UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Incorporación del concreto líquido en muros de albañilería compuesto por blócker de arcilla (20 huecos) para evaluar las propiedades mecánicas en la provincia de Andahuaylas, 2024

Asesor:

Mag. Joseli Ortiz, William

Autor:

Melgar Córdova, Nilo Antonio

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Civil

Andahuaylas – Apurímac – Perú

2026

Acta de sustentación

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

Acta N°: 002

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Andahuaylas, a los 16 días del mes de enero del 2026, siendo las 11:00am horas, se reunieron los integrantes del Jurado designado por Resolución Sub Directoral N° 002-2026-UTEA-FI-EPIC/SD de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería:

Presidente :	Mg. Cespedes Reynaga Hirbin Félix
Dictaminante :	Mg. Fernández Mañuico Edwin
Replicante :	Mg. Taipe Mesares Elmer Yuri

Para evaluar la sustentación, en la modalidad de:

☒ Tesis ☐ Trabajo de suficiencia profesional

Titulada:
Incorporación del concreto liquido en muros de albañilería compuesto por blòcker de arcilla (20 huecos) para evaluar las propiedades mecánicas en la Provincia de Andahuaylas, 2024

Desarrollado por el (los) Bachiller (es):
Br.: **Melgar Cordova, Nilo Antonio**
(Apellidos y Nombres)

Para optar el Título Profesional de:
Ingeniero civil
(Denominación del Título)

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

Por: Mayoría
(Unanimidad o Mayoría) (*)

Emitiéndose el calificativo final de:

Bachiller (Apellidos y Nombres)	Calificación (**)
Br. Melgar Cordova, Nilo Antonio	Aprobado

Siendo las 11:55 am horas concluyó la sesión, firmando los integrantes del Jurado.

Presidente: Mg. Cespedes Reynaga Hirbin Félix
(Dr. Mg.). (Apellidos y Nombres)
(Firma)

Dictaminante: Mg. Fernández Mañuico Edwin
(Dr. Mg.). (Apellidos y Nombres)
(Firma)

Replicante: Mg. Taipe Mesares Elmer Yuri
(Dr. Mg.). (Apellidos y Nombres)
(Firma)

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

Reporte de similitud

15% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

11%	Fuentes de Internet
3%	Publicaciones
12%	Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.° de alertas de integridad para revisión

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

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

Metadatos

Datos del autor y asesor		
Nombres y apellidos	:	Melgar Córdova, Nilo
Numero de documento de identidad	:	41836432
URL ORCID	:	https://orcid.org/0009-0002-5638-1634
Datos del asesor		
Apellidos y nombres	:	Mg. Joseli Ortiz, William
Tipo de documento de identidad	:	DNI
Numero de documento de identidad	:	43185612
URL ORCID	:	https://orcid.org/0000-0002-7632-7902
Datos de la investigación		
Facultad	:	Ingeniería
Escuela profesional	:	Ingeniería Civil
Línea de investigación	:	Gestión de la infraestructura para el desarrollo sostenible
Rango de años en que se realizó la investigación	:	2024-2025
Fuente de financiamiento	:	Autofinanciado
Porcentaje de similitud	:	15% con deposito
URL de OCDE	:	https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01

Dedicatoria

Dedico esta tesis de pre grado a Dios por darme la fortaleza y sapiencia para cumplir mis objetivos plasmados guiando mis pasos en cada instante de mi vida.

A mi hijo Dhanilo Alexander quien es el motivo e inspiración para seguir creciendo profesionalmente.

A mis padres Ysabel y Braulio quienes son ejemplo de vida y lucha, así mismo son actores directos para que mi persona salga adelante en este mundo competitivo, de la misma forma dedico a todos mis hermanos quienes en cada instante me brindaron su apoyo emocional y fortaleza.

Finalmente dedico este trabajo realizado a todos mis sobrinos en vista que ellos forman parte de este largo proceso de esfuerzo y superación por conseguir mis logros.

Agradecimiento

Dar gracias a Dios en primer lugar en tanto que Él es mi fortaleza porque guía y protege a toda mi familia, además de permitirme lograr un objetivo más en mi vida.

De la misma forma agradecer al Ing. William Joseli Ortiz, por acompañarme como asesor durante todo el proceso de la tesis.

Finalmente agradecer al Sr. Teodosio Olivares Rivera Gerente de la empresa ladrillera Corp. Oivares SAC por brindarme todas las facilidades en la investigación.

Resumen

El estudio tuvo como lugar de investigación Andahuaylas con objetivo de evaluar la influencia de la incorporación del concreto líquido en las propiedades mecánicas de muros de albañilería construidos con blócker de arcilla de 20 huecos. El estudio fue de tipo experimental, nivel explicativo, enfoque cuantitativo y diseño comparativo simple. Se realizo ensayos físicos y mecánicos como unidad de albañilería y ensayos mecánicos para los prismas de albañilería, en tanto que, para los primeros ensayos se utilizó 10 unidades de blócker de arcilla para hacer pruebas con fines clasificatorios y 15 para no clasificatorio, así como 7 pilas prismáticas de dos hiladas (3 con concreto líquido y 4 sin concreto líquido), y 7 muretes de 73,98 cm x 81,73 cm aproximadamente (3 con concreto líquido y 4 sin concreto líquido). Los ensayos se realizaron conforme indica la Norma E.070.

Los resultados muestran que; las pilas sin concreto líquido alcanzaron una resistencia a compresión (f´m**)** de 24.32 kg/cm², las pilas con concreto líquido alcanzó un valor de 58.73 kg/cm², con un incremento porcentual de 58.59%. Los muretes sin concreto líquido presentan una resistencia a corte (V´m) de 3.93 kg/cm², mientras que los muretes con concreto líquido alcanzo una resistencia a corte (V´m) de 6.49 kg/cm² cuyo incremento porcentual fue de 39.45%, Además el módulo de elasticidad incrementa en un 54.50% así como el módulo de corte aumenta en 42.93%.. Concluyendo que la incorporación de concreto líquido influye y mejora significativamente las propiedades mecánicas de la albañilería.

Palabra clave: Concreto líquido, resistencia a compresión axial, resistencia a corte, módulo de elasticidad, módulo de corte.

