de hormigón reciclado, mientras que otros no lo contuvieron.

### **3.2.2 MUESTRA**

Una muestra no probabilística en investigación se define como una parte de la población de interés que se elige sin emplear un método de selección aleatoria. Esto significa que no todos los elementos o casos tienen la misma oportunidad de ser incluidos en la muestra. A diferencia de las muestras probabilísticas, donde cada elemento tiene una probabilidad conocida y no nula de ser seleccionado, en las muestras no probabilísticas la selección se realiza de forma no aleatoria y generalmente se basa en criterios de conveniencia o específicos (Hernández, 2018).

La cantidad de las muestras se eligieron en base a la bibliografía de Hernández y Sampieri publicada el año 2010, que a continuación se presenta:

**Tabla 1**  
*Cantidad de muestras*

<b>TIPO DE ESTUDIO</b>	<b>TAMAÑO MÍNIMO DE MUESTRA</b>
Transeccional descriptivo o correlacional	30 casos por grupo o segmento del universo
Encuesta a gran escala	100 casos para el grupo o segmento más importante del universo y de 20 a 50 casos para grupos menos importantes
Casual	15 casos por variable independiente
Experimental o cuasiexperimental	15 por grupo

*Nota.* Cantidad de muestras según tipo de estudio. Fuente: (Hernández et al., 2006).

A continuación, se describe cómo se distribuirán las muestras para llevar a cabo las comparaciones.

**Tabla 2**  
*Descripción de las muestras*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD DE MUESTRAS</b>
Bloques patrón de tierra comprimida sin adición de polvo de hormigón reciclado.	16
Bloques de tierra comprimida con adición de 10% polvo de hormigón reciclado en relación al valor en seco de la arena fina.	16
Bloques de tierra comprimida con adición de 20% polvo de hormigón reciclado en relación al valor en seco de la arena fina.	16
Bloques de tierra comprimida con adición de 30% polvo de hormigón reciclado en relación al valor en seco de la arena fina.	16
<b>TOTAL=</b>	<b>64</b>

### **3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.3.1 PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

Durante el proceso se empleó la observación directa a modo de método de recolección de datos, lo que permite obtener información precisa sobre las variables en estudio. Además, se utilizan técnicas de laboratorio cuando es necesario el uso de instalaciones especializadas para obtener los datos. Se han fabricado bloques de tierra comprimida con la añadidura de polvo de hormigón reciclado, utilizado como

agregado fino, en diferentes proporciones en relación al peso seco de la arena fina.

Estas proporciones incluyen el 10%, 20% y 30% de polvo de hormigón reciclado, con 16 muestras elaboradas para cada nivel de adición, además de las muestras patrón sin este agregado fino.

Los bloques, con dimensiones de 22 cm x 22 cm x 9,5 cm, fueron subyugados a pruebas de compresión, sumando un total de 16 muestras por cada porcentaje de polvo añadido. Todas las muestras fueron debidamente identificadas y el proceso experimental se documentó mediante fotografías para asegurar una mejor comprensión.

**Figura 2**  
*Se efectuó el pesaje de la muestra asignada para el diseño*



**Figura 3**  
*Vibrado manual de los tamices*



**Figura 4**  
*Pesaje de las muestras de suelos retenidas en el tamiz*



**Figura 5**  
*Pesaje de la muestra de suelo pasante del tamiz N°40*



**Figura 6**  
*Preparación de la muestra de suelo para el ensayo de Casagrande*



**Figura 7**  
*Llenado de muestra a la cuchara de Casagrande*



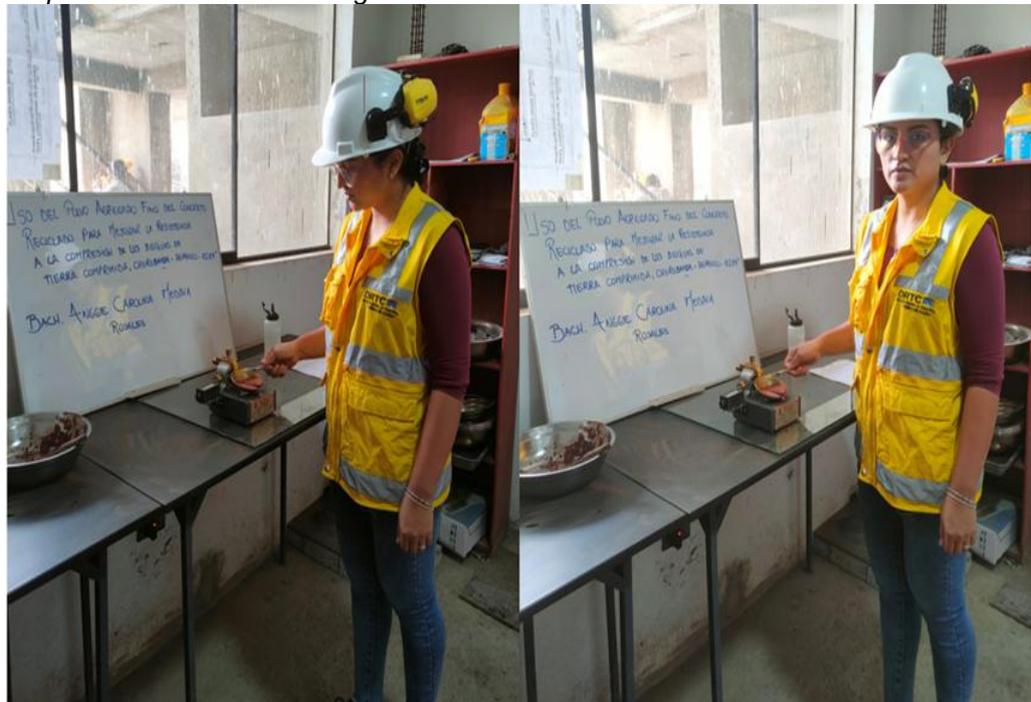
**Figura 8**

*Trazo de hendidura con el acanalador de bronce*



**Figura 9**

*Golpes del suelo con la Casagrande*



**Figura 10**  
*Pesaje de la muestra ensayada en la cuchara casa grande*

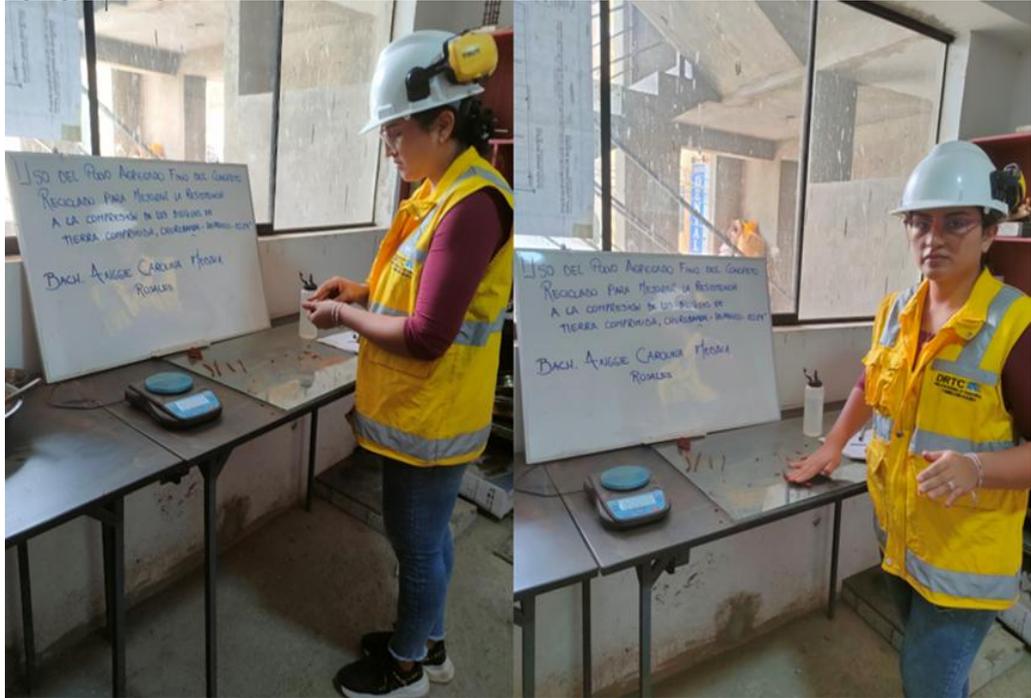


**Figura 11**  
*Pesaje de las muestras de casa grande*



**Figura 12**

*Hormigón reciclado en porcentajes de 10%, 20% y 30% en sustitución respecto del agregado virgen*



**Figura 13**

*Pesaje de las muestras elipsoides del suelo*



**Figura 14**  
*Pesajes de las muestras límite líquido y límite plástico*



**Figura 15**  
*Trituración del hormigón reciclado*



**Figura 16**  
*Tamizaje del hormigón reciclado*



**Figura 17**  
*Pesaje del polvo de hormigón en un 10%*



**Figura 18**  
*Pesaje del polvo de hormigón en un 20%*



**Figura 19**  
*Pesaje del polvo de hormigón en un 30%*



**Figura 20**

*Muestras de polvo de hormigón reciclado en los porcentajes del 10%, 20% y 30% respecto al valor en seco del espécimen*

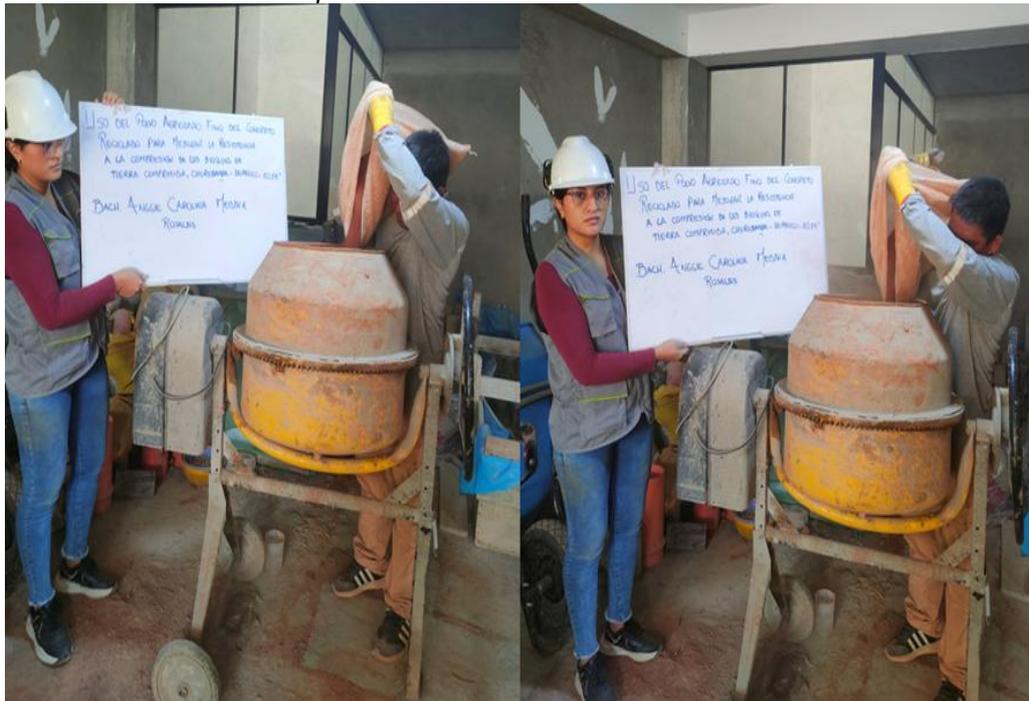


**Figura 21**

*Tamizaje de la muestra de tierra*



**Figura 22**  
*Adición de la tierra al trompo*



**Figura 23**  
*Adición de la muestra de polvo de hormigón en un 10%*



**Figura 24**  
*Adición de la muestra de polvo de hormigón en un 20%*



**Figura 25**  
*Adición de la muestra de polvo de hormigón en un 30%*



**Figura 26**  
*Adición del agua a la mezcla*



**Figura 27**  
*Retiro de la mezcla del trompo*



**Figura 28**

*Adición de la mezcla de tierra a la máquina de ladrillos comprimidos*



**Figura 29**

*Procedimiento de compresión del ladrillo*



**Figura 30**  
*Desmoldeo de los ladrillos comprimidos*



**Figura 31**  
*Muestras de los ladrillos comprimidos*



**Figura 32**  
*Prueba de resistencia a la compresión en ladrillos de tierra estándar*



**Figura 33**  
*Rotura de las unidades BTC patrón*



**Figura 34**

*Prueba de resistencia a la compresión de ladrillos de tierra comprimida incorporando un 10% de polvo de concreto*



