

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



TESIS

“Variación del comportamiento mecánico en prismas de albañilería tradicional y reforzadas con sogas de fibra utilizando bloques huecos de concreto en la ciudad de Abancay, 2021”.

Presentado por:

Bach. ARREDONDO HUAMAN, Karina.

Bach. MALDONADO HUARANCA, Fray Miguel.

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL.

Abancay – Apurímac – Perú.

2023.

Tesis

“Variación del comportamiento mecánico en prismas de albañilería tradicional y reforzadas con sogas de fibra utilizando bloques huecos de concreto en la ciudad de Abancay, 2021”.

Línea de investigación:

Gestión de la infraestructura para el desarrollo sostenible.

Asesor:

Ing. Edilberto Gálvez Barrientos.



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

“VARIACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO EN PRISMAS DE ALBAÑILERÍA TRADICIONAL Y REFORZADAS CON SOGA DRIZA UTILIZANDO BLOQUES HUECOS DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE ABANCAY, 2021”.

Presentado por los Bach: **KARINA ARREDONDO HUAMAN Y FRAY MIGUEL MALDONADO HUARANCA**, para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL.**

Sustentado y aprobado el 24 de noviembre del 2023, ante el jurado:

Presidente : Mg. Juan Franks Valenzuela Carrasco

Primer miembro : Dr. Wilfredo Soto Palomino

Segundo miembro : Ing. Oswald Casaverde López

Asesor : Ing. Edilberto Gálvez Barrientos

Variación del comportamiento mecánico en prismas de albañilería tradicional y reforzadas con sogas driza utilizando bloques huecos de concreto en la ciudad de Abancay, 2021

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
2	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Tecnológica de los Andes Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	pt.scribd.com Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%

Dedicatoria

A dios quien siempre me da fortaleza para seguir adelante. A mi mamá quien desde el cielo me cuida y guía el camino hacia la superación. A mi papá y hermanos quienes siempre me han brindado su apoyo incondicional, cariño y confianza en todo momento; demostrándome siempre una unión familiar del cual estoy muy orgullosa de pertenecer, por ello son la razón y motivo en mi vida.

Karina Arredondo Huamán

La presente investigación la dedico a Dios, a mi familia en especial a mi madre. A Dios porque siempre está ahí iluminando mis días y cuidándome. A mi familia, quienes siempre han estado a mi lado a su manera, a mi madre querida que sin su esfuerzo y coraje no estaría donde estoy.

Fray Miguel Maldonado Huaranca

Agradecimiento

Primero dar gracias altísimo Dios por permitirnos lograr nuestro tan anhelado sueño y tener la satisfacción de esta bonita experiencia de educación en la Universidad Tecnológica de los Andes, gracias, a mi aula magna por brindarnos los conocimientos básicos y permitir cumplir un sueño ansiado formándonos como profesionales de bien con ética y compromiso profesional, en la escuela profesional que tanto nos apasiona, así mismo dar las gracias a nuestro docente y asesor de Tesis Ing. Edilberto Gálvez Barrientos, por acompañarnos durante la investigación y el proceso de la ejecución de la tesis.

Por último, agradecer a nuestras familias, amigos y aquellas personas que compartieron las aulas durante nuestra formación universitaria, ya que, sin ellos no se habría formado esa amistad, el compañerismo, el apoyo mutuo y la competencia académica, el cual motivó para seguir estudiando las materias.

Karina Arredondo Huamán – Fray Miguel Maldonado Huaranca

Índice de contenidos

Portada.....	i
Pos portada.....	ii
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenidos.....	vii
Índice de tablas	xi
Índice de figuras.....	xiii
Resumen	xvi
Abstract.....	xvii
Introducción.....	xviii
Capítulo I. Plan de Investigación	1
1.1. Descripción de la Realidad Problemática	1
1.2. Identificación y Formulación del Problema	7
1.2.1. Problema General	7
1.2.2. Problemas Específicos.....	7
1.3. Justificación de la Investigación	7
1.3.1. Conveniencia.	7
1.3.2. Relevancia social.	8
1.3.3. Implicaciones prácticas.	9
1.3.4. Valor teórico.	9
1.3.5. Utilidad metodológica.	9
1.4. Objetivos de la Investigación	10
1.4.1. Objetivo General	10

1.4.2. Objetivos Específicos	10
1.5. Delimitaciones de la Investigación	10
1.5.1. Espacial.....	10
1.5.2. Temporal.....	11
1.5.3. Social	11
1.5.4. Conceptual	11
1.6. Viabilidad de la Investigación	12
1.7. Limitaciones de la Investigación	12
Capítulo II. Marco Teórico.....	13
2.1. Antecedentes de Investigación.....	13
2.1.1. A Nivel Internacional	13
2.1.2. A Nivel Nacional.....	19
2.1.3. A Nivel local	24
2.2. Bases Teóricas	25
2.2.1. La Albañilería	25
2.2.2. Bloques de Concreto.....	26
2.2.3. Mortero.....	34
2.2.4. Soga Driza	37
2.2.5. Ensayo en prismas de albañilería	39
2.2.6. Resistencia característica a compresión axial ($f'm$)	47
2.2.7. Módulo de elasticidad de la albañilería (E_m).....	49
2.2.8. Resistencia característica a corte ($V'm$).....	51
2.2.9. Módulo de corte de la albañilería (G_m)	55
2.2.10. Resistencia de prismas de albañilería según RNE- E 070 ...	57
2.3. Marco Conceptual	59

Capítulo III. Metodología de Investigación	61
3.1. Hipótesis	61
3.1.1. Hipótesis General.....	61
3.1.2. Hipótesis Específicas	61
3.2. Método.....	62
3.3. Tipo de Investigación.....	62
3.4. Nivel o alcance de Investigación	62
3.5. Diseño de la Investigación	63
3.6. Operacionalización de Variables	63
3.6.1. Variable Independiente	63
3.6.2. Variable Dependiente.....	64
3.7. Población, Muestra y Muestreo.....	66
3.7.1. Población	66
3.7.2. Muestra	66
3.7.3. Muestreo	67
3.8. Técnica e Instrumentos	68
3.8.1. Técnicas.....	68
3.8.2. Instrumento	68
3.8.3. Validez y confiabilidad de instrumentos	69
3.9. Consideraciones Éticas	70
3.10. Procesamiento Estadístico	70
3.10.1. Prueba de hipótesis.....	71
Capítulo IV. Resultados y Discusión	75
4.1. Resultados	75
4.1.1. Objetivo General	85

4.1.2. Objetivo Específico 01.....	86
4.1.3. Objetivo Específico 02.....	92
4.1.4. Objetivo Especifico 03.....	98
4.1.5. Objetivo Especifico 04.....	114
4.2. Discusión de resultados.....	126
4.3. Prueba de hipótesis.....	132
4.3.1. Hipótesis General.....	132
4.3.2. Hipótesis especifica 01.....	132
4.3.3. Hipótesis especifica 02.....	135
4.3.4. Hipótesis especifica 03.....	138
4.3.5. Hipótesis especifica 04.....	141
Conclusiones.....	145
Recomendaciones.....	150
Referencias.....	151
Anexos.....	157

Índice de tablas

Tabla 1 Censo de viviendas INEI 1993,2007 y 2017.	3
Tabla 2 Limitaciones para el uso de la unidad de albañilería con fines estructurales.....	4
Tabla 3 Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales.	26
Tabla 4 Clase de unidades de Albañilería para fines estructurales.....	27
Tabla 5 Dimensiones de los bloques huecos de concreto.	28
Tabla 6 Tipos de Mortero	36
Tabla 7 Especificaciones de la soga driza	38
Tabla 8 Factor de corrección de altura para f'm de prismas de mampostería	42
Tabla 9 Factores de corrección (f'm) por esbeltez del RNE E-070.....	42
Tabla 10 Metodología para determinar f'm y V'm	57
Tabla 11 Resistencias características de la albañilería MPa (kg/cm ²)	58
Tabla 12 Operacionalización de variables.	65
Tabla 13 Cuantificación de muestras para ensayos de f'm, V'm, E m y G m.....	66
Tabla 14 Cuantificación de muestras para ensayo de unidades	67
Tabla 15 Resultados de variabilidad dimensional de unidades de las B-01, B-02, B-03. .	76
Tabla 16 Resultados de alabeo de unidades de las B-01, B-02, B-03.	77
Tabla 17 Resultados de % de vacíos de unidades de las B-01, B-02, B-03.....	78
Tabla 18 Resultados humedad, Succión, Absorción de unidades de B-1, B-2, B-3.	79
Tabla 19 Resultados de resistencia a compresión de unidades de la B-1, B-2, B-3.	80
Tabla 20 Clasificación de las unidades según RNE-E070.	81
Tabla 21 Resultados del análisis granulométrico de la arena gruesa	82
Tabla 22 Resultados del ensayo a compresión de mortero para asentado.....	83
Tabla 23 Resultados del ensayo a compresión de mortero para tarrajeo.	84
Tabla 24 Coeficientes de corrección (CCe) por esbeltez.	87
Tabla 25 Resultados resistencia característica a compresión axial - pilas ST, CT, TRD..	89
Tabla 26 Resultados del ensayo a compresión diagonal de muretes.	93
Tabla 27 Resultados del módulo de elasticidad P-ST de 2 hiladas.....	99

Tabla 28	Resultados del módulo de elasticidad de P-CT de 2 hiladas.....	101
Tabla 29	Resultado del módulo de elasticidad de P-TRD de 2 hiladas.....	103
Tabla 30	Resultados del módulo de elasticidad de P-ST de 4 hiladas.....	105
Tabla 31	Resultados del módulo de elasticidad de P-CT de 4 hiladas.....	107
Tabla 32	Resultados del módulo de elasticidad de P-TRD de 4 hiladas.....	109
Tabla 33	Resultados del módulo de elasticidad de pilas.....	110
Tabla 34	Análisis de los resultados de Em por tipo de pila con el RNE-E070.....	111
Tabla 35	Resultados del módulo de corte de muros sin tarrajeo (M-ST).....	116
Tabla 36	Resultados del módulo de corte de los muros con tarrajeo M-CT.....	118
Tabla 37	Resultados del módulo de corte de M-TRD.....	120
Tabla 38	Resumen de resultados de módulo de corte de muretes.....	121
Tabla 39	Análisis de los resultados de módulo de corte respecto al RNE-E070.....	122
Tabla 40	Resultados de la distribución t Student P-ST, P-CT.....	133
Tabla 41	Resultados de la distribución t Student P-ST, P-TRD.....	133
Tabla 42	Resultados de la distribución t Student P-CT, P-TRD.....	133
Tabla 43	Resumen de los resultados prueba de t student hipótesis específica 01.....	134
Tabla 44	Resultados de la distribución t Student M-ST, M-CT.....	136
Tabla 45	Resultados de la distribución t Student M-ST, M-TRD.....	136
Tabla 46	Resultados de la distribución t Student M-CT, M-TRD.....	136
Tabla 47	Resumen de los resultados prueba de t student hipótesis específica 02.....	137
Tabla 48	Resultados de la distribución t Student P-ST, P-CT.....	139
Tabla 49	Resultados de la distribución t Student P-ST, P-TRD.....	139
Tabla 50	Resultados de la distribución t Student P-CT, P-TRD.....	139
Tabla 51	Resumen de los resultados prueba de t student hipótesis específica 03.....	140
Tabla 52	Resultados de la distribución t Student M-ST, M-CT.....	142
Tabla 53	Resultados de la distribución t Student M-ST, M-TRD.....	142
Tabla 54	Resultados de la distribución t Student M-CT, M-TRD.....	142
Tabla 55	Resumen de los resultados prueba de t student hipótesis específica 04.....	143

Índice de figuras

Figura 1 Evolución de la vivienda en la zona urbana de la ciudad de Abancay.	3
Figura 2 Edificios mayores a tres pisos en la zona urbana de la ciudad de Abancay.	5
Figura 3 Patologías típicas en los muros de viviendas.	5
Figura 4 Soga Driza.	37
Figura 5 Nudos para el refuerzo con soga driza.	39
Figura 6 Pila estándar para el ensayo de compresión.	41
Figura 7 Instrumentación en ensayo de pilas.	43
Figura 8 Instrumentación ensayo de murete.	45
Figura 9 Esfuerzos ante la carga a compresión diagonal.	46
Figura 10 Cálculo de la resistencia a corte.	52
Figura 11 Formas de falla.	54
Figura 12 Diagrama de distribución bilateral de “t” de Student.	73
Figura 13 Variabilidad dimensional de B-1, B-2 y B-3, respecto al RNE-E070.	76
Figura 14 Análisis del alabeo de las 03 bloqueteras ensayadas, respecto al RNE-E070.	77
Figura 15 Análisis % de vacíos de 03 bloqueteras ensayadas, respecto al RNE-E070.	78
Figura 16 Resistencia a compresión de B-1, B-2 y B-3 comparado con RNE-070.	80
Figura 17 Curva granulométrica de la arena gruesa.	83
Figura 18 Variación del comportamiento mecánico en prismas de albañilería.	85
Figura 19 Ensayo de resistencia a compresión axial de pilas de albañilería.	86
Figura 20 Curva de ajuste de C _{Ce} de f'm por esbeltez obtenido de forma experimental.	87
Figura 21 Variación de la resistencia característica a compresión axial en pilas.	89
Figura 22 Incremento de resistencia característica a compresión axial respecto a P- ST90.	91
Figura 23 Tipos de fallas en pilas de albañilería.	91
Figura 24 Ensayo a compresión diagonal de muretes de albañilería.	92
Figura 25 Resultados del ensayo a compresión diagonal de muretes.	93
Figura 26 Análisis de la variación de resultados a compresión diagonal de muretes.	94
Figura 27 Incremento de la resistencia a compresión diagonal respecto al M-ST.	95

Figura 28	Análisis de resultados de V'm de muros respecto al RNE-E070.....	96
Figura 29	Tipos de fallas en muretes de albañilería.	97
Figura 30	Carga - Desplazamiento vertical en P-ST de 2 hiladas.....	98
Figura 31	Carga – Desplazamiento vertical P-CT de 2 hiladas.	100
Figura 32	Carga – Desplazamiento vertical en P-TRD de 2 hiladas.	102
Figura 33	Carga – Desplazamiento vertical de P-ST de 4 hiladas.....	104
Figura 34	Carga – Desplazamiento vertical de P-CT de 4 hiladas.....	106
Figura 35	Carga – Desplazamiento vertical de P-TRD de 4 hiladas.	108
Figura 36	Variación del módulo de elasticidad por tipo de pila.	110
Figura 37	Incrementos del módulo de elasticidad por tipo de pila.	111
Figura 38	Comparación del módulo de elasticidad por tipo de pila con el RNE-E070....	112
Figura 39	Análisis del módulo de elasticidad por tipo de pilas respecto al RNE-E070...	112
Figura 40	Carga - Desplazamiento vertical de muros sin tarrajeo (M-ST).	115
Figura 41	Carga - Desplazamiento horizontal de muros sin tarrajeo (M-ST).	115
Figura 42	Carga - Desplazamiento vertical de muros con tarrajeo M-CT.	117
Figura 43	Carga - Desplazamiento horizontal de muros con tarrajeo M-CT.	117
Figura 44	Carga – Desplazamiento vertical de muros tarrajeadas reforzadas con soga driza M-TRD.	119
Figura 45	Carga – Desplazamiento horizontal de muros tarrajeadas reforzadas con soga driza M-TRD.	119
Figura 46	Variación del módulo de corte por tipo de muro.	121
Figura 47	Incrementos de módulo de corte por tipo de muro.	121
Figura 48	Comparación de módulo de corte con el RNE-E070.	123
Figura 49	Análisis del módulo de corte con respecto al RNE-E070.....	124
Figura 50	Discusión de resultados del objetivo 01 respecto otros autores.	128
Figura 51	Discusión de resultados del objetivo 02 respecto otros autores.	129
Figura 52	Discusión de resultados del objetivo 03 respecto otros autores.	130
Figura 53	Discusión de resultados del objetivo 04 respecto otros autores.	131

Figura 54 Diagrama de distribución bilateral de “t” de Student.	134
Figura 55 Diagrama de distribución bilateral de “t” de Student.	137
Figura 56 Diagrama de distribución bilateral de “t” de Student.	140
Figura 57 Diagrama de distribución bilateral de “t” de Student.	143

Resumen

La investigación tuvo como objetivo determinar la variación del comportamiento mecánico en prismas de albañilería tradicional y reforzadas con soga driza utilizando bloques huecos de concreto en la ciudad de Abancay, 2021. Por consiguiente, la metodología empleada fue de tipo aplicada, nivel explicativo, diseño experimental de enfoque cuantitativo, con muestra de tipo no probabilístico conformado de 30 pilas y 15 muretes distribuidos en prismas tradicionales y reforzadas con soga driza. Los datos fueron recolectados en fichas de observación utilizando la técnica de la observación. Del ensayo a compresión axial y diagonal, realizada a los 28 días de prismas sin tarrajeo, con tarrajeo y tarrajeo reforzado con soga driza se obtuvo las propiedades mecánicas de la albañilería resultando: $f'm$ de 35.49 kg/cm², 37.91 kg/cm², 41.10 kg/cm², $V'm$ de 6.43 kg/cm², 7.52 kg/cm², 7.84 kg/cm², E_m de 14184.10 kg/cm², 14964.26 kg/cm², 16335.83 kg/cm² y G_m de 4680.45 kg/cm², 5359.91 kg/cm², 5882.31 kg/cm² respectivamente. En ese sentido, se concluyó que el refuerzo propuesto vario significativamente el comportamiento de los muros de albañilería de bloques huecos de concreto, presentando incrementos en sus propiedades mecánicas, así mismo, cambió el modo de falla de una frágil y explosiva a una dúctil, lenta y progresiva producto del confinamiento dado por la albañilería - enmallado de soga driza.

Palabra clave: Resistencia a compresión axial, Resistencia a compresión diagonal, módulo de elasticidad, módulo de corte, soga driza.

Abstract

The research aimed to determine the variation of mechanical behavior in traditional masonry prisms and reinforced with halyard rope using hollow concrete blocks in the city of Abancay, 2021. Therefore, the methodology used was applied, explanatory level, experimental design with a quantitative approach, with a non-probabilistic sample consisting of 30 piles and 15 walls distributed in traditional prisms and reinforced with rope. Data were collected on observation cards using the observation technique. From the axial and diagonal compression test, carried out after 28 days, of the prisms without tarrajaing, with tarrajo and tarrajeo reinforced with halyard rope, the mechanical properties of the masonry were obtained, resulting in: $f'm$ of 35.49 kg/cm², 37.91 kg/cm², 41.10 kg/cm², $V'm$ of 6.43 kg/cm², 7.52 kg/cm², 7.84 kg/cm², E_m of 14184.10 kg/cm², 14964.26 kg/cm², 16335.83 kg/cm² and G_m of 4680.45 kg/cm², 5359.91 kg/cm², 5882.31 kg/cm² respectively. In this sense, it was concluded that the proposed reinforcement significantly varied the behavior of the masonry walls of hollow concrete blocks, presenting increases in their mechanical properties, likewise, it changed the mode of failure, from fragile and explosive to a ductile, slow and progressive one as a result of the confinement given by the masonry - rope meshing.

Keyword: Axial compressive strength, Diagonal compressive strength, modulus of elasticity, cutting modulus, rope driza.

Introducción

La albañilería es hoy en día y sin duda será por mucho tiempo el principal material estructural para resolver las demandas de viviendas debido al crecimiento poblacional en el Perú (San Bartolomé et al., 2018). La ciudad de Abancay no es ajeno a esta situación y ante la necesidad de vivienda; se construyen infraestructuras de albañilería confinada sin orientación técnica de profesionales y haciendo uso de materiales no idóneos (Llamccaya ,2018). Tal es el caso del empleo de unidades huecas de concreto, como unidades de albañilería utilizadas en muros portantes, que según el RNE E-070 prohíbe su uso por tener más del 30% del área bruta ocupado por perforaciones y presentar fallas de carácter frágil y explosivo, poniendo en peligro la vida humana ante eventos sísmicos. Frente esta problemática, se propuso reforzar los muros con sogas drizas con el propósito de obtener mejores desempeños estructurales incrementando la ductilidad y evitar la fragilidad de los muros. En ese sentido, la investigación tuvo el objetivo de estudiar la variación del comportamiento mecánico de prismas de albañilería tradicionales y reforzadas con sogas drizas evaluadas mediante ensayos a compresión en pilas y muretes en base a la NTP 399.621 y 399.605.

La estructura de la investigación consta de cuatro capítulos: En el Capítulo I se desarrolló la identificación y formulación de la realidad problemática, justificación, objetivos, delimitaciones, viabilidad y limitaciones de la investigación. En el capítulo II, se desarrolló el marco teórico enfocado en los antecedentes y bases teóricas relacionadas a las variables, dimensiones e indicadores del estudio. El capítulo III contiene la metodología de la investigación. En el capítulo IV se desarrolló los resultados, discusión y prueba de hipótesis. Finalmente se presentaron las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y los anexos .

Capítulo I. Plan de Investigación

1.1. Descripción de la Realidad Problemática

En varios lugares del mundo, las últimas décadas ocurrieron diferentes eventos sísmicos, cuyos acontecimientos provocaron desastres masivos con pérdidas de vidas y económicas. Por tal motivo, en la ingeniería se implementaron normas de diseño estructural con el propósito de salvaguardar las vidas y evitar el colapso de las construcciones, sin embargo, debido al crecimiento poblacional y necesidad de vivienda algunas infraestructuras se construyeron sin la aplicación de las normas, sin ninguna dirección técnica, con materiales que no cumplen los estándares de calidad, es decir, son autoconstruidas, por lo cual dichas construcciones se encuentran vulnerables ante eventos sísmicos y requieren reforzamientos (Álvarez y Botello, 2021).

El Perú, no es ajeno a este escenario ya que hoy en día y desde la década de 1940 el sistema constructivo más común en el país es la albañilería confinada más aun debido al crecimiento poblacional (San Bartolomé et al., 2018). Así mismo, el 70% de las viviendas son autoconstruidas sin respetar las normativas vigentes y sin ningún tipo de asesoramiento técnico- profesional (Andina,2020). En ese sentido, debido a esta situación el principal error constructivo o el más evidente es el uso de unidades huecas no permitidas para muros portantes de acuerdo al RNE

E-070 (**Tabla 3**), puesto que en estas unidades más del 30% del área total es ocupado por vacíos por lo que presentan fallas de carácter frágil y explosivo. Este hecho conlleva que se tengan construcciones vulnerables ante eventos sísmicos más aun en el Perú por estar ubicado en el cinturón de fuego del Pacífico lo cual lo hace un país altamente sísmico; como es el caso sucedido en el sismo del año 2007 en Ica según reporte del INDECI (2011), el 56% de las viviendas presentaron daños, tal situación se debió a un mal diseño, uso de unidades inadecuadas, falta de asesoramiento y técnicas constructivas. Así mismo, se verifico que la mayor cantidad de muertos se debieron por el colapso de las edificaciones donde los habitantes no pudieron evacuar a tiempo. Por tal razón, se tiene que estar preparado, por consiguiente, es indispensable reforzar las edificaciones mediante técnicas prácticas y al alcance de las mayorías, permitiendo de este modo salvaguardar vidas humanas y económicas (Espinosa y Bazalar, 2021).

La ciudad de Abancay, como otras ciudades del Perú no está alejada del crecimiento urbano, lo que ha conllevado a la gran demanda de viviendas, por lo que las familias construyen viviendas de albañilería confinada con sus propios medios sin orientación técnica de profesionales y haciendo uso de materiales no idóneos (Llamccaya, 2018). Es el caso del uso de bloques huecos de concreto como unidades de albañilería, puesto que actualmente existe un incremento en la utilización de dichas unidades debido al incremento de construcciones. Como se registra según los censos del INEI (**Tabla 1**: Viviendas con material predominante en paredes exteriores). En tales censos, se registra que en el año 1993 existían 741 viviendas de ladrillo o bloque de concreto, el año 2007 se tenía 3485 viviendas incrementando en un 78.7% y para el año 2017 se tuvo un total de 10103 viviendas incrementando en un 64.4% respecto al censo anterior. Por el contrario, la

construcción de viviendas de adobe tuvo una tendencia de crecimiento negativo, lo cual indica que con el paso de los años las antiguas edificaciones de adobe han sido reemplazados por unidades huecas de concreto.

Tabla 1

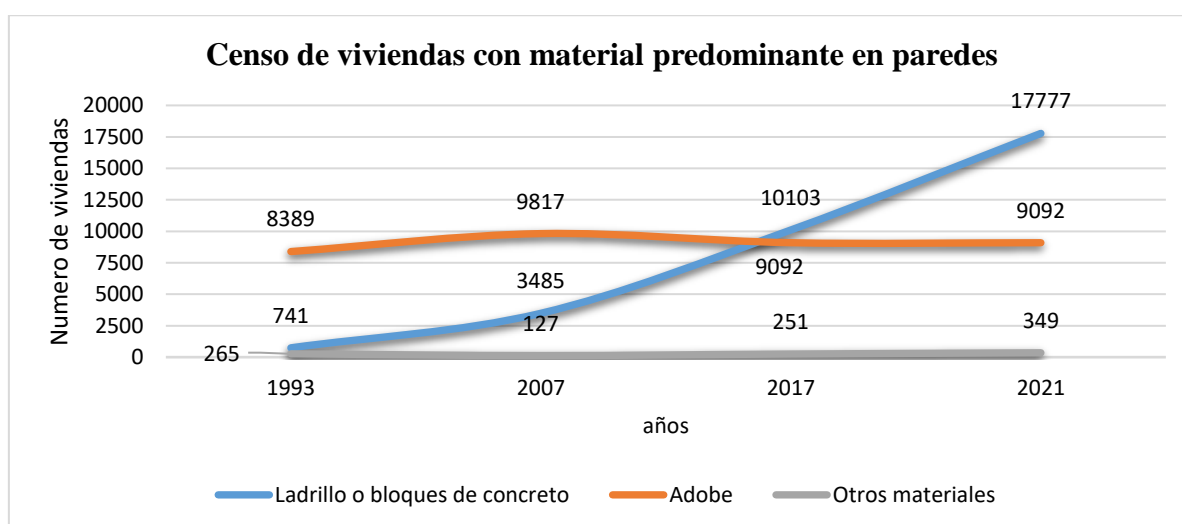
Censo de viviendas INEI 1993,2007 y 2017.

Viviendas con material predominante en paredes				
CENSO-INEI	Ladrillo o bloques de concreto	Adobe	Otros materiales	TOTAL
1993	741	8389	265	9395
2007	3485	9817	127	13429
2017	10103	9092	251	19446

Nota. Fuente Censo INEI-1993, 2007 y 2017.

Figura 1

Evolución de la vivienda en la zona urbana de la ciudad de Abancay.



Nota. Fuente Censo INEI-1993, 2007 y 2017.

De la **Figura 1**, se puede apreciar como es el comportamiento de la evolución de las viviendas en la ciudad de Abancay, donde las viviendas construidas en base a bloques y ladrillos tienen una tendencia a crecimiento exponencial, en ese sentido, las viviendas construidas de albañilería en la ciudad de Abancay están compuesta por bloques de concreto hueco en su mayoría.

Agregando a lo anterior, la utilización de las unidades huecas de concreto como alternativa en la construcción se debe a que son más accesibles en la zona por lo económico, los materiales, facilidad de fabricación y desconocimiento del empleo de la unidad, por lo que son usados en la construcción de albañilería confinada como muros portantes, sin embargo, de acuerdo al RNE E-070 (**Tabla 2**: Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales), prohíbe el uso de dichas unidades por presentar más del 30% del área bruta de la unidad ocupada por perforaciones (**Figura 15**), puesto que, el empleo de estas unidades en los muros portantes representan un peligro por su tipo de falla frágil y explosivo (San Bartolomé et al., 2018), por lo que el desempeño de las viviendas ante eventos de sismos es vulnerable y un peligro para los habitantes. Por lo tanto, frente esta problemática, es necesario tomar medidas preventivas de refuerzo para obtener mejores desempeños estructurales brindando mayor ductilidad a los muros de albañilería.

Tabla 2

Limitaciones para el uso de la unidad de albañilería con fines estructurales.

Tipo	Zona Sísmica 2 y 3		Zona Sísmica 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal *	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Alveolar	Sí Celdas totalmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Si
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

Nota. Fuente RNE E - 070, 2006.

En la **Figura 2**, se visualiza la existencia de viviendas de varios pisos que fueron construidos como albañilería confinada, utilizando bloques huecos de concreto, lo cual no está permitido según la normativa vigente como se mencionó.

Figura 2

Edificios mayores a tres pisos en la zona urbana de la ciudad de Abancay.



Nota. La figura muestra edificios construidos utilizando sistema de albañilería confinada, mayores a tres pisos, con unidades huecas de concreto tradicionales que se comercializa en la ciudad de Abancay, la figura pertenece a la Av. Perú, Av. Núñez y Av. 4 de noviembre. Elaboración propia.

En la **Figura 3**, se observa la patología que se presenta en los muros de las viviendas construidas con unidades de concreto, estas patologías no se muestran en el momento de la construcción, se hacen visibles en un determinado tiempo de la construcción, como son las rajaduras o grietas en los muros el cual ocurre por deficiencias en la construcción y cuando son sometidas a cargas para el cual no fueron diseñadas.

Figura 3

Patologías típicas en los muros de viviendas.



Nota. La figura muestra patologías como grietas y fisuras a causa de la deformación excesiva de vigas, losa y/o aplastamiento de la estructura. Elaboración propia.

Así mismo, de acuerdo a Huashua y Sánchez (2017) y Llamccaya (2018), en la evaluación realizada de la “Vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas en la ciudad de Abancay”, concluyeron que las edificaciones presentan una vulnerabilidad sísmica alta del 52% y 56% respectivamente, indicando que las construcciones podrían colapsar ante un sismo severo. Por tal motivo, recomiendan el reforzamiento de los muros de albañilería para darle mayor ductilidad y resistencia al corte, de esta manera disminuir los efectos de un sismo de grandes magnitudes el cual podría causar pérdidas tanto materiales y humanas.

Por lo tanto, frente a esta realidad en la investigación se tuvo la interrogante ¿Cómo podemos reforzar los muros de albañilería con refuerzos que sean accesibles para la sociedad?, por ello nació la idea de reforzar con sogas drizas los muros de albañilería confinada elaborados con unidades huecas de concreto en viviendas. De ahí que, una vez propuesto el reforzamiento surgió las interrogantes: ¿Cómo será el comportamiento mecánico en prismas de albañilería sin tarrajeo y con tarrajeo utilizando bloques huecos de concreto, ¿Cómo será el comportamiento mecánico en prismas de albañilería reforzadas con sogas drizas utilizando bloques huecos de concreto?, así mismo, ¿Podrá el refuerzo propuesto variar el comportamiento en muros de albañilería confinada de bloques huecos de concreto?. Por consiguiente, para entender como es el comportamiento de los muros de albañilería se tuvo que estudiar las propiedades mecánicas mediante prismas de albañilería tradicionales y reforzadas con sogas drizas; enfocados en las resistencias a compresión axial, resistencia a compresión diagonal, módulos de elasticidad y corte de la albañilería.

1.2. Identificación y Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

¿Cuál es la variación del comportamiento mecánico en prismas de albañilería tradicional y reforzadas con soga driza utilizando bloques huecos de concreto en la ciudad de Abancay, 2021?

1.2.2. Problemas Específicos

- ❖ ¿Cuál es la variación de la resistencia a compresión axial en pilas de albañilería tradicional y reforzadas con soga driza utilizando bloques huecos de concreto en la ciudad de Abancay, 2021?
- ❖ ¿Cuál es la variación de la resistencia a compresión diagonal en muretes de albañilería tradicional y reforzadas con soga driza utilizando bloques huecos de concreto en la ciudad de Abancay, 2021?
- ❖ ¿Cuál es la variación del módulo de elasticidad en pilas de albañilería tradicional y reforzadas con soga driza utilizando bloques huecos de concreto en la ciudad de Abancay, 2021?
- ❖ ¿Cuál es la variación del módulo de corte en muretes de albañilería tradicional y reforzadas con soga driza utilizando bloques huecos de concreto en la ciudad de Abancay, 2021?

1.3. Justificación de la Investigación

1.3.1. Conveniencia.

En la ciudad de Abancay el 51.95% de las viviendas están construidas con unidades de concreto (INEI, 2017), tales unidades empleadas en la construcción de viviendas son unidades con más del 30% área bruta de asiento ocupado por vacíos, por lo tanto, se clasifican como unidades de albañilería hueca (RNE E-070, 2006). Así mismo, la gran mayoría de las viviendas fueron edificadas como sistema

estructural de albañilería confinada, haciendo uso de este tipo de unidad por desconocimiento sin ningún apoyo técnico - profesional, sin embargo, el reglamento nacional de edificaciones E-070 prohíbe su empleo como muros portantes en la zona sísmica de la investigación.

Por tal motivo, la investigación se desarrolló en la ciudad de Abancay específicamente para las viviendas construidas con muros portantes, es decir de albañilería confinada de unidades huecas de concreto, la finalidad de esta investigación es determinar la variación del comportamiento mecánico en muestras de prismas de albañilería construidas tradicionalmente, es decir, con materiales de la zona mediante prismas sin tarrajeo y con tarrajeo, teniendo la premisa que las unidades huecas de concreto utilizadas en la zona se encuentran prohibidas por la normativa vigente por ser una unidad frágil, explosiva; por tal razón, con el propósito de incrementar la rigidez de los muros portantes se reforzó con soga driza para mejorar el comportamiento mecánico brindándole ductilidad ante posibles eventos sísmicos de gran magnitud.

1.3.2. Relevancia social.

La investigación aporta datos de las propiedades físicas - mecánicas de las unidades, las propiedades mecánicas de los muros de albañilería utilizadas tradicionalmente en la construcción de viviendas en la ciudad de Abancay, así mismo, la alternativa de refuerzo propuesto con soga driza, aporta un nuevo método de construcción muy diferente a las tradicionales, en ese sentido, la investigación servirá de antecedente para realizar reforzamientos de este tipo dando a conocer sus ventajas como la ductilidad en la aplicación de muros de albañilería de bloques huecos de concreto. Por tal razón, en la investigación se

planteó como alternativa de refuerzo en la albañilería con el propósito de buscar un comportamiento dúctil ante sollicitaciones de compresión y corte.

1.3.3. Implicaciones prácticas.

Las viviendas de la ciudad de Abancay se encuentran vulnerables ante un sismo de gran magnitud debido al uso de la unidad hueca de concreto; por ende, con la investigación se podrá entender y aplicar el reforzamiento con sogas drizas para mejorar el comportamiento mecánico de los muros portantes.

1.3.4. Valor teórico.

Con la investigación realizada se obtuvo las propiedades físicas - mecánicas de la unidad y las propiedades mecánicas de muros tradicionales empleadas en la ciudad de Abancay mediante prismas de albañilería. Así mismo, conocer las propiedades mecánicas de muros reforzados con sogas drizas, de este modo poder incorporar en viviendas construidas de albañilería con unidades huecas de concreto.

1.3.5. Utilidad metodológica.

Con la investigación se aportó instrumentos de recolección de datos validados para aplicar en estudios referentes al comportamiento mecánico de muros de albañilería, de este modo, la comunidad investigadora contará con instrumentos útiles para futuras investigaciones a nivel local y nacional.

También desde otra perspectiva académica este proyecto de investigación servirá como aporte para cualquier otro estudio en esta área de investigación en la ciudad de Abancay.

1.4. Objetivos de la Investigación

1.4.1. Objetivo General

Determinar la variación del comportamiento mecánico en prismas de albañilería tradicional y reforzadas con sogas drizas utilizando bloques huecos de concreto en la ciudad de Abancay, 2021.

1.4.2. Objetivos Específicos

- ❖ Determinar la variación de la resistencia a compresión axial en pilas de albañilería tradicionales y reforzadas con sogas drizas utilizando bloques huecos de concreto en la ciudad de Abancay, 2021.
- ❖ Determinar la variación de la resistencia a compresión diagonal en muretes de albañilería tradicional y reforzadas con sogas drizas utilizando bloques huecos de concreto en la ciudad de Abancay, 2021.
- ❖ Determinar la variación del módulo de elasticidad en pilas de albañilería tradicional y reforzadas con sogas drizas utilizando bloques huecos de concreto en la ciudad de Abancay, 2021.
- ❖ Determinar la variación del módulo de corte en muretes de albañilería tradicional y reforzadas con sogas drizas utilizando bloques huecos de concreto en la ciudad de Abancay, 2021.

1.5. Delimitaciones de la Investigación

1.5.1. Espacial

El presente estudio se ejecutó en la ciudad Abancay, provincia de Abancay, departamento Apurímac; lugar donde se obtuvo los materiales para la construcción de las muestras, así mismo, se realizó los estudios y ensayos pertinentes.

1.5.2. Temporal

La investigación se desarrolló en el periodo correspondiente al año 2021.

1.5.3. Social

La investigación no presentó delimitación social, debido a que los estudios efectuados estuvieron enmarcados en evaluar las muestras de pilas y muretes de albañilería de unidades huecos de concreto.

1.5.4. Conceptual

La investigación se delimitó al estudio de pilas, muretes tradicionales y reforzadas con sogas driza elaborados con bloques huecos de concreto, las cuales fueron sometidos a ensayos de compresión axial y diagonal; donde se determinó como es la variación del comportamiento de los diferentes prismas de albañilería enfocado en sus propiedades mecánicas, tales como es la resistencia característica axial, corte y los módulos de elasticidad y corte.

Así mismo, se delimitó a la elaboración de pilas y muretes tradicionales (sin tarrajeo y con tarrajeo) y reforzadas con sogas driza, elaborados con bloques huecos de concreto de 12x40x20 cm, mortero de acuerdo al RNE-E.070 con dosificaciones de cemento arena 1:4, espesor de junta 1.50 cm, uso de agregado de la cantera Murillo, Cemento Portland IP Yura en presentación en bolsa de 42.50 kg y agua potable. Se utilizó como alternativa de refuerzo la soga driza (polipropileno) de 1/8" de espesor, con una distribución horizontal y vertical de 1 @ 0.05 y R @ 0.2 m formando una especie de malla. Los ajustes verticales y horizontales una vez tensados los lasos se amarro con nudos según recomendación del RNE E-080.

1.6. Viabilidad de la Investigación

Esta investigación fue factible, puesto que se tuvo la disposición de información, tanto en internet, libros, revistas científicas, publicaciones de investigaciones, de igual manera, la disponibilidad del asesor de tesis para verificar el procedimiento de la investigación. Así como también, se contó con la logística para ejecutar el estudio de pilas, muretes tradicionales y reforzadas con sogas driza elaborados con bloques huecos de concreto.

1.7. Limitaciones de la Investigación

Durante el desarrollo de la investigación se tuvo dificultades tecnológicas respecto al equipo para ensayos de resistencia a la compresión de prismas de albañilería, puesto que la universidad Tecnológica de los Andes no cuenta con equipos para ensayos de albañilería, en la etapa de elaboración del Plan de tesis se consultó en laboratorio externo en la ciudad de Cusco para realizar los ensayos respectivos de muros, sin embargo, durante la ejecución del proyecto informo que el equipo no se encuentra operativo, por tal motivo se realizó la adquisición del equipo denominado Prensa Hidráulica de capacidad 60 tn debidamente calibrada y certificada; toda esa situación no facilitaron el trabajo de recolección de información.

Las pruebas de laboratorio respecto a ensayos de unidades de albañilería y mortero, no se pudieron realizar en las instalaciones de la Universidad Tecnológica de los Andes, debido a la emergencia sanitaria COVID-19, por tal razón se tuvo que requerir los servicios de un laboratorio particular de la localidad, esto ocasionó mayores costos en la elaboración del trabajo de investigación. Así mismo, la adquisición no prevista del equipo para ensayos de pilas y muretes genero costos extras.

Capítulo II. Marco Teórico

2.1. Antecedentes de Investigación

De acuerdo a la revisión de la literatura encontramos estudios realizados en otros contextos relacionados al tema de “Variación del comportamiento mecánico en prismas de albañilería tradicional y reforzadas con sogas driza utilizando bloques huecos de concreto en la ciudad de Abancay, 2021”, como se menciona a continuación.

2.1.1. A Nivel Internacional

Devoz y Terán (2020), en la investigación “Análisis comparativo de resistencias a la compresión de muretes de mampostería sin reforzar y reforzados con malla electrosoldada para uso en edificaciones coloniales en procesos de restauración y conservación patrimonial” realizada en la ciudad de Cartagena, Colombia. La investigación tuvo como objetivo implementar técnicas de uso de mallas electro-soldadas para el refuerzo estructural de mampostería colonial tipo I con valor histórico y patrimonial, el enfoque de la investigación fue mixta dado que recolecto y analizo datos cualitativos y cuantitativos, como muestra se tuvo 10 prismas sin refuerzo y 10 con refuerzo, las cuales fueron ensayadas a compresión, donde se concluyó que las muestras sin refuerzo lograron resistir 4.35kg/cm^2 y las muestras reforzadas 11.423 kg/cm^2 , obteniendo un incremento de 162.59%, así

mismo, se determinó experimentalmente el módulo de elasticidad de las prismas resultando un promedio de 2079.87 kg/cm². La investigación apporto con criterios de muestreo, ensayos en laboratorio y procesamiento de datos de acuerdo a las normas colombianas.

Brusil y Peñafiel (2020), en la investigación “Estudio experimental de mampostería postensada resistente a cargas laterales y verticales, constituida por bloques de hormigón tipo lego”. La investigación busco establecer la confiabilidad de utilizar muros postensados como albañilería estructural que mejore el comportamiento dentro de la filosofía sismorresistente. La metodología aplicada en la investigación fue correlacional, experimental, se tuvo como muestra 07 pilas sin refuerzo y 07 pilas con refuerzo, los cuales fueron instrumentados con equipos LVDT y ensayadas bajo la norma ASTM C1314-2018, obteniendo datos como la resistencia axial y la deformación de las pilas, de manera similar tomo como muestra 04 muretes sin reforzar y 04 muretes con refuerzo postensado, las cuales fueron instrumentados con equipos LVDT y el ensayo fue realizado bajo la norma australiana AS 3700-2011, obteniendo datos de resistencia a corte diagonal y módulo de corte, cabe destacar que Ecuador no tiene una norma para albañilería confinada por ello usa normas extranjeras, teniendo los siguientes resultados: resistencia axial de pilas sin refuerzo 3.78 MPa y con refuerzo 4.63 MPa, resistencia a compresión diagonal de muretes sin refuerzo 0.41 MPa, resistencia a compresión diagonal de muretes con refuerzo 0.57 MPa, los módulos de elasticidad para pilas sin refuerzo 655 MPa y para reforzado es 639.7 MPa, el módulo de corte para muros sin refuerzo es 375.2 MPa y reforzado 590.6 MPa. El investigador apporto datos experimentales de

resistencia a compresión axial, compresión diagonal, módulos de rigidez y módulo de corte para pilas y muretes sin refuerzo y con refuerzo postensada verticalmente y demuestra con sus resultados el incremento de dichas propiedades de los prismas.

Gamba (2019), en la tesis de maestría: “Reforzamiento por una cara de muros de mampostería de arcilla con unidades de perforación horizontal”. El investigador tuvo como objetivo determinar si era factible realizar el reforzamiento de un lado de la cara de la albañilería de unidades tipo bloque #5 con una malla electrosoldada y fibras de acero, para el cual se determinó las propiedades mecánicas de los prismas de albañilería. La investigación empleo una metodología descriptiva, como muestra tuvo 03 muretes sin refuerzo y 03 muretes con refuerzo de una cara para someter a compresión diagonal y 04 muretes sin y con refuerzo de una cara para compresión axial, los ensayos fueron realizados según las normas NTC-4925:2001 y la NTC3495:2003, en la investigación se obtuvo como resultado mayor resistencia y rigidez a compresión en los muros reforzados en una sola cara respecto al muro sin refuerzo, también, determino que los muros reforzados no tienen una falla explosiva, igualmente de los ensayos a tensión diagonal se obtuvo que el incremento de esfuerzos es de 1.43 veces respecto al muro sin refuerzo, el investigador concluyo que es factible realizar el reforzamiento con este tipo de metodología debido que mejora sustancialmente las propiedades mecánicas de los prismas, también incrementa la deformación de los muros sin presentar fallas explosivas, permitiendo que en casos de sismos no llegue a fallar de manera explosiva los muros y prevenga las caídas, incrementando la seguridad de la vida humana.

Mercedes (2019), en la tesis de doctorado de la Universidad Politécnica de Cataluña, titulada: "Análisis del comportamiento frente acciones cíclicas de muros de mampostería reforzados con materiales compuestos de matriz inorgánica y tejidos de fibras vegetales" realizada en Terrassa-Barcelona tuvo como objetivo analizar fibras vegetales, alternas a las sintéticas con el fin de desarrollar compuestos FRCM (Compuestos de matriz cementosa reforzados con fibra) los cuales fueron aplicadas en muros de mampostería destinadas a ensayos de carga cíclica, los datos obtenidas sirvieron para desarrollar herramientas de cálculo. La investigación tuvo un enfoque cuantitativo debido a que el investigador llevo un orden en el estudio, así mismo, manipulo sus variables y utilizo la estadística, el autor tomo 02 muestras de cada tipo de mamposterías es decir de la mampostería sin refuerzo, mampostería solo con mortero y las muestras reforzadas con cáñamo, algodón y de vidrio haciendo un total de 10 muestras. El investigador llego a la conclusión que los refuerzos empleados en la mampostería tuvieron un incremento a la tracción y la rigidez, la mampostería reforzada con cáñamo alcanzo un incremento de 84% y 92% a la tracción y módulo de elasticidad, así mismo indica que es posible utilizar fibras vegetales para producir refuerzo FRCM (Compuestos de matriz cementosa reforzados con fibra). La investigación aporto con procesos de refuerzos no estudiados, sistema de refuerzo, selección de muestras, metodologías de ensayo de las muestras.