Abstract

This research, conducted in the province of Andahuaylas in 2024, aimed to evaluate the influence of the incorporation of liquid concrete on the mechanical properties of masonry walls constructed with 20-cavity clay block. The study was experimental, explanatory, quantitative, and simple comparative. Ten units were constructed for structural testing and 15 for non-structural testing, as well as seven two-course prismatic piers (three with liquid concrete and four without), and seven low walls measuring 73.98 cm x 81.73 cm (three with liquid concrete and four without). The tests were conducted in accordance with Standard E.070, evaluating axial compressive strength (f'm), shear strength (V'm), modulus of elasticity (Em), and shear modulus (Gm) at 28 days. The results showed that the piles with liquid concrete achieved a compressive strength of 58.73 kg/cm², surpassing the piles without liquid concrete (24.32 kg/cm²). The low walls with liquid concrete had a shear strength of 6.48 kg/cm², higher than the low walls without liquid concrete (3.93 kg/cm²). Furthermore, both the elasticity and shear modulus increased in the samples with liquid concrete, although these values remained below the parameters of Standard E.070. Because the standard does not include clay blocks, the comparison was made with artisanal "King Kong" type blocks. It is concluded that the incorporation of liquid concrete significantly influences and improves the mechanical properties of masonry, especially in compression and shear, although Em and Gm must be optimized to fully comply with the regulations.

Keyword: Liquid concrete, axial compressive strength, shear strength, modulus of elasticity, shear modulus.

Índice general

Portada i
Acta de sustentación II
Reporte de similitud iii
Metadatos iv
Dedicatoria v
Agradecimiento vi
Resumen vii
Abstract viii
Índice general ix
Índice de tablas xi
Índice de figuras xiii
Índice de anexos xvii
I. Introducción 18
II. Planteamiento del problema 20
2.1. Descripción y formulación del problema 20
2.2. Objetivos de la Investigación 22
2.2.1. Objetivo general 22
2.2.1. Objetivos específicos 22
2.3. Justificación e importancia 23
2.4. Hipótesis 25
2.4.1. Hipótesis General 25
2.4.2. Hipótesis específicas 25
2.5. Variables 26
III. Marco teórico 28
3.1. Antecedentes de investigación 28
3.2. Bases teóricas 34
3.3. Definición de términos 66

IV. Metodología 71

4.1. Tipo y nivel de Investigación 71

4.2. Ámbito temporal y espacial 71

4.3. Población y muestra 72

4.4. Instrumentos 73

4.5. Procedimientos 74

4.6. Análisis de datos 93

4.7. Consideraciones éticas 94

V. Resultados y discusión 95

VI. Conclusiones 144

VII. Recomendaciones 147

VIII. Referencias 148

IX. Anexos 152

Índice de tablas

Tabla 1 Operacionalización de variable……27
Tabla 2 Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales..37
Tabla 3 Clasificación de unidades de albañilería con fines estructurales 38
Tabla 4 Factor de corrección de f'm por esbeltez.....44
Tabla 5 Factores de incremento de f´m y v´m por edades 45
Tabla 6 Métodos para determinar resistencia a compresión axial (f´m) y a corte (V´m) ……55
Tabla 7 Resistencias características de la albañilería para pilas y muretes 56
Tabla 8 Modulo de elasticidad y módulo de corte de albañilería 56
Tabla 9 Cantidad de muestras por tipo de prismas y ensayos a realizar.....73
Tabla 10 Tipos de formatos para recolección de datos.....74
Tabla 11 Procedimiento para obtención de la esbeltez en pilas.....83
Tabla 12 Variación dimensional del blócker de arcilla (20 huecos) 95
Tabla 13 Alabeo del blócker de arcilla (20 huecos).....97
Tabla 14 Resultados de resistencia a compresión (f'b) de los blócker de arcilla (20 huecos).....98
Tabla 15 contenido de humedad natural de los blócker de arcilla 100
Tabla 16 Resultado de ensayo de succión de los blócker de arcilla 20 huecos.....101
Tabla 17 Absorción, absorción máxima, coeficiente de saturación y densidad 102
Tabla 18 Resultados de % de vacíos de unidades de blócker de arcilla 20 huecos 105
Tabla 19 Obtención de datos para determinar la resistencia a compresión de pilas (PCCL).....107
Tabla 20 Factores de corrección obtenido según Norma E.070 para (PCCL) 108
Tabla 21 Obtención de datos para determinar la resistencia a compresión de pilas (PSCL).....108
Tabla 22 Factores de corrección obtenido según Norma E.070 para (PSCL) 108
Tabla 23 Resistencia característica (f´m) corregida por la esbeltez de (PCCL).....109
Tabla 24 Resistencia característica (f´m) corregida por la esbeltez de (PSCL).....111
Tabla 25 Resultado de resistencia a compresión diagonal (V´m) en muretes (MCCL)……...113
Tabla 26 Resultado de resistencia a compresión diagonal (V´m) en muretes (MSCL)…….....114
Tabla 27 Resultados del módulo de elasticidad de pilas de albañilería con incorporación de concreto líquido (PCCL).....119

Tabla 28 Resultados del módulo de elasticidad de pilas de albañilería sin incorporación de concreto líquido (PSCL) 121

Tabla 29 Resultados del módulo de corte de los muros con concreto liquido (MCCL)……...125

Tabla 30 Resultados del módulo de corte de los muros de albañilería sin concreto líquido(MSCL)…….....128

Tabla 31 Prueba de significancia de la hipótesis general…… 138

Tabla 32 Prueba de significancia de la hipótesis especifica 1 ……139

Tabla 33Prueba de significancia de la hipótesis especifica 2 ……141

Tabla 34 Prueba de significancia de la hipótesis especifica 3……....142

Índice de figuras

Figura 1 Uso del concreto liquido en celdas pequeñas..... 35

Figura 2 Uso del concreto liquido grueso en celdas con mayor dimensión..... 35

Figura 3 Unidad solida a lado izquierdo y una unidad hueca a lado derecho.....36

Figura 4 Vista de los blócker de arcilla 20 huecos..... 37

Figura 5 Procedimiento del ensayo de variación dimensional..... 39

Figura 6 Procedimiento del ensayo de alabeo..... 40

Figura 7 Pilas de albañilería simple..... 43

Figura 8 Vista de una pila estándar para los ensayos de compresión.....44

Figura 9 Tipos de fallas en pilas de albañilería..... 45

Figura 10 Gráfica carga versus desplazamiento en pilas con ladrillos de arcilla.....46