**Figura 35**

*Ruptura de las unidades de tierra comprimida tras incorporar un 10% de polvo de hormigón*



**Figura 36**

*Análisis de capacidad a la compresión en ladrillos de tierra comprimida con la incorporación del 20% de polvo de hormigón*



**Figura 37**

*Ruptura de los ladrillos de tierra comprimida al incorporar un 20% de polvo de hormigón*



**Figura 38**

*Evaluación de la capacidad de compresión de los ladrillos de tierra comprimida con un 30% de polvo de hormigón en la mezcla*



**Figura 39**

*Rotura de los ladrillos de tierra comprimida con una adición del 30% de polvo de hormigón*



### **3.3.2 PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS**

Se han incorporado tablas y gráficos de frecuencias con el fin de ilustrar los datos relativos a la resistencia a la compresión de los bloques de tierra compactada, tanto con como sin adición de polvo de hormigón reciclado, con el objetivo de facilitar su interpretación. Estos recursos permiten organizar los valores de resistencia de forma clara, visualizando la distribución de los datos y permitiendo identificar fácilmente posibles valores atípicos y tendencias. Las representaciones fueron generadas con el software Microsoft Excel, una herramienta eficiente para la creación y edición de tablas y gráficos, lo que simplificó el análisis de los datos obtenidos.

### **3.3.3 PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS**

El análisis e interpretación de los datos en esta investigación se llevaron a cabo utilizando el software estadístico SPSS, que consintió realizar una distinción detallada de las pruebas de la capacidad de compresión de los bloques de tierra comprimida. Se aplicaron pruebas paramétricas, como la *t* de Student, para evaluar las diferencias significativas entre los bloques que incorporaron polvo de hormigón reciclado y los que no. Además, se emplearon herramientas de cálculo como Microsoft Excel para organizar y graficar los resultados experimentales, facilitando así una interpretación visual clara de los incrementos en la resistencia a la compresión.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1 PROCESAMIENTO DE DATOS

Se expone en el consecutivo apartado un examen de los datos de resistencia a la compresión de las muestras recibidas mediante ensayos realizados en el laboratorio de suelos y hormigón.

#### Análisis descriptivo de los datos obtenidos en laboratorio

**Tabla 3**

*Resultado de datos de la resistencia a la compresión de los BTC patrón y de los BTC según diseño*

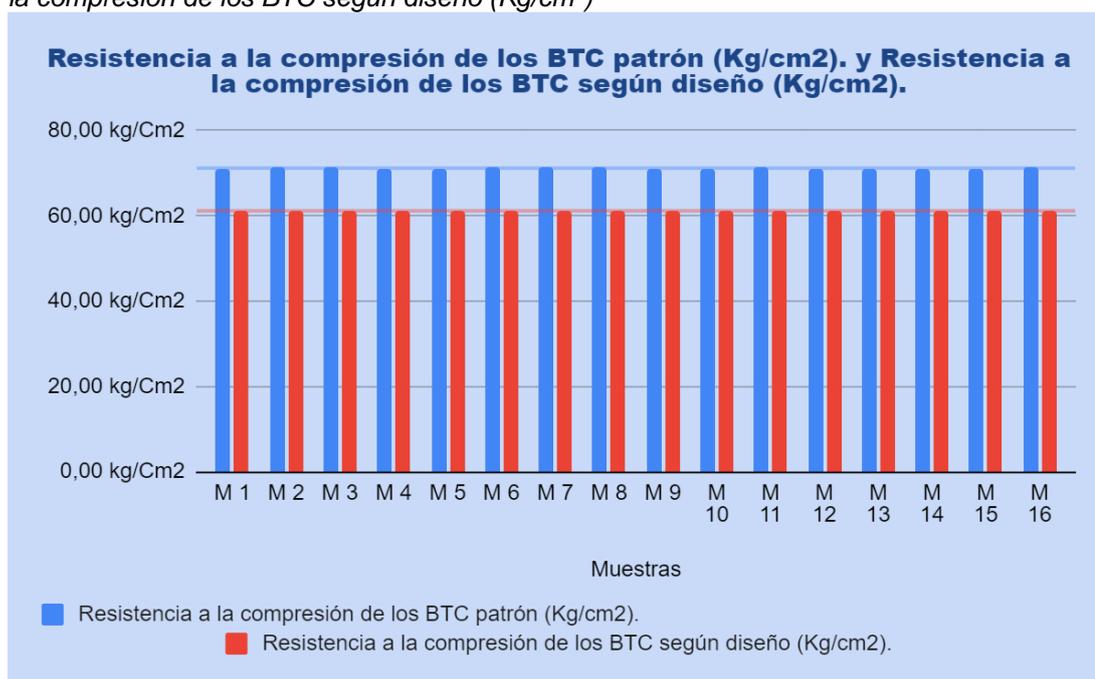
Muestras	Resistencia a la compresión de los BTC patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ).	Resistencia a la compresión de los BTC según diseño (Kg/cm <sup>2</sup> ).
M 1	71,06	61,18
M 2	71,22	61,18
M 3	71,32	61,18
M 4	71,12	61,18
M 5	71,19	61,18
M 6	71,23	61,18
M 7	71,21	61,18
M 8	71,23	61,18
M 9	71,17	61,18
M 10	71,09	61,18
M 11	71,22	61,18
M 12	71,12	61,18
M 13	71,13	61,18
M 14	71,19	61,18
M 15	71,19	61,18
M 16	71,21	61,18

#### **Interpretación:**

La tabla representa los valores de la capacidad de compresión para los bloques de tierra compactada libre sin intervención de polvo de hormigón reciclado y para los bloques de tierra compactada según la normativa colombiana, el cual establece una resistencia máxima de 6 MPa o 61,18 Kg/cm<sup>2</sup> (NTC 5324, 2005).

**Figura 40**

Comparación de la capacidad de compresión de los BTC patrón (Kg/cm<sup>2</sup>) y la capacidad a la compresión de los BTC según diseño (Kg/cm<sup>2</sup>)



### Interpretación

En la figura se puede ver que el valor más alto de capacidad de compresión para los bloques de tierra compactada patrón sin polvo de hormigón reciclado es de 71,32 Kg/cm<sup>2</sup>, y para los bloques de tierra comprimida según su diseño, la resistencia a la compresión es de 61,18 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 4**

Resultado de las medias para los datos de capacidad de compresión de los bloques patrón y los bloques según diseño

Media	Valor	Unidades
Resist. a la compresión de los bloques patrón.	71,18	Kg/cm <sup>2</sup>
Resist. a la compresión de los bloques según diseño.	61,18	Kg/cm <sup>2</sup>

### Interpretación:

La tabla indica que la media de la capacidad de compresión de los bloques de tierra compactada patrón sin intervención de polvo de hormigón reciclado es de 71,18 Kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la media de los bloques de tierra compactada según el diseño es de 61,18 Kg/cm<sup>2</sup>. Al hacer una comparación entre estos promedios, se concluye que los bloques patrón son más resistentes a la compresión que los bloques diseñados.

**Tabla 5**

*Resultado de datos de la capacidad de compresión de los BTC con adición del 10% de polvo de hormigón (Kg/cm<sup>2</sup>) y de los BTC patrón (Kg/cm<sup>2</sup>)*

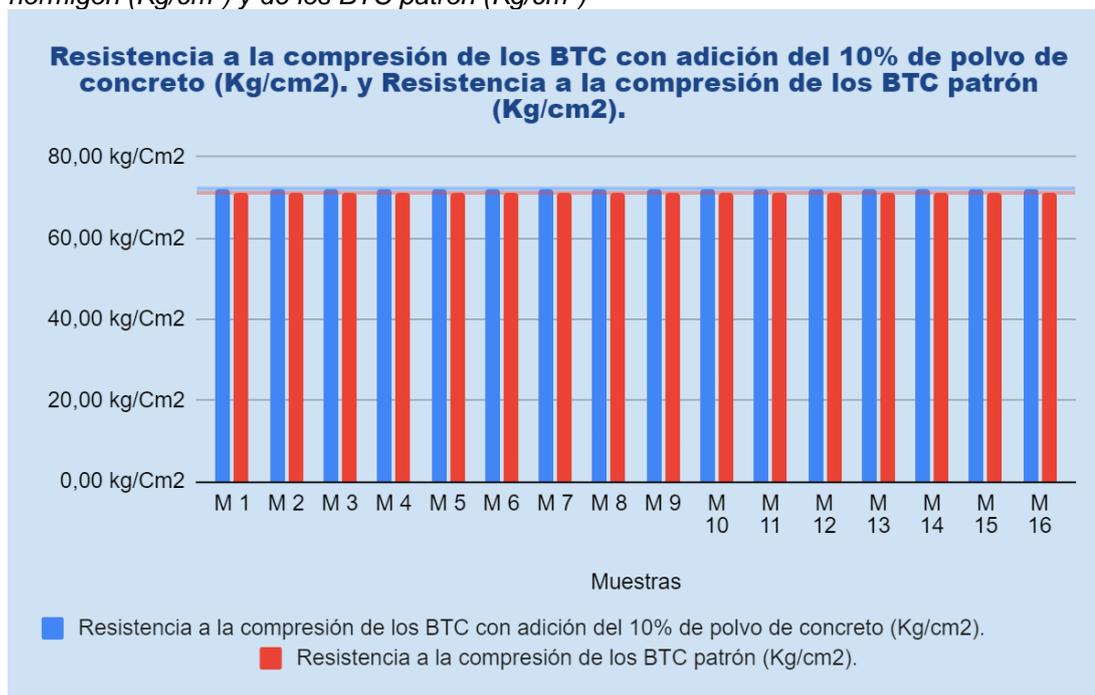
Muestras	Resistencia a la compresión de los BTC con adición del 10% de polvo de hormigón (Kg/cm <sup>2</sup> ).	Resistencia a la compresión de los BTC patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ).
M 1	72,17	71,06
M 2	72,31	71,22
M 3	72,18	71,32
M 4	72,20	71,12
M 5	72,30	71,19
M 6	72,30	71,23
M 7	72,22	71,21
M 8	72,22	71,23
M 9	72,23	71,17
M 10	72,28	71,09
M 11	72,29	71,22
M 12	72,22	71,12
M 13	72,22	71,13
M 14	72,20	71,19
M 15	72,27	71,19
M 16	72,24	71,21

**Interpretación:**

La tabla representa los resultados de capacidad de compresión para los bloques de tierra compactada al adicionarle 10% de polvo de hormigón y para los bloques de tierra comprimida patrón sin adición de polvo de hormigón.