K Saravana et al., (2018), en el artículo "Refuerzo de mampostería de ladrillo con malla de alambre electrosoldada" investigación realizada en Trichy, Tamilnadu, India en la universidad de SATRA Deemed, tuvo como objetivo

mejorar la rigidez de la albañilería existente debido a que existe riesgo de colapso por la alta sismicidad y la aplicación de la mano de obra no calificada en la construcción de viviendas, el investigador buscó un tipo de reforzamiento que fuese accesible para la sociedad, por ello planteó reforzar los muros de albañilería con mallas de alambre expandido, las muestras fueron ensayadas de acuerdo a la norma ASTM E518/E518-15 prueba a compresión de prismas y flexión de mampostería, las muestras utilizadas fueron 05 prismas patrón sin refuerzo y 05 prismas con refuerzo para ser sometidos a resistencia a compresión, igualmente, se tuvo 03 prismas sin refuerzo y con refuerzo para flexión, donde se tuvo como resultado que las prismas reforzadas obtuvieron un incremento del 65% respecto a las tradicionales en el ensayo a compresión y 48% de incremento en la resistencia a flexión de prismas. La investigación aportó con datos alentadores para la investigación debido a que los refuerzos planteados incrementaron la rigidez de los prismas.

Acuña (2018), en la tesis de pregrado “Análisis comparativo de resistencias a compresión en muros de mampostería, por medio del uso de fibras de carbono y basalto para procesos de restauración y conservación” realizada en Cartagena de Indias, Colombia, tuvo como objetivo analizar los muros de mampostería colonial, reforzarlas con fibras de carbono y basalto, los cuales fueron sometidos a ensayos mecánicos, la investigación fue de enfoque mixto debido a que se aplicó la observación y evaluación de fenómenos que estableció ideas sobre la base de las pruebas; el investigador construyó 09 muestras divididas en 03 muestras típicas, 03 muestras reforzadas con polímero de fibras de carbón y 03 muestras reforzadas con polímero de

fibras de basalto. Las muestras fueron ensayadas con equipos normalizados, se caracterizó las propiedades físicas y mecánicas de las unidades y morteros utilizados, así mismo, se ensayaron los prismas de mampostería. Se concluyó que las muestras sin refuerzo tuvieron una resistencia promedio de 3.69 kg/cm^2 , las muestras reforzadas con polímeros de carbono tuvieron una resistencia de promedio de 4.98 kg/cm^2 y para muestras reforzadas con polímeros de fibra de basalto fue de 5.92 kg/cm^2 , donde se aprecia un incremento del 25.95% y 30.25% consecutivamente con respecto a la muestra natural. La investigación aportó con conceptos de manejo de muestras, manipulación de la muestra, ideas de como incrementar la rigidez de los prismas al incrementar un refuerzo.

Leonardo y Marino (2016), llevó a cabo un estudio en la Universidad Carabobo-Venezuela en el cual investigó: "Evaluación de la Resistencia a Compresión de Bloques de Concreto Estructurales". El objetivo principal de esta investigación corresponde a la evaluación de la resistencia a compresión de bloques estructurales, y compararlos tanto con los bloques de concreto disponibles en el mercado actual, como con los parámetros establecidos en la norma COVENIN 42-82 para bloques empleados en paredes de carga expuestas o no a la humedad. Se realizaron 3 diseños de mezcla para la fabricación de los bloques estructurales, partiendo de las dosificaciones establecidas en la norma COVENIN 484-93. De ello se concluyó que el bloque estructural tipo E2 logró el mejor desempeño con respecto a la resistencia a compresión, mientras que para el resto de las mezclas dicha resistencia disminuye conforme se reduce la dosificación de cemento y según la norma COVENIN 42-82 se logró determinar la resistencia a

compresión axial y diagonal de los bloques huecos de concreto comerciales y estructurales, comparando los resultados obtenidos con los mínimos exigidos por la norma, siendo los bloques estructurales tipo E2 los únicos que cumplieron como bloques A2, sin embargo, ninguno cumplió la resistencia mínima exigida para ser considerado como bloque A1. Esta investigación aportó valores de resistencia comparativos tanto con bloques estructurales como comerciales.

2.1.2. A Nivel Nacional

Espinoza y Bazalar (2021), en la tesis “Estudio y Comparación del Comportamiento Mecánico de Prismas de Albañilería Tubular Reforzada” realizada en la ciudad de Lima-Cono Norte (Los Olivos, San Martín e Independencia), el investigador tuvo como objetivo comprobar si la malla electrosoldada y los morteros reforzadas con fibras de basalto y acero mejora el comportamiento sísmico en muros confinados usando unidades tubulares. Para ello, el investigador construyó muestras de 09 pilas y 12 muretes entre tradicionales y reforzadas; las muestras fueron sometidas a ensayos a compresión axial y compresión diagonal, así mismo se realizó la lectura de deformación versus carga para poder determinar el módulo de elasticidad y corte, obteniendo como resultado la resistencia característica a compresión en pilas un incremento del 82 % en ambos tipos de refuerzo, el módulo de elasticidad incremento en 22% para el refuerzo de fibra de basalto y 7 % con mallas electrosoldadas; la resistencia característica a corte incremento en 53 % con refuerzo de fibra de basalto y 51% con refuerzo de mallas electrosoldada de acero, la investigación tuvo objetivos similares a la investigación realizada donde aporta con ensayos experimentales para

determinar cómo es el comportamiento mecánico de la albañilería, así mismo, evalúa el módulo de elasticidad.

Alvarez y Botello (2021), en la investigación de pregrado “Comportamiento mecánico de muros de albañilería con diferentes tipos de mallas para tarrajeo, electrosoldada y alambre galvanizado, Carabaylo, Lima -2021” la investigación se realizó en el distrito de Carabaylo – Lima, tuvo como objetivo analizar el comportamiento mecánico de prismas de albañilería con diferentes tipos de refuerzos en el tarrajeo con mallas electrosoldadas, malla de tarrajeo y alambre galvanizado; la metodología empleada fue experimental de enfoque cuantitativo, la población de la investigación fueron las viviendas de Carabaylo y la muestra estuvo representado por 12 prismas de albañilería de pilas y muretes (03 tradicionales y 09 con refuerzos en el tarrajeo), la investigación concluye demostrando que existe un incremento en la resistencia a compresión axial; donde se obtuvo para pilas tradicionales 18.21 kg/cm², reforzada con malla electrosoldada 22.47 kg/cm², reforzada con alambre galvanizado 20.09 kg/cm² y malla de tarrajeo 20.69 kg/cm², así mismo, en el ensayo de la resistencia a compresión diagonal en muretes tradicionales se obtuvo la resistencia de 8.93 kg/cm², con refuerzo de alambre galvanizado 11.68 kg/cm², malla de tarrajeo 11.99 kg/cm² y con malla electrosoldada 12.77 kg/cm². La investigación aporta con un tratamiento de reforzamiento de prismas de albañilería, manipulación de muestras y cuantificación de resultados.

Aduviri y Pérez (2021), en la investigación de pregrado “Análisis de las Propiedades Mecánicas de Prismas de Albañilería Reforzados con Tejido de Fibra de Carbono y su Aplicación en el Diseño de Albañilería Confinada”, la

investigación fue realizada en la ciudad de Arequipa, el objetivo de la investigación fue ensayar y evaluar las propiedades mecánicas de pilas y muretes construidas con unidades King Kong H-9 de manera tradicional y reforzada con fibra de carbono, la muestra estuvo compuesto por 03 prismas sin refuerzo y 03 prismas con refuerzo entre pilas y muretes; los cuales fueron sometidos a ensayos destructivos de compresión axial de pilas y compresión diagonal de muretes a los 28 días de construcción, la investigación concluye demostrando que existe un incremento en la resistencia de las prismas reforzadas respecto a las tradicionales resultando la resistencia característica a compresión axial de pilas tradicionales 40.73 kg/cm^2 y las pilas con refuerzo 42.44 kg/cm^2 con incremento del 4.20 %, así mismo, la resistencia característica a compresión diagonal de muretes tradicionales 6.25 kg/cm^2 y con refuerzo 9.19 kg/cm^2 con un incremento 47.04 %. La investigación aporta con procedimientos, manipulación de variables, cuantificación de datos y ensayos experimentales.

Valle (2019), en la tesis de maestría "Evaluación Experimental del Comportamiento de Muros de Adobe Reforzados con Cuerdas Sometidos a Carga Lateral Cíclica" tuvo como objetivo mitigar el alto riesgo sísmico de las viviendas construidas a base de adobe de dos niveles empleando refuerzos de cuerdas, el método de la investigación es experimental, las muestras fueron fabricadas y construidas de manera: tradicional y con refuerzo de sogas drizas, 04 pilas, 10 muretes y 04 muros (02 a escala real y 02 escala reducida 1:2), de los cuales fueron ensayadas a la resistencia a compresión axial, resistencia a corte diagonal, tracción indirecta y ensayos cíclicos de muros de adobe, el trabajo demostró que es posible realizar ensayos cíclicos en

muros de adobe reforzados con sogas de fibra, la investigación aporta con la utilización de la soga de fibra como refuerzo en viviendas de adobe debido a que es un material económico y accesible en el mercado.

Cueva & Neyra (2019), en la tesis “Reforzamiento de muros de albañilería artesanal con geomallas para la aplicación en viviendas del distrito de Juliaca”, la investigación tuvo como objetivo mejorar la propiedad mecánica de resistencia a compresión diagonal de albañilería convencional reforzando con geomallas para mejorar la rigidez de las viviendas de Juliaca, el método de la investigación es experimental con un enfoque cuantitativo, la muestra estuvo compuesta por 03 muros sin tarrajeo y 03 con tarrajeo reforzado con geomalla, obteniendo los siguientes resultados: resistencia característica a compresión diagonal del muro sin refuerzo es 4.72 kg/cm^2 y 6.79 kg/cm^2 para tarrajeo y refuerzo de geomalla, se concluye que el refuerzo planteado incrementa en 43.85 % la resistencia a corte respecto al muro sin refuerzo, por tal motivo, recomienda optar por reforzar con este tipo de material las viviendas más vulnerables al sismo.

Cueto y Vilca (2018), en la investigación “Reforzamiento de la Albañilería Confinada más utilizada en Arequipa con malla electrosoldada” investigación realizada en ciudad de Arequipa, tuvo como objetivo principal estudiar el comportamiento mecánico de pilas y muretes confinados construidas con unidades huecas mecanizadas tradicionales y con refuerzo de malla electrosoldada, la metodología de la investigación fue cuantitativa, de alcance correlacional. Las muestras estuvieron compuestas por 08 pilas y 08 muretes de albañilería mecanizada de las cuales 04 pilas y 04 muretes fueron reforzadas con malla electrosoldada, tales especímenes fueron

sometidas a ensayos de compresión axial y diagonal, así mismo, fueron instrumentados con lectores de desplazamiento, por otra parte, a las unidades se realizaron ensayos de caracterización. Obteniendo una resistencia característica a compresión axial de 61.65 kg/cm^2 en pilas típicas y 64.78 kg/cm^2 en pilas con refuerzo demostrando un incremento del 5.1% respecto a la tradicional, la resistencia característica a compresión diagonal es de 8.25 kg/cm^2 y 12.14 kg/cm^2 respectivamente resultando un incremento del 47.1 %, de igual manera, respecto al módulo de elasticidad incremento un 15.3% con refuerzo y el módulo de corte incremento en 15.3%, de este modo, demostrando que el refuerzo empleado sirve para rigidizar e incrementar la ductilidad de las prismas. La investigación aporta con datos experimentales y objetivos similares a la investigación empleada.

Zuniga y Apaza (2017), en la investigación denominada “Análisis comparativo de la resistencia a compresión axial de pilas y compresión diagonal de muretes de albañilería sin tarrajeo, con tarrajeo y tarrajeo reforzado con soga driza utilizando ladrillos King Kong de 18 huecos y blocker”. Tuvo como objetivo principal analizar las propiedades mecánicas axial y diagonal de prismas de albañilería tradicional y reforzadas con soga driza utilizando ladrillos de 18 huecos y blocker, la metodología utilizada fue cuantitativa con nivel de investigación descriptivo, el investigador tomo como muestra dos variedades de unidades ladrillo King Kong de 18 huecos y blocker, con las cuales construyo 15 pilas y 15 muretes entre tradicionales, con tarrajeo y reforzado con driza respectivamente, dichas muestras fueron sometidas a ensayos destructivos de resistencia a compresión axial y resistencia corte diagonal, la conclusión principal de la investigación es que las prismas reforzadas

obtuvieron mayor resistencia a compresión axial y compresión diagonal, obteniendo los siguientes resultados: pilas sin tarrajeo 22.20 kg/cm^2 , con tarrajeo 24.26 kg/cm^2 y con tarrajeo reforzado con driza 25.58 kg/cm^2 , en los muretes se obtuvo 2.41 kg/cm^2 para muros tradicionales, 2.97 kg/cm^2 en muros tarrajeadas y 4.03 kg/cm^2 en muros tarrajeadas reforzadas con driza. La investigación aporta con procesos constructivos, cuantificación de las muestras y resultados referentes a la investigación.

Arbildo y Rojas (2017), en su trabajo de tesis “Ensayo de compresión axial y compresión diagonal de especímenes de albañilería de ladrillos de arcilla (Hércules I) fabricados en la ciudad de Tacna”, el objetivo fue determinar las propiedades físico y mecánicas de los bloques de arcilla “Hércules I”, así mismo, determinar las propiedades mecánicas de las prismas de albañilería fabricadas con estos bloques, para analizar y afirmar si es recomendable para la construcción de las edificaciones de la Cuidad de Tacna. A fin de prevenir los impactos futuros que se podría efectuar durante un terremoto, para ello el investigador construyo 5 pilas y 5 muretes para ensayarlas a compresión axial y compresión diagonal, así obtenido un resultado de 49.3 kg/cm^2 y 4.8 kg/cm^2 respectivamente, donde la resistencia característica axial cumple respecto a la norma del RNE-E70 y la resistencia característica a compresión diagonal no cumple, por ello el investigador recomienda tener cuidado en el uso de esa unidad debido a que está clasificado como un ladrillo tipo III, de una resistencia y durabilidad mediana.

2.1.3. A Nivel local

Respecto a los antecedentes locales no existe investigaciones a la actualidad respecto a reforzamientos de prismas de albañilería.

2.2. Bases Teóricas

Teorías en relación a la Variable Independiente: Prismas de Albañilería

Las muestras de pilas y muretes de albañilería son especímenes que sirven para caracterizar el comportamiento mecánico de los muros de albañilería, por medio de ensayos mecánicos tales como el ensayo a la resistencia a compresión axial, resistencia a compresión diagonal, así mismo, se instrumenta el equipo de ensayo con la finalidad de determinar el módulo de elasticidad y módulo de corte. El objetivo de los prismas es representar a la albañilería, por lo cual estarán sometidos a las mismas condiciones y variables que un muro a escala real (Pari y Manchego, 2017).

2.2.1. La Albañilería

La “Mampostería” o más conocido como “Albañilería” es un conjunto de unidades unidas entre sí por medio de un mortero, las unidades están conformados de material naturales (piedra) o artificiales (concreto, arcilla cocida, piedras u otros), así mismo, el mortero está compuesto de materiales como el barro, cemento arena y otros. La albañilería es un sistema creado por la necesidad del hombre con el fin de satisfacer las necesidades de la vivienda (San Bartolomé et al., 2018).

2.2.1.1. Componentes de la Albañilería.

Está compuesto por unidades de mampostería, mortero de asentado, materiales de refuerzo y para complementar la albañilería con concreto, grout, acero y otros de acuerdo al tipo de albañilería. (San Bartolomé et al., 2018).

Las unidades de mampostería son los componentes principales para la construcción de prismas de albañilería. Elaboradas de diferentes materiales de acuerdo a la ubicación demográfica como puede ser de concreto (arena cemento),

mezclas de sílice, cal y arcilla materiales más conocidas por la humanidad, fabricadas mediante moldes con diversas metodologías de compactación o extracción. (Abanto, 2017).

2.2.2. Bloques de Concreto

Es la unidad fabricada en base a cemento portland, agua y arena gruesa, debido a las dimensiones nominales de fabricación requieren ser manipuladas con dos manos, así ubicándose en la categoría de mampuestos, principalmente diseñadas para su uso como albañilería confinada y armada (Abanto, 2017).

Las unidades de concreto son fabricadas en dimensiones nominales de ladrillos y bloques, es decir sólidas y huecas. La fabricación de realizan por medios mecánicos como es la vibración y la presión o la combinación de ambos sistemas, la coloración natural es gris verdoso (Pari y Manchego, 2017).

2.2.2.1. Limitaciones.

La aplicación de las unidades de mampostería de bloques de concreto está limitada a lo indicado en la **Tabla 3**. A la vez las zonas sísmicas del país están indicadas en el RNE E.030 Diseño Sismo resistente (RNE E-070, 2006).

Tabla 3

Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales.

TIPO	ZONA SÍSMICA 2 Y 3		ZONA SÍSMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal *	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Alveolar	Sí Celdas totalmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Si
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

Nota. Fuente RNE E - 070, 2006.

2.2.2.2. Clasificación.

La fabricación de las unidades de albañilería de concreto puede ser de tamaños y formas diferentes de manera industrial o artesanal. Por ello, las unidades de concreto son clasificadas por el RNE E-070. Para poder clasificar es necesario caracterizar las unidades de albañilería sometiendo a ensayos físicos y mecánicos como pueden ser: variación dimensional, alabeo, absorción y resistencia a la compresión.

Según el RNE E-070, las unidades de concreto o bloques de concreto para efectos de diseño son clasificadas de acuerdo al uso estructural, es decir, en muros portantes será los bloques tipo P y los muros no portantes los bloque tipo NP, tal como indica la **Tabla 4**.

Tabla 4

Clase de unidades de Albañilería para fines estructurales.

Clase	Variación de la dimensión (máxima en porcentaje)			Alabeo (máximo en mm)	Resistencia Característica a Compresión f'b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
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)

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes.

(2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes.

Nota. Fuente RNE- E.070, 2006.

De acuerdo a la NTP 399.005 las unidades de concreto tendrán como mínima las siguientes dimensiones nominal: 300 mm de largo, 200 mm de ancho y 200 mm de alto, así mismo, se considera que la unidad no deberá exceder

el alto respecto al largo, ni la relación del alto respecto a seis veces su ancho. Es sustancial que las unidades de albañilería tengan las mismas dimensiones, con la finalidad de tener un buen comportamiento al ser parte del muro de albañilería, por ello, es de suma importancia que los moldes de la unidad sean de las mismas dimensiones y en buenas condiciones para que no se presenten variaciones dimensionales o alabeos (NTP 339.005).

Tabla 5

Dimensiones de los bloques huecos de concreto.

Denominación Ordinaria (cm)	Dimensiones Modulares (cm)
10	40x20x10
12	40x20x12
15	40x20x15
20	40x20x20
25	40x20x25

Nota. Fuente NTP 339.005 y NTP 339.007

2.2.2.3. Aceptación de la Unidad.

Según el RNE E-070:

a) Las unidades fabricadas industrialmente no tendrán un coeficiente de variación mayor al 20%, en caso de las unidades fabricadas artesanalmente no serán mayor al 40%, en caso que los resultados sean mayores se volverá a sacar nuevas muestras, y se rechaza en caso de persistencia.

b) La absorción de las unidades de albañilería de material de arcilla y sílico calcaría será como máximo el 22%, las unidades o bloques clase P de concreto tendrá una absorción máxima del 12%, las unidades clase NP de bloques de concreto no absorberán más del 15%.

c) Las caras laterales de las unidades de albañilería tendrán un espesor mínimo para bloques clase P de 25 mm y 12 mm para bloques clase NP.

d) Las unidades luego de la fabricación no poseerán extraños materiales en las caras o en el interior, materiales como puedan ser cachuelos, guijarros a no ser que se trate de algún tipo de reforzamiento o aditivo.

e) La albañilería de arcilla como parte del proceso de fabricación garantizara con estar bien cocida, obteniendo un color uniforme, sin vitrificaciones. Al ser golpeado con un martillo u otro objeto similar la unidad tendrá como reacción un sonido metálico.

f) Para garantizar la durabilidad o resistencia de las unidades de albañilería se tiene que cuidar que no exista fracturas, hendiduras, resquebrajaduras, grietas u otros similares.

g) Las unidades de albañilería no presentaran salitre en forma de manchas blanquecinas o vetas blanquecinas.

2.2.2.4. Propiedades.

a) Propiedades físicas:

Variación dimensional: Según Abanto (2017), define la altura de las hiladas de un muro, debido a que de esta depende el espesor del mortero, la norma establece un espesor de 9 a 12 mm, en el caso que sea diferente al parámetro esta afectara en la adherencia del mortero con la unidad, por ello comprometiendo directamente a la resistencia a compresión del muro.

El ensayo de variación dimensional sirve para determinar el espesor de juntas de asentado, se tiene que tener en cuenta que la resistencia axial y a corte disminuye en 15%, por cada variación de 3 mm en las juntas horizontales (San Bartolomé et al., 2018).

Tomando en consideración la norma NTP 399.604, para realizar el ensayo de variación dimensional se tomarán como muestras 3 unidades como

mínimo, las unidades serán medidas en la parte media del largo, ancho y el alto con una regla de acero de precisión de 1mm, las medidas serán tomadas en cada cara que corresponda, así obteniendo 02 largos, 02 anchos y 04 altos los cuales serán promediados, con la siguiente ecuación (1):

$$DP = \frac{D1 + D2 + D3 + D4}{4} \quad (1)$$

Dónde:

DP = Dimensión Promedio (mm).

D1, D2, D3, D4 = Dimensiones medidas en la parte media de cada cara (mm).

De acuerdo a la NTP 399.604 (2002), la variación dimensional se expresa en porcentaje, de acuerdo a la ecuación (2) :

Fórmula de la Variación Dimensional (%)

$$\%VD = \frac{DN - DP}{DN} * 100 \quad (2)$$

Dónde:

%VD = Variación Dimensional (%).

DN = Distancia nominal (mm).

DP = Distancia promedio (mm).

Alabeo: Son las deformaciones que se presentan en la cara o superficie de apoyo de la unidad de albañilería. Pueden ser de concavidad y convexidad (Pari y Manchego, 2017).

Esta prueba se realiza según NTP 399.604 (2002), colocando la unidad albañilería sobre una mesa nivelada, la cara de asiento estará apoyada en la mesa, luego se procede a instalar la regla metálica en los diagonales con el fin de visualizar el alabeo convexo o cóncavo, enseguida de proceder a tomar las

medidas de las deflexiones con una cuña milimétrica o una regla metálica, las lecturas se realizan en milímetros y como último se promedian los resultados.

Según el RNE E.070 el alabeo máximo para las unidades de albañilería es de 4mm, caso contrario el lote es rechazado.

Absorción: En base a la NTP 339.604 (2002), la absorción de agua de la unidad de albañilería no es otra cosa que: la diferencia de peso seco de la unidad menos el peso saturado, el cual estará expresada en porcentajes. Así mismo el ensayo a absorción está relacionado a la durabilidad de la unidad de albañilería, donde la máxima absorción de las unidades de arcilla y sílico calcáreos es 22% y para unidades de concreto es 12%, en caso de ser mayor a los parámetros mencionados se tendrá unidades porosas, con una durabilidad y resistencia mínima.

Así mismo, Pari y Manchego (2017), relaciona esta propiedad con la permeabilidad de la unidad de albañilería, con la adherencia de la unidad y el mortero de asentado y por último con la resistencia. Se comprende por absorción al contenido de humedad absorbida por la unidad en condición de saturado y superficialmente seco.

En referencia a la norma NTP 399.604 (2002), las muestras para realizar el ensayo a absorción será mínimamente 03 unidades que estarán registradas y marcadas, seguidamente se realizaran los siguientes procedimientos: la unidad será sumergidas en agua a una temperatura de 15.6 a 26.7 °C durante 24 hora. Retirar la unidad de albañilería del agua, colocar sobre un recipiente y dejar drenar por un minuto, luego se procede a secar las caras con un paño, por último, se pesará la unidad en una balanza de precisión y los datos serán registradas en las tablas como peso saturado. Luego se procede a secar las

unidades en un horno a una temperatura de 100 a 115°C durante 24 horas, pasado el tiempo se saca del horno las unidades para ser pesadas luego de un par de minutos y serán comprobadas luego de 2 horas este peso no tendrá que ser mayor al 0.2% del primer peso seco, el resultado del ensayo será registrada como peso seco en la tabla, la balanza utilizada será de precisión del 0.5% de la unidad más pequeña, los resultados del ensayo a absorción estará expresada en %, como indica en la ecuación (3):

Fórmula de la Absorción Promedio (%)

$$A \% = \frac{W_s - W_d}{W_d} * 100 \quad (3)$$

Donde:

A % = Absorción promedio (%) W_s = Peso saturado (gr).

W_d = Peso seco al Horno (gr).

El porcentaje de absorción no debe ser >12%.

Succión: Según la norma NTP 399.613 (2005), es la rapidez del agua en adherirse a la unidad de albañilería en la cara de asiento, el cual representa la característica principal para la relación de mortero – unidad, el cual afecta directamente a la resistencia a la tracción de la albañilería. Para ejecutar el ensayo se seleccionarán 05 unidades de albañilería del lote, las cuales serán secadas en el horno a una temperatura de 110°C por un periodo de 24 horas como máximo para garantizar que se encuentren secas las muestras, una vez secas se procede a tomar el peso de las muestras, con la mesa nivelada y en la bandeja de ensayo implementada con las barras de acero liso de 6mm de diámetro como apoyo de la unidad, con agua nivelada por encima de 3 mm de los apoyos, con flujo de ingreso constante y salida, se procede a colocar la unidad sobre los apoyo y en seguida se toma el tiempo con precisión de 01 segundo durante 01 minuto, una vez cumplida

el tiempo se retira la muestra de la bandeja, se procede a secar y por último de pesa y a la vez se registra los datos en las fichas. La succión es evaluada para un área de contacto de 200cm^2 . Como indica la ecuación (4):

$$\text{Succión (gr}200\text{/cm}^2\text{/min)} = 200(P_m - P_s) A \quad (4)$$

Dónde:

A = Área de contacto (cm^2).

P_s = Peso de la muestra seca (gr).

P_m = Peso de la muestra húmeda (gr), luego de la succión.

Densidad: La densidad es la propiedad física que permite determinar si una unidad de albañilería es pesado o liviano, así como también indica el índice de esfuerzo de la mano de obra, a aplicar o del equipo requerido, para su manipulación desde la fabricación hasta su asentado en muros de albañilería (Pari y Manchego, 2017).

Según San Bartolomé et al. (2018), la densidad de las unidades de albañilería está relacionada con la resistencia a compresión, y para determinarla se utiliza el principio de Arquímedes. El coeficiente de saturación está ligada profundamente a la durabilidad de la unidad.

b) Propiedades mecánicas:

Resistencia a la compresión: es la principal propiedad mecánica de la unidad de albañilería. Al tener resultados altos la resistencia es un indicativo de tener una buena calidad de las unidades para ser empleadas con fines estructurales y tener la seguridad de la durabilidad al ser expuestas a la intemperie. Los resultados bajos, son un indicativo de una albañilería de baja resistencia (Abanto, 2017)

De acuerdo a la NTP 399.604 (2002), para realizar el ensayo a compresión se tendrá que alinear la muestra al centroide de la superficie alineada con el equipo. La velocidad con la que se somete a compresión será de manera acelerada hasta la mitad de la resistencia prevista, luego se procede a programar el equipo para que la rotura se lleve dentro de 1 a 2 minutos restantes del ensayo.

La resistencia unitaria, es expresada como la relación de la carga de rotura dividida con el área bruta de la muestra, como se indica en las ecuaciones (5) y (6):

$$fb = \frac{\text{Carga Max.}}{\text{Área Bruta}} \quad (5)$$

$$f'b = fb - \sigma \quad (6)$$

Donde:

fb = Resistencia a compresión promedio (kg/cm²).

f'b = Resistencia a la compresión característica kg/cm²).

σ = Desviación estándar.

2.2.3. Mortero.

El mortero es una mezcla de aglomerantes y agregado fino, al cual se le incorpora agua en una proporción que la mezcla sea adhesiva, trabajable y no segregue agregado. Se debe tener en cuenta las normas NTP 399.607 y 399.610 para la elaboración de mortero (RNE E – 070, 2006).

La función más importante del mortero en la albañilería es de adherirse con la unidad, de este modo corregir la irregularidad geométrica por altura que se presenta, así mismo, sellar las juntas de la humedad y penetración del aire. Cuando los muros albañilería cumplen la función portante el mortero también tiene la función de resistir, por tal razón es conveniente que las resistencias tanto de la unidad y del mortero sean semejantes (San Bartolomé et al., 2018).

Con respecto a la adherencia de la unidad – mortero, esto se produce cuando la unidad absorbe los solubles presentes en el cemento de modo que cristaliza los poros de la unidad. La adherencia es buena cuando en las perforaciones de la unidad el mortero penetra (San Bartolomé et al., 2018).

2.2.3.1. Componentes del Mortero.

Los materiales aglomerantes del mortero pueden ser:

- Cemento adicionado IP, de acuerdo a la NTP 334.830
- Cemento portland tipo I y II según la NTP 334.009
- Cemento adicionado IP de acuerdo a la NTP 334.830
- Una mezcla de cemento portland o cemento adicionado y cal hidratada normalizada de acuerdo a la NTP 339.002.

Otros de los componentes del mortero es el agregado fino el cual será un material orgánica y libre de sales como es la arena gruesa natural (RNE E-070, 2006).

Lo ideal es el uso de arena gruesa con una granulometría variada, lo cual permita que los espacios vacíos se llenen con los aglomerantes, de este modo, formar morteros resistentes a la intemperie (San Bartolomé et al., 2018).

Considerando el RNE E-070, se tiene las siguientes recomendaciones:

- La arena entre dos mallas consecutivos no debe quedar retenido más del 50%.
- El módulo de fineza deberá estar entre 1.6 y 2.5.
- No utilizar arena de mar.
- Las partículas quebradizas como máximo será 1% en peso
- El agua a utilizar será potable libre de ácidos, sustancias nocivas y materia orgánica.

2.2.3.2. Clasificación del Mortero.

De acuerdo al RNE E-070 (2006), los morteros son de tipo P cuando se utilizan en muros portantes y NP cuando se emplean en muros denominados no portantes.

Los componentes del mortero en estado suelto tendrán las proporciones volumétricas indicados en la **Tabla 6**.

Tabla 6

Tipos de Mortero

Tipo	Componentes			Usos
	Cemento	Cal	Arena	
P1	1	1 a 1/4	3 a 3 1/2	Muros Portantes
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	Muros Potentes
NP	1	-	Hasta 6	Muros no Portantes

Nota. Fuente RNE E070-2016

2.2.3.3. Ensayo de Compresión del Mortero.

Para realizar el ensayo a compresión de mortero, se saca muestras cubicas de 5 cm de lados o cilíndricas de 5 cm de diámetro y el doble del diámetro para el alto, las muestras serán ensayadas a una edad de 28 días (Abanto , 2017).

El ensayo a compresión de muestras de mortero tiene como objetivo controlar la calidad del material, a través de los resultados de la dispersión de datos, debido a que la adherencia de la unidad y el mortero es más importante, a la vez que los esfuerzos producidos por las cargas de gravedad de las viviendas de mediana altura son mínimas, lo más optimo es que la resistencia de la unidad y el mortero sean similares con la finalidad de evitar fallas por aplastamiento y de esta manera homogenizar a la albañilería (San Bartolomé et al., 2018).

2.2.4. Soga Driza

Son cuerdas fabricadas con cabos trenzados recubiertas con el mismo material. De uso principal en el área náutica, es decir, implementado en veleros para escotas y drizas. Así mismo son fabricadas con almas interiores tensadas, posteriormente recubiertas con una capa exterior trenzada con ello garantiza la seguridad y resistencia. (Slin Perú,2021).

Figura 4

Soga Driza.



Nota: Fuente Tenazfil.

2.2.4.1. Características de la Soga Driza.

- Resistencia muy alta a la tracción.
- Peso unitario baja, por ello tiene mayor longitud por kg.
- Absorción de la humedad baja.
- Elongaciones mínimas en trabajos normales.
- Una de las características más importantes es que no se deteriora (pudre).
- Buena resistencia al roce y abrasión.
- Flexible en todas las situaciones de trabajo.

Tabla 7*Especificaciones de la soga driza*

Especificaciones				
Diámetro		mxkilo	Resistencia (kgf)	Capas de Construcción.
Pulgadas	mm			
1/8	3.17	180	210	1
5/32	3.97	140	330	1
3/16	4.76	70	450	1
1/4	6.35	48	780	1
5/16	7.94	30	1120	2
3/8	9.53	17	1510	2
1/2	12.7	12	2100	2
5/8	15.88	9	2540	3
3/4	19.05	5.5	3300	3
7/8	22.23	4.5		4
1	25.4	3.5	5100	5

Nota. Fuente Tenazfil

En la investigación realizada por Valle (2019), realiza ensayos para determinar la elasticidad de la soga driza de diámetro $\phi = 1/8"$, donde resulta un módulo de elasticidad igual a 600MPa.

De los ensayos realizados en la investigación por Mattsson (2015), que consistió de probar diversos tipos de nudos en sogas sintéticas, donde concluye que el mejor nudo a emplear es el nudo 8 con dos nudos simples.

El amarre de forma nudo 8 consiste en que uno de los extremos de la cuerda forme la forma del número 8 pasando por encima de la cuerda, en seguida se realiza un primer círculo, luego se pasa la cuerda por detrás y regresa por el frente de la misma y por último se realiza el segundo círculo y la punta deberá pasar por el primer círculo (**Figura 5 a**).

Sin embargo, el nudo simple se realiza haciendo que uno de las puntas de la soga pase por detrás formando un círculo y que la punta de la soga pase por el círculo ya formado.

Para realizar el tensado se procede a pasar el otro extremo de la cuerda, por un lado, de atrás hacia adelante por el primer círculo con el cual se tendrá que tensar (**Figura 5 b**).

Con el fin de evitar pérdida de la tensión ejercida en la cuerda se tendrá que asegurar realizando dos nudos simples (**Figura 5 c**).

Figura 5

Nudos para el refuerzo con sogas driza

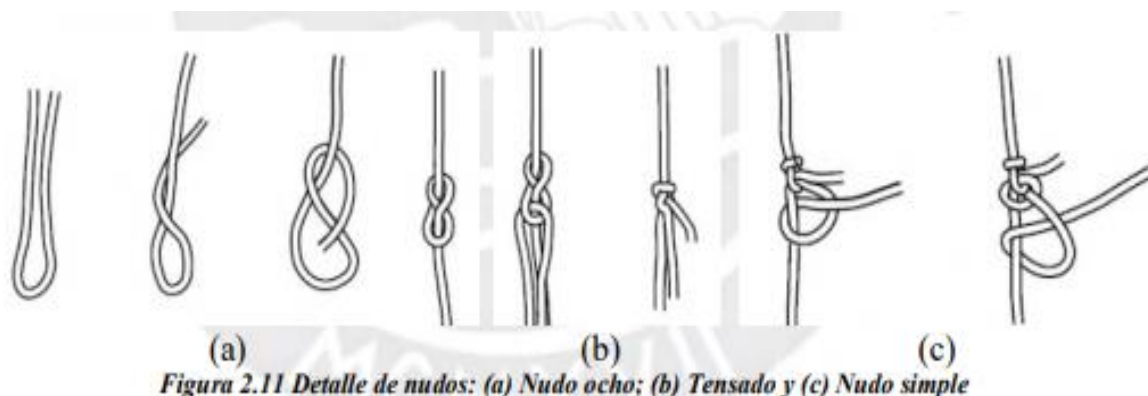


Figura 2.11 Detalle de nudos: (a) Nudo ocho; (b) Tensado y (c) Nudo simple

Nota: Fuente “Evaluación de malla de cuerdas sintéticas, como sistema de refuerzo para viviendas de adobe de dos Pisos en el Perú mediante ensayos de simulación Sísmica” Yallico (2020).

2.2.5. Ensayo en prismas de albañilería

La albañilería simple, son muros sin refuerzo o que teniendo algún tipo de refuerzo no alcanzan a los parámetros mínimos indicados en el RNE-E070. De manera general, los sistemas de refuerzo convencionales que es utilizada en la albañilería armada y confinada sirven para mejorar la ductilidad del sistema. Por lo tanto, es un sistema estructural que tiene resistencia a las fuerzas de compresión y cortantes, así como la rigidez lateral. Por ende, es primordial conocer las propiedades mecánicas de los prismas de albañilería obteniendo estas por ensayos experimentales de pilas y muretes (San Bartolomé et al., 2018).

Las propiedades mecánicas de la albañilería definen el comportamiento como elemento estructural ante acciones sísmicas u otras. Para realizar los ensayos mecánicos de los prismas, se tienen que construir las pilas y muretes con las mismas características que los muros reales, los cuales será sometidas a carga axial y diagonal. (San Bartolomé et al., 2018).

De acuerdo a la Norma E.070, de acuerdo a la envergadura de la obra, se exige que puedan elaborar pequeñas muestras de prismas representativas denominados pilas y muretes, la construcción de estas muestras estarán bajo iguales condiciones que los muros de la obra. Los ensayos mecánicos permiten determinar:

- ❖ Las resistencias a compresión axial de pilas (f'_m) y a corte de muretes (V'_m) de la albañilería, sirve para determinar los niveles de resistencia de un muro real.
- ❖ Los módulos de elasticidad de las pilas (E_m) y el módulo de corte de muretes (G_m), se emplea en el análisis estructural de edificación con sistema de albañilería.
- ❖ Las diferentes formas de falla, son indicadores para poder predecir como fallara la albañilería ante un sismo.
- ❖ La calidad de la construcción de la albañilería y la mano de obra empleada, será medida a través de la dispersión de los datos obtenidos mediante los ensayos ejecutados.

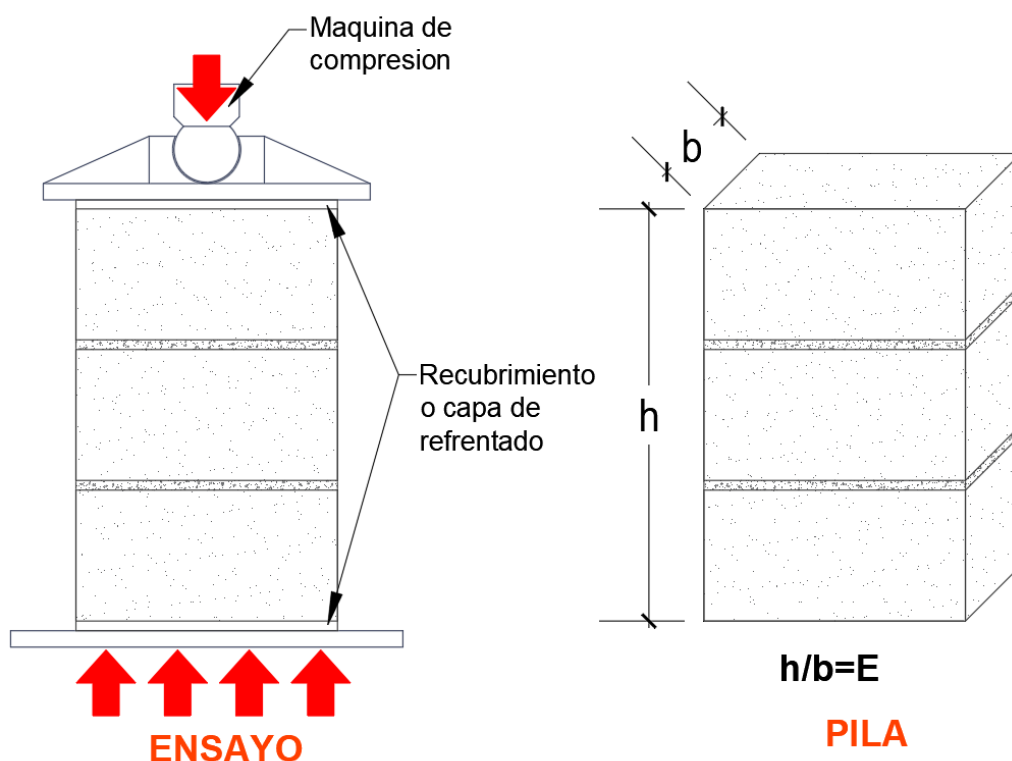
Los prismas de albañilería para ser ensayadas serán fabricados como muestra con dimensiones que faciliten su almacenamiento y transportabilidad desde la obra hasta el laboratorio y a la vez para colocarlo al equipo de ensayo. Las pilas tienen una relación de esbeltez que corresponde a la altura entre el

espesor, de acuerdo al RNE E070 la relación se estandariza entre 2 a 5. Los muretes a ensayar deberán ser de presencia cuadradas con lados iguales a 80 cm para muretes de construidas de bloques, las muestras serán ensayadas a la edad de 28 días de construidas (San Bartolomé et al., 2018).

a) Ensayos de compresión en pilas: Es una de las propiedades mecánicas de la albañilería que sirve para determinar la resistencia a compresión axial de pilas (f_m), el cual se encuentra relacionada al área bruta de la unidad. Así mismo, al instrumentar el equipo con deformímetros verticales que registren la deformación axial de la pila se determina el módulo de elasticidad de la albañilería (E_m) (Abanto , 2017).

Figura 6

Pila estándar para el ensayo de compresión



Nota. Adaptado de la NTP 399.605. Elaboración propia.

❖ **Esbeltez en pilas:**

La esbeltez en las pilas de albañilería se define como la relación que existe entre la altura y el espesor de la pila. Estos valores deberán estar dentro de los parámetros de la norma es decir de 2 a 5, sin embargo, los valores más comunes son de 4 a 5. Cuando las pilas son pequeñas la resistencia a compresión axial de la pila es mayor a las que son esbeltas, esto ocurre a causa de la restricción que se tiene al desplazamiento lateral provocado por los apoyos del equipo universal en pilas de esbeltez menor. Por ello la norma técnica peruana 399.605 y el reglamento nacional de edificaciones E 070 brindan factores de corrección por esbeltez, como indica la **Tabla 8** (San Bartolomé et al., 2018).

Tabla 8

Factor de corrección de altura para $f'm$ de prismas de mampostería

hb/tp ^A	1.3	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
Factor de corrección	0.75	0.86	1	1.04	1.07	1.15	1.22

Nota. Fuente NTP 399.605,2013.

hb : altura de la pila.

tp^A: espesor de la pila

Tabla 9

Factores de corrección ($f'm$) por esbeltez del RNE E-070.

Esbeltez	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0
Factor	0.73	0.80	0.91	0.95	0.98	1.00

Nota. Fuente RNE E-070, 2006.

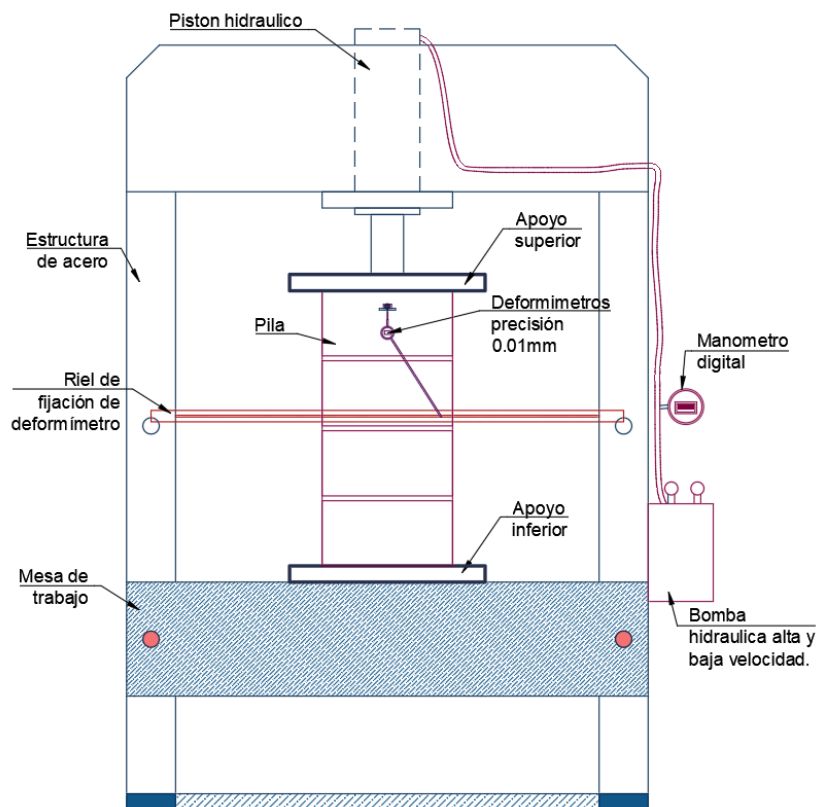
❖ **Técnicas de ensayo:**

Las pilas de albañilería son ensayadas con una máquina universal o prensa universal. Al realizar el ensayo se debe controlar la velocidad de la carga, deberá ser homogénea, evitando la producción de impactos o sobrecargas fuertes, así teniendo una duración de rotura en el minuto 3 a 4. En caso de tener un equipo

programable para la inducción de carga se recomienda ponerla en un rango de velocidad de 5ton/min. En caso de tener sensores que puedan medir el desplazamiento este se programa con una velocidad de 1mm/min (San Bartolomé et al., 2018).

