

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**Tesis**

**Análisis comparativo de las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto con y sin control normativo, según la norma E.070 Albañilería, Abancay-**

**Apurímac 2025**

Asesor:

Gamarra Mota, Rubén

Autor:

Ccasani Nuñez, Roger

Para optar el Título Profesional: Ingeniero Civil

Abancay-Apurímac-Perú

2025



# Universidad Tecnológica de los Andes



Transformando vidas  
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL

Acta N°: 082

En la ciudad de Abancay, a los veintidós días del mes de diciembre del 2025, siendo las 8:30 am horas, se reunieron los integrantes del Jurado designado por Resolución Directoral N° 1071-2025- EPIC-FI-UTEA-SA de fecha 16 de diciembre del 2025, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería:

Presidente :	Mag. Huanca Astoquilloca, Luis
Dictaminante :	Ph. D. Vasquez Ramirez, Abbon Alex
Replicante :	Dr. Alarcón Camacho Erick

Para evaluar la sustentación, en la modalidad de:

Tesis  Trabajo de suficiencia profesional

Titulada:

**Análisis comparativo de las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto con y sin control normativo, según la norma E.070 Albañilería, Abancay – Apurímac 2025**

Desarrollado por las (los) Bachilleres (es):

**Br: Ccasani Nuñez, Roger**

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Civil

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

Por: Unanimidad  
(Unanimidad o Mayoría) (\*)

Emitiéndose el calificativo final de:

Bachiller (Apellidos y Nombres)	Calificación (**)
Ccasani Nuñez, Roger	Aprobado

Siendo las 10:30am horas concluyó la sesión, firmando los integrantes del Jurado.

Presidente: Mag. Huanca Astoquilloca, Luis

Dictaminante: Ph. D. Vasquez Ramirez, Abbon Alex

Replicante: Dr. Alarcón Camacho, Erick

Abancay 24 de diciembre del 2025

Se expide, la presente conforme al Libro de Actas de Sustentación de Tesis, consignado en los folios N° 389

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

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

# Reporte de similitud



## 22% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...




### Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

### Exclusiones

- ▶ N.º de fuente excluida

### Fuentes principales

- 17%  Fuentes de Internet
- 4%  Publicaciones
- 19%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



## Metadatos

<b>Datos del Autor</b>		
Apellidos y nombres	:	Ccasani Nuñez, Roger
Tipo de Documento de Identidad	:	DNI
Número de Documento de Identidad	:	75982482
URL ORCID (opcional)	:	<a href="https://orcid.org/0009-0009-7105-4616">https://orcid.org/0009-0009-7105-4616</a>
<b>Datos del Asesor</b>		
Apellidos y nombres	:	Gamarra Mota, Rubén
Tipo de Documento de Identidad	:	DNI
Número de Documento de Identidad	:	41213842
URL ORCID	:	<a href="https://orcid.org/0009-0002-3046-5485">https://orcid.org/0009-0002-3046-5485</a>
<b>Datos de la investigación</b>		
Facultad	:	Ingeniería
Escuela Profesional	:	Ingeniería Civil
Línea de Investigación	:	Gestión de la infraestructura para el desarrollo sostenible
Rango de años en que se realizó la investigación	:	1 año
Fuente de financiamiento	:	Autofinanciado
Porcentaje de originalidad	:	22 %
URL de OCDE	:	<a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01</a>

## **Dedicatoria**

A mi madre, Vilma, por haberme apoyado desde el inicio hasta el final de este proceso, tanto moral como económicamente. Gracias por sus constantes palabras de aliento, por enseñarme que el camino es largo y que siempre existen obstáculos, pero que cada paso que se da fortalece el espíritu y la voluntad. Su apoyo incondicional ha sido una fuente permanente de fortaleza y motivación para seguir adelante.

Con estima personal de Roger Ccasani Nuñez.

## **Agradecimientos**

A Dios, creador supremo, por cuidarme y guiarme por el camino de la sabiduría alcanzando mis metas trazadas y logrando la carrera profesional que elegí. A la Universidad Tecnológica de los Andes, en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil donde conocí a grandes profesionales que fueron fundamental en nuestra formación profesional.

A todos mis amigos, familiares y entre otros quienes siempre confiaron en mí, apoyándome en los buenos y malos momentos durante todo este tiempo. Asimismo, a mi asesor de tesis el Ing. Rubén Gamarra Mota por regalarme su valioso tiempo y la comprensión para la iniciación, desarrollo y conclusión de la presente tesis.

Con estima personal de Roger Ccasani Nuñez.

## Resumen

Esta tesis tuvo como objetivo realizar un análisis comparativo de las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto producidos con y sin control normativo, conforme a lo establecido en la norma E.070 Albañilería. Para ello, se desarrolló una investigación aplicada con enfoque cuantitativo y diseño experimental. En la construcción de viviendas, el ladrillo constituye uno de los materiales más utilizados, por lo que resulta fundamental evaluar su calidad y desempeño estructural. En ese sentido, se emplearon ladrillos artesanales provenientes de diversos proveedores de la ciudad de Abancay, con la finalidad de verificar la calidad de los productos comercializados y comparar sus propiedades físicas y mecánicas con los requisitos exigidos por la norma de albañilería. Los ensayos de laboratorio realizados incluyeron pruebas de alabeo, variaciones dimensionales, resistencia a la compresión axial y resistencia a la compresión. Los resultados evidencian que los ladrillos producidos bajo control normativo cumplen de manera más uniforme con los requisitos establecidos por la E.070, en comparación con aquellos elaborados sin control. En cuanto a la resistencia a la compresión de los ladrillos de concreto evaluados a los 28 días, se obtuvieron los siguientes resultados: 55,45 kg/cm<sup>2</sup> para la muestra patrón; 30,28 kg/cm<sup>2</sup> para la bloquetería de Froilán; 33,46 kg/cm<sup>2</sup> para la bloquetería de Ñahui Aroste; y 28,46 kg/cm<sup>2</sup> para la bloquetería de Achayca. Estos valores no cumplen con el mínimo requerido por la norma E.070 Albañilería para ladrillos de clase I producidos artesanalmente; sin embargo, las propiedades físicas evaluadas sí cumplen con lo establecido en la normativa vigente.

**Palabras clave:** control normativo, ladrillo de concreto, propiedades físicas, propiedades mecánicas.

## **Abstract**

This thesis aimed to conduct a comparative analysis of the physical and mechanical properties of concrete bricks produced with and without regulatory control, in accordance with the requirements of the E.070 Masonry Standard. To this end, an applied research study with a quantitative approach and experimental design was developed. In housing construction, bricks are among the most widely used materials, making it essential to evaluate their quality and structural performance. For this purpose, handmade bricks from various suppliers in the city of Abancay were used to verify the quality of the commercially available products and compare their physical and mechanical properties with the requirements of the masonry standard. The laboratory tests performed included warping tests, dimensional variations, axial compressive strength, and axial compressive strength. The results show that bricks produced under regulatory control more consistently meet the requirements established by E.070 compared to those produced without control. Regarding the compressive strength of the concrete bricks evaluated at 28 days, the following results were obtained: 55.45 kg/cm<sup>2</sup> for the control sample; 30.28 kg/cm<sup>2</sup> for the Froilán blockwork; 33.46 kg/cm<sup>2</sup> for the Ñahui Aroste blockwork; and 28.46 kg/cm<sup>2</sup> for the Achayca blockwork. These values do not meet the minimum requirement of the E.070 Masonry standard for Class I bricks produced by hand; however, the physical properties evaluated do comply with the provisions of current regulations.

**Keywords:** regulatory control, concrete brick, physical properties, mechanical properties.

## Índice

<b>Portada.....</b>	<b>i</b>
<b>Acta de sustentación .....</b>	<b>ii</b>
<b>Reporte de similitud.....</b>	<b>iii</b>
<b>Metadatos.....</b>	<b>iv</b>
<b>Dedicatoria.....</b>	<b>v</b>
<b>Agradecimientos.....</b>	<b>vi</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>vii</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>viii</b>
<b>Índice de tablas.....</b>	<b>xii</b>
<b>Índice de figuras.....</b>	<b>xiv</b>
<b>Índice de anexos .....</b>	<b>xvi</b>
<b>I. Introducción.....</b>	<b>18</b>
<b>II. Planteamiento del problema .....</b>	<b>21</b>
2.1.Descripción y formulación del problema.....	21
2.1.1.Problema general .....	22
2.1.2.Problemas específicos.....	23
2.2.1.Objetivo General .....	23
2.2.2.Objetivos Específicos.....	23
2.3.Justificación e importancia .....	24
2.4.Hipótesis.....	25
2.4.1.Hipótesis general.....	25
2.4.2.Hipótesis específicas.....	25

2.5. Variables.....	26
2.5.1. Variable independiente .....	26
2.5.2. Variable dependiente .....	26
2.5.3. Cuadro de operación de variables .....	26
<b>III. Marco Teórico .....</b>	<b>28</b>
3.1. Antecedentes .....	28
3.2. Bases teóricas.....	33
3.2.1. Control normativo.....	33
3.2.2. Sin control normativo .....	34
3.2.3. Aplicación de la norma E-070 Albañilería .....	35
3.2.4. Propiedades mecánicas y físicas del ladrillo.....	44
3.2.5. Ladrillos de concreto.....	48
3.3. Definición de términos.....	50
<b>IV. Metodología.....</b>	<b>52</b>
4.1. Tipo y nivel de investigación.....	52
4.1.1. Tipo de investigación .....	52
4.1.2. Nivel o alcance de investigación.....	52
4.1.3. Diseño de la investigación .....	53
4.2. Ámbito temporal y espacial .....	53
4.2.1. Ámbito temporal .....	53
4.2.2. Espacial.....	53
4.3. Población y muestra.....	53
4.4. Instrumentos.....	58

4.5.Procedimientos.....	59
4.6.Análisis de datos .....	61
4.7.Consideraciones éticas .....	62
<b>V. Resultados y discusión .....</b>	<b>63</b>
5.1.Características del objeto de estudio.....	63
5.2.Resultados .....	66
5.2.1.Respuesta al objetivo general.....	66
5.2.2.Respuesta al objetivo específico 1 .....	67
5.2.3.Respuesta al objetivo específico 2 .....	79
5.2.4.Respuesta al objetivo específico 3 .....	90
5.3.Discusión de resultados.....	95
5.4.Prueba de hipótesis .....	100
5.4.1.Hipótesis general.....	100
5.4.2.Hipótesis específica 01 .....	101
5.4.3.Hipótesis específica 02 .....	104
<b>VI. Conclusiones.....</b>	<b>109</b>
<b>VII. Recomendaciones. ....</b>	<b>111</b>
<b>VIII. Referencias.....</b>	<b>113</b>
<b>IX. Anexos.....</b>	<b>117</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Cuadro de operacionalización de variables.....	27
<b>Tabla 2</b> Clase de ladrillos de tipo estructural .....	39
<b>Tabla 3</b> requisitos mínimos del ladrillo de concreto según el tipo .....	41
<b>Tabla 4</b> límites admisibles de curado y mezcla del agua según NTP 339.088 .....	44
<b>Tabla 5</b> Cantidad de muestra para el ensayo de compresión en unidad.....	55
<b>Tabla 6</b> Cantidad de muestra para el ensayo de absorción .....	55
<b>Tabla 7</b> Cantidad de muestra para el ensayo de variación dimensional .....	56
<b>Tabla 8</b> Cantidad de muestra para el ensayo de alabeo .....	57
<b>Tabla 9</b> Cantidad de muestra para el ensayo compresión axial(pilas).....	57
<b>Tabla 10</b> Cantidad de muestra de agua para las propiedades físico-Químicas .....	58
<b>Tabla 11</b> Coordenadas de las bloqueterías en la ciudad de Abancay .....	63
<b>Tabla 12</b> Resultados según la E-070 de las propiedades mecánicas y físicas.....	67
<b>Tabla 13</b> Resultados de la variación dimensional de la muestra patrón .....	68
<b>Tabla 14</b> Resultados de la variación dimensional de la bloquetería Froilán.....	69
<b>Tabla 15</b> Resultados de la variación dimensional de la bloquetería Ñahui Aroste .....	70
<b>Tabla 16</b> Resultados de la variación dimensional de la bloquetería Achayca .....	71
<b>Tabla 17</b> Resultados del alabeo en ladrillos de muestra patrón.....	73
<b>Tabla 18</b> Resultados del alabeo en ladrillos de la bloquetería Froilán .....	73
<b>Tabla 19</b> Resultados del alabeo en ladrillos de la bloquetería Ñahui Aroste.....	74
<b>Tabla 20</b> Resultados del alabeo en ladrillos de la bloquetería Achayca .....	75
<b>Tabla 21</b> Resultados de la absorción en ladrillos de muestra patrón .....	77
<b>Tabla 22</b> Resultados de la absorción de la bloquetería Froilán .....	77

<b>Tabla 23</b> Resultados de la absorción de la bloquetería Ñahui Aroste .....	78
<b>Tabla 24</b> Resultados de la absorción de la bloquetería Achayca .....	78
<b>Tabla 25</b> Resultados de resistencia a la compresión en unidad del patrón .....	80
<b>Tabla 26</b> Resultados de resistencia a la compresión en unidad de la bloquetería Froilán....	81
<b>Tabla 27</b> Resultados de resistencia a la compresión en unidad de la bloquetería Ñahui Aroste .....	83
<b>Tabla 28</b> Resultados de resistencia a la compresión en unidad de la bloquetería Achayca .	84
<b>Tabla 29</b> Resultados de resistencia a la compresión axial del ladrillo patrón .....	87
<b>Tabla 30</b> Resultados de resistencia a la compresión axial de la bloquetería Froilán .....	87
<b>Tabla 31</b> Resultados de resistencia a la compresión axial de la bloquetería Ñahui Aroste ..	88
<b>Tabla 32</b> Resultados de resistencia a la compresión axial de la bloquetería Achayca .....	88
<b>Tabla 33</b> Comparación de las propiedades mecánicas y físicas con la norma e.070 albañilería para un ladrillo de concreto .....	90
<b>Tabla 34</b> Resultados de los parámetros fisicoquímicos del agua .....	91
<b>Tabla 35</b> Media, Varianza y D. estándar, del primer objetivo específico .....	101
<b>Tabla 36</b> Prueba de normalidad, para la primera hipótesis específica .....	103
<b>Tabla 37</b> Prueba Anova para la primera hipótesis específica .....	104
<b>Tabla 38</b> Media, Varianza y D. estándar, del segundo objetivo específico .....	105
<b>Tabla 39</b> Prueba de normalidad, para la segunda hipótesis específica .....	107
<b>Tabla 40</b> Prueba Anova para la segunda hipótesis específica .....	108

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Medidas de la unidad ancho 14 cm, largo 24cm y alto 9cm.....	49
<b>Figura 2</b> Ubicación de los puntos de muestra. ....	64
<b>Figura 3</b> Delimitación del área hidrográfica del río Ñacchero.....	65
<b>Figura 4</b> Análisis comparativo de la variación dimensional (ladrillo patrón vs bloquetería Froilán vs bloquetería Ñahui Aroste vs bloquetería Achayca.....	72
<b>Figura 5</b> Análisis comparativo del alabeo (ladrillo patrón vs bloquetería Froilán vs bloquetería Ñahui Aroste vs bloquetería Achayca.....	76
<b>Figura 6</b> Comparacion del resultado de absorción (ladrillo patrón vs bloquetería Froilán vs bloquetería Ñahui Aroste vs bloquetería Achayca) .....	79
<b>Figura 7</b> Análisis de resistencia de compresión de la muestra patrón .....	81
<b>Figura 8</b> Análisis de resistencia de compresión de la bloquetería Froilán .....	82
<b>Figura 9</b> Análisis de resistencia de compresión de la bloquetería Ñahui Aroste .....	84
<b>Figura 10</b> Análisis de resistencia de compresión de la bloquetería Achayca .....	85
<b>Figura 11</b> Comparacion de resistencia a la compresión (ladrillo patrón vs bloquetería Froilán vs bloquetería Ñahui Aroste vs bloquetería Achayca).....	86
<b>Figura 12</b> Comparacion de resistencia a la compresión axial (ladrillo patrón vs bloquetería Froilán vs bloquetería Ñahui Aroste vs bloquetería Achayca .....	89
<b>Figura 13</b> Análisis comparativo del parámetro físico-químico del pH de cada fuente de agua .....	92
<b>Figura 14</b> Análisis comparativo del parámetro físico-químico de Cloruros de cada fuente de agua.....	92

<b>Figura 15</b> Análisis comparativo del parámetro físico-químico de Alcalinidad total de cada fuente de agua.....	93
<b>Figura 16</b> Análisis comparativo del parámetro físico-químico de Sulfatos de cada fuente de agua.....	94
<b>Figura 17</b> Análisis comparativo del parámetro físico-químico de Materia orgánica (DQO) de cada fuente de agua.....	94
<b>Figura 18</b> Análisis comparativo del parámetro físico-químico de Solidos en suspensión totales de cada fuente de agua.....	95

## **Índice de anexos**

**Anexo 1** Matriz de consistencia

**Anexo 2** Operacionalización de variables

**Anexo 3** Fichas de recopilación de información.

**Anexo 4** Fotografías de la tesis

**Anexo 5** Resultados de tesis

**Anexo 6** Norma E-070 de Albañilería

## **I. Introducción**

La calidad de los materiales de construcción, específicamente de los elementos de albañilería como los ladrillos de concreto, es un factor determinante para la durabilidad, seguridad y desempeño estructural de las edificaciones. En el contexto de la construcción en el Perú, la Norma Técnica E.070 “Albañilería” establece requisitos y exigencias mínimas relacionadas con el análisis, diseño, ejecución y control de calidad de sistemas de albañilería estructural, incluyendo las características de las unidades y sus ensayos (SENCICO, 2021).

Las propiedades físicas de los ladrillos de concreto, tales como variación dimensional, alabeo, absorción y succión, así como sus propiedades mecánicas, entre las que destacan la resistencia a compresión de unidades, pilas y muretes, son parámetros fundamentales para determinar la aptitud de estos materiales en obras de albañilería (Norma E.070). Estos ensayos permiten clasificar, según la norma, las unidades de albañilería en función de su calidad y desempeño esperado, contribuyendo así a la seguridad estructural y a la eficiencia de la construcción. Sin embargo, en la práctica de la producción artesanal de ladrillos de concreto particularmente en zonas como Abancay, Apurímac suele observarse la ausencia de controles normativos rigurosos durante el proceso de fabricación. Estudios previos han señalado que los ladrillos producidos sin un adecuado control de calidad tienden a presentar deficiencias en sus propiedades físicas y mecánicas con respecto a los indicados por normas técnicas vigentes, lo que puede comprometer su desempeño en obra (Condori, 2024).

Por otra parte, la fabricación controlada o industrial de ladrillos de concreto bajo criterios de normalización y ensayos de laboratorio suele resultar en unidades con mejores características físico-mecánicas, mayor homogeneidad y mejores clasificaciones normativas que las unidades sin control, lo cual favorece su uso en albañilería confinada y estructural (Ruiton, 2024).

La elaboración de ladrillos de parte de empresas en la ciudad de Abancay, a nivel local, implica una variedad de técnicas para la fabricación, supervisión de materiales y procesos de curado; todos estos factores pueden tener un impacto considerable en sus características finales. En numerosas ocasiones, los ladrillos de producción artesanal no se someten a ensayos o controles normativos. Dado que la región está ubicada en una zona con alta actividad sísmica, esto podría suponer un peligro en construcciones expuestas a cargas sísmicas (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021).

Este estudio parte de la necesidad de comparar sistemáticamente las propiedades físicas y mecánicas de ladrillos de concreto con y sin control normativo, aplicando la Norma E.070 de Albañilería como marco regulador técnico. El propósito es identificar las diferencias significativas entre ambas categorías de ladrillos y evaluar cómo estas diferencias influyen la clasificación normativa y la viabilidad de uso en obras de construcción, aportando así a una mejora en los procedimientos de control de calidad en la región de Abancay, Apurímac (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021).

El trabajo consta de cinco secciones, que se describen a continuación:

Parte I: Esta sección contiene la introducción.

Parte II: En esta sección se explica y formula el problema, los objetivos, la justificación, la importancia y las hipótesis.

Parte III: Los antecedentes de la investigación, los principios conceptuales del tema investigado y las variables son el enfoque de esta sección.

Parte IV: La metodología y el alcance de la tesis, el marco temporal, el grupo y la población, los métodos, las herramientas, la interpretación de datos y los principios éticos son cubiertos en esta sección.

Parte V: Los resultados de las pruebas efectuadas y su análisis se presentan en este capítulo.

Parte VI: Las sugerencias y conclusiones, basadas en los objetivos establecidos, se encuentran en la sección final.

## **II. Planteamiento del problema**

### **2.1. Descripción y formulación del problema**

Los productores artesanales de ladrillos de la región de Abancay enfrentan diversas deficiencias en su producción debido a la falta de recursos humanos y a un conocimiento limitado del proceso productivo. Además, ante la presión de las autoridades municipales, solo unos pocos productores han adoptado herramientas para mejorar sus procesos de producción. (Quispe y Condori, 2022).

La demanda de viviendas y la ejecución de obras públicas y privadas han sido los factores que han propulsado el crecimiento sostenido del sector de la construcción en Abancay durante los últimos años. Este aumento ha producido una demanda más alta de insumos para la construcción, como el ladrillo de concreto, debido a su bajo costo, facilidad de fabricación y acceso local a las materias primas. No obstante, la calidad de estos materiales no siempre está asegurada porque una parte importante de la producción procede de pequeñas fábricas artesanales que no siguen un control normativo apropiado ni procedimientos técnicos uniformes (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2022).

En la mayoría de los casos, los fabricantes locales producen ladrillos de concreto con moldes rústicos, dosificadores manuales y procedimientos de curado deficientes. No llevan a cabo pruebas de laboratorio que garanticen que se cumplen las especificaciones establecidas por la Norma E.070 de Albañilería del RNE. Este panorama provoca que los ladrillos experimenten cambios importantes en sus características físicas y mecánicas, como por ejemplo la densidad, la absorción de agua y la resistencia a la compresión. Esto impacta negativamente la calidad estructural de los edificios que utilizan estos materiales (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021).

Por otro lado, las compañías que tienen control normativo en sus procesos de producción emplean mezclas dosificadas con exactitud, aparatos para vibrar y métodos de curado apropiados, lo cual asegura una mayor homogeneidad y resistencia del producto final. La diferencia entre estas dos clases de producción (con y sin supervisión normativa) podría significar una significativa disparidad en el rendimiento estructural de los componentes constructivos, lo cual puede conllevar a peligros de fallos o derrumbes estructurales, particularmente en un área sísmica como Abancay (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021).