**Figura 41**

Comparación de la capacidad de compresión de los BTC con adición del 10% de polvo de hormigón (Kg/cm<sup>2</sup>) y de los BTC patrón (Kg/cm<sup>2</sup>)



### Interpretación

De la figura se observa que el valor más alto obtenido para la resistencia a la compresión de los BTC con la adición del 10% de polvo de hormigón es de 72,31 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el valor máximo alcanzado para la resistencia a la compresión de los BTC patrón es de 71,32 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 6**

Resultado de las medias para los datos de resistencia a la compresión de los BTC con adición del 10% de polvo de hormigón (Kg/cm<sup>2</sup>) y de los BTC patrón (Kg/cm<sup>2</sup>)

Media	Valor	Unidades
Resist. a la compresión de los BTC con adición del 10% de polvo de hormigón.	72,24	Kg/cm <sup>2</sup>
Resist. a la compresión de los BTC patrón.	71,18	Kg/cm <sup>2</sup>

### Interpretación:

La tabla presenta un cuadro comparativo de las resistencias a la compresión promedio de los bloques de tierra comprimida (BTC) con y sin adición de polvo de hormigón reciclado. Los resultados muestran que los BTC con un 10% de adición de polvo de hormigón registraron una resistencia promedio de 72,24 kg/cm<sup>2</sup>, en comparación con los BTC patrón, que obtuvieron una resistencia de 71,18 kg/cm<sup>2</sup>. Esta diferencia sugiere que la adición de polvo de hormigón reciclado contribuye a un aumento en la

resistencia a la compresión de los bloques, aunque este incremento es moderado.

**Tabla 7**

*Resultado de datos de la resistencia a la compresión de los BTC con adición del 20% de polvo de hormigón (Kg/cm<sup>2</sup>) y de los BTC patrón (Kg/cm<sup>2</sup>)*

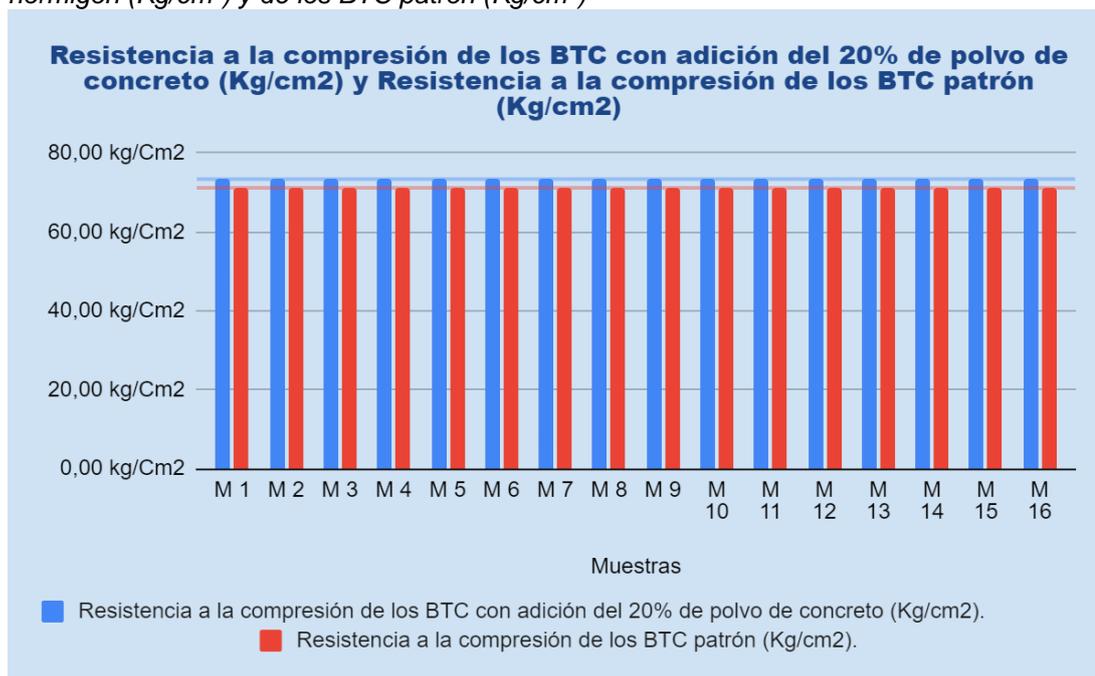
Muestras	Resistencia a la compresión de los BTC con adición del 20% de polvo de hormigón (Kg/cm <sup>2</sup> ).	Resistencia a la compresión de los BTC patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ).
M 1	73,34	71,06
M 2	73,43	71,22
M 3	73,42	71,32
M 4	73,37	71,12
M 5	73,45	71,19
M 6	73,36	71,23
M 7	73,37	71,21
M 8	73,39	71,23
M 9	73,45	71,17
M 10	73,38	71,09
M 11	73,44	71,22
M 12	73,40	71,12
M 13	73,41	71,13
M 14	73,46	71,19
M 15	73,42	71,19
M 16	73,38	71,21

### **Interpretación**

La tabla representa los resultados de capacidad de compresión para los bloques de tierra compactado al adicionarle 20% de polvo de hormigón y para los bloques de tierra compactado patrón sin adición de polvo de hormigón.

**Figura 42**

Comparación de la capacidad de compresión de los BTC con adición del 20% de polvo de hormigón (Kg/cm<sup>2</sup>) y de los BTC patrón (Kg/cm<sup>2</sup>)



### Interpretación

De la figura se observa que el valor más alto obtenido para la capacidad de compresión de los BTC con la adición del 20% de polvo de hormigón es de 73,46 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el valor máximo alcanzado para la capacidad de compresión de los BTC patrón es de 71,32 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 8**

Resultado Medias de la resistencia a la compresión: BTC con 20% polvo de hormigón vs. BTC patrón (kg/cm<sup>2</sup>)

Media	Valor	Unidades
Resist. a la compresión de los BTC con adición del 20% de polvo de hormigón.	73,41	Kg/cm <sup>2</sup>
Resist. a la compresión de los BTC patrón.	71,18	Kg/cm <sup>2</sup>

### Interpretación:

En la tabla se muestra un cuadro comparativo de la capacidad de compresión promedio de los bloques de tierra comprimida (BTC) con y sin polvo de hormigón reciclado. Los resultados indican que los BTC con un 20% de polvo de hormigón obtuvieron una resistencia promedio de 73,41 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que los BTC patrón lograron una resistencia de 71,18 kg/cm<sup>2</sup>. Esta variación sugiere que la adición de polvo de hormigón reciclado mejora ligeramente la resistencia a la compresión de los bloques.

**Tabla 9**

*Resultado de la capacidad de compresión: BTC con 30% polvo de hormigón vs. BTC patrón (kg/cm<sup>2</sup>)*

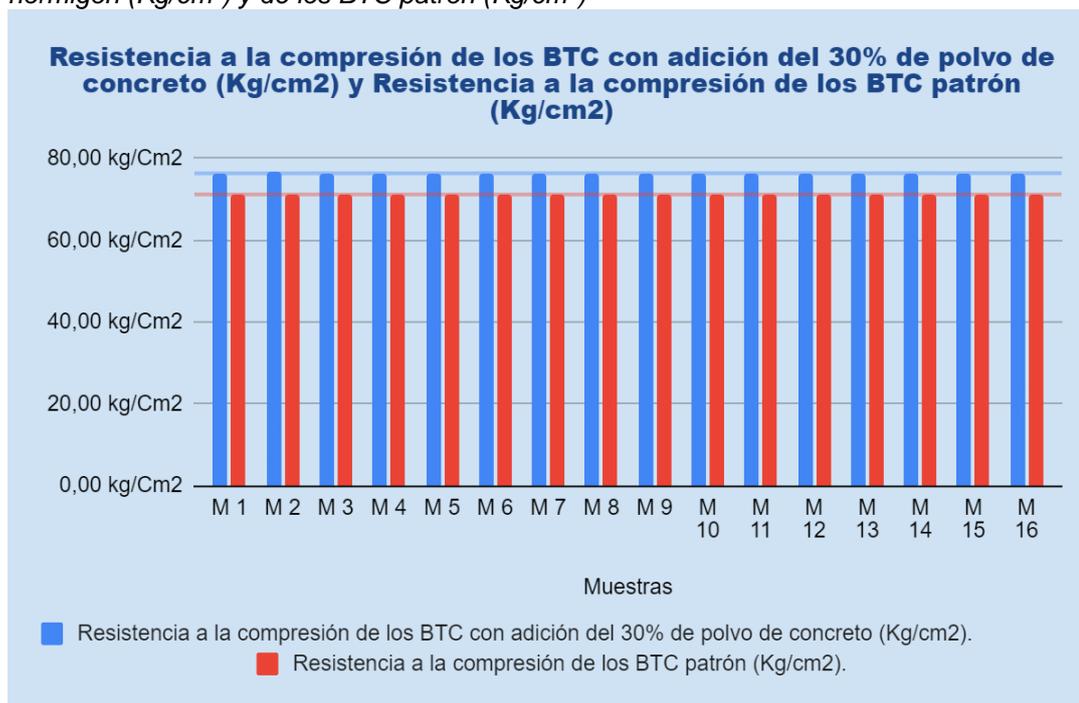
Muestras	Resistencia a la compresión de los BTC con adición del 30% de polvo de hormigón (Kg/cm <sup>2</sup> ).	Resistencia a la compresión de los BTC patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ).
M 1	76,25	71,06
M 2	76,50	71,22
M 3	76,38	71,32
M 4	76,44	71,12
M 5	76,25	71,19
M 6	76,16	71,23
M 7	76,48	71,21
M 8	76,43	71,23
M 9	76,24	71,17
M 10	76,44	71,09
M 11	76,48	71,22
M 12	76,41	71,12
M 13	76,26	71,13
M 14	76,38	71,19
M 15	76,29	71,19
M 16	76,48	71,21

### **Interpretación**

La tabla representa los resultados de capacidad de compresión para los bloques de tierra compactada al adicionarle 30% de polvo de hormigón y para los bloques de tierra compactada patrón sin adición de polvo de hormigón.

**Figura 43**

*Comparación de la capacidad de compresión de los BTC con adición del 30% de polvo de hormigón (Kg/cm<sup>2</sup>) y de los BTC patrón (Kg/cm<sup>2</sup>)*



### Interpretación

De la figura se observa que el valor más alto obtenido para la capacidad de compresión de los BTC con la adición del 30% de polvo de hormigón es de 76,50 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el valor máximo alcanzado para la resistencia a la compresión de los BTC patrón es de 71,32 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 10**

*Resultado de las medias para los datos de capacidad de compresión de los BTC con adición del 30% de polvo de hormigón (Kg/cm<sup>2</sup>) y de los BTC patrón (Kg/cm<sup>2</sup>)*

Media	Valor	Unidades
Resist. a la compresión de los BTC con adición del 30% de polvo de hormigón.	76,37	Kg/cm <sup>2</sup>
Resist. a la compresión de los BTC patrón.	71,18	Kg/cm <sup>2</sup>

### Interpretación:

La tabla presenta una comparación de las resistencias promedio a la compresión de los bloques de tierra comprimida (BTC) con y sin la adición de polvo de hormigón reciclado. Los resultados muestran que los BTC con un 20% de polvo de hormigón reciclado alcanzaron una resistencia promedio de 73,41 kg/cm<sup>2</sup>, en comparación con los BTC patrón que registraron una resistencia de 71,18 kg/cm<sup>2</sup>. Esta diferencia sugiere que la adición de polvo

de hormigón reciclado favorece un incremento moderado en la resistencia a la compresión de los bloques.