Figura 7

Instrumentación en ensayo de pilas.



Nota. Se muestra la conformación de la prensa hidráulica como indica la NTP 399.605,2013, así mismo la instrumentación de la pila con el deformímetro para determinar el desplazamiento vertical que tendrá la pila al ser sometido a la compresión axial. Elaboración propia.

b) Ensayo de compresión diagonal en muretes: El ensayo de compresión diagonal en muretes de la albañilería sirve para determinar la resistencia característica a corte ($V'm$), y eventualmente si se instrumenta y se registra las deformaciones diagonales se puede determinar el módulo de corte de la albañilería (G_m) (San Bartolomé et al., 2018).

Las muestras a ensayar serán muretes de 60 cm x 60 cm mínimamente, la aplicación de la carga será de manera homogénea a lo largo de una diagonal, de este modo, obtener una falla por tracción diagonal, el cual influye en el comportamiento de la muestra mediante fisuras en la dirección de la aplicación de la carga (NTP 399.621, 2004).

❖ **Técnica de ensayo:**

Las técnicas de ejecución del ensayo a compresión diagonal de muretes se encuentran detalladas en la norma técnica peruana NTP 399.621.

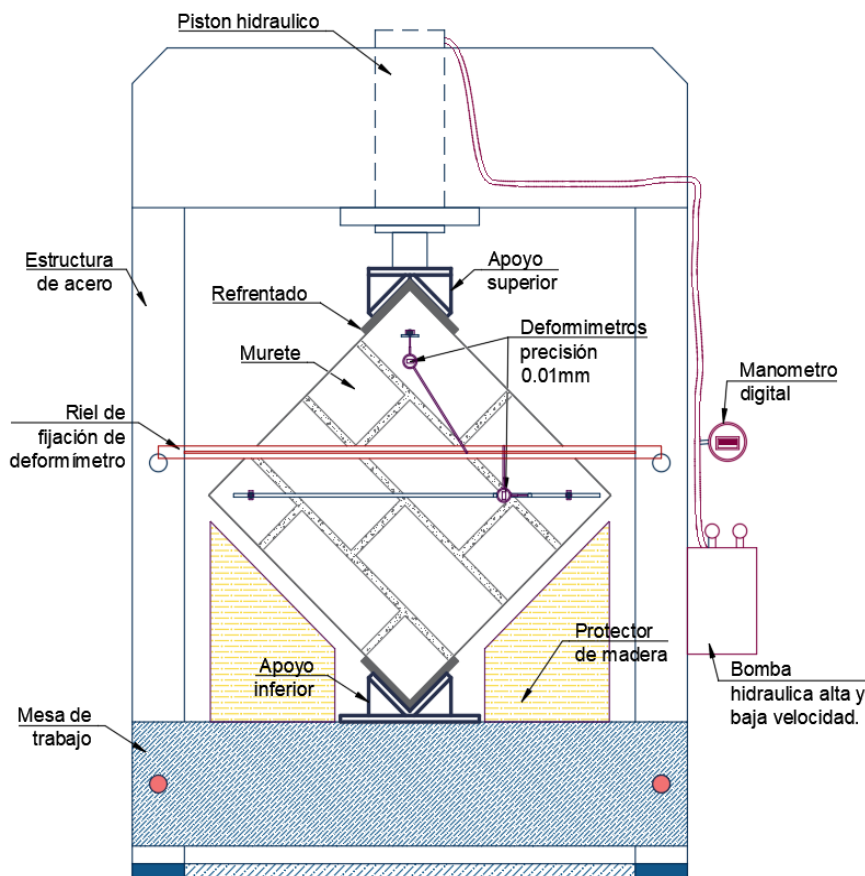
El número de muestras necesarias para este tipo de ensayo son mínimamente 03 muretes construidas con las mismas propiedades físicas y mecánicas, tratadas como los muros reales, es decir, se utilizará las unidades muestreadas del lote, el mortero a emplear tendrá las mismas características, la mano de obra empleada será de un solo operario, el curado se realizará por igual. Para iniciar con el ensayo se tendrá que refrentar primero las esquinas de apoyo del murete con la finalidad de tener una superficie homogénea de apoyo, ya refrentado la muestra se inicia la instalación del murete en el equipo, apoyando en la escuadra inferior y la superior, luego se procede a nivelar la verticalidad del murete el cual será realizada con plomada o nivel de mano. En el caso que se desee obtener la deformación diagonal del murete se tendrá que instrumentar el equipo universal con compresómetros y extensómetros o sensores de deformación unitaria o deformímetros de precisión de 0.01mm, estarán instaladas en las diagonales de la muestra, una vez instrumentada el equipo se procede con el ensayo aplicando la carga, la primera mitad del ensayo se realizara a una velocidad no controlada hasta aproximar a la mitad de la carga que resistirá el murete, en seguida se sigue el ensayo a una velocidad de aplicación de carga modera es decir

a 1ton/min, con la velocidad programada se asegurara que la falla del muro se de en 1 a 2 minutos, luego se procede a seleccionar las lecturas carga versus deformación, así obteniendo mínimamente 10 lecturas con ello se procede a determinar la curva esfuerzo deformación unitaria. Las lecturas obtenidas estarán cercanas a la carga ultima (NTP 399.621, 2004).

El comportamiento teórico de las muestras sometidas a la resistencia a compresión diagonal, consiste en aplicar la carga de compresión diagonal a la muestra, el cual produce esfuerzos de tracción en el área diagonal del murete de manera perpendicular a los apoyos (Abanto , 2017).

Figura 8

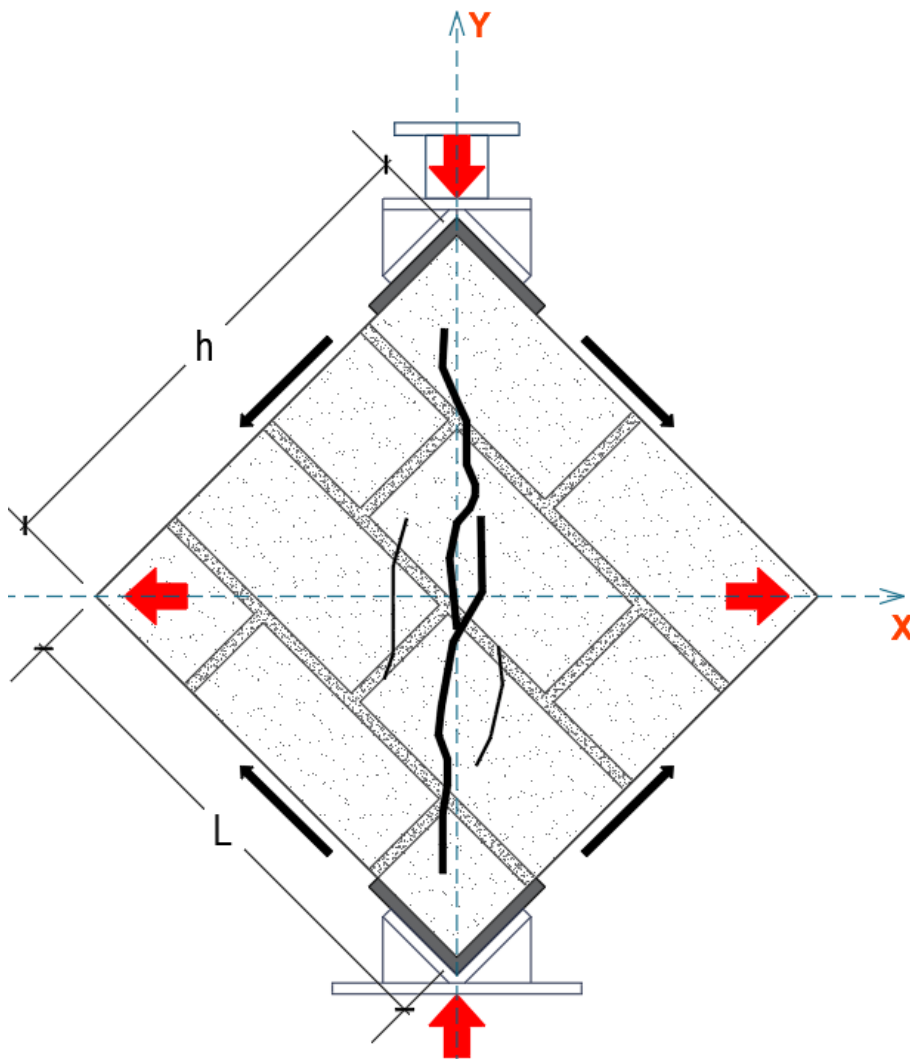
Instrumentación ensayo de murete.



Nota. La figura muestra la conformación de la prensa hidráulica como indica la Figura 1 y 2 de la NTP 399.621,2004, como también la instrumentación del muro con los deformímetros para determinar el desplazamiento vertical y horizontal que tendrá el muro al ser sometido a la compresión. Elaboración propia.

Figura 9

Esfuerzos ante la carga a compresión diagonal.



Nota. Adaptado de la NTP 399.621. Elaboración propia,

La resistencia a la tracción de los muretes de albañilería será menor a la resistencia a compresión axial de las pilas, porque se trata de un ensayo a compresión diagonal donde se tiene mucho mayor área de distribución de esfuerzo, el modo de falla típica de los muretes es por tracción diagonal, pudiendo manifestarse como falla escalonada o horizontal de las juntas por la mala adherencia de la unidad con el mortero, así mismo, de manera contraria se tiene la falla óptima, con una grieta que corta la diagonal del murete (Cueva y Neyra, 2019).

Teorías relacionadas a la variable dependiente: Comportamiento Mecánico.

Moreano (2020), el comportamiento mecánico de la albañilería es la conducta que experimentan los muros ante esfuerzos externos, que alteran su capacidad de soporte. Así mismo, según Pérez (2021) el comportamiento de los componentes de la albañilería ante movimientos sísmicos está definido por las resistencias a corte y compresión.

2.2.6. Resistencia característica a compresión axial ($f'm$)

La resistencia axial individual de una pila (f_{mi}), ya sea elaborado de una unidad de ladrillo o bloque, que califique como hueca o sólida, se determina dividiendo la carga de rotura (P) entre el área bruta (A) del espécimen. El valor obtenido se corrige por factores de esbeltez como indica el RNE E.070, caso contrario, también se puede hacer uso de los factores de corrección especificados en la NTP 399. 605. La edad estándar de ensayo de las pilas es 28 días, sin embargo, fuera distinta se realiza la corrección por los factores respectivos para bloques de concreto y ladrillos. Realizado el ensayo en todas las nuestras se determinará el valor promedio (f_m) y la desviación estándar (σ), de este modo posteriormente evaluar la resistencia característica ($f'm$) de acuerdo al RNE E-070 (San Bartolomé et al., 2018).

$$f_{mi} = \frac{P}{A} \quad (7)$$

donde:

P = Carga de rotura en kg.

A = Área bruta en cm^2 .

f_{mi} = Resistencia a compresión axial individual kg/cm^2 .

$$f'b = fb - \sigma \quad (8)$$

Donde:

f_m = Resistencia a compresión axial promedio en kg/cm^2

σ = Desviación estándar kg/cm^2

$f'm$ = resistencia característica a compresión axial kg/cm^2 .

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(fmi - fm)^2}{n - 1}} \quad (9)$$

Donde:

- σ = Desviación estándar kg/cm².
- fmi = Resistencia a compresión axial en kg/cm².
- fm = resistencia a compresión axial promedio en kg/cm².
- n = Numero de muestras.

La operación de restar al valor promedio una desviación estándar, estadísticamente significa que el 84% de las muestras ensayadas obtendrán resistencias mayores que el valor característico. Así mismo, cuando la dispersión porcentual es mayor al 30% es inaceptable, lo cual significa que se presentaron deficiencias en los materiales utilizados y fallas en la mano de obra (San Bartolomé et al., 2018).

❖ Formas de falla:

El comportamiento que se genera en las pilas ante esfuerzos axiales se ven influenciadas por la interrelación que se da entre el mortero y la superficie de asiento de la unidad. Las unidades y el mortero presentan diferente rigidez, de modo que, al ser sometidos a la misma carga, y estos al presentarse integrados los materiales, el componente menos deformable (normalmente las unidades), limitan que el material deformable (mortero) presente deformaciones transversales, de modo que, se introduce en la dirección transversal esfuerzos de compresión, que terminan en grietas verticales producto de la tracción lateral en la unidad (San Bartolomé et al., 2018).

El tipo de falla ideal en pilas de albañilería es una grieta vertical, en la superficie de menor dimensión, que corta mortero y unidad, el cual es causada por tracción debido a la expansión lateral provocado por la compresión aplicada (San Bartolomé et al., 2018).

Sin embargo, el tipo de falla por trituración son indeseables por tener un comportamiento frágil y explosiva, esta falla normalmente se presenta cuando se hace uso de unidades huecas (San Bartolomé et al., 2018).

La falla por aplastamiento en una zona local o por pandeo de la pila, se presenta no solo cuando existe compresión pura, sino también se presentan cuando ocurren componentes de flexión (pandeo). Esto se debe a, imperfecciones estructurales que se ven reflejados en la geometría de la pila, falta de paralelismo entre las caras de asiento y falta de alineación entre el eje de carga y eje longitudinal del espécimen (San Bartolomé et al., 2018).

2.2.7. Módulo de elasticidad de la albañilería (E_m)

El módulo de elasticidad es la relación del esfuerzo entre la deformación unitaria, para obtenerlo es indispensable determinar las deformaciones que se generan cuando se incrementa la carga, para tal efecto es fundamental instrumentar con equipos que permitan captar esas deformaciones (San Bartolomé et al., 2018).

Para realizar el cálculo del E_m , se trabaja con la parte más lineal de la gráfica carga vs deformación, y se excluye la parte inicial que involucra el reacomodo de los instrumentos y deformación del capping. Normalmente la relación de la gráfica en análisis está comprendida entre el 10 - 50% de la carga de rotura (NTP 399.605, 2013).

Una vez obtenida los datos de los deformímetros, se procede a realizar los cálculos como indica la NTP 399.605 y el libro de Ángel San Bartolomé, Daniel Quiun y Wilson Silva, 2018 “diseño y construcción de estructuras sismorresistentes de albañilería”, de tal manera realizar una serie de operaciones para determinar E_m :

Esfuerzo axial (ΔV):

$$\Delta V = \frac{P_{50\%} - P_{10\%}}{A} \quad (10)$$

Donde:

- ΔV : Esfuerzo axial (kg/cm²).
- $P_{50\%}$: Carga al 50% del máximo (kg).
- $P_{10\%}$: Carga al 10% del máximo (kg).
- A : Área bruta (cm²).

Deformación vertical y horizontal (ΔD):

Para determinar las deformaciones verticales y horizontales dependerá de la curva carga – desplazamiento, donde se verá el diagrama de dispersión, el cual se ajustará una curva para determinar la ecuación, que servirá para determinar el desplazamiento al 50% y 10% de la carga.

$$\Delta D = \frac{Dv_{P_{50\%}} - Dv_{P_{10\%}}}{L} \quad (11)$$

Donde:

- ΔD : Acortamiento vertical (mm).
- $Dv_{P_{50\%}}$: Desplazamiento vertical al 50% P (mm).
- $Dv_{P_{10\%}}$: Desplazamiento vertical al 10% P (mm).
- L : Longitud de medición de deformación vertical. (mm).

Módulo de elasticidad (E_m)

$$E_m = \frac{\Delta V}{\Delta D} \quad (12)$$

Donde:

- E_m : Módulo de elasticidad (kg/cm²).
- ΔV : Esfuerzo axial (kg/cm²).
- ΔD : Acortamiento vertical (mm/mm).

Cálculo del módulo de elasticidad característico ($E'm$)

Determinación de la desviación estándar de los módulos de elasticidad de las pilas:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (Emi - Em)^2}{n - 1}} \quad (13)$$

Donde:

- σ : Desviación estándar kg/cm².
- Emi : Módulo de elasticidad kg/cm².
- Em : Módulo de elasticidad promedio kg/cm².
- n : Número de muestras.

Coefficiente de variación (CV):

$$CV = \frac{\sigma}{Em} \quad (14)$$

Donde:

- CV**: Coeficiente de variación %.
- σ : Desviación estándar kg/cm².
- Em**: Módulo de elasticidad promedio kg/cm².

Determinación del módulo de elasticidad característico ($E'm$):

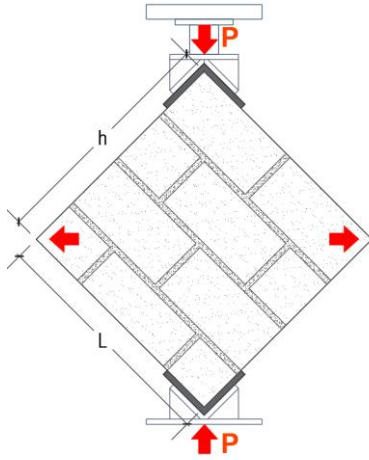
$$E'm = Em - \sigma \quad (15)$$

2.2.8. Resistencia característica a corte ($V'm$)

Según la NTP 399.621, en base a ensayos realizados en muretes se determina la resistencia a compresión de muretes.

Figura 10

Cálculo de la resistencia a corte.



Fuente. Adaptado de la NTP 399.621. Elaboración propia.

El procesamiento de los muros sometidos a compresión diagonal se realizó de acuerdo a lo indicado en el RNE-E07, la NTP 399.621 y el libro de Ángel San Bartolomé, Daniel Quiun y Wilson Silva, 2018 “diseño y construcción de estructuras sismorresistentes de albañilería”, así efectuando las siguientes operaciones para determinar la resistencia a corte:

Área bruta:

$$A = (L + h) * \frac{t}{2} \quad (16)$$

Donde:

- A:** Área bruta de apoyo del muro (cm²).
- L:** Largo de muro (cm).
- h:** Alto del muro (cm).
- t:** Espesor del muro (cm).

Calculo resistencia a corte diagonal (Vm)

$$Vm = \frac{P}{A * \sqrt{2}} \quad (17)$$

Donde:

- Vm:** Resistencia a corte diagonal (kg/cm²).
- P:** Carga de rotura (kg).
- A:** Área bruta de apoyo del muro (cm²).

Cálculo de la resistencia característica ($V'm$)

Determinación de la desviación estándar de las muestras:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(Vmi - Vm)^2}{n - 1}} \quad (18)$$

Donde:

σ : Desviación estándar kg/cm².

Vmi : Resistencia a compresión en kg/cm².

Vm : Resistencia a compresión promedio en kg/cm².

n : Número de muestras.

Coefficiente de variación:

$$CV = \frac{\sigma}{Vm} \quad (19)$$

Donde:

CV: Coeficiente de variación %.

σ : Desviación estándar kg/cm².

Vm: Resistencia característica kg/cm².

Determinación resistencia características ($V'm$):

Ensayados todas las muestras se determina el valor promedio (Vm) y la desviación estándar (σ), de este modo posteriormente evaluar la resistencia característica ($V'm$) de acuerdo al RNE E-070 (San Bartolomé et al., 2018).

$$V'm = Vm - \sigma \quad (20)$$

La operación de restar al valor promedio una desviación estándar, estadísticamente significa que el 84% de las muestras ensayadas obtendrán resistencias mayores que el valor característico. Así mismo, cuando la dispersión porcentual es mayor al 30% es inaceptable, lo cual significa que se presentaron deficiencias en los materiales utilizados y fallas en la mano de obra (San Bartolomé et al., 2018).

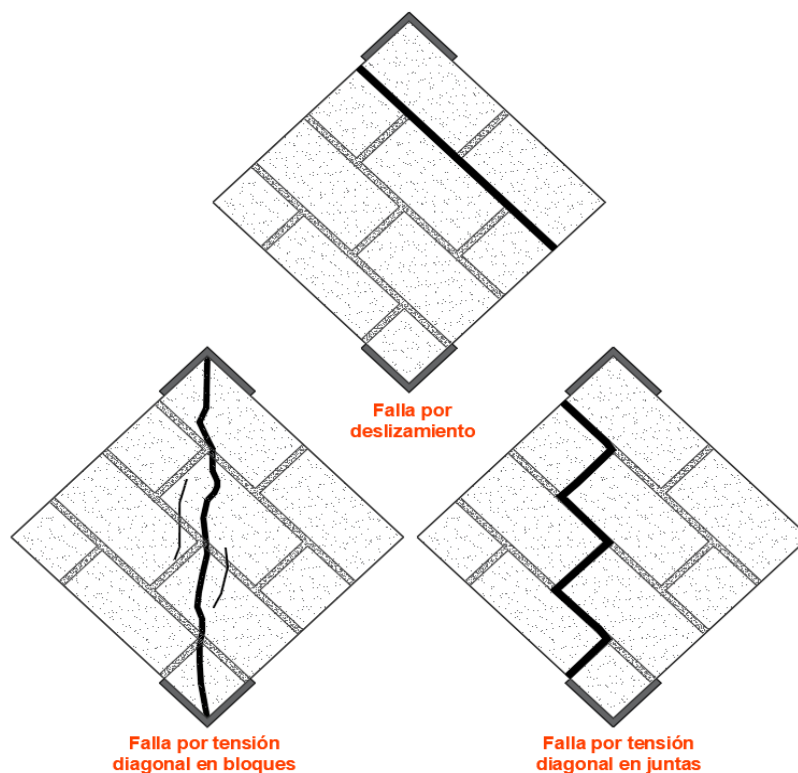
❖ Formas de falla:

El tipo de falla que normalmente se presenta en muretes es por corte o tracción. Si se emplea unidades huecas o perforadas la falla es de modo frágil y explosivo, así mismo, si la resistencia es muy baja entonces los muretes fallan por aplastamiento producto de la compresión diagonal generado. El tipo de falla por deslizando es cuando la adherencia de la unidad y mortero es débil en las juntas horizontales (Pari y Manchego, 2017).

Otros modos de falla que se presentan son los del tipo mixta el cual comprende una combinación de la falla por tensión diagonal en juntas y por tracción diagonal, así mismo, se presenta la falla local por trituración producto de la trituración de la superficie de contacto de la muestras con el cabezal del equipo de ensayo (Pari y Manchego, 2017).

Figura 11

Formas de falla.



Nota. Fuente Alvarez y Botello , 2021.

2.2.9. Módulo de corte de la albañilería (Gm)

Es la relación de esfuerzo cortante entre la deformación del corte, el cual es considerado como una constante de elástica. La instrumentación de los muretes en ambas diagonales permite medir las deformaciones con lo cual se calcula el módulo de corte de la albañilería (Gm). Así mismo, se genera la gráfica carga (P) – desplazamiento (D) (Abanto , 2017).

Los cálculos se realizan de acuerdo a San Bartolomé et al. (2018) y como indica la NTP 399.621, de tal manera efectuando las siguientes operaciones para determinar el módulo de corte Gm:

Esfuerzo cortante (ΔP):

$$\Delta t = \frac{P_{50\%} - P_{10\%}}{A} \quad (21)$$

Donde:

- Δt : Esfuerzo cortante (kg/cm²).
- $P_{50\%}$: Carga al 50% del máximo (kg).
- $P_{10\%}$: Carga al 10% del máximo (kg).
- A : Área bruta (cm²).

Deformación vertical y horizontal:

Para determinar las deformaciones verticales y horizontales dependerá de la curva carga – desplazamiento, donde se verá el diagrama de dispersión, el cual se ajustará una curva para determinar la ecuación, que servirá para determinar el desplazamiento al 50% y 10% de la carga.

$$\Delta V = \frac{Dv_{P_{50\%}} - Dv_{P_{10\%}}}{g_v} \quad (22)$$

$$\Delta H = \frac{Dh_{P_{50\%}} - Dh_{P_{10\%}}}{g_h} \quad (23)$$

Donde:

- ΔV : Acortamiento vertical (mm).
- ΔH : Alargamiento horizontal (mm).
- $Dv_{P50\%}$: Desplazamiento vertical al 50%P (mm).
- $Dv_{P10\%}$: Desplazamiento vertical al 10%P (mm).
- $Dh_{P50\%}$: Desplazamiento horizontal al 50%P (mm).
- $Dh_{P10\%}$: Desplazamiento horizontal al 10%P (mm).
- g_v : Longitud de medición de deformación vertical (mm).
- g_h : Longitud de medición de deformación horizontal (mm).

Deformación angular o deformación unitaria (γ):

$$\gamma = \Delta V + \Delta H \quad (24)$$

Donde:

- γ : Deformación angular (mm/mm).
- ΔV : Acortamiento vertical (mm).
- ΔH : Alargamiento horizontal (mm).
- g : Longitud de medición de deformación horizontal y vertical (mm).

Módulo de corte o rigidez (G_m)

$$G_m = \frac{\Delta t}{\gamma} \quad (25)$$

Donde:

- G_m : Módulo de corte (kg/cm^2).
- Δt : Esfuerzo cortante (kg/cm^2).
- γ : Deformación angular (mm/mm).

Cálculo del módulo de corte característico ($G'm$)

Determinación de la desviación estándar de los módulos de corte de los muros:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(Gmi - Gm)^2}{n - 1}} \quad (26)$$

Donde:

- σ : Desviación estándar kg/cm^2 .
- Gmi : Módulo de corte kg/cm^2 .
- Gm : Módulo de corte promedio kg/cm^2 .
- n : Numero de muestras.

Coefficiente de variación (CV):

$$CV = \frac{\sigma}{Gm} \quad (27)$$

Donde:

- CV:** Coeficiente de variación %.
 σ : Desviación estándar kg/cm².
Gm: Módulo de corte promedio kg/cm².

Determinación del módulo de corte características (G'm):

$$G'm = Gm - \sigma \quad (28)$$

2.2.10. Resistencia de prismas de albañilería según RNE- E 070

La resistencia a compresión axial (f'm) y al corte (V'm) de mampostería, se determina empíricamente (utilizando datos históricos o recurriendo a tablas de resistencia), o por medio de ensayos experimentales de prismas de acuerdo a la ubicación sísmica e importancia de la construcción, como indica en la **Tabla 10** del RNE E-070.

Tabla 10

Metodología para determinar f'm y V'm

Resistencia Característica	Edificaciones de 1 a 2 niveles			Edificaciones de 3 a 5 niveles			Edificaciones de más de 5 niveles		
	Z. Sísmica			Z. Sísmica			Z. Sísmica		
	3	2	1	3	2	1	3	2	1
(f'm)	A	A	A	B	B	A	B	B	B
(V'm)	A	A	A	B	B	A	B	B	A

Nota. Fuente RNE- E070

A: Obtenida de forma práctica conociendo la calidad de la unidad y del mortero.

B: Información obtenida a partir de ensayos experimentales en pilas y muretes como indica la NTP 399.605 y 399.621.

Para determinar la resistencia característica de las pilas (f'm) y muretes (V'm) se realiza el siguiente procedimiento, a partir del resultado del ensayo en laboratorio se tiene la carga máxima de rotura de una cierta cantidad de muestras

las cuales serán promediadas, luego se tendrá que determinar la desviación estándar y sacar la diferencia entre estos dos datos para obtener lo indicado. Por ningún motivo $V'm$ para el análisis estructural no podrá ser mayor de: $0.319 \sqrt{f'm}$ en MPa y $\sqrt{f'm}$ en kg/cm^2 .

De no tener datos experimentales para los diseños de las estructuras de albañilería, se usará como base la **Tabla 11** para unidades conocidas y morteros de proporciones típicas como 1:4 para asentado de ladrillos y 1:1/2:4 para unidades de concreto.

Tabla 11

Resistencias características de la albañilería MPa (kg/cm^2)

Unidad	Característica	Unidad $f'b$	Pilas $f'm$	Muretes $V'm$
Arcilla	King Kong Artesanal	5.4 (55)	3.4 (35)	0.5 (5.1)
	King Kong Industrial	14.2 (145)	6.4 (65)	0.8 (8.1)
	Rejilla Industrial	21.1 (215)	8.3 (85)	0.9 (9.2)
Sílice -cal	King Kong Normal	15.7 (160)	10.8 (110)	1.0 (9.7)
	Dédalo	14.2 (145)	9.3 (95)	1.0 (9.7)
	Estándar y mecánico (*)	14.2 (145)	10.8 (110)	0.9 (9.2)
Concreto Bloque Tipo P(*)		4.9 (50)	7.3 (74)	0.8 (8.6)
		6.4 (65)	8.3 (85)	0.9 (9.2)
		7.4 (75)	9.3 (95)	1.0 (9.7)
		8.3 (85)	11.8 (120)	1.1 (10.9)

(*) utilizados en la construcción de muros armados.

Nota. Fuente RNE E-070, 2006. (*) Utilizados para la construcción de muros armado.

El módulo de elasticidad (E_m) y de corte (G_m) para la albañilería se considera como sigue :

- ✓ Unidades de arcilla $E_m=500 f'm$
- ✓ Unidades sílico calcáreas $E_m=600 f'm$
- ✓ Unidades de concreto vibrado $E_m=700 f'm$
- ✓ Para todo tipo de unidad de albañilería: $G_m=0.4 E_m$

2.3. Marco Conceptual

Albañilería: Es un material de la construcción compuesto por unidades de albañilería adheridas con morteros en pilas y muretes, en otros casos con grout (RNE E070, 2006).

Unidad de albañilería: Ladrillos o bloques de arcilla cocida, concreto o sílice – cal. Puede ser sólida, hueca, alveolar o tubular (RNE E070, 2006).

Mortero: Material compuesto agredo y cemento, utilizado en el aparejo de muros con la finalidad de adherirse entre las unidades” (RNE E070, 2006).

Variación Dimensional. Representa el porcentaje de variación que es generado desde la fabricación en comparación de las dimensiones nominales y las reales.

Alabeo. Concavidad o convexidad presente en la unidad de albañilería.

Absorción. Medida de la permeabilidad de la unidad de albañilería.

Resistencia a compresión: Es la relación entre carga de rotura y la sección bruta de una unidad (NTP 399.604, 2002)

Albañilería Confinada: Es un sistema de construcción con elementos de albañilería compuesto con unidades y mortero, confinadas con elementos de estructurales a base de concreto armado. Donde los cimientos son considerados como elementos de confinamiento horizontal en el primer piso (RNE E070, 2006).

Albañilería Armada: Es la albañilería que esta reforzada con aceros verticales y horizontales por medio de sus alveolos, adheridas con concreto líquido, con la finalidad de tener un solo cuerpo que actúe homogéneamente contra los esfuerzos. Así como también son conocidos como muros armados (RNE E070, 2006).

Albañilería No Reforzada: Se denota de esta manera a la albañilería sin refuerzo (Albañilería simple) o reforzadas que no cumple con los requisitos mínimos del RNE E.070.

Albañilería Reforzada o Albañilería Estructural: Es la albañilería confinada o armada, cuyos refuerzos están bajo los estándares la norma E-070.

Construcciones de Albañilería: Son edificaciones que están compuestas por muros portantes (RNE E070, 2006).

Muro Portante: Es la albañilería estructural diseñada y edificada para transmitir cargas verticales y horizontales a la cimentación, teniendo la particularidad de estar construida continuamente en la verticalidad (RNE E070, 2006).

Muro No Portante: Son aquellas albañilerías que están diseñadas y construidas para no transmitir cargas y solo cargan su peso propio y de los acabados, ejemplo: cercos y parapetos (RNE E070, 2006).

Unidad de Albañilería Alveolar. Es la unidad sólida con alveolos o celdas o huecas, con área de apoyo mayor al 30% y espacio suficiente para introducir un refuerzo vertical, este tipo de unidades es empleada en muros armados (RNE E070, 2006).

Unidad de Albañilería Hueca. Son unidades principalmente fabricadas de concreto, así como también se identifican principalmente por el área de apoyo que es menor al 70% del área bruta (RNE E070, 2006).

Unidad de Albañilería Sólida (o Maciza). Unidad maciza con un área de apoyo igual o superior al 70% del área neta. (RNE E070, 2006).

Capítulo III. Metodología de Investigación

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis General

El comportamiento mecánico en prismas de albañilería tradicional y reforzadas con sogas drizas utilizando bloques huecos de concreto varía significativamente en la ciudad de Abancay, 2021.

3.1.2. Hipótesis Específicas

- ❖ La resistencia a compresión axial en pilas de albañilería tradicional y reforzadas con sogas drizas utilizando bloques huecos de concreto varía significativamente en la ciudad de Abancay, 2021.
- ❖ La resistencia a compresión diagonal en muretes de albañilería tradicional y reforzadas con sogas drizas utilizando bloques huecos de concreto varía significativamente en la ciudad de Abancay, 2021.
- ❖ El módulo de elasticidad en pilas de albañilería tradicional y reforzadas con sogas drizas utilizando bloques huecos de concreto varía significativamente en la ciudad de Abancay, 2021.
- ❖ El módulo de corte en muretes de albañilería tradicional y reforzadas con sogas drizas utilizando bloques huecos de concreto varía significativamente en la ciudad de Abancay, 2021.

3.2. Método

El método empleado en la investigación fue deductivo, según Baena (2017) consiste en un razonamiento desde un marco de lo general a lo particular, de lo universal a lo individual. Así mismo es un método lógico empleado para obtener conclusiones a partir del análisis de una serie de principios, leyes y teoremas.

El estudio siguió un enfoque cuantitativo, de acuerdo a Hernández y Mendoza (2018), este enfoque representa un conjunto de procesos que es secuencial con el fin de probar suposiciones. Así mismo, usa la recolección de datos con el propósito de realizar pruebas de hipótesis en base a medidas numéricas y análisis estadísticos de este modo extraer conclusiones respecto las hipótesis planteadas. Por ende, en la investigación a partir de las mediciones realizadas se comprobó la prueba de hipótesis en base a los resultados alcanzados en los ensayos de laboratorio de prismas tradicionales y reforzados.

3.3. Tipo de Investigación

El estudio fue orientado como una investigación aplicada, Gallardo (2017), argumenta que el propósito de la investigación aplicada es utilizar las teorías y la ciencia existentes y aplicarlas para resolver problemas, de esta manera confrontar la teoría con la realidad. En este sentido, la investigación es aplicada porque se hizo uso de las teorías existentes sobre el comportamiento mecánico de prismas de albañilería el cual se utilizó para estudiar la realidad problemática identificado en la zona de estudio.

3.4. Nivel o alcance de Investigación

El nivel de la investigación fue explicativo, de acuerdo a Hernández y Mendoza (2018), es un estudio que va más allá de la descripción o correlación de conceptos y variables; estos están encaminados a explicar por qué ocurren los

fenómenos y en qué condiciones se manifiesta, así como la relación que pueda presentar las variables. Por ello, se buscó explicar porque varía el comportamiento mecánico de prismas de albañilería tradicionales y reforzados con sogas drizas respecto a las propiedades de resistencia a compresión axial, corte y módulos de elasticidad y cortante y en qué condiciones se dio los resultados.

3.5. Diseño de la Investigación

La investigación tuvo un diseño experimental, según Hernández y Mendoza (2018); el diseño se basa en realizar estudios de intervención, dar tratamientos, estímulos de forma intencionada generando situaciones para explicar cómo es que afecta a quienes se les dio el tratamiento en comparación a quienes no se lo hizo.

Por tal motivo, en la investigación se analizó experimentalmente el comportamiento mecánico de muros de bloques huecos de concreto respecto a las propiedades de resistencia a compresión axial, corte y módulos de elasticidad y cortante, mediante grupos de control (prismas de albañilería tradicionales) y grupos con tratamiento (prismas de albañilería con refuerzo de sogas drizas), de este modo analizar las modificaciones que se presentaron en los grupos de estudio y explicar los fenómenos acontecidos.

3.6. Operacionalización de Variables

3.6.1. Variable Independiente

X/I: Prismas de albañilería.

Dimensiones:

D1: Prismas de albañilería tradicionales.

D2: Prismas de albañilería reforzadas con sogas drizas.

3.6.2. Variable Dependiente

Y/D: Comportamiento mecánico.

Dimensiones:

D1: Resistencia a compresión axial de pilas

D2: Resistencia a compresión diagonal de muretes

D3: Modulo de elasticidad de pilas

D4: Modulo de corte de muretes

Tabla 12

Operacionalización de variables.

Título de tesis: Variación del comportamiento mecánico en prismas de albañilería tradicional y reforzadas con sogas driza utilizando bloques huecos de concreto en la ciudad de Abancay, 2021.

Variable	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escala de medición
INDEPENDIENTE	Prismas de albañilería tradicionales: Los prismas de albañilería (pilas y muretes) son pequeños especímenes cuyos ensayos de compresión axial y diagonal, permiten determinar la resistencia a compresión ($f'm$) y a corte puro ($V'm$), respectivamente, de la albañilería (E-070, 2006).	Pilas y muretes sin tarrajeo.	Formato 8 y 9.	La razón. m^2
		Pilas y muretes con tarrajeo e:1.5 cm, C: A 1:5	Formato 8 y 9.	La razón. m^2
	Prismas de albañilería reforzadas con sogas driza: El sistema de drizas consiste en un sistema de cuerdas que envuelven los muros de manera vertical y horizontal, conformando una malla que asegura que los muros de la vivienda no colapsen en el caso de un sismo de gran envergadura (E-080, 2006).	Pilas y muretes con tarrajeo de e:1.5 cm, C: A 1:5, enmallado de Soga driza 1/8".	Formato 8 y 9.	La razón. m^2
DEPENDIENTE	Resistencia a compresión axial: Relación entre la carga máxima y el área bruta de la sección trasversal de la pila, corregido por esbeltez (Rivera, 2019).	$f'm = fm - \sigma$ f'm: resistencia característica axial en kg/cm^2 . fm: resistencia a compresión axial de pila kg/cm^2 . σ : desviación estándar en kg/cm^2 .	Formato 8.	La razón. kg/cm^2
			Resistencia a compresión diagonal: La resistencia se obtendrá como el valor promedio de las muestras ensayadas menos su desviación estándar (Vilca, 2018).	$V'm = Vm - \sigma$ V'm: resistencia característica a corte en kg/cm^2 Vm: resistencia a corte kg/cm^2 σ : desviación estándar en kg/cm^2	Formato 9.	La razón. $kg/cm^2$
	Módulo de elasticidad: Esfuerzo dividido por la deformación en cualquier valor determinado de esfuerzo o deformación (Aguilar, 2020).	Esfuerzo axial. Deformación unitaria	Formato 10.	La razón. kg/cm^2 m/m
			Módulo de corte: Se define como la relación entre el esfuerzo cortante y la deformación cortante (Carrillo, 2020).	Esfuerzo cortante. Deformación angular.	Formato 11.	La razón. $kg/cm^2$ m/m

Nota. Elaboración propia

3.7. Población, Muestra y Muestreo

3.7.1. Población

La población es el conjunto de elementos con características similares que son motivo de estudio para el cual las conclusiones de la investigación serán extensivas (Gallardo, 2017).

La población correspondiente del estudio estuvo conformada por el conjunto de 45 pilas y muretes de albañilería tradicional y reforzadas con sogas driza utilizando bloques huecos de concreto en la ciudad de Abancay.

3.7.2. Muestra

La muestra es el subconjunto de la población con características representativas, del cual se recolecta información pertinente de los elementos de estudio (Hernández y Mendoza, 2018).

Para efectos de alcanzar los objetivos de la presente investigación, la muestra correspondiente a este estudio, fue conformada por pilas y muretes tradicionales y reforzadas con sogas driza elaborados con bloques huecos de concreto.

En la **Tabla 13**, se detallará la cantidad de elementos a evaluar de pilas y muretes tradicionales y reforzados con sogas driza elaborados con bloques huecos de concreto:

Tabla 13

Cuantificación de muestras para ensayos de f'm, V'm, E m y G m

Prismas de albañilería	Tradicionales	Reforzadas con sogas driza
Pilas	<ul style="list-style-type: none"> • 10 pilas sin tarrajeo • 10 pilas con tarrajeo 	<ul style="list-style-type: none"> • 10 pilas reforzadas con sogas driza
Muretes	<ul style="list-style-type: none"> • 05 muretes sin tarrajeo • 05 muretes con tarrajeo 	<ul style="list-style-type: none"> • 05 muretes reforzadas con sogas driza.

Nota. Elaboración propia.

Adicionalmente se realizó ensayos a las unidades de bloques huecos de concreto con fines de tener conocimiento de las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de 12x20x40 cm de la ciudad de Abancay.

Tabla 14

Cuantificación de muestras para ensayo de unidades

Ensayo	B-1	B-2	B-3
Variabilidad dimensional			
Alabeo			
Porcentaje de vacíos			
Ensayos de humedad natural, succión, absorción, volumen neto, área neta y densidad.	10	10	10
Resistencia a compresión			
TOTAL		30 und	

Nota. Elaboración propia.

3.7.3. Muestreo

El muestreo es de tipo no probabilístico por conveniencia, porque la elección de las muestras no depende de la probabilidad, sino de propósitos relacionados con los contextos y características de la investigación. Así mismo, el procedimiento depende de la toma de decisiones del investigador (Hernández y Mendoza, 2018).

Por tal motivo, el número de muestras fue establecido en base al RNE E-070 que indica el estudio de 03 pilas y 03 muretes para determinar las resistencias características y módulos de elasticidad - corte de prismas de albañilería, pero para una mayor contrastación de resultados se optó por una réplica de 05 muretes y 10 pilas por tipo de muestra. En total la cuantificación de muestras que se consigno fue de 30 pilas y 15 muretes, que fueron sometidos a pruebas de compresión axial y diagonal.

3.8. Técnica e Instrumentos

3.8.1. Técnicas

Según Arias et. al (2022), la técnica de recolección de datos es un proceso o forma de obtener información para un estudio en específico. La técnica de la observación consiste en observar directamente la conducta o comportamiento de los eventos, fenómenos, elementos y situaciones de la realidad.

En este sentido, en la investigación se hizo uso de la observación directa para estudiar el comportamiento de los prismas de albañilería tradicional y reforzados con sogas drizas sometidos a ensayos experimentales de compresión axial y diagonal.

3.8.2. Instrumento

Arias et. al (2022), argumentan que los instrumentos son medios técnicos que se utilizan para registrar información o datos de una investigación, con fines de solucionar los problemas planteados, tales instrumentos tienen que presentar validez y confiabilidad. Así mismo, mencionan que el instrumento de recolección de datos fichas de observación, se hacen uso cuando un investigador desea medir, analizar o evaluar un determinado objeto en específico, de esta manera obtener información del objeto o fenómeno estudiado.

Los instrumentos que se utilizaron en esta investigación fueron fichas de observación para la recolección de datos, donde se anotaron los resultados de los ensayos realizados en laboratorio. Los formatos se realizaron en base a las siguientes normas:

- ❖ Formato de ensayo de la granulometría del agregado fino, de acuerdo a lo especificado en la NTP 400.037.

- ❖ Formato de ensayo de las propiedades físicas y mecánicas de las unidades, de acuerdo a lo especificado en la NTP 399.604 y 399.613.
- ❖ Formato de ensayo de las propiedades del mortero, de acuerdo a lo especificado en la NTP 399.607 y 399.610.
- ❖ Formato de ensayo de la resistencia característica a compresión axial de pilas, de acuerdo a lo especificado en la NTP 399.605.
- ❖ Formato de ensayo de la resistencia característica a compresión diagonal de muretes, de acuerdo a lo especificado en la NTP 399.621.
- ❖ Formato de ensayo del módulo de elasticidad, de acuerdo a lo especificado en la NTP 399.605.
- ❖ Formato de ensayo del módulo de corte, de acuerdo a lo especificado en la NTP 399.621.

3.8.3. Validez y confiabilidad de instrumentos

De acuerdo a Hernández y Mendoza (2018), la validez es el grado de que en verdad un instrumento mide con exactitud la variable que realmente se busca medir.

Hernández y Mendoza (2018), la confiabilidad de un instrumento de medición es el grado en que la aplicación repetitiva a las mismas muestras produce resultados iguales.

Según Arias (2020), el instrumento de recolección de datos fichas de observación, debe presentar criterios de validez por medio de juicio de expertos.

Tomando en consideración esa premisa, la validación de las fichas de observación se realizó por medio del juicio de expertos, los cuales fueron especialistas en la materia de la investigación (**Ver Anexo 6 y Anexo 7**). Así mismo,

todos los instrumentos mecánicos utilizados en los ensayos de laboratorio como es la prensa hidráulica capacidad 60 tn para prismas de albañilería, prensa hidráulica para concreto entre otros; estuvieron debidamente calibrados, garantizando la confiabilidad con los respectivos certificados de calibración (**Ver Anexo 10**).