Aunque este asunto es relevante, no hay investigaciones locales que hayan sido actualizadas y que comparen las propiedades que evalúen su grado de cumplimiento con la Norma E.070. Esta falta de información técnica restringe a los ingenieros, constructores y autoridades municipales a la hora de tomar decisiones sobre la autorización o supervisión de proyectos de construcción (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021).

Por lo tanto, se detecta un problema real que impacta la seguridad estructural de las casas y también la competitividad del sector de fabricación de materiales para la construcción en el área. Es imprescindible llevar a cabo un estudio que establezca las diferencias entre los ladrillos de concreto producidos con control normativo y aquellos que no lo tienen, para instaurar estándares de calidad, fomentar la implementación de las normas técnicas y colaborar en la optimización de las condiciones constructivas en Abancay – Apurímac (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021).

### ***2.1.1. Problema general***

¿Cuál es la diferencia las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto producidos con y sin control normativo, según los criterios establecidos en la Norma Técnica Peruana E.070 de Albañilería, en Abancay?

### **2.1.2. Problemas específicos**

- ¿Cuáles son las propiedades físicas (variación dimensional, absorción de agua, alabeo) de los ladrillos de concreto con y sin control normativo producidos en Abancay?
- ¿Cuáles son las propiedades mecánicas (resistencia a la compresión y resistencia a compresión axial) de los ladrillos de concreto con y sin control normativo producidos en Abancay?
- ¿Qué diferencias significativas existen entre los ladrillos con y sin control normativo respecto a los parámetros establecidos por la norma técnica E.070 de Albañilería, en Abancay?

## **2.2. Objetivos**

### **2.2.1. Objetivo General**

Comparar las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto producidos con y sin control normativo, según los requisitos establecidos en la norma técnica Peruana E.070 de Albañilería, en Abancay.

### **2.2.2. Objetivos Específicos**

- Determinar las propiedades físicas (variación dimensional, absorción de agua, alabeo) de los ladrillos de concreto con y sin control normativo, producidos en Abancay.
- Determinar las propiedades mecánicas (resistencia a la compresión y resistencia a compresión axial) de los ladrillos de concreto con y sin control normativo, producidos en Abancay.
- Comparar los resultados obtenidos con los valores mínimos exigidos por la norma técnica Peruana E.070 de Albañilería, de los ladrillos de concreto con y sin control normativo, producidos en Abancay.

### **2.3. Justificación e importancia**

La tesis es importante porque justifica encontrar el campo de la construcción con conocimiento en la rama de albañilería para su elaboración, como ladrillos industrializados y artesanales, haciendo posible las deficiencias y la estimulación de mejoras en la producción de ladrillos, con la vista puesta en los estándares de calidad. En términos sociales, es excusable de este estudio que proporciona ese beneficio a varios grupos y en particular a los habitantes de Abancay. Hará que la economía sea más alta, porque los productores de ladrillos artesanales van a tener una mejora en sus productos al obedecer normas técnicas, es decir, cumplen con la durabilidad y resistencia requeridas para la construcción de viviendas o salidas de edificios públicos. Además, el estudio es importante en relación con la necesidad de producción de ladrillos artesanales de alta calidad y, al mismo tiempo, la promoción de este conocimiento en la industria con un menor costo de producción y comercialización (SENCICO, 2020)

La tesis justifica la búsqueda de las propiedades mecánicas y físicas del ladrillo de concreto, así como la verificación de su cumplimiento normativo en el material que se emplea ampliamente en la construcción local, también contribuye a mejorar la calidad de las edificaciones, identificando riesgos potenciales por el uso de ladrillos sin control técnico, ofreciendo información útil a fabricantes, constructores y autoridades municipales, fomentando el uso de materiales que cumplan estándares técnicos establecidos por la Norma E.070 y apoya la fiscalización y regulación de la producción de ladrillos en Abancay, promoviendo una construcción segura y sostenible (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021).

Por ello, si queremos un concreto resistente, duradero y trabajable debemos realizar un control de calidad de todos los materiales para la elaboración de un producto. A nivel académico, aporta conocimiento técnico-científico sobre la relación entre normatividad y desempeño de

materiales de construcción, para su uso en sistemas constructivos que permitirá un mejor trabajo con un buen servicio (Neville y Brooks, 2016).

## **2.4. Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

Existen diferencias significativas en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto con y sin control normativo, en relación con los requisitos de la norma técnica E.070 de Albañilería, producidos en Abancay.

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

- Los ladrillos sin control normativo presentan mayor variación dimensional, absorción de agua y alabeo, con respecto a los ladrillos con control.
- Los ladrillos sin control normativo presentan menor resistencia a la compresión y resistencia a compresión axial, con respecto a los ladrillos con control.
- Los ladrillos con control normativo presentan un mejor desempeño físico y mecánico frente a los ladrillos sin control y cumplen con los valores mínimos establecidos por la norma E.070.

## **2.5. Variables**

### ***2.5.1. Variable independiente***

Con y sin control normativo.

### ***2.5.2. Variable dependiente***

Propiedades físicas y mecánicas del ladrillo concreto.

### ***2.5.3. Cuadro de operación de variables***

Tabla 1

*Cuadro de operacionalización de variables*

**Título:** “Análisis comparativo de las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto con y sin control normativo, según la norma E.070 Albañilería, Abancay- Apurímac 2025”

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Unidad	Instrumento
<b>Variables dependientes</b>							
<b>Propiedades físicas y mecánicas del ladrillo concreto.</b>	Con el fin de determinar la eficacia de los ladrillos de concreto en diferentes usos constructivos, estas propiedades son esenciales. (NTP, 2004)	Los análisis de laboratorio apropiados se realizaron de acuerdo con las normas. (Norma E.070 de Albañilería, 2021)	Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión	Razón	Kg/cm <sup>2</sup>	Ficha de recopilación de información
				Resistencia a la compresión axial.	Razón	Kg/cm <sup>2</sup>	Ficha de recopilación de información
			Propiedades físicas	Variación Dimensional	Razón	%	Ficha de recopilación de información
				Absorción	Razón	%	Ficha de recopilación de información
				Alabeo	Razón	mm	Ficha de recopilación de información
<b>Variables independientes</b>							
<b>Con y sin control normativo</b>	El control regulatorio del ladrillo artesanal implica las normativas y criterios que rigen su producción y calidad (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021).	La norma E-070 de albañilería define exigencias concretas en términos de calidad, dimensiones, resistencia y durabilidad del ladrillo, con el objetivo de asegurar la seguridad y la eficacia en los procesos de construcción. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021).	Con control normativo	Aplicación de la Norma E.070	Nominal		Hoja de observación Manual de revisión técnica
			Sin control normativo	Ausencia de ensayos de laboratorio y normas	Nominal		Hoja de observación Manual de revisión técnica

**Nota.** La tabla representa la operacionalización de variables con sus respectivas dimensiones, indicadores, unidad y la escala de medición.

### **III. Marco Teórico**

#### **3.1. Antecedentes**

Soto y Sánchez (2021) realizaron una investigación denominada “Análisis comparativo de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo tipo rafón producido en la zona noroccidental de Honduras” con el objetivo de comparar las propiedades mecánicas y físicas del ladrillo (rafón) que se produce en la zona noroccidental de la nación. Este estudio se llevó a cabo con un enfoque cuantitativo aplicado y utilizando una muestra de tres fábricas de ladrillos. Los resultados obtenidos en el estudio revelaron que el porcentaje de absorción de la sustancia alcanzó un valor del 13,21% luego de transcurridas 24 horas desde la administración del compuesto. A las cinco horas, la tasa de absorción a través de burbujeo llegó al 18,24%. Con base en estos datos, se fijó un coeficiente de inmersión de 0.72. En Quimistán, la presión media normal de los bloques fortalecidos con mortero fue de 41,98 kg/cm<sup>2</sup>; en Chamelecón, 36,19 kg/cm<sup>2</sup>; y en Florida, 34,41 kg/cm<sup>2</sup>. Los bloques de Quimistán fueron considerados como los que tienen una calidad superior en comparación con los ladrillos fabricados en Chamelecón y Florida. Asimismo, las proyecciones de la presión de compresión sobrepasan los valores fijados por la norma ASTM C 62.

Pillajo y Valdivieso (2022) el estudio titulado “Investigación teórica y experimental de las características físico-mecánicas de la mampostería empleando bloque de hormigón disponible en Quito” Evaluó y comparó las características de bloques de concreto que proceden de cinco grupos de producción distinta. También se verificó la tensión diagonal, resistencia a la compresión simple y a la compresión en muros, así como pruebas de absorción, densidad y contenido de humedad. Los resultados mostraron que solo dos de los lotes cumplen con los requisitos para ser utilizados como mampostería estructural, con resistencias de 20.48 MPa y 13.33 MPa respectivamente. Los autores llegaron a la conclusión de que la mampostería presenta resistencia a la compresión,

depende directamente de la resistencia de los ladrillos, por lo que emplear bloques de mayor resistencia es la forma más efectiva de mejorar el desempeño estructural.

Toul (2020) el estudio titulado “Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de la mampostería de bloques de concreto en construcciones de Argentina y Ecuador” Su propósito era comparar las propiedades físicas y mecánicas de los bloques de concreto que se usaron en los dos países. Siguiendo las normas IRAM-11561 (Argentina) e INEN 3066 (Ecuador), se realizaron ensayos de absorción y resistencia a la compresión entre 2014 y 2017. El análisis incluyó muestras de quince edificaciones en el Valle de Chillos (Ecuador) y pruebas complementarias en Mendoza (Argentina). Los resultados mostraron una notable diferencia en la calidad de los bloques: solo el 45% de los bloques ecuatorianos cumplió con los estándares, mientras que en Argentina el cumplimiento fue del 100%. Además, la resistencia a la compresión fue significativamente mayor en Argentina (72,73% de aceptación) en comparación con Ecuador (2,7%), evidenciando un mejor control de calidad y desempeño estructural en los materiales argentinos.

Ruiton (2024) el estudio titulado “Comparación de las propiedades mecánicas y físicas de ladrillos de concreto industrial y artesanal producidos en el distrito de Pedro Gálvez, San Marcos – Cajamarca” tuvo como objetivo analizar y comparar las propiedades mecánicas y físicas de los ladrillos de concreto fabricado artesanalmente e industrialmente en esa región. De acuerdo con la norma E.070, se realizaron diversas pruebas que evidenciaron que los ladrillos artesanales presentan mayor variabilidad en tamaño, mayor succión, mayor deformación y mayor absorción que los industriales. Los ladrillos industriales lograron una resistencia a la compresión (fb) de 152.45 kg/cm<sup>2</sup> en términos de propiedades mecánicas, frente a 97.65 kg/cm<sup>2</sup> en los artesanales. Las pilas mostraron resistencias de 94.00 kg/cm<sup>2</sup> (industriales) y 24.99 kg/cm<sup>2</sup> (artesanales), mientras que los muretes presentaron resistencias a compresión diagonal de 16.78 kg/cm<sup>2</sup> y 5.38

kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. En conclusión, los ladrillos industriales superan ampliamente a los artesanales en calidad y desempeño estructural.

Vizarreta (2022) su tesis, titulada "Comparación de ladrillo artesanal en sus propiedades físico-mecánicas en el distrito de Juliaca - Puno, 2021", tuvo como propósito primordial examinar las semejanzas entre las propiedades físico-mecánicas de las unidades de ladrillo mecanizadas en la zona. Esta investigación fue categorizada como un estudio aplicado, con una perspectiva cuantitativa y un grado descriptivo. Las ladrilleras L-I y L-II se les asignaron valores, las cuales mostraron concavidades de 4.4 mm y 3.15 mm, además de 6.04 mm y 4.21 mm, respectivamente. La fábrica de ladrillos L-III presentó una conductividad de 6,04 mm y una convexidad también de 6,04 mm. El alabeo es el principal factor que distingue a las tres ladrilleras, lo que restringe la capacidad de emplear ladrillos artesanales de distintas fábricas o combinaciones de productos. Esto se debe a que la variación en el alabeo disminuye la uniformidad del mortero adherido, lo cual repercute negativamente en la resistencia del muro ante las fuerzas cortantes.

Padilla (2022) la tesis titulada "Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería para viviendas, elaboradas en las ladrilleras del distrito de La Unión, Provincia y Departamento de Piura – 2022" tuvo como objetivo analizar las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos producidos en una fábrica local. Con un enfoque cuantitativo, se evaluó el cumplimiento de los estándares establecidos en la norma E.070. Los resultados mostraron que, aunque las unidades cumplen en general con las propiedades esperadas, solo el 30% de los ladrillos fabricados cumple con los requisitos mínimos exigidos por la norma, mientras que el 70% no los satisface, evidenciando deficiencias en la calidad y control de producción en la zona estudiada.

Sullca (2022) en su investigación llamada "Análisis de las distintas unidades de albañilería industriales en sus propiedades físico-mecánicas según la norma E.070 en Juliaca", realiza un

estudio comparación de las propiedades mecánicas y físicas de los ladrillos producidos de acuerdo con la norma E.070. Con este propósito, el autor utiliza una metodología cuantitativa y Elige un grupo de 300 elementos de albañilería, que se extraen de las cuatro fábricas mecanizadas más grandes de Juliaca. La observación es el método empleado en este estudio, cuyo diseño no es experimental por medio de pruebas en el laboratorio, siguiendo los métodos fijados en la RNE E.070. Entre los hallazgos más importantes, se resalta que la succión se ubica entre los límites establecidos y que el alabeo está dentro del rango permitido. También es importante señalar que la absorción de agua en todas las muestras no sobrepasa el 22% (que es el límite máximo permitido).

Paxi (2023) se usó un enfoque de investigación no experimental en su estudio, llamado “Evaluación de la calidad de los ladrillos artesanales y mecanizados en el distrito de San Jerónimo-Cusco, 2022”. Se utilizaron fichas de recopilación de datos en 80 empleados de fábricas y 12 integrantes del equipo directivo de producción. Los hallazgos indican que el proceso de producción artesanal incluye ocasionalmente pruebas de variaciones dimensionales, alabeo, compresión y absorción. Específicamente, la prueba de compresión es la que menos se tiene en cuenta, porque el 43.1 % de los encuestados sostiene que rara vez se realiza y el 22.41 % dice que nunca se hace. En cambio, en el método mecanizado, se observa que todas las pruebas se realizan con más frecuencia. Se realiza un muestreo para la variación dimensional del total de producción del 47.83%, donde se pudiera decir que se asegura un buen control de calidad.

Modena y Popolizio (2022) el propósito de la investigación, que se presenta en su tesis "Evaluación y control de calidad durante la fabricación del ladrillo de 18 huecos para asegurar que el producto cumpla con los requisitos mínimos establecidos en el reglamento E.070 y la N.T.P. de la ciudad de Pucallpa, en la región Ucayali", es examinar e implementar medidas para controlar la

calidad en la fabricación de ladrillos. Se intenta lograr un producto que satisfaga los estándares mínimos de la N.T.P. y del Reglamento E.070; el estudio se basa en una metodología mixta, con un diseño experimental descriptivo. En la investigación se incluyeron siete ladrilleras de Pucallpa, y se determinó que el 12 % (3 de 25 unidades) de los ladrillos con 18 huecos mostraron fallos durante el procedimiento convencional de producción. Se detectaron y corrigieron estos defectos mediante la aplicación de medidas correctivas. Las propiedades de la unidad, como la absorción, el alabeo, la resistencia a la compresión y los cambios dimensionales, llegan a valores de clase IV y V. Asimismo, el contenido de vacíos no rebasa el 25 % y 30 % permitidos por las normas en vigor, lo que demuestra que este ladrillo tiene cualidades estructurales apropiadas.

Villanueva (2021) el estudio titulado “Comparación de ladrillo artesanal en sus propiedades físico-mecánicas en el distrito de Juliaca – Puno, 2021” utilizó un enfoque cuantitativo, con una metodología aplicada y un diseño no experimental transversal. Las conclusiones mostraron variaciones en la succión, absorción, eflorescencia, alabeo y alteración de las dimensiones y así como en las resistencias a la compresión de cada espécimen. Se llegó a la conclusión que varios de las unidades no cumplen con las características de la norma, excepto en la propiedad de absorción, que sí se ajusta a lo establecido en dicha normativa.

García (2022) el estudio titulado “Determinación de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal de concreto en el distrito de Bagua Grande – Amazonas” El propósito fue examinar las propiedades mecánicas y físicas de los ladrillos artesanales de concreto que se fabrican en siete fábricas de ladrillo del distrito. De acuerdo con las directrices establecidas por la norma E.070, Se llevaron a cabo pruebas de absorción, deformación, variaciones en las dimensiones y resistencia a la compresión. Los resultados revelaron que los ladrillos exhibieron una resistencia a la compresión ( $f'_b$ ) de 59.94 kg/cm<sup>2</sup> a 62.06 kg/cm<sup>2</sup>, valores que superan el

mínimo exigido por la norma (50 kg/cm<sup>2</sup>). En consecuencia, los ladrillos evaluados fueron clasificados como Ladrillo Tipo I, al cumplir con los requisitos de calidad establecidos.

## **3.2. Bases teóricas**

### **3.2.1. Control normativo**

El control normativo del ladrillo artesanal implica las regulaciones y estándares que regulan la fabricación y a calidad de los ladrillos fabricados a mano. Estas directrices garantizan que los ladrillos satisfagan con criterios específicos de calidad, dimensiones, resistencia y durabilidad, lo que es esencial para asegurar la seguridad y eficacia en el ámbito de la construcción (López y Martínez, 2019).

El control normativo es el conjunto de procedimientos, mecanismos y acciones sistemáticas que se utilizan con el propósito de garantizar que los productos, procesos y materiales cumplan con las normas y estándares técnicos correspondientes. Esto tiene como objetivo asegurar la conformidad de estos elementos con los requerimientos establecidos por la regulación vigente y con los criterios de calidad definidos para un sector específico (Sundaresan y Ng, 2018).

#### **1. Control de Calidad de la Materia Prima:**

Se trata de comprobar las propiedades del concreto empleado en la producción del ladrillo, garantizando que se ajusten a los criterios de calidad fijados por la regulación (Neville y Brooks, 2016).

#### **2. Control del Proceso Productivo:**

Se trata del control y supervisión de las diversas fases del proceso de producción del ladrillo, que incluyen el moldeado, el secado y la cocción, con el fin de garantizar la adherencia a los procedimientos correctos y la producción de un ladrillo de buena calidad (Neville y Brooks, 2016).

### **3. Control de Calidad del Producto Terminado:**

Las características del ladrillo se refieren a los aspectos que se examinan una vez finalizado el proceso de producción, incluyendo resistencia ante la compresión, las dimensiones y otras características establecidas en la normativa.

El cumplimiento de estas regulaciones y controles es bueno asegurar la calidad y la construcción de viviendas seguras con ladrillo artesanal. Asimismo, la norma peruana clasifica las unidades según sus propiedades, lo que facilita la elección del tipo de ladrillo más adecuado para cada uso. En conclusión, el control normativo del ladrillo artesanal tiene un fin de mantener la calidad, durabilidad y seguridad de este material de construcción a través de un buen material (Calavera, 2017)

#### ***3.2.2. Sin control normativo***

La condición de sin control normativo hace referencia a la fabricación de materiales de construcción sin aplicar procedimientos estandarizados, normas técnicas ni mecanismos para verificar la calidad. Esto significa que no se realizan ensayos en laboratorio, no hay supervisión técnica y no se cumplen las especificaciones impuestas por los reglamentos actuales. Para los ladrillos de concreto, esta situación tiende a ocurrir en procesos artesanales donde no se supervisa la dosificación de los materiales, el proceso de fabricación ni el curado. Esto produce productos cuyas propiedades mecánicas y físicas son cambiantes y, muchas veces, son menores que las exigencias mínimas para tener un rendimiento estructural seguro (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

Además, el riesgo de emplear unidades de albañilería con escasa resistencia, deficiencias dimensionales y gran absorción de agua se eleva cuando la producción no está regulada. Esto tiene un impacto negativo en la seguridad y durabilidad de las construcciones, sobre todo en áreas

sísmicas. La ausencia de control técnico y normativo en los materiales para edificar es, según varios autores, una de las causas fundamentales de la aparición prematura de fallos en estructuras de albañilería. Esto se debe a que no permite asegurar la homogeneidad y el acatamiento de los estándares mínimos de calidad requeridos por las regulaciones actuales en materia constructiva (Neville y Brooks, 2016).

### ***3.2.3. Aplicación de la norma E-070 Albañilería***

La Norma Técnica E.070 – Albañilería, incluida en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), determina los estándares técnicos básicos para la concepción, fabricación, categorización y utilización de las unidades de albañilería, con la finalidad de asegurar que las construcciones sean seguras desde el punto de vista estructural, duraderas y de buena calidad. Su uso incluye la comprobación de las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos, como las dimensiones, el cambio en estas últimas, la deformación, la absorción de agua, la succión y la resistencia a la compresión. Estos son parámetros esenciales para clasificar las unidades y establecer su capacidad estructural (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

Además, la norma establece los métodos de ensayo y control de calidad para las unidades de albañilería fabricadas a nivel industrial y artesanal, fomentando así la homogeneidad en los materiales y disminuyendo los riesgos relacionados con el empleo de productos defectuosos. La adecuada implementación de la Norma E.070 posibilita que se reconozcan las unidades que satisfacen los requerimientos mínimos establecidos y se desestimen las que tienen carencias técnicas, lo cual es particularmente importante en áreas con alta sismicidad como el territorio peruano (Calavera, 2017).

### 3.2.3.1. Clasificación de la albañilería

- **Muros no portantes:** Este tipo de muros no tienen la capacidad soportar cargas verticales solo las divisiones de las viviendas.

- **Muros portantes:** Son conocidos por soportar cargas extremas como la propia losa aligerada sin necesidad de las columnas, que abarcan tanto los que actúan en sus planos como los que lo hacen de manera perpendicular, así como esfuerzos transversales y verticales, así como esfuerzos que son constantes y los que son temporales.

- **Muros no reforzados:** Este método está constituido por elementos que carecen de refuerzo o, incluso si lo poseen, a menudo no satisfacen los estándares básicos requeridos para ser calificados como muros reforzados.

- **Muros reforzados:** Estos muros se definen por tener un confinamiento con muro y columnas.