Figura 11 Prensa hidráulica e instrumentos utilizados en el ensayo..... 49

Figura 12 Ensayo de un murete de albañilería a resistencia al corte..... 50

Figura 13 Vista de la falla por tracción diagonal en un murete de albañilería.....51

Figura 14 Vista de la falla escalonada en un murete de albañilería.....51

Figura 15 Falla por desplazamiento (corte o cizalle) y a la derecha falla por trituración local.....51

Figura 16 Vista de fallas mixtas en un murete de albañilería..... 52

Figura 17 Mapa de ubicación del proyecto de investigación..... 57

Figura 18 Diagrama de flujo de fabricación de blócker de arcilla 20 huecos.....58

Figura 19 Extracción y traslado de tierra limosa y arcilla.....59

Figura 20 Acopio de materia prima para el proceso de elaboración de blócker.....59

Figura 21 Personal realizando el mezclado de insumos.....60

Figura 22 Proceso de dosificado mediante una extrusora..... 60

Figura 23 Vista del área de acopio de material procesado.....61

Figura 24 Ilustración del equipo laminador y el proceso del laminado..... 61

Figura 25 Mezcladora y/o amasadora en pleno funcionamiento.....62

Figura 26 Vista del proceso de extruido.....63

Figura 27 Cortado de las unidades de los blócker de arcilla.....63

Figura 28 Procedimiento de secado de unidades de arcilla.....64

Figura 29 Cargado al horno de las unidades de albañilería.....65

Figura 30 Producción de fuego en el horno y vista de los sopletes eléctricos.....65

Figura 31 Proceso de descarga y transporte de las unidades de blócker..... 66

Figura 32 *Clasificación de las arcillas según el comportamiento en presencia de agua.* .70

F**igura 33** Clasificación del uso de las arcillas.....70

Figura 34 Vista de la prueba de variación dimensional.....75

Figura 35 Vista del ensayo de alabeo de los blócker de arcilla..... 76

Figura 36 Ensayo de resistencia a la compresión (f'b) de la unidad de blócker de arcilla 77

Figura 37 Pesado del blócker en estado natural y en estado seco.....78

Figura 38 Prueba de succión de los blócker de arcilla en un lapso de 1 minuto..... 79

Figura 39 Procedimiento para la obtención del porcentaje de absorción..... 80

Figura 40 Ensayo de absorción máxima saturado en ebullición de 5 horas.....81

Figura 41 Procedimiento para obtención del peso saturado y peso sumergido..... 81

Figura 42 Construcción de pilas de albañilería con blócker de arcilla 20 huecos.....83

Figura 43 Pila de albañilería elaborada con blócker de arcilla 20 huecos..... 84

Figura 44 Vista del proceso de refrentado de pilas de albañilería..... 84

Figura 45 Instalación del deformímetro digital en las pilas de albañilería.....85

Figura 46 *Ensayo de resistencia de la albañilería a compresión axial en pilas.....* 86

Figura 47 Instalación de deformímetros en forma vertical en cada pila.....88

Figura 48 Proceso de fabricación de muretes de albañilería con blócker de arcilla..... 89

Figura 49 Proceso de refrentado en los extremos de los muretes..... 90

Figura 50 Instalación de deformímetro digital en los muretes de albañilería.....90

Figura 51 Tipo de falla ocasionada a raíz de la compresión diagonal..... 91

Figura 52 Instrumentación con deformímetro en muretes para obtención de datos.....93

Figura 53 Variación dimensional de los blócker de arcilla respecto a Norma E.070..... 96

Figura 54 Alabeo del blócker de arcilla (18 huecos), respecto a Norma E.070..... 97

Figura 55 Ensayo de resistencia a compresión axial (f'b) de los blócker de arcilla..... 98

Figura 56 Resistencia a compresión axial (f'b) de los blócker de arcilla comparado con la Norma-E.070..... 99

Figura 57 Promedios de porcentaje de humedad de los blócker de 20 huecos..... 100

Figura 58 Promedios de la prueba de succión y parámetro del RNE Norma E.070..... 101

Figura 59 Promedios de absorción y parámetro de la Norma E.070..... 102

Figura 60 Promedios de absorción máxima y parámetro de la Norma E.070..... 103

Figura 61 Promedios de coeficiente de saturación y parámetros..... 103

Figura 62 Promedio de densidad de las unidades de blócker de arcilla 20 huecos..... 104

Figura 63 Procedimiento de ensayo de porcentaje de vacíos..... 104

Figura 64 Análisis porcentual de vacíos de blócker de arcilla, respecto a la Norma E.070..... 105

Figura 65 Resultados del comportamiento mecánico en prismas de albañilería elaborado con blócker de arcilla con y sin incorporar concreto liquido**.....** 106

Figura 66 Análisis de la resistencia característica (f´m) en pilas (PCCL)..... 109

Figura 67 Incremento porcentual de la resistencia a compresión axial en pilas..... 110

Figura 68 Formas de falla en pilas PCCL..... 110

Figura 69 Análisis de la resistencia característica (f´m) en pilas sin concreto líquido (PSCL)..... 111

Figura 70 Formas de falla de blócker de arcilla 20 huecos sin concreto líquido (PSCL) 112

Figura 71 Resistencia característica a corte (V'm) en muretes con concreto líquido (MCCL)..... 113

Figura 72 Resistencia característica a corte (V'm) en muretes sin concreto líquido (MSCL)..... 115

Figura 73 Incremento porcentual de la resistencia a compresión diagonal (V´m) en muros..... 116

Figura 74 Vista de las fallas de los muretes (MSCL), antes y despues de los ensayos .117

Figura 75 Gráfico de carga - desplazamiento vertical de pilas con concreto liquido..... 118