3.9. Consideraciones Éticas

La investigación fue elaborado con total integridad por parte de los investigadores durante el proceso de recolección de información y procesamiento, tomando en consideración las normas vigentes en el tema del estudio, en ese sentido, los ensayos respectivos de las muestras se realizaron en laboratorios con equipos calibrados y certificadas, de tal forma que, se ratifica la fiabilidad y veracidad de los resultados, así mismo, los datos obtenidos son reales ya que se le dio un tratamiento serio, honesto sin ningún tipo de manipulación de esta manera la investigación sea de un aporte veraz y confiable. Del mismo modo, las bases teóricas tomadas de otros autores fueron debidamente citadas según las normas APA 7ma edición de este modo respetando la autoría de otros investigadores.

3.10. Procesamiento Estadístico

El análisis estadístico es de gran importancia en una investigación, ya que la fiabilidad de los resultados obtenidos se confirma gracias a estos procedimientos que permite evaluar los datos mediante parámetros estadísticos.

El análisis y procesamiento estadístico de los datos obtenidos de las muestras se realizó mediante programas estadísticos y de probabilidad como el SPSS, Statgraphics y el programa de Microsoft Excel, cuyos softwares contienen las características adecuadas para realizar el análisis de datos, crear gráficos y tablas; lo que permitió realizar el análisis de los datos obtenidos respecto a los objetivos, contrastar las hipótesis planteadas y dar conclusiones de la investigación.

3.10.1. Prueba de hipótesis

Según Martínez (2019), las pruebas de hipótesis tienen como objetivo evaluar suposiciones o afirmaciones de valores estadísticos de una población, las cuales son denominados parámetros. Las hipótesis estadísticas se realizan cuando es necesario tomar decisiones sobre la validez de la representación de las muestras en una población; por tal motivo es necesario plantearse posibilidades respecto a las características a estudiar en una determinada población, tales suposiciones pueden ser ciertas o falsas.

La formulación de las hipótesis se debe realizar de forma correcta, ya sea con fines de rechazar o aceptar de acuerdo al análisis estadístico. Por tal motivo, en la investigación se consideró hipótesis nulas y alternas como se detalla a continuación según Martínez (2019):

- ❖ Hipótesis nula H_0 [$\mu_1 = \mu_2$]: Hace referencia a aquello que hace una afirmación sobre un parámetro que se quiere probar con los resultados muestrales.
- ❖ Hipótesis alterna H_a [$\mu_1 > \mu_2$], [$\mu_1 < \mu_2$], [$\mu_1 \neq \mu_2$]: Es aquel que difiere respecto a la hipótesis nula afirmando que dicha hipótesis es falsa. Las hipótesis alternas pueden ser mayor o menor con prueba unilateral a la derecha o la izquierda o ser diferente con prueba bilateral, de acuerdo a la formulación de las hipótesis.

La prueba de hipótesis realizado para los resultados de la investigación fue mediante la prueba paramétrica denominado t de Student, la cual es una prueba estadística utilizado para el análisis de nuestras pequeñas, realizar comparaciones entre las medias de dos grupos independientes que tienen una

distribución normal y determinar si difieren significativamente respecto sus variables analizadas (Proaño, 2020).

Para tal fin se sigue el siguiente procedimiento según Martínez (2019):

a) Planeamiento de la Hipótesis

La prueba de hipótesis se realizó mediante una prueba bilateral de dos colas para analizar como varia el comportamiento mecánico de prismas de albañilería tradiciones y reforzadas con sogas driza, donde se estableció la hipótesis nula H_0 y la hipótesis alterna H_a como:

Hipótesis nula H_0 [$\mu_1 = \mu_2$]

Hipótesis alterna H_a [$\mu_1 \neq \mu_2$]

b) Nivel de significancia

El nivel de significancia empleado fue $\alpha = 0.05$, la cual significa la probabilidad de rechazar en un 5% una hipótesis que es cierta.

c) Determinación del estadístico

La prueba estadística empleado fue la t de Student para realizar inferencias en base a las medias de dos grupos y determinar si tienen una diferencia significativa entre ambos.

Estadístico t de prueba:

$$t = \frac{\bar{X} + \bar{Y}}{\sqrt{\frac{S_c^2}{n_1} + \frac{S_c^2}{n_2}}} \quad (29)$$

$$S_c^2 = \frac{\sum(X_i - \bar{X})^2 + \sum(Y_i - \bar{Y})^2}{n_1 + n_2 - 2} \quad (30)$$

Donde:

$t = t_c$: t calculado o estadístico t

\bar{X} : Media del grupo 1

\bar{Y} : Media del grupo 2

n_1 : Tamaño de muestra del grupo 1

n_2 : Tamaño de muestra del grupo 2

S_C^2 : Varianza agrupada

X_i, Y_i : Observaciones de los grupos 1 y 2.

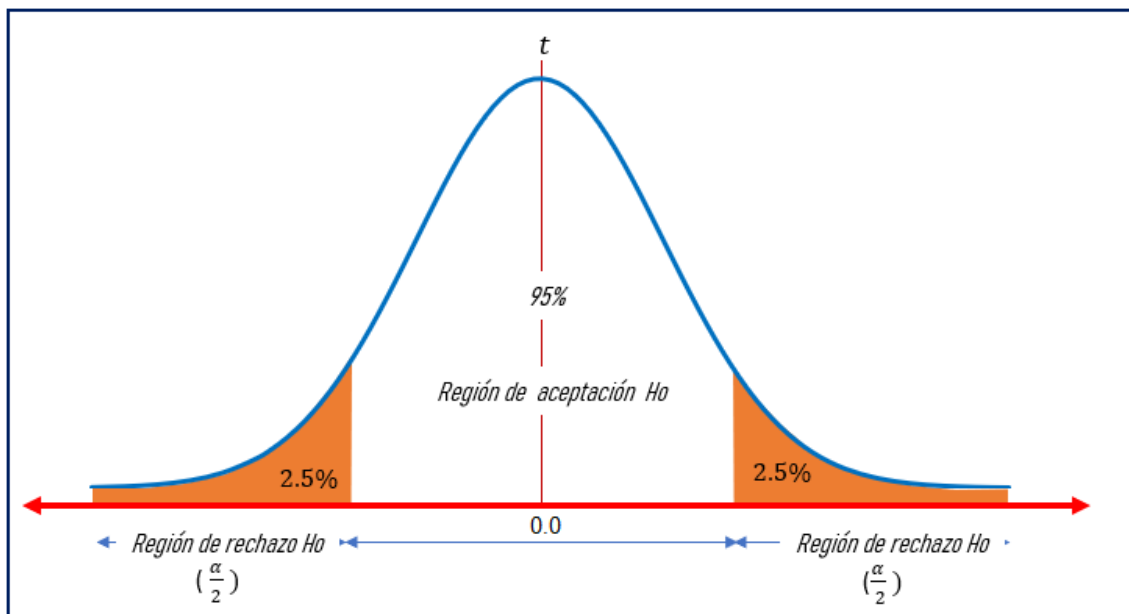
La determinación del “estadístico t” de la investigación se realizó mediante el programa de Microsoft Excel de acuerdo a (Martínez, 2019). Así mismo; la comprobación de la normalidad de los datos y prueba de igual de varianzas se realizó con los programas SPS y Statgraphics.

d) Formular los puntos críticos

Dado que el nivel de significancia es del 5% con prueba bilateral de dos colas, entonces; el diagrama de distribución de “t” Student se representa como en la **Figura 12**.

Figura 12

Diagrama de distribución bilateral de “t” de Student



De acuerdo a la **Figura 12**, el valor crítico se determina con los grados de libertad y el nivel de significación (α) en la tabla de distribución de “t” de Student de nivel de significación para pruebas de dos colas según (Martínez, 2019).

Grados de libertad: n_1+n_2-2 ; α = Nivel de significancia

e) Adoptar una decisión

Se rechaza o se acepta la hipótesis nula H_0 , de acuerdo al análisis realizado y el nivel de significación determinado.

Si $t_c \in RR$ se rechaza la H_0 y acepta la H_a , entonces existe diferencias estadísticamente significativas.

Si $t_c \notin RR$ se acepta la H_0 y se rechaza la H_a , entonces no existe diferencias estadísticamente significativas.

Capítulo IV. Resultados y Discusión

4.1. Resultados

Para obtener los resultados de los objetivos planteados, en primera instancia se realizó ensayos a los componentes de los prismas de albañilería como son las propiedades físico – mecánicas de las unidades de bloques huecos de concreto y ensayo a compresión del mortero de asentado de muros.

Para realizar los ensayos físicos y mecánicos de las unidades, se utilizó como referencia el RNE E-070 y la NTP 399.604, para ello se tomó 10 muestras representativas de cada bloquetera seleccionada B-01, B-02 y B-03, para los ensayos físicos como el alabeo, variación dimensional, etc. Así mismo, tales muestras se dividieron en 05 para ensayos de absorción, succión y 05 muestras para realizar los ensayos mecánicos de resistencia a compresión de las unidades de cada bloquetera estudiada; con los datos obtenidos del ensayo en laboratorio registrado en los formatos de ensayo validados por expertos (**Ver Anexo 6**), se procedió a realizar los cálculos para determinar las propiedades de las unidades.

De los cálculos realizados al ensayo de las bloqueteras seleccionadas respecto a sus propiedades físicos y mecánicas de las unidades de albañilería; desarrollado en (**Ver Anexo 2**) se obtuvo los siguientes resultados:

a) Propiedades físicas de las unidades de bloques huecos de concreto

Variabilidad dimensional

Tabla 15

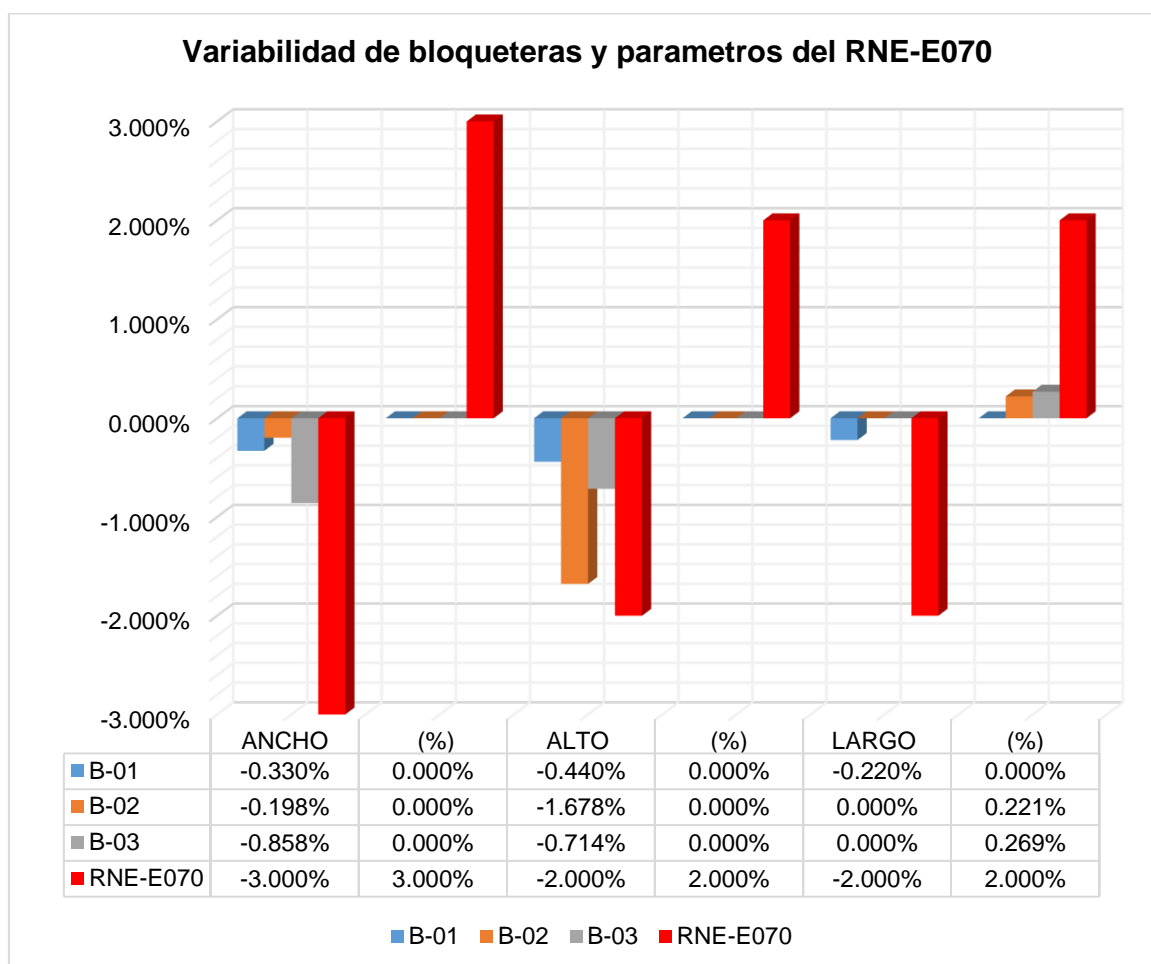
Resultados de variabilidad dimensional de unidades de las B-01, B-02, B-03.

Muestra	Promedios de Variabilidad Dimensional (mm)					
	Ancho	V.D. %	Altura	V.D. %	Largo	V.D. %
B-01	120.40	-0.33%	200.88	-0.44%	400.88	-0.22%
B-02	120.24	-0.20%	203.36	-1.68%	399.12	0.22%
B-03	121.03	-0.86%	201.43	-0.71%	398.93	0.27%
DN	120.000		200.00		400.00	

Nota. Elaboración propia.

Figura 13

Variabilidad dimensional de B-1, B-2 y B-3, respecto al RNE-E070.



Nota. El grafico representa la comparación de promedios de la variación dimensional de las unidades, comparadas con las variaciones de dimensión máxima en % del RNE-E070. Elaboración propia.

En la **Figura 13**, se aprecia los promedios de la variación dimensional de las unidades de concreto por bloquetera B-01, B-02 y B-03, resultan que: El ancho de las muestras tienen una variación del -0.333%, -0.198% y -0.858% respectivamente, siendo inferior a la variación máxima aceptable de $\pm 3\%$; respecto a la altura tiene una variación dimensional de -0.44%, -0.167% y -0.714% respectivamente, siendo inferior a la variación máxima aceptable de $\pm 2\%$; por último el largo tiene una variación dimensional de -0.22%, 0.221% y 0.269% respectivamente los cuales son inferiores a la variación máxima aceptable de $\pm 2\%$, con estos resultados se concluye que las muestras de las 03 bloqueteras se encuentran dentro de los parámetros de la variación dimensional del RNE-E070, considerados como bloques para muros portantes (Bloque P).

Alabeo

Tabla 16

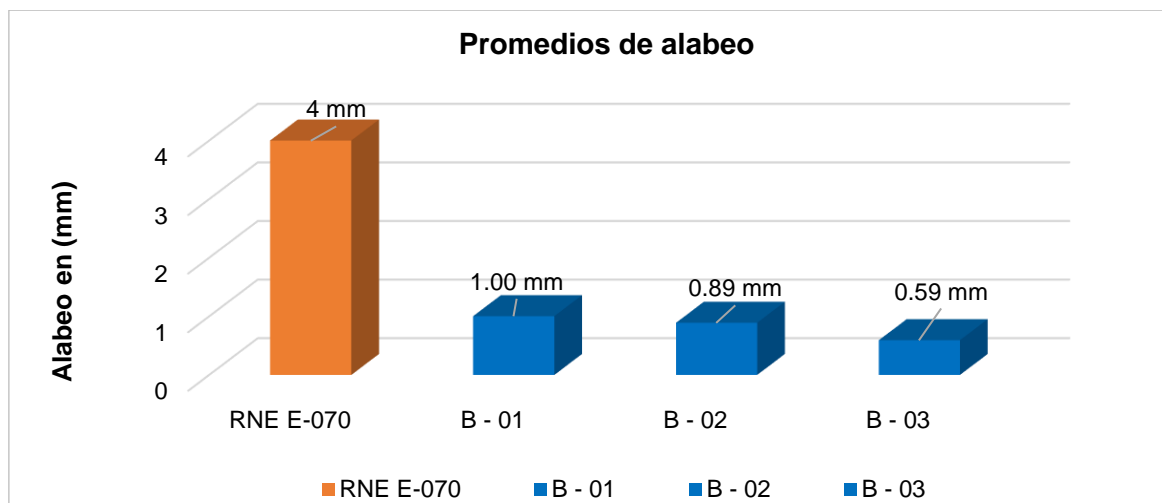
Resultados de alabeo de unidades de las B-01, B-02, B-03.

Bloqueteras	Promedio (mm)
B-01	1
B-02	0.89
B-03	0.59

Nota. Elaboración propia.

Figura 14

Análisis del alabeo de las 03 bloqueteras ensayadas, respecto al RNE-E070.



Según la **Figura 14**, menciona que el RNE -070 el alabeo máximo que debe tener una bloqueta de concreto es de 4 mm, de acuerdo a los resultados obtenidos las bloqueteras B- 01, B – 02 y B – 03 respectivamente cumplen con lo establecido en la norma porque tienen promedios de B -01 de 1 mm, B –02 de 0.89 mm y B – 3 de 0.59 mm. Por lo tanto, los resultados demuestran que las 03 bloqueteras cumplen con la normativa y se clasifican por alabeo como bloque tipo P.

Porcentaje de Vacíos

Tabla 17

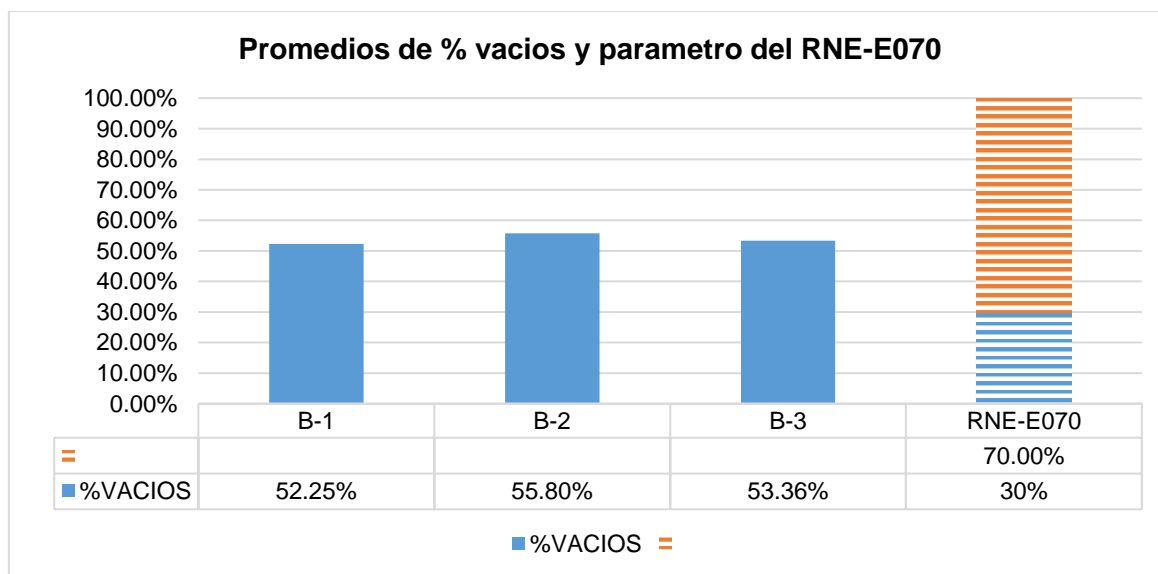
Resultados de % de vacíos de unidades de las B-01, B-02, B-03.

Bloqueteras	%Vacíos
B-01	52.25%
B-02	55.80%
B-03	53.36%

Nota. Elaboración propia.

Figura 15

Análisis % de vacíos de 03 bloqueteras ensayadas, respecto al RNE-E070.



Nota. El grafico representa los promedios de porcentaje de vacíos de cada bloquetera B-01, B-02 y B-03, y los parámetros del RNE-E070. Elaboración propia.

En la **Figura 15**, se muestra que los resultados del porcentaje de vacíos son mayores al 30% por el cual será calificadas como unidad hueca de acuerdo al RNE-E070.

Humedad natural, succión, absorción, volumen neto, área neta y densidad.

Tabla 18

Resultados humedad, Succión, Absorción de unidades de B-1, B-2, B-3.

Ensayos	Formula	Und	Bloqueteras		
			B-01	B-02	B-03
Humedad natural=Hn:	$Hn(\%) = 100 \frac{W0 - W1}{W1}$	%	1.11	1.30	0.94
Succión=SU	$SU = 200 \frac{W2 - W1}{ACA}$	(gr/200cm ² -min)	8.37	9.38	8.20
Absorción=A	$A(\%) = 100 \frac{W3 - W1}{W1}$	%	7.03	5.81	6.71
Densidad seca al horno	$D = \frac{W1}{W3 - W4} * 1gr/cm$	gr/cm ³	1.98	2.06	2.00
Volumen neto =Vn	$Vn = \frac{w1}{D}$	cm ³	4754.4	4355.1	4403.2
Área neta media =An	$An = \frac{Vn}{h}$	cm ²	23.67	21.42	21.92

Nota: La tabla registra los resultados obtenidos de los ensayos al que se sometió las unidades de la bloquetera B -01, B-02 y B-03.

ACA: área de la cara de asiento

1gr/cm³: peso específico del agua

h: Altura promedio

En la **Tabla 18**, se aprecia la succión que presentan las unidades de cada bloquetera B-01, B-02 y B-03 resultando en promedio igual a 8.37, 9.38 y 8.20 gr/ 200 cm²-min respectivamente. El RNE E-070 menciona que la succión recomendada al momento de asentar las unidades no debe pasar los 20 gr/ 200 cm², si una unidad tuviese una succión excesiva al parámetro entonces antes de emplearlo en la construcción se deberá saturar; los valores obtenidos en el ensayo están dentro del parámetro por lo que no requieren ser humedecidas antes del proceso constructivo en muros.

En la **Tabla 18**, se observa que la absorción de unidades de las bloqueteras B-01, B-02 y B-03 es igual a 7.03%, 5.81 y 6.71 % respectivamente. El RNE E-070 indica que el valor de la absorción en unidades de concreto no debe

superar el 12%, los valores obtenidos en el ensayo se encuentran por debajo del parámetro de la norma.

b) Propiedades mecánicas de las unidades de bloques huecos de concreto

Tabla 19

Resultados de resistencia a compresión de unidades de la B-1, B-2, B-3.

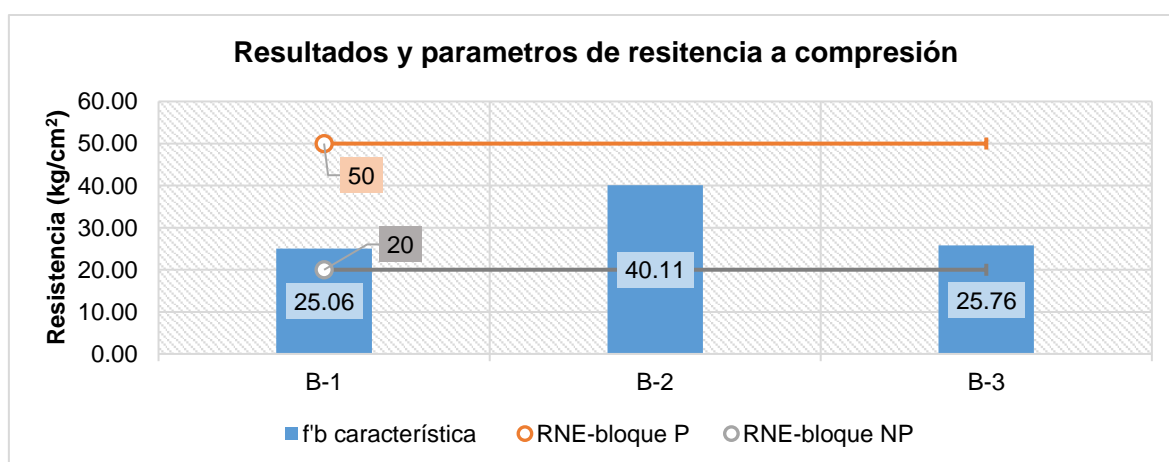
Muestra	B-01	B-02	B-03
Resistencia promedio (fb)	31.05	43.59	27.49
Desviación estándar (σ)	6.00	3.49	1.73
f'b característica	25.06	40.11	25.76

Nota. Elaboración propia.

De la **Tabla 19**, se tiene que los promedios a la resistencia a compresión de las unidades huecas de concreto es el siguiente: B-01:31.05 kg/cm², B-02:43.59 kg/cm², B-03:27.49 kg/cm², así mismo se puede apreciar que la bloquetera con mayor resistencia es de la bloquetera B-2 con una resistencia promedio de B-2:43.59 kg/cm².

Figura 16

Resistencia a compresión de B-1, B-2 y B-3 comparado con RNE-070.



Nota. El gráfico muestra los resultados del ensayo a compresión de las unidades de bloques huecos de concreto por bloquetera B-1, B-2 y B-3, donde las barras representan la resistencia característica de cada bloquetera y la recta horizontal 20 representa resistencia para bloques tipo NP (no portantes), por último, la recta superior 50 corresponde para bloques tipo P (portantes) de acuerdo al RNE-E070. Elaboración propia.

De la **Figura 16**, se tiene que las unidades huecas de concreto sometidas a compresión de las diferentes bloqueteras tienen una resistencia mayor a un bloque tipo NP (mayor a 20kg/cm^2) y es inferior a los bloques tipo P (menor 50kg/cm^2) de acuerdo al RNE-E070, sin embargo, se tiene que la bloquetera B-02 se asemeja a un bloque del tipo P con una resistencia promedio de 43.59kg/cm^2 , desviación estándar 3.49kg/cm^2 y una resistencia característica de 40.11kg/cm^2 .

Clasificación de las unidades de albañilería con fines estructurales

RNE-E070:

Luego de realizar los ensayos físicos y mecánicos a cada unidad de concreto de las diferentes bloqueteras estudiadas (**Ver Anexo 2**), se procede a realizar la clasificación con fines estructurales de estas unidades, según la **Tabla 4**: Clase de unidad de albañilería para fines estructurales del RNE-E070, 2006.

Tabla 20

Clasificación de las unidades según RNE-E070.

Clasificación para fines estructurales				
Bloquetera	Descripción	Resultados	Clasificación RNE E-0.70	Clasificación más desfavorable
B-01	Variación dimensional (%)	Largo: -0.22 Ancho: -0.33 Altura: -0.44	Bloque P Bloque P Bloque P	Bloque NP
	Alabeo (mm)	1.00	Bloque P	
	Resistencia a compresión (kg/cm^2)	25.06	Bloque NP	
B-02	Variación dimensional (%)	Largo: 0.22 Ancho: -0.20 Altura: -1.68	Bloque P Bloque P Bloque P	Bloque NP
	Alabeo (mm)	0.89	Bloque P	
	Resistencia a compresión (kg/cm^2)	40.11	Bloque NP	
B-03	Variación dimensional (%)	Largo: 0.27 Ancho: -0.86 Altura: -0.71	Bloque P Bloque P Bloque P	Bloque NP
	Alabeo (mm)	0.59	Bloque P	
	Resistencia a compresión (kg/cm^2)	25.76	Bloque NP	

Nota. Elaboración propia.

Según la **Tabla 20**, la clasificación de las unidades de albañilería con fines estructurales, se obtiene que las unidades de las bloqueteras B-01, B-02 y B-03 son calificadas como bloques de concreto no portantes, porque las unidades de concreto no llegan a la resistencia mínima de 50kg/cm^2 para ser un bloque P. Sin embargo, si superan los 20kg/cm^2 el cual corresponde a bloques no portantes, respecto a la variación dimensional, alabeo se encuentran dentro de los parámetros máximos para ser un bloque portante según el RNE-E070.

Para alcanzar los objetivos de la investigación se consideró de manera conveniente utilizar las unidades de la bloquetera B-02, debido a que son las unidades que se asemejan más a la resistencia mínima para bloques de concreto portantes 50kg/cm^2 según el RNE-E070.

c) Propiedades Físicas y Mecánicas del Mortero.

Los ensayos para mortero de asentado y tarrajeo de muros se realizó de acuerdo al RNE-E070, CAPECO, NTP 399.610 y la NTP 399.607, obtenido los siguientes resultados de las propiedades físico y mecánicas del mortero.

Tabla 21

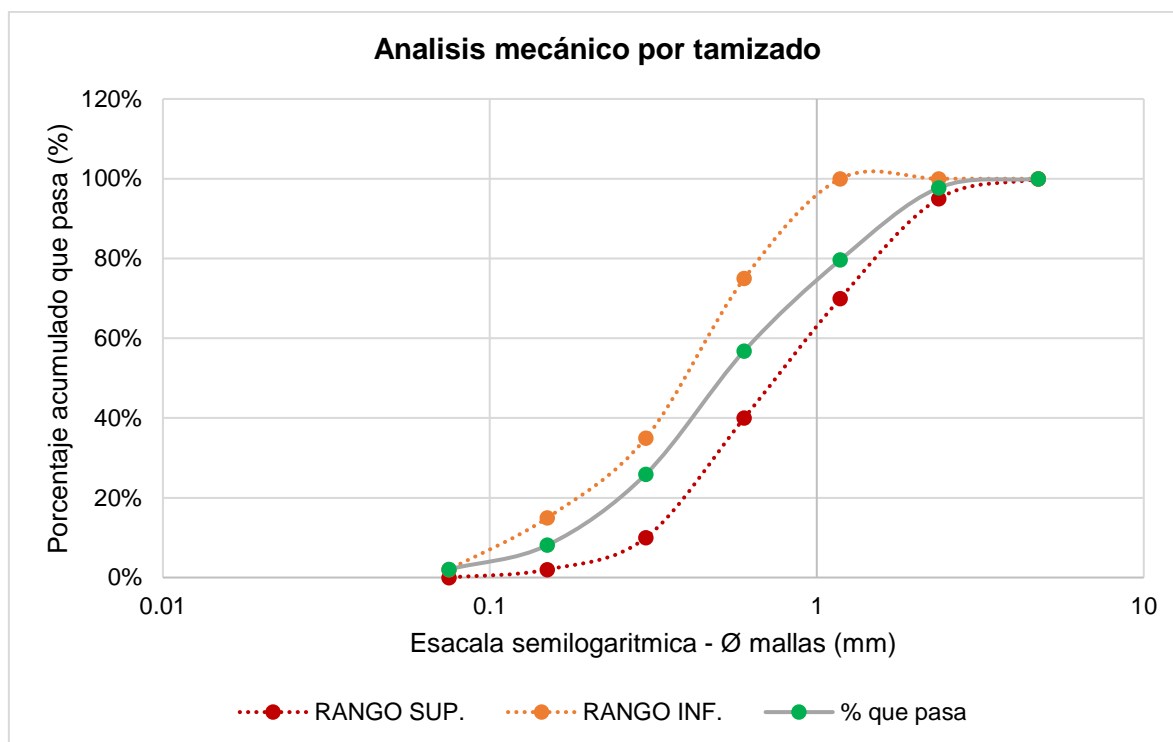
Resultados del análisis granulométrico de la arena gruesa

N° Malla	Apertura de malla (mm)	Peso retenido (gr)	% Parcial retenido	% Retenido acumulado	Peso que pasa (gr)	% que pasa
N° 4	4.76	0.00	0.00	0.00	992.70	100.00
N° 8	2.36	22.80	2.30	2.30	969.90	97.70
N° 16	1.18	179.30	18.06	20.36	790.60	79.64
N° 30	0.6	226.40	22.81	43.17	564.20	56.83
N° 50	0.3	306.80	30.91	74.07	257.40	25.93
N° 100	0.15	176.70	17.80	91.87	80.70	8.13
N° 200	0.075	60.20	6.06	97.93	20.50	2.07
BASE	0	20.50	2.07	100.00	0.00	0.00
Total		992.70	100.00	329.70		
Módulo de fineza			3.30			

Nota. La tabla muestra el análisis granulométrico del agregado fino, el material analizado es manipulada, es decir, zarandeada en la malla gallinero calibre 5 (apertura de la malla 5mm). Elaboración propia.

Figura 17

Curva granulométrica de la arena gruesa



Nota. Elaboración propia.

De la **Figura 17**, se aprecia la curva granulométrica de la arena gruesa la cual se encuentra dentro de los rangos máximo y mínimos establecidos en el RNE-E070 para mortero.

Tabla 22

Resultados del ensayo a compresión de mortero para asentado.

Descripción	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
Área (cm ²)	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
Carga máxima (kg)	3581.26	4408.26	3065.28	3217.22	4196.15
fbi (kg/cm ²)	143.25	176.33	122.61	128.69	167.85
Resistencia promedio (fb)	147.75 kg/cm²				
Desviación estándar (σ)	23.644 kg/cm²				
Coefficiente de variación (cv)	16.00 %				
f'b característica	124.10 kg/cm²				

Nota: La tabla registra los resultados obtenidos del ensayo de compresión de mortero para asentado de muros con mezcla en proporción de 1:4 de C:A en molde de cubos de 5 cm de lado.

fbi: Resistencia a la compresión en kg/cm².

En la **Tabla 22**, se observa que el mortero para asentado dio como resultado una resistencia promedio de 147.25 kg/cm² y una resistencia característica de 124.10 kg/cm².

Tabla 23

Resultados del ensayo a compresión de mortero para tarrajeo.

Descripción	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
Área (cm ²)	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
Carga máxima (kg)	1437.81	1227.74	1662.15	1713.13	1407.22
f _{bi} (kg/cm ²)	57.51	49.11	66.49	68.53	56.29
Resistencia promedio (fb)	59.58 kg/cm²				
Desviación estándar (σ)	7.944 kg/cm²				
Coefficiente de variación (cv)	13.33 %				
f'_b característica	51.64 kg/cm²				

Nota: La tabla registra los resultados obtenidos del ensayo de compresión de mortero para tarrajeo de muros con mezcla en proporción de 1:5 de C:A en molde de cubos de 5 cm de lado.

f_{bi}: Resistencia a la compresión en kg/cm².

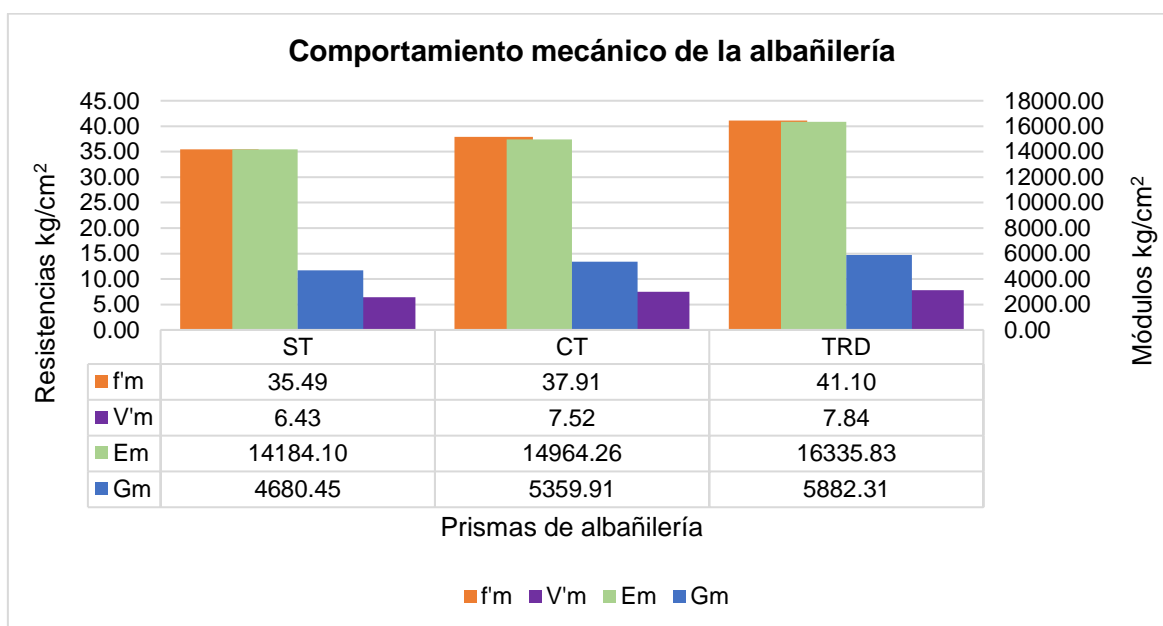
En la **Tabla 23**, se aprecia que el mortero para tarrajeo dio como resultado una resistencia promedio de 59.58 kg/cm² y una resistencia característica de 51.64 kg/cm².

4.1.1. Objetivo General

Determinar la variación del comportamiento mecánico en prismas de albañilería tradicional y reforzadas con sogas driza utilizando bloques huecos de concreto en la ciudad de Abancay, 2021.

Figura 18

Variación del comportamiento mecánico en prismas de albañilería



Nota. Elaboración propia.

En la **Figura 18**, se observa la variación del comportamiento mecánico de la albañilería tradicional y reforzadas con sogas driza respecto a sus propiedades mecánicas, el cual refleja que la resistencia a compresión axial y diagonal en pilas y muretes reforzadas presentan un incremento respecto a las pilas y muretes tradicionales, así mismo, se parecía que los módulos de elasticidad y corte obtenidos en muestras reforzadas presentan incrementos respecto a las muestras sin refuerzo. De modo que, se entiende que el refuerzo propuesto varío el comportamiento de los muros de albañilería de bloques huecos de concreto, presentando incrementos en sus propiedades mecánica brindándole mayor ductilidad.

4.1.2. Objetivo Específico 01

Determinar la variación de la resistencia a compresión axial en pilas de albañilería tradicionales y reforzadas con sogas driza utilizando bloques huecos de concreto en la ciudad de Abancay, 2021

Para determinar la resistencia característica ($f'm$) de pilas de albañilería se realizó ensayos experimentales con pilas de 2 y 4 hiladas sin tarrajeo (PST), con tarrajeo (PCT) y tarrajeo reforzado con sogas driza (PTRD) elaborados con bloquetas de concreto de 12x40x20 cm; sometidos a compresión en una prensa hidráulica de 60tn a la edad de 28 días.

Figura 19

Ensayo de resistencia a compresión axial de pilas de albañilería



Nota. Elaboración propia.

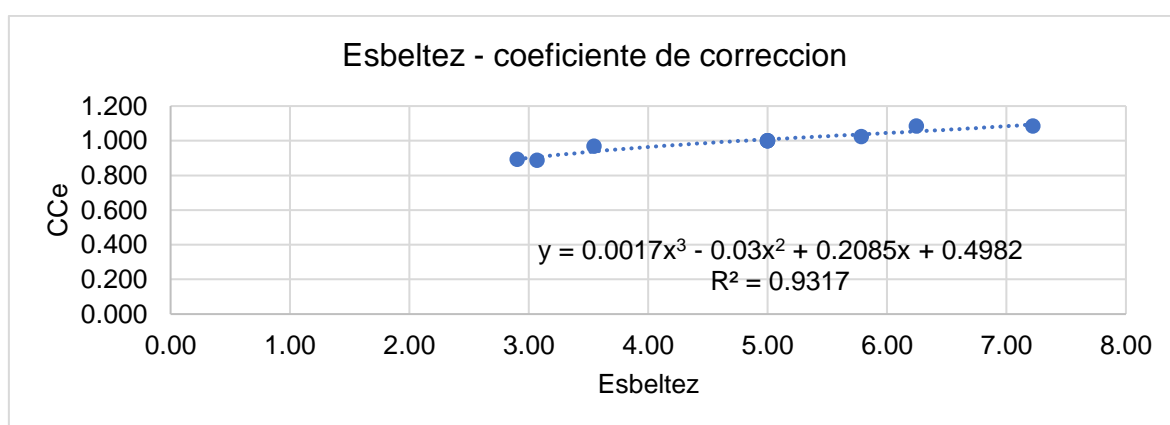
El proceso constructivo de las muestras de pilas sin tarrajeo, con tarrajeo y tarrajeo reforzado con sogas driza, los materiales, equipos usados, el cálculo de datos del ensayo se realizaron en el **Anexo 4**, dando los siguientes resultados.

a) Resistencia Característica a compresión axial ($f'm$).

Con los datos obtenidos del ensayo registrado en los formatos de ensayo, se determina la resistencia a compresión individual de las pilas y con ello determinar los coeficientes de corrección por esbeltez y finalmente calcular la resistencia característica a compresión axial ($f'm$), según se detalla a continuación:

Figura 20

Curva de ajuste de C_{Ce} de f'm por esbeltez obtenido de forma experimental.



Nota. Elaboración propia.

De acuerdo a la **Figura 20**, se observa la curva de ajuste respecto los coeficientes de corrección (C_{Ce}) y esbeltez de las pilas ST, CT y TRD, encontrando la siguiente ecuación $y = 0.0017x^3 - 0.03x^2 + 0.2085x + 0.4982$ de la curva de tendencia, la cual servirá para determinar los coeficientes de corrección como se observa en la **Tabla 24**.

Tabla 24

Coeficientes de corrección (C_{Ce}) por esbeltez.

Comparación de los valores C _{Ce} .											
E=h/t	1.3	1.5	2	2.5	3	4	4.5	5	6	7	8
INDECOPI (original)	0.75	0.86	1	1.04	1.07	1.15	...	1	...	...	...
INDECOPI (E=5)	0.61	0.7	0.82	0.85	0.88	0.94	..	1	...	...	...
SENCICO	...	...	0.73	0.8	0.86	0.95	0.98	1	...	...	...
RNE E70-2016	...	...	0.73	0.8	0.91	0.95	0.98	1	...	...	...
Ecuación 01 ST	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.98	0.99	1.00	1.03	1.07	1.12

Diferencia INDECOPI (E=5) Ecuación 01 ST	-	-	-	-	-9%	-4%	..	0%	..	..	..
	37%	27%	15%	11%							
Diferencia SENCICO Ecuación 01 ST	...	...	-	-	-	-3%	-1%	0%	..	..	..
			24%	17%	11%						
Diferencia RNE E070 Ecuación 01 ST	...	...	-	-	-6%	-3%	-1%	0%	..	..	..
			24%	17%							
Ecuación 02 CT	0.80	0.81	0.83	0.86	0.88	0.94	0.97	1.00	1.07	1.14	1.22
Diferencia INDECOPI (E=5) Ecuación 02 CT	-	-	-2%	-1%	0%	0%	...	0%	..	..	..
	24%	14%									
Diferencia SENCICO Ecuación 01 ST	...	...	-	-7%	-3%	1%	1%	0%	..	..	..
			13%								
Diferencia RNE E070 Ecuación 01 ST	...	...	-	-7%	3%	1%	1%	0%	..	..	..
			13%								
Ecuación 03 TRD	0.77	0.79	0.83	0.87	0.90	0.96	0.98	1.00	1.03	1.05	1.05
Diferencia INDECOPI (E=5) Ecuación 02 CT	-	-	-1%	-2%	-2%	-2%	...	0%	..	..	..
	21%	11%									
Diferencia SENCICO Ecuación 01 ST	...	...	-	-8%	-4%	-1%	0%	0%	..	..	..
			12%								
Diferencia RNE E070 Ecuación 01 ST	...	...	-	-8%	1%	-1%	0%	0%	..	..	..
			12%								
Ecuación 04 Total	0.72	0.75	0.81	0.86	0.90	0.96	0.98	1.00	1.03	1.07	1.11
Diferencia INDECOPI (E=5) Ecuación 02 CT	-	-6%	2%	-1%	-2%	-2%	...	0%	..	..	..
	15%										
Diferencia SENCICO Ecuación 01 ST	...	...	-	-7%	-4%	-1%	0%	0%	..	..	..
			10%								
Diferencia RNE E070 Ecuación 01 ST	...	...	-	-7%	1%	-1%	0%	0%	..	..	..
			10%								

Nota. Elaboración propia.

En la **Tabla 24**, se observa las diferencias porcentuales de los CCe de las normas entre los valores obtenidos de las curvas de ajuste generados experimentalmente (**Ver Anexo 4**); donde se aprecia que los valores de CCe del RNE – E-070 son parecidos a los CCe determinados experimentalmente en el estudio, con mayor proximidad los coeficientes de corrección de la ecuación 04. Por lo tanto, se toma en consideración dichos coeficientes de corrección para determinar la resistencia característica axial corregido por esbeltez.