### 3.2.3.2. Unidad de albañilería

Un ladrillo conocido también como elementos prismáticos, se define cuando se puede levantar con una mano por su dimensión, Sin embargo, un bloque es una unidad que necesita de las ambas manos para ser levantada, por su volumen y peso. Estos elementos de construcción pueden ser de diferentes materiales como sílice-calcáreos, arcilla, concreto, entre otros (Chipana, 2014)

#### **Características generales**

Los rasgos generales definidos en la norma E.070 se pueden describir de la siguiente manera:

- El término "ladrillo" se logra manipular con una sola mano por las dimensiones que compone. En cambio, "bloque" se refiere a una unidad que necesita ser manejada con ambas manos debido a sus dimensiones y peso.

- Los materiales fundamentales para la construcción, de acuerdo con lo que dice la norma, son los bloques y ladrillos. El concreto, la arcilla y el sílice-cal son los componentes principales que se utilizan para su elaboración.

- Estas unidades pueden clasificarse como tubulares, sólidas, alveolares o huecas; y ellas pueden originarse a partir de procesos industriales o artesanales.

### **Clasificación**

Se dividen las unidades de albañilería en dos categorías basadas en sus dimensiones, lo que influye en su manipulación (norma E.070 Albañilería, 2021): (a) (b) bloques y ladrillos.

a. Ladrillos. Estas unidades de albañilería tienen dimensiones pequeñas, lo que facilita que se manipulen con una sola mano.

b. Bloques. Estas unidades son más grandes que los ladrillos, por lo que es necesario emplear las dos manos para manejarlas.

Las unidades de albañilería se dividen en cuatro categorías de acuerdo con la Norma Técnica E.070 (2021): huecas, sólidas, tubulares y alveolares. La clasificación se basa en cómo están dispuestos sus vacíos paralelamente a la superficie de apoyo.

a. Sólidas. Las unidades de albañilería sólida se distinguen porque tienen menos del 30% de vacíos.

b. Huecas. Las unidades de albañilería hueca se distinguen por tener una superficie vacía mayor al 30%.

c. Alveolares. Estas unidades pueden ser huecas o sólidas. Se encuentran principalmente en el caso de las unidades de albañilería de concreto, debido a que la existencia de alveolos posibilita la incorporación de acero reforzado.

d. Tubulares. Estos módulos tienen espacios vacíos que son paralelos a la superficie sobre la que se apoyan.

Los ladrillos de concreto se dividen en dos categorías según la función estructural:

a. Bloques P. Son elementos de albañilería que se fabrican con concreto y que tienen la posibilidad de ser utilizados en muros de carga.

b. Bloques NP. En contraste, son elementos de albañilería diseñada únicamente para muros que no están destinados a soportar carga.

### **Clasificación para fines estructurales**

En la Norma E.070, tiene una función estructural deben satisfacer las especificaciones que se describen en la tabla 2.

**Tabla 2***Clase de ladrillos de tipo estructural*

Clase	Variación de la dimensión			Alabeo (máximo en mm)	Resistencia a compresión Mpa (kg/cm <sup>2</sup> )
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Hasta 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P (1)	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP (2)	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

Muros portantes (1)  
Muros no portantes (2)

**Nota.** La tabla explica los parámetros permisibles de las clases de ladrillos, donde se diseñó el ladrillo de clase I para la ejecución de la tesis. según la norma E.070 Albañilería (2021).

### Conforme a la norma ITINTEC 331.017

Ladrillo I: Este tipo de ladrillos tiene una durabilidad y resistencia bastante bajas; son aptos para construir casas de hasta dos plantas, con la condición de que no estén en contacto directo con el suelo o la lluvia.

Ladrillo II: Dado que estos ladrillos son poco resistentes y duraderos, solo deben emplearse en condiciones moderadas y evitándose su contacto directo con agua, lluvia o tierra.

Ladrillo III: Estos ladrillos son aptos para construcciones que estén ubicadas en entornos con un índice de intemperismo bajo, ya que poseen una durabilidad y resistencia medias.

Ladrillo IV: Estos ladrillos tiene buena resistencia y durabilidad, siendo apropiados para usos en condiciones moderadas., puesto que pueden resistir la exposición a agua, terreno y lluvias intensas de manera regular.

Ladrillo V: Esta clase de ladrillos poseen una resistencia y perdurabilidad muy altas; son perfectos para condiciones de servicio rigurosas, puesto que tienen la capacidad de resistir exigencias severas, como la exposición a lluvias intensas, agua y suelo.

### **3.2.3.3. Tipos de Fabricación**

Existen muchas metodologías para su elaboración de la unidad y están determinados por el proceso de moldeo utilizado. Por esta razón, se distinguen dos categorías de fabricación: las unidades producidas manualmente, que son denominadas como artesanal e industrial.

**Artesanal.** La conformación manual o artesanal se realiza utilizando un molde metálico con una base deslizante que compacta la mezcla, o uno de madera al que se le ha forrado el interior con hojas de estaño o metal. Las unidades que se producen de esta forma requieren un curado mediante riego con agua, el cual se tiene que hacer dos veces al día por siete días seguidos; si no, las propiedades de la unidad se verán significativamente afectada. Se prevé que, si se continúa con este método de producción artesanal, se pueden generar alrededor de 200 unidades diariamente.

**Industrial.** Este modelo de producción industrial donde inicia mediante la compactación vibratoria, utilizando ponedoras móviles, máquinas RosaCometa, o equipos fijos. El curado de los ladrillos se realiza mediante rociado o en cámaras de vapor, teniendo en cuenta la necesidad de proteger de varios problemas que afectan a la unidad.

### **Clasificación**

Según lo establecido en la NTP 399.601 (2016), se pueden categorizar de la siguiente forma:

**Tabla 3**

*Requisitos mínimos del ladrillo de concreto según el tipo.*

<b>Resistencia a la compresión, Mpa</b>			<b>Absorción de agua, máx., % (Promedio de 3 unidades)</b>
<b>Tipo</b>	<b>Promedio de 3 unidades</b>	<b>Unidad Individual</b>	
24	24	21	8
17	17	14	10
14	14	10	12
10	10	8	12

**Nota.** La tabla explica los parámetros de resistencia y adsorción de un ladrillo de concreto macizo, donde se consideró para el control normativo el tipo 24. según la NTP 399.601 Unidades de Albañilería.

-Ladrillo Tipo 24: Se emplea frecuentemente para recubrir muros exteriores que no están acabados y en edificaciones. Brinda una buena defensa contra el clima severo y la humedad, sobre todo contra el frío, además de una alta resistencia a la rotura.

- Ladrillo Tipo 17: Este tipo de ladrillos mayormente son utilizados para muros mediana resistencia.

- Ladrillo Tipo 14: Se recomienda el uso para el primer nivel en todo el perímetro y tiene regular resistencia.

- Ladrillo Tipo 10: Mayormente es utilizado en divisiones de muros su resistencia es baja.

#### **3.2.3.4. Calidad del agua.**

NTP 339.088 garantiza el uso de agua para el concreto, determina las especificaciones de calidad que el agua empleada en la fabricación y curado del concreto tiene que satisfacer. Controla la presencia de elementos como sulfatos, cloruros y materia orgánica, demandando que el agua

esté limpia y, si es posible, sea potable; sin embargo, no toda el agua potable cumple con las condiciones para el concreto.

Las características físicas, químicas, biológicas y radiactivas se consideran elementos fundamentales para la obtención de los resultados de calidad (agua). Esta evaluación se relaciona con las necesidades de una o más especies biológicas, así como con cualquier requerimiento u objetivo que la humanidad pueda tener. En esencia, se trata de un conjunto de criterios que permiten medir el grado de conformidad. (Ayora, 2010)

El pH es una medida de acidez de una sustancia líquida. Además, se relaciona con las características del agua, incluyendo su tensión superficial, viscosidad, estado líquido y solubilidad a temperatura ambiente. El pH también aborda la acidez y alcalinidad, además de identificar los ácidos débiles y actuar como un determinante cuantitativo de los ácidos fuertes. Se puede calcular que, al añadir una cantidad específica de ácido o base a una solución tampón, el valor del pH experimenta un leve cambio debido a la tendencia del agua a disociarse en iones de hidróxido y protones. (Robert K. Murray, 2013)

El total de sales disueltas representa una métrica crucial para el mejoramiento del agua, ya que contiene todos los metales en pequeños porcentajes, sales, minerales y cloruros presentes en el agua. Los sólidos totales disueltos, comúnmente denominados sales, afectan la alcalinidad y pureza del agua. En consecuencia, la degradación del concreto, manifestándose en fallas, erosión, corrosión o agrietamiento, tiende a ocurrir en áreas donde se detecta una alta concentración de sales disueltas. (Jiménez Vázquez y otros, 2018)

La materia orgánica se refiere a los restos de organismos que han estado vivos en algún momento, incluyendo plantas, animales, etc. A través de un proceso de descomposición se transforma en materia orgánica. La combinación de varios materiales da lugar a la formación de

este tipo de materia. Además, la materia orgánica representa un desafío significativo para el concreto, ya que puede reducir su resistencia mecánica o interferir con su proceso de fraguado. Esto, a su vez, lo hace más vulnerable a factores ambientales, lo que puede afectar su durabilidad en diferentes niveles. (Greenfacts, 2007)

Los sólidos suspendidos son como las moléculas de partículas que se encuentran en un líquido, ya sea en forma de coloide o debido al movimiento del líquido. Estos sólidos actúan como un indicador de la calidad del agua. Se ha observado que la trabajabilidad del concreto se ve afectada negativamente a medida que aumenta la concentración de partículas suspendidas. Esto ocurre porque los poros de los sólidos absorben agua, lo que reduce la cantidad disponible en la mezcla y, en consecuencia, disminuye su fluidez. (Chatveera et al., 2009)

Según los criterios de la NTP 339.088, se detallan en la figura 5 y no están contemplados en las normas del ACI ni de la ASTM. Con base en la experiencia acumulada, los valores establecidos en esta norma son generalmente considerados razonables y efectivos. En la tabla indica los parámetros de uso del agua en la fabricación de concreto en diversos proyectos a lo largo de Perú, evidenciando variaciones en su composición. Los estudios indican que el uso de agua que contenga más de 5000 partes por millón de sulfatos, carbonatos y cloruros puede provocar una disminución del 30% en la resistencia, en comparación con el concreto producido con agua pura. Además, cuando la cantidad total de sales disueltas supera las 1000 partes por millón, los agentes químicos pueden influir en el tiempo de fraguado, ya sea acelerándolo o retrasándolo, lo que implica la necesidad de realizar pruebas de tiempo de fraguado y permite la interacción química álcali-sílice en los agregados.

**Tabla 4**

*Limites admisibles de curado y mezcla del agua según NTP 339.088*

<b>Propiedades</b>	<b>Limites</b>		
a. Solidos en suspensión	[5000]	Partes por millón	Máx.
b. Materia orgánica	[3]	Partes por millón	Máx.
c. Alcalinidad	[1000]	Partes por millón	Máx.
d. Sulfato	[600]	Partes por millón	Máx.
e. Cloruros	[1000]	Partes por millón	Máx.
f. pH	[5 a 8]	Adimensional	Máx.

**Nota.** La tabla indica el límite permisible para que el agua sea utilizada como agua para la elaboración de las unidades de albañilería, concreto y para el curado de elementos construidos a base de concreto. según NTP 339.088.

### **3.2.4. Propiedades mecánicas y físicas del ladrillo**

Las características mecánicas y físicas de los ladrillos de concreto son las que determinan cómo se desempeñan funcionalmente y estructuralmente en una edificación (RNE, 2021).

Las propiedades físicas del ladrillo se refieren a las cualidades asociadas con su estructura, composición y actuación ante agentes físicos, como: alabeo, variación dimensional y absorción de agua. Estas propiedades tienen un impacto directo en la durabilidad, estabilidad y compatibilidad del material dentro de los sistemas de albañilería. La capacidad del ladrillo de aguantar el agua y los cambios en el ambiente, así como su calidad, pueden ser evaluadas a través de estas propiedades. Estos aspectos son esenciales para su aceptación en obra y clasificación técnica (Neville y Brooks, 2016).

#### **3.2.4.1. Resistencia a la Compresión.**

Se denomina resistencia a la compresión a la capacidad de soportar las fuerzas verticales, por ejemplo, el ladrillo de concreto, para aguantar fuerzas o cargas que se aplican verticalmente sin experimentar deformaciones o fallos permanentes. Este parámetro es crucial para analizar la

calidad y el rendimiento estructural de los ladrillos, dado que establece su capacidad para ser empleadas en paredes portantes o no. La norma E.070 indica que la resistencia de un material a la compresión se determina a través de pruebas en las que se aplica una carga axial hasta el punto de quiebre del material. La fórmula para determinar es de la siguiente manera:

**EC- 1** Resistencia a la compresión.

$$F' b = \frac{P}{A} \quad (1)$$

**En donde:**

$F' b$  = resistencia a compresión en el ladrillo.

P = peso en kilogramos que se aplica en la pila.

A = área bruta en centímetros cuadrados.

### **3.2.4.2. Ensayo de compresión axial.**

La prueba de compresión axial es un ensayo que se lleva a cabo para establecer la habilidad de un material, por ejemplo, el ladrillo o la pila de albañilería, para soportar fuerzas verticales aplicadas sobre su eje longitudinal. A lo largo del ensayo, la muestra es expuesta a una carga de manera progresiva hasta que se rompe; en ese momento, se registra la resistencia máxima a compresión que puede resistir. De acuerdo con la norma (E.070, 2021).

Para determinar la resistencia axial se elabora una fila de tres ladrillos unidos con mortero y se somete a un peso vertical ascendente hasta que falla. Para llevarlo a cabo, primero se construye la pila garantizando que el mortero esté alineado y curado adecuadamente; después, la muestra se ubica en la máquina de compresión, donde se ejerce una carga sobre toda la superficie de manera controlada y equitativa. La siguiente fórmula para su determinación es:

**EC- 2 Resistencia axial en pilas de albañilería**

$$F' m = \frac{P}{A} \quad (2)$$

**Dónde:**

$F' m$  = Esfuerzo axial sobre el área bruta

P = carga aplicada en la pila en (kg)

A = Área de la pila en (cm<sup>2</sup>)

**3.2.4.3. Variación Dimensional.**

Esta característica física afecta el comportamiento de resistencia del muro de mampostería. Por lo tanto, cuanto mayor sea el cambio de tamaño, el grosor de la junta será más grande y, a medida que este grosor aumente del ladrillo, que calcula las discrepancias o desviaciones en sus dimensiones nominales (alto, ancho y largo) comparadas con las medidas que establece la norma. La uniformidad y el asentamiento adecuado de las unidades en la construcción se ven afectados por estas variaciones, que pueden surgir durante el proceso de fabricación, secado o curado. La fórmula muestra la variación dimensional, pero expresado como un porcentaje, es igual a 100 dividido por el valor de medición especificado por el fabricante menos el valor de medición promedio entre las mediciones especificadas por el fabricante.

**EC- 3 Variación dimensional**

$$V = \left[ \frac{ME - MP}{ME} \right] \times 100 \quad (3)$$

En donde:

V= Variación dimensional (%)

ME= Medida que especificada por el fabricante (mm)

MP= Media aritmética (mm)

#### 3.2.4.4. Absorción.

La absorción señala la habilidad del material para mantener agua en sus poros al ser sumergido o al entrar en contacto con la humedad. Este parámetro muestra el nivel de porosidad del ladrillo y está vinculado directamente con la resistencia, durabilidad y reacción frente a factores ambientales del ladrillo. Si la absorción es muy elevada, puede afectar la adherencia del mortero y disminuir la durabilidad del muro, lo que significa que tendrán menos resistencia a los efectos de los elementos. La unidad porosa absorbe el agua del mortero, lo que provoca su secado y evita que la unidad de mortero se adhiera correctamente, lo cual tiene un impacto en la disminución de la resistencia de la pared. Debido a que la intemperie es la principal razón de durabilidad y a que la unidad porosa tiene escasa resistencia a ella, la norma peruana restringe este valor.

Donde se determina la absorción en porcentajes va ser igual a 100 factor por el peso de espécimen saturado restado por el pese seco del espécimen todo eso dividido por el factor de peso saturado.

#### EC- 4 Absorción

$$A = \left[ \frac{PS - P_{SECO}}{P_{SECO}} \right] \times 100 \quad (4)$$

#### Dónde:

A= Absorción (%)

PS= Peso saturado (gr)

Pseco= Peso seco (gr)

### **3.2.4.5. Alabeo**

Esta propiedad nos dice la deformación o curvatura que muestra uno de sus lados en relación a un plano perfecto. Esta anomalía puede ocurrir durante el secado o la curación del material y tiene un impacto en la homogeneidad y la adecuada colocación de las unidades en la obra de albañilería. Si hay un exceso de alabeo, puede haber problemas con la alineación de los muros y la calidad del acabado puede disminuir. Es el atributo que determina el diseño de los ladrillos. Generalmente, los ladrillos hechos a mano tienen más defectos porque los ladrillos industriales son más precisos. Esto muestra que la superficie de los ladrillos puede ser convexa o cóncava en esta prueba. El resultado muestra Si la deformación es alta, se debe usar una mezcla más grande porque crea vacíos y, por lo tanto, cambia la resistencia. (Norma E.070 Albañilería, 2006)

### **3.2.5. Ladrillos de concreto**

Los ladrillos de concreto pueden presentarse en forma de unidades, existiendo dos tipos: macizos y huecos. Estas unidades se elaboran exclusivamente a través de un proceso de moldeo que emplea presión y vibración para que los materiales sean más compactos (Neville y Brooks, 2016)

Una de las ventajas de las unidades de concreto en comparación con sus predecesoras es su capacidad para ser fabricadas con diferentes niveles de resistencia, los cuales dependen de la proporción de cemento, arena, piedra y agua, así como del uso que se les designe (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

### **Características generales de los ladrillos**

El ladrillo se emplea fundamentalmente en la edificación de muros, suelos, divisiones y diversas construcciones, por lo que es esencial que posea una alta resistencia tanto a la compresión como a las condiciones climáticas.

En primer lugar, los ladrillos deben estar bien formado, lo que asegura que tenga lados paralelos, ángulos definidos y superficies planas. Además, es importante que sea lo suficientemente poroso para absorber el mortero, y que esté libre de sales solubles para evitar la aparición de eflorescencias. Además, al ser percutido con un martillo u otro objeto análogo, tiene que emitir un ruido metálico, lo cual señala que el ladrillo ha sido cocido de manera adecuada y no muestra fallos como grietas. Estos componentes, que pueden ser industriales (bloques y ladrillos) o artesanales (ladrillos), generalmente son de color gris, aunque se pueden aplicar pigmentos para alterar su tono. Su textura habitual es densa con poros abiertos, y la inclusión de piedra pómez como agregado puede contribuir a disminuir su peso (Neville y Brooks, 2016).

#### **Figura 1**

*Medidas de la unidad ancho 14 cm, largo 24cm y alto 9cm*



**Nota.** En la figura se detalla las dimensiones de los ladrillos de concreto a elaborar.

### 3.3. Definición de términos

**Ladrillo artesanal.** Los ladrillos hechos a mano se cocinan en hornos permanentes que utilizan fuego directo, con un sistema de tiro ascendente y al aire libre durante el proceso de cocción (Vizarreta, 2022).

**Agregado.** Se define como materias inorgánicas, que son encontrados en los campos rodados que cumplan el control de calidad establecidos en la NTP 400.011. El agregado constituye una fase discontinua dentro del concreto y actúa como una materia prima proveniente de la naturaleza, representando cerca del 75% del volumen total de los bloques de concreto (Mehta y Monteiro, 2017).

**Cemento.** Es un material aglomerante hidráulico que, cuando se combina con agua, produce una pasta capaz de endurecerse y volverse resistente tanto en el aire como en el agua. Por lo general, este proceso de molienda incluye uno o más sulfatos de calcio como aditivos (Neville y Brooks, 2016).

**Agua.** El agua es el líquido más abundante en la naturaleza, cubriendo cerca del 75% de la superficie terrestre. A pesar de su gran disponibilidad, hay varios indicadores de calidad para el agua para ser considerada como agua potable (Arellana, D. y Guzmán, J 2011).

**Variación dimensional.** Es una característica física del ladrillo que mide las variaciones o las desviaciones en sus dimensiones nominales, tales como la altura, el ancho y la longitud, con respecto a las dimensiones definidas por la norma (Norma E.070, 2021).

**Ladrillo.** Son piezas de construcción con forma de paralelepípedos que se producen mediante un extenso proceso, el cual abarca varias etapas. La dimensión más común de estos ladrillos es de 9x12x24 cm, aunque su tamaño puede ser modificado para facilitar su manejo sin

necesidad de herramientas. Generalmente, se clasifican en tres categorías: huecos, perforados y macizos (Mehta y Monteiro, 2017).

**Moldeado.** El proceso de formación del bloque es fundamental y puede realizarse de manera manual o mecánica. Este implica vaciar el molde o mezclar el material en el pozo de roca, seguido de un compactado manual y un último compactado. Se recomienda utilizar un limpiador, que es una barra con forma de barril, para eliminar el exceso de material que queda al desmoldar. (Neville y Brooks, 2016).

**Ensayo de resistencia a la compresión axial.** Se trata de probar la resistencia de una pequeña muestra de albañilería, formada por tres ladrillos unidos con mortero, exponiéndola a una carga vertical ascendente hasta que se rompa. (Sencico, 2020).

**Mortero.** Es una combinación uniforme de agua, arena y cemento que puede contener aditivos. Se usa para conectar elementos de albañilería, como bloques o ladrillos, y también para revestir o nivelar superficies. (Norma E.070, 2021).

**Absorción.** Se refiere a la cantidad de agua de almacenar en sus poros cuando se sumergen o entran en contacto con la humedad. Este parámetro muestra el nivel de porosidad del material y se determina tras un período de ebullición de 5 horas (Norma E.070, 2021).

**Alabeo.** Es una evaluación que determina las concavidades o convexidades en las superficies de apoyo del ladrillo seco completo mediante el uso de una cuña de acero calibrada (Norma E.070, 2021).

**Resistencia.** Es una propiedad mecánica que evalúa la habilidad de un material para resistir cargas o fuerzas que se apliquen verticalmente sin sufrir deformaciones ni rupturas, debido a la acción de dicha fuerza externa. (Norma E.070, 2021).