Figura 76 Módulo de elasticidad Em de pilas con concreto líquido (PCCL)..... 120

Figura 77 Gráfico de carga - desplazamiento vertical de pilas sin concreto liquido.....120

Figura 78 Módulos de elasticidad Em en pilas sin concreto líquido (PSCL).....122

Figura 79 Verificación del Módulo de elasticidad (Em) en pilas con y sin concreto liquido.....122

Figura 80 Gráfico de carga - desplazamiento vertical de muretes con concreto liquido.123

Figura 81 Gráfico de carga - desplazamiento horizontal de muretes con concreto liquido.....124

Figura 82 Módulos de corte de los muros con concreto liquido (MCCL)..... 126

Figura 83 Gráfico de carga - desplazamiento vertical de muretes sin concreto liquido..126

Figura 84 Gráfico de carga - desplazamiento horizontal de muretes sin concreto liquido..... 127

Figura 85 Módulo de corte (Gm) de muros sin concreto líquido (MSCL).....129

Figura 86 Módulo de corte (Gm) en muros con y sin concreto líquido y su incremento porcentual..... 130

Índice de anexos

Anexo 1 Matriz de consitencia..... 153

Anexo 2 Carta de autorización 154

Anexo 3 Panel fotografico..... 155

Anexo 4 Resultados de laboratorio..... 156

I. Introducción

La albañilería y/o mampostería constituyen una de las alternativas económicas que se puede aplicar en nuestro medio, y siendo la provincia de Andahuaylas en el que se evidencia los últimos 10 años el crecimiento de las construcciones mediante el sistema de albañilería, utilizando como insumo las unidades de blócker de arcilla de 20 huecos, cada vez va incrementándose pese a que su uso de estas unidades están limitadas acorde a la Norma E.070, razón por la que en la investigación realizada se utilizó el concreto líquido con la finalidad de mejorar las propiedades de las unidades de albañilería, por lo que se incorporó concreto líquido a los alveolos de cada unidad de los muros de albañilería, esto con el fin de evaluar la actuación mecánica de estos blócker de arcilla 20 huecos frente a los muros sin incorporar concreto líquido.

En ese sentido el estudio realizado tiene el objetivo de evaluar la influencia de la incorporación del concreto líquido en las propiedades mecánicas (resistencia a compresión axial, resistencia a compresión diagonal, módulo de elasticidad y módulo de corte) de muros de albañilería construidos con blócker de arcilla (20 huecos), su ejecución obedece también de la realización de los objetivos específicos como son:

Determinar el efecto del concreto líquido en la resistencia a compresión axial de los muros de albañilería con blócker de arcilla (20 huecos).

Analizar la variación de la resistencia a corte en los muros de albañilería con blócker de arcilla (20 huecos) al incorporar concreto líquido.

Evaluar los cambios en el módulo de elasticidad y el módulo de corte de los muros de albañilería con blócker de arcilla (20 huecos) tras la incorporación del concreto líquido.

Por lo tanto se desarrollaron 09 ítems, en el capítulo I se describe la introducción en el que se da a conocer del tema de investigación así como de las variables, en el capítulo II, se desarrolló el planteamiento del problema, dentro de este ítem se plantea todo lo concerniente a las descripciones y formulaciones de problemas de investigación, identificación de los problemas de investigación, así mismo se plantea los objetivos general y específicos, en el que se da a conocer la meta que se pretende alcanzar con la

investigación, finalmente se desarrolla la justificación de la investigación, en él se da a conocer de forma detallada de porque es importante y necesario llevar a cabo la presente investigación, En el capítulo III, se desarrolló el marco teórico, en el cual se formula de manera organizada todos los conceptos referente a las variables, en el capítulo IV, se desarrolló el marco metodológico, en el que de forma sistemática y estratégica se describió el tipo y nivel de investigación, ámbito temporal y espacial, población y muestra, los instrumentos requeridos para realizar el estudio de investigación, los procedimientos que se realizó en cada ensayo de la investigación, así como las consideraciones éticas, en el capítulo V, se detalla los resultados obtenidos de los diferentes ensayos realizados así mismo se realiza la discusión de estos resultados con los antecedentes de la investigación, en el capítulo VI, se abordó las conclusiones, en el que una vez analizado los resultados llegamos a concluir en relación a nuestro problema planteado, en el capítulo VII, se realiza las recomendaciones técnicas respecto al uso de los blócker de arcilla en la albañilería, en el capítulo VIII, se describe de toda la bibliografía utilizada en la investigación, en el capítulo IX, se adjunta todos los anexos que forman parte del proceso de investigación.

II. Planteamiento del problema

2.1. Descripción y formulación del problema

A nivel mundial, el estudio, diseño, construcción de viviendas adquieren gran importancia en las infraestructuras de edificaciones, dado que estas construcciones facilitan la superación de barreras naturales, mejorando las condiciones de vida de las comunidades directamente implicadas. Las edificaciones son estructuras de gran relevancia ya que su proyección y construcción requieren un cierto nivel de conocimientos técnicos. De la misma forma en los países en vías de desarrollo los procesos constructivos mediante el sistema de albañilería son considerados como una de las actividades más significativas en vista que este sistema utiliza unidades de mampostería a base de arcilla y/o unidades de concreto, cabe mencionar que una edificación debe ser diseñado de tal manera que asegure una sismorresistencia incluso cuando esté sometido a movimientos sísmicos de gran magnitud.

Por otro lado, a nivel nacional el territorio de Perú se sitúa dentro del cinturón de fuego del pacifico, esta característica convierte a Perú en una nación altamente sísmica, obligada a coexistir con movimientos sísmicos de diferentes escalas, leves, moderados y fuertes, dependiendo del nivel en el que se van produciendo, razón por el que las edificaciones son las que han experimentado más cambios con el paso del tiempo en su esfuerzo por satisfacer cada vez más estas demandas crecientes de movimientos sísmicos.