**Tabla 11**

*Resultado de la capacidad de compresión promedio: BTC con 10%, 20% y 30% polvo de hormigón vs. BTC patrón (kg/cm<sup>2</sup>)*

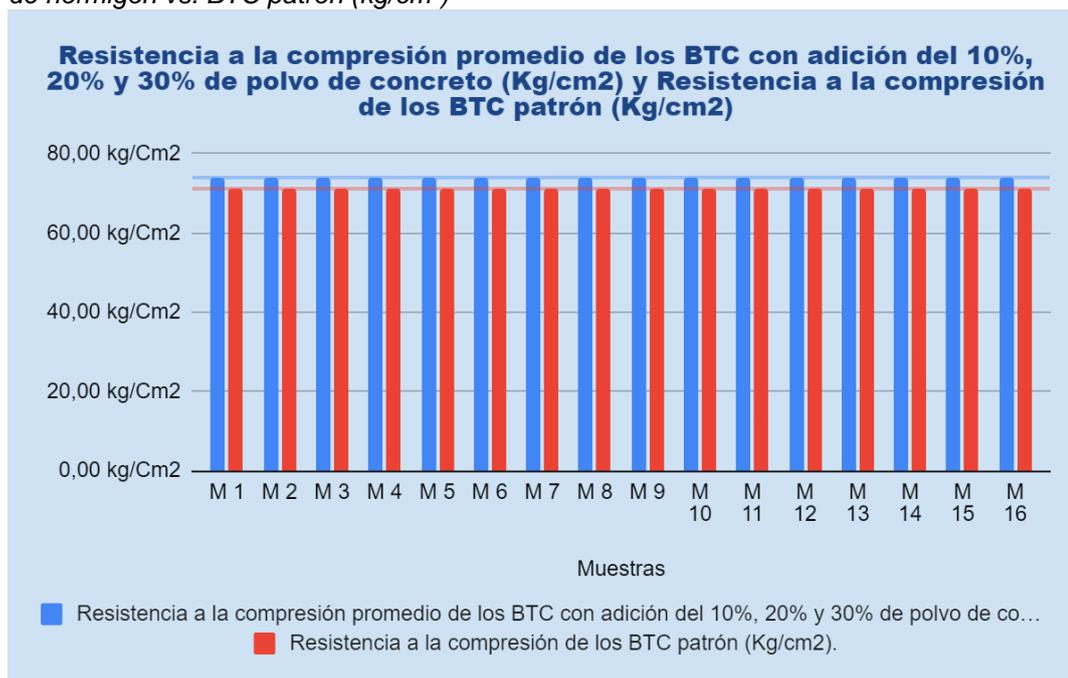
Muestras	Resistencia a la compresión promedio de los BTC con adición del 10%, 20% y 30% de polvo de hormigón (Kg/cm <sup>2</sup> ).	Resistencia a la compresión de los BTC patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ).
M 1	73,92	71,06
M 2	74,08	71,22
M 3	74,00	71,32
M 4	74,00	71,12
M 5	74,00	71,19
M 6	73,94	71,23
M 7	74,03	71,21
M 8	74,02	71,23
M 9	73,97	71,17
M 10	74,03	71,09
M 11	74,07	71,22
M 12	74,01	71,12
M 13	73,96	71,13
M 14	74,01	71,19
M 15	73,99	71,19
M 16	74,03	71,21

### **Interpretación**

La tabla representa los resultados de capacidad de compresión promedio para los bloques de tierra compactada al adicionarle 10%, 20% y 30% de polvo de hormigón y para los bloques de tierra comprimida patrón.

**Figura 44**

Comparación de la resistencia a la compresión promedio: BTC con 10%, 20% y 30% polvo de hormigón vs. BTC patrón (kg/cm<sup>2</sup>)



### Interpretación

De la figura se observa que el valor más alto obtenido para la resistencia a la compresión promedio de los BTC con la adición del 10%, 20% y 30% de polvo de hormigón es de 74,08 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el valor máximo alcanzado para la resistencia a la compresión de los BTC patrón es de 71,32 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 12**

Resultado Medias de la resistencia a la compresión promedio: BTC con 10%, 20% y 30% polvo de hormigón vs. BTC patrón (kg/cm<sup>2</sup>)

Media	Valor	Unidades
Resist. a la compresión promedio de los BTC con adición del 10%, 20% y 30% de polvo de hormigón.	74,00	Kg/cm <sup>2</sup>
Resist. a la compresión de los BTC patrón.	71,18	Kg/cm <sup>2</sup>

### Interpretación:

En la tabla se presenta una comparación de las resistencias promedio a la compresión de los bloques de tierra comprimida (BTC) con y sin la adición de polvo de hormigón reciclado. Los resultados muestran que los BTC con un 30% de polvo de hormigón tuvieron una resistencia promedio de 76,37 kg/cm<sup>2</sup>, en comparación con los BTC patrón que obtuvieron una resistencia de 71,18 kg/cm<sup>2</sup>. Esto sugiere que la adición de polvo de hormigón reciclado contribuye a un aumento moderado en la resistencia a la compresión de los bloques.

## 4.2 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

El contraste de las hipótesis se ha realizado empleando el programa estadístico SPSS.

### Para la hipótesis general

HG: La adición de polvo de concreto reciclado tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión de los bloques de tierra comprimida, Churubamba - Huánuco - 2024.

H0: La adición de polvo de concreto reciclado NO tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión de los bloques de tierra comprimida, Churubamba - Huánuco - 2024.

### Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis general

**Tabla 13**

*Normalidad de la capacidad de compresión promedio: 10%, 20% y 30% polvo de hormigón vs. bloques patrón (kg/cm<sup>2</sup>)*

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión promedio de los BTC con adición del 10%, 20% y 30% de polvo de concreto (Kg/cm <sup>2</sup> ).	,152	16	,200*	,968	16	,798
Resistencia a la compresión de los BTC patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ).	,179	16	,181	,949	16	,470

### Interpretación:

El resultado del cuadro anteriormente mostrado prueba la normalidad para los datos de resistencia a la compresión de los bloques de tierra comprimida (BTC) con diferentes porcentajes de adición de polvo de hormigón reciclado (10%, 20% y 30%), así como de los BTC patrón. Dado que el tamaño de la muestra fue de 16, se seleccionó la prueba de Shapiro-Wilk como método adecuado para evaluar la normalidad. Los resultados muestran que, para los BTC con adición de polvo de hormigón, el valor de significancia es 0,798, y para los BTC patrón es 0,470. En ambos casos, los valores de significancia son mayores a 0,05, lo que indica que los datos siguen una distribución normal, lo cual es un requisito para aplicar pruebas estadísticas

paramétricas como la t de Student, con el fin de comparar las diferencias en la resistencia a la compresión entre los grupos de análisis.

### Análisis inferencial para la hipótesis general

**Tabla 14**

*Prueba t de Student: resistencia promedio con 10%, 20% y 30% polvo de hormigón vs. bloques patrón (kg/cm<sup>2</sup>)*

	Diferencias emparejadas			t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		Inferior	Superior			
Resistencia a la compresión promedio de los BTC con adición del 10%, 20% y 30% de polvo de concreto (Kg/cm <sup>2</sup> ). Resistencia a la compresión de los BTC patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ).	2,82250	2,78866	2,85634	177,771	15	,001

### Interpretación

La tabla presenta los resultados de la prueba de t de Student para muestras emparejadas, que compara la resistencia a la compresión promedio de los bloques de tierra comprimida (BTC) con adición de polvo de hormigón reciclado (10%, 20% y 30%) frente a los BTC patrón. La diferencia media entre ambos grupos es de 2,82250 kg/cm<sup>2</sup>, con un intervalo de confianza del 95% que varía entre 2,78866 y 2,85634 kg/cm<sup>2</sup>. El valor t obtenido es 177,771 con 15 grados de libertad, y el valor de significancia bilateral es 0,001, lo que indica un contraste estadísticamente significativo. Estos resultados confirman que la adición de polvo de hormigón reciclado mejora de manera significativa la resistencia a la compresión de los bloques de tierra comprimida en comparación con los bloques patrón, lo que resalta la viabilidad de este material para reforzar bloques utilizados en la construcción sostenible.

### Hipótesis específica 1:

HE1: La adición de un 10% de polvo de concreto reciclado en relación al peso seco de la arena fina, tiene un impacto significativo en la resistencia a la compresión del bloque de tierra comprimida.

HE0: La adición de un 10% de polvo de concreto reciclado en relación al peso seco de la arena fina, NO tiene un impacto significativo en la resistencia a la compresión del bloque de tierra comprimida.

### Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis específica 1

**Tabla 15**

*Normalidad de la resistencia a la compresión: 10% polvo de hormigón vs. bloques patrón (kg/cm<sup>2</sup>)*

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión de los BTC con adición del 10% de polvo de concreto (Kg/cm <sup>2</sup> ).	,176	16	,198	,926	16	,209
Resistencia a la compresión de los BTC patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ).	,179	16	,181	,949	16	,470

a. Corrección de significación de Lilliefors

#### Interpretación:

El resultado del cuadro anteriormente mostrado prueba la normalidad para los datos de resistencia a la compresión de los bloques de tierra comprimida (BTC) con adición del 10% de polvo de hormigón reciclado y de los BTC patrón, utilizando la prueba de Shapiro-Wilk debido al volumen de muestra de 16. Para los BTC con adición de polvo de hormigón, el valor de significancia es 0,209, mientras que para los BTC patrón es 0,470, ambos superiores a 0,05. Esto indica que los datos en ambos casos siguen una distribución normal, lo que permite realizar análisis estadísticos paramétricos como la t de Student.

## Análisis inferencial para los datos de la hipótesis específica 1

**Tabla 16**

*Prueba t de Student: resistencia con 10% polvo de hormigón vs. bloques patrón (kg/cm<sup>2</sup>)*

	Diferencias emparejadas		t	gl	Sig. (bilateral)	
	Media	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		Inferior				Superior
Resistencia a la compresión de los BTC con adición del 10% de polvo de concreto (Kg/cm <sup>2</sup> ).	1,05938	1,02117	1,09758	59,108	15	,001
Resistencia a la compresión de los BTC patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ).						

### Interpretación

La tabla presenta los resultados de la prueba t de Student para muestras emparejadas, utilizada para comparar la resistencia a la compresión de los bloques de tierra comprimida (BTC) con un 10% de adición de polvo de hormigón reciclado frente a los BTC patrón. La diferencia promedio entre ambos grupos es de 1,05938 kg/cm<sup>2</sup>, con un intervalo de confianza del 95% que oscila entre 1,02117 y 1,09758 kg/cm<sup>2</sup>. El valor t es 59,108 con 15 grados de libertad y un valor de significancia bilateral de 0,001, lo que indica un contraste estadísticamente significativo. Estos resultados demuestran que la incorporación del 10% de polvo de hormigón reciclado mejora considerablemente la resistencia a la compresión de los BTC, confirmando que este material reciclado es una opción viable y sostenible para la mejora de las propiedades mecánicas de los bloques de construcción en la región.

### Hipótesis específica 2:

HE2: La adición de un 20% de polvo de concreto reciclado en relación al peso seco de la arena fina, tiene un impacto significativo en la resistencia a la compresión del bloque de tierra comprimida.

HE0: La adición de un 20% de polvo de concreto reciclado en relación al peso seco de la arena fina, NO tiene un impacto significativo en la resistencia a la compresión del bloque de tierra comprimida.

## Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis específica 2

**Tabla 17**

*Normalidad de la resistencia a la compresión: 20% polvo de hormigón vs. bloques patrón (kg/cm<sup>2</sup>).*

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión de los BTC con adición del 20% de polvo de hormigón (Kg/cm <sup>2</sup> ).	,125	16	,200*	,961	16	,689
Resistencia a la compresión de los BTC patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ).	,179	16	,181	,949	16	,470

### Interpretación:

El resultado del cuadro anteriormente mostrado prueba la normalidad para los datos de resistencia a la compresión de los bloques de tierra comprimida (BTC) con adición del 20% de polvo de hormigón reciclado y de los BTC patrón, utilizando la prueba de Shapiro-Wilk debido al tamaño de muestra de 16. Para los BTC con adición de polvo de hormigón, el valor de significancia es 0,689, mientras que para los BTC patrón es 0,470, ambos superiores a 0,05. Esto indica que los datos en ambos casos siguen una distribución normal, lo que permite realizar análisis estadísticos paramétricos como la t de Student.