## **IV. Metodología**

### **4.1. Tipo y nivel de investigación**

#### ***4.1.1. Tipo de investigación***

La investigación es de tipo aplicado, ya que su propósito fundamental es la solución de problemas específicos y prácticos mediante el uso de conocimientos de tipo científico y teórico. En contraste con la investigación básica, que intenta aumentar el conocimiento general acerca de un fenómeno sin unas soluciones inmediatas, la investigación aplicada está enfocada en conseguir las directas susceptibles de ser aplicadas en situaciones reales (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018).

Se considera aplicada con el propósito de descubrir un nuevo producto utilizando el conocimiento que han adquirido, con el fin de optimizar áreas concretas. Por esta razón, la tesis actual se clasifica como aplicada. Así, esta investigación se fundamenta en los hallazgos de otros investigadores y científicos (Zamora, 2015)

La investigación es aplicada porque tiene como objetivo crear conocimiento práctico que aborde la resolución de problemas concretos vinculados con la calidad de los materiales utilizados en la construcción en Abancay, particularmente los ladrillos de concreto usados en trabajos de albañilería estructural (Bernal, 2016).

#### ***4.1.2. Nivel o alcance de investigación***

La tesis tiene un nivel explicativo porque determina y examina las relaciones de causa-efecto entre las variables analizadas, lo que posibilita comprender por qué y en qué circunstancias sucede un fenómeno específico. Este nivel no solo se dedica a describir o contrastar hechos, sino que tiene como objetivo identificar las causas de algunos efectos, proporcionando una comprensión profunda del problema investigado (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018).

Asimismo, el nivel explicativo permite evaluar el impacto de factores técnicos, normativos o materiales sobre el desempeño de un sistema constructivo, lo cual resulta fundamental en estudios de ingeniería, donde se busca explicar cómo la aplicación o ausencia de normas técnicas influye en las propiedades mecánicas y físicas de los materiales de construcción (Arias, 2016).

#### **4.1.3. *Diseño de la investigación***

El diseño, es experimental, el cual se fundamenta en la observación de fenómenos que han sido intencionadamente alterados en un entorno de laboratorio, considerando una o varias variables independientes. Este método, que implica un control riguroso, describe con detalle los efectos de la manipulación sobre una o más variables dependientes. (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018).

La tesis es experimental, ya que se fundamenta en los resultados de las pruebas físicas y mecánicas realizadas con la unidad de ladrillo de concreto. También se incluye una visión general de los resultados obtenidos de otras ladrilleras de la ciudad de Abancay, los cuales serán evaluados mediante diferentes pruebas (Bernal, 2016).

### **4.2. *Ámbito temporal y espacial***

#### **4.2.1. *Ámbito temporal***

En el año 2025 se desarrolló la presente tesis.

#### **4.2.2. *Espacial***

La ciudad de Abancay fue el lugar donde se realizó la investigación.

### **4.3. *Población y muestra.***

#### **Población.**

La población se describe como el total de elementos, casos o unidades de análisis que comparten rasgos comunes y que el investigador quiere utilizar para hacer inferencias basándose en los hallazgos de la investigación. Para asegurar que los resultados obtenidos sean válidos, esta

debe ser delimitada de forma exacta, teniendo en cuenta el contexto, las variables analizadas y el problema de investigación (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018).

La población en general de la tesis es de 200 unidades, donde se desarrollaron 50 de la bloquetería “Achayca”, 50 de la bloquetería “Ñahui Aroste”, 50 en la bloquetería “Froilán” y 50 ladrillos elaborados con control normativo como patrón, desarrollados en la ciudad de Abancay y luego utilizado para ser analizado mediante diversas pruebas físicas y mecánicas establecidas por el reglamento E-070.

### **Muestra.**

La muestra se escoge a través de un muestreo no probabilístico intencional, el cual tiene en cuenta unidades representativas de fabricantes que implementan control normativo y de productores artesanales que no lo hacen, asegurando así condiciones apropiadas para la comparación analítica (Arias, 2016).

La muestra fue creada de acuerdo con la Norma E-070, empleando agua, arena fina, arena gruesa, confitillo y cemento. Los ladrillos elaborados en las fábricas de Ñahui Aroste, Froilán y Achayca se compararon a través de pruebas de compresión en pilas y unidades, documentando los resultados en fichas para su análisis sistemático.

**Tabla 5***Cantidad de muestra para el ensayo de compresión en unidad*

Descripción	Edad			Sub-Total
	7	14	28 días	
M1=Ladrillo de concreto con control normativo	3	3	3	9
M2=Ladrillo de concreto de la bloquetería “Achayca”	3	3	3	9
M3=Ladrillo de concreto de la bloquetería “Ñahui Aroste”	3	3	3	9
M4=Ladrillo de concreto de la bloquetería “Froilán”	3	3	3	9
<b>Total</b>				<b>36</b>

*Nota.* La tabla indica la cantidad de muestra para el ensayo de compresión en unidad, de cada bloquetería considerada en la investigación, siendo un total de 36 unidades que serán llevadas al laboratorio de rotura.

**Tabla 6***Cantidad de muestra para el ensayo de absorción*

Descripción	Edad	Sub-Total
	14 días	
M1=Ladrillo de concreto con control normativo	3	3
M2=Ladrillo de concreto de la bloquetería “Achayca”	3	3
M3=Ladrillo de concreto de la bloquetería “Ñahui Aroste”	3	3
M4=Ladrillo de concreto de la bloquetería “Froilán”	3	3
<b>Total</b>		<b>12</b>

*Nota.* La tabla se observa la cantidad de muestra para el ensayo de absorción, de cada boquetería considerada en la investigación, siendo un total de 12 unidades que serán llevadas al laboratorio de suelos.

**Tabla 7**

*Cantidad de muestra para el ensayo de variación dimensional*

<b>Muestras (Ensayo de variación dimensional)</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Edad</b>	<b>Sub-Total</b>
	<b>14 días</b>	
M1=Ladrillo de concreto con control normativo	5	5
M2=Ladrillo de concreto de la boquetería “Achayca”	5	5
M3=Ladrillo de concreto de la boquetería “Ñahui Aroste”	5	5
M4=Ladrillo de concreto de la boquetería “Froilán”	5	5
<b>Total</b>	<b>20</b>	

*Nota.* La tabla se detalla la cantidad de muestra para el ensayo de variación dimensional, de cada boquetería considerada en la investigación, siendo un total de 20 unidades que serán llevadas al laboratorio de suelos.

**Tabla 8***Cantidad de muestra para el ensayo de alabeo*

Descripción	Edad	Sub-Total
	14 días	
M1=Ladrillo de concreto con control normativo	3	3
M2=Ladrillo de concreto de la bloquetería “Achayca”	3	3
M3=Ladrillo de concreto de la bloquetería “Ñahui Aroste”	3	3
M4=Ladrillo de concreto de la bloquetería “Froilán”	3	3
<b>Total</b>	<b>12</b>	

*Nota.* En la tabla se observa la cantidad de muestra para el ensayo de alabeo, de cada boquetería considerada en la investigación, siendo un total de 12 unidades que serán llevadas al laboratorio de suelos.

**Tabla 9***Cantidad de muestra para el ensayo compresión axial(pilas)*

Descripción	Edad	Sub-Total
	28 días	
M1=Ladrillo de concreto con control normativo	3	9
M2=Ladrillo de concreto de la bloquetería “Achayca”	3	9
M3=Ladrillo de concreto de la bloquetería “Ñahui Aroste”	3	9
M4=Ladrillo de concreto de la bloquetería “Froilán”	3	9
<b>Total</b>	<b>36</b>	

*Nota.* En la tabla se detalla el tamaño de la muestra para el ensayo de compresión axial, de cada boquetería considerada en la investigación, siendo un total de 36 unidades que serán llevadas al laboratorio de rotura.

**Tabla 10**

*Cantidad de muestra de agua para las propiedades físico-Químicas*

<b>Muestras (Ensayo de físico-químicas del agua)</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Edad</b>	<b>Sub-Total</b>
	<b>10 días</b>	
Agua potable	2 Lt	2 Lt
Agua de la fuente Ñacchero (manante de agua)	2 Lt	2 Lt
<b>Total</b>	<b>4 Lt</b>	

*Nota.* En la tabla indica el volumen de muestra de agua para determinar las características fisicoquímicas de las dos diferentes fuentes de agua y luego serán llevadas al refrigerador para preservar sus propiedades.

#### **4.4. Instrumentos**

Se emplearon fichas para registrar la información de manera ordenada y sistemática en la descripción detallada de la unidad. El laboratorio también proporcionó las fichas y el procedimiento utilizado para las pruebas, los cuales se adjuntarán en los anexos.

Los formatos aplicados para documentar datos numéricos de las pruebas de resistencia a la compresión, resistencia axial y otros instrumentos estándar empleados en el laboratorio donde, fueron fundamentales para la elaboración de la tesis. Además, para la creación del panel fotográfico correspondiente, se utilizó una cámara para capturar evidencias del trabajo realizado, junto con material de anotaciones, equipo de protección personal y computadoras.

La técnica principal empleada es la experimentación en laboratorio, mediante ensayos físicos y mecánicos realizados a los ladrillos de concreto. Los instrumentos utilizados incluyen equipos normalizados para la medición de dimensiones, balanzas, prensas hidráulicas y recipientes para ensayos de absorción, siguiendo los procedimientos establecidos por la Norma Técnica Peruana E.070 Albañilería (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

#### **4.5. Procedimientos**

##### **1. Revisión bibliográfica y normativa**

Se llevó a cabo un análisis minucioso de antecedentes dentro y fuera del país, que están asociados con las propiedades mecánicas y físicas de los ladrillos de concreto, además de las regulaciones técnicas en vigor, entre ellas la Norma Técnica E.070 Albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Esta fase permitió la definición de los criterios de evaluación, las normas y el fundamento teórico de la investigación.

##### **2. Delimitación del área de estudio**

El estudio se realizó en Abancay, una ciudad de la región Apurímac. Se eligieron ladrilleras locales que fabrican ladrillos de concreto con y sin control normativo, tomando en cuenta su formalidad, el proceso de producción y la facilidad para recolectar muestras.

##### **3. Identificación de la población y muestra**

Todos los ladrillos de concreto elaborados en las fábricas seleccionadas de Abancay constituyeron la población. Se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia para determinar la muestra, eligiendo unidades que representaran cada tipo de producción y asegurando que cumplieran con las dimensiones y condiciones mínimas requeridas para los ensayos en laboratorio.

#### **4. Clasificación de ladrillos**

Los ladrillos fueron divididos en dos grupos:

**Grupo A:** Bloques de concreto elaborados con control normativo (dosificación regulada, vibración mecánica, curado apropiado).

**Grupo B:** Ladrillos de concreto elaborados sin supervisión reguladora (con molde manual, dosificación empírica y curado insuficiente).

Esta categorización facilitó la comparación entre las dos categorías.

#### **5. Ensayos de propiedades físicas**

Siguiendo los métodos establecidos en la Norma E.070, se llevaron a cabo pruebas físicas en las unidades de ladrillo de concreto, como:

- Variación dimensional.
- Alabeo
- Absorción

Los resultados obtenidos fueron registrados sistemáticamente para su posterior análisis.

#### **6. Ensayos de propiedades mecánicas**

Se efectuaron ensayos mecánicos, principalmente:

- Resistencia a la compresión en unidad.
- Resistencia a la compresión axial en pilas.

Estos ensayos se llevaron a cabo en laboratorio, siguiendo las especificaciones técnicas de la normativa vigente y utilizando equipos calibrados.

## **7. Registro y procesamiento de datos**

Se tabularon los datos adquiridos de los ensayos físicos y mecánicos en matrices de registro, y se procesaron a través de instrumentos descriptivos estadísticos, lo que posibilitó el cálculo de coeficientes de variación, desviaciones estándar y valores medios.

## **8. Análisis comparativo de resultados**

Se llevó a cabo un análisis comparativo de los resultados de los ladrillos con y sin control normativo, examinado si cumplían con los valores mínimos requeridos por la Norma E.070. Además, se encontraron notables variaciones en el comportamiento físico y mecánico de los dos grupos.

## **9. Interpretación y discusión**

Los resultados fueron analizados y comparados con investigaciones anteriores y antecedentes, lo que permitió entender las razones detrás de las variaciones observadas y su impacto en la seguridad estructural de los edificios.

## **10. Conclusiones y recomendaciones**

Por último, se establecieron recomendaciones técnicas con el fin de optimizar los procesos de producción de ladrillos de concreto en Abancay y se formularon conclusiones basadas en las metas propuestas. De esta manera, se promueve la implementación del control normativo y que la Norma E.070 sea cumplida.

### **4.6. Análisis de datos**

Se utilizó la técnica estadística el ANOVA, donde su principal función es comparar las medias de 3 a más grupos para investigar el impacto de uno o varios factores sobre la media de una variable. (Como se detallará, esta técnica también puede extenderse para analizar los posibles efectos de los factores sobre la varianza de la variable). La premisa fundamental del ANOVA

radica en descomponer la variabilidad total observada en un conjunto de datos en varios componentes, que se relacionan con los efectos de cada factor examinado y sus interacciones potenciales, además de una parte residual que se utilizará para la comparación posterior. Estos datos estadísticos facilitaron la comparación entre cuatro tipos distintos de muestras, todas con un resultado definido. Se utilizará el software SPSS para determinar el ANOVA, mediante los resultados obtenidos en la tesis.

#### **4.7. Consideraciones éticas**

El comité de evaluación de la Universidad Tecnológica tiene la finalidad de proteger los derechos, la vida, la salud, la privacidad, la dignidad y el bienestar de las personas y seres vivos involucrados en una tesis, alineándose con los principios éticos de las normativas nacionales e internacionales. Además, se debe garantizar el cumplimiento de las regulaciones pertinentes. Esto incluye el respeto por los derechos de autor y los resultados derivados de la investigación.

Los integrantes del comité deben ser profesionales con experiencia en la elaboración de tesis, y contar con la capacidad y conocimientos necesarios sobre los aspectos científicos, éticos y legales de la investigación. Asimismo, están obligados a firmar un acuerdo de confidencialidad.

## V. Resultados y discusión

### 5.1. Características del objeto de estudio

En la presente investigación se recolectaron muestras de las bloqueterías Achayca, Ñahui Aroste y Froilán, utilizando como referencia los ladrillos de concreto producidos bajo control normativo. Estas muestras serán enviadas a un laboratorio certificado para analizar sus parámetros físicos y mecánicos, y se compararán con la norma E-070 con el fin de evaluar su cumplimiento y alcanzar una conclusión. Los ladrillos fueron fabricados en la ciudad de Abancay, específicamente en la Panamericana, donde fueron curados durante los períodos de prueba de 7, 14 y 28 días.

**Tabla 11**

*Coordenadas de las bloqueterías en la ciudad de Abancay*

Puntos	Descripción	Localidad	Coordenadas		altitud
			Norte/Sur	Este/Oeste	
01	Bloquetería Achayca	Abancay	8490690.08	726438.72	2242
02	Bloquetería Ñahui Aroste	Abancay	8490728.10	726436.20	2252
03	Bloquetería Froilan	Abancay	8490718.03	726416.45	2253
04	Bloquetería Froilan (patrón)	Abancay	8490718.03	726416.45	2253

**Nota.** La tabla indica las coordenadas norte, sur y altitud de las bloqueterías, donde se consideraron tres empresas principales, proveedores de materiales de construcción de la ciudad de Abancay, las cuales fueron consideradas en la tesis.

**Figura 2**

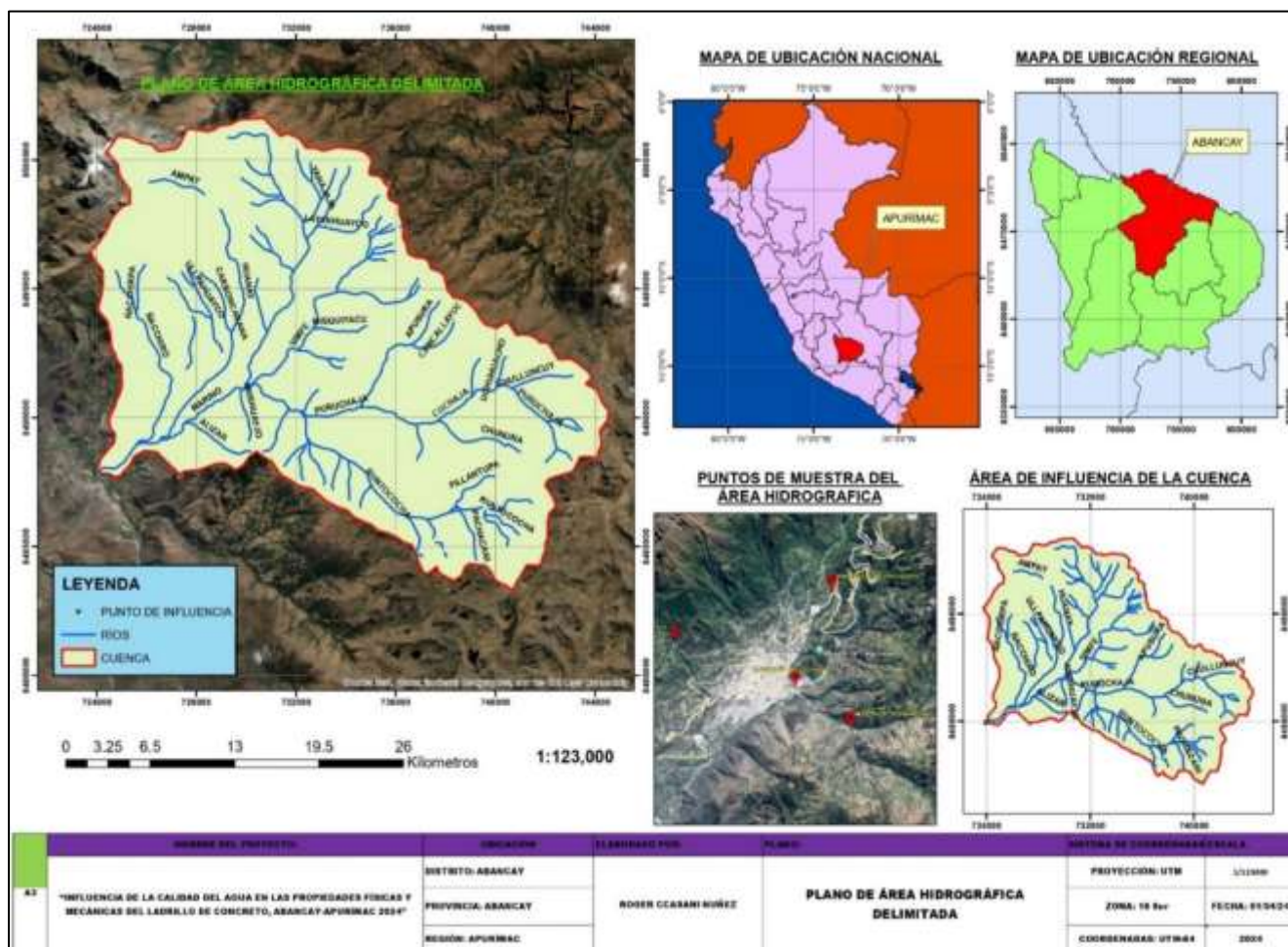
*Ubicación de los puntos de muestra.*



*Nota.* La figura indica el plano de ubicación de los puntos de muestra realizado en el software Google Earth Pro.

Figura 3

*Delimitación del área hidrográfica del río Ñacchero*



*Nota.* La figura indica el plano de delimitación del área hidrográfica del río Ñacchero realizado en el software ArcMap 10.8.2.

## **5.2. Resultados**

En relación con los resultados, estos se presentan de manera organizada y se alinean con la secuencia de los objetivos específicos previamente definidos. Se resaltan valores relevantes que fueron fundamentales en el desarrollo de esta tesis. Asimismo, los resultados se presentan de acuerdo con el objetivo general, cumpliendo rigurosamente con lo planteado como es el con y sin control normativo.

### ***5.2.1. Respuesta al objetivo general***

Las propiedades físicas y mecánicas son muy esencial al momento de elaborar las unidades. Con respecto al objetivo principal, se realizaron diferentes ensayos a los bloques de concreto, abarcando tanto aspectos físicos como mecánicos. Los hallazgos obtenidos de las pruebas físicas resultaron ser más relevantes que las mecánicas.

El control normativo y sin control normativo indica que debe cumplir todas las especificaciones para garantizar la durabilidad del material. Los resultados de las pruebas de mecánica y física que fueron hechas en el laboratorio se ajustaron a lo que dicha norma establece.

**Tabla 12**

Resultados según la E-070 de las propiedades mecánicas y físicas.

Características		Norma E.070 albañilería	Patrón con control normativo	Bloquetería Froilán	Bloquetería Ñahui Aroste	Bloquetería Achayca
<b>Variación dimensional (máxima en porcentaje)</b>	Hasta 100 mm	± 8 %	0.47%	0.50%	0.55%	0.55%
	Hasta 150 mm	± 6 %	0.61%	0.76%	0.79%	0.83%
	Más de 150mm	± 4 %	0.74%	0.82%	0.88%	0.92%
<b>Alabeo (máximo en mm)</b>		10 mm	1.42 mm	1.68 mm	1.72 mm	2.28 mm
<b>Absorción (máxima en porcentaje)</b>		<8%	5.55%	6.09%	6.16%	6.91%
<b>Resistencia a compresión f<sup>b</sup></b>		50 kg/cm <sup>2</sup>	55.45 kg/cm <sup>2</sup>	30.28 kg/cm <sup>2</sup>	33.46 kg/cm <sup>2</sup>	28.46 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Resistencia a compresión axial V<sup>m</sup></b>		35 kg/cm <sup>2</sup>	38.24 kg/cm <sup>2</sup>	22.82 kg/cm <sup>2</sup>	26.80 kg/cm <sup>2</sup>	20.10 kg/cm <sup>2</sup>

*Nota.* La presente tabla representa los resultados obtenidos en laboratorio, donde los resultados fueron sorprendentes y se comparó con la norma de Albañilería la E-070. Se desarrollo los ensayos en la empresa GEOMAT SERV E.I.R.L.

### 5.2.2. Respuesta al objetivo específico 1

Se obtuvo las propiedades del ladrillo que son fundamentales para mantener la seguridad, durabilidad y la resistencia. Se debe realizar un control normativo un antes de utilización de los materiales y se garanticen la vida útil del producto.

**La variación dimensional:** Se obtuvo los resultados mediante una fórmula que está ubicada en la norma. En esta ocasión, se utilizó ladrillo portante con dimensiones de 240 x 140 x 100 mm, considerando que el ladrillo tiene una longitud máxima de 100 mm, una altura superior a 150 mm y un ancho que puede alcanzar hasta 150 mm. Según las especificaciones establecidas,

se nos brinda un margen de tolerancia de  $\pm 8\%$  en longitud,  $\pm 6\%$  en ancho y  $\pm 4\%$  en altura.