Tabla 25

Resultados resistencia característica a compresión axial - pilas ST, CT, TRD

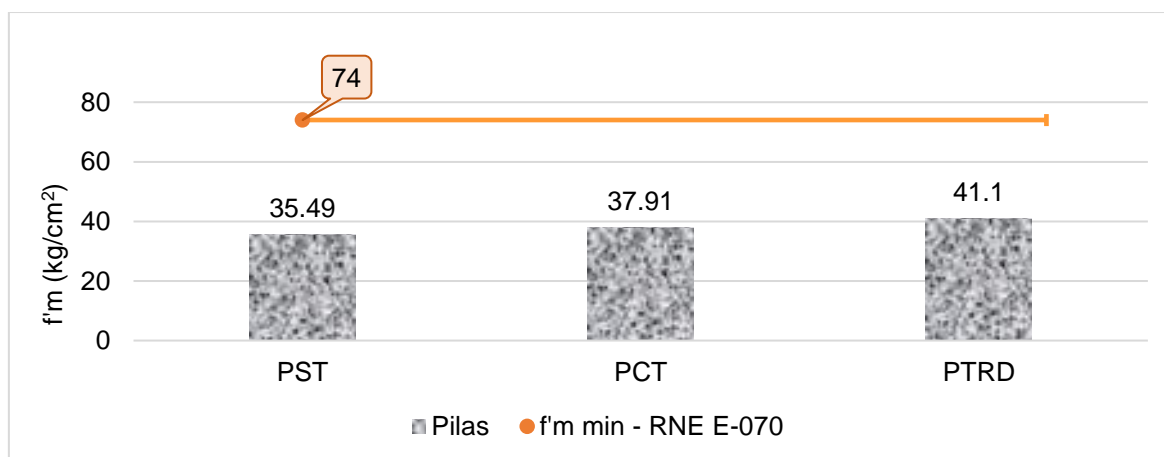
Muestra	P-ST	P-CT	P-TRD	RNE-070
P-1	35.63	45.24	45.42	
P-2	36.05	36.17	42.85	
P-3	37.21	40.12	45.78	
P-4	35.57	41.81	41.53	
P-5	37.50	45.04	40.94	
f _m (kg/cm ²)	36.39	41.68	43.31	
(σ) Desviación estándar (kg/cm ²)	0.90	3.76	2.21	
(CV) Coeficiente de variación (%)	2.48%	9.03%	5.10%	
(f _m resistencia característica axial (kg/cm ²))	35.49	37.91	41.10	74
Variación de f _m respecto f _b P-ST	0.00%	6.82%	15.81%	
Variación de f _m calculado respecto f _m RNE-E070	52.04%	48.77%	44.46%	0.0%

Nota. Elaboración propia.

La **Tabla 25**, muestra la desviación estándar (σ) de las pilas P-ST, P-CT y P-TRD ensayadas a compresión diagonal, el coeficiente de variación (CV) donde se aprecia que el mayor es de 9.03% para pilas con tarrajeo, de ahí que, se deduce que las pilas ensayadas a compresión axial tienen una dispersión porcentual menor al 30% el cual es aceptable y quiere decir que no existe fallas en la mano de obra (San Bartolomé et al., 2018). La resistencia promedio a compresión axial de las pilas es: PST 36.39 kg/cm², PCT 41.68 kg/cm² y PTRD 43.31 kg/cm².

Figura 21

Variación de la resistencia característica a compresión axial en pilas.

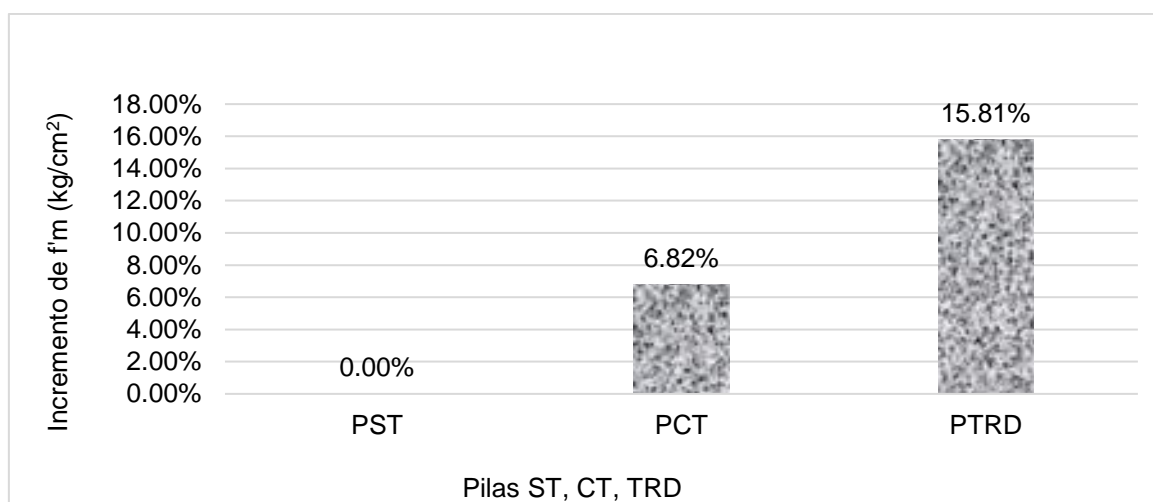


Nota. Elaboración propia.

En la **Figura 21**, se observa la variación de las resistencias características a compresión axial de los diferentes tipos de pilas, igualmente, se compara respecto a la resistencia característica axial del RNE-E070 para bloque tipo P, el cual es como mínimo 74 kg/cm². En ese sentido, se visualiza que la resistencia característica axial de las pilas ensayadas es: PST 35.49 kg/cm², PCT 37.91 kg/cm² y PTRD 41.10 kg/cm², sin embargo, dichos resultados son menores al mínimo establecido del RNE-E070. Así mismo, se aprecia que la muestra denominada PTRD con respecto a las muestras PCT y PST presenta un incremento de la resistencia en comparación a cada una, de ahí que, se infiere que se obtiene una resistencia a compresión axial más alta en pilas reforzadas con soga driza (PTRD).

Figura 22

Incremento de resistencia característica a compresión axial respecto a P- ST



Nota. Elaboración propia.

De la **Figura 22**, se aprecia que las pilas tradicionales sin tarrajeo (P-ST) se representa como 0%, debido a que, se partirá desde ese punto para el análisis de variación de la resistencia axial en las pilas con tarrajeo y con tarrajeo reforzado con soga driza. En ese sentido, se muestra que existe un incremento en la resistencia de 6.82 % de las pilas con tarrajeo respecto a las pilas sin tarrajeo, así

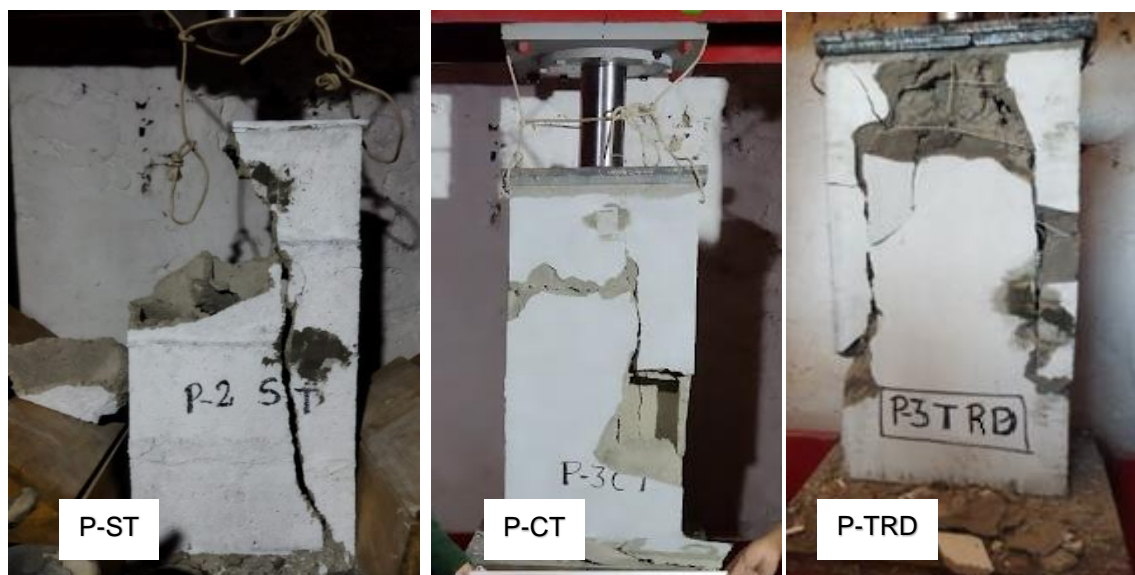
mismo, se muestra que incrementa en 15.81 % cuando las pilas son tarrajeadas reforzadas con sogas driza.

Al realizar el tarrajeo en las pilas según los resultados expuestos adquiere mayor resistencia y al realizar el tarrajeo reforzado con sogas driza, los resultados muestran que adquiere mayor resistencia que al estar solo tarrajada, por lo tanto, se deduce que el método aplicado de refuerzo incrementa la resistencia axial de los muros de albañilería de bloques huecos de concreto.

b) Formas de fallas de las pilas.

Figura 23

Tipos de fallas en pilas de albañilería.



Nota. Elaboración propia.

De la **Figura 23**, se puede visualizar que las pilas tradicionales (sin tarrajeo y con tarrajeo) ensayados a compresión axial presentaron fallas de carácter frágil y explosivo

Sin embargo, las pilas reforzadas con sogas driza presentaron comportamientos de carácter dúctil producto del confinamiento dado entre albañilería – enmallado de la sogas.

4.1.3. Objetivo Específico 02

Determinar la variación de la resistencia a compresión diagonal en muretes de albañilería tradicional y reforzadas con soga driza utilizando bloques huecos de concreto en la ciudad de Abancay, 2021.

Para determinar las resistencias a compresión diagonal de muretes de albañilería se realizó ensayos experimentales a 15 muros (05 muros sin tarrajeo, 05 muros con tarrajeo y 05 muros con tarrajeo reforzada con soga driza) elaboradas con bloques huecos de concreto de 12x40x20 cm; de acuerdo al RNE E-070 y el NTP 399.621 y sometidos a compresión en una prensa hidráulica de 60tn a la edad de 28 días.

Figura 24

Ensayo a compresión diagonal de muretes de albañilería.



Nota. Elaboración propia.

El proceso constructivo de las muestras de muretes sin tarrajeo, con tarrajeo y tarrajeo reforzado con soga driza, los materiales, equipos usados, el cálculo de datos del ensayo se realizaron en el **Anexo 5**, dando los siguientes resultados:

a) Resistencia características a corte (V'm).

Tabla 26

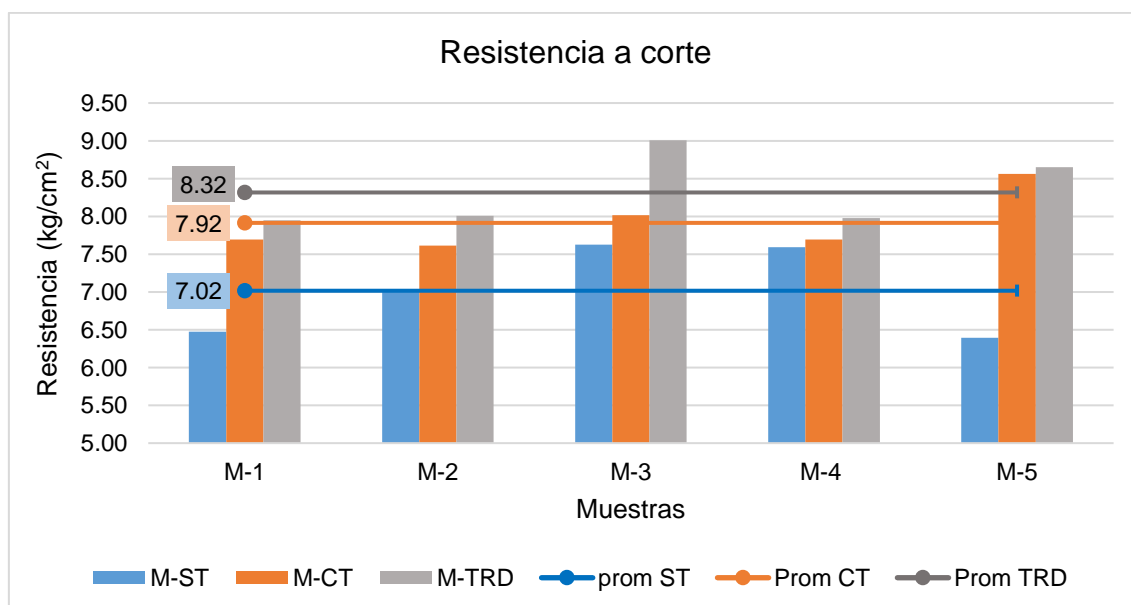
Resultados del ensayo a compresión diagonal de muretes.

Muestra	M-ST	M-CT	M-TRD	RNE-070
M-1	6.47	7.69	7.95	
M-2	7.01	7.61	8.01	
M-3	7.63	8.01	9.01	
M-4	7.59	7.70	7.98	
M-5	6.39	8.56	8.65	
Promedio Vm resistencia a corte (kg/cm ²)	7.02	7.92	8.32	
σ Desviación estándar (kg/cm ²)	0.59	0.39	0.48	
CV Coeficiente de variación (%)	8.39	4.97	5.80	
V'm Resistencia característico a corte (kg/cm ²)	6.43	7.52	7.84	8.60
Variación V'm respecto M-ST (%)	0.00	17.00	21.87	33.76
Porcentaje que representa V'm respecto RNE-E070 (%)	74.76	87.47	91.11	100.00

Nota. Elaboración propia.

Figura 25

Resultados del ensayo a compresión diagonal de muretes.

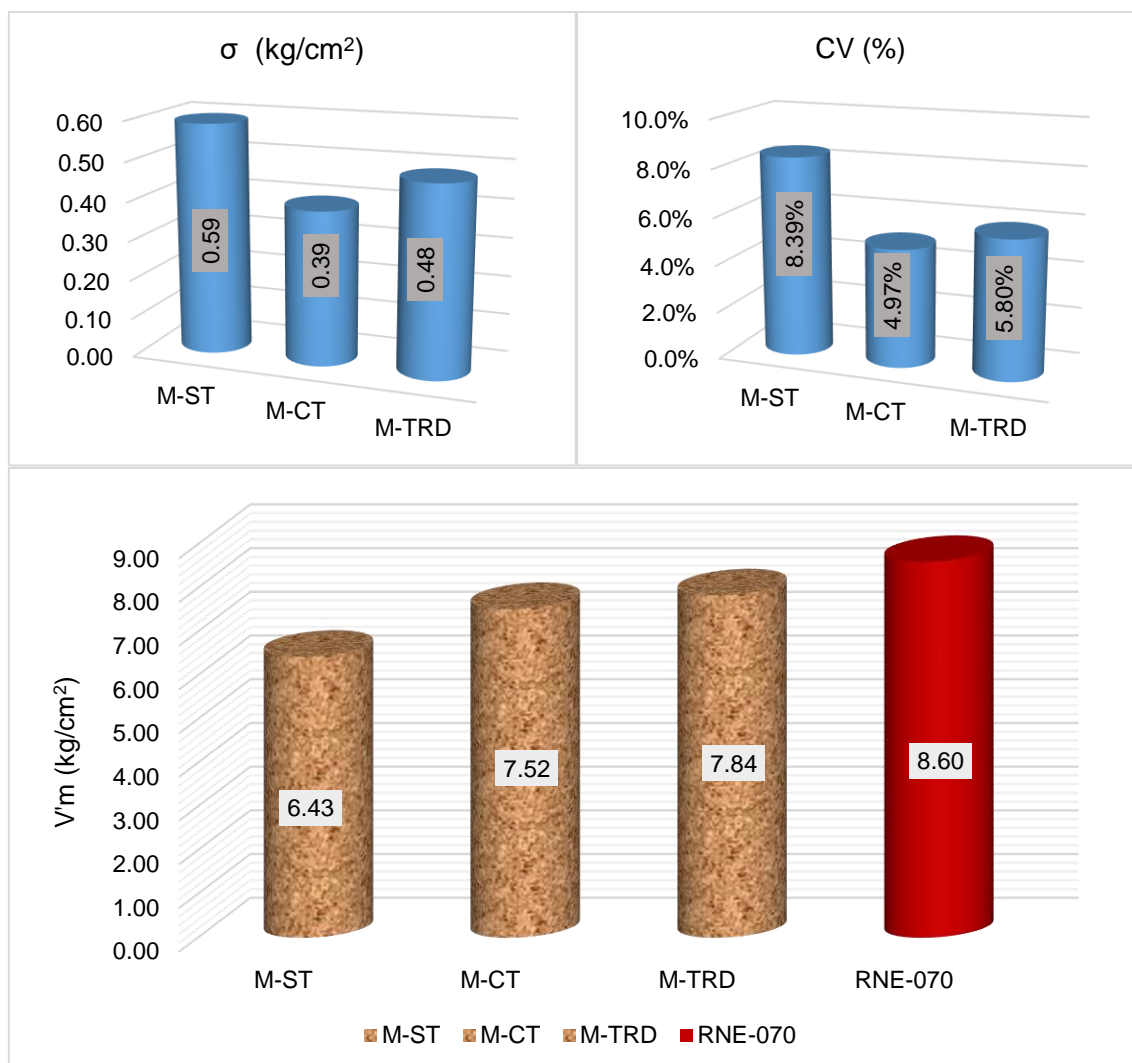


Nota. La figura muestra lo siguiente: Resistencia a corte de los muros por muestra y tipo de muestra. Elaboración propia.

De la **Figura 25**, La resistencia promedio a compresión diagonal de los muros es: MST 7.02 kg/cm², MCT 7.92 kg/cm² y MTRD 8.32 kg/cm².

Figura 26

Análisis de la variación de resultados a compresión diagonal de muretes.



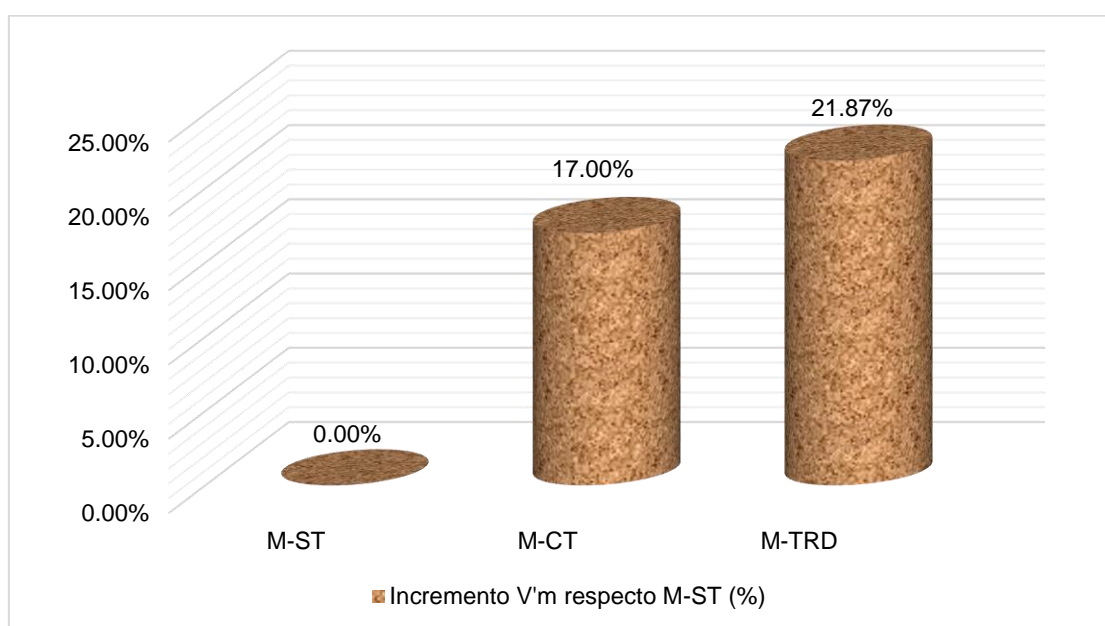
Nota. La figura muestra: (σ) Desviación estándar, (CV) Coeficiente de variación y ($V'm$) Resistencia característico a corte. Elaboración propia.

La **Figura 26**, muestra la desviación estándar (σ) de los muretes M-ST, M-CT y M-TRD ensayadas a compresión diagonal, el coeficiente de variación (CV) donde se aprecia que el mayor es de 8.39% para muros sin tarrajeo, de ahí que, se deduce que los muros ensayados a compresión diagonal tienen una dispersión porcentual menor al 30% el cual es aceptable y quiere decir que no existe fallas en la mano de obra (San Bartolome et al., 2018). Así mismo, se muestra la variación de las resistencias características a corte ($V'm$) de los diferentes tipos de muros, igualmente, se compara con la resistencia característica a corte del RNE-

E070 para bloque tipo P que es 8.60 kg/cm^2 . En ese sentido, se visualiza que la resistencia característica a corte de los muros ensayadas es: MST 6.43 kg/cm^2 , MCT 7.52 kg/cm^2 , MTRD 7.84 kg/cm^2 , tales resultados son menores al mínimo establecido del RNE-E070.

Figura 27

Incremento de la resistencia a compresión diagonal respecto al M-ST.

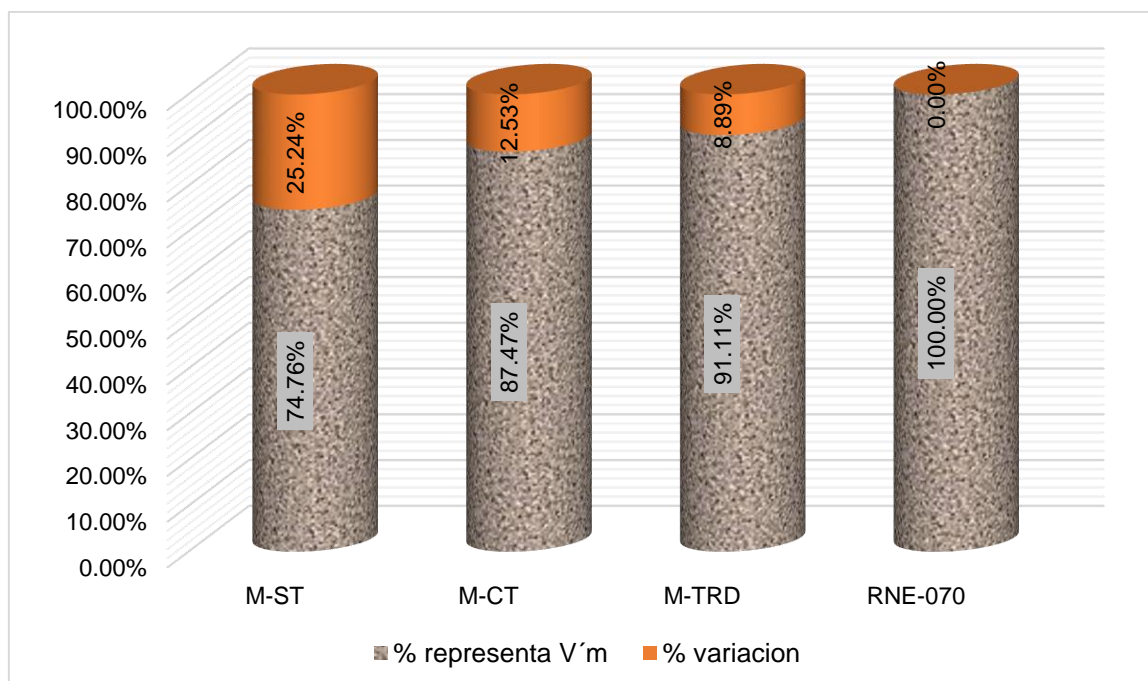


Nota. Elaboración propia.

De la **Figura 27**, se puede analizar lo siguiente: los muros tradicionales sin tarrajeo (M-ST) se representa como 0%, debido a que, se partirá desde ese punto para el análisis de la variación de la resistencia a corte en muretes con tarrajeo y con tarrajeo reforzado con sogá driza. En ese sentido, se muestra que existe un incremento del 17.00 % en la resistencia característica a corte de muretes tarrajeadas con espesor de 1.5 cm respecto al muro sin tarrajeo, así mismo, se muestra que incrementa en 21.87 % cuando los muros son tarrajeadas reforzadas con sogá driza. Por otra parte, incrementa en 4.16% en los muros tarrajeados reforzados con sogá driza respecto a los muros con tarrajeo.

Figura 28

Análisis de resultados de $V'm$ de muros respecto al RNE-E070.



Nota. Elaboración propia.

De la **Figura 28**, se tiene que los muros M-ST, M-CT y M-TRD representa el 74.76 %, 87.47 % y 91.11 % proporcionalmente en comparación al parámetro mínimo del RNE-E070 para bloques tipo P, con una variación de 25.24 %, 12.53 % y 8.89 % respectivamente; así mismo, se puede apreciar que los muros sin tarrajeo (M-ST) incrementa su resistencia a corte al ser tarrajeado y tarrajeado reforzada con soga driza, hasta el punto que la resistencia del murete con tarrajeo reforzado con soga driza se aproxima en un 91.11% al parámetro mínimo del RNE-E070, con una variación del 8.89% respecto a la resistencia característica a corte ($V'm$).

Al realizar el tarrajeo en las pilas según los resultados expuestos adquiere mayor resistencia y al realizar el tarrajeo reforzado con soga driza, los resultados muestran que adquiere mayor resistencia que al estar solo tarrajada, por lo tanto, se deduce que el método aplicado de refuerzo incrementa la resistencia a compresión a corte de los muros de albañilería de bloques huecos de concreto.

b) Formas de fallas de los muros.

Figura 29

Tipos de fallas en muretes de albañilería.



Nota. Elaboración propia (Ver Anexo 4).

De la **Figura 29**, se puede visualizar que los muros ensayados a compresión diagonal presentaron un tipo falla por corte diagonal o tracción diagonal.

Los diferentes muros ensayados a compresión diagonal presentaron comportamientos distintos, es decir, los muros sin tarrajeo y con tarrajeo se fallan de carácter frágil y explosivo mientras que los muros reforzados con la soga driza se comportaron dúctilmente, donde las unidades al esfuerzo máximo se trituraron lentamente, dado que, el refuerzo sirvió de confinamiento evitando y controlando que los especímenes fallen explosivamente.

4.1.4. Objetivo Especifico 03

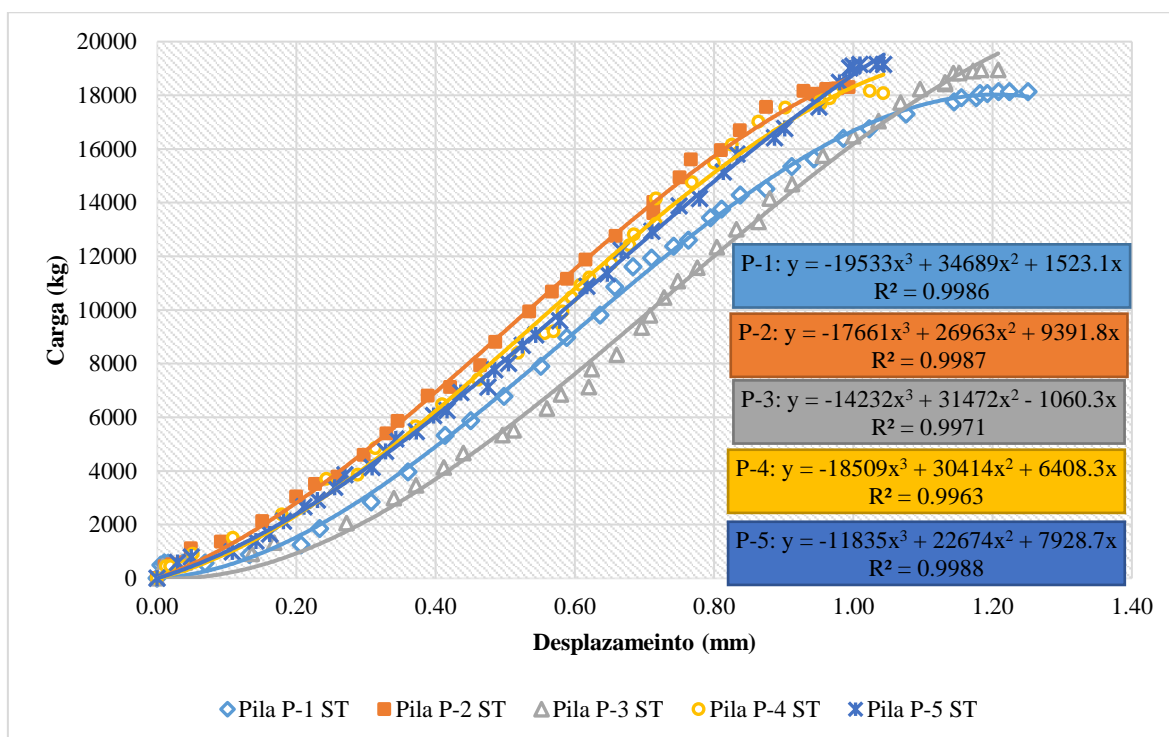
Determinar la Variación del Módulo de Elasticidad en Pilas de Albañilería Tradicional y Reforzadas con Soga Driza Utilizando Bloques Huecos de Concreto en la Ciudad de Abancay, 2021

4.1.4.1. Módulo de Elasticidad de Pilas (Em).

Para obtener el módulo de elasticidad (Em) en pilas, se tuvo que determinar la deformación vertical de las pilas, para ello se instrumentó cada muestra antes de ensayar a compresión axial, el cual consiste en fijar el equipo deformímetro verticalmente en las pilas, los deformímetros digitales incorporadas tienen una precisión de 0.01mm; el ensayo se realizó en pilas de 02 y 04 hiladas, obteniendo los siguientes resultados:

Figura 30

Carga - Desplazamiento vertical en P-ST de 2 hiladas.



Nota. La figura muestra la dispersión de la carga vs desplazamiento vertical de las 05 pilas construidas de dos hiladas sin tarrajeo ensayadas a compresión axial, también muestra el ajuste de la dispersión a una curva y su ecuación para determinar el desplazamiento al 10% y 50% respecto a la carga axial. Elaboración propia.

Tabla 27

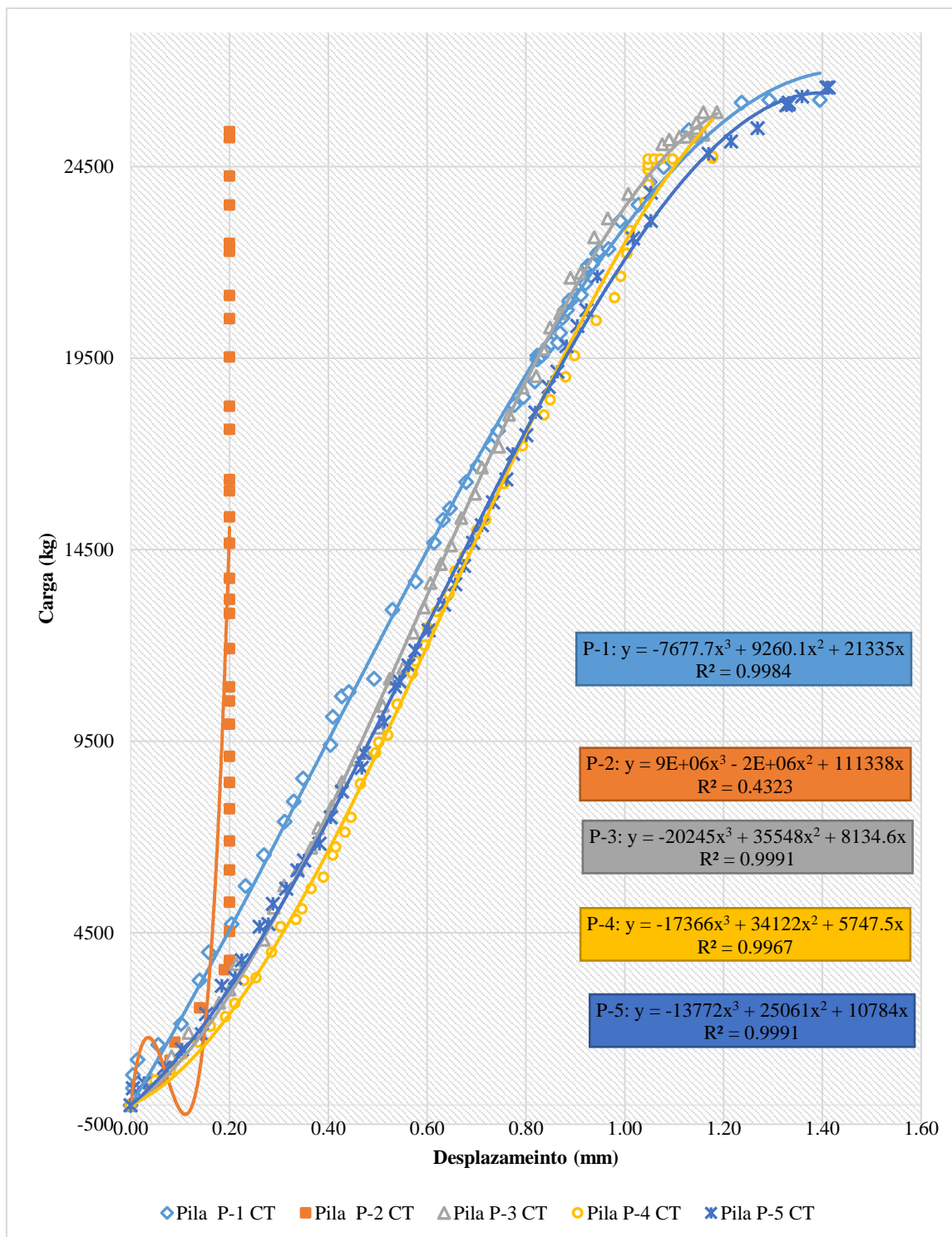
Resultados del módulo de elasticidad P-ST de 2 hiladas.

N° Muestra	L prom. (mm)	t prom. (mm)	H prom. (mm)	Área (cm ²)	L instr. (mm)	P máx. (kg)	Carga (kg)		Desplaz. (mm)		Esfuerzo Axial (kg/cm ²)	Deform. Unitaria (mm/mm)	Em (kg/cm ²)	Descartar resultado	Em (kg/cm ²)
							P _{10%}	P _{50%}	D _{10%}	D _{50%}					
P-1 ST	399.5	118.5	419.5	473.41	359.5	18136	1813.62	9068.12	0.2205	0.5948	15.324	0.00104117	14718.08	no	14718.08
P-2 ST	400.0	118.0	421.5	472.00	361.5	18297	1829.75	9148.74	0.1422	0.4965	15.506	0.00098008	15821.45	no	15821.45
P-3 ST	399.5	118.5	417.5	473.41	357.5	18942	1894.24	9471.22	0.2827	0.6852	16.005	0.00112587	14215.79	no	14215.79
P-4 ST	399.0	119.0	419.5	474.81	359.5	18159	1815.93	9079.63	0.1659	0.5255	15.298	0.00100028	15293.88	no	15293.88
P-5 ST	402.5	118.0	421.0	474.95	361.0	19150	1914.98	9574.88	0.1679	0.5646	16.128	0.00109889	14676.42	no	14676.42
												Promedio (kg/cm ²)	14945.12		
												σ Desviación estándar (kg/cm ²)	621.54		
												CV Coeficiente de variación (%)	4.16%		
												Em característica (kg/cm ²)	14323.58		

Nota. La tabla muestra el resumen de los datos geométricos de las pilas de dos hiladas sin tarrajeo, donde se realiza el cálculo de cargas al 10% y 50% que es usado para determinar el desplazamiento vertical desde la ecuación ajustada de la curva de dispersiones, la desviación estándar de las muestras representa el 4.16% del promedio, el cual se encuentra por debajo del 30% de coeficiente de variación para ser aceptable el ensayo, por ende, la mano de obra y los materiales utilizados tienen la calidad adecuada. Elaboración propia.

Figura 31

Carga – Desplazamiento vertical P-CT de 2 hiladas.



Nota. La figura muestra la dispersión de la carga vs desplazamiento vertical de las 05 pilas construidas de dos hiladas con tarrajeo ensayadas a compresión axial, también muestra el ajuste de la dispersión a una curva y su ecuación para determinar el desplazamiento al 10% y 50% respecto a la carga axial. Elaboración propia.

Tabla 28

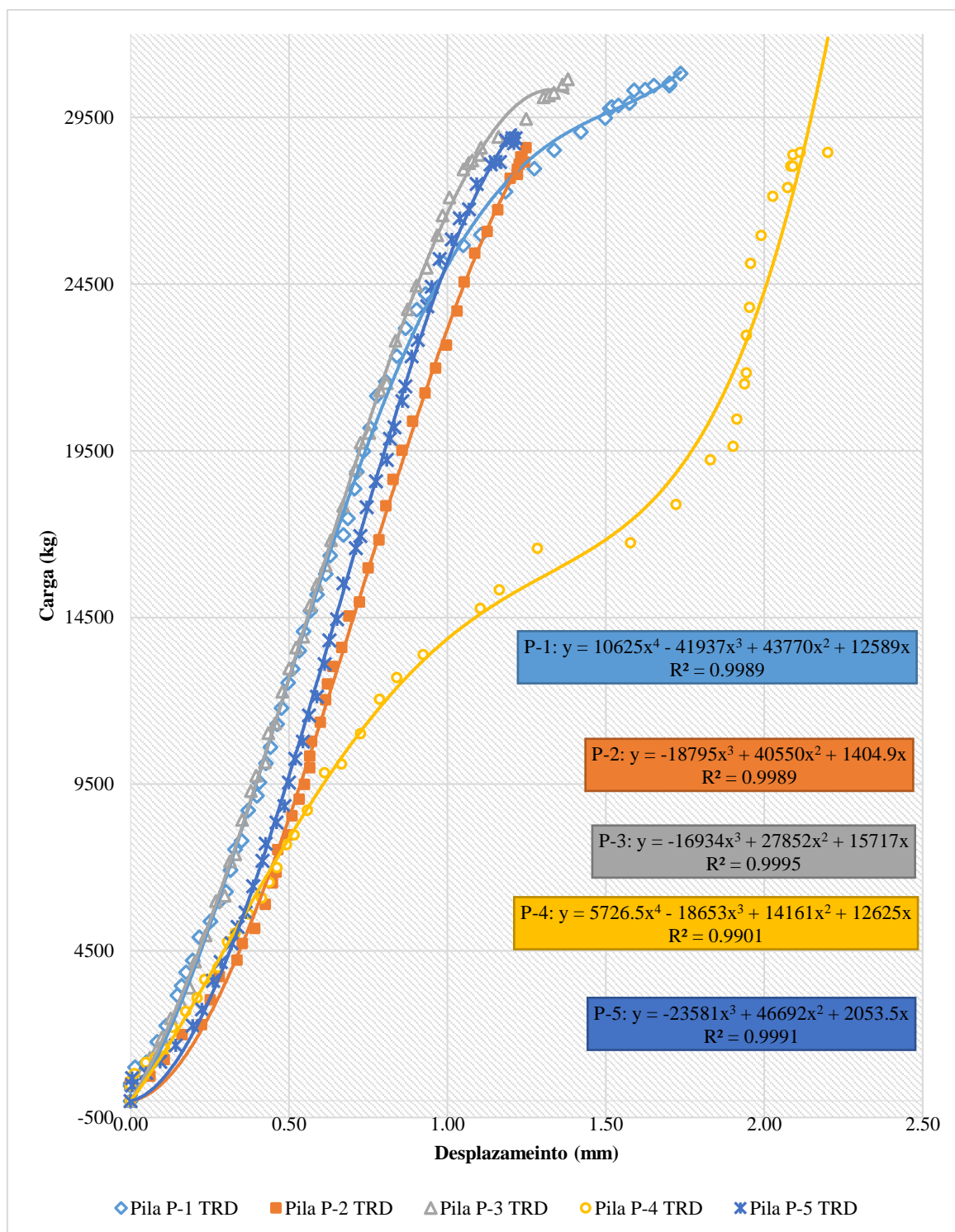
Resultados del módulo de elasticidad de P-CT de 2 hiladas.

N° Muestra	L prom. (mm)	t prom. (mm)	H prom. (mm)	Área (cm ²)	L instr. (mm)	P máx. (kg)	Carga (kg)		Desplaz. (mm)		Esfuerzo Axial (kg/cm ²)	Deform. Unitaria (mm/mm)	Em (kg/cm ²)	Descartar resultado	Em (kg/cm ²)
							P _{10%}	P _{50%}	D _{10%}	D _{50%}					
P-1 CT	401.5	140.5	426.5	564.11	366.5	26244	2624.44	13122.18	0.1176	0.5445	18.609	0.00116480	15976.51	no	15976.51
P-2 CT	405.0	138.5	427.5	560.93	367.5	25415	2541.51	12707.56	0.1541	0.1966	18.124	0.00011565	156716.88	si	
P-3 CT	403.5	143.0	428.5	577.01	368.5	25922	2592.19	12960.94	0.1823	0.5793	17.970	0.00107734	16679.92	no	16679.92
P-4 CT	404.0	137.5	429.5	555.50	369.5	24770	2477.02	12385.08	0.2058	0.6144	17.836	0.00110582	16129.49	no	16129.49
P-5 CT	404.5	138.5	429.0	560.23	369.0	26567	2656.68	13283.42	0.1791	0.6295	18.968	0.00122060	15540.31	no	15540.31
											Promedio (kg/cm ²)		16081.56		
											σ Desviación estándar (kg/cm ²)		470.57		
											CV Coeficiente de variación (%)		2.93%		
											Em característica (kg/cm ²)		15610.98		

Nota. La tabla muestra el resumen de los datos geométricos de las pilas de dos hiladas con tarrajeo, donde se realiza el cálculo de cargas al 10% y 50% que es usado para determinar el desplazamiento vertical desde la ecuación ajustada de la curva de dispersiones, la desviación estándar de las muestras representa el 2.93% del promedio, el cual se encuentra por debajo del 30% de coeficiente de variación para ser aceptable el ensayo, por ende, la mano de obra y los materiales utilizados tienen la calidad adecuada." Elaboración propia.

Figura 32

Carga – Desplazamiento vertical en P-TRD de 2 hiladas.



Nota. La figura muestra la dispersión de la carga vs desplazamiento vertical de las 05 pilas construidas de dos hiladas tarrajeadas y reforzadas con soga driza ensayadas a compresión axial, también muestra el ajuste de la dispersión a una curva y su ecuación para determinar el desplazamiento al 10% y 50% respecto a la carga axial. Elaboración propia.

Tabla 29

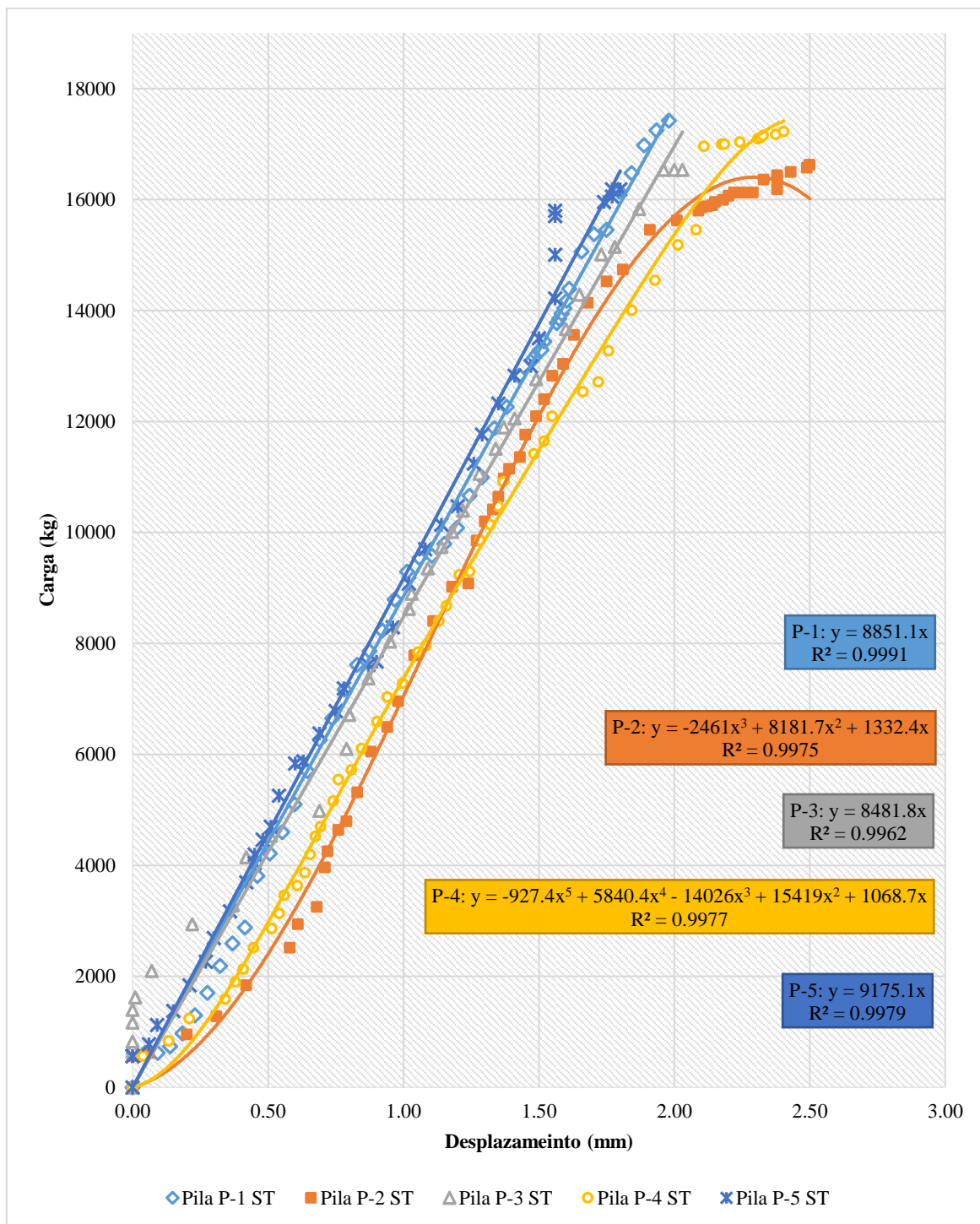
Resultado del módulo de elasticidad de P-TRD de 2 hiladas.