Los desastres y las pérdidas de vidas humanas suscitadas tras cada movimiento telúrico han despertado la conciencia acerca de los riesgos que surgen cuando las estructuras no son seguras para resistir eventos sísmicos. Por esta razón, se están creando métodos y técnicas de análisis símicos cada vez más estrictos que aseguren un comportamiento sismorresistente apropiado de estas infraestructuras, entre ellas la que se viene implementando en la albañilería mediante el reforzamiento con mallas electrosoldadas, geomallas así como con fibras de vidrio, de la misma forma en muros de albañilería donde se utiliza unidades de tipo bloque se viene mejorando utilizando concreto líquido en los alveolos, mejorando de esta forma sus propiedades de resistencia a compresión y a fuerza

cortante, en tal razón estas mejoras que se viene adoptando en las edificaciones esto con la única finalidad de otorgar rigidez al sistema de albañilería

Así mismo el Perú no es ajeno a esta problemática que se suscita a nivel mundial razón por el que también se viene implementando el reforzamiento y mejoramiento del sistema de albañilería a través de geomallas, mallas electrosoldadas, y si se trata de bloques de arcilla y/o concreto también se viene optimizando las propiedades mecánicas de los muros de albañilería utilizando como refuerzo gróut grueso reforzado con acero corrugado en los alveolos de las unidades.

Por otro lado en el ámbito regional las construcciones de viviendas con el sistema de albañilería también no es ajeno, razón por el que se evidencia, que el incremento de construcciones de viviendas con la utilización de unidades de tipo bloque de arcilla y concreto, donde se viene adoptando medidas para mejorar el comportamiento de la albañilería frente a movimientos sísmicos, es por esta razón que se debe tener en cuenta que las unidades a utilizar deben tener las propiedades mecánicas acorde a parámetros de nuestro Reglamento Nacional de Edificaciones.

En el ámbito local la provincia de Andahuaylas también no es ajena a sufrir un acontecimiento sísmico, pese a ello en los últimos años se evidencia que, la construcción de viviendas con el sistema de albañilería utilizando blócker de arcilla de 20 huecos vienen incrementándose convirtiéndose estas edificaciones en un peligro inminente para los que habitan, en vista que estas son unidades alveolares acorde a Norma E.070 si se puede utilizar en las zonas sísmicas 2 y 3 pero con las celdas totalmente rellenas de gróut o parcialmente rellenas pese a qué la provincia de Andahuaylas se encuentra en la zona sísmica 2 y 3, es a rais de todo ello se pretende mejorar las características mecánicas de los muros de albañilería utilizando el concreto líquido, para lo cual se debe tener en cuenta que los habitantes de la provincia de Andahuaylas no están preparados para actuar durante un suceso sísmico de altísima intensidad donde debe prevalecer ante todo la vida humana.

Formulación del problema

2.1.1. Problema General

- ¿Cómo influye la incorporación del concreto líquido en las propiedades mecánicas (resistencia a compresión axial, resistencia a corte, módulo de elasticidad y módulo de corte) de muros de albañilería construidos con blócker de arcilla (20 huecos) en la provincia de Andahuaylas durante el año 2024?

2.1.2. Problemas Específicos

- ¿Cuál es el efecto de la incorporación del concreto líquido en la resistencia a compresión axial en pilas de albañilería elaborados con blócker de arcilla (20 huecos)?
- ¿Cómo varía la resistencia a corte de los muros de albañilería elaborados con blócker de arcilla (20 huecos) al incorporar concreto líquido?
- ¿De qué manera se modifican el módulo de elasticidad y el módulo de corte de pilas y muros de albañilería elaborados con blócker de arcilla (20 huecos) al incorporar concreto líquido?

2.2. Objetivos de la Investigación

2.2.1. Objetivo general

- Evaluar la influencia de la incorporación del concreto líquido en las propiedades mecánicas (resistencia a compresión axial, resistencia a corte, módulo de elasticidad y módulo de corte) de muros de albañilería construidos con blócker de arcilla (20 huecos) en la provincia de Andahuaylas, 2024.

2.2.1. Objetivos específicos

- Determinar el efecto del concreto líquido en la resistencia a compresión axial en pilas de albañilería elaborados con blócker de arcilla (20 huecos).
- Analizar la variación de la resistencia a corte en los muros de albañilería elaborados con blócker de arcilla (20 huecos) al incorporar concreto líquido.

- Evaluar los cambios en el módulo de elasticidad y el módulo de corte de pilas y muros de albañilería elaborados con blócker de arcilla (20 huecos) tras la incorporación del líquido concreto.

2.3. Justificación e importancia

2.3.1. Justificación teórica

En la investigación realizada los resultados obtenidos reflejan incrementos positivos respecto a las mejoras en muros de albañilería que se plantearon realizar como son: La resistencia a compresión axial (f'm), resistencia a corte (V'm), módulo de elasticidad (Em) y módulo de corte (Gm). Sin embargo, estos hallazgos que se obtuvieron de pilas y muros no pueden generalizarse para todos los muros existentes en Perú y a nivel global, por lo tanto, los resultados obtenidos proporcionan conocimiento sobre el comportamiento mecánico de los blócker de arcilla de 20 huecos sin incorporar concreto líquido y con incorporación de concreto líquido, de esta forma se crea un antecedente para otras investigaciones venideras aportando con posteriores hipótesis, proporcionando ideas y sugerencias para que se empleen teorías más sofisticadas que proporcionen resultados más exactos, alcanzando una mejora continua en los métodos que se están investigando. La ejecución de este estudio proporcionara conceptos teóricos a los profesionales entendidos en la materia como proyectistas y diseñadores en ingeniería de edificaciones, además de brindar antecedentes a la hora de utilizar como insumo el blócker de arcilla de 20 huecos, además de proporcionar conocimientos sobre las propiedades mecánicas que tiene estos blócker de arcilla.

2.3.2. Justificación metodológica

En la investigación realizada las variables independientes la cual se describe como “Concreto líquido en muros de albañilería” posee una correlación directa con la variable dependiente “propiedades mecánicas” proporcionando resultados numéricos que contribuyen a establecer el conceptos de como diseñar edificaciones utilizando la metodología del concreto líquido en muros de albañilería, además se indica que, el estudio realizado propone la posibilidad de investigar mucho más variables de tal modo que se

pueda examinar de forma más efectiva la población identificada en la presente investigación.