## Análisis inferencial para los datos de la hipótesis específica 2

**Tabla 18**

*Prueba t de Student: resistencia con 20% polvo de hormigón vs. bloques patrón (kg/cm<sup>2</sup>)*

	Diferencias emparejadas			t	gl	Sig.(bilateral)
	Media	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		Inferior	Superior			
Resistencia a la compresión de los BTC con adición del 20% de polvo de hormigón (Kg/cm <sup>2</sup> ).	2,22313	2,19041	2,25584	144,836	15	,001
Resistencia a la compresión de los BTC patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ).						

### Interpretación

La tabla muestra los resultados de la prueba t de Student para muestras emparejadas, aplicada para comparar la resistencia a la compresión de los bloques de tierra comprimida (BTC) con la adición de un 20% de polvo de hormigón frente a los bloques patrón. La diferencia promedio en la resistencia es de 2.22313 Kg/cm<sup>2</sup>, con un intervalo de confianza del 95% que varía entre 2.19041 Kg/cm<sup>2</sup> y 2.25584 Kg/cm<sup>2</sup>, lo que indica una diferencia positiva y consistente. El valor t calculado es 144.836 con 15 grados de libertad y un valor de significancia bilateral de .001, lo que confirma que la adición de polvo de hormigón tiene un contraste de mejora significativa en la resistencia a la compresión de los BTC.

### Hipótesis específica 3:

HE3: La adición de un 30% de polvo de concreto reciclado en relación al peso seco de la arena fina, tiene un impacto significativo en la resistencia a la compresión del bloque de tierra comprimida.

HE0: La adición de un 30% de polvo de concreto reciclado en relación al peso seco de la arena fina, NO tiene un impacto significativo en la resistencia a la compresión del bloque de tierra comprimida.

## Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis específica

**Tabla 19**

*Prueba de normalidad: resistencia con 30% polvo de hormigón vs. bloques patrón (kg/cm<sup>2</sup>)*

	Kolmogorov - Smirnov			Shapiro - Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión de los BTC con adición del 30% de polvo de concreto (Kg/cm <sup>2</sup> ).	,173	16	,200	,898	16	,074
Resistencia a la compresión de los BTC patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ).	,179	16	,181	,949	16	,470

### Interpretación:

El resultado del cuadro anteriormente mostrado prueba la normalidad aplicada a los datos de resistencia a la compresión de los bloques de tierra comprimida (BTC) con un 30% de adición de polvo de hormigón reciclado y los BTC patrón. Utilizando la prueba de Shapiro-Wilk debido al tamaño muestral de 16, se obtuvo un valor de significancia de 0,074 para los BTC con polvo de hormigón y de 0,470 para los BTC patrón, ambos superiores a 0,05. Estos resultados confirman que los datos presentan una distribución normal, permitiendo el uso de análisis estadísticos paramétricos, como la prueba t de Student.

### Análisis inferencial para los datos de la hipótesis específica 3

**Tabla 20**

*Prueba t de Student: Resistencia a compresión de BTC con 30% de polvo de hormigón vs. bloques patrón (Kg/cm<sup>2</sup>)*

	Diferencias emparejadas				t	gl	Sig.(bilateral)
	Media	95% de intervalo de confianza de la diferencia					
		Inferior	Superior				
Resistencia a la compresión de los BTC con adición del 30% de polvo de concreto (Kg/cm <sup>2</sup> ). - Resistencia a la compresión de los BTC patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ).	5,18563	5,12324	5,24801	177,175	15	,001	

#### Interpretación

La tabla presenta los resultados del análisis mediante la prueba t de Student para muestras relacionadas, aplicada a los datos de resistencia a la compresión de los BTC con un 30% de polvo de hormigón y los bloques patrón. La diferencia promedio de resistencia es de 5.18563 Kg/cm<sup>2</sup>, con un intervalo de confianza del 95% que va de 5.12324 Kg/cm<sup>2</sup> a 5.24801 Kg/cm<sup>2</sup>, indicando una diferencia positiva significativa. El valor t calculado es 177.175, con 15 grados de libertad, y el nivel de significancia bilateral es .001, demostrando que el polvo de hormigón incrementa de forma estadísticamente significativa la resistencia de los BTC frente a los bloques estándar.

## CAPÍTULO V

### DISCUSION DE RESULTADOS

#### 5.1 CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

La investigación de Rayeesulhaq et al. (2024) tuvieron como objetivo desarrollar Bloques Compactados de Tierra Interconectada (ICEBs) utilizando residuos de construcción y demolición, en particular, áridos reciclados de hormigón fino (FRCA) como sustituto de la arena de río. Sus resultados indican que los ICEBs fabricados con ambos materiales alcanzaron resistencias de 13,72 MPa para los que usaron arena de río y 13,38 MPa para los que usaron FRCA, superando la resistencia de ladrillos cocidos convencionales. Además, se observaron mejoras significativas en la absorción de agua y la conductividad térmica. En contraste, mi investigación ha mostrado una mejora en la capacidad de compresión de los bloques de tierra comprimida (BTC) con la adición del 30% de polvo de hormigón, donde se alcanzó un valor de 76,37 Kg/cm<sup>2</sup> en comparación con los bloques patrón que tuvieron 71,18 Kg/cm<sup>2</sup>. Este resultado en Kg/cm<sup>2</sup> equivale aproximadamente a 7,64 MPa y 7,12 MPa respectivamente, lo que, si bien es menor en magnitud que los valores reportados por Rayeesulhaq et al., es importante destacar que los materiales y condiciones utilizadas en ambas investigaciones son diferentes. Mientras que en mi estudio se está utilizando polvo de hormigón reciclado como aditivo, en el de Rayeesulhaq et al. se emplea principalmente FRCA y arena de río en la fabricación de ICEBs.

La investigación de Cabrera y Tello (2024) se centra en el uso de cemento y fibras naturales como refuerzos para mejorar Las capacidades mecánicas de los Bloques de Tierra Comprimida (BTC) logrando incrementos notables en la compresión (hasta un 100%) y en la flexión (hasta un 50%). Esta mejora es significativa y depende de la dosificación óptima de cemento y fibras, que muestra valores fluctuantes en función al tipo de suelo utilizado, demostrando que los BTC reforzados con estos materiales son una alternativa viable para la construcción de estructuras de baja altura. En comparación con mi investigación, donde se analiza la resistencia a la compresión de BTC con adición de polvo de hormigón, los resultados muestran una mejora más

modesta al incorporar un 10% de polvo de hormigón: la resistencia alcanzada fue de 72,24 Kg/cm<sup>2</sup>, parcamente superior a la de los bloques patrón (71,18 Kg/cm<sup>2</sup>). Este incremento es menor en comparación con los resultados obtenidos por Cabrera y Tello, donde la adición de cemento y fibras naturales produjo mejoras mucho más significativas. Una posible explicación para la diferencia en los resultados es la naturaleza del refuerzo utilizado en ambos estudios. Mientras que en mi investigación se utilizó polvo de hormigón como aditivo, el estudio de Cabrera y Tello empleó cemento y fibras naturales, materiales que tienen una capacidad probada para acrecentar las propiedades mecánicas de los BTC debido a su capacidad para aumentar la cohesión del material y reducir las microfisuras. El polvo de hormigón, aunque puede actuar como un material de relleno, no tiene las mismas propiedades aglutinantes que el cemento ni el refuerzo estructural que ofrecen las fibras naturales.

La investigación de Paredes (2022) tiene como objeto evaluar las características físicas y mecánicas de los Bloques de Tierra Comprimida (BTC) fabricados con suelo de diferentes canteras en el distrito de Tacabamba, buscando determinar si cumplen con los estándares establecidos por la norma E.080 del MVCS. Los resultados muestran que la resistencia a la compresión promedio de los BTC elaborados con suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna fue de 17.31 Kg/cm<sup>2</sup>, 17.35 Kg/cm<sup>2</sup> y 17.30 Kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Estas resistencias satisfacen la norma E.080, pero no con la más exigente norma E.070. Además, se observa una densidad aparente promedio de 1.85 g/cm<sup>3</sup> y una absorción de agua del 14.5%, lo que sugiere que estos BTC son adecuados para la construcción de muros no portantes, pero podrían requerir optimización para mejorar su resistencia y durabilidad. En contraste, mi investigación se centra en la mejora de la resistencia a la compresión de los BTC mediante la adición de polvo de hormigón en proporciones del 10%, 20% y 30%. Los resultados obtenidos muestran una resistencia a la compresión promedio de 74.00 Kg/cm<sup>2</sup> para los bloques con adición de polvo de hormigón, en comparación con los 71.18 Kg/cm<sup>2</sup> de los bloques patrón. Este valor es considerablemente mayor que los reportados por Paredes para los BTC fabricados con suelos naturales de las canteras de Tacabamba.

## CONCLUSIONES

Para el objetivo general: Al determinar el efecto del polvo de hormigón reciclado en la resistencia a la compresión de los bloques de tierra comprimida en Churubamba - Huánuco - 2024, se concluye que la resistencia a la compresión mejora significativamente al añadir polvo de hormigón reutilizado. Este hallazgo se valida con un análisis de contraste ( $t=177,771$ ;  $p=0,001<0,05$ ), que demuestra que al incorporar 10%, 20% y 30% de polvo de hormigón reciclado, la media de resistencia a la compresión aumenta a 74,00 kg/cm<sup>2</sup>, en comparación con 71,18 kg/cm<sup>2</sup> en las muestras patrón.

Para el objetivo específico 1: Se determinó que al agregar un 10% de polvo de hormigón reciclado al peso seco de la arena fina, existe una mejora significativa en la resistencia a la compresión de los bloques de tierra comprimida. Este resultado se respalda con el examen de contraste ( $t=59,108$ ;  $p=0,001<0,05$ ), que muestra un aumento en la resistencia a la compresión de los bloques con un 10% de polvo de hormigón reciclado, con una media de 72,24 kg/cm<sup>2</sup>, comparado con las muestras patrón que tienen una resistencia promedio de 71,18 kg/cm<sup>2</sup>.

Para el objetivo específico 2: Al evaluar el impacto de añadir un 20% de polvo de hormigón reciclado a los bloques de tierra comprimida en relación con el peso seco de la arena fina, se infiere que la resistencia a la compresión aumenta de manera significativa. El análisis de contraste ( $t=144,836$ ;  $p=0,001<0,05$ ) respalda que la media de resistencia a la compresión de los bloques con 20% de polvo de hormigón reciclado es de 73,41 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que las muestras patrón tienen una resistencia promedio de 71,18 kg/cm<sup>2</sup>.

Para el objetivo específico 3: Al estudiar el impacto de agregar un 30% de polvo de hormigón reciclado al peso seco de la arena fina en los bloques de tierra comprimida, se ultima que la resistencia a la compresión mejora significativamente con este aditamento. Ello se demuestra mediante un análisis de contraste ( $t=177,175$ ;  $p=0,001<0,05$ ), que muestra que los bloques con 30% de polvo de hormigón reutilizado tienen una media de resistencia de 76,37 kg/cm<sup>2</sup>, en contraste con las muestras patrón que alcanzan una resistencia promedio de 71,18 kg/cm<sup>2</sup>.

## RECOMENDACIONES

Se propone implementar el uso de polvo de hormigón reciclado en la fabricación de bloques de tierra comprimida en áreas rurales, ya que ha demostrado una mejora importante en la capacidad de compresión. Esta práctica contribuiría a mejorar la calidad estructural de las construcciones sin incrementar de manera significativa los costos de producción.

Se sugiere realizar programas de capacitación dirigidos a los productores locales de materiales de construcción en el manejo adecuado de técnicas para integrar polvo de hormigón reciclado en los bloques de tierra comprimida. La correcta dosificación y mezclado es clave para garantizar la mejora en la resistencia de los bloques.