N° Muestra	L prom. (mm)	t prom. (mm)	H prom. (mm)	Área (cm ²)	L instr. (mm)	P máx. (kg)	Carga (kg)		Desplaz. (mm)		Esfuerzo Axial (kg/cm ²)	Deform. Unitaria (mm/mm)	Em (kg/cm ²)	Descartar resultado	Em (kg/cm ²)
							P _{10%}	P _{50%}	D _{10%}	D _{50%}					
P-1 TRD	408.0	148.0	431.5	603.84	371.5	30817	3081.68	15408.42	0.1647	0.5924	20.414	0.00115128	17731.51	no	17731.51
P-2 TRD	403.0	149.0	438.5	600.47	378.5	28590	2859.02	14295.12	0.2644	0.6964	19.045	0.00114135	16686.63	no	16686.63
P-3 TRD	408.5	147.5	434.0	602.54	374.0	30649	3064.92	15324.62	0.1560	0.5846	20.347	0.00114599	17754.77	no	17754.77
P-4 TRD	410.5	148.5	431.0	609.59	371.0	28447	2844.66	14223.30	0.1934	1.0482	18.666	0.00230404	8101.40	si	
P-5 TRD	407.0	152.5	428.5	620.68	368.5	28878	2887.75	14438.77	0.2415	0.6455	18.610	0.00109634	16975.09	no	16975.09
											Promedio (kg/cm ²)		17287.00		
											σ Desviación estándar (kg/cm ²)		539.79		
											CV Coeficiente de variación (%)		3.12%		
											Em característica (kg/cm ²)		16747.21		

Nota. La tabla muestra el resumen de los datos geométricos de las pilas de dos hiladas tarrajeadas reforzadas con soga driza, donde se realiza el cálculo de cargas al 10% y 50% que es usado para determinar el desplazamiento vertical desde la ecuación ajustada de la curva de dispersiones, la desviación estándar de las muestras representa el 3.12% del promedio, el cual se encuentra por debajo del 30% de coeficiente de variación para ser aceptable el ensayo, por ende, la mano de obra y los materiales utilizados tienen la calidad adecuada. Elaboración propia.

Figura 33

Carga – Desplazamiento vertical de P-ST de 4 hiladas.



Nota. La figura muestra la dispersión de la carga vs desplazamiento vertical de las 05 pilas construidas de cuatro hiladas sin tarrajeo ensayadas a compresión axial, también muestra el ajuste de la dispersión a una curva y su ecuación para determinar el desplazamiento al 10% y 50% respecto a la carga axial. Elaboración propia.

Tabla 30

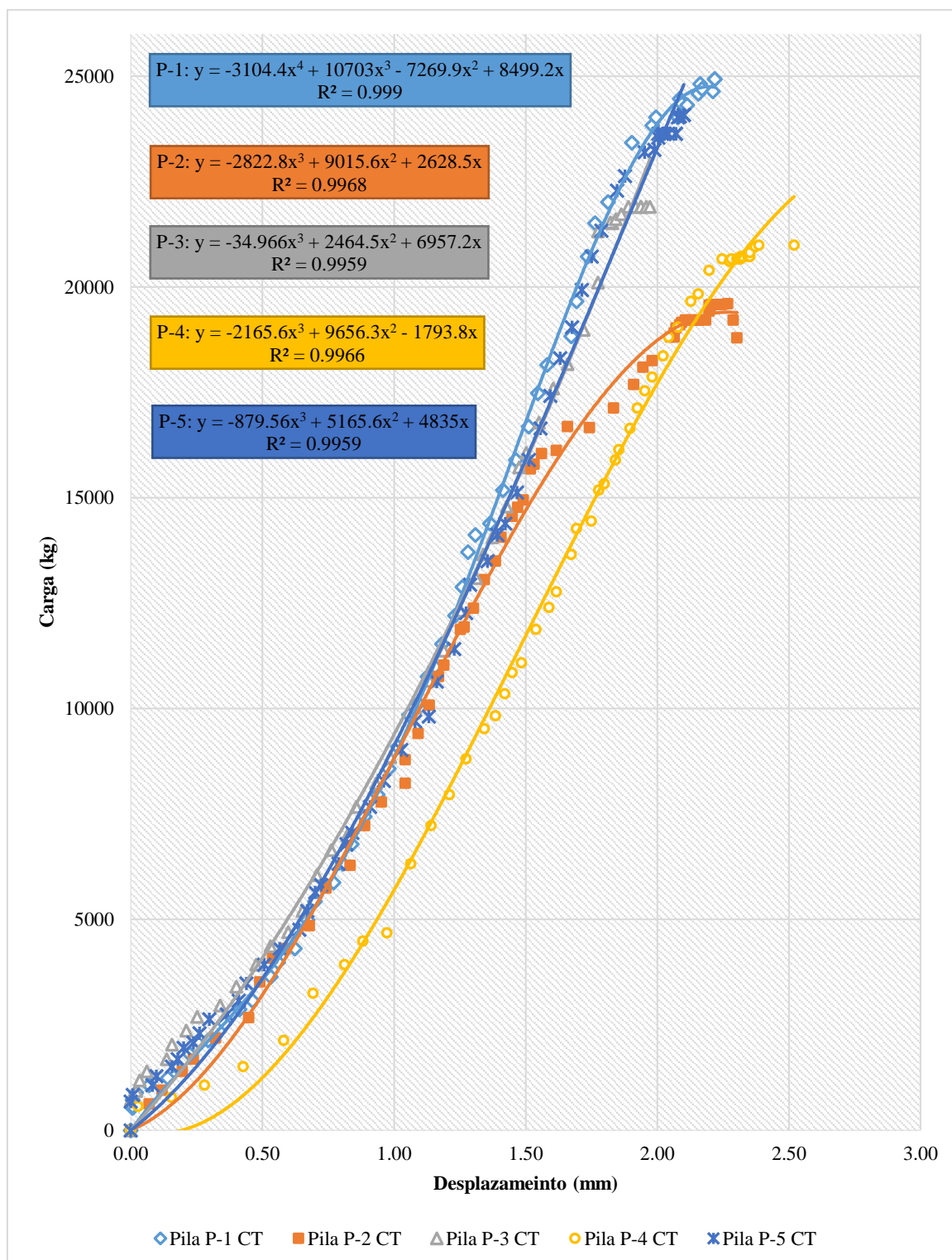
Resultados del módulo de elasticidad de P-ST de 4 hiladas.

N° Muestra	L prom. (mm)	t prom. (mm)	H prom. (mm)	Área (cm ²)	L instr. (mm)	P máx. (kg)	Carga (kg)		Desplaz. (mm)		Esfuerzo Axial (kg/cm ²)	Deform. Unitaria (mm/mm)	Em (kg/cm ²)	Descartar resultado	Em (kg/cm ²)
							P _{10%}	P _{50%}	D _{10%}	D _{50%}					
P-1 ST	400.5	119.6	868.5	479.00	793.5	17423	1742.33	8711.63	0.1968	0.9842	14.550	0.00099231	14662.48	no	14662.48
P-2 ST	397.8	118.8	860.5	472.33	785.5	16632	1663.16	8315.82	0.3968	1.1217	14.085	0.00092285	15262.28	no	15262.28
P-3 ST	401.0	119.5	864.0	479.20	789.0	16535	1653.51	8267.55	0.1949	0.9747	13.802	0.00098834	13965.24	no	13965.24
P-4 ST	402.0	119.0	860.5	478.38	785.5	17230	1723.02	8615.09	0.3472	1.1472	14.407	0.00101846	14145.99	no	14145.99
P-5 ST	402.0	119.5	852.5	480.39	777.5	16188	1618.76	8093.78	0.1763	0.8821	13.479	0.00090778	14847.94	no	14847.94
											Promedio (kg/cm ²)		14576.78		
											σ Desviación estándar (kg/cm ²)		526.86		
											CV Coeficiente de variación (%)		3.61%		
											Em característica (kg/cm ²)		14049.92		

Nota. La tabla muestra el resumen de los datos geométricos de las pilas de cuatro hiladas sin tarrajeo, donde se realiza el cálculo de cargas al 10% y 50% que es usado para determinar el desplazamiento vertical desde la ecuación ajustada de la curva de dispersiones, la desviación estándar de las muestras representa el 3.61% del promedio, el cual se encuentra por debajo del 30% de coeficiente de variación para ser aceptable el ensayo, por ende, la mano de obra y los materiales utilizados tienen la calidad adecuada. Elaboración propia.

Figura 34

Carga – Desplazamiento vertical de P-CT de 4 hiladas.



Nota. La figura muestra la dispersión de la carga vs desplazamiento vertical de las 05 pilas construidas de cuatro hiladas con tarrajeo ensayadas a compresión axial, también muestra el ajuste de la dispersión a una curva y su ecuación para determinar el desplazamiento al 10% y 50% respecto a la carga axial. Elaboración propia.

Tabla 31

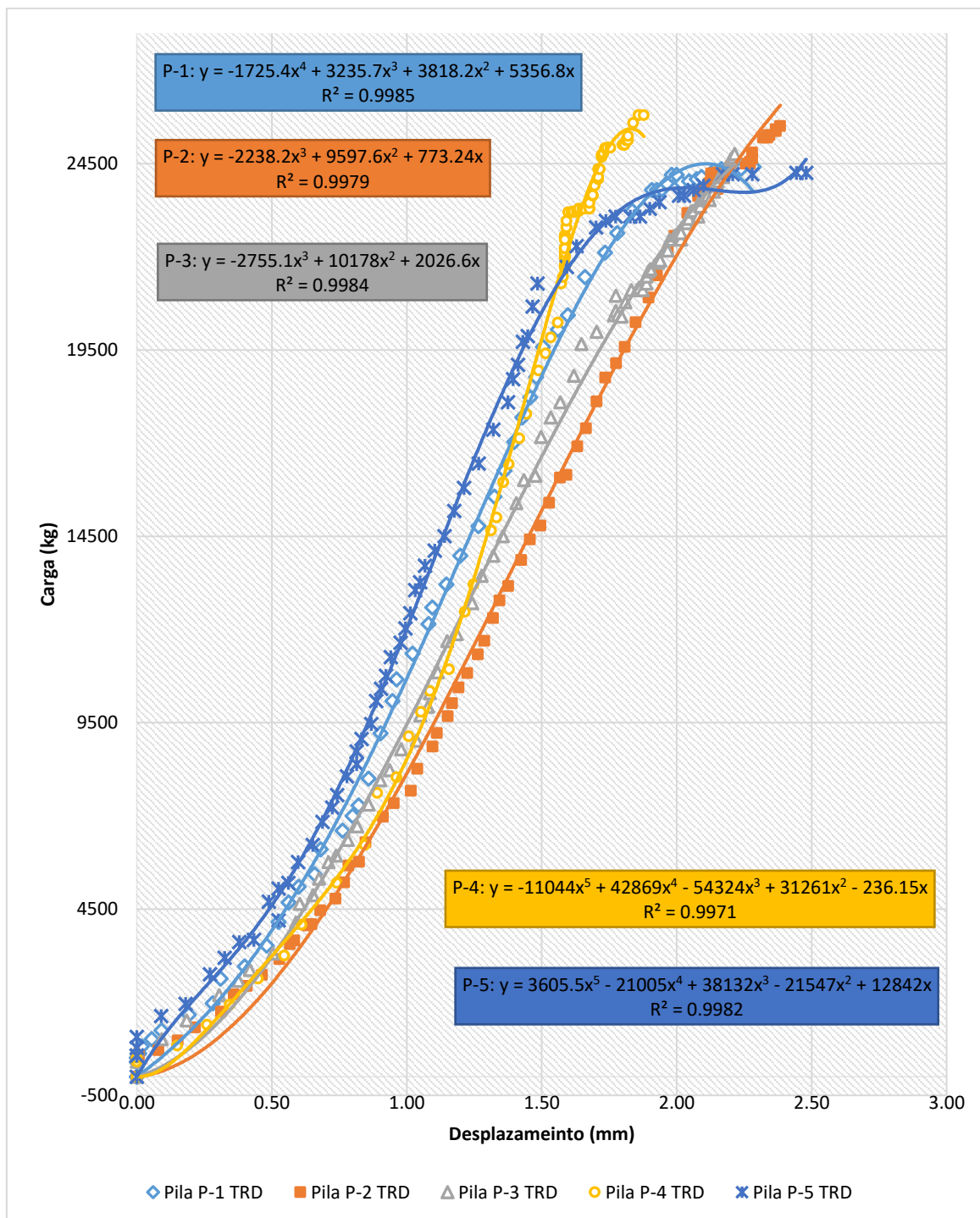
Resultados del módulo de elasticidad de P-CT de 4 hiladas.

N° Muestra	L prom. (mm)	t prom. (mm)	H prom. (mm)	Área (cm ²)	L instr. (mm)	P máx. (kg)	Carga (kg)		Desplaz. (mm)		Esfuerzo Axial (kg/cm ²)	Deform. Unitaria (mm/mm)	Em (kg/cm ²)	Descartar resultado	Em (kg/cm ²)
							P _{10%}	P _{50%}	D _{10%}	D _{50%}					
P-1 CT	405.5	140.0	855.0	567.70	780.0	24934	2493.41	12467.04	0.3496	1.2424	17.568	0.00114462	15348.82	no	15348.82
P-2 CT	405.5	139.0	856.0	563.65	781.0	19605	1960.51	9802.54	0.3572	1.0803	13.913	0.00092586	15027.11	no	15027.11
P-3 CT	404.5	139.0	849.0	562.26	774.0	21903	2190.27	10951.36	0.2860	1.1295	15.582	0.00108979	14298.18	no	14298.18
P-4 CT	401.0	131.5	862.0	527.32	787.0	20995	2099.52	10497.62	0.6221	1.4020	15.926	0.00099098	16071.14	no	16071.14
P-5 CT	404.5	137.5	866.5	556.19	791.5	24085	2408.45	12042.26	0.3648	1.2239	17.321	0.00108541	15958.21	no	15958.21
Promedio (kg/cm ²)															15340.69
σ Desviación estándar (kg/cm ²)															724.59
CV Coeficiente de variación (%)															4.72%
Em característica (kg/cm ²)															14616.10

Nota. La tabla muestra el resumen de los datos geométricos de las pilas de cuatro hiladas con tarrajeo, donde se realiza el cálculo de cargas al 10% y 50% que es usado para determinar el desplazamiento vertical desde la ecuación ajustada de la curva de dispersiones, la desviación estándar de las muestras representa el 4.72% del promedio, el cual se encuentra por debajo del 30% de coeficiente de variación para ser aceptable el ensayo, por ende, la mano de obra y los materiales utilizados tienen la calidad adecuada. Elaboración propia.

Figura 35

Carga – Desplazamiento vertical de P-TRD de 4 hiladas.



Nota. La figura muestra la dispersión de la carga vs desplazamiento vertical de las 05 pilas construidas de cuatro hiladas terrajadas reforzadas con sogas drizas ensayadas a compresión axial, también muestra el ajuste de la dispersión a una curva y su ecuación para determinar el desplazamiento al 10% y 50% respecto a la carga axial. Elaboración propia.

Tabla 32

Resultados del módulo de elasticidad de P-TRD de 4 hiladas.

N° Muestra	L prom. (mm)	t prom. (mm)	H prom. (mm)	Área (cm ²)	L instr. (mm)	P máx. (kg)	Carga (kg)		Desplaz. (mm)		Esfuerzo Axial (kg/cm ²)	Deform. Unitaria (mm/mm)	Em (kg/cm ²)	Descartar resultado	Em (kg/cm ²)
							P _{10%}	P _{50%}	D _{10%}	D _{50%}					
P-1 TRD	404.5	148.0	858.0	598.66	783.0	24413	2441.28	12206.38	0.3484	1.0947	16.312	0.00095313	17113.74	no	17113.74
P-2 TRD	405.0	149.0	858.5	603.45	783.5	25513	2551.33	12756.66	0.5052	1.3312	16.912	0.00105424	16041.49	no	16041.49
P-3 TRD	406.0	149.0	847.5	604.94	772.5	24760	2476.03	12380.15	0.4237	1.2036	16.372	0.00100958	16216.73	no	16216.73
P-4 TRD	410.0	143.5	857.5	588.35	782.5	25803	2580.29	12901.47	0.4200	1.2281	17.543	0.00103272	16986.84	no	16986.84
P-5 TRD	400.5	148.5	846.5	594.74	771.5	24258	2425.83	12129.15	0.2556	1.0056	16.315	0.00097213	16782.86	no	16782.86
											Promedio (kg/cm ²)		16628.33		
											σ Desviación estándar (kg/cm ²)		474.83		
											CV Coeficiente de variación (%)		2.86%		
											Em característica (kg/cm ²)		16153.51		

Nota. La tabla muestra el resumen de los datos geométricos de las pilas de cuatro hiladas tarrajeadas reforzadas con soga driza, donde se realiza el cálculo de cargas al 10% y 50% que es usado para determinar el desplazamiento vertical desde la ecuación ajustada de la curva de dispersiones, la desviación estándar de las muestras representa el 2.86% del promedio, el cual se encuentra por debajo del 30% de coeficiente de variación para ser aceptable el ensayo, por ende, la mano de obra y los materiales utilizados tienen la calidad adecuada. Elaboración propia.

Tabla 33

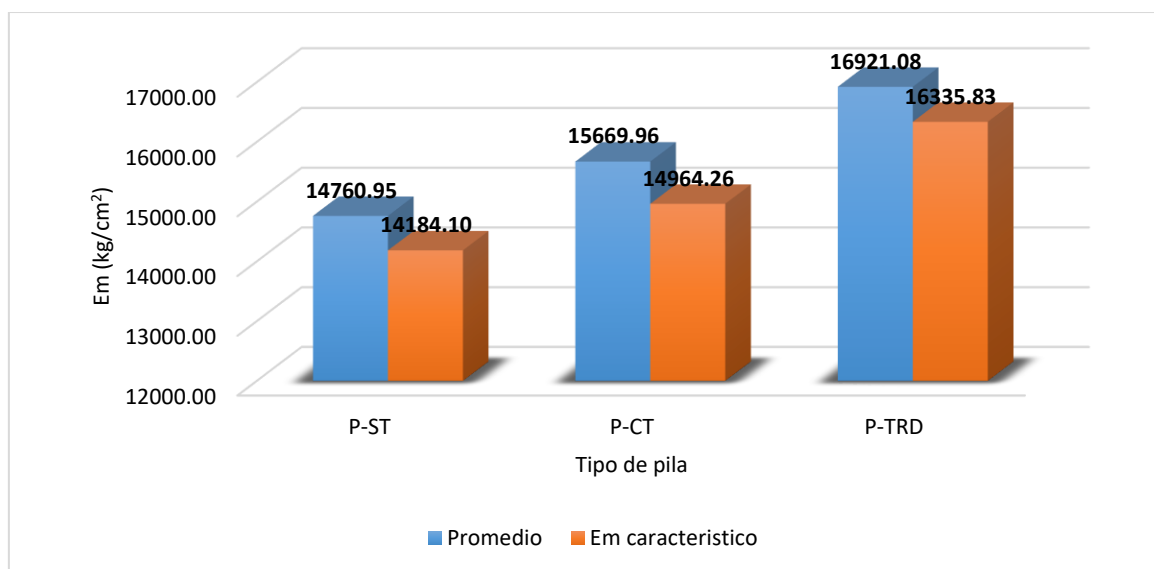
Resultados del módulo de elasticidad de pilas.

N° Muestra	<i>Em</i> (kg/cm ²)					
	P-ST		P-CT		P-TRD	
	2H	4H	2H	4H	2H	4H
P-1	14718.08	14662.48	15976.51	15348.82	17731.51	17113.74
P-2	15821.45	15262.28	-	15027.11	16686.63	16041.49
P-3	14215.79	13965.24	16679.92	14298.18	17754.77	16216.73
P-4	15293.88	14145.99	16129.49	16071.14	-	16986.84
P-5	14676.42	14847.94	15540.31	15958.21	16975.09	16782.86
Promedio (kg/cm ²)	14760.95		15669.96		16921.08	
σ Desviación estándar (kg/cm ²)	576.85		705.71		585.24	
CV Coeficiente de variación (%)	3.91		4.50%		3.46	
<i>Em</i> característica (kg/cm ²)	14184.10		14964.26		16335.83	
Incremento respecto P-ST (%)	0.00		5.50		15.17	

Nota. La tabla muestra el resumen del módulo de elasticidad por tipo de pila y las diferentes hiladas, para determinar el módulo de elasticidad característica por tipo de pila. Elaboración propia.

Figura 36

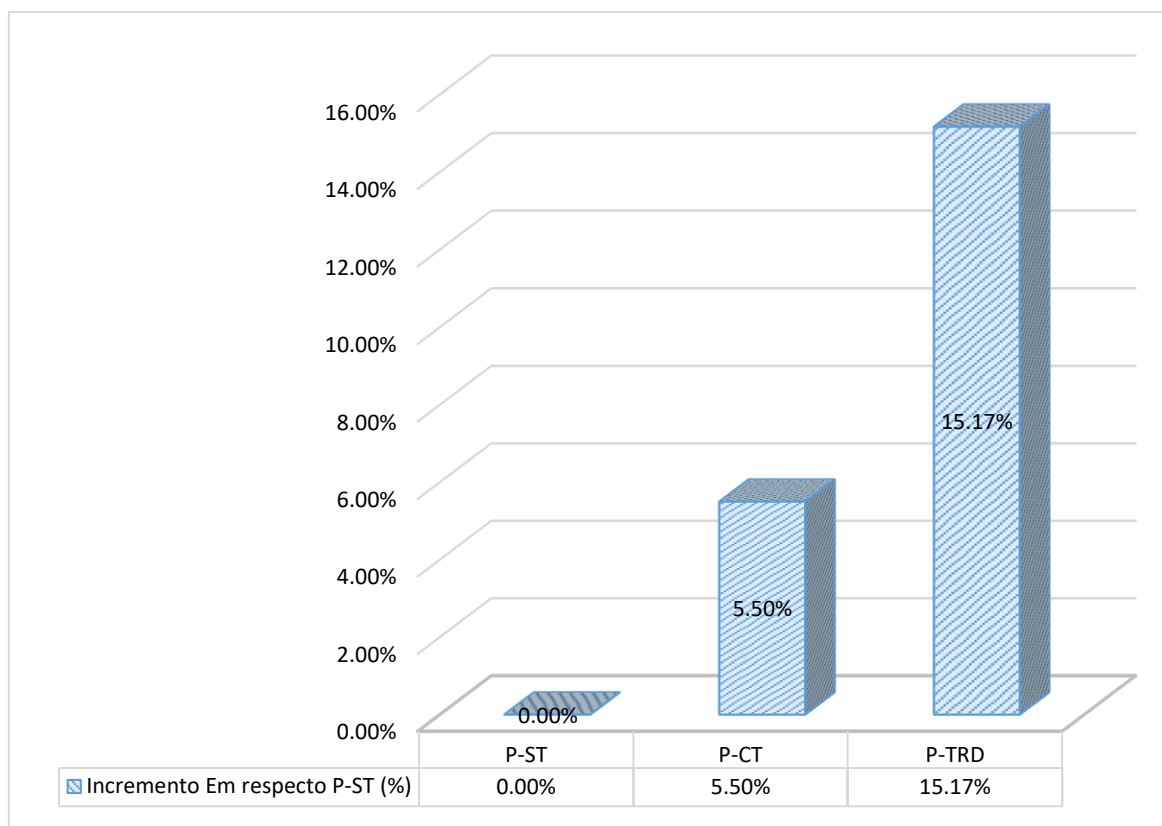
Variación del módulo de elasticidad por tipo de pila.



Nota. La imagen muestra los promedios y los módulos de elasticidad característicos de los tres tipos pilas ensayadas, donde se puede apreciar el incremento del módulo de elasticidad a medida que se va incorporando el tarrajeo y el tarrajeo reforzado con soga driza, es decir, la pila con tarrajeo con respecto a la pila sin tarrajeo tiene un incremento de la elasticidad de 780.15 kg/cm², la pila tarrajeada reforzada con soga driza con respecto a la pila sin tarrajeo tiene un incremento de módulo de elasticidad de 2151.73 kg/cm² y respecto a la pila con tarrajeo tiene un incremento de módulo de elasticidad de 1371.58 kg/cm². Elaboración propia.

Figura 37

Incrementos del módulo de elasticidad por tipo de pila.



Nota. La imagen muestra el incremento del módulo de elasticidad en porcentajes por tipo de pila, donde la pila sin tarrajeo es la base donde se va incrementar el módulo de elasticidad debido al tarrajeo y al tarrajeo con refuerzo de sogas drizas, así obteniendo 5.50 % de incremento con la pila con tarrajeo y 15.17 % de incremento con la pila con tarrajeo reforzada con sogas drizas. Elaboración propia.

Tabla 34

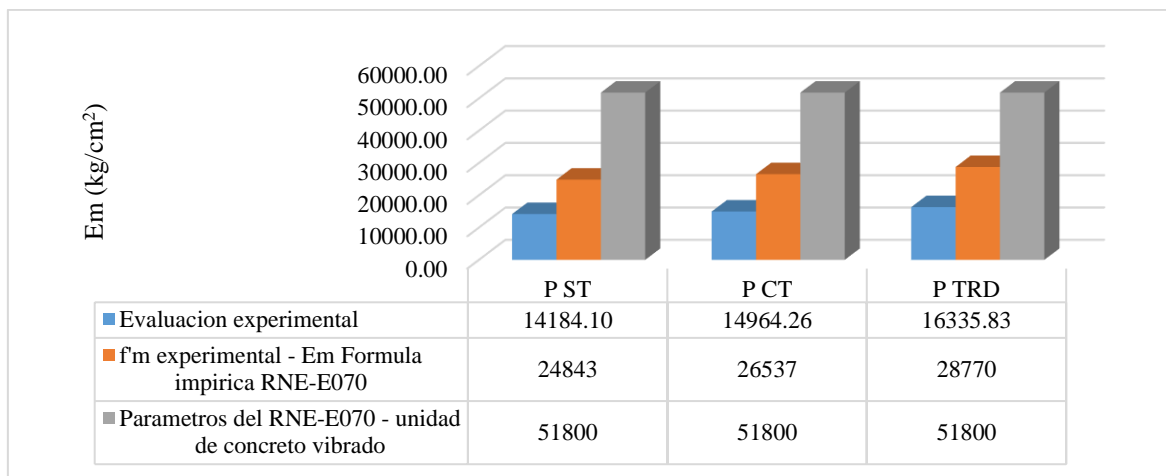
Análisis de los resultados de Em por tipo de pila con el RNE-E070.

Tipo de pila	Evaluación experimental		f'm experimental - Em Formula empírica RNE-E070		Parámetros del RNE-E070 - unidad de concreto vibrado	
	f'm	Em	f'm	Em=700*f'm	f'm	Em=700*f'm
P-ST	35.49	14184.10	35.49	24843	74	51800
P-CT	37.91	14964.26	37.91	26537	74	51800
P-TRD	41.10	16335.83	41.10	28770	74	51800

Nota. La tabla muestra la resistencia característica de pilas $f'm$, módulo de elasticidad de pilas Em , determinadas de manera experimental, como también el módulo de elasticidad obtenido a partir de la resistencia característica experimental mediante fórmulas empíricas dadas en el RNE-E070, por último, los parámetros mínimos que debe tener una pila de acuerdo al RNE-E070 a partir de la resistencia característica de pilas, Tabla 9 RNE-E070 (2006, p. 15). Elaboración propia.

Figura 38

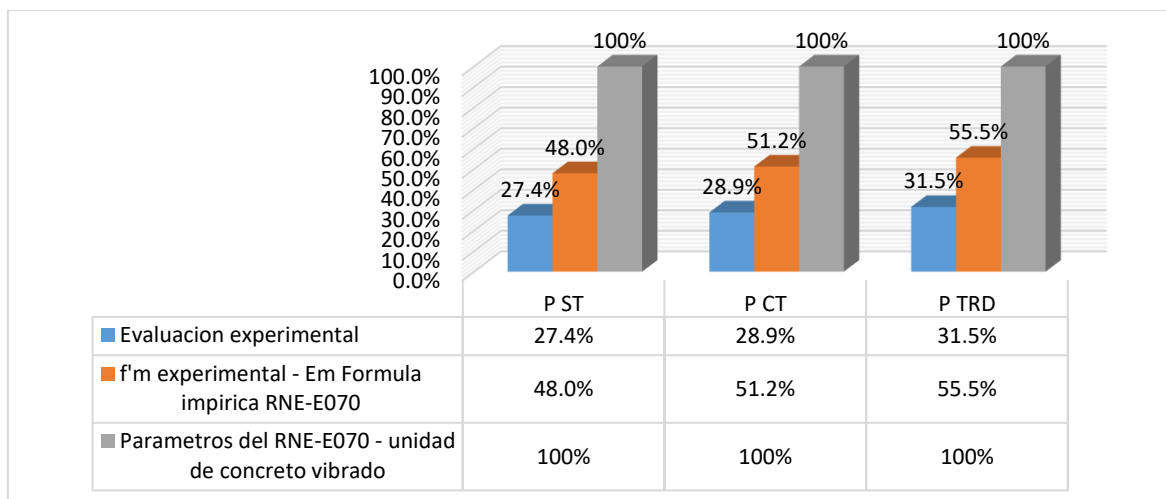
Comparación del módulo de elasticidad por tipo de pila con el RNE-E070.



Nota. La figura muestra la comparación de los resultados de Em obtenidas experimentalmente (primeras barras), el Em obtenida en base a las fórmulas empíricas del RNE E-070 a partir de la resistencia característica de las pilas obtenidas experimentalmente (barras intermedias) y el parámetro mínimo que nos brinda el RNE E-70 para pilas construidas de unidades de concreto, donde el Em obtenida experimentalmente es menor al parámetro mínimo requerido por el RNE E-070, así mismo el Em obtenida a partir de la resistencia característica de las pilas es inferior la parámetro mínimo y superior al experimental. Elaboración propia.

Figura 39

Análisis del módulo de elasticidad por tipo de pilas respecto al RNE-E070.



Nota. La figura muestra el porcentaje del Em por tipo de pila ensayada con respecto al parámetro mínimo del RNE E-070 para pilas de unidades de concreto, donde el Em obtenida experimentalmente de pilas sin tarrajeo, con tarrajeo, con tarrajeo reforzado con sogas drizas representa el 24.4%, 28.9% y 31.5% sucesivamente respecto al Em mínima del RNE E-070, así mismo, el Em obtenida a partir de las fórmulas empíricas del RNE E-070 que toma como dato la resistencia características experimentales de las pilas representa el 48%, 51.2% y 55.5% sucesivamente por tipo de pila, también se puede apreciar que las pilas con tarrajeo y tarrajeo reforzado con sogas incrementan el módulo de elasticidad, Elaboración propia.

Según la **Tabla 33**, el módulo de elasticidad de pila obtenida experimentalmente es 14184.10 kg/cm², 14964.26 kg/cm², 16335.83 kg/cm² para las pilas sin tarrajeo, con tarrajeo y tarrajeado reforzado con sogas drizas sucesivamente.

En la **Tabla 34**, se determina el módulo de elasticidad por las fórmulas empíricas del RNE E-070 a partir de la resistencia característica experimental de pilas, el cual es 24843.0 kg/cm², 26537.0 kg/cm² y 28770.0 kg/cm² para las pilas sin tarrajeo, con tarrajeo y tarrajeado reforzado con sogas drizas sucesivamente, así mismo, indica el parámetro mínimo del módulo de elasticidad para un bloque tipo P según el RNE-E070 que es 51800 kg/cm².

De la **Figura 37**, se aprecia que el módulo de elasticidad respecto a la pila sin tarrajeo (P-S, se verifica un incremento del 5.50% al ser tarrajada la pila y un incremento del 15.17% al ser tarrajada reforzada con sogas drizas, por ello, se deduce que el tarrajeo en pilas y el tarrajeo reforzado con sogas drizas incrementa el módulo de elasticidad de las pilas, existiendo una variación ascendente.

De acuerdo a la **Figura 38** y **Figura 39**, el módulo de elasticidad obtenidas experimentalmente y mediante las fórmulas empíricas son inferiores al módulo de elasticidad que indica el RNE-E070, es decir, Em para P-ST representa el 27.4%, 48.0% respecto al Em del reglamento, similarmente sucede en las P-CT 28.9% y 51.2% y en P-TRD 31.5% y 55.5% respectivamente.

Por lo tanto, al reforzar muros de albañilería de bloques huecos de concreto con sogas drizas se incrementa el módulo de elasticidad al 15.17%, tal refuerzo es con sogas drizas de Ø:1/8" es en una distribución tanto horizontal y vertical de 1@5cm y R@20cm y de tarrajeo de 1.5 cm con mezcla de C: A 1:5.

4.1.5. Objetivo Especifico 04

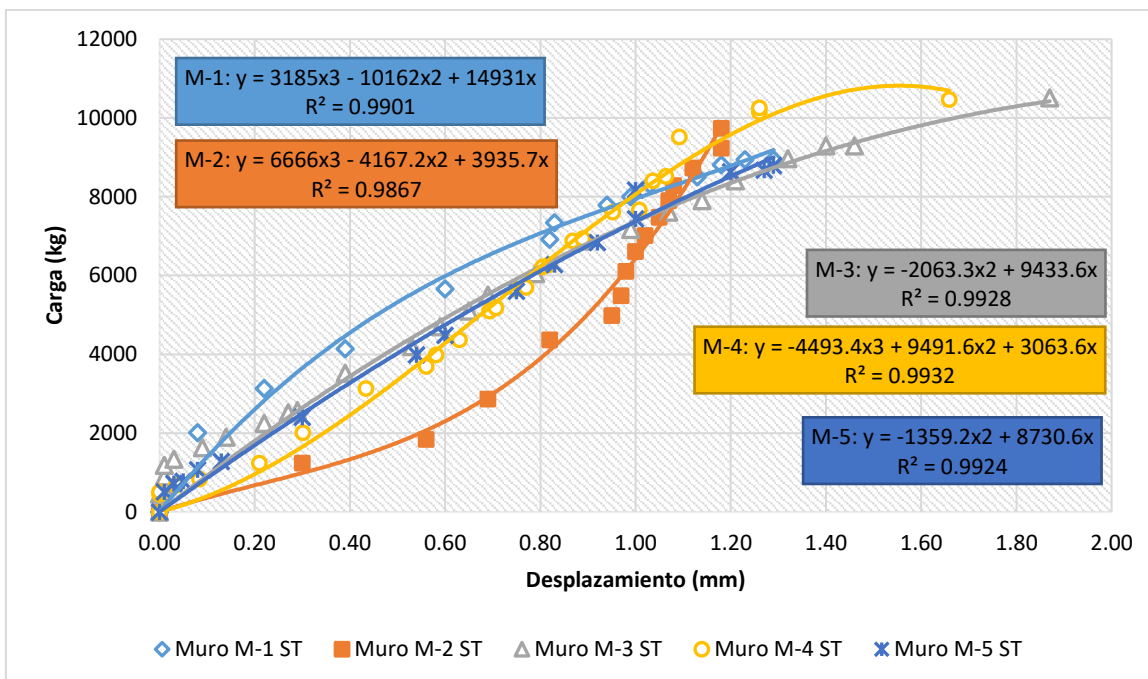
Determinar la variación del módulo de corte en muretes de albañilería tradicional y reforzadas con sogá driza utilizando bloques huecos de concreto en la ciudad de Abancay, 2021.

4.1.5.1. Módulo de corte o módulo de rigidez (Gm)

Para determinar el módulo de corte o también conocido como módulo de rigidez, módulo de cizalladura y módulo de elasticidad transversal, se realizó mediante el ensayo a compresión diagonal y la instrumentación de cada murete, el cual consiste en fijar deformímetros en el diagonal vertical y horizontal de los muretes, los deformímetros digitales incorporados tienen una precisión de 0.01mm, esta instrumentación tiene como objetivo determinar el desplazamiento que se da al ejercer la presión tangencial en los muretes, con los datos obtenidos se podrá determinar el módulo de corte de manera experimental, los ensayos y la instrumentación se realizó de acuerdo a lo indicado en la NTP 399.621 y el libro de Ángel San Bartolomé, Daniel Quiun y Wilson Silva, 2018 “Diseño y construcción de estructuras sismorresistentes de albañilería”, por ello se obtiene los siguientes tablas y resultados:

Figura 40

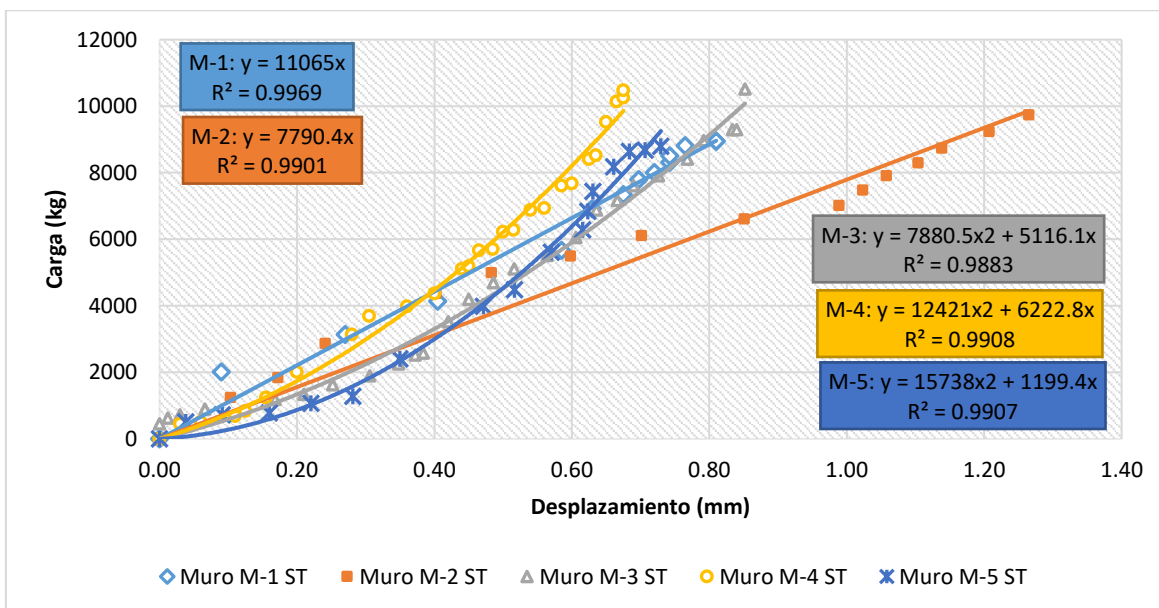
Carga - Desplazamiento vertical de muros sin tarrajeo (M-ST).



Nota. La figura muestra la dispersión de la carga vs desplazamiento vertical de los 5 muros sin tarrajeo ensayadas a compresión diagonal, también muestra el ajuste de la dispersión a una curva y su ecuación para determinar el desplazamiento al 10% y 50% respecto a la carga de corte. Elaboración propia.

Figura 41

Carga - Desplazamiento horizontal de muros sin tarrajeo (M-ST).



Nota. La figura muestra la dispersión de la carga vs desplazamiento horizontal de los 5 muros sin tarrajeo ensayadas a compresión diagonal, también muestra el ajuste de la dispersión a una curva y su ecuación para determinar el desplazamiento al 10% y 50% respecto a la carga de corte. Elaboración propia.

Tabla 35

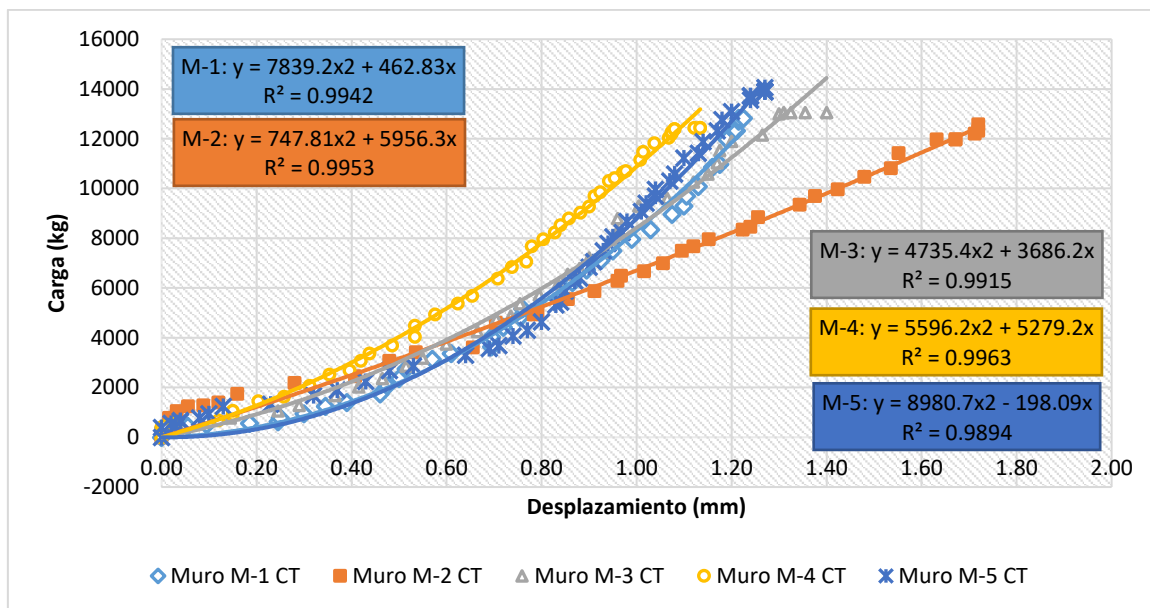
Resultados del módulo de corte de muros sin tarrajeo (M-ST).

N° Muestra	L prom. (mm)	t prom. (mm)	H prom. (mm)	D prom. (mm)	Área (cm ²)	Def.	g (mm)	P máx. (kg)	Carga (kg)		Desplaz. (mm)		Δt (kg/cm ²)	$\Delta V-H$ (mm/mm)	γ (mm/mm)	Gm (kg/cm ²)
									P _{10%}	P _{50%}	D _{10%}	D _{50%}				
M-1 ST	813.0	117.5	850.5	1174.5	977.3	v	1074.5	8947	895	4474	0.06	0.39	3.662	0.000306	0.000675	5421.67
							874.5				0.08	0.40				
M-2 ST	814.5	118.0	851.0	1179.0	982.6	v	1079.0	9739	974	4869	0.54	0.89	3.964	0.000324	0.000751	5281.30
							879.0				0.25	0.63				
M-3 ST	814.0	117.0	852.0	1173.0	974.6	v	1073.0	10511	1051	5256	0.11	0.65	4.314	0.000499	0.000946	4561.82
							873.0				0.16	0.55				
M-4 ST	810.5	117.5	849.5	1181.0	975.3	v	1081.0	10472	1047	5236	0.21	0.70	4.295	0.000448	0.000802	5353.48
							881.0				0.13	0.45				
M-5 ST	808.0	117.5	847.5	1158.0	972.6	v	1058.0	8793	879	4396	0.10	0.55	3.616	0.000424	0.000762	4742.84
							858.0				0.20	0.49				
Promedio módulo de corte (kg/cm ²)															5072.22	
σ desviación estándar (kg/cm ²)															391.77	
CV Coeficiente de variación (%)															7.72%	
Gm característico (kg/cm ²)															4680.45	

Nota. La tabla muestra el resumen de los datos geométricos de los muros sin tarrajeo, donde se realiza el cálculo de cargas al 10% y 50% que es usado para determinar el desplazamiento vertical y horizontal desde la ecuación ajustada de la curva de dispersiones, la desviación estándar de las muestras representa el 7.72% del promedio, el cual se encuentra por debajo del 30% de coeficiente de variación para ser aceptable el ensayo, por ende, la mano de obra y los materiales utilizados tienen la calidad adecuada. Elaboración propia.

Figura 42

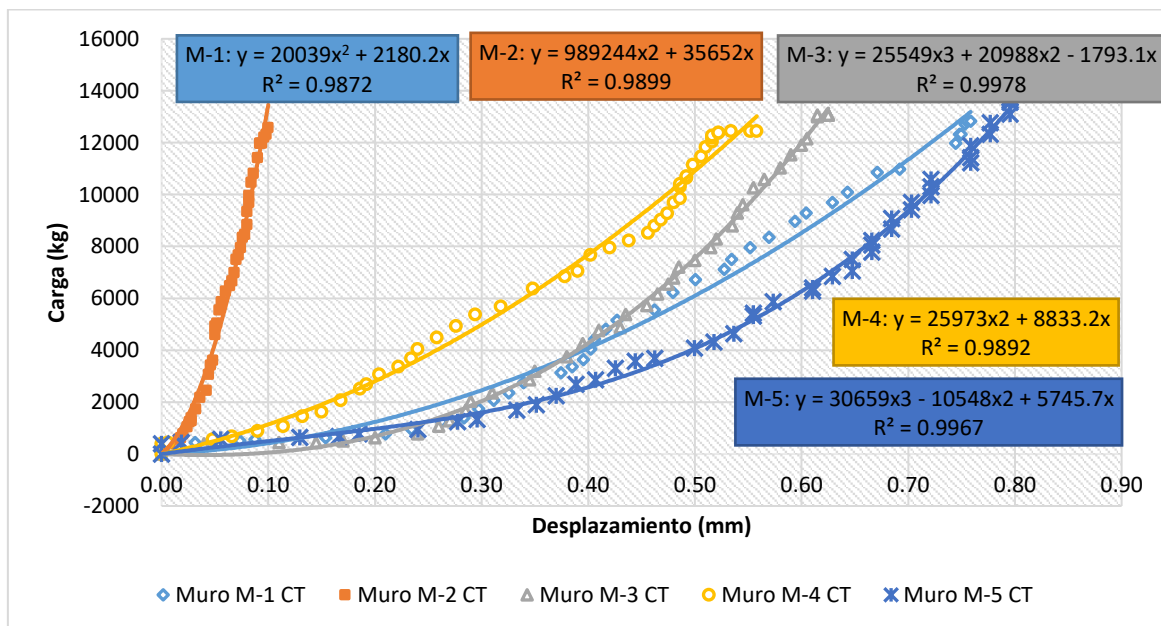
Carga - Desplazamiento vertical de muros con tarrajeo M-CT.