2.3.3. Justificación práctica

La justificación es practica debido a que, en el Perú las construcciones de las edificaciones están expuestos a movimientos sísmicos de distintas magnitudes, razón por el que dichas infraestructuras deberían soportar movimientos telúricos, para lo cual los materiales e insumos a utilizar deberían prestar las garantías, teniendo propiedades físicas y mecánicas acorde a los parámetros de los estamentos que rigen en el estado peruano, es por esta razón mediante la presente investigación se pretende desarrollar conceptos de la mejora de la albañilería otorgando soluciones prácticas, de esta manera tener conocimiento de los insumos a utilizar en las construcciones que se realizan en la localidad de Andahuaylas, por consiguiente, siempre se debe tener en cuenta que lo más valioso que debe primar ante sucesos o acontecimientos antes indicados, es la seguridad de las personas.

2.3.4. Justificación social

La justificación es de tipo social debido a que la investigación realizada pretende a que los ingenieros entendidos en la materia de construcciones de viviendas por el sistema de albañilería realicen un estudio de ingeniería teniendo en cuenta la presencia de movimientos sísmicos a lo largo del tiempo e historia, para de esta forma garantizar que las edificaciones con el sistema de albañilería sean capaces de soportar el sismo de diseño o sismos superiores, construyendo mecanismos de colapso apropiados que disminuyan considerablemente la posibilidad de sufrir pérdidas de vidas humanas. El estudio propuesto en la presente investigación tiene como objetivo evaluar la funcionalidad de las viviendas unifamiliares y multifamiliares tras un suceso sísmico de forma que la sociedad no sufra daños en ninguna actividad económica.

2.3.5. Importancia

La albañilería, también llamada " Mampostería " es muy importante en vista que son un grupo de elementos unidos entre sí a través de un mortero. Estos elementos pueden

ser naturales (como la piedra) o artificiales (como concreto, arcilla cocida, piedras u otros). De igual forma, el mortero se compone de materiales como el barro, cemento arena y otros. La albañilería es un procedimiento fundamental generado por la demanda humana con el objetivo de cubrir las necesidades de la vivienda. Por otro lado a lo largo del tiempo la ocurrencia de terremotos en nuestro país ha generado daños cuantiosos en las edificaciones, especialmente en las edificaciones construidas sin asesoramiento técnico, es por tal razón que mediante la presente investigación se pretende dar a conocer acerca de la mejora de los muros de albañilería dado que el Perú es un país con alta actividad sísmica y que se requiere que la construcciones de las edificaciones tengan la capacidad de soportar estos movimientos sísmicos eludiendo la pérdida de vidas humanas, de la misma forma evitar las pérdidas materiales que implica la destrucción de estas infraestructuras.

Es crucial asegurar mecanismos de colapso apropiados que proporcionen un nivel de seguridad específico a los individuos que son los usuarios finales de las edificaciones construidas bajo el sistema de albañilería, para tal caso se define a las propiedades mecánicas como la resistencia a compresión y a corte en vista que estas resistencias nos permiten predecir los niveles de residencia de un muro real además que estas presenten valores adecuados para realizar diseños idóneos.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

- La incorporación del concreto líquido en muros de albañilería elaborados con blócker de arcilla (20 huecos) mejora significativamente sus propiedades mecánicas, incrementando la resistencia a compresión axial, la resistencia a corte, el módulo de elasticidad y el módulo de corte, en comparación con muros similares que no incorporan concreto líquido, en la provincia de Andahuaylas, 2024.

2.4.2. Hipótesis específicas

- La incorporación del concreto líquido incrementa la resistencia a compresión axial en pilas de albañilería elaborados con blócker de arcilla (20 huecos).

- La resistencia a corte de los muros de albañilería elaborados con blócker de arcilla (20) aumenta al incorporar líquido concreto.
- El módulo de elasticidad y el módulo de corte de pilas y muros de albañilería elaborados con blócker de arcilla (20 huecos) se incrementan al incorporar líquido concreto.

2.5. Variables

V.I: Concreto líquido en muros de albañilería

Dimensiones:

D1: Muros de albañilería con concreto liquido

D2: Muros de albañilería sin concreto liquido

Variable dependiente

V.D: Propiedades mecánicas

Dimensiones:

D1: Resistencia característica a compresión axial.

D2: Resistencia característica a compresión diagonal.

D3: Módulo de elasticidad y el módulo de corte.

Tabla 1

Operacionalización de variable

Variable(s)	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Escala de medición
V.I.1: Muros de albañilería con concreto liquido	Según San Bartolome, et al. (2018), define el concreto líquido como una sustancia que tiene el aspecto de una sopa espesa para que así pueda fluir y llenar los alveolos y/o huecos, cuya finalidad es de integrar la albañilería con el refuerzo, formando un solo conjunto llamado albañilería armada.	Elaborar muros de albañilería con las dimensiones establecidas en la Norma Técnica Peruana	**Muros de albañilería con incorporación de concreto líquido:** Los muros de albañilería (pilas y muretes) con concreto líquido, son muestras de menor escala lo cual se agregan grout fino a los alveolos de la unidad para determinar la rexistencia a compresión axial y resistencia a corte.	Variación de resistencia a compresión axial y a corte en pilas y muretes	(kg/cm2)	Razón
V.I.2: Muros de albañilería sin concreto liquido	Según San Bartolome, et al. (2018), define el muro de albañileria como aquel que está compuesto por unidades de albañilería que se adhieren entre si por medio del mortero de cemento.		**Muros de albañilería sin incorporación de concreto líquido:** Los muros de albañilería (pilas y muretes) son pequeñas muestras que al realizar ensayos de compresión axial (f'm) y diagonal (V'm), admiten determinar la rexistencia a comprensión axial y resistencia a corte (E-070, 2006).	Variación de resistencia a compresión axial y a corte en pilas y muretes	(kg/cm2)	Razón
Variable dependiente: Propiedades mecánicas	Las propiedades mecánicas son aquellas que detallan su conducta ante la influencia de fuerzas externas, estableciendo su idoneidad para resistir roturas y deformaciones.	Determinar y Comparar los resultados obtenidos con el reglamento Nacional de Edificaciones Norma E.070	Resistencia a compresión Axial de pilas (f'm)	f'm: Resistencia característica a compresión axial	(kg/cm2)	Razón
			Resistencia compresión diagonal de muretes (V'm)	V'm: Resistencia característica a corte	(kg/cm2)	
			Módulo de elasticidad (Em) y módulo de corte (Gm)	Esfuerzo axial y Deformación unitaria. Esfuerzo cortante y Deformación angular.	kg/cm2 m/m	