Aunque este estudio se centró en la capacidad de compresión, se recomienda llevar a cabo investigaciones complementarias sobre otras Características mecánicas de los bloques con adición de polvo de hormigón reciclado, tales como la resistencia a la flexión y la durabilidad, para garantizar un desempeño integral en diferentes condiciones de uso.

Se debe incentivar la construcción con materiales reciclados como una alternativa sustentable y económica. Esto podría involucrar campañas de sensibilización que difundan los beneficios económicos y ambientales de emplear polvo de hormigón reciclado en proyectos de construcción, tanto a nivel público como privado.

Se recomienda realizar estudios de escalabilidad del proceso de producción de bloques con polvo de hormigón reciclado, para evaluar su viabilidad en proyectos de mayor envergadura, como viviendas sociales y edificios de infraestructura pública, especialmente en zonas rurales y urbanas de Huánuco.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, S.Y. (2018). Comparación de las propiedades mecánicas de unidades y prismas de bloques de tierra comprimida estabilizada con cemento y geopolímero de puzolana. [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú].  
<http://hdl.handle.net/20.500.12404/13435>
- Aranda-Jiménez, Y. G., & García-Izaguirre, V. M. (2016). Efectos de utilización de savias vegetales en bloques de tierra comprimida a la prueba de abrasión. *LEGADO de Arquitectura y Diseño*, 11(19), 101-110.  
<https://legadodearquitecturaydiseno.uaemex.mx/article/view/14969>
- Arteaga, K.T., Medina, Ó.H., & Gutiérrez, Ó.J. (2011). Bloque de tierra comprimida como material constructivo. *Revista Facultad De Ingeniería*, 20(31), 55–68.  
<https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/1421>
- Bogas, J., Real, S., & Cruz, R. (2023). Comportamiento mecánico y retracción de bloques de tierra comprimida estabilizados con cemento reciclado termo activado. *Journal of Building Engineering*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710223020727>
- Cabrera, M., & Tello, J. (2024). Mejora de las propiedades mecánicas de los bloques de tierra comprimida (BTC) reforzados con cemento y fibra natural. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10757/654614>
- Cañola, H. D., Builes-Jaramillo, A., & Medina, C. (2018). Bloques de Tierra Comprimida (BTC) con aditivos bituminosos. *TecnoLógicas*, vol. 21. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/3442/344256704009/html/>
- Cervera Ruiz, M., & Blanco Díaz, E. (2002). *Mecánica de Estructuras Libro I Resistencia de Materiales*. UPC, S.L., Edicions.
- Emd, E. (2023). *Resistencia de Materiales: Conceptos, tensión, sólido, tracción, torsión, barras, glosario*. Amazon Digital Services LLC - Kdp.
- Hernández Sampieri, R. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana.

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la investigación*. MacGraw-Hill/Interamericana.
- Hoz Onrubia, J. d., Maldonado Ramos, L., & Vela Cossío, F. (2003). *Diccionario de construcción tradicional: tierra*. Editorial Nerea.
- Latha, A., Murugesan, B., & Thomas, B. (2023). Bloque de tierra comprimida reforzada con fibra de sisal y estabilizada con cemento: procedimiento de compactación manual e influencia de la adición sobre las propiedades mecánicas. *Materials Today: Proceedings*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785323022745>
- Leemann, A., Winnefeld, F., & Münch, B. (2023). Carbonatación acelerada de áridos de hormigón reciclado y sus implicaciones para la producción de hormigón reciclado. *Journal of Building Engineering, Volume 79*. Obtenido de <https://sciencedirect.upc.elogim.com/science/article/pii/S2352710223019599>
- Lleó Morilla, A., & Lleó Morilla, L. (2011). *Gran manual de magnitudes físicas y sus unidades.: Un estudio sistemático de 565 magnitudes físicas*. Editorial Díaz de Santos, S.A.
- Llorens Durán, J. d., & Pons Valladares, O. (2021). *El terreno y el estudio geotécnico*. Universitat Politècnica de Catalunya. Iniciativa Digital Politècnica.
- Ma, M., Tam, V., & Le, K. (2023). Análisis de los impactos de factores clave en el precio del hormigón reciclado: un modelo de dinámica de sistemas. *Journal of Building Engineering, Volume 80*. Obtenido de <https://sciencedirect.upc.elogim.com/science/article/pii/S2352710223023033>
- Mao, Y., He, P., & Drissi, S. (2023). Efecto de las condiciones sobre los productos de carbonatación húmeda del polvo de pasta de cemento reciclado. *Cement and Concrete Composites, Volume 144*. Obtenido de <https://sciencedirect.upc.elogim.com/science/article/pii/S0958946523003815>

- Mate Barrero, A., & Vázquez Cueto, C. M. (2012). *Principales mecanismos de absorción de tóxicos presentes en los alimentos: Toxicología alimentaria*. Editorial Díaz de Santos, S.A.
- Mompó, M. (22 de June de 2015). *Construcción sostenible: Bloques de tierra comprimida BTC*. Recuperado el 6 de April de 2024, de Arquitectura y Empresa: <https://arquitecturayempresa.es/noticia/construccion-sostenible-bloques-de-tierra-comprimida-btc>
- Montejo Fonseca, A., Montejo Piratova, A., & Montejo Piratova, A. (2019). *Estabilización de suelos*. Ediciones de la U.
- NTC 5324. (2005). Norma Técnica Colombiana NTC 5324: Bloques de suelo cemento para muros y divisiones. Definiciones. ICONTEC.
- Ñaupas Paitán, H., Mejía Mejía, E., Novoa Ramírez, E., & Villagómez Paucar, A. (2014). *Metodología de la investigación cuantitativa - cualitativa y redacción de la tesis*. Ediciones de la U.
- Paredes, E. (2022). Evaluación de bloques de tierra comprimida (btc) con fines de albañilería, Tacabamba, Chota. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA. Obtenido de <https://repositorio.unach.edu.pe/handle/20.500.14142/224>
- Ramirez, V. (2020). *Química general*. Patria Educación.
- Rayeesulhaq, M., Ahamed, M., & Khushnood, R. (2024). Optimización en el diseño de recetas de bloques de tierra comprimida entrelazados mediante la incorporación de áridos finos de hormigón reciclado. *Construction and Building Materials*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061824003088>
- Sanchez de Guzman, D. (2001). *TECNOLOGIA DEL CONCRETO Y DEL MORTERO*. Bhandar Editores.
- Sernaqué, P. (2020). Elaboración de bloque de tierra comprimida (BTC) con adición de residuos de construcción y demolición (RCD) como material de construcción sostenible en la ciudad de Piura\_2020. Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/52173>
- Shantanu, P., Shariful Islam, M., & Iqbal Hossain, M. (2023). Idoneidad de las fibras de paja de Vetiver para mejorar las características técnicas de

los bloques de tierra comprimida. *Construction and Building Materials*, Volume 409. Obtenido de <https://sciencedirect.upc.elogim.com/science/article/pii/S0950061823039429>

Tecnologías Sustentables. (22 de May de 2020). *Videominuto sobre técnica de construcción con BTC, bloques de tierra comprimida*. Recuperado el 4 de April de 2024, de YouTube: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=LCBEBesAGqs>

Zapata Domínguez, Á., & Lombana Coy, J. (2023). *Guía práctica para elaborar proyectos de investigación aplicada en administración, gerencia y negocios*. Universidad del Norte.

## **COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Medina Rosales, A. (2025). *Uso del polvo agregado fino del concreto reciclado para mejorar la resistencia a la compresión de los bloques de tierra comprimida, Churubamba - Huánuco - 2024* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: “USO DEL POLVO AGREGADO FINO DEL CONCRETO RECICLADO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA, CHURUBAMBA - HUÁNUCO - 2024”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
<p><b>Problema general</b></p> <p>PG: ¿Cuál es el efecto de la adición de polvo de concreto reciclado en la resistencia a la compresión de los bloques de tierra comprimida, Churubamba - Huánuco - 2024?</p>	<p><b>Objetivo general</b></p> <p>OG: Determinar el efecto de la adición de polvo de concreto reciclado en la resistencia a la compresión de los bloques de tierra comprimida, Churubamba - Huánuco - 2024.</p>	<p><b>Hipótesis general</b></p> <p>HG: La adición de polvo de concreto reciclado tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión de los bloques de tierra comprimida, Churubamba - Huánuco - 2024.</p>	<p><b>Enfoque:</b></p> <p>Enfoque cuantitativo.</p>
<p><b>Problema específico</b></p> <p>PE1: ¿Cuál es el impacto en la resistencia a la compresión de los bloques de tierra comprimida al agregar un 10% de polvo de concreto reciclado en relación al peso seco de la arena fina?</p>	<p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>OE1: Determinar el impacto en la resistencia a la compresión de los bloques de tierra comprimida al agregar un 10% de polvo de concreto reciclado en relación al peso seco de la arena fina.</p>	<p><b>Hipótesis específica</b></p> <p>HE1: La adición de un 10% de polvo de concreto reciclado en relación al peso seco de la arena fina, tiene un impacto significativo en la resistencia a la compresión del bloque de tierra comprimida.</p>	<p><b>Alcance o nivel:</b></p> <p>Alcance explicativo.</p>
<p>PE2: ¿Cuál es el impacto en la</p>	<p>OE2: Determinar el impacto en la resistencia a la compresión de los bloques de tierra comprimida</p>	<p>HE2: La adición de un 20% de polvo de concreto reciclado en relación al peso seco de la arena</p>	<p><b>Diseño:</b></p> <p>Diseño Cuasiexperimental.</p> <p><b>Técnica de investigación:</b></p> <p>Observación directa</p> <p><b>Instrumentos:</b></p> <p>Fichas de campo y ficha de laboratorio.</p> <p><b>Población:</b></p> <p>En la investigación la población estará conformada por 64 bloques de tierra comprimida.</p> <p><b>Muestra:</b></p> <p>La muestra tomada es la no</p>

---

<p>resistencia a la compresión de los bloques de tierra comprimida al agregar un 20% de polvo de concreto reciclado en relación al peso seco de la arena fina?</p> <p>PE3: ¿Cuál es el impacto en la resistencia a la compresión de los bloques de tierra comprimida al agregar un 30% de polvo de concreto reciclado en relación al peso seco de la arena fina?</p>	<p>al agregar un 20% de polvo de concreto reciclado en relación al peso seco de la arena fina.</p> <p>OE3: Determinar el impacto en la resistencia a la compresión de los bloques de tierra comprimida al agregar un 30% de polvo de concreto reciclado en relación al peso seco de la arena fina.</p>	<p> fina, tiene un impacto significativo en la resistencia a la compresión del bloque de tierra comprimida.</p> <p>HE3: La adición de un 30% de polvo de concreto reciclado en relación al peso seco de la arena fina, tiene un impacto significativo en la resistencia a la compresión del bloque de tierra comprimida.</p> <p><b>Variables</b></p> <p><b>Variable dependiente</b></p> <p>Resistencia a la compresión del bloque de tierra comprimida.</p> <p><b>Variable independiente</b></p> <p>Polvo de concreto reciclado.</p>
--	--	--