Nota. La figura muestra la dispersión de la carga vs desplazamiento vertical de los 5 muros con tarrajeo ensayadas a compresión diagonal, también muestra el ajuste de la dispersión a una curva y su ecuación para determinar el desplazamiento al 10% y 50% respecto a la carga de corte. Elaboración propia.

Figura 43

Carga - Desplazamiento horizontal de muros con tarrajeo M-CT.



Nota. La figura muestra la dispersión de la carga vs desplazamiento horizontal de los 5 muros con tarrajeo ensayadas a compresión diagonal, también muestra el ajuste de la dispersión a una curva y su ecuación para determinar el desplazamiento al 10% y 50% respecto a la carga de corte. Elaboración propia.

Tabla 36

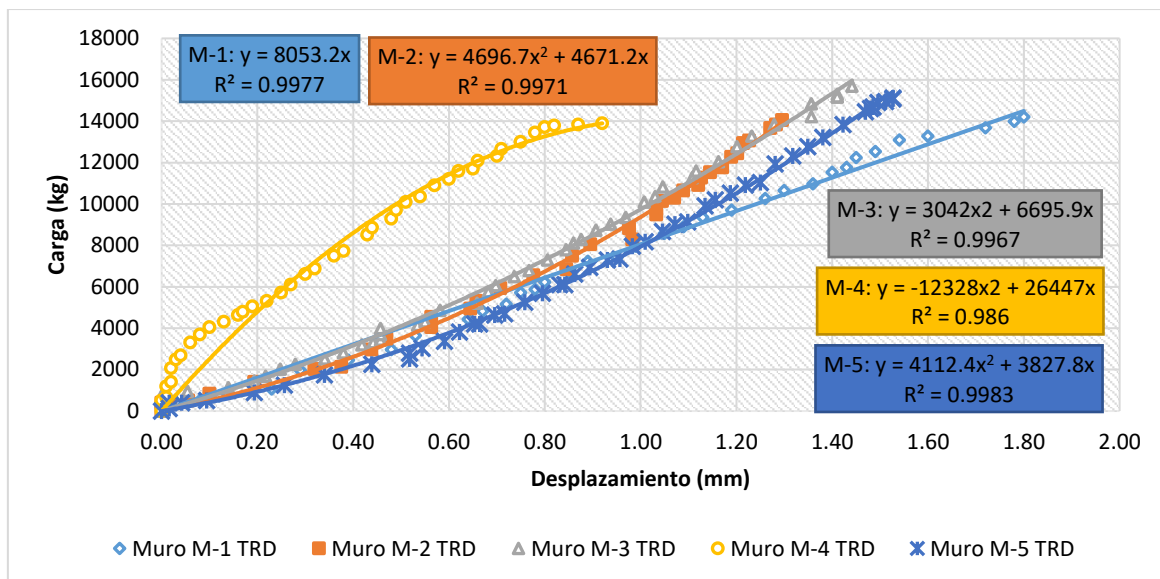
Resultados del módulo de corte de los muros con tarrajeo M-CT.

N° Muestra	L prom. (mm)	t prom. (mm)	H prom. (mm)	D prom. (mm)	Área (cm ²)	Def.	g (mm)	P máx. (kg)	Carga (kg)		Desplaz. (mm)		Δt (kg/cm ²)	$\Delta V-H$ (mm/mm)	γ (mm/mm)	Gm (kg/cm ²)
									P 10%	P 50%	D 10%	D 50%				
M-1 CT	819.5	141.0	853.0	1165.0	1179.1	v	1065.0	12828	1283	6414	0.38	0.88	4.352	0.000469	0.000827	5263.50
							h				865.0	0.20					0.51	0.000358
M-2 CT	818.0	140.5	845.0	1160.5	1168.3	v	1060.5	12577	1258	6288	0.21	0.94	4.306	0.000696	0.000745	5783.98
							h				860.5	0.02					0.06	0.000049
M-3 CT	818.5	138.0	851.5	1165.5	1152.3	v	1065.5	13060	1306	6530	0.26	0.85	4.533	0.000548	0.000830	5463.94
							h				865.5	0.32					0.56	0.000282
M-4 CT	818.5	136.5	856.5	1167.5	1143.2	v	1067.5	12442	1244	6221	0.20	0.68	4.353	0.000457	0.000735	5922.29
							h				867.5	0.11					0.35	0.000278
M-5 CT	815.5	139.0	855.5	1161.5	1161.3	v	1061.5	14064	1406	7032	0.41	0.90	4.844	0.000461	0.000785	6167.86
							h				861.5	0.33					0.61	0.000324
Promedio módulo de corte (kg/cm ²)															5720.31	
σ desviación estándar (kg/cm ²)															360.40	
CV Coeficiente de variación (%)															6.30%	
Gm característico (kg/cm ²)															5359.91	

Nota. La tabla muestra el resumen de los datos geométricos de los muros con tarrajeo, donde se realiza el cálculo de cargas al 10% y 50% que es usado para determinar el desplazamiento vertical y horizontal desde la ecuación ajustada de la curva de dispersiones, la desviación estándar de las muestras representa el 6.30% del promedio, el cual se encuentra por debajo del 30% de coeficiente de variación para ser aceptable el ensayo, por ende, la mano de obra y los materiales utilizados tienen la calidad adecuada. Elaboración propia.

Figura 44

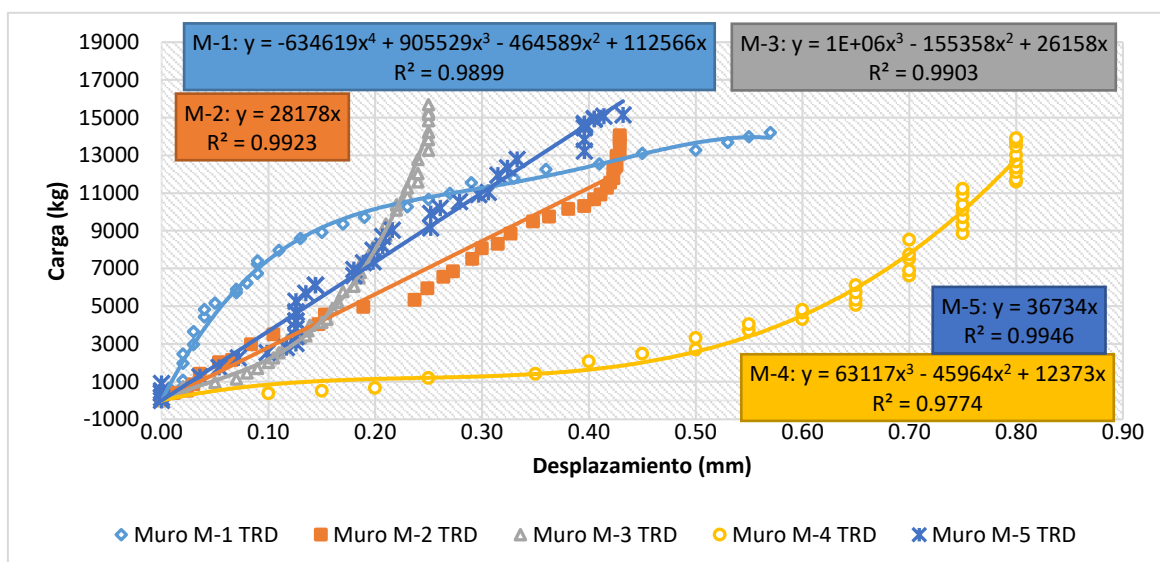
Carga – Desplazamiento vertical de muros tarrajeados reforzados con sogas driza M-TRD.



Nota. La figura muestra la dispersión de la carga vs desplazamiento vertical de los 5 muros con tarrajeo y reforzada con sogas driza ensayadas a compresión diagonal, también muestra el ajuste de la dispersión a una curva y su ecuación para determinar el desplazamiento al 10% y 50% respecto a la carga de corte. Elaboración propia.

Figura 45

Carga – Desplazamiento horizontal de muros tarrajeados reforzados con sogas driza M-TRD.



Nota. La figura muestra la dispersión de la carga vs desplazamiento horizontal de los 5 muros con tarrajeo y reforzada con sogas driza ensayadas a compresión diagonal, también muestra el ajuste de la dispersión a una curva y su ecuación para determinar el desplazamiento al 10% y 50% respecto a la carga de corte. Elaboración propia.

Tabla 37*Resultados del módulo de corte de M-TRD.*

N° Muestra	L prom. (mm)	t prom. (mm)	H prom. (mm)	D prom. (mm)	Área (cm ²)	Def.	g (mm)	P máx. (kg)	Carga (kg)		Desplaz. (mm)		Δt (kg/cm ²)	$\Delta V-H$ (mm/mm)	γ (mm/mm)	Gm (kg/cm ²)
									P _{10%}	P _{50%}	D _{10%}	D _{50%}				
M-1 TRD	837.0	149.5	852.5	1186.5	1262.9	v	1086.5	14199	1420	7099	0.18	0.88	4.497	0.000649	0.000688	6536.89
M-2 TRD	825.0	147.5	856.5	1176.5	1240.1	v	1076.5	14044	1404	7022	0.24	0.82	4.530	0.000540	0.000767	5905.47
M-3 TRD	818.5	147.5	851.5	1172.5	1231.6	v	1072.5	15686	1569	7843	0.21	0.85	5.094	0.000590	0.000800	6365.35
M-4 TRD	826.0	146.5	855.0	1175.0	1231.3	v	1075.0	13890	1389	6945	0.05	0.31	4.512	0.000235	0.000612	7368.69
M-5 TRD	830.0	146.5	857.5	1182.0	1236.1	v	1082.0	15126	1513	7563	0.30	0.97	4.895	0.000619	0.000805	6078.31
Promedio módulo de corte (kg/cm ²)															6450.94	
σ desviación estándar (kg/cm ²)															568.63	
CV Coeficiente de variación (%)															8.81%	
Gm característico (kg/cm ²)															5882.31	

Nota. La tabla muestra el resumen de los datos geométricos de los muros tarrajeados reforzados con soga driza, donde se realiza el cálculo de cargas al 10% y 50% que es usado para determinar el desplazamiento vertical y horizontal desde la ecuación ajustada de la curva de dispersiones, la desviación estándar de las muestras representa el 8.81% del promedio, el cual se encuentra por debajo del 30% de coeficiente de variación para ser aceptable el ensayo, por ende, la mano de obra y los materiales utilizados tienen la calidad adecuada. Elaboración propia.

Tabla 38

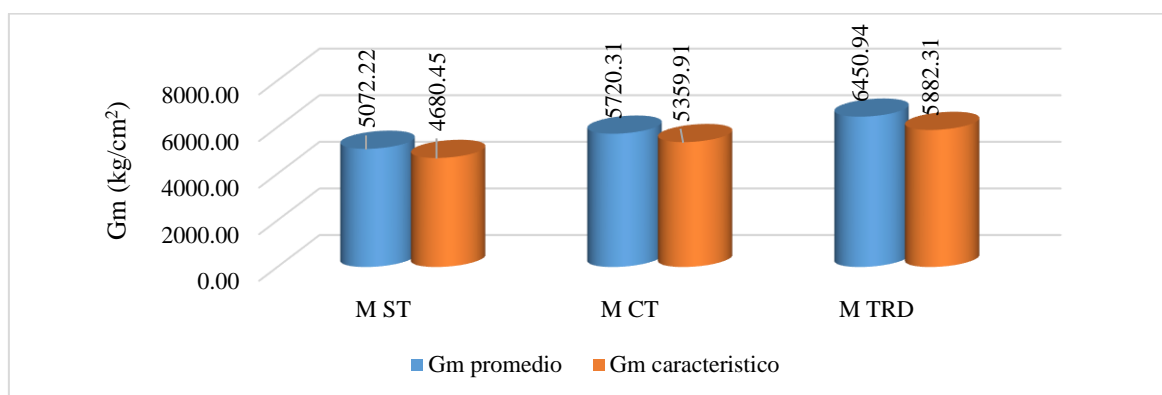
Resumen de resultados de módulo de corte de muretes.

Tipo de muro	Gm promedio (kg/cm ²)	Desviación estándar (kg/cm ²)	Coefficiente de variación (%)	Gm característico (kg/cm ²)	Variación de Gm respecto MST (%)
M ST	5072.22	391.77	7.72%	4680.45	0.00%
M CT	5720.31	360.40	6.30%	5359.91	14.52%
M TRD	6450.94	568.63	8.81%	5882.31	25.68%

Nota. Elaboración propia.

Figura 46

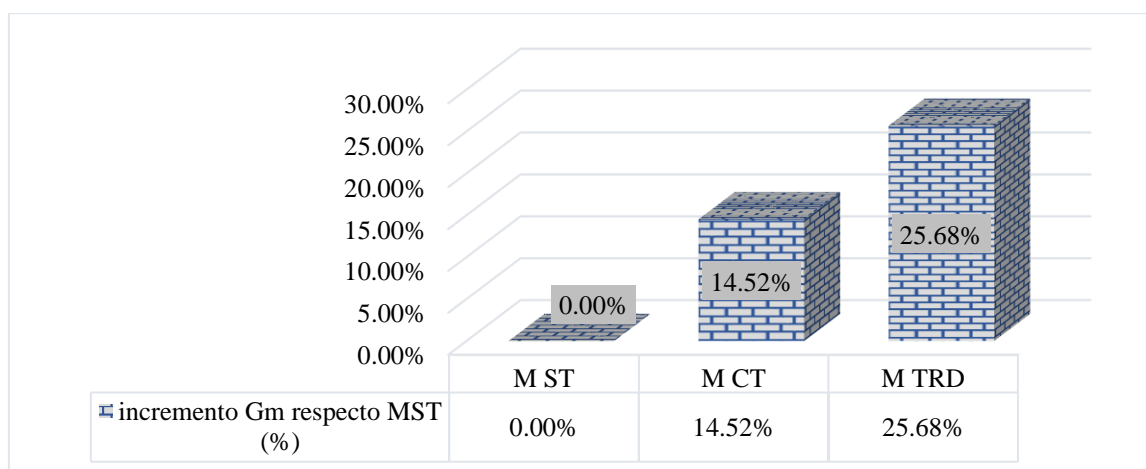
Variación del módulo de corte por tipo de muro.



Nota. En la figura muestra la comparación del módulo de corte característico, donde se ve que la variación máxima es de 25.68% respecto a los muros reforzados con soga driza, también se puede verificar que el módulo de corte es ascendente a menudo que se va realizando el tarrajeo al muro y el refuerzo con la soga driza, es decir que cada insumo incorporado incrementa la rigidez o el módulo de corte del muro. Elaboración propia.

Figura 47

Incrementos de módulo de corte por tipo de muro.



Nota. Se muestra el incremento del módulo de corte respecto al muro tradicional sin tarrajeo donde se aprecia un incremento del 14.52% y 25.68% en los muros con tarrajeo y al ser reforzada con soga driza. Elaboración propia.

Tabla 39

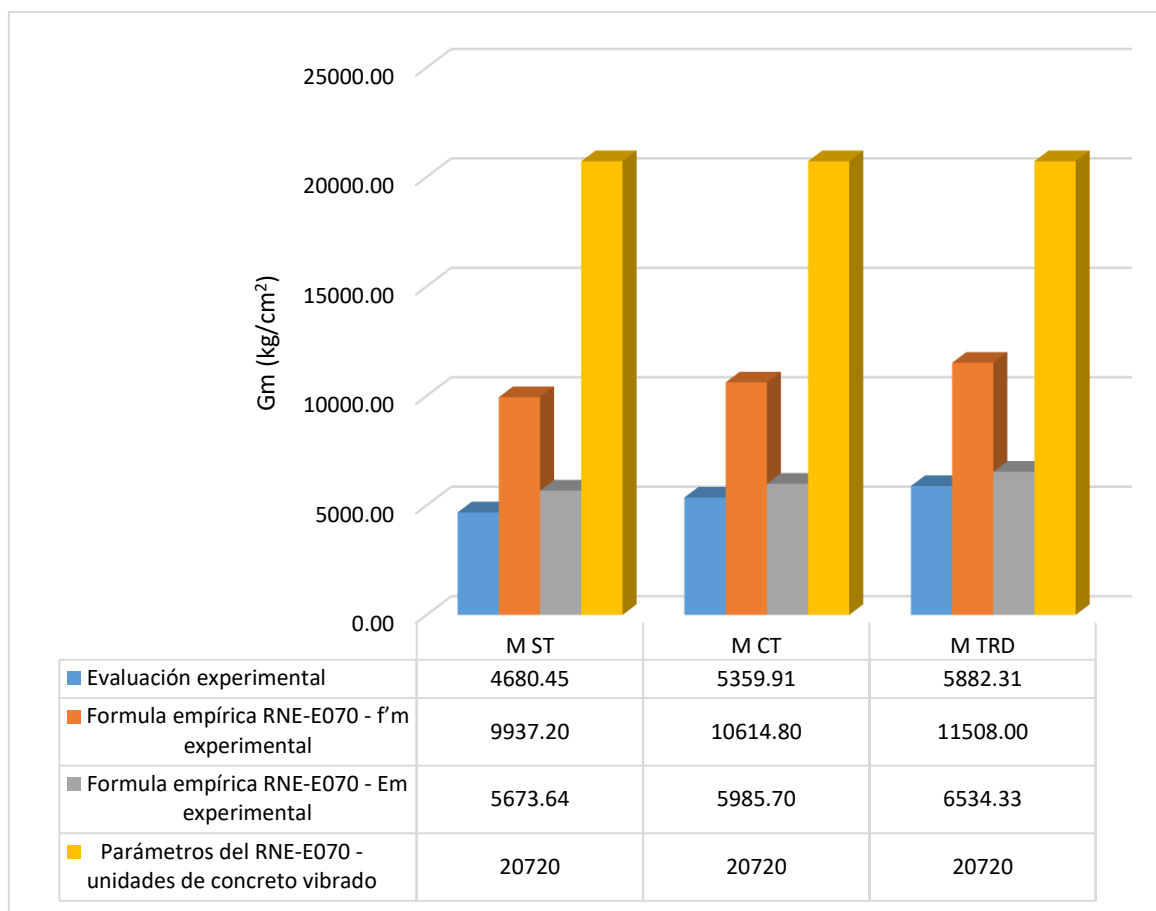
Análisis de los resultados de módulo de corte respecto al RNE-E070.

Tipo de muro	Evaluación experimental			Formula empírica RNE-E070 - f'm experimental			Formula empírica RNE-E070 - Em experimental		Parámetros del RNE-E070 - unidades de concreto vibrado		
	f'm	Em	Gm	f'm	Em=700*f'm	Gm=0.4Em	Em	Gm=0.4Em	f'm	Em=700*f'm	Gm=0.4Em
M ST	35.49	14184.10	4680.45	35.49	24843.00	9937.20	14184.10	5673.64	74.00	51800.00	20720
M CT	37.91	15324.97	5359.91	37.91	26537.00	10614.80	15324.97	6129.99	74.00	51800.00	20720
M TRD	41.10	16335.83	5882.31	41.10	28770.00	11508.00	16335.83	6534.33	74.00	51800.00	20720

Nota. La tabla muestra la resistencia característica, módulo de elasticidad de pilas y módulo de corte de los muros determinadas de manera experimental, como también muestra el módulo de corte obtenido a partir de la resistencia característica experimental mediante fórmulas empíricas dadas en el RNE-E070, por último, los parámetros mínimos de Gm que debe tener un murete de acuerdo al RNE-E070 a partir de la resistencia característica de pilas, Tabla 9 RNE-E070 (2006, p. 15). Elaboración propia.

Figura 48

Comparación de módulo de corte con el RNE-E070.



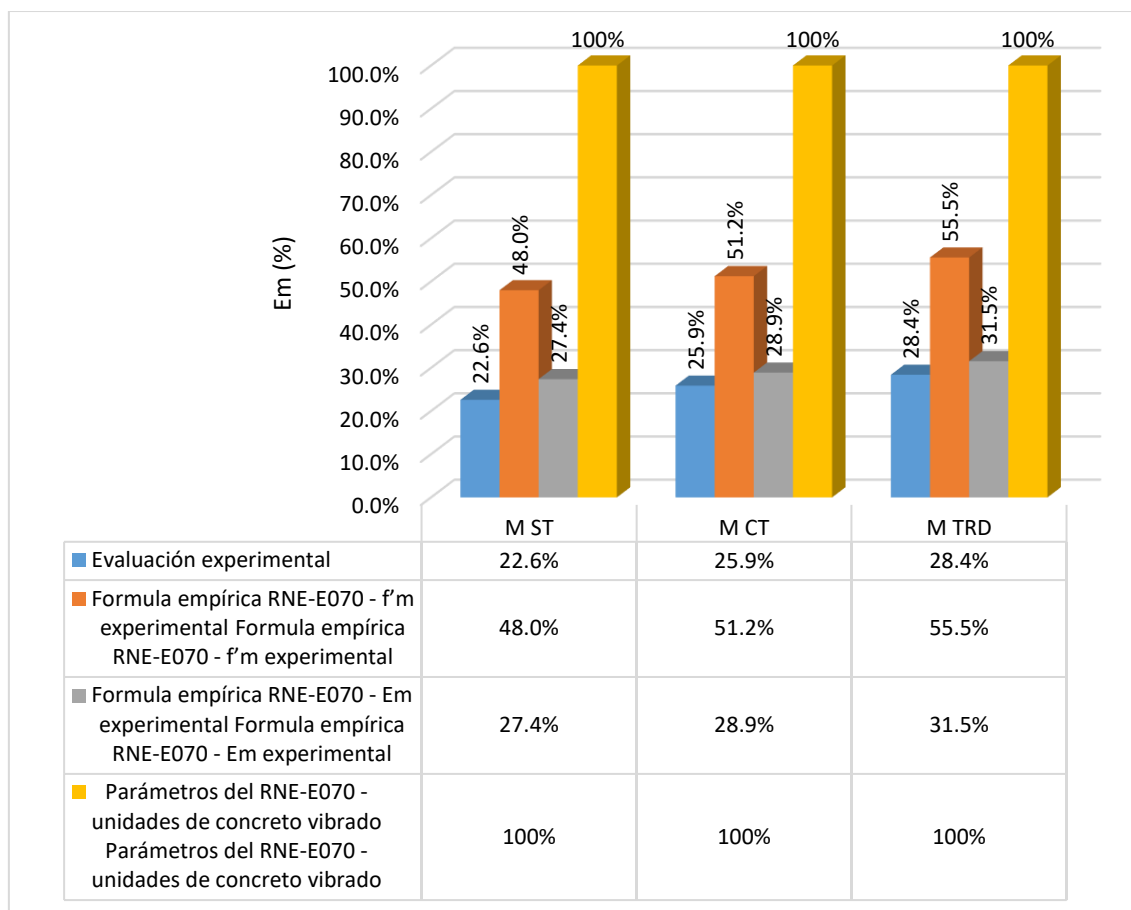
Nota. La figura muestra los resultados de módulo de cortes obtenidos experimentalmente, módulo de corte obtenida envase a las fórmulas empíricas del RNE E070 a partir de la resistencia característica de las pilas el cual se obtuvo experimentalmente en la investigación, módulo de corte obtenida envase a las fórmulas empíricas del RNE-E070 a partir del módulo de elasticidad de las pilas y el parámetro mínimo que nos brinda el RNE E70 para muros construidas de unidades de concreto, Elaboración propia.

De la **Figura 48**, el módulo de corte obtenido experimentalmente es 4680.45 kg/cm², 5359.91 kg/cm², 5882.31 kg/cm² para los muros sin tarrajeo, con tarrajeo y tarrajeado reforzado con sogas de fibra de vidrio sucesivamente. El módulo de corte calculado por las fórmulas empíricas del RNE-E070 a partir de la resistencia característica experimental de las pilas es 9937.20, 10614.80 y 11508.0 kg/cm² para los muros sin tarrajeo, con tarrajeo y tarrajeado reforzado con sogas de fibra de vidrio respectivamente. El módulo de corte calculado por las fórmulas empíricas del RNE-E070 a partir del

módulo de elasticidad experimental de pilas es 5673.64, 6129.99 y 6534.33 kg/cm² para los M-ST, M-CT y M-TRD sucesivamente. El módulo de corte mínimo para bloque tipo P según el RNE-E070 es 20720 kg/cm².

Figura 49

Análisis del módulo de corte con respecto al RNE-E070.



Nota. La figura muestra el porcentaje que representa cada muestra obtenida con respecto al parámetro mínimo del RNE E070 para muros de unidades de concreto. Elaboración propia.

Según la **Figura 49**, el módulo de corte obtenidos experimentalmente, mediante las fórmulas empíricas son inferiores al módulo de corte que indica el RNE-E070, es decir, Gm para M-ST representa el 22.6%, 48.0% y 27.4% respecto al Gm del RNE-E070, similarmente sucede en los M-CT 25.9%, 51.2% y 29.6% y en los M-TRD 28.4%, 55.5% y 31.5% respectivamente.

De acuerdo a la **Tabla 38** y **Figura 46**, los módulos de corte obtenidos experimentalmente para cada tipo de muro demuestran que los muros con tarrajeo y con tarrajeo reforzadas con soga driza incrementa el módulo de rigidez o módulo de corte de manera ascendente: M-ST= 4680.45 kg/cm², M-CT= 5359.91 kg/cm², M-TRD= 5882.31 kg/cm², teniendo un incremento respecto al muro sin tarrajeo de 14.52 % en M-CT y 25.68 % en M-TRD.

De acuerdo a la **Figura 47**, los resultados obtenidos del módulo de corte de muretes se puede interpretar que al realizar el tarrajeo al muro de una edificación con un espesor de 1.5 cm y con una dosificación de C:AF 1:5 se obtendrá un incremento del módulo de corte del 14.52 %, sin embargo, si este muro es tarrajeado y a la vez reforzada con soga driza de Ø:1/8" distribuida de 1@5 cm y R@20cm se obtendría un incremento del 25.68 % respecto al módulo de corte que tiene dicho muro.

4.2. Discusión de resultados

La discusión de resultados de la presente investigación se realizó con los resultados obtenidos, las cuales fueron contrastados con investigaciones anteriores en referencia al tema de estudio.

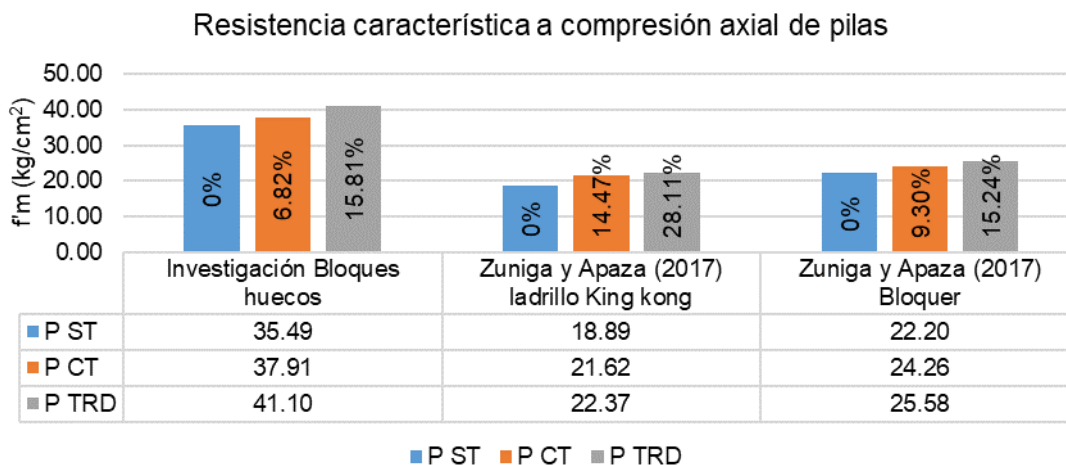
Con respecto al objetivo general: Determinar la variación del comportamiento mecánico en prismas de albañilería tradicional y reforzadas con sogas driza utilizando bloques huecos de concreto; los resultados de la investigación reflejan que el comportamiento mecánico de los prismas de albañilería tradicional presentó fallas con carácter frágil y explosiva, sin embargo, los prismas reforzados con sogas driza se incrementó la resistencia a compresión axial y cortante, así mismo, los módulos de elasticidad y corte, de ahí que, se presentó un comportamiento dúctil, generándose fallas controladas producto del confinamiento dado por la albañilería - enmallado de sogas driza, de este modo evitando fallas explosivas. Por tal motivo, se determina que existe una variación en el comportamiento mecánico de prismas tradicionales y reforzadas con incrementos de sus propiedades mecánicas en los especímenes con refuerzo. Por otro lado, de acuerdo a **Zuniga y Apaza (2017)**, en el estudio del refuerzo con sogas driza de muretes y pilas de ladrillos king kong de 18 huecos y blocker determinaron que las muestras presentaron variaciones numéricas de las resistencias a compresión axial y diagonal con incrementos respecto a las muestras sin refuerzo; concluyendo que el refuerzo contribuye al comportamiento dúctil de la albañilería.

Con respecto al objetivo específico 01: Se consideró determinar la variación de la resistencia a compresión axial en pilas de albañilería tradicionales y reforzadas con sogas driza utilizando bloques huecos de concreto en la ciudad de Abancay. De los resultados obtenidos en la investigación registrados en la

Tabla 25, se observa que las P-TRD incrementan su resistencia en un 15.81% ($f'm = 41.10 \text{ kg/cm}^2$), las P-CT incrementan en un 6.82% ($f'm = 37.91 \text{ kg/cm}^2$) respecto a las P-ST ($f'm = 35.49 \text{ kg/cm}^2$). Por consiguiente, se deduce que existe una variación de las resistencias a compresión axial, en este caso obteniéndose mayor resistencia en las pilas reforzadas con sogas driza. Estos resultados con respaldados por **Zuniga y Apaza (2017)**, donde determinaron la resistencia a compresión axial en pilas sin tarrajeo, con tarrajeo y tarrajeo reforzado con sogas driza elaborados con ladrillo King Kong de 18 huecos y Blocker, obteniendo como resultados para pilas de ladrillo de 18 huecos una resistencia de 18.89 kg/cm^2 , 21.62 kg/cm^2 , 22.37 kg/cm^2 respectivamente, con incrementos en su resistencia de 14.47%, 28.11% esto en relación a la pila sin tarrajeo, del mismo modo, para pilas de Blocker alcanzaron la resistencia de 22.20 kg/cm^2 , 24.26 kg/cm^2 y 25.58 kg/cm^2 con incrementos en la resistencia de 9.30%, 15.24% con respecto a la pila sin tarrajeo de Blocker; concluyendo que el refuerzo con sogas driza incrementa la resistencia a compresión axial en muros de albañilería. Por lo tanto, detallado los resultados de ambas investigaciones se deduce que los valores obtenidos no coinciden ni se aproximan, las diferencias se pueden asumir por el empleo de diferentes unidades de albañilería y agregado; sin embargo, se concuerda que el reforzado con sogas driza incrementa la resistencia a compresión axial de muros de albañilería y cambia el tipo de falla de una frágil y explosiva a una dúctil.

Figura 50

Discusión de resultados del objetivo 01 respecto otros autores.

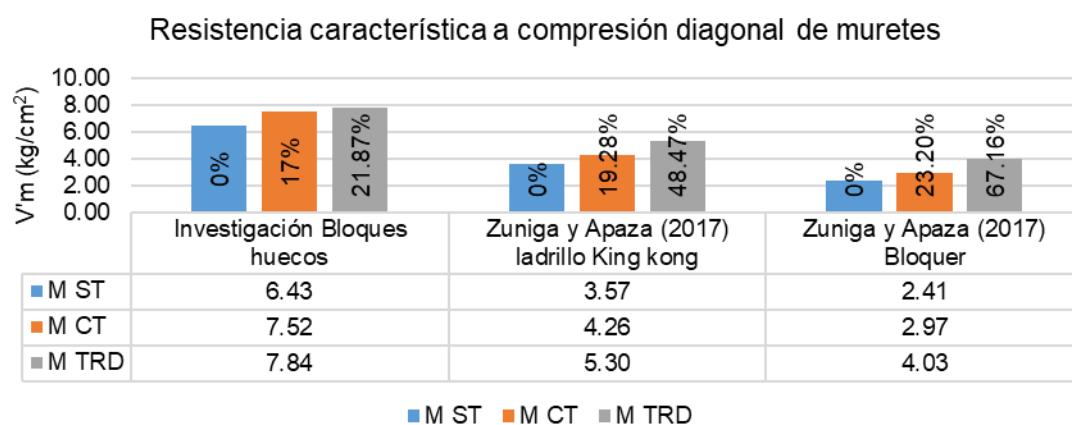


Con respecto al objetivo específico 02: Se consideró determinar la variación de la resistencia a compresión diagonal en muretes de albañilería tradicional y reforzadas con sogas drizas utilizando bloques huecos de concreto en la ciudad de Abancay. De los resultados obtenidos en la investigación registrados en la **Tabla 26**, se observa que las M-TRD incrementan su resistencia en un 21.87 % ($V'm = 7.84 \text{ kg/cm}^2$), los M-CT incrementan en un 17% ($V'm = 7.52 \text{ kg/cm}^2$) respecto a los M-ST ($V'm = 6.43 \text{ kg/cm}^2$). Por consiguiente, se deduce que existe una variación de las resistencias a compresión diagonal, en este caso obteniéndose mayor resistencia en los muretes reforzadas con sogas drizas. Estos resultados con respaldados por **Zuniga y Apaza (2017)**, donde determinaron la resistencia a corte de muretes sin tarrajeo, con tarrajeo y tarrajeo reforzado con sogas drizas elaborados con unidades de ladrillo King Kong 18 huecos y Blocker, asentados con mortero en dosificación de 1:4 C: A, obteniendo como resultados para muretes con unidades de King Kong 18 huecos las resistencias de 3.57 kg/cm^2 , 4.26 kg/cm^2 , 5.3 kg/cm^2 respectivamente con incrementos en la resistencia en 19.28%, 48.47% respecto al murete patrón sin tarrajeo. Así mismo, para muretes

con unidades de Blocker obtuvo las resistencias de 2.41 kg/cm², 2.97 kg/cm², 4.03 kg/cm² con incrementos en la resistencia de 23.20 %, 67.16% con respecto al murete patrón sin tarrajeo. Por lo tanto, detallado los resultados de ambas investigaciones se deduce que los valores obtenidos no coinciden ni se aproximan, las diferencias se pueden asumir por el empleo de diferentes unidades de albañilería y agregado; sin embargo, se concuerda que el reforzado con sogas driza incrementa la resistencia a compresión cortante de muros de albañilería y cambia el tipo de falla de una frágil y explosiva a una dúctil.

Figura 51

Discusión de resultados del objetivo 02 respecto otros autores.

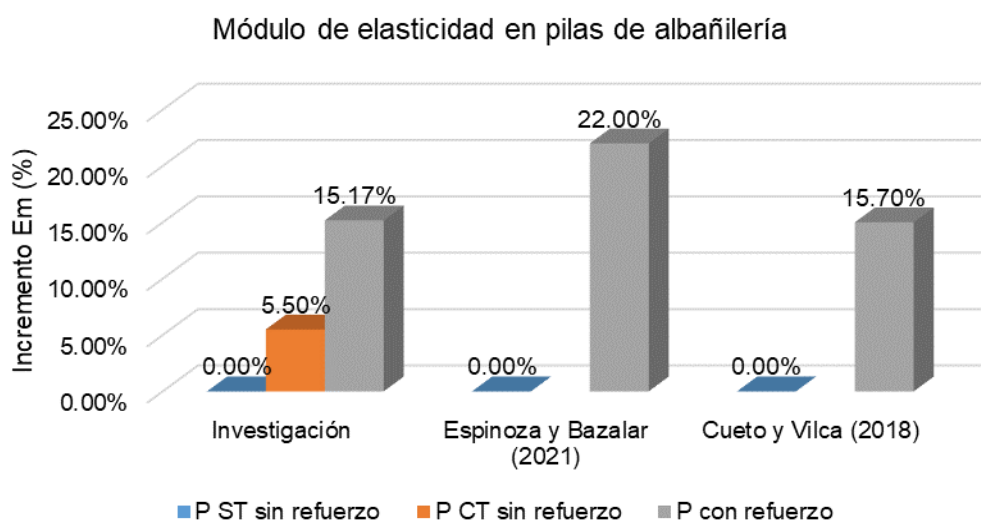


Con respecto al objetivo específico 03: Se consideró determinar la variación del módulo de elasticidad en pilas de albañilería tradicional y reforzadas con sogas driza utilizando bloques huecos de concreto en la ciudad de Abancay. De los resultados obtenidos en la investigación registrados en la **Tabla 33**, se observa que el módulo de elasticidad de P-TRD ($E_m=16335.83 \text{ kg/cm}^2$) se incrementa en un 15.17%, el $E_m=14964.26 \text{ kg/cm}^2$ de P-CT se incrementa en un 5.50% respecto a los módulos de elasticidad de P-ST ($E_m=14184.10 \text{ kg/cm}^2$). Por consiguiente, se deduce que existe una variación del módulo de elasticidad, en este caso obteniéndose mayor modulo en las pilas reforzadas con sogas driza. En la

búsqueda de los antecedentes para la investigación no se ha encontrado estudios específicamente relacionados con determinar el módulo de elasticidad de pilas reforzado con sogas driza. Sin embargo, de acuerdo a **Espinoza y Bazalar (2021)**, en el estudio y comparación del comportamiento mecánico de prismas de albañilería tubular reforzada con mallas de fibras de basalto, determinaron que al reforzar pilas de unidades tubulares incrementa el módulo de elasticidad en 22% respecto a pilas sin refuerzo. Por otro lado, **Cueto y Vilca (2018)**, en el reforzamiento de la albañilería más utilizada en Arequipa con mallas electrosoldadas determinaron que las pilas de unidades huecas reforzadas incrementaron el valor del módulo de elasticidad en 15.7%. Por lo tanto, de la comparación de los antecedentes se deduce que el refuerzo de muros de albañilería de unidades huecas presenta variaciones con incrementos del módulo de elasticidad.

Figura 52

Discusión de resultados del objetivo 03 respecto otros autores.

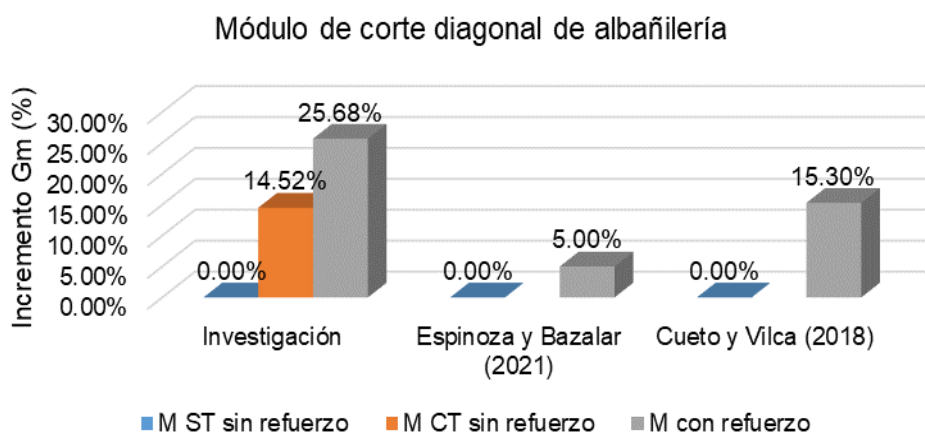


Con respecto al objetivo específico 04: Se consideró determinar la variación del módulo de corte en muretes de albañilería tradicional y reforzadas con sogas driza utilizando bloques huecos de concreto en la ciudad de Abancay. De los resultados obtenidos en la investigación registrados en la **Tabla 38**, se observa

que el módulo de corte de M-TRD ($G_m = 5882.31 \text{ kg/cm}^2$) se incrementa en un 25.68%, el $G_m = 5359.91 \text{ kg/cm}^2$ de M-CT se incrementa en un 14.52% respecto a los módulos de corte de M-ST ($G_m = 4680.45 \text{ kg/cm}^2$). Por consiguiente, se deduce que existe una variación del módulo de corte, en este caso obteniéndose mayor módulo en las pilas reforzadas con sogas driza. En la búsqueda de los antecedentes para la investigación no se ha encontrado estudios específicamente relacionados con determinar el módulo de corte de pilas reforzadas con sogas driza. Sin embargo, de acuerdo a **Espinoza y Bazalar (2021)**, en el estudio y comparación del comportamiento mecánico de prismas de albañilería tubular reforzada con mallas electrosoldadas, determinaron que al reforzar muretes de unidades tubulares incrementa el módulo de corte en 5% respecto a muretes sin refuerzo. Por otro lado, **Cueto y Vilca (2018)** en el reforzamiento de la albañilería más utilizada en Arequipa con mallas electrosoldadas determinaron que los muretes de unidades huecas reforzadas incrementaron el valor del módulo de corte en 15.3%. Por lo tanto, de la comparación con el antecedente se deduce que el refuerzo de muros de albañilería de unidades huecas presenta variaciones con incrementos del módulo de corte.

Figura 53

Discusión de resultados del objetivo 04 respecto otros autores.



4.3. Prueba de hipótesis

Para la contrastación de la hipótesis general y específicas; los resultados obtenidos de las muestras se sometieron a prueba estadística “t” de Student y comprobar si las medias de las propiedades mecánicas de muros de albañilería tales como la resistencia a compresión axial, corte, módulos de elasticidad y corte de las muestras (pilas, muretes tradicionales y reforzadas con sogas drizas) tienen diferencias estadísticamente significativas.

4.3.1. Hipótesis General

El comportamiento mecánico en prismas de albañilería tradicional y reforzadas con sogas drizas utilizando bloques huecos de concreto varía significativamente en la ciudad de Abancay, 2021.

Decisión: Por medio de la contrastación estadística a la que se sometieron las hipótesis específicas, se infiere que, el comportamiento mecánico de prismas de albañilería tradicional y reforzadas con sogas drizas varía significativamente en la ciudad de Abancay 2021.

4.3.2. Hipótesis específica 01

a) Planteamiento de la hipótesis:

- ❖ $H_0 [\mu_1 = \mu_2]$: La resistencia a compresión axial en pilas de albañilería tradicional y reforzadas con sogas drizas utilizando bloques huecos de concreto **no varía significativamente** en la ciudad de Abancay, 2021
- ❖ $H_a [\mu_1 \neq \mu_2]$: La resistencia a compresión axial en pilas de albañilería tradicional y reforzadas con sogas drizas utilizando bloques huecos de concreto **varía significativamente** en la ciudad de Abancay, 2021.

b) Nivel de significancia

El nivel de significancia empleado fue del 5%, es decir $\alpha = 0.05$.

c) Determinación del estadístico “t”

Para los grupos independientes de pilas sin tarrajeo (P-ST), pilas con tarrajeo (P-CT) y pilas reforzadas con sogá driza (P-TRD).

Tabla 40

Resultados de la distribución t Student P-ST, P-CT.

	P-ST	P-CT
Media	36.392	41.676
Varianza	0.8175	14.1934
Observaciones	5	5
Varianza agrupada	7.5055	
Grados de libertad	8	
Estadístico t	-3.0496	
P(T<=t) dos colas	0.0158	
Valor crítico de t (dos colas)	2.306	

De la **Tabla 40**, se tiene el estadístico $t_c = -3.0496$, valor crítico = ± 2.306 .

Tabla 41

Resultados de la distribución t Student P-ST, P-TRD

	P-ST	P-TRD
Media	36.392	43.304
Varianza	0.8175	4.88743
Observaciones	5	5
Varianza agrupada	2.8525	
Grados de libertad	8	
Estadístico t	-6.4709	
P(T<=t) dos colas	0.0002	
Valor crítico de t (dos colas)	2.306	

De la **Tabla 41**, se tiene el estadístico $t_c = -6.4709$, valor crítico = ± 2.306 .