III. Marco teórico

3.1. Antecedentes de investigación

3.1.2. A nivel internacional

Griniov et al. (2024, Polonia), realizó el artículo científico el autor plantea el objetivo de estudiar la capacidad de carga y el tipo de fallo de prismas de mampostería con y sin relleno de hormigón, bajo compresión axial, la metodología de investigación utilizada fue en base a resultados numéricos y experimentales, en la presente investigación el autor elabora pilas a base de bloques huecos de concreto, se realiza dos tipos de ensayo experimental, en el primero elabora pilas de mampostería con relleno de hormigón en los alveolos del bloque, la segunda elabora pilas de mampostería sin relleno de hormigón en los alveolos del bloque, para obtener la resistencia a compresión en laboratorio se llevó a cabo después de al menos 28 días en una prensa hidráulica, los resultados del presente estudio muestran lo siguiente: Las pilas elaboradas sin relleno de concreto mostro una capacidad de carga de 496 KN, mientras que las pilas con relleno de concreto en los alveolos presento una capacidad de carga de 794 KN, el autor llego a las siguientes conclusiones: Las pilas de albañilería sin relleno de hormigón presento una falla frágil, mientras que las pilas de albañilería con relleno de hormigón en los alveolos permite maximizar la capacidad de carga.

Baqueiro et al. (2019, México), el autor plantea el objetivo de mejorar la compresión de los muretes de albañilería verificando el tipo de falla en los muretes , el investigador realizo 18 muretes de albañilería, los muretes fueron elaborados con bloques huecos de concreto de los cuales también elaboro muretes con reforzamiento con varillas corrugadas de ½ “ de diámetro en cada extremo y embebida en una celda rellena de grout, transcurrido los 28 días fueron sujetos a una carga de compresión diagonal, Los resultados de la investigación muestran resistencia a compresión diagonal (Vm) en muretes sin refuerzo igual a 2.78 kg/cm2, los muretes con refuerzo obtuvieron un Vm igual a 3.14 kg/cm2, el módulo de corte de muretes sin refuerzo fue de 14,949 kg/cm2, módulo de corte de muretes con refuerzo fue 16,732 kg/cm2, concluyendo de que el refuerzo con varillas de acero de

½” mejora la capacidad de resistencia del murete, en cuanto a las fallas que presento la investigación fue falla por tensión diagonal en muretes con refuerzo de acero y falla por deslizamiento en muretes sin reforzamiento.

Gamba (2019, Colombia), el autor planteo el objetivo de determinar la factibilidad del reforzamiento por una cara de muros de mampostería de bloques de arcilla con unidades de perforación horizontal, con malla electrosoldada más fibra de acero, en la investigación realizada se tuvo como muestra 03 muretes sin reforzamiento y 03 muretes con reforzamiento de una cara para realizar el ensayo a compresión diagonal y 04 muretes sin y con refuerzo de una cara para realizar el ensayo de compresión axial, en la investigación desarrollada se determinó que los muros reforzados en una sola cara superan en resistencia y rigidez a compresión a los muros sin refuerzo. Además, se concluyó que los muros reforzados no poseen una falla explosiva. De igual forma, en los ensayos de tensión diagonal se registró un aumento de esfuerzos de 1.43 veces en comparación con el muro sin refuerzo, conclusiones: En el estudio realizado el investigador llego a la conclusión de que es viable realizar el reforzamiento en vista que mejora la deformación de los muros sin tener fallas explosivas, lo que permite que en situaciones de terremotos no se deformen explosivamente los muros y eviten las caídas, aumentando la protección de la vida humana.

Márquez y Rodríguez (2019, Venezuela), desarrolló el trabajo de investigación denominado: Estudio del comportamiento mecánico de muretes de mampostería reforzados con mallas, el objetivo que plantea el investigador es comparar el comportamiento estructural de muretes de mampostería elaborados con bloques de arcilla hueca, reforzados con malla de acero y malla plástica con el comportamiento de muretes de mampostería sin refuerzo, realizado los ensayos respectivos acorde a los objetivos se obtuvo los siguientes resultados: Del ensayo de compresión diagonal realizado a muretes sin refuerzo se obtuvo el valor de 2.46 kg/cm², del ensayo a compresión diagonal efectuado a los muretes reforzados con malla de acero (gallinero) se consiguió el valor de 3,15 kg/cm², del ensayo a compresión diagonal a muretes reforzados con malla plástica se consiguió el

valor de 3,50 kg/cm², por lo tanto llego a la conclusión de que el refuerzo con malla plástica evidencio el mayor incremento de la resistencia, seguidamente el murete reforzado con malla de acero de gallinero.

Alcantar (2020, Mexico), planteó el siguiente objetivo: Proponer estrategia de reforzamiento con polímero reforzado con fibras de vidrio (GFRP) a especímenes de albañilería compuestos por blócker huecos de concreto de 0.12 m, con la finalidad de mejorar sus propiedades mecánicas y como resultado la de mejorar el proceder de muros de albañilería confinada, para los ensayos se elaboraron un total de 6 pilas por lo que 3 se elaboró con piezas de albañilería con refuerzo de GFRP y los 3 remanentes se elaboraron con piezas sin reforzamiento, así mismo se elaboraron un total de 6 muretes por lo que 3 se elaboró con piezas de albañilería con refuerzo de GFRP y los 3 remanentes se elaboraron con piezas sin reforzamiento, los resultados de dicha investigación indica, que, el resultado del ensayo a compresión en pilas sin refuerzo se obtuvo el valor de 67.53 kg/cm^2 con un modulo de elasticidad de 6577.917 MPa y el resultado del ensayo a compresión en pilas con refuerzo fue de 67.54 kg/cm^2 con un modulo de elasticidad de 6807.07 MPa., del ensayo a compresión diagonal en muretes sin refuerzo se obtuvo el valor de 4.76 kg/cm^2 con un modulo de corte de 1685.15 MPa., del ensayo a compresión diagonal en muretes con refuerzo se obtuvo el valor de 4.86 kg/cm^2 con un modulo de corte de 1631.36 MPa., el investigador concluye que en la resistencia a compresion en pilas no presento mejoras mientras que el modulo de elasticidad incremento en un 3.48%, mientras que la resistencia a compresion diagonal en muretes esta incremento en un 2.10%.