Nuestros descubrimientos satisfacen de manera extraordinaria estas normas.

**Tabla 13**

*Resultados de la variación dimensional de la muestra patrón*

Espécimen N°	Largo (mm)		Prom. Largo	Ancho (mm)		Prom. Ancho	Alto (mm)		Prom. Alto
	L-1	L-2		A-1	A-2		H-1	H-2	
P-01	241.20	242.10	241.65	142.50	140.00	141.25	101.00	100.50	100.75
P-02	241.00	240.50	240.75	141.00	142.40	141.70	101.00	102.60	101.80
P-03	241.36	241.52	241.44	140.00	140.80	140.40	102.40	100.50	101.45
P-04	242.36	240.00	241.18	139.00	139.00	139.00	101.00	100.00	100.50
P-05	240.00	241.00	240.50	142.50	141.00	141.75	101.00	98.40	99.70
P-06	240.50	241.90	241.20	141.00	141.00	141.00	100.00	100.50	100.25
Medida promedio (mm)		MP=	241.12			140.85			100.74
Medida específica del fabricante (mm)		ME=	240.00			140.00			100.00
Desviación estándar		$\sigma$ =	1.299			1.391			1.123
Variación dimensional (%)		V%=	-0.467			-0.607			-0.742

**Nota.** La tabla indica los resultados de la muestra patrón de ladrillos de concreto presentó una variación dimensional de -0,742 %, que se alinea a la normativa, donde los cambios de temperatura y el molde de elaboración podría influir en esta variación.

**Tabla 14***Resultados de la variación dimensional de la bloquetería Froilán*

Especimen N°	Largo (mm)		Prom. Largo	Ancho (mm)		Prom. Ancho	Alto (mm)		Prom. Alto
	L-1	L-2		A-1	A-2		H-1	H-2	
F-01	240.00	242.30	241.15	141.00	139.50	140.25	100.00	101.00	100.50
F-02	240.00	239.50	239.75	140.00	142.60	141.30	100.00	100.00	101.10
F-03	240.00	241.50	240.75	141.00	141.00	141.00	100.00	100.50	100.25
F-04	240.00	241.00	242.50	140.00	141.00	140.50	101.00	101.00	101.20
F-05	240.00	241.80	240.90	141.00	140.50	140.75	101.00	101.50	101.10
F-06	240.00	241.20	242.20	140.00	140.00	142.60	100.50	101.00	100.75
Medida promedio (mm)		MP=	241.21			141.07			100.82
Medida específica del fabricante (mm)		ME=	240.00			140.00			100.00
Desviación estándar		$\sigma$ =	1.664			1.437			0.973
Variación dimensional (%)		V%=	-0.503			-0.762			-0.817

**Nota.** La tabla indica los resultados de la muestra de ladrillos de concreto de la bloquetería Froilán que mostró una variación dimensional de -0.817%, que se alinea a la normativa, donde los cambios de temperatura y el molde de elaboración podría influir en esta variación.

**Tabla 15***Resultados de la variación dimensional de la bloquetería Ñahui Aroste*

Espécimen N°	Largo (mm)		Prom. Largo	Ancho (mm)		Prom. Ancho	Alto (mm)		Prom. Alto
	L-1	L-2		A-1	A-2		H-1	H-2	
Ñ-01	240.30	242.50	241.40	142.60	141.30	141.95	101.00	101.00	101.00
Ñ-02	241.20	241.40	241.30	141.60	142.20	141.90	100.50	101.20	100.85
Ñ-03	241.60	241.10	241.35	141.50	140.80	141.15	101.00	100.50	100.75
Ñ-04	241.00	241.60	241.30	140.60	141.20	140.90	100.50	101.50	101.00
Ñ-05	240.00	241.80	240.90	140.00	141.00	140.50	100.80	100.50	100.65
Ñ-06	242.20	241.00	241.60	140.00	140.50	140.25	101.00	101.00	101.00
Medida promedio (mm)		MP=	241.31			141.11			100.88
Medida específica del fabricante (mm)		ME=	240.00			140.00			100.00
Desviación estándar		$\sigma$ =	1.452			1.404			0.971
Variación dimensional (%)		V%=	-0.545			-0.792			-0.875

**Nota.** La tabla indica los resultados de la muestra de ladrillos de concreto de la bloquetería Ñahui

Aroste mostró una variación dimensional de -0.875%, que se alinea a la normativa, donde los cambios de temperatura y el molde de elaboración podría influir en esta variación.

**Tabla 16***Resultados de la variación dimensional de la bloquetería Achayca*

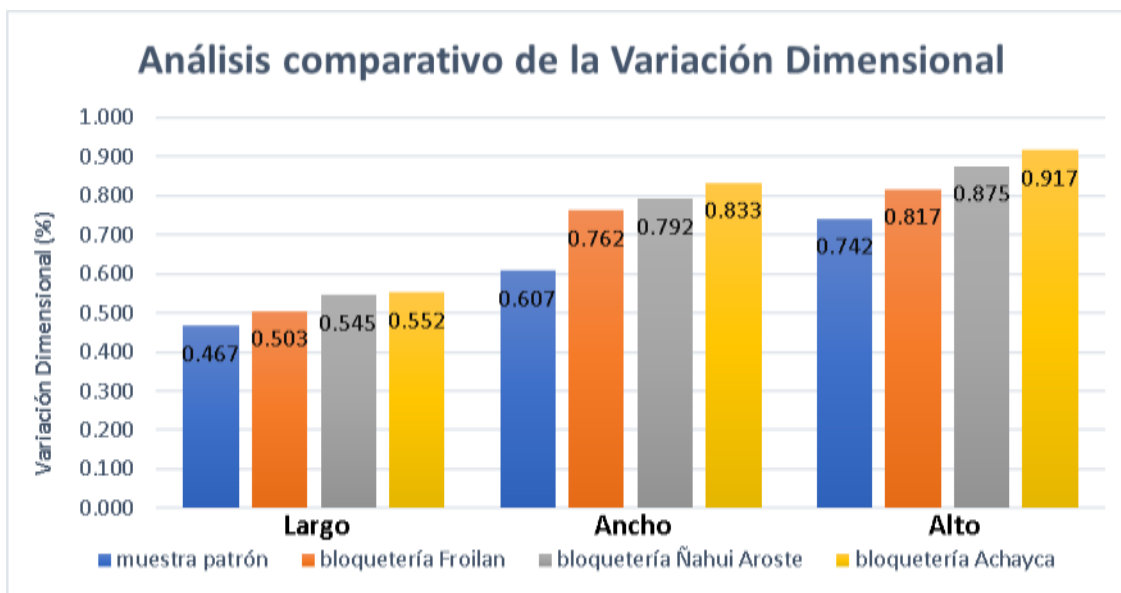
Especimen N°	Largo (mm)		Prom. Largo	Ancho (mm)		Prom. Ancho	Alto (mm)		Prom. Alto
	L-1	L-2		A-1	A-2		H-1	H-2	
A-01	241.30	241.30	241.30	141.20	141.00	141.10	101.00	100.50	100.75
A-02	240.80	241.50	241.15	142.30	141.60	141.95	100.80	101.10	100.95
A-03	241.50	241.50	241.50	141.00	141.50	141.25	101.00	100.50	100.75
A-04	240.50	241.80	241.15	141.30	141.60	141.45	101.30	100.80	101.05
A-05	240.50	241.40	240.95	141.00	139.50	140.25	100.50	101.00	100.75
A-06	242.50	241.30	241.90	141.20	140.80	141.00	101.50	101.00	101.25
Medida promedio (mm)		MP=	241.33			141.17			100.92
Medida específica del fabricante (mm)		ME=	240.00			140.00			100.00
Desviación estándar		$\sigma$ =	1.489			1.396			1.025
Variación dimensional (%)		V%=	-0.552			-0.833			-0.917

**Nota.** La tabla indica los resultados de la muestra de ladrillos de concreto de la bloquetería

Achayca mostró una variación dimensional de -0.917%, cumpliendo así con la norma, donde los cambios de temperatura y el molde de elaboración podría influir en esta variación, incluyendo la dosificación de la mezcla, lo que podría afectar la estructura interna del ladrillo de concreto, así como su rendimiento durante los procesos de secado y curado.

#### Figura 4

*Análisis comparativo de la variación dimensional (ladrillo patrón vs bloquetería Froilán vs bloquetería Ñahui Aroste vs bloquetería Achayca)*



**Nota.** La figura muestra cómo varían las dimensiones de las distintas bloquetería de ladrillos, donde la muestra patron muestra una menor variación de dimensión y la bloquetería Achayca muestra mayor variación en sus dimensiones, pero cumple con la normativa.

**Alabeo.** Es importante destacar que el grosor de la junta tiene una relación directa con el grado de alabeo, ya sea hacia adentro (cóncavo) o hacia afuera (convexo). En la parte superior e inferior de las uniones, se examinó el alabeo y se encontraron niveles bajos de convexidad y concavidad. De acuerdo con la norma NTP E.070, se permiten hasta 10 mm como límite máximo; los resultados alcanzados se mantuvieron por debajo de esa cifra.



*Nota.* Esta tabla indica los resultados del alabeo en los ladrillos de concreto, de la bloquetería Froilán presenta una deformación de 1.68 mm en la cara inferior y de 1.46 mm en la cara superior del ladrillo.

**Tabla 19**

*Resultados del alabeo en ladrillos de la bloquetería Ñahui Aroste*

<b>Alabeo en ladrillos de concreto</b>							
Características físicas de las unidades							
N°	Muestra	Medida cara inferior (mm)			Medida cara superior (mm)		
		Convexidad		Concavidad Centro	Convexidad		Concavidad Centro
		Lado Izquierdo	Lado Derecho		Lado Izquierdo	Lado Derecho	
1.0	Ñ-1	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	1.80
2.0	Ñ-2	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00
3.0	Ñ-3	0.00	0.00	1.70	0.00	0.00	2.00
4.0	Ñ-4	0.00	0.00	1.40	0.00	0.00	2.10
5.0	Ñ-5	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	1.60
Promedio (mm)		0.00	0.00	1.72	0.00	0.00	1.50
Alabeo (max. mm)		10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00

*Nota.* Esta tabla indica los resultados del alabeo en los ladrillos de concreto, de la bloquetería Ñahui Aroste que presenta una deformación de 1.72 mm en la cara inferior y de 1.50 mm en la cara superior del ladrillo.

**Tabla 20***Resultados del alabeo en ladrillos de la bloquetería Achayca*

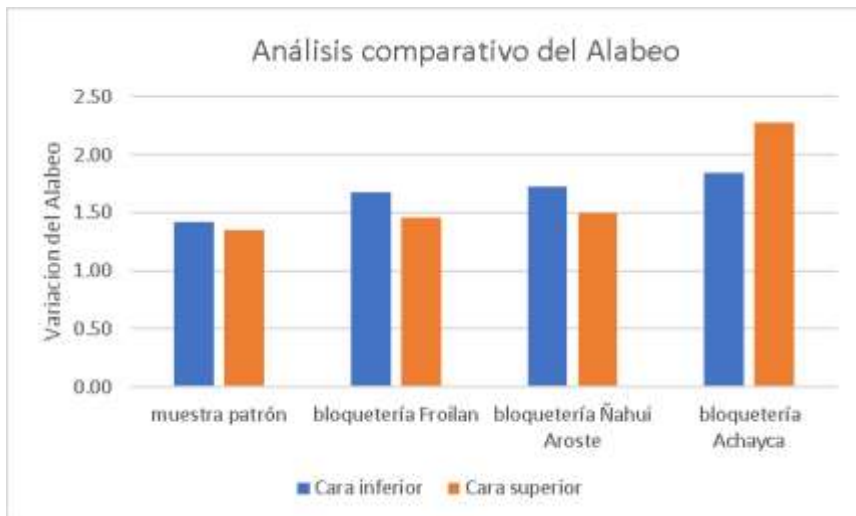
<b>Alabeo en ladrillos de concreto</b>							
Características							
N°	Muestra	Medida cara inferior (mm)			Medida cara superior (mm)		
		Convexidad		Concavidad Centro	Convexidad		Concavidad Centro
		Lado Izquierdo	Lado Derecho		Lado Izquierdo	Lado Derecho	
1.0	A-1	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	1.80
2.0	A-2	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	2.50
3.0	A-3	0.00	0.00	1.70	0.00	0.00	2.00
4.0	A-4	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	2.10
5.0	A-5	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	3.00
Promedio (mm)		0.00	0.00	1.84	0.00	0.00	2.28
Alabeo (max. mm)		10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00

**Nota.** Esta tabla indica los resultados de alabeo en los ladrillos de concreto, de la bloquetería

Achayca que presenta una deformación de 1.84 mm en la parte inferior y de 2.28 mm en la parte superior.

### Figura 5

*Análisis comparativo del alabeo (ladrillo patrón vs bloquetería Froilán vs bloquetería Ñahui Aroste vs bloquetería Achayca)*



**Nota.** La figura indica la comparación de resultados del ensayo del alabeo en las unidades de albañilería, muestra que el diseño de mezcla afecta la calidad de los ladrillos de concreto, lo cual aumenta la variabilidad del alabeo. Dado que este fenómeno puede comprometer el alineamiento y la correcta colocación de los ladrillos en el proceso de construcción, tiene el potencial de afectar negativamente la calidad y eficiencia de la albañilería, lo que a su vez repercute en la estabilidad y apariencia de la edificación.

**Absorción.** La durabilidad de los ladrillos de albañilería está muy vinculada con el ensayo de absorción, ya que un elevado nivel de absorción puede hacer que estos sean susceptibles al deterioro por condiciones ambientales. Se realizaron mediciones del peso de los ladrillos en tres condiciones: natural, seco y sumergido. De acuerdo con la norma NTP 331.017, la absorción máxima permitida para los ladrillos de concreto tipo I es del 8%, y los resultados obtenidos se encuentran dentro de este límite, demostrando su conformidad con la norma.

**Tabla 21***Resultados de la absorción en ladrillos de muestra patrón*

<b>Ensayo de absorción</b>					
Nº	Identificación de muestras	Peso de la muestra húmeda (gr)	Peso de la muestra seca (gr)	Peso del agua(gr)	% de absorción (gr)
1	P-1	5854	5479.00	375.00	6.84
2	P-2	5739	5389.00	350.00	6.49
3	P-3	5486	5169.00	317.00	6.13
4	P-4	5490	5240.00	250.00	4.77
5	P-5	5365	5182.00	183.00	3.53
				Promedio	5.55
				Absorción (Max%)	8%

**Nota.** La tabla explica los resultados de las características de la absorción del ladrillo de concreto patrón que son capaces de almacenar el agua, en porcentajes respecto al peso seco del ladrillo, se muestra como una absorción de 5.55%.

**Tabla 22***Resultados de la absorción de la bloquetería Froilán*

<b>Ensayo de absorción</b>					
Nº	Identificación de muestras	Peso de la muestra húmeda (gr)	Peso de la muestra seca (gr)	Peso del agua(gr)	% de absorción (gr)
1	F-1	5745.00	5561.00	184.00	3.31
2	F-2	5820.00	5438.00	382.00	7.02
3	F-3	5848.00	5498.00	350.00	6.37
4	F-4	5855.00	5472.00	383.00	7.00
5	F-5	5808.00	5440.00	368.00	6.76
				Promedio	6.09
				Absorción (Max%)	8%

**Nota.** La tabla explica los resultados de las características de la absorción del ladrillo de concreto de la bloquetería Froilán que son capaces de almacenar el agua, en porcentajes respecto al peso seco del ladrillo, se muestra como una absorción de 6.09%.

**Tabla 23***Resultados de la absorción de la bloquetería Ñahui Aroste*

<b>Ensayo de absorción</b>					
Nº	Identificación de muestras	Peso de la muestra húmeda (gr)	Peso de la muestra seca (gr)	Peso del agua(gr)	% de absorción (gr)
1	Ñ-1	5454.00	5140.00	314.00	6.11
2	Ñ-2	5514.00	5242.00	272.00	5.19
3	Ñ-3	5585.00	5302.00	283.00	5.34
4	Ñ-4	5694.00	5390.00	304.00	5.64
5	Ñ-5	5638.00	5195.00	443.00	8.53
				Promedio	6.16
				Absorción (Max%)	8%

**Nota.** La tabla explica los resultados de las características de la absorción del ladrillo de concreto de la bloquetería Ñahui Aroste que son capaces de almacenar el agua, en porcentajes respecto al peso seco del ladrillo, se muestra como una absorción de 6.16%.

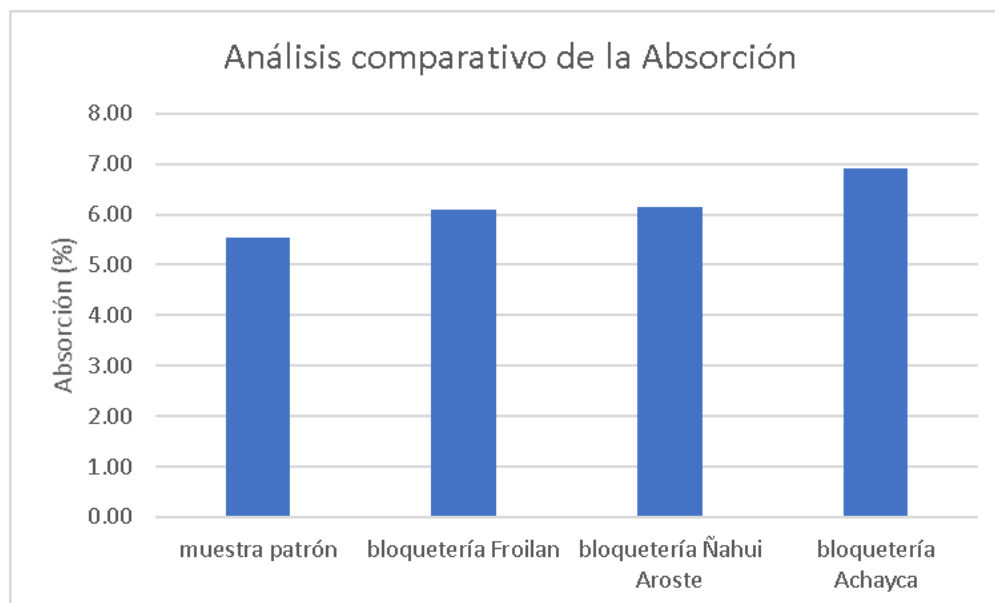
**Tabla 24***Resultados de la absorción de la bloquetería Achayca*

<b>Ensayo de absorción</b>					
Nº	Identificación de muestras	Peso de la muestra húmeda (gr)	Peso de la muestra seca (gr)	Peso del agua(gr)	% de absorción (gr)
1	A-1	5513.00	5136.00	377.00	7.34
2	A-2	5512.00	5141.00	371.00	7.22
3	A-3	5530.00	5210.00	320.00	6.14
4	A-4	5596.00	5211.00	385.00	7.39
5	A-5	5510.00	5176.00	334.00	6.45
				Promedio	6.91
				Absorción (Max%)	8%

**Nota.** La tabla explica los resultados de las características de la absorción del ladrillo de concreto de la bloquetería Achayca, que son capaces de almacenar el agua en porcentajes respecto al peso seco del ladrillo, se muestra como una absorción de 6.91%.

## Figura 6

*Comparación del resultado de absorción (ladrillo patrón vs bloquetería Froilán vs bloquetería Ñahui Aroste vs bloquetería Achayca)*



**Nota.** La tabla indica el análisis comparativo de la absorción de forma porcentual. Se deduce el resultado según el gráfico, el menor porcentaje es de 5.55%. En comparación a las unidades de las otras bloqueterías superan este porcentaje, sin embargo, todas cumplen con la normativa E-070 de albañilería.

### 5.2.3. Respuesta al objetivo específico 2

Los datos recopilados mediante los ensayos mecánicos son cruciales para los ingenieros estructurales, ya que les facilitan la realización de cálculos y diseños exactos para las edificaciones que utilizan estos ladrillos.

**La resistencia a la compresión:** Esta evaluación establece la calidad estructural y la resistencia del material ante los daños causados por las inclemencias del tiempo y otros procesos de degradación,

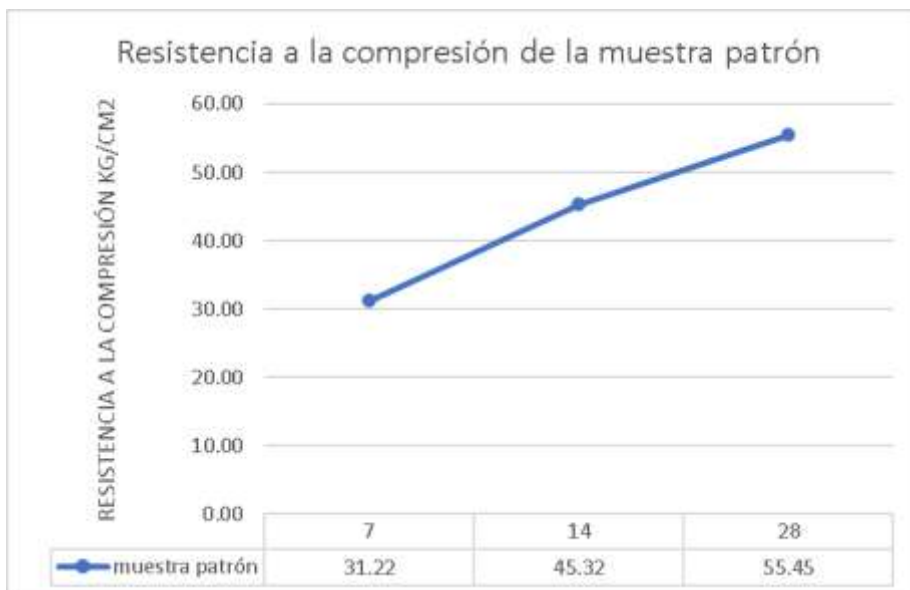
**Tabla 25***Resultados de resistencia a la compresión en unidad del patrón*

<b>Resistencia a la compresión de ladrillos de concreto por unidad</b>								
<b>Espécimen n°</b>	<b>Edad</b>	<b>Medidas (cm)</b>			<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Resistencia (kN)</b>	<b>Resistencia (kg)</b>	<b>R. promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
		<b>l</b>	<b>a</b>	<b>h</b>				
P-1	7	23.90	14.00	10.20	334.60	102.76	10478.44	31.32
P-2	7	24.00	13.90	10.00	333.60	99.21	10116.44	30.33
P-3	7	24.00	14.00	10.20	336.00	105.48	10755.80	32.01
P-4	14	24.50	14.20	10.20	347.90	158.32	16143.89	46.40
P-5	14	23.50	13.90	10.00	326.65	142.36	14516.45	44.44
P-6	14	24.00	14.00	10.00	336.00	148.62	15154.78	45.10
P-7	28	24.00	13.80	10.10	331.20	178.87	18239.37	55.07
P-8	28	23.80	13.90	10.20	330.82	185.05	18869.55	57.04
P-9	28	24.20	14.00	10.00	338.80	180.24	18379.07	54.25
Muestra muestra patrón		Edad	Promedio					
		7	31.22					
muestra patrón		14	45.32					
muestra patrón		28	55.45					

**Nota.** La tabla indica todo el análisis del ensayo de resistencia de cada unidad según los 28 días de curado en este caso para la muestra patrón llegó a una resistencia de 55.45 kg/cm<sup>2</sup> y cumple con el parámetro de la normativa.