Tabla 42

Resultados de la distribución t Student P-CT, P-TRD

	P-CT	P-TRD
Media	41.676	43.304
Varianza	14.193	4.88743
Observaciones	5	5
Varianza agrupada	9.5404	
Grados de libertad	8	
Estadístico t	-0.8334	
P(T<=t) dos colas	0.4288	
Valor crítico de t (dos colas)	2.306	

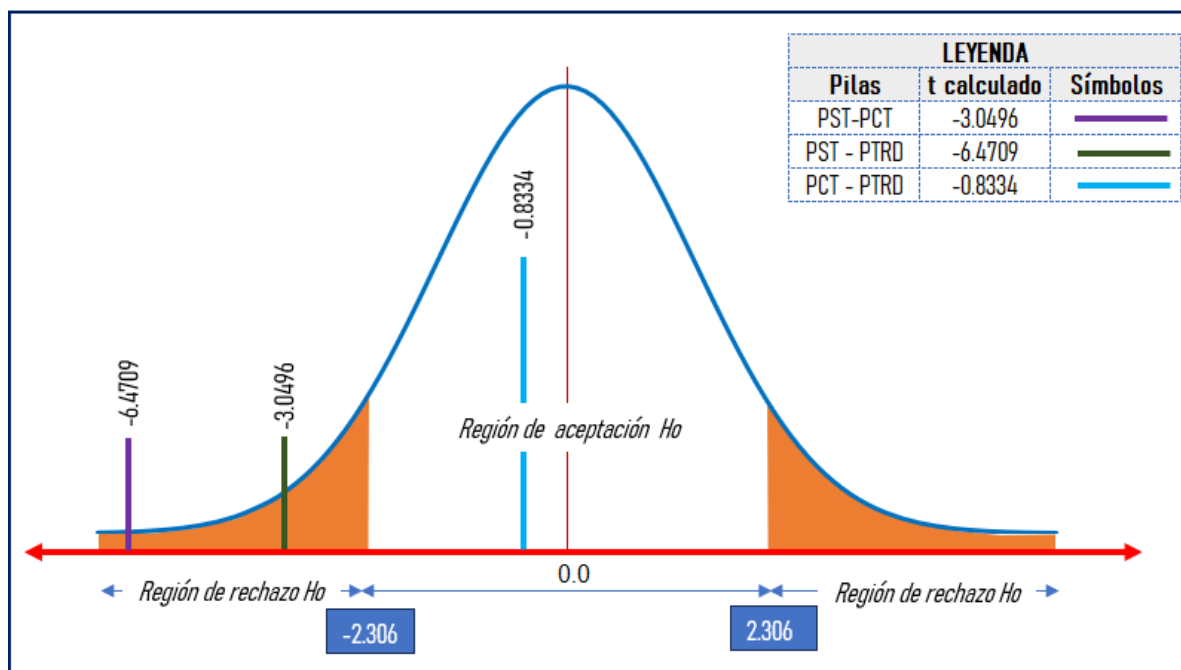
Tabla 43

Resumen de los resultados prueba de *t* student hipótesis específica 01.

DESCRIPCIÓN	PILAS		
	PST - PCT	PST - PTRD	PCT - PTRD
Hipótesis	<p>Ho [$\mu_1 = \mu_2$]: La resistencia a compresión axial en pilas de albañilería tradicional y reforzadas con sogá driza utilizando bloques huecos de concreto no varía significativamente en la ciudad de Abancay, 2021.</p> <p>Ha [$\mu_1 \neq \mu_2$]: La resistencia a compresión axial en pilas de albañilería tradicional y reforzadas con sogá driza utilizando bloques huecos de concreto varía significativamente en la ciudad de Abancay, 2021.</p>		
Grados de libertad	8	8	8
Nivel de significancia	2.50%	2.50%	2.50%
Valor crítico de <i>t</i> (dos colas)	2.306	2.306	2.306
Región crítica	< $-\infty$; -2.306] y [2.306; $+\infty$ >		
<i>t</i> calculado – estadístico	-3.0496	-6.4709	-0.8334
p-valor	0.0158	0.0002	0.4288

Figura 54

Diagrama de distribución bilateral de “*t*” de Student.



$t_c = -3.0496$ PST – PCT $t_c \in RR$; entonces se rechaza la Ho y acepta la Ha

$t_c = -6.4709$ PST – PTRD $t_c \in RR$; entonces se rechaza la Ho y acepta la Ha

$t_c = -0.8334$ PCT – PTRD $t_c \notin RR$; entonces se acepta la Ho y rechaza la Ha

d) Decisión

Como $t_c \in RR$ se rechaza la H_0 y acepta la H_a , entonces existen diferencias estadísticamente significativas para las medias de los grupos PST-PCT y PST-PTRD respecto a la resistencia a compresión axial de pilas de albañilería de bloques huecos de concreto.

Como $t_c \notin RR$ se acepta la H_0 y se rechaza la H_a , entonces no existe diferencias estadísticamente significativas para las medias de los grupos PCT-PTRD respecto a la resistencia a compresión axial de pilas de albañilería de bloques huecos de concreto.

4.3.3. Hipótesis específica 02

a) Planteamiento de la hipótesis:

- ❖ $H_0 [\mu_1 = \mu_2]$: La resistencia a compresión diagonal en muretes de albañilería tradicional y reforzadas con soga driza utilizando bloques huecos de concreto **no varía significativamente** en la ciudad de Abancay, 2021.
- ❖ $H_a [\mu_1 \neq \mu_2]$: La resistencia a compresión diagonal en muretes de albañilería tradicional y reforzadas con soga driza utilizando bloques huecos de concreto **varia significativamente** en la ciudad de Abancay, 2021.

b) Nivel de significancia

El nivel de significancia empleado fue del 5%, es decir $\alpha = 0.05$.

c) Determinación del estadístico “t”

Para los grupos independientes de muretes sin tarrajeo (M-ST), muretes con tarrajeo (M-CT) y muretes reforzados con soga driza (M-TRD).

Tabla 44

Resultados de la distribución *t* Student M-ST, M-CT.

	M-ST	M-CT
Media	7.018	7.914
Varianza	0.34912	0.1537
Observaciones	5	5
Varianza agrupada	0.25143	
Grados de libertad	8	
Estadístico <i>t</i>	-2.82536	
P(T<=t) dos colas	0.02231	
Valor crítico de <i>t</i> (dos colas)	2.306	

De la **Tabla 44**, se tiene el estadístico $t_c = -2.8254$, valor crítico = ± 2.306 .

Tabla 45

Resultados de la distribución *t* Student M-ST, M-TRD

	M-ST	M-TRD
Media	7.018	8.32
Varianza	0.34912	0.2334
Observaciones	5	5
Varianza agrupada	0.29126	
Grados de libertad	8	
Estadístico <i>t</i>	-3.81453	
P(T<=t) dos colas	0.00513	
Valor crítico de <i>t</i> (dos colas)	2.306	

De la **Tabla 45**, se tiene el estadístico $t_c = -3.8145$, valor crítico = ± 2.306 .

Tabla 46

Resultados de la distribución *t* Student M-CT, M-TRD

	M-CT	M-TRD
Media	7.914	8.32
Varianza	0.1537	0.2334
Observaciones	5	5
Varianza agrupada	0.1936	
Grados de libertad	8	
Estadístico <i>t</i>	-1.4591	
P(T<=t) dos colas	0.1827	
Valor crítico de <i>t</i> (dos colas)	2.306	

De la **Tabla 46**, se tiene el estadístico $t_c = -1.4591$, valor crítico = ± 2.306 .

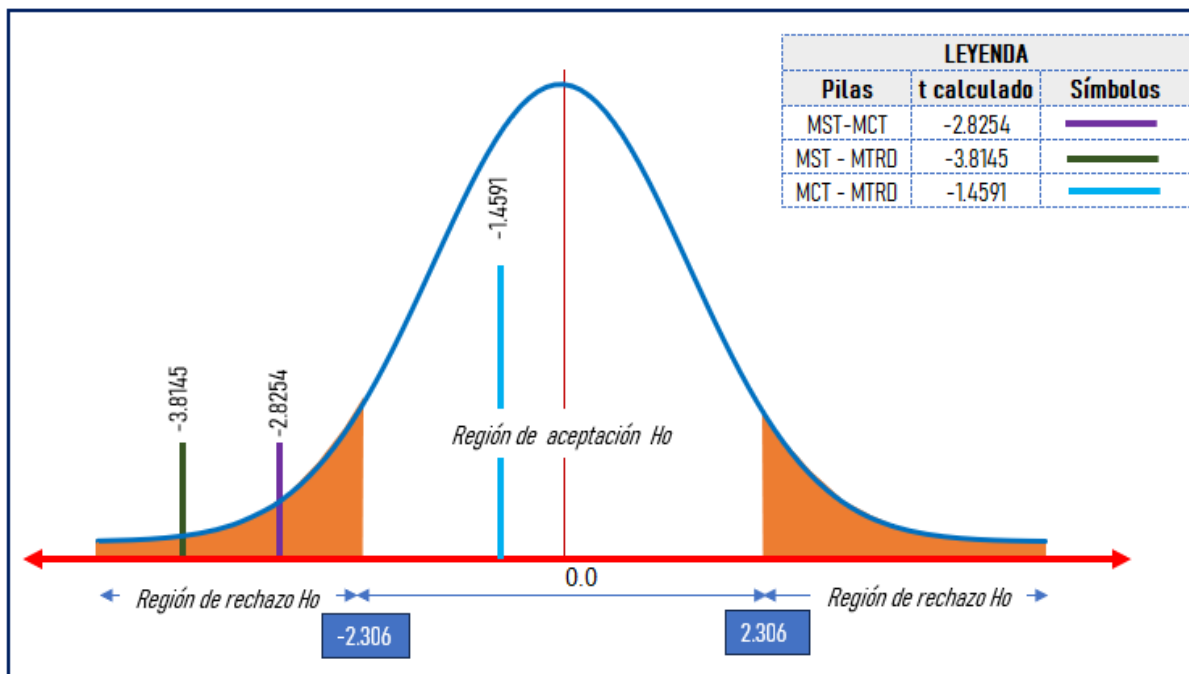
Tabla 47

Resumen de los resultados prueba de t student hipótesis específica 02.

DESCRIPCIÓN	MURETES		
	MST - MCT	MST - MTRD	MCT - MTRD
Hipótesis	<p>Ho [$\mu_1 = \mu_2$]: La resistencia a compresión diagonal en muretes de albañilería tradicional y reforzadas con sogadriza utilizando bloques huecos de concreto no varía significativamente en la ciudad de Abancay, 2021.</p> <p>Ha [$\mu_1 \neq \mu_2$]: La resistencia a compresión diagonal en muretes de albañilería tradicional y reforzadas con sogadriza utilizando bloques huecos de concreto varía significativamente en la ciudad de Abancay, 2021.</p>		
Grados de libertad	8	8	8
Nivel de significancia	2.50%	2.50%	2.50%
Valor crítico de t (dos colas)	2.306	2.306	2.306
Región crítica	< $-\infty$; -2.306] y [2.306; $+\infty$ >		
t calculado - estadístico	-2.8254	-3.8145	-1.4591
p-valor	0.0223	0.0051	0.1827

Figura 55

Diagrama de distribución bilateral de "t" de Student.



$t_c = -2.8254$ MST – MCT $t_c \in RR$; entonces se rechaza la Ho y acepta la Ha

$t_c = -3.8145$ MST – MTRD $t_c \in RR$; entonces se rechaza la Ho y acepta la Ha

$t_c = -1.4591$ MCT – MTRD $t_c \notin RR$; entonces se acepta la Ho y rechaza la Ha

d) Decisión

Como $t_c \in RR$ se rechaza la H_0 y acepta la H_a , entonces existe diferencias estadísticamente significativas para las medias de los grupos MST-PCT y MST-PTRD respecto a la resistencia a compresión diagonal en muretes de albañilería de bloques huecos de concreto.

Como $t_c \notin RR$ se acepta la H_0 y se rechaza la H_a , entonces no existe diferencias estadísticamente significativas para las medias de los grupos MCT-MTRD respecto a la resistencia a compresión diagonal en muretes de albañilería de bloques huecos de concreto.

4.3.4. Hipótesis específica 03

a) Planteamiento de la hipótesis:

- ❖ H_0 [$\mu_1 = \mu_2$]: El módulo de elasticidad en pilas de albañilería tradicional y reforzadas con sogas drizas utilizando bloques huecos de concreto **no varía significativamente** en la ciudad de Abancay, 2021.
- ❖ H_a [$\mu_1 \neq \mu_2$]: El módulo de elasticidad en pilas de albañilería tradicional y reforzadas con sogas drizas utilizando bloques huecos de concreto **varia significativamente** en la ciudad de Abancay, 2021.

b) Nivel de significancia

El nivel de significancia empleado fue del 5%, es decir $\alpha = 0.05$.

c) Determinación del estadístico “t”

Para los grupos independientes de pilas sin tarrajeo (P-ST), pilas con tarrajeo (P-CT) y pilas reforzadas con sogas drizas (P-TRD), se evaluó los resultados del módulo de elasticidad.

Tabla 48

Resultados de la distribución *t* Student P-ST, P-CT.

	Em P-ST	Em P-CT
Media	14760.955	15670
Varianza	332753.64	498021
Observaciones	10	9
Varianza agrupada	410526.63	
Grados de libertad	17	
Estadístico <i>t</i>	-3.0878	
P(T<=t) dos colas	0.0066774	
Valor crítico de <i>t</i> (dos colas)	2.110	

De la **Tabla 48**, se tiene el estadístico $t_c = -3.0878$, valor crítico = ± 2.110 .

Tabla 49

Resultados de la distribución *t* Student P-ST, P-TRD

	Em P-ST	Em P-TRD
Media	14760.955	16921.1
Varianza	332753.64	342507
Observaciones	10	9
Varianza agrupada	337343.35	
Grados de libertad	17	
Estadístico <i>t</i>	-8.0944	
P(T<=t) dos colas	3.11E-07	
Valor crítico de <i>t</i> (dos colas)	2.110	

De la **Tabla 49**, se tiene el estadístico $t_c = -8.0944$, valor crítico = ± 2.110 .

Tabla 50

Resultados de la distribución *t* Student P-CT, P-TRD

	Em P-CT	Em P-TRD
Media	15669.966	16921.1
Varianza	498021.24	342507
Observaciones	9	9
Varianza agrupada	420264.01	
Grados de libertad	16	
Estadístico <i>t</i>	-4.0939	
P(T<=t) dos colas	0.0008473	
Valor crítico de <i>t</i> (dos colas)	2.120	

De la **Tabla 50**, se tiene el estadístico $t_c = -4.0939$, valor crítico = ± 2.120

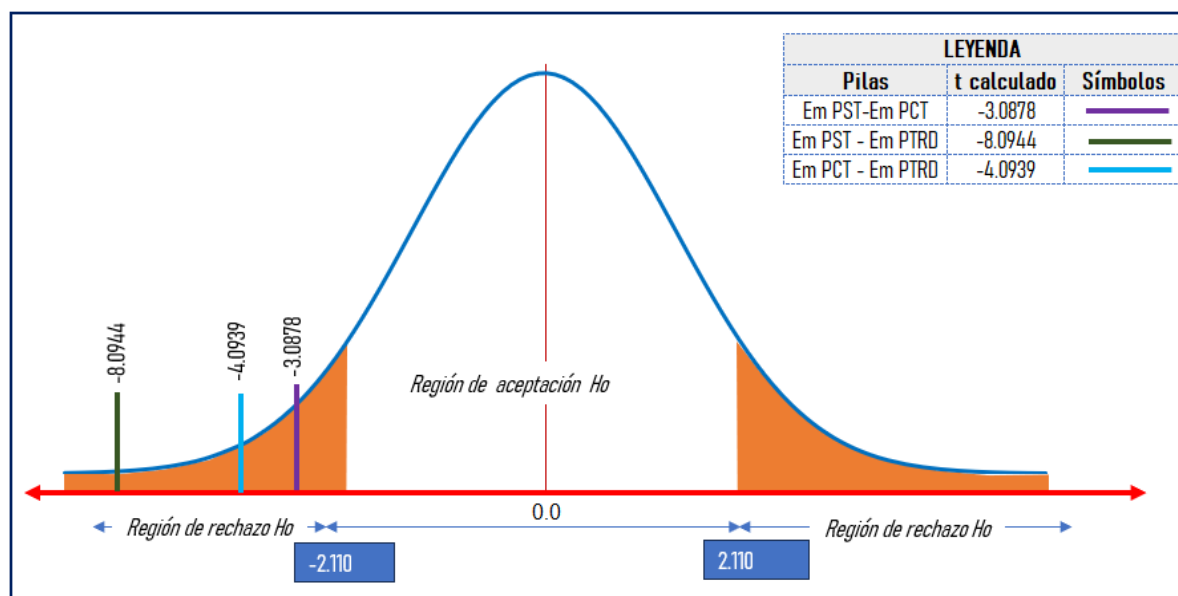
Tabla 51

Resumen de los resultados prueba de t student hipótesis específica 03.

DESCRIPCIÓN	MODULO DE ELASTICIDAD EN PILAS		
	Em PST – Em PCT	Em PST - Em PTRD	Em PCT – Em PTRD
Hipótesis	<p>$H_0 [\mu_1 = \mu_2]$: El módulo de elasticidad en pilas de albañilería tradicional y reforzadas con sogá driza utilizando bloques huecos de concreto no varía significativamente en la ciudad de Abancay, 2021.</p> <p>$H_a [\mu_1 \neq \mu_2]$: El módulo de elasticidad en pilas de albañilería tradicional y reforzadas con sogá driza utilizando bloques huecos de concreto varia significativamente en la ciudad de Abancay, 2021.</p>		
Grados de libertad	17	17	16
Nivel de significancia	2.50%	2.50%	2.50%
Valor crítico de t (dos colas)	2.110	2.110	2.120
Región crítica	< $-\infty$; -2.110] y [2.110; $+\infty$ >		
t calculado - estadístico	-3.0878	-8.0944	-4.0939
p-valor	0.0067	0.0000	0.0008

Figura 56

Diagrama de distribución bilateral de "t" de Student.



$t_c = -3.0878$ Em PST – Em PCT $t_c \in RR$; se rechaza la H_0 y acepta la H_a

$t_c = -8.0944$ Em PST – Em PTRD $t_c \in RR$; se rechaza la H_0 y acepta la H_a

$t_c = -4.0939$ Em PCT – Em PTRD $t_c \in RR$; se rechaza la H_0 y acepta la H_a

d) Decisión

Como $t_c \in RR$ se rechaza la H_0 y acepta la H_a , entonces existe diferencias estadísticamente significativas para las medias de los grupos Em PST-Em PCT, Em PST-Em PTRD y Em PCT-Em PTRD respecto al módulo de elasticidad en pilas de albañilería de bloques huecos de concreto.

4.3.5. Hipótesis específica 04

a) Planteamiento de la hipótesis:

- ❖ $H_0 [\mu_1 = \mu_2]$: El módulo de corte en muretes de albañilería tradicional y reforzadas con soga driza utilizando bloques huecos de concreto **no varía significativamente** en la ciudad de Abancay, 2021.
- ❖ $H_a [\mu_1 \neq \mu_2]$: El módulo de corte en muretes de albañilería tradicional y reforzadas con soga driza utilizando bloques huecos de concreto **varia significativamente** en la ciudad de Abancay, 2021.

b) Nivel de significancia

El nivel de significancia empleado fue del 5%, es decir $\alpha = 0.05$.

c) Determinación del estadístico “t”

Para los grupos independientes de muretes sin tarrajeo (M-ST), muretes con tarrajeo (M-CT) y muretes reforzados con soga driza (M-TRD), se evaluó los resultados del módulo de corte.

Tabla 52

Resultados de la distribución t Student M-ST, M-CT.

	<i>Gm M-ST</i>	<i>Gm M-CT</i>
Media	5072.222	5720.31
Varianza	153484.07	129888
Observaciones	5	5
Varianza agrupada	141686.003	
Grados de libertad	8	
Estadístico t	-2.7223	
P(T<=t) dos colas	0.0262	
Valor crítico de t (dos colas)	2.306	

De la **Tabla 52**, se tiene el estadístico $t_c = -2.7223$, valor crítico = ± 2.306 .

Tabla 53

Resultados de la distribución t Student M-ST, M-TRD

	<i>Gm M-ST</i>	<i>Gm M-TRD</i>
Media	5072.222	6450.94
Varianza	153484.07	323342
Observaciones	5	5
Varianza agrupada	238413.129	
Grados de libertad	8	
Estadístico t	-4.4646	
P(T<=t) dos colas	0.0021	
Valor crítico de t (dos colas)	2.306	

De la **Tabla 53**, se tiene el estadístico $t_c = -4.4646$, valor crítico = ± 2.306 .

Tabla 54

Resultados de la distribución t Student M-CT, M-TRD

	<i>Gm M-CT</i>	<i>Gm M-TRD</i>
Media	5720.314	6450.94
Varianza	129887.936	323342
Observaciones	5	5
Varianza agrupada	226615.062	
Grados de libertad	8	
Estadístico t	-2.4267	
P(T<=t) dos colas	0.0414	
Valor crítico de t (dos colas)	2.306	

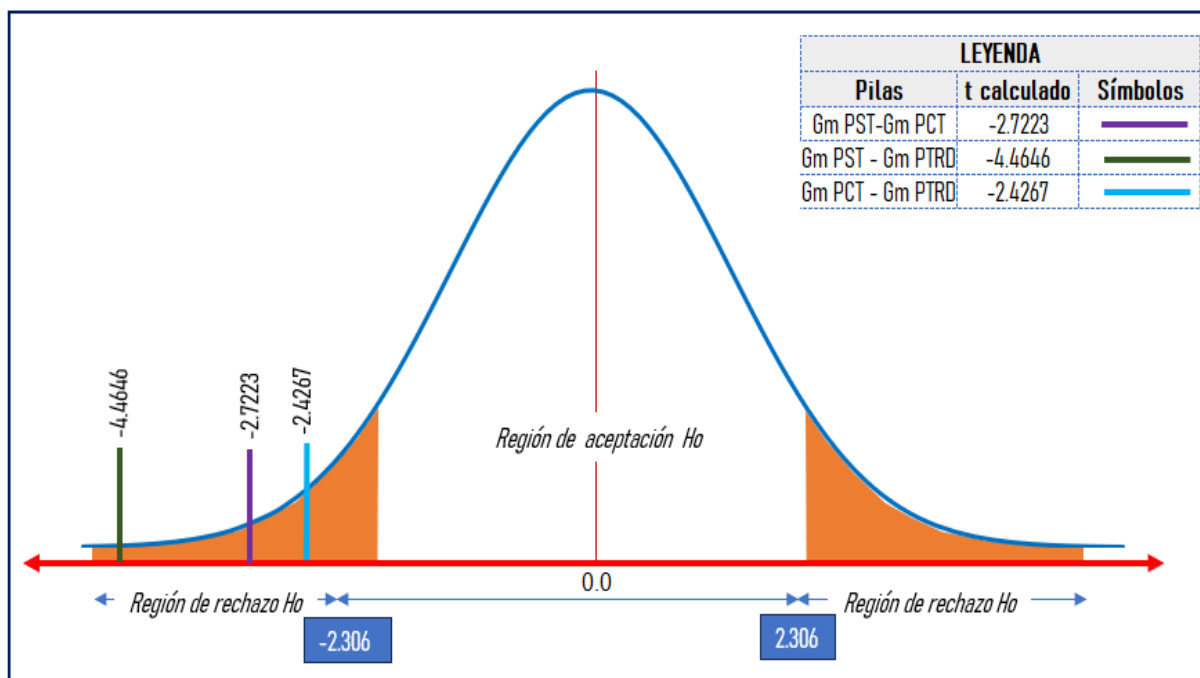
De la **Tabla 54**, se tiene el estadístico $t_c = -2.4267$, valor crítico = ± 2.306 .

Tabla 55

Resumen de los resultados prueba de *t* student hipótesis específica 04

DESCRIPCIÓN	MODULO DE CORTE EN MURETES		
	Gm PST – Gm PCT	Gm PST - Gm PTRD	Gm PCT – Gm PTRD
Hipótesis	<p>Ho [$\mu_1 = \mu_2$]: El módulo de corte en muretes de albañilería tradicional y reforzadas con sogá driza utilizando bloques huecos de concreto no varía significativamente en la ciudad de Abancay, 2021.</p> <p>Ha [$\mu_1 \neq \mu_2$]: El módulo de corte en muretes de albañilería tradicional y reforzadas con sogá driza utilizando bloques huecos de concreto varia significativamente en la ciudad de Abancay, 2021.</p>		
Grados de libertad	8	8	8
Nivel de significancia	2.50%	2.50%	2.50%
Valor crítico de <i>t</i> (dos colas)	2.306	2.306	2.306
Región crítica	< $-\infty$; -2.306] y [2.306; $+\infty$ >		
<i>t</i> calculado - estadístico	-2.7223	-4.4646	-2.4267
p-valor	0.0262	0.0021	0.0414

Figura 57

Diagrama de distribución bilateral de “*t*” de Student.
 $t_c = -2.7223$ Gm PST – Gm PCT $t_c \in RR$; se rechaza la Ho y acepta la Ha

 $t_c = -4.4646$ Gm PST – Gm PTRD $t_c \in RR$; se rechaza la Ho y acepta la Ha

 $t_c = -2.4267$ Gm PCT – Gm PTRD $t_c \in RR$; se rechaza la Ho y acepta la Ha

d) Decisión

Como $t_c \in RR$ se rechaza la H_0 y acepta la H_a , entonces existen diferencias estadísticamente significativas para las medias de los grupos Em PST-Em PCT, Em PST-Em PTRD y Em PCT-Em PTRD respecto al módulo de elasticidad en pilas de albañilería de bloques huecos de concreto.

De acuerdo a la prueba estadística sometida a las hipótesis de la investigación se determina que:

Hipótesis específica 01 y 02: La prueba estadística t de student, refleja que la comparación de las medias de las resistencias a compresión axial y corte “de pilas y muretes; presentan variación estadísticamente significativa en muestras de pilas (PST - PCT, PST -PTRD) y muretes (MST - MCT, MST- MTRD), sin embargo; la resistencia de pilas (PCT- PTRD) y muretes (MCT- MTRD) presentan un incremento en su resistencia según las **Figura 22** y **Figura 27**, pero estadísticamente la variación del último grupo de comparación no es significativa.

Hipótesis específica 02 y 03: La prueba estadística desarrollado para probar las hipótesis refleja que la comparación de las medias de los módulos de elasticidad y corte de las pilas y muretes sometidos a ensayo presentan incrementos en los módulos como se aprecia en la **Figura 37** y **Figura 47**, así mismo, estadísticamente la variación de las medias de los grupos analizados de pilas (P-ST, P-CT y P-TRD) y muretes (M-ST, M-CT y M-TRD) es significativa de acuerdo a las **Figura 55**, **Figura 56** , **Figura 57**.

Por lo tanto, la hipótesis general del comportamiento mecánico de prismas de albañilería tradicional y reforzadas con sogas driza varía significativamente respecto en las propiedades desarrolladas en la investigación.

Conclusiones

Las conclusiones alcanzadas con la investigación respecto a la variación del comportamiento mecánico en prismas de albañilería tradicional y reforzadas con sogas driza utilizando bloques huecos de concreto enfocadas en sus propiedades de la resistencia a compresión axial, resistencia a compresión diagonal, módulos de elasticidad y corte de la albañilería son:

Conclusión general

En relación al objetivo general: Se determinó la variación del comportamiento mecánico en prismas de albañilería tradicional y reforzadas con sogas driza utilizando bloques huecos de concreto; puesto que, el comportamiento de los prismas de albañilería tradicional presentó fallas con carácter frágil y explosiva, sin embargo, los prismas reforzados con sogas driza incrementó la resistencia a compresión axial y cortante, así mismo, los módulos de elasticidad y corte, de ahí que, se presentó un comportamiento dúctil, generándose fallas controladas producto del confinamiento dado por la albañilería - enmallado de sogas driza, de este modo evitando fallas explosivas. Por tal motivo, su uso sería beneficioso en sismos de gran magnitud para los habitantes dado que les permitirá resguardarse a pesar que los muros brinden su máxima capacidad y colapsen premeditadamente.

Conclusiones específicas

En relación al objetivo específico 01: Se determinó la variación de la resistencia a compresión axial en pilas de albañilería tradicionales y reforzadas con sogas driza utilizando bloques huecos de concretos ensayados a los 28 días; donde las resistencias variaron en 35.49 kg/cm², 37.91 kg/cm², 41.10 kg/cm² para pilas sin tarrajeo (P-ST), con tarrajeo (P-CT) y tarrajeo reforzado con sogas driza

(P-TRD) respectivamente; presentando incrementos respecto a la P-ST en 6.82% P-CT y 15.81% P-TRD como se evidencia en la **Tabla 25**. Así mismo, los resultados se corroboran con la contrastación estadística, puesto que, existen diferencias estadísticamente significativas de la resistencia a compresión axial, donde respecto a P-ST se obtuvo un $p=0.0158$ para P-CT y $p=0.0002$ para P-TRD, de aquí que, resultan significativas con $p\text{-valor} < 0.05$, como se aprecia en la **Tabla 43**. Por otro lado, se obtuvo que la resistencia de P-TRD respecto a P-CT presento incremento, pero, estadísticamente no es significativa. Sin embargo, estos resultados ninguno supera lo establecido en el RNE E-070, lo cual, indica que la resistencia a compresión axial mínimo para bloques de concreto es 74 kg/cm^2 . Pero, aun así, se evidencio que el refuerzo con soga driza incrementa la resistencia a compresión axial de muros de albañilería y cambia el tipo de falla de una frágil y explosiva a una dúctil.

En relación al objetivo específico 02: Se determinó la variación de la resistencia a compresión diagonal en muretes de albañilería tradicional y reforzadas con soga driza utilizando bloques huecos de concreto ensayados a los 28 días; donde las resistencias variaron en 6.43 kg/cm^2 , 7.52 kg/cm^2 , 7.84 kg/cm^2 para muretes sin tarrajeo (M-ST), con tarrajeo (M-CT) y tarrajeo reforzado con soga driza (M-TRD) respectivamente; presentando incrementos respecto a la M-ST en 17% M-CT y 21.87% M-TRD como se evidencia en la **Tabla 26**. Así mismo, los resultados se corroboran con la contrastación estadística, puesto que, existen diferencias estadísticamente significativas de la resistencia a compresión diagonal, donde respecto a M-ST se obtuvo un $p=0.0223$ para M-CT y $p=0.0051$ para M-TRD, de aquí que, resultan significativas con $p\text{-valor} < 0.05$, como se aprecia en la **Tabla 47**. Por otro lado, se obtuvo que la resistencia de M-TRD respecto a M-CT presento

incremento, pero, estadísticamente no es significativa. Sin embargo, estos resultados ninguno supera lo establecido en el RNE E-070, lo cual, indica que la resistencia a compresión diagonal mínimo para bloques de concreto es 8.6 kg/cm^2 . Pero, aun así, se evidenció que el refuerzo con soga driza incrementa la resistencia a compresión cortante de muros de albañilería y cambia el tipo de falla de una frágil y explosiva a una dúctil.

En relación al objetivo específico 03: Se determinó la variación del módulo de elasticidad en pilas de albañilería tradicional y reforzadas con soga driza utilizando bloques huecos de concreto; donde los módulos variaron en 14184.10 kg/cm^2 , 14964.26 kg/cm^2 , 16335.83 kg/cm^2 para pilas sin tarrajeo (P-ST), con tarrajeo (P-CT) y tarrajeo reforzado con soga driza (P-TRD) respectivamente, presentando incrementos respecto a la P-ST en 5.50% P-CT y 15.17% P-TRD como se evidencia en la **Tabla 33**. Así mismo, los resultados se corroboran con la contrastación estadística, puesto que, existen diferencias estadísticamente significativas del módulo de elasticidad, donde respecto a P-ST se obtuvo un $p=0.0067$ para P-CT y $p=0.0000$ para P-TRD, de aquí que, resultan significativas con $p\text{-valor} < 0.05$, como se aprecia en la **Tabla 51**. Por otro lado, se obtuvo que el módulo de P-TRD respecto a P-CT presentó incremento y estadísticamente es significativa ($p=0.0008$). En ese sentido, se evidenció que el refuerzo con soga driza incrementa el módulo de elasticidad de muros de albañilería y cambia el tipo de falla de una frágil y explosiva a una dúctil.

En relación al objetivo específico 04: Se determinó la variación del módulo de corte en muretes de albañilería tradicional y reforzadas con soga driza utilizando bloques huecos de concreto; donde los módulos variaron en 4680.45 kg/cm^2 , 5359.91 kg/cm^2 , 5882.31 kg/cm^2 para muretes sin tarrajeo (M-ST), con tarrajeo

(M-CT) y tarrajeo reforzado con soga driza (M-TRD) respectivamente, presentando incrementos respecto a la M-ST en 14.52% M-CT y 25.68% M-TRD como se evidencia en la **Tabla 38**. Así mismo, los resultados se corroboran con la contrastación estadística, puesto que, existen diferencias estadísticamente significativas del módulo de corte, donde respecto a M-ST se obtuvo un $p=0.0262$ para M-CT y $p=0.0021$ para M-TRD, de aquí que, resultan significativas con $p\text{-valor} < 0.05$, como se aprecia en la **Tabla 55**. Por otro lado, se obtuvo que el módulo de M-TRD respecto a M-CT presento incremento y estadísticamente es significativa ($p=0.0414$). En ese sentido, se evidencio que el refuerzo con soga driza incrementa el módulo cortante de muros de albañilería y cambia el tipo de falla de una frágil y explosiva a una dúctil.

Otras conclusiones:

En la evaluación que se realizó de las propiedades físicas- mecánicas de las unidades de bloques huecos de concreto (**Anexo 2**), se obtuvo una variabilidad dimensional promedio de 0.22% del largo, -0.20 % del ancho, -1.68 % en altura, clasificando como Bloque P la unidad, de modo que, se descarta su influencia representativa en el espesor de juntas, así mismo, que contribuya en la disminución de la resistencia a compresión. El alabeo promedio obtenido fue de 0.89 mm clasificando la unidad como Bloque P, de esta manera, se descarta la influencia representativa en la adherencia del mortero con la unidad. Con respecto a la resistencia a compresión se obtuvo como resultado 40.11 kg/cm², clasificando la unidad como Bloque NP, por lo que, si influye en la resistencia a compresión en muros, puesto que, según RNE E-070 no está permitido su uso en muros portantes. La absorción fue de 5.81 %, indicando buenos niveles de impermeabilidad de este modo impidiendo que la durabilidad de la unidad sea vea

afectada. La Succión resulto 9.38 gr/ 200 cm², por lo tanto, se descarta el rápido endurecimiento del mortero. El porcentaje de vacíos obtenido fue 55.80% superando el 30% que permite la normativa, por lo tanto, se clasifica como unidad de albañilería hueca, por ende, como específica RNE E-070 no debe usarse en muros portantes en la zona sísmica 2, por tal motivo, su uso si influye en la resistencia a compresión en prismas de albañilería.

Del **Anexo 13** Análisis de costos, se deduce que el muro reforzado con soga driza tiene un costo de S/. 66.45 por m² y el muro tradicional tarrajado S/. 53.68 presentándose una variación de 23.80% respecto al muro tradicional, el cual es económica en comparación de otros tipos de refuerzos.

Recomendaciones

Con respecto al objetivo general: A falta de laboratorio para ensayos a escala real, en la investigación se optó realizar ensayos mediante pilas y muretes, dado que, son la representación más próxima de los muros de albañilería, por tal razón, se sugiere a la comunidad investigadora realizar estudios en muros a escala real mediante ensayos cíclicos, más aún, se alienta a realizar prototipos de viviendas tradicionales y reforzadas con sogas driza para ser ensayados en mesas de simulación sísmica, de modo así, poder evaluar el comportamiento estructural de la albañilería confinada.

Con respecto al objetivo específico 01: Se recomienda realizar estudios analíticos para poder obtener ecuaciones y determinar las cuantías de refuerzo horizontal con sogas driza en pilas de albañilería.

Con respecto al objetivo específico 02: Se recomienda realizar ensayos cíclicos en muros a escala real con el fin de conocer el comportamiento mecánico, a la vez medir las fisuras iniciales y finales, así mismo, plantear ecuaciones para determinar la cuantía de refuerzos con sogas driza en los muros considerando cargas verticales y horizontales.

Con respecto al objetivo específico 03: Se recomienda en futuras investigaciones utilizar un equipo de tensado para tener la certeza de que la tensión empleada en las sogas sea homogénea, con la finalidad de obtener la misma fluencia del refuerzo.

Con respecto al objetivo específico 04: Se recomienda a la comunidad investigadora a experimentar con el refuerzo de la sogas driza con separaciones menores de 20cm con la finalidad de evaluar la variación del módulo de corte y la ductilidad de los muros.

Referencias

- Abanto , F. (2017). *Análisis y Diseño de Edificaciones de Albañilería (2da ed.)*. San Marcos E.I.R.L.
- Acuña, A. L. (2018). *Análisis comparativo de resistencias a compresión en muros de mampostería, por medio del uso de fibras de carbono y basalto para procesos de restauración y conservación*. [Tesis de pregrado, Universidad de Cartagena]. Repositorio institucional de la Universidad de cartagena. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.57799/11227/7797>
- Aduviri, D. M., & Perez , F. B. (2021). *Análisis de las Propiedades Mecánicas de Prismas de Albañilería Reforzados con Tejido de Fibra de Carbono y su Aplicación en el Diseño de Albañilería Confinada*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio Institucional de la universidad Católica de Santa María . Obtenido de <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/11472>
- Alvarez, C., & Botello, E. (2021). *Comportamiento mecánico de muros de albañilería con diferentes tipos de mallas para tarrajeo, electrosoldada y alambre galvanizado, Carabayllo*. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio institucional de la Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/85755>
- Arango, J. (2002). *Analisis, Diseño y Construcciones en Albañilería*. Capitulo Peruano del ACI.
- Arbildo, B. J., & Rojas, M. C. (2017). *Ensayo de Compresión Axial y Compresión Diagonal de especímenes de albañilería de ladrillos de arcilla (Hércules I) fabricados en la ciudad de Tacna*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada

- de Tacna]. Repositorio institucional Universidad Privada de Tacna. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12969/335>
- Arias, J. L. (2020). *Técnicas e instrumentos de investigación científica*. Enfoques Consulting EIRL. Obtenido de www.cienciaysociedad.org
- Arias, J. L., Holgado, J., Tafur, T. L., & Vasquez, M. J. (2022). *Metodología de la investigación: El método ARIAS para realizar un proyecto*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C. doi:<https://doi.org/10.35622/inudi.b.016>
- Baena, G. (2017). *Metodología de la investigación (3era ed.)*. Grupo Editorial Patria. Obtenido de http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta
- Brusil, J. A., & Peñafiel, H. D. (2020). *Estudio experimental de mampostería postensada resistente a cargas laterales y verticales, constituida por bloques de hormigón tipo lego*. [Tesis de ingeniero civil mención estructuras, Escuela Politécnica Nacional]. Repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional., Quito, Ecuador. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21086>
- Comité ASTM. (2018). *ASTM C33/C33M-18 Especificaciones estándar para agregados de concreto*. ASTM International. Obtenido de https://www.astm.org/c0033_c0033m-18.html
- Cueto, P. T., & Vilca, R. (2018). *Reforzamiento de la albañilería confinada más utilizada en Arequipa con malla electrosoldada*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6473>

- Cueva, E., & Neyra, L. A. (2019). *Reforzamiento de muros de albañilería artesanal con geomallas para la aplicación en viviendas del distrito de Juliaca*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Union]. Repositorio institucional Universidad Peruana Union, Juliaca, Perú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12840/3358>
- Devoz, J. P., & Terán, L. C. (2020). *Análisis comparativo de resistencias a la compresión de muretes de mampostería sin reforzar y reforzados con malla electrosoldada para uso en edificaciones coloniales en procesos de restauración y conservación patrimonial*. [Tesis de pregrado, Universidad de Cartagena]. Repositorio institucional de la Universidad Cartagena. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11227/10318>
- Espinoza, C. A., & Bazalar, J. M. (2021). *Estudio y Comparación del Comportamiento Mecánico de Prismas de Albañilería Tubular Reforzada*. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio institucional de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/20088>
- Gallardo, E. E. (2017). *Metodología de la Investigacion*. Universidad Continental. Obtenido de <https://repositorio.continental.edu.pe/>
- Gallegos, H., & Casabonne, C. (2005). *Albanileria estructural*. Lima: Fondo Edit. PUCP.
- Gamba, C. F. (2019). *Reforzamiento por una cara de muros de mampostería de arcilla con unidades de perforación horizontal*. [Tesis de Maestría en Estructuras, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio institucional Universidad Nacional de Colombia., Bogota, Colombia. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/77673>

- Hernández , R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la Investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y Mixta*. McGRAW-HILI INTERAMERICANA EDITORES, S.A. Obtenido de <http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/handle/54000/1292>
- Huashua, M., & Sánchez, A. (2017). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas de la Urbanización Bella Vista de la ciudad de Abancay- Apurímac*. [Tesis de Pregrado, Universidad Tecnológica de los Andes]. Repositorio institucional Universidad Tecnológica de los Andes. Obtenido de <http://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/51>
- INEI, C. (2017). *Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas*. Lima: INEI.
- K saravana, R. M., K., B., PA, K., & S., K. (2018). Comportamiento fuera del plano de un muro de mampostería reforzado con malla de alambre expandido. *International Journal of Engineering & Technology*. doi:<https://doi.org/10.14419/ijet.v7i3.12.16178>
- Leonardo M., J. J., & Marino C., M. (2016). *Evaluación de la Resistencia a Compresión de Bloques de Concreto Estructurales*. [Tesis de Pregrado, Universidad de Carabobo]. Repositorio institucional Universidad de Carabobo, Naguanagua.
- Llamccaya, H. (2018). *Evaluación de las viviendas autoconstruidas para determinar la vulnerabilidad sísmica en la urbanización Patibamba Baja – Abancay – Apurímac - 2018*. [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio institucional Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/34668>

- Martínez, C. (2019). *Estadística y Muestreo (14a ed.)*. Ecoe Ediciones. Obtenido de <https://dokumen.pub/estadistica-y-muestreo-14a-ed-9789587717433-9587717430-9789587717440-9587717449.html>
- Mercedes, L. E. (2019). *Análisis del comportamiento frente acciones cíclicas de muros de mampostería reforzados con materiales compuestos de matriz inorgánica y tejidos de fibras vegetales*. [Tesis de Doctorado en Ingeniería Mecánica Fluido y Aeronáutica, Universidad Politécnica de Catalunya]. Repositorio Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10803/667675>
- Moreano, E., & Ferrel, H. (2019). *Evaluación de la calidad de los agregados provenientes de las canteras en el sector de Pachachaca-Abancay y su influencia en la resistencia del concreto empleado en obras civiles de Abancay-Apurímac*. [Tesis de Pregrado, Universidad Tecnológica de los Andes]. Repositorio institucional Universidad Tecnológica de los Andes. Obtenido de <http://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/236>
- Moreano, G. M. (2020). *Comportamiento mecánico de muros de albañilería mecanizada con adición de puzolanas de ichu en el mortero, Juliaca, Puno 2020*. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio institucional de la Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/59898>
- NTP 334.009. (2013). *CEMENTOS: Cementos Portland. Requisitos*. INDECOPI.
- NTP 399.602. (2002). *UNIDADES DE ALBAÑILERÍA: Bloques de concreto para uso estructural*. INDECOPI.
- NTP 399.604. (2002). *UNIDADES DE ALBAÑILERÍA: Método de muestro y ensayo de unidades de albañilería de concreto*. INDECOPI.

- NTP 400.010. (2011). *AGREGADOS: Extracción y preparación de muestras*. INDECOPI.
- NTP 400.012. (2013). *AGREGADOS: Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*. INDECOPI.
- Pari, S. E., & Manchego, J. A. (2017). *Análisis experimental de muros de albañilería confinada en viviendas de baja altura en Lima, Perú*. [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio institucional Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/8662>
- Perez, R. M. (2021). *Comportamiento mecánico de muros de albañilería con ladrillos artesanales con adición de cenizas de hornos, Pacaycasa, Ayacucho 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad Continental]. Repositorio institucional Continental.
- Proaño, W. B. (2020). *Estadística descriptiva e inferencial*. Universidad del Azuay. doi:<https://doi.org/10.33324/ceuazuay.127>
- Reglamento Nacional de Edificaciones E-070. (2006). *ALBAÑILERÍA*.
- San Bartolome, A., Quiun, D., & Silva, W. (2018). *Diseño y Construcción de Estructuras Sismorresistentes de Albañilería (2da ed.)*. Fondo Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Valle, A. P. (2019). *Evaluación Experimental del Comportamiento de Muros de Adobe Reforzados con Cuerdas Sometidos a Carga Lateral Cíclica*. [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio institucional de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/14632>

Anexos

Anexo 1. Matriz de Consistencia.	158
Anexo 2. Proceso y cálculo del ensayo físico-mecánico a bloques huecos de concreto	161
Anexo 3. Proceso y cálculo del ensayo físico – mecánico del mortero.	198
Anexo 4. Proceso constructivo y cálculo del ensayo de pilas de albañilería ST, CT y TRD	207
Anexo 5. Proceso constructivo y cálculo del ensayo de muretes de albañilería ST, CT y TRD.	227
Anexo 6. Fichas de recolección de datos validados.	251
Anexo 7. Juicio de expertos.	262
Anexo 8. Resultados de laboratorio de ensayo a unidades y mortero	267
Anexo 9. Resultados de laboratorio de ensayo a prismas de albañilería	299
Anexo 10. Certificados de calibración.....	332
Anexo 11. Cálculo de la prueba de normalidad e igualdad de varianza.....	362
Anexo 12. Ficha Técnica de la soga driza	370
Anexo 13. Análisis de costos.....	371
Anexo 14. Modelamiento de una edificación de 5 pisos mixto.	380
Anexo 15. Aspectos administrativos	407

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