---

## ANEXO 2

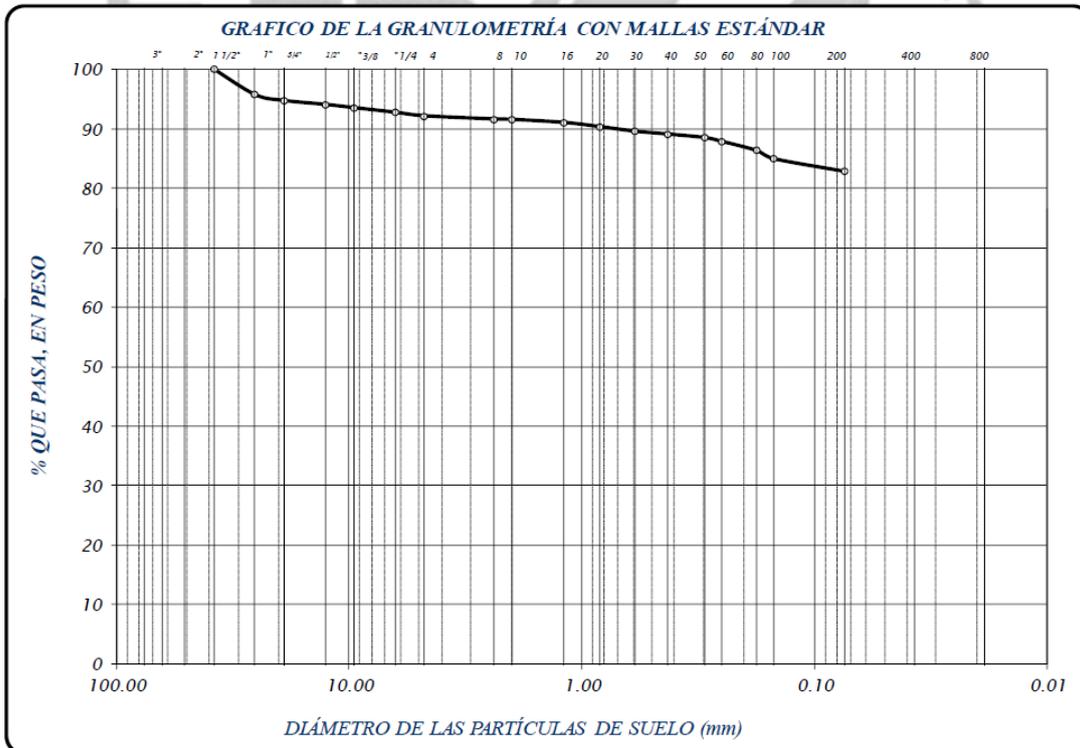
### INSTRUMENTOS DE RECOJO DE DATOS

#### LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

**USO DEL POLVO AGREGADO FINO DEL CONCRETO RECICLADO PARA MEJORAR LA**  
**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA,**  
**CHURUBAMBA - HUÁNUCO - 2024**

**UBICACIÓN** : CHURUMAMBA- HUÁNUCO  
**SOLICITA** : Bach. Anggie Carolina, Medina Rosales  
**FECHA** : SETIEMBRE DEL 2024

		TAMZ Nº	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	TAMAÑO MÁXIMO		
FRACCIÓN GRUESA	GRAVA	3"	76.200					muestra húmeda (mh)	muestra seca (ms)	peso de la tara (ps)
		2 1/2"	63.500					3176	2642	257
		2"	30.800					DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
		1 1/2"	38.100				100.00	Material de suelo Arcilla media plasticidad con grava equivalente a: <b>17.17%</b> <b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b> Límite Líquido = 43.44 Límite Plástico = 25.91 Índice Plástico = 17.54 Coeficiente de Curvatura = N.P. Coeficiente de Uniformidad = N.P. <b>CLASIFICACIÓN</b> SUCS : CL AASHTO : A-7-6 (16) <b>OBSERVACIONES</b> % de grava = 7.83% % de arena = 9.33% % de limo y arcilla = 82.83% % de humedad = 22.39%		
	1"	23.400	101.6	4.26	4.26	95.74				
	3/4"	19.030	23.5	0.98	5.24	94.76				
	1/2"	12.700	13.7	0.66	5.90	94.10				
	3/8"	9.325	13.1	0.53	6.43	93.57				
	1/4"	6.350	18.4	0.77	7.22	92.78				
	FRACCIÓN FINA	ARENA GRUESA	No 4	4.760	14.2	0.59	7.82	92.18		
No 8			2.380	12.8	0.54	8.36	91.64			
ARENA FINE		No 10	2.000	1.5	0.06	8.42	91.58			
		No 16	1.190	12.6	0.53	8.94	91.06			
		No 20	0.840	16.3	0.69	9.63	90.37			
		No 30	0.390	18.6	0.78	10.41	89.59			
		No 40	0.426	11.6	0.48	10.90	89.10			
		No 50	0.297	13.8	0.58	11.47	88.53			
		No 60	0.250	13.4	0.63	12.12	87.88			
		No 80	0.177	36.6	1.53	13.65	86.35			
No 100	0.149	33.1	1.39	15.04	84.96					
No 200	0.074	30.8	2.13	17.17	82.83					
CAZOLETA	0.000	1973.44	82.83	100.00	0.00					
<b>TOTAL</b>			2385.00	100.00						



## LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

**USO DEL POLVO AGREGADO FINO DEL CONCRETO RECICLADO PARA MEJORAR  
TESIS : LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA,  
CHURUBAMBA - HUÁNUCO - 2024**

**UBICACIÓN : CHURUMAMBA- HUÁNUCO**

**SOLICITA : Bach. Anggie Carolina, Medina Rosales**

**FECHA : SETIEMBRE DEL 2024**

### LIMITE DE CONSISTENCIA ASTM D - 423

Nº DE GOLPES	16	22	27	47
Suelo Humedo + Tarro	39.13	39.25	36.19	35.25
Suelo seco + Tarro	32.27	32.10	30.08	29.52
Peso de Tarro	16.96	15.82	15.82	15.82
Peso del Agua	6.86	7.15	6.11	5.73
Peso de Suelo Seco	15.31	16.28	14.26	13.70
HUMEDAD %	44.81	43.92	42.85	41.82

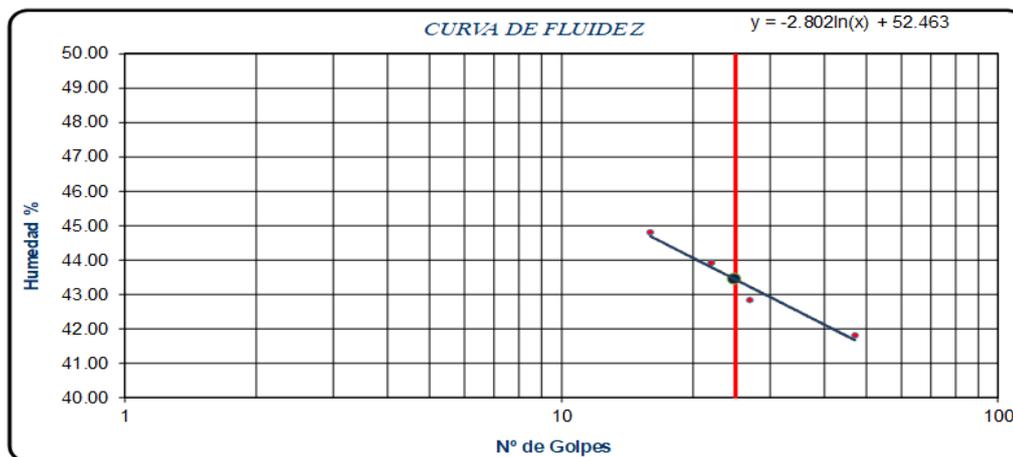
**LIMITE LIQUIDO : 43.44**

**LIMITE PLÁSTICO : 25.91**

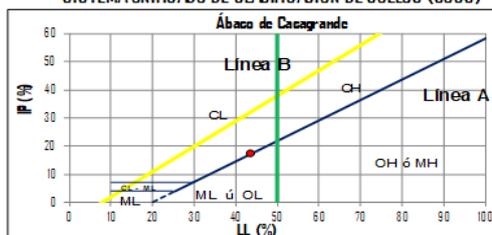
**INDICE PLÁSTICO : 17.54**

### LIMITE DE CONSISTENCIA ASTM - 424

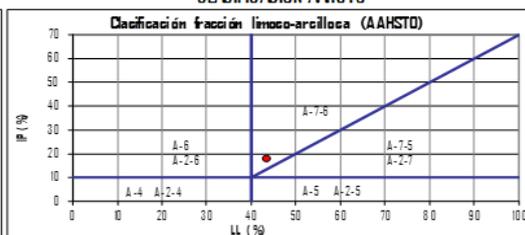
MUESTRA	01	02	03
Suelo Humedo + Tarro	18.67	18.35	16.84
Suelo seco + Tarro	18.03	17.83	16.65
Peso de Tarro	15.82	15.82	15.82
Peso del Agua	0.64	0.52	0.19
Peso de Suelo Seco	2.21	2.01	0.83
HUMEDAD %	28.96	25.87	22.89



### SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)



### CLASIFICACIÓN AASHTO



### Clasificación de suelos: Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas finas.  
Arcilla media plasticidad con grava CL

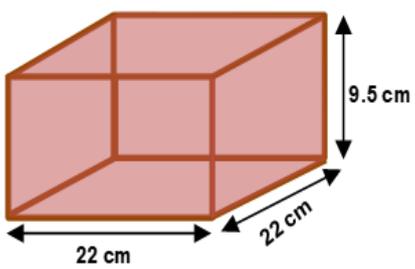
### Clasificación de suelos: AASHTO

A-7-B Suelo arcilloso


  
**AQUINO GARCIA KEVIN JOEL**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

  
**Ing. Samuel Juanito Polanco Pareda**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218968

<b>PROYECTO:</b>	“USO DEL POLVO AGREGADO FINO DEL CONCRETO RECICLADO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA, CHURUBAMBA - HUÁNUCO - 2024”
<b>SOLICITA:</b>	Bach. Anggie Carolina, Medina Rosales
<b>FECHA:</b>	SETIEMBRE DEL 2024

<b>DISEÑO DE MEZCLA DE LOS LADRILLOS</b>				
<b>LADRILLO COMPRIMIDO</b>				
				
<b>PESO SECO DE 1 MUESTRA</b>		8.050 kg		
<b>% DE POLVO DE CONCRETO</b>				
0%	10%	20.0%	30%	
0 kg	0.805 kg	1.610 kg	2.415 kg	
<b>PESO SECO DE 16 MUESTRA</b>		128.800 kg		
<b>% DE POLVO DE CONCRETO</b>				
0%	10%	20.0%	30%	
0 kg	12.880 kg	25.760 kg	38.640 kg	
<b>CANTIDAD DE CEMENTO POR MUESTRA 20% PARA 16 UNID</b>				
0%	10%	20%	30%	
25.760 kg	25.760 kg	25.760 kg	25.760 kg	
<b>CANTIDAD DE AGUA POR MUESTRA PARA 16 UNID</b>				
0%	10%	20%	30%	
5.800 Lt	5.800 Lt	5.800 Lt	5.800 Lt	

ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD
NORMA:	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127
PROYECTO:	“USO DEL POLVO AGREGADO FINO DEL CONCRETO RECICLADO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA, CHURUBAMBA - HUÁNUCO - 2024”
SOLICITA:	Bach. Anggie Carolina, Medina Rosales
FECHA:	SETIEMBRE DEL 2024

BLOQUES DE LAS MUESTRAS DE LOS LADRILLOS COMPRIMIDOS											
IDENTIFICACION	% DE POLVO DE CONCRETO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE REMOJADO	EDAD (horas)	ALTURA PROMEDIO (cm)	ANCHO PROMEDIO (cm)	LARGO PROMEDIO (cm)	PESO DE LA UNIDAD SECA (gr)	PESO DE LA UNIDAD SATURADA (gr)	PORCENTAJE DE ABSORCION %	PROMEDIO %
P-01	0%	01/09/2024	02/09/2024	24	9.5	22	22	1655	1831	10.63	11.78
P-02	0%	01/09/2024	02/09/2024	24	9.5	22	22	1630	1810	11.04	
P-03	0%	01/09/2024	02/09/2024	24	9.5	22	22	1610	1830	13.66	
P-01	10%	01/09/2024	02/09/2024	24	9.5	22	22	1637	1820	11.18	10.63
P-02	10%	01/09/2024	02/09/2024	24	9.5	22	22	1653	1814	9.74	
P-03	10%	01/09/2024	02/09/2024	24	9.5	22	22	1630	1809	10.98	
P-01	20%	01/09/2024	02/09/2024	24	9.5	22	22	1635	1791	9.54	8.88
P-02	20%	01/09/2024	02/09/2024	24	9.5	22	22	1657	1799	8.57	
P-03	20%	01/09/2024	02/09/2024	24	9.5	22	22	1656	1797	8.51	
P-01	30%	01/09/2024	02/09/2024	24	9.5	22	22	1629	1762	8.16	8.39
P-02	30%	01/09/2024	02/09/2024	24	9.5	22	22	1629	1769	8.59	
P-03	30%	01/09/2024	02/09/2024	24	9.5	22	22	1629	1766	8.41	