**Figura 7**

*Análisis de resistencia de compresión de la muestra patrón*



*Nota.* El presente gráfico muestra la resistencia a la compresión en unidades según los 28 días de curado en este caso para la muestra patrón llegó a una resistencia de 55.45 kg/cm<sup>2</sup> y llega a un punto más alto según el gráfico.

**Tabla 26**

*Resultados de resistencia a la compresión en unidad de la bloquetería Froilán*

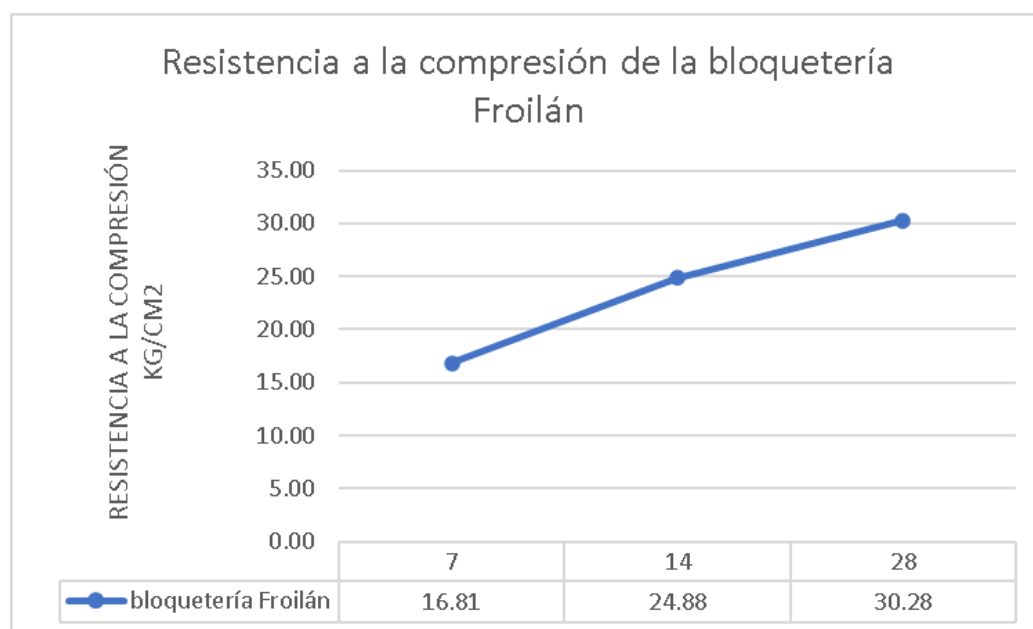
Resistencia a la compresión de ladrillos de concreto por unidad								
Especimen N°	Edad	Medidas (cm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (KN)	Resistencia (Kg)	R. Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
		L	A	H				
F-1	7	24.00	14.10	10.00	338.40	59.38	6054.98	17.89
F-2	7	23.80	14.00	10.10	333.20	54.24	5530.85	16.60
F-3	7	24.10	14.00	10.00	337.40	52.76	5379.94	15.95
F-4	14	24.00	13.90	10.00	333.60	84.62	8628.70	25.87
F-5	14	24.00	13.80	9.90	331.20	80.46	8204.51	24.77
F-6	14	24.10	14.00	9.80	337.40	79.46	8102.54	24.01
F-7	28	24.20	14.00	10.00	338.80	103.06	10509.03	31.02
F-8	28	23.90	13.80	10.20	329.82	99.89	10185.78	30.88
F-9	28	23.80	14.10	10.10	335.58	95.24	9711.62	28.94
Muestra	Edad	Promedio						

bloquetería Froilán	7	16.81
bloquetería Froilán	14	24.88
bloquetería Froilán	28	30.28

**Nota.** La tabla indica todo el análisis del ensayo de resistencia de cada unidad según los días de curado. Las resistencias promedio observadas a los 7 días fueron de 16.81 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que a los 14 días se elevaron a 24.88 kg/cm<sup>2</sup> y, finalmente, a los 28 días, se alcanzó una resistencia de 30.28 kg/cm<sup>2</sup>.

### Figura 8

*Análisis de resistencia de compresión de la bloquetería Froilán*



**Nota.** Se detalla el gráfico la resistencia a la compresión en unidades de la bloquetería Froilán, donde la línea azul indica la escala de medición, y el punto más alto tiene un valor de 30.28 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 27**

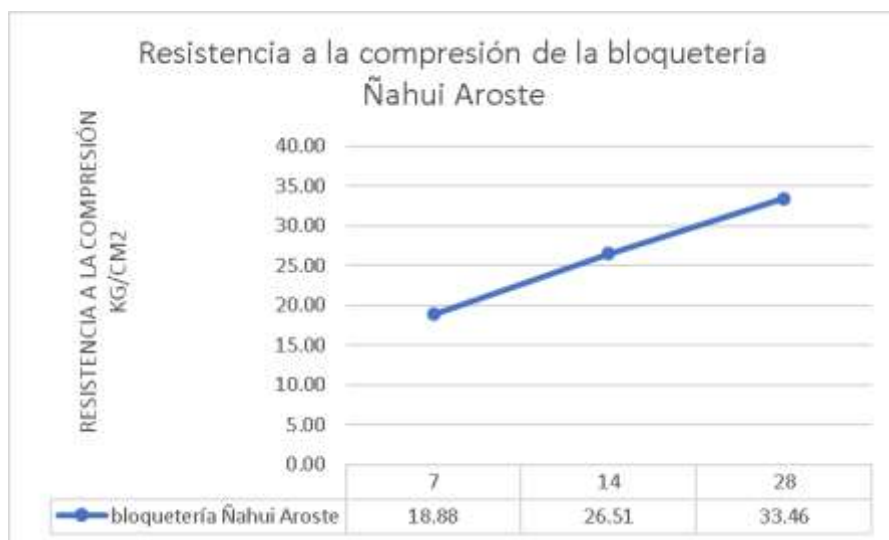
*Resultados de resistencia a la compresión en unidad de la bloquetería Ñahui Aroste*

<b>Resistencia a la compresión de ladrillos de concreto por unidad</b>								
Especímen N°	Edad	Medidas (cm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (KN)	Resistencia (Kg)	R. Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
		L	A	H				
Ñ-1	7	24.10	13.80	10.00	332.58	59.43	6060.08	18.22
Ñ-2	7	24.20	14.00	10.10	338.80	65.72	6701.47	19.78
Ñ-3	7	24.00	14.10	10.20	338.40	61.85	6306.84	18.64
Ñ-4	14	24.00	14.00	10.00	336.00	83.76	8541.01	25.42
Ñ-5	14	24.10	14.00	10.20	337.40	89.83	9159.97	27.15
Ñ-6	14	23.90	13.80	9.90	329.82	87.19	8890.76	26.96
Ñ-7	28	23.80	13.90	9.80	330.82	105.99	10807.80	32.67
Ñ-8	28	24.00	14.00	10.10	336.00	115.26	11753.06	34.98
Ñ-9	28	24.10	14.20	10.00	342.22	109.82	11198.35	32.72
Muestra bloquetería Ñahui Aroste	Edad	Promedio						
	7	18.88						
	14	26.51						
	28	33.46						

**Nota.** La tabla indica todo el análisis del ensayo de resistencia de cada unidad según los días de curado. Las resistencias promedio observadas a los 7 días fueron de 18.88 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que a los 14 días se elevaron a 26.51 kg/cm<sup>2</sup>. Por último, a los 28 días, la resistencia alcanzó un valor de 33.46 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 9**

*Análisis de resistencia de compresión de la bloquetería Ñahui Aroste*



*Nota.* Se detalla el gráfico la resistencia a la compresión en unidades de la bloquetería Ñahui Aroste, donde la línea azul indica la escala de medición, y el punto más alto tiene un valor de 33.46 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 28**

*Resultados de resistencia a la compresión en unidad de la bloquetería Achayca*

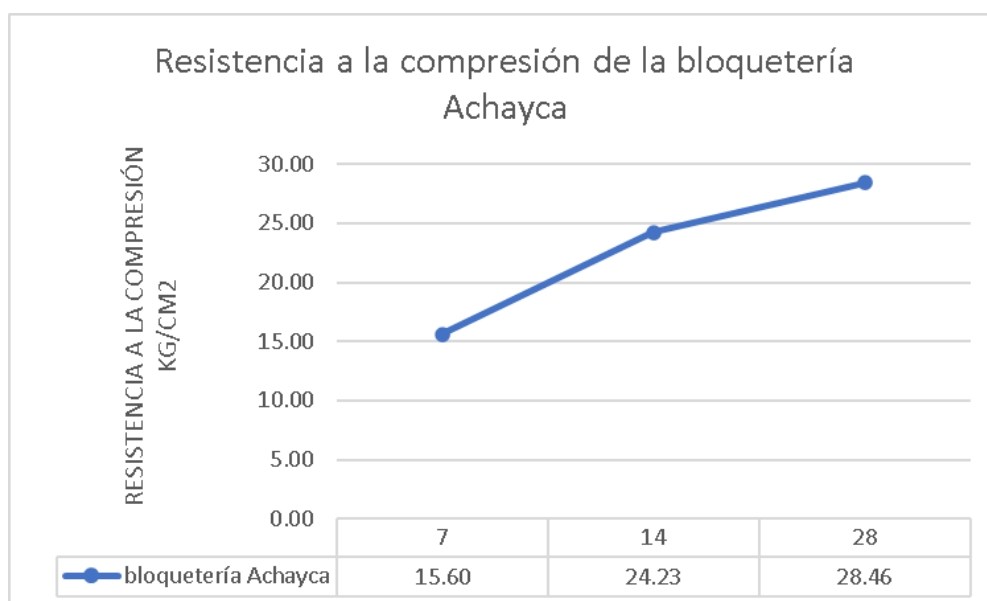
Resistencia a la compresión de ladrillos de concreto por unidad								
Especimen N°	Edad	Medidas (cm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (KN)	Resistencia (Kg)	R.promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
		L	A	H				
A-1	7	24.00	13.90	10.00	333.60	48.92	4988.37	14.95
A-2	7	24.00	13.80	10.20	331.20	54.33	5540.03	16.73
A-3	7	24.10	14.20	10.10	342.22	50.78	5178.04	15.13
A-4	14	24.20	14.00	10.00	338.80	77.94	7947.54	23.46
A-5	14	24.00	14.00	9.80	336.00	84.12	8577.72	25.53
A-6	14	24.10	14.00	9.90	337.40	78.46	8000.57	23.71
A-7	28	24.20	13.80	9.80	333.96	89.13	9088.59	27.21
A-8	28	23.90	14.00	10.00	334.60	97.76	9968.59	29.79
A-9	28	24.00	13.80	10.10	331.20	92.12	9393.48	28.36
Muestra bloquetería Achayca		<b>Edad</b>	<b>Promedio</b>					
		7	15.60					

bloquetería Achayca	14	24.23
bloquetería Achayca	28	28.46

**Nota.** La tabla indica todo el análisis de resistencia de cada unidad según los días de curado. Las resistencias promedio observadas a los 7 días fueron de 15.60 kg/cm<sup>2</sup>. A los 14 días, estas aumentaron a 24.23 kg/cm<sup>2</sup>, y finalmente, a los 28 días, se registró una resistencia de 28.46 kg/cm<sup>2</sup>.

### Figura 10

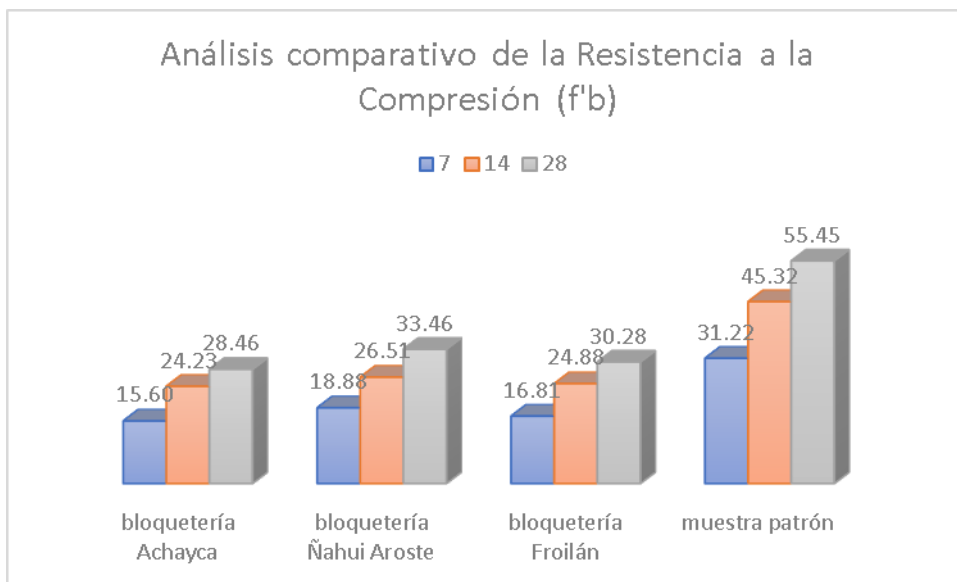
*Análisis de resistencia de compresión de la bloquetería Achayca*



**Nota.** Se detalla el gráfico la resistencia a la compresión en unidades de la bloquetería Achayca, donde la línea azul indica la escala de medición, y el punto más alto tiene un valor de 28.46 kg/cm<sup>2</sup>.

### Figura 11

*Comparación de resistencia a la compresión (ladrillo patrón vs bloquetería Froilán vs bloquetería Ñahui Aroste vs bloquetería Achayca)*



**Nota.** La figura detalla al ladrillo patrón junto con las bloqueterías Froilán, Ñahui Aroste y Achayca. De estas, únicamente la muestra patrón satisface la norma. Sin embargo, los ladrillos de concreto de esa muestra alcanzaron la resistencia más elevada en comparación con los otros.

**Compresión axial en pilas.** La fórmula NTP 339.605 se utiliza para calcular la resistencia axial; dicha fórmula se obtiene mediante una división de área entre la resistencia de carga de rotura. Para determinar la resistencia axial característica, se sustrae de la media la desviación estándar.

Este estudio se realizó 28 días después, antes que las pilas fueran construidas, se utilizaron conforme a la delgadez individual de cada pila para calcular su resistencia. En consecuencia, la resistencia más alta de la muestra patrón fue 38.24 kg/cm<sup>2</sup>. Después, se determinó la resistencia en pilas y se calculó la desviación estándar. El valor mínimo de resistencia que se exige, según la tabla de la norma E.070, es 35 kg/cm<sup>2</sup>; en esta situación se logró ese valor.

**Tabla 29**

*Resultados de resistencia a la compresión axial del ladrillo patrón*

<b>Resistencia a la compresión axial de ladrillos de concreto (pilas)</b>								
Especímen N°	Edad	Medidas (cm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (KN)	Resistencia (Kg)	R. Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
		L	A	H				
P-1	28	24.20	14.10	35.30	341.22	132.66	13527.34	39.64
P-2	28	24.10	14.20	35.30	342.22	122.75	12516.82	36.58
P-3	28	23.92	13.90	35.40	332.49	125.56	12803.35	38.51
Muestra muestra patrón	Edad 28	Promedio 38.24						

*Nota.* La tabla presenta el resumen de los resultados de la compresión axial. El valor de 38.24 kg/cm<sup>2</sup> fue alcanzado por la resistencia promedio de las pilas de ladrillo de concreto, medida a los 28 días.

**Tabla 30**

*Resultados de resistencia a la compresión axial de la bloquetería Froilán*

<b>Resistencia a la compresión axial de ladrillos de concreto (pilas)</b>								
Especímen N°	Edad	Medidas (cm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (KN)	Resistencia (Kg)	R. Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
		L	A	H				
F-1	28	24.00	14.10	35.60	338.40	83.66	8530.81	25.21
F-2	28	23.80	14.00	35.10	333.20	69.27	7063.46	21.20
F-3	28	24.10	14.00	35.40	337.40	72.94	7437.69	22.04
Muestra bloquetería Froilán	Edad 28	Promedio 22.82						

*Nota.* La tabla presenta el resultado promedio del ensayo realizado al espécimen de la bloquetería Froilán. El valor de 22.82 kg/cm<sup>2</sup>, se obtuvo a los 28 días de su elaboración mediante proceso de rotura.

**Tabla 31**

*Resultados de resistencia a la compresión axial de la bloquetería Ñahui Aroste*

Resistencia a la compresión axial de ladrillos de concreto (pilas)								
Especímen N°	Edad	Medidas (cm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (KN)	Resistencia (Kg)	R. Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
		L	A	H				
Ñ-1	28	24.10	14.20	35.50	342.22	84.46	8612.39	25.17
Ñ-2	28	23.90	13.90	35.40	332.21	88.27	9000.89	27.09
Ñ-3	28	24.20	14.10	35.30	341.22	94.18	9603.53	28.14
Muestra bloquetería Ñahui Aroste	Edad	Promedio						
	28	26.80						

*Nota.* La tabla presenta el resultado promedio del ensayo realizado al espécimen de la bloquetería Ñahui Aroste. El valor de 26.80 kg/cm<sup>2</sup>, se obtuvo a los 28 días de su elaboración mediante proceso de rotura.

**Tabla 32**

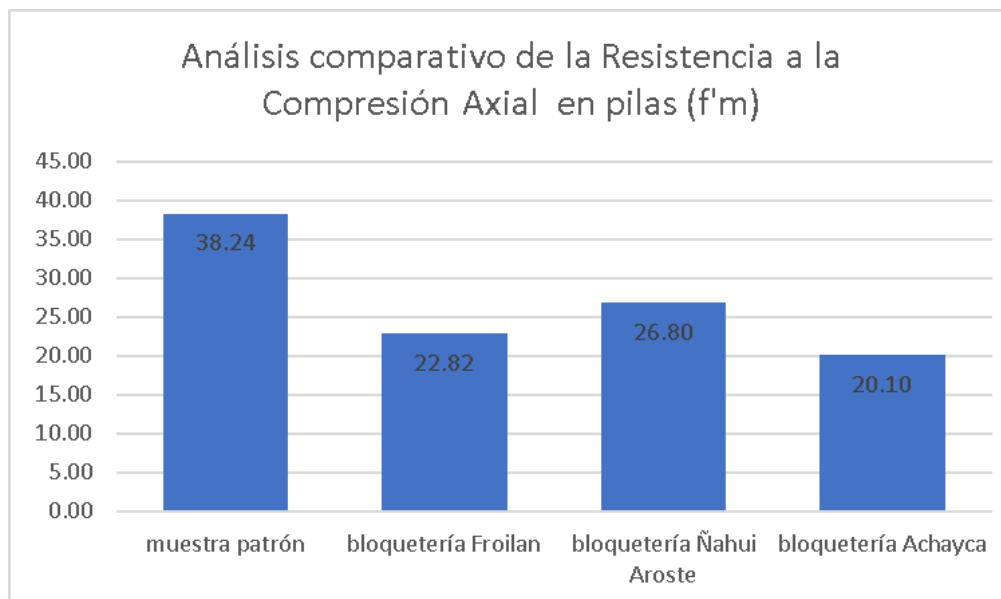
*Resultados de resistencia a la compresión axial de la bloquetería Achayca*

Resistencia a la compresión axial de ladrillos de concreto (pilas)								
Especímen N°	Edad	Medidas (cm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (KN)	Resistencia (Kg)	R. Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
		L	A	H				
Ñ-1	28	24.20	14.10	35.40	341.22	72.34	7376.51	21.62
Ñ-2	28	24.90	14.20	35.50	353.58	68.27	6961.49	19.69
Ñ-3	28	24.10	13.90	34.90	334.99	62.39	6361.91	18.99
Muestra bloquetería Achayca	Edad	Promedio						
	28	20.10						

*Nota.* La tabla presenta el resultado promedio del ensayo realizado al espécimen de la bloquetería Achayca. El valor de 20.10 kg/cm<sup>2</sup>, se obtuvo a los 28 días de su elaboración mediante proceso de rotura.

**Figura 12**

*Comparación de resistencia a la compresión axial (ladrillo patrón vs bloquetería Froilán vs bloquetería Ñahui Aroste vs bloquetería Achayca)*



**Nota.** En el gráfico se pueden observar los tipos de ladrillos: ladrillo patrón, bloquetería Froilán, bloquetería Ñahui Aroste y bloquetería Achayca. Solo el ladrillo patrón cumple con este parámetro.

### 5.2.4. Respuesta al objetivo específico 3

**Tabla 33**

*Comparación de las propiedades mecánicas y físicas con la norma e.070 albañilería para un ladrillo de concreto*

Características		Norma E.070 albañilería	Patrón con control normativo	Bloquetería Froilán	Bloquetería Ñahui Aroste	Bloquetería Achayca
<b>Variación dimensional (máxima en porcentaje)</b>	Hasta 100 mm	± 8 %	0.47%	0.50%	0.55%	0.55%
	Hasta 150 mm	± 6 %	0.61%	0.76%	0.79%	0.83%
	Más de 150mm	± 4 %	0.74%	0.82%	0.88%	0.92%
<b>Alabeo (máximo en mm)</b>		10 mm	1.42 mm	1.68 mm	1.72 mm	2.28 mm
<b>Absorción (máxima en porcentaje)</b>		<8%	5.55%	6.09%	6.16%	6.91%
<b>Resistencia a la compresión</b>		50 kg/cm <sup>2</sup>	55.45 kg/cm <sup>2</sup>	30.28 kg/cm <sup>2</sup>	33.46 kg/cm <sup>2</sup>	28.46 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Resistencia a la compresión axial</b>		35 kg/cm <sup>2</sup>	38.24 kg/cm <sup>2</sup>	22.82 kg/cm <sup>2</sup>	26.80 kg/cm <sup>2</sup>	20.10 kg/cm <sup>2</sup>

**Nota.** La tabla a continuación resume los resultados determinados mediante procesos de laboratorio. Además, se toma en cuenta la normativa E-070 para comparar las distintas ladrilleras y así llegar a una conclusión.