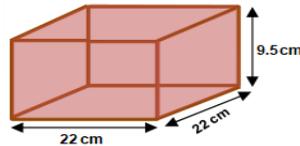
Ecuación 2: Absorción de agua Donde:

$$\%ABS = \frac{P2 - P1}{P1} * 100$$

%ABS = Porcentaje de absorción de agua (%)

P1 = Peso de la unidad seca (gr)

P2 = Peso de la unidad saturada (gr)



<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES DE LADRILLO DE TIERRA COMPRIMIDA
<b>NORMA:</b>	BLOQUES DE SUELO CEMENTO PARA MUROS Y DIVISIONES "NORMA TÉCNICA COLOMBIANA - NTC 5324"
<b>PROYECTO:</b>	"USO DEL POLVO AGREGADO FINO DEL CONCRETO RECICLADO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA, CHURUBAMBA - HUÁNUCO - 2024"
<b>SOLICITA:</b>	Bach. Anggie Carolina, Medina Rosales
<b>FECHA:</b>	SETIEMBRE DEL 2024
<b>EQUIPO:</b>	PRENSA DIGITAL STYE 2000

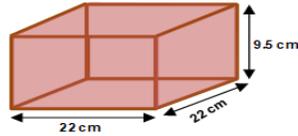
MUESTRA	% DE POLVO DE CONCRETO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE ADOBE	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES				f'c
							Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Area (cm2)	
M-1 (PATRON)	0%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	337.27 kn	34,391.42 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.06 kg/cm <sup>2</sup>
M-2 (PATRON)	0%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	338.05 kn	34,470.96 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.22 kg/cm <sup>2</sup>
M-3 (PATRON)	0%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	338.54 kn	34,520.92 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.32 kg/cm <sup>2</sup>
M-4 (PATRON)	0%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	337.56 kn	34,420.99 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.12 kg/cm <sup>2</sup>
M-5 (PATRON)	0%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	337.91 kn	34,456.68 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.19 kg/cm <sup>2</sup>
M-6 (PATRON)	0%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	338.10 kn	34,476.06 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.23 kg/cm <sup>2</sup>
M-7 (PATRON)	0%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	337.98 kn	34,463.82 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.21 kg/cm <sup>2</sup>
M-8 (PATRON)	0%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	338.08 kn	34,474.02 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.23 kg/cm <sup>2</sup>
M-9 (PATRON)	0%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	337.81 kn	34,446.49 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.17 kg/cm <sup>2</sup>
M-10 (PATRON)	0%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	337.41 kn	34,405.70 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.09 kg/cm <sup>2</sup>
M-11 (PATRON)	0%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	338.04 kn	34,469.94 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.22 kg/cm <sup>2</sup>
M-12 (PATRON)	0%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	337.59 kn	34,424.05 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.12 kg/cm <sup>2</sup>
M-13 (PATRON)	0%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	337.62 kn	34,427.11 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.13 kg/cm <sup>2</sup>
M-14 (PATRON)	0%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	337.88 kn	34,453.62 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.19 kg/cm <sup>2</sup>
M-15 (PATRON)	0%	05/08/2024	02/09/2024	28 días	337.90 kn	34,455.66 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.19 kg/cm <sup>2</sup>
M-16 (PATRON)	0%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	338.02 kn	34,467.90 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.21 kg/cm <sup>2</sup>

f'c PROMEDIO 71.18 kg/cm<sup>2</sup>

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

- F'c : Resistencia a la Compresión del Mortero
- P : Carga Máxima
- A : Área de la Superficie de Carga



<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES DE LADRILLO DE TIERRA COMPRIMIDA
<b>NORMA:</b>	BLOQUES DE SUELO CEMENTO PARA MUROS Y DIVISIONES "NORMA TÉCNICA COLOMBIANA - NTC 5324"
<b>PROYECTO:</b>	"USO DEL POLVO AGREGADO FINO DEL CONCRETO RECICLADO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA, CHURUBAMBA - HUÁNUCO - 2024"
<b>SOLICITA:</b>	Bach. Anggie Carolina, Medina Rosales
<b>FECHA:</b>	SETIEMBRE DEL 2024
<b>EQUIPO:</b>	PRENSA DIGITAL STYE 2000

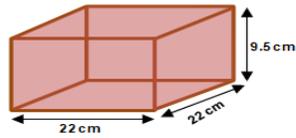
MUESTRA	% DE POLVO DE CONCRETO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE ADOBE	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES				f'c
							Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Area (cm2)	
M-1	10%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	342.56 kn	34,930.84 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	72.17 kg/cm²
M-2	10%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	343.20 kn	34,996.10 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	72.31 kg/cm²
M-3	10%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	342.60 kn	34,934.92 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	72.18 kg/cm²
M-4	10%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	342.70 kn	34,945.12 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	72.20 kg/cm²
M-5	10%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	343.15 kn	34,991.01 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	72.30 kg/cm²
M-6	10%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	343.16 kn	34,992.03 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	72.30 kg/cm²
M-7	10%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	342.81 kn	34,956.34 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	72.22 kg/cm²
M-8	10%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	342.79 kn	34,954.30 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	72.22 kg/cm²
M-9	10%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	342.83 kn	34,958.38 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	72.23 kg/cm²
M-10	10%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	343.09 kn	34,984.89 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	72.28 kg/cm²
M-11	10%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	343.11 kn	34,986.93 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	72.29 kg/cm²
M-12	10%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	342.80 kn	34,955.32 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	72.22 kg/cm²
M-13	10%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	342.77 kn	34,952.26 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	72.22 kg/cm²
M-14	10%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	342.69 kn	34,944.10 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	72.20 kg/cm²
M-15	10%	05/08/2024	02/09/2024	28 días	343.03 kn	34,978.77 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	72.27 kg/cm²
M-16	10%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	342.91 kn	34,966.53 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	72.24 kg/cm²

f'c PROMEDIO 72.24 kg/cm²

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

- Fc : Resistencia a la Compresión del Mortero
- P : Carga Máxima
- A : Área de la Superficie de Carga



<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES DE LADRILLO DE TIERRA COMPRIMIDA
<b>NORMA:</b>	BLOQUES DE SUELO CEMENTO PARA MUROS Y DIVISIONES "NORMA TÉCNICA COLOMBIANA - NTC 5324"
<b>PROYECTO:</b>	"USO DEL POLVO AGREGADO FINO DEL CONCRETO RECICLADO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA, CHURUBAMBA - HUÁNUCO - 2024"
<b>SOLICITA:</b>	Bach. Anggie Carolina, Medina Rosales
<b>FECHA:</b>	SETIEMBRE DEL 2024
<b>EQUIPO:</b>	PRENSA DIGITAL STYE 2000

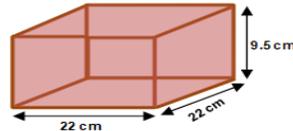
MUESTRA	% DE POLVO DE CONCRETO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE ADOBE	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES				f'c
							Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Area (cm2)	
M-1	20%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	348.12 kn	35,497.80 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	73.34 kg/cm²
M-2	20%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	348.55 kn	35,541.64 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	73.43 kg/cm²
M-3	20%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	348.51 kn	35,537.56 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	73.42 kg/cm²
M-4	20%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	348.26 kn	35,512.07 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	73.37 kg/cm²
M-5	20%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	348.65 kn	35,551.84 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	73.45 kg/cm²
M-6	20%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	348.21 kn	35,506.97 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	73.36 kg/cm²
M-7	20%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	348.26 kn	35,512.07 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	73.37 kg/cm²
M-8	20%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	348.36 kn	35,522.27 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	73.39 kg/cm²
M-9	20%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	348.64 kn	35,550.82 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	73.45 kg/cm²
M-10	20%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	348.30 kn	35,516.15 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	73.38 kg/cm²
M-11	20%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	348.60 kn	35,546.74 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	73.44 kg/cm²
M-12	20%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	348.38 kn	35,524.31 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	73.40 kg/cm²
M-13	20%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	348.43 kn	35,529.41 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	73.41 kg/cm²
M-14	20%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	348.66 kn	35,552.86 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	73.46 kg/cm²
M-15	20%	05/08/2024	02/09/2024	28 días	348.51 kn	35,537.56 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	73.42 kg/cm²
M-16	20%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	348.29 kn	35,515.13 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	73.38 kg/cm²

f'c PROMEDIO **73.41 kg/cm²**

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

- Fc : Resistencia a la Compresión del Mortero
- P : Carga Máxima
- A : Área de la Superficie de Carga



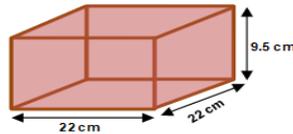
<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES DE LADRILLO DE TIERRA COMPRIMIDA
<b>NORMA:</b>	BLOQUES DE SUELO CEMENTO PARA MUROS Y DIVISIONES "NORMA TÉCNICA COLOMBIANA - NTC 5324"
<b>PROYECTO:</b>	"USO DEL POLVO AGREGADO FINO DEL CONCRETO RECICLADO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA, CHURUBAMBA - HUÁNUCO - 2024"
<b>SOLICITA:</b>	Bach. Angie Carolina, Medina Rosales
<b>FECHA:</b>	SETIEMBRE DEL 2024
<b>EQUIPO:</b>	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% DE POLVO DE CONCRETO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE ADOBE	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES				f'c
							Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Area (cm2)	
M-1	30%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	361.92 kn	36,904.98 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	76.25 kg/cm²
M-2	30%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	363.11 kn	37,026.33 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	76.50 kg/cm²
M-3	30%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	362.55 kn	36,969.22 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	76.38 kg/cm²
M-4	30%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	362.80 kn	36,994.72 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	76.44 kg/cm²
M-5	30%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	361.91 kn	36,903.96 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	76.25 kg/cm²
M-6	30%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	361.50 kn	36,862.16 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	76.16 kg/cm²
M-7	30%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	363.02 kn	37,017.15 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	76.48 kg/cm²
M-8	30%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	362.79 kn	36,994.00 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	76.43 kg/cm²
M-9	30%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	361.89 kn	36,901.92 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	76.24 kg/cm²
M-10	30%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	362.81 kn	36,995.74 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	76.44 kg/cm²
M-11	30%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	363.01 kn	37,016.13 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	76.48 kg/cm²
M-12	30%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	362.66 kn	36,980.44 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	76.41 kg/cm²
M-13	30%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	361.99 kn	36,912.12 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	76.26 kg/cm²
M-14	30%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	362.56 kn	36,970.24 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	76.38 kg/cm²
M-15	30%	05/08/2024	02/09/2024	28 días	362.11 kn	36,924.36 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	76.29 kg/cm²
M-16	30%	04/08/2024	01/09/2024	28 días	363.02 kn	37,017.15 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	76.48 kg/cm²

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

- Fc : Resistencia a la Compresión del Mortero
- P : Carga Máxima
- A : Área de la Superficie de Carga



f'c PROMEDIO 76.37 kg/cm²



### ANEXO 3

## PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

### VISTA SATELITAL DE LA DEMARCACIÓN DEL TERRENO