**Interpretación.** Interpretando la tabla de resultados, se puede concluir que todas las muestras de las diversas ladrilleras, incluida la muestra de referencia que en este caso es el ladrillo de concreto conforme a los estándares normativos, satisfacen los requerimientos de las propiedades físicas según la norma de Albañilería. Sin embargo, Las propiedades mecánicas de los ladrillos producidos por las diferentes compañías no cumplen con los estándares que marca la norma técnica., cumpliendo únicamente la muestra de referencia. La deficiencia observada en las otras

muestras se atribuye a la dosificación de la mezcla y a la calidad del agua empleada en la producción de los ladrillos de concreto.

#### 5.2.4.1. Resultados de los parámetros físico-químico de cada diferente fuente de agua

En esta sección, se definen los parámetros fisicoquímicos para poder contrastar los resultados con la normativa vigente. La evaluación de estos parámetros se llevó a cabo en el laboratorio de la (UTEA) en Abancay, específicamente en la carrera de Ingeniería Ambiental y Recursos Naturales, en el "Laboratorio de Análisis de Agua, Suelo y Aire". En este proceso, el responsable del laboratorio me brindó su amable asistencia para la determinación de los parámetros fisicoquímicos del agua.

**Tabla 34**

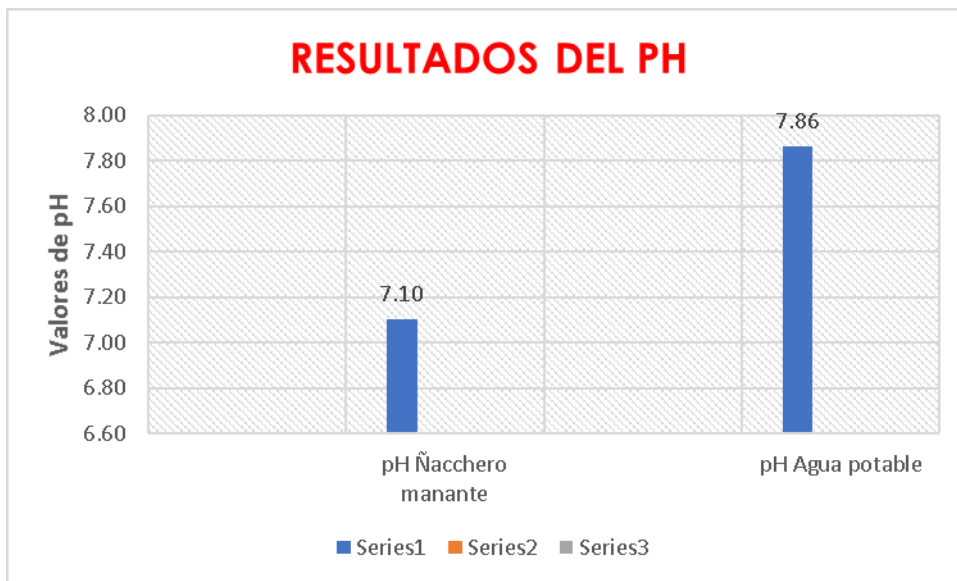
*Resultados de los parámetros fisicoquímicos del agua*

Parámetros	Unidad	Agua potable	Manante en Ñacchero	Limite permisible (NTP 339 088)
pH		7.86	7.10	5.5-8.0
Cloruros	ppm	26.13	24.71	1000
Alcalinidad Total	ppm	207	140	1000
Sulfatos	ppm	16.72	43.39	600
Materia orgánica (DQO)	ppm	0.38	1.54	3
Solidos en suspensión totales	ppm	25	80	5000

**Nota.** Resumen de los resultados específicos sobre los parámetros físico-químicos de las fuentes hídricas con sus respectivas unidades, por el otro lado se muestra en una esquina los límites permisibles de la norma del agua.

**Figura 13**

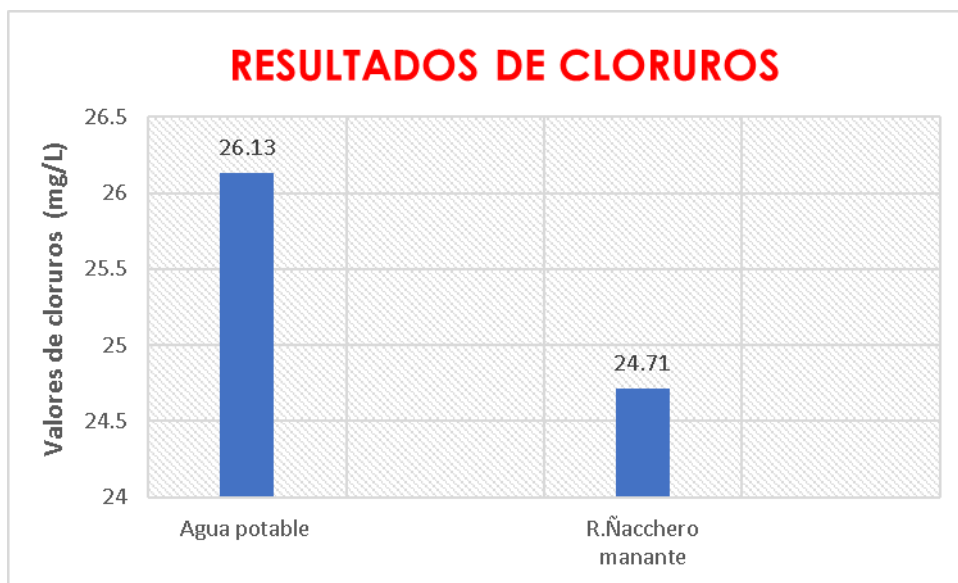
*Análisis comparativo del parámetro físico-químico del pH de cada fuente de agua*



**Nota.** La figura indica un análisis comparativo del parámetro físico-químico del pH, donde el agua potable tiene un valor de 7.86 y el agua de Ñacchero tiene un valor de 7.10.

**Figura 14**

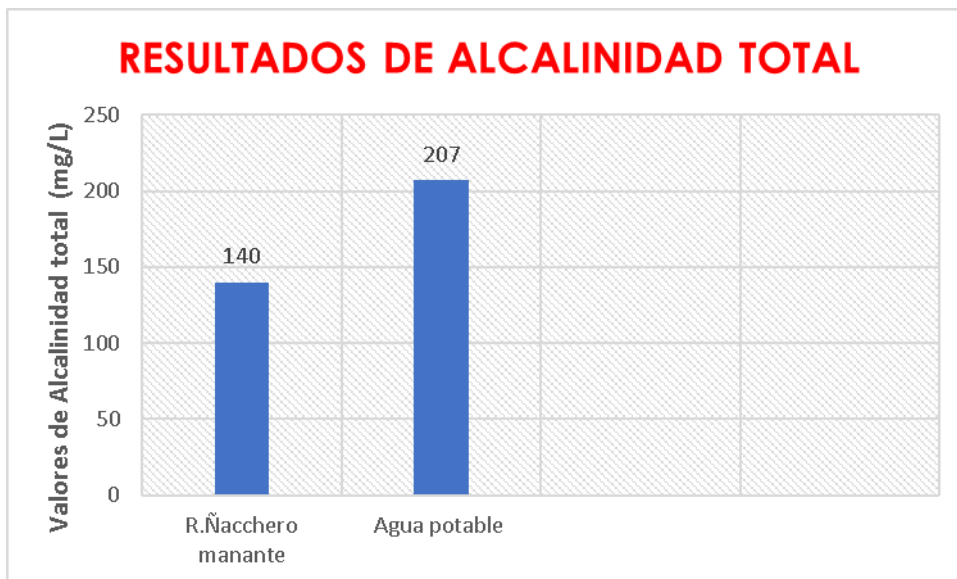
*Análisis comparativo del parámetro físico-químico de Cloruros de cada fuente de agua*



**Nota.** La figura indica un análisis comparativo del parámetro físico-químico de Cloruros, donde el agua potable tiene un valor de 26.13 y el agua de Ñacchero tiene un valor de 24.71.

**Figura 15**

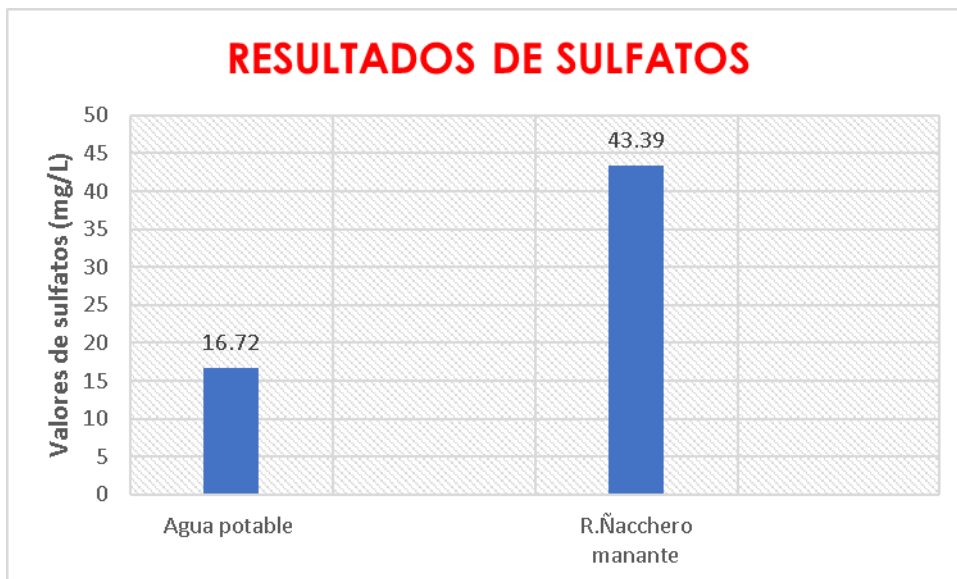
*Análisis comparativo del parámetro físico-químico de Alcalinidad total de cada fuente de agua*



*Nota.* La figura indica un análisis comparativo del parámetro físico-químico de Alcalinidad total, donde el agua potable tiene un valor de 207 y el agua de Ñacchero tiene un valor de 140.

**Figura 16**

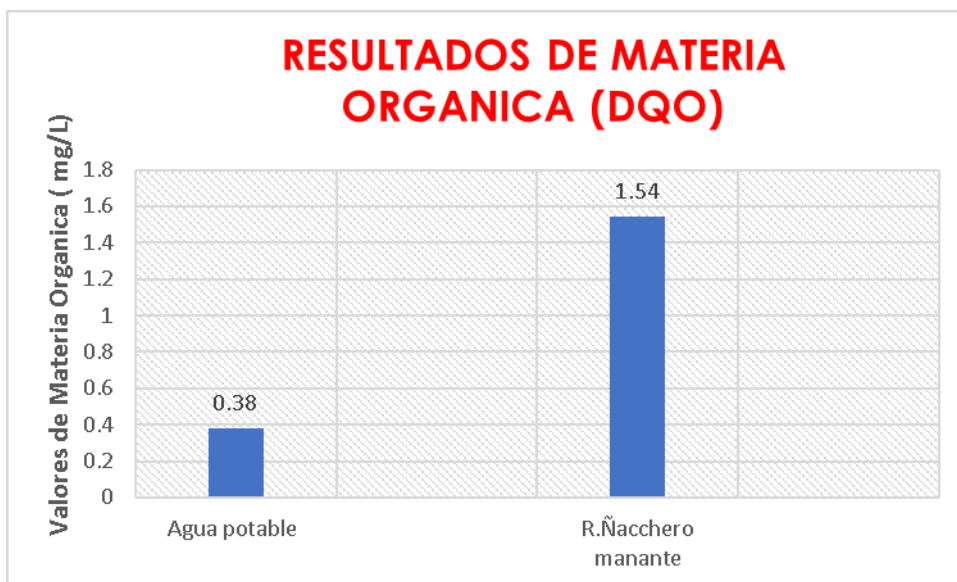
*Análisis comparativo del parámetro físico-químico de Sulfatos de cada fuente de agua*



*Nota.* La figura indica un análisis comparativo del parámetro físico-químico de Sulfatos, donde el agua potable tiene un valor de 16.72 y el agua de Ñacchero tiene un valor de 43.39.

**Figura 17**

*Análisis comparativo del parámetro físico-químico de Materia orgánica (DQO) de cada fuente de agua*



**Nota.** La figura indica un análisis comparativo del parámetro físico-químico de Materia orgánica (DQO), donde el agua potable tiene un valor de 0.38 y el agua de Ñacchero tiene un valor de 1.54.

### Figura 18

*Análisis comparativo del parámetro físico-químico de Solidos en suspensión totales de cada fuente de agua*



**Nota.** La figura indica un análisis comparativo del parámetro físico-químico de Solidos en suspensión totales, donde el agua potable tiene un valor de 25 y el agua de Ñacchero tiene un valor de 80.

### 5.3. Discusión de resultados

Los resultados alcanzados señalan un rendimiento significativo en las propiedades mecánicas y físicas de los ladrillos de concreto, que han sido manufacturados a mano para ser empleados en la edificación de casas y provienen de diferentes fábricas de ladrillos. Cuando se les compara con los ladrillos fabricados por las compañías de la ciudad de Abancay, se nota un avance significativo en diversos aspectos.

Se notó que, durante el ensayo de variación dimensional, el ladrillo de concreto producido como muestra patrón tuvo una desviación en dimensiones del 0.467 % en longitud, del 0.607 %

en ancho y del 0.742 % en altura. En cuanto a la boquetería Froilán, por otro lado, los resultados indicaron una variación de 0.503 % en longitud, 0.762 % en ancho y 0.817 % en altura. La boquetería Ñahui Aroste mostró una variación en las dimensiones de 0.545 % en longitud, 0.792 % en ancho y 0.875 % en altura; por su parte, la boquetería Achayca presentó modificaciones del 0.552 % en longitud, del 0.833 % en ancho y del 0.917 % en altura. Todos estos resultados satisfacen los criterios fijados en la norma E.070 para albañilería, resaltando especialmente por su buena geometría y apariencia. Asimismo, se constató que la variación dimensional fue inferior a la de la muestra patrón; esta variación mínima se debió a que se utilizó el mismo material y molde. Por otro lado, se observó un incremento en el porcentaje de variación dimensional cuando se relaciona estos resultados con los ladrillos convencionales utilizados en la ciudad de Abancay.

Estos resultados sugieren que el uso de ladrillos de concreto en la edificación de tabiquería demandará una mayor cantidad de mortero durante el asentado, debido a la mínima variación dimensional de dichos ladrillos y al tamaño reducido de cada unidad. Esto, a su vez, permitirá que el comportamiento del muro sea más efectivo, puesto que influye en el grosor del mortero.

Por otra parte, se comprobó en el estudio de alabeo que los bloques de concreto fabricado en las diferentes bloqueterías satisfacen los requisitos definidos. Los resultados de la muestra patrón alabeada, además de cumplir con lo establecido, muestran una concavidad de 1.42 mm. Los ladrillos de la bloquetería Froilán tienen una concavidad de 1.68 mm, los de Ñahui Aroste, de 1.72 mm, y los de Achayca, de 2.28 mm. Los resultados, al ser comparados, muestran que el patrón de la muestra tiene el alabeo más bajo; sin embargo, la diferencia es mínima y los demás resultados son bastante parecidos entre sí.

En el análisis de absorción que se presenta a continuación, se verificó que los ladrillos de concreto elaborados por varias bloqueterías. Se mostraron los datos de la tasa de absorción para el

patrón era del 5.55%, mientras que se registraron 6.09% para la boquetería Froilán, 6.16% para la boquetería Ñahui Aroste y 6.91% para la boquetería Achayca. Todas estas cifras están por debajo del umbral mínimo del 8% requerido para ladrillos de clase I elaborados de forma artesanal. Al comparar los resultados, se evidenció que la muestra patrón presenta la menor tasa de absorción, en contraste con las cifras ligeramente superiores de los ladrillos de las distintas boqueterías. Esto indica que los ladrillos de concreto del patrón tienen un porcentaje de absorción más bajo que los otros, a pesar de que todos cumplen con las especificaciones.

El ensayo de compresión axial en prismas o pilas construidos con ladrillos de concreto mostró una resistencia característica de  $38.24 \text{ kg/cm}^2$  en el patrón tras 28 días. La resistencia medida para la boquetería Froilán fue de  $22.82 \text{ kg/cm}^2$  tras el mismo lapso de tiempo. Después de 28 días, la boquetería Ñahui Aroste presentó una resistencia de  $26.80 \text{ kg/cm}^2$ , mientras que con la boquetería Achayca se logró una resistencia de  $20.10 \text{ kg/cm}^2$  en el mismo periodo. Estos resultados no lograron satisfacer los estándares mínimos fijados por la norma E.070. No obstante, el propósito central del ensayo era analizar la conducta de los prismas ante cargas verticales, y se determinó que la muestra patrón mostró una resistencia más alta, cumpliendo con la normativa de albañilería.

En cuanto a la resistencia a la compresión, evaluados cada una de las muestras, se registraron los siguientes resultados: la muestra patrón alcanzó  $31.22 \text{ kg/cm}^2$  a los 7 días,  $45.32 \text{ kg/cm}^2$  a los 14 días y  $55.45 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días. Por otro lado, la boquetería Froilán mostró valores de  $16.81 \text{ kg/cm}^2$  a los 7 días,  $24.88 \text{ kg/cm}^2$  a los 14 días y  $30.28 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días; la boquetería Ñahui Aroste presentó  $18.88 \text{ kg/cm}^2$  a los 7 días,  $26.51 \text{ kg/cm}^2$  a los 14 días y  $33.46 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días; y la boquetería Achayca tuvo  $15.60 \text{ kg/cm}^2$  a los 7 días,  $24.23 \text{ kg/cm}^2$  a los 14 días y  $28.46 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días. De acuerdo con la norma E.070 de albañilería, estas boqueterías no satisfacen los estándares mínimos de resistencia para ladrillos de clase I que se

producen artesanalmente. Los resultados de compresión de distintas edades muestran un incremento progresivo, lo que señala que la muestra patrón tiene una resistencia apropiada y se ajusta a las normas. No obstante, estos resultados también indican que la capacidad de la unidad de albañilería no es suficiente para soportar fuerzas de compresión que se aplican en ángulo recto a su superficie. Por lo tanto, estas unidades no son seguras, pues no alcanzan los estándares de resistencia requeridos para garantizar que la construcción sea segura y duradera.

El ensayo de compresión axial o pilas construidos con ladrillos de concreto mostró una resistencia característica de  $38.24 \text{ kg/cm}^2$  en el patrón tras 28 días. La resistencia medida para la boquetería Froilán fue de  $22.82 \text{ kg/cm}^2$  tras el mismo lapso de tiempo. Después de 28 días, la boquetería Ñahui Aroste presentó una resistencia de  $26.80 \text{ kg/cm}^2$ , mientras que con la boquetería Achayca se logró una resistencia de  $20.10 \text{ kg/cm}^2$  en el mismo periodo. Estos resultados no lograron satisfacer los estándares mínimos fijados por la norma E.070. No obstante, el propósito central del ensayo era analizar la conducta de los prismas ante cargas verticales, y se determinó que la muestra patrón mostró una resistencia más alta, cumpliendo con la normativa de albañilería.

La investigación llevada a cabo por (Ruiton, 2024) tuvo como objetivo principal analizar y comparar las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto, tanto artesanales como industriales, producidos en la ciudad de San Marcos, Cajamarca. Se llevaron a cabo pruebas siguiendo la norma E.070 con el fin de analizar estas propiedades. Respecto a las características físicas, se encontró que los ladrillos hechos de manera artesanal tienen un mayor alabeo, una mayor variabilidad dimensional y también un índice de succión y un porcentaje de absorción más altos que los ladrillos industriales. Sobre las propiedades mecánicas, la compresión característica de los ladrillos artesanales e industriales fue de  $97.65 \text{ kg/cm}^2$  y  $152.45 \text{ kg/cm}^2$ , respectivamente.

La investigación llevada a cabo por (Vizarreta, 2022) Su objetivo principal fue comparar las semejanzas en las propiedades físico-mecánicas de las unidades de ladrillo que se mecanizan en la región. En este análisis, se les asignaron valores a las ladrilleras L-I y L-II, las cuales mostraron concavidades de 4.4 mm y 3.15 mm, además de 6.04 mm y 4.21 mm, respectivamente. Por otra parte, la ladrillera L-III presentó una convexidad y una conductividad de 6,04 mm. El alabeo, complica la trabajabilidad de ladrillos artesanales de diferentes fábricas, es la principal diferencia entre las tres ladrilleras. Esto es porque la variabilidad del alabeo disminuye la homogeneidad en la adherencia del mortero, lo que a su vez tiene un efecto negativo en la resistencia de la pared frente a las fuerzas de corte.

La investigación llevada a cabo por (Villanueva, 2021). Se fundamentó en un método de carácter aplicado con un planteamiento cuantitativo y un diseño transversal no experimental. Los resultados mostraron que las pilas de ladrillo artesanal presentan diferencias en la succión, la absorción, el alabeo, la resistencia a la compresión axial y a la compresión, así como en la eflorescencia y en la variación dimensional. Una vez que se compararon estos resultados con la norma E.070, se determinó que los ladrillos artesanales no cumplen con los estándares establecidos, salvo en cuanto a la absorción, que sí se adecúa a lo estipulado por la norma E.070 sobre albañilería.

La investigación llevada a cabo por (García, 2022). En la investigación, se analizaron las propiedades mecánicas y físicas de los bloques de albañilería artesanal de concreto fabricado en Bagua Grande, una ciudad de la provincia de Amazonas. Con ese propósito, se examinaron siete ladrilleras para determinar los requerimientos mínimos que aseguren la calidad de las unidades de albañilería, siguiendo las especificaciones de la norma E.070. Como parte de esta evaluación, se llevaron a cabo ensayos de alabeo, absorción, resistencia a la compresión y variación dimensional.

Por lo tanto, se descubrió que los siete fabricantes de ladrillos mostraron valores de resistencia a la compresión ( $f'b$ ) que variaron entre 59.94 kg/cm<sup>2</sup> y 62.06 kg/cm<sup>2</sup>. Como estos valores exceden la resistencia mínima establecida de 50 kg/cm<sup>2</sup>, los ladrillos se clasificaron como Ladrillo I, conforme a la norma E.070.

#### **5.4. Prueba de hipótesis**

El análisis inferencial de los datos se llevó a cabo utilizando el software SPSS para comprobar las hipótesis formuladas. En primer lugar, se realizó una prueba de normalidad. Para muestras de más de 30 elementos, se utilizó la estadística de Kolmogorov-Smirnov, mientras que para muestras menores se aplicó la estadística de Shapiro-Wilk. Esta evaluación permitió determinar si los datos seguían una distribución normal y eran paramétricos. Si alguno de los valores obtenidos era menor o igual a 0.050, esto indicaba que los datos no presentaban una distribución normal y, por lo tanto, no eran paramétricos. En el caso de que todos los valores fueran superiores a 0.05, se clasificaron como paramétricos. Si los datos eran paramétricos, se procedió a realizar el ANOVA; de lo contrario, se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis. Finalmente, se analizó la significancia de los resultados: si el valor era mayor a 0.05, se aceptaba la hipótesis nula; en caso contrario, se rechazaba.

##### **5.4.1. Hipótesis general**

La metodología utilizada en la tesis es de tipo explicativa, lo que implica que las hipótesis específicas se derivan de la hipótesis general. Así, al comparar las hipótesis específicas 1, 2 y 3 con la hipótesis general, se podrá determinar si se acepta o rechaza la hipótesis formulada.

##### **1. Deducción de hipótesis general**

Luego de llevar a cabo la verificación, se llegó a las siguientes conclusiones: Se identifican diferencias notables en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto que están

sujetos a control normativo en comparación con aquellos que no lo están, en relación con los criterios establecidos en la Norma Técnica E.070 de Albañilería, producidos en Abancay.

#### 5.4.2. Hipótesis específica 01

Media, Varianza y Desviación estándar

**Tabla 35**

*Media, Varianza y D. estándar, del primer objetivo específico*

<b>Resultados de Variación dimensional</b>				
<b>Código de muestra</b>	<b>Muestra patrón</b>	<b>Bloquetería Froilán</b>	<b>Bloquetería Ñahui Aroste</b>	<b>Bloquetería Achayca</b>
<b>Vd-1</b>	0.47%	0.50%	0.55%	0.55%
<b>Vd-2</b>	0.61%	0.76%	0.79%	0.83%
<b>Vd-3</b>	0.74%	0.82%	0.88%	0.92%
<b>Mediana</b>	0.61%	0.76%	0.79%	0.83%
<b>Varianza</b>	0.005	0.058	0.004	0.314
<b>Desviación estándar</b>	0.070	0.240	0.060	0.560
<b>Resultados de Alabeo</b>				
<b>Código de muestra</b>	<b>Muestra patrón</b>	<b>Bloquetería Froilán</b>	<b>Bloquetería Ñahui Aroste</b>	<b>Bloquetería Achayca</b>
<b>Al-1</b>	1.60	2.00	1.50	1.80
<b>Al-2</b>	2.00	1.60	2.00	2.50
<b>Al-3</b>	1.80	2.00	1.70	2.00
<b>Mediana</b>	1.80	1.60	1.70	2.00
<b>Varianza</b>	0.060	0.004	0.258	0.145
<b>Desviación estándar</b>	0.010	0.015	0.010	0.020
<b>Resultados de Absorción</b>				
<b>Código de muestra</b>	<b>Muestra patrón</b>	<b>Bloquetería Froilán</b>	<b>Bloquetería Ñahui Aroste</b>	<b>Bloquetería Achayca</b>
<b>Ab-1</b>	6.49	7.02	6.11	7.34
<b>Ab-2</b>	6.13	6.37	5.19	7.22
<b>Ab-3</b>	4.77	7.00	5.34	6.14
<b>Mediana</b>	6.13	7.00	5.19	7.22
<b>Varianza</b>	0.043	0.021	0.005	0.218
<b>Desviación estándar</b>	0.045	0.014	0.121	0.175

**Nota.** La tabla indica un análisis de los hallazgos del objetivo específico 1, en el cual se examinan la media, la variabilidad y la desviación estándar de cada una de las propiedades físicas del ladrillo de concreto. Estos resultados fueron generados mediante el software IBM SPSS v26.

### **Definición de las medias muestrales:**

En esta tesis se eligió llevar a cabo un análisis de las muestras recolectadas sobre la variación dimensional para realizar un análisis de varianza de un solo factor, dado que esta es una de las propiedades físicas más significativas de las unidades de albañilería.

$\mu_{RC-1}$  = Media de la Variación dimensional del ladrillo de concreto correspondiente a la muestra patrón.

$\mu_{RC-2}$  = Media de la Variación dimensional del ladrillo de concreto correspondiente a la muestra de la bloquetería Froilán.

$\mu_{RC-3}$  = Media de la Variación dimensional del ladrillo de concreto correspondiente a la muestra de la bloquetería Ñahui Aroste.

$\mu_{RC-4}$  = Media de la Variación dimensional del ladrillo de concreto correspondiente a la muestra de la bloquetería Achayca.

### **Prueba de normalidad**

$H_0$  = Hipótesis nula = La distribución es normal

$H_1$  = Hipótesis nula = La distribución es normal

Si, el valor de la significancia  $p \geq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

**Tabla 36***Prueba de normalidad, para la primera hipótesis específica*

<b>Pruebas de normalidad</b>				
	Grupos	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
<b>Propiedad de la Variación dimensional</b>	Muestra patrón	0,181	3	0,977
	Bloquetería Froilán	0,175	3	0,827
	Bloquetería Ñahui Aroste	0,319	3	0,874
	Bloquetería Achayca	0,347	3	0,802

*Nota.* En la tabla se presentan los resultados de la prueba de homogeneidad de varianzas para el ensayo de Variación dimensional, que está relacionada con la primera hipótesis específica, y fueron obtenidos a través del programa IBM SPSS v26.

#### **Análisis de varianza de un factor (ANOVA)**

$$H_0 = \mu_{RC-1} = \mu_{RC-2} = \mu_{RC-3} = \mu_{RC-4}$$

$H_1$  = al menos una de las medias es diferente de las demás.

Si, el valor de la significancia  $p \geq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

**Tabla 37***Prueba Anova para la primera hipótesis específica*

ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Entre grupos</b>	2,815	3	0,938	98,84	0,000
<b>Dentro de grupos</b>	0,759	8	0,095		
<b>Total</b>	3,574	11			

*Nota.* En la tabla se presentan los resultados del análisis de varianza unidimensional del estudio sobre Variación Dimensional, que se relacionan con la primera hipótesis específica generada a partir del software IBM SPSS v26.

Interpretación se demuestra que los resultados tienen una significancia  $p \leq 0.05$ , lo que lleva a aceptar la hipótesis alternativa y a rechazar la hipótesis nula, la cual postula que al menos una de las muestras es distinta a las demás.

#### **5.4.3. Hipótesis específica 02**

Media, Varianza y Desviación estándar

Tabla 38

*Media, Varianza y D. estándar, del segundo objetivo específico*

<b>Muestra patrón</b>			
<b>Código de muestra</b>	<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>28 días</b>
P-1	31.32	46.40	55.07
P-2	30.33	44.44	57.04
P-3	32.01	45.10	54.25
<b>Mediana</b>	31.32	45.10	55.07
<b>Varianza</b>	0.161	0.995	0.130
<b>Desviación estándar</b>	0.401	0.997	0.360
<b>Muestra de la bloquetería Froilán</b>			
<b>Código de muestra</b>	<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>28 días</b>
F-1	17.89	25.87	31.02
F-2	16.60	24.77	30.88
F-3	15.95	24.01	28.94
<b>Mediana</b>	16.60	24.77	30.88
<b>Varianza</b>	0.845	1.023	2.728
<b>Desviación estándar</b>	0.919	1.012	1.652
<b>Muestra de la bloquetería Ñahui Aroste</b>			
<b>Código de muestra</b>	<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>28 días</b>
Ñ-1	18.22	25.42	32.67
Ñ-2	19.78	27.15	34.98
Ñ-3	18.64	26.96	32.72
<b>Mediana</b>	18.64	26.96	32.67
<b>Varianza</b>	0.110	0.181	0.288
<b>Desviación estándar</b>	0.331	0.425	0.537
<b>Muestra de la bloquetería Achayca</b>			
<b>Código de muestra</b>	<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>28 días</b>
A-1	14.95	23.46	27.21
A-2	16.73	25.53	29.79
A-3	15.13	23.71	28.36
<b>Mediana</b>	15.13	23.71	28.36
<b>Varianza</b>	0.113	0.173	0.062
<b>Desviación estándar</b>	0.336	0.416	0.249

*Nota.* La tabla indica un análisis a los resultados del segundo objetivo específico, en el que se presentan la media, la variación y la desviación estándar de cada resistencia a la compresión

para cada grupo a los 7, 14 y 28 días. Estos resultados fueron generados mediante el software IBM SPSS v26.

**Definición de las medias muestrales:**

En esta tesis se decidió examinar las muestras recolectadas a los 28 días para realizar un análisis de varianza de un solo factor, dado que en este momento el concreto alcanza su máxima resistencia, lo que permite evaluar su impacto.

$\mu_{RC-1}$  = Media de la resistencia a la compresión del ladrillo de concreto a los 28 días correspondiente a la muestra patrón.

$\mu_{RC-2}$  = Media de la resistencia a la compresión del ladrillo de concreto a los 28 días correspondiente a la muestra de la bloquetería Froilán.

$\mu_{RC-3}$  = Media de la resistencia a la compresión del ladrillo de concreto a los 28 días correspondiente a la muestra de la bloquetería Ñahui Aroste.

$\mu_{RC-4}$  = Media de la resistencia a la compresión del ladrillo de concreto a los 28 días correspondiente a la muestra de la bloquetería Achayca.

**Prueba de normalidad**

$H_0$  = Hipótesis nula = La distribución es normal

$H_1$  = Hipótesis nula = La distribución es normal

Si, el valor de la significancia  $p \geq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

**Tabla 39**

*Prueba de normalidad, para la segunda hipótesis específica*

<b>Pruebas de normalidad</b>				
	Grupos	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
<b>Resistencia a la Compresión en unidades a los 28 días</b>	Muestra patrón	0,181	3	0,999
	Bloquetería Froilán	0,363	3	0,803
	Bloquetería Ñahui Aroste	0,319	3	0,885
	Bloquetería Achayca	0,317	3	0,887

*Nota.* En la tabla se detalla los resultados de la prueba de homogeneidad de varianzas del ensayo de resistencia a la compresión en unidades a los 28 días, lo cual está relacionado con la segunda hipótesis específica obtenida mediante el programa IBM SPSS v26.

**(ANOVA)Análisis de varianza**

$$H_0 = \mu_{RC-1} = \mu_{RC-2} = \mu_{RC-3} = \mu_{RC-4}$$

$H_1$  = al menos una de las medias es diferente de las demás.

Si, el valor de la significancia  $p \geq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

**Tabla 40***Prueba Anova para la segunda hipótesis específica*

ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Entre grupos</b>	252,176	3	84,059	104,808	0,000
<b>Dentro de grupos</b>	6,416	8	0,802		
<b>Total</b>	258,593	11			

*Nota.* En la tabla se muestran los resultados de la evaluación unidimensional de varianza del ensayo de resistencia a la compresión a lo largo de 28 días, que se relaciona con la segunda hipótesis específica obtenida mediante el programa IBM SPSS v26.

Interpretación, los resultados tienen una significancia de  $p \leq 0.05$ , lo que significa que se acepta la hipótesis alternativa y se descarta la nula, la cual postula que al menos una de las muestras difiere de las demás.

## **VI. Conclusiones**

### **1. Del objetivo general.**

Se llevó a cabo una comparación del comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto provenientes de diversas bloqueterías en la ciudad de Abancay, con el objetivo de evaluar su conformidad con la normativa vigente de edificaciones E-070. Los hallazgos indican que los ladrillos de concreto fabricado en Abancay cumplen únicamente con las propiedades físicas, mientras que no satisfacen los requisitos mecánicos. Al analizar estos ladrillos en relación a las diferentes bloqueterías de la ciudad, se constató que el ladrillo empleado como muestra estándar tiene beneficios importantes en términos de propiedades físicas, como la variación dimensional, el alabeo y la absorción. Esto demuestra una estabilidad y homogeneidad más altas para su uso estructural. No obstante, se notó que las propiedades mecánicas, sobre todo en términos de resistencia, mostraron mejoras notables y alentadoras en comparación con los ladrillos de otras bloqueterías, cumpliendo, según la normativa, de manera satisfactoria.

**2. Del objetivo específico 1.** Se determinó las propiedades físicas de los ladrillos de concreto fabricado en diversas bloqueterías, utilizando una muestra estándar que cumplió con un control normativo adecuado. Se determinó que los ladrillos fabricados en estas bloqueterías satisfacen las exigencias de alabeo, absorción y variación dimensional que la norma E.070 de albañilería ha establecido. La muestra patrón de ladrillo de concreto experimentó una variación dimensional notable en los resultados, con un 0.467 % en longitud, un 0.607 % en ancho y un 0.742 % en altura. Además, se observó que el alabeo de la muestra patrón resultó en una concavidad de 1.42 mm, mientras que la tasa de absorción fue del 5.55 %.

**3. Del objetivo específico 2.** Se determinó las propiedades mecánicas de los ladrillos de concreto elaborado en varias bloqueterías, utilizando una muestra patrón que cumplió con un control normativo adecuado. Se concluyó que los ladrillos los que se producen en estas fábricas de ladrillos no satisfacen las normas de resistencia a la compresión y resistencia a la compresión axial (pilas) definidas por el reglamento E.070 de albañilería. Por otro lado, los ladrillos elaborados como muestra patrón sí cumplen satisfactoriamente con los requisitos de resistencia a la compresión según la norma E.070 de albañilería. Este descubrimiento confirma que los ladrillos de concreto son viables y adecuados, ya que obtuvieron una resistencia a la compresión de 31.22 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 45.32 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y 55.45 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Por lo tanto, se presentan como una alternativa técnica confiable y conveniente para construir muros. Asimismo, esta innovación tiene el potencial de impactar considerablemente la eficiencia y sostenibilidad del sector de la construcción, al ofrecer una opción alentadora para producir unidades de albañilería.

**4. Del objetivo específico 3.** Se realizó un estudio comparativo de las propiedades mecánicas y físicas de los ladrillos de concreto hecho a mano. Los resultados mostraron que la mayor parte de los ladrillos fabricados sin control normativo no cumplen con las exigencias establecidas por la norma técnica E-070, que se relaciona con la albañilería. Las propiedades mecánicas de esos ladrillos no lograron adecuarse a los requisitos normativos en las pruebas de laboratorio. Sin embargo, las propiedades físicas sí se ajustaron a las normas de albañilería. Se concluyó que aspectos como el diseño de la mezcla, la granulometría de los agregados y la calidad del agua son factores cruciales para producir ladrillos que cumplan con las características requeridas por la norma E-070.

## **VII. Recomendaciones.**

**1. En relación con el objetivo general,** Se recomienda realizar un análisis detallado de las características físicas y mecánicas, de los ladrillos de concreto artesanal producido por las diversas empresas bloqueteras de la ciudad de Abancay, para así saber la calidad del material que nos venden. Esto requiere la exploración de diversas variedades y tamaños de ladrillos de concreto, con el fin de producir ladrillos de alta calidad que sean a la vez más económicos y efectivos. Para lograr el objetivo de desarrollar un ladrillo de concreto ideal, se sugiere llevar a cabo investigaciones y comparar las proporciones de mezcla, de manera que se pueda determinar la dosificación más adecuada y sensibilizar a todos los fabricantes, permitiendo así un mejor control sobre su producción.

**2. En relación con el objetivo específico 1.** Se recomienda llevar a cabo pruebas para analizar las propiedades físicas de los ladrillos de concreto, utilizando dimensiones tanto mayores como menores. Este material, al ser de concreto, se distingue por su alta resistencia y se emplea principalmente en la construcción de viviendas en el primer nivel. La gran mayoría de las empresas bloqueteras si cumplen con la normativa por parte de las propiedades físicas, no por ese motivo vamos a dejar de lado y se tiene que hacer siempre los respectivos ensayos de albeo, absorción y variación dimensional.

**3. En relación con el objetivo específico 2.** Se recomienda, con referencia al ensayo de la resistencia a la compresión del ladrillo concreto preparados en todas las bloqueteras, realizar un buen diseño de mezcla y un espacio adecuado para mezclar los materiales porque la gran mayoría de las empresas ladrilleras, realizan el mezclado en el suelo y se produce mucho desperdicio más que todo del cemento que es un ingrediente principal, para así lograr una un producto que satisfaga

con las características físicas. Además, se sugiere añadir aditivos en la fabricación de ladrillos de concreto y realizar estudios con diferentes marcas y variedades de cemento en la zona, como Inca, Yura, APU, SOL y otras. Asimismo, es crucial llevar a cabo ensayos de resistencia a la tracción diagonal. La meta de estas medidas es perfeccionar la formulación del concreto con el propósito de tener una calidad óptima de los ladrillos de concreto.

**4. En relación con el objetivo específico 3.** Se recomienda profundizar sobre el análisis comparativo de con y sin control normativo de los ladrillos de concreto, y también se recomienda a los fabricantes de ladrillos implementar un registro diario de control de calidad para reducir errores en el proceso de producción. Además, deben exigir a los proveedores el ensayo de granulometría en campo y garantizar que el agua utilizada sea potable o con propiedades físico-químicas equivalentes.

## VIII. Referencias

- Aguilar, A. (2022). *Análisis comparativo de las propiedades físicas y mecánicas de ladrillos de concreto convencional adicionado con polietileno* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Los Andes]. Repositorio Institucional UPLA. <https://hdl.handle.net/20.500.12848/4506>
- Autoridad Nacional del Agua. (2016). *Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de recursos hídricos superficiales*. Gráfica Industrial Alarcón S.R.L. <https://hdl.handle.net/20.500.12543/209>
- Añacata, J. (2023). *Análisis de la influencia de la calidad del agua en las propiedades del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$*  [Tesis de posgrado, Universidad Peruana Unión]. Repositorio Institucional UPeU. <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/7245>
- Arias, F. G. (2016). El proyecto de investigación: *Introducción a la metodología científica* (7.<sup>a</sup> ed.). Episteme. <https://repositorio.ucsh.cl/items/82848b9f-ac1b-478f-99f0-a0311cf13e6e>
- Bernal, C. A. (2016). *Metodología de la investigación* (4.<sup>a</sup> ed.). Pearson Educación. <http://190.57.147.202:90/xmlui/handle/123456789/3601>
- Ccanto, J., y Mallcco, R. (2019). *Análisis comparativo de la resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  utilizando agua subterránea en el distrito de Acobamba – Huancavelica* [Tesis de posgrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio Institucional UNH. <http://10.18.32.19/handle/UNH/919>
- Clair, R. S., Perry, L. M., y Gene, F. P. (2000). *Química para ingeniería ambiental*. McGraw-Hill. <https://www.academia.edu/43182326>
- Cometivos, J. (2023). *Efectos del uso de agua residual tratada en las propiedades del concreto con agregado fino reciclado* [Tesis de posgrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional UNI. <http://hdl.handle.net/20.500.14076/27653>

- Condori Calla, A. (2024). *Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de ladrillos de concreto elaborados artesanalmente en la región Apurímac*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac]. Repositorio institucional. <https://repositorio.unamba.edu.pe/handle/XXXX>
- Del Carmen, M., y Morales, J. (2018). *Influencia de la calidad del agua lluvia en la resistencia a la compresión de morteros hidráulicos* [Tesis de posgrado, Corporación Universidad de la Costa]. Repositorio Institucional CUC. <https://hdl.handle.net/11323/4863>
- Gallegos, H., y Casabonne, J. (2005). *Albañilería estructural*. Pontificia Universidad Católica del Perú. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/181453>
- Granados, J., y Curi, P. (2020). *Influencia de la calidad del agua de río en la resistencia del concreto* [Tesis de posgrado, Universidad Peruana Unión]. Repositorio Institucional UPeU. <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/3573>
- Hernández-Sampieri, R., y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education. <https://www.mheducation.com.mx>
- Instituto de la Construcción y Gerencia. (2019). *Reglamento nacional de edificaciones: Norma técnica E.070 Albañilería*. Megabyte. <https://www.construccion.org/normas/rne2012>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2022). *Indicadores del sector construcción en el Perú*. <https://www.inei.gob.pe>
- Lizana, R. (2021). *Influencia de la calidad del agua en las propiedades del concreto usando cemento Portland tipo I* [Tesis de posgrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/65548>

- López, J., y Martínez, R. (2019). *Normas y control técnico en procesos de construcción moderna*.  
Revista de Ingeniería Civil, 14(2), 45–59. [https://revistadeingenieriacivil.edu.pe/14\(2\)](https://revistadeingenieriacivil.edu.pe/14(2))
- Mehta, P. K., y Monteiro, P. J. M. (2017). *Concrete: Microstructure, properties, and materials*  
(4th ed.). McGraw-Hill Education. <https://www.mheducation.com>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2021). *Norma técnica E.070: Albañilería*.  
<https://www.gob.pe/vivienda>
- Modena, J., y Popolizio, R. (2022). *Evaluación y control de calidad del ladrillo de 18 huecos en Pucallpa* [Tesis de posgrado, Universidad Nacional de Ucayali]. Repositorio Institucional UNU. <https://hdl.handle.net/20.500.14621/5197>
- Neville, A. M., y Brooks, J. J. (2016). *Concrete technology* (2nd ed.). Pearson Education.  
<https://www.pearson.com/en-gb/subject-catalog/p/concrete-technology/P200000003328>
- Paxi, L. (2023). *Evaluación de la calidad de ladrillos artesanales y mecanizados en San Jerónimo – Cusco* [Tesis de segunda especialidad, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio Institucional UNJFSC. <http://hdl.handle.net/20.500.14067/7872>
- Quispe, J., y Condori, R. (2022). *Evaluación del proceso productivo y control de calidad en la fabricación artesanal de ladrillos de concreto en Apurímac* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac]. Repositorio Institucional UNAMBA. <https://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA>
- Randulovich, R. (1997). *Sostenibilidad en el uso del agua en América Latina*. Revista Forestal Centroamericana. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/9633>
- Ruiton, J. (2024). *Comparación de las propiedades físicas y mecánicas de ladrillos de concreto artesanal e industrial* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional UNC. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/6925>