3.1.2. A nivel nacional

Ccama y Mamani (2023, Peru), el objetivo que plateó a sido la determinacion de las capacidades de resistencia de los ladrillos de arcilla Atlas (Blocker II) sometidos a ensayo de compresión axial y diagonal, los resusltados del presente estudio muestran lo siguiente: La resistencia a compresion axial en pilas de albañileria $f'm$ = 27,95 kg/cm^2 (2,74 MPa), por otro lado la capacidad de resistencia a compresion diagonal en muretes presento un

valor de V'm = 2,18 kg/cm^2 (0,21 MPa), llegando a concluir que; la resistencia a compresión axial en pilas y la resistencia a compresion diagonal en muretes no cumple con los requerimientos minimos del RNE de la Norma E.070.

Cormilluni y Quiñonez (2022, Peru), desarrolló la investigación teniendo como objetivo la mejora del comportamiento sísmico de muros e inducir a ensayo de carga lateral bajo las mismas condiciones que un muro no reforzado. De la misma forma, realizo la comparación de los resultados con un muro sin reforzamiento y otro muro con refuerzo con malla electrosoldada de 6mm y cubierto de mortero de 3cm de espesor. Llegando a cconcluir lo siguiente: La carga máxima alcanzada y cuyo valor promedio fue de 263.5 kN, que ocurre a un nivel de distorsión de 0.003, este valor que obtuvo es mucho menor al límite permisible de la Norma Técnica E.070 y NTE E.030. En tal razón, la propuesta planteada por el investigador, de reforzar los muros de albañilería, solo está enfocado a proteger a la infraestructura contra posibles daños ante la presencia de eventos sísmicos moderados o constantes.

Espinoza y Bazalar (2021, Peru),. Tuvo como objetivo hallar un método de refuerzo de muros portantes elaborados con ladrillo pandereta realizando el uso de mallas electrosoldadas y mortero reforzado con fibra de acero galvanizado y fibra de basalto. Se ha enfocado en muros de tipo portante de ladrillo tipo pandereta. Para tal efecto, se han armado pilas, muretes reforzados y no reforzados.Po lo tanto llega a concluir en que las propiedades mecánicas se ven incididas en la etapa elástica; así mismo, en la mayoría de especímenes se consigue cambiar la forma de falla de una falla frágil y explosiva a una falla dúctil, esta variación es de considerable importancia. Debido a su trascendencia en sismo lo que dará chance a salvaguardar sus vidas.

Cueva y Neyra (2019, Peru), El estudio tuvo como propósito evaluar la mejora de la resistencia al corte de los muros portantes construidos con albañilería artesanal mediante la incorporación de geomallas, como alternativa para fortalecer las viviendas ubicadas en el distrito de Juliaca. Para ello, los investigadores desarrollaron ensayos comparativos en muretes de albañilería, considerando especímenes sin reforzamiento y

otros intervenidos superficialmente con geomalla biaxial. Los resultados evidenciaron un comportamiento favorable en los elementos reforzados. En los primeros muretes evaluados, la aplicación de geomalla biaxial permitió alcanzar un incremento del 40,59 % en la resistencia característica al corte respecto de aquellos que no recibieron refuerzo. Asimismo, se construyeron seis muretes utilizando ladrillos pandereta de fabricación artesanal; tres de ellos fueron reforzados con geomalla biaxial, obteniéndose un aumento del 48,70 % en comparación con los especímenes convencionales. En conclusión, la investigación demostró que la incorporación superficial de geomallas constituye una alternativa eficaz para incrementar la resistencia al corte de los muros de albañilería artesanal, contribuyendo al mejoramiento de su comportamiento estructural y a la seguridad de las viviendas.

Córdova y Valverde (2019, Peru), El objetivo del estudio fue modelar y comparar la resistencia característica de la albañilería y su módulo de elasticidad mediante el empleo de unidades tipo blócker modificadas con acero y polipropileno, estableciendo diferencias respecto a los sistemas tradicionales de construcción. La metodología consideró la evaluación experimental de prismas y muretes elaborados con diferentes alternativas de reforzamiento, incorporando varillas de acero y materiales de polipropileno en determinadas juntas de las unidades. Los resultados mostraron que la resistencia a compresión axial de los prismas reforzados no superó los valores obtenidos en los especímenes sin refuerzo. Sin embargo, el mayor módulo de elasticidad se registró en los prismas reforzados con dos varillas de acero ubicadas en las juntas superior e inferior, alcanzando una variación de 12,72 %. De igual manera, la mayor resistencia a compresión diagonal fue obtenida por los muretes reforzados con dos varillas de acero en ambas juntas, con una variación de 10,84 %. Se concluyó que el mayor desplazamiento se presentó en el muro confinado sin reforzamiento, mientras que el menor desplazamiento correspondió al muro confinado reforzado con una varilla de acero ubicada en la junta superior, evidenciando que determinadas configuraciones de reforzamiento pueden

mejorar el comportamiento de los elementos de albañilería frente a las solicitaciones estructurales.

3.1.3. A nivel regional y local

Rivera (2022, Peru), El estudio tuvo como objetivo determinar las propiedades físicas y mecánicas de los especímenes elaborados con arcilla cocida y concreto semiindustrial, así como establecer si sus características cumplían con los requerimientos exigidos por la normativa técnica vigente. La metodología consideró la evaluación experimental mediante ensayos de compresión en pilas y compresión diagonal en muretes elaborados con unidades tipo blócker de ambos materiales. Los resultados mostraron que la resistencia a compresión en pilas construidas con blócker de arcilla alcanzó 38,15 kg/cm², mientras que las elaboradas con blócker de concreto registraron 27,55 kg/cm². Respecto a la compresión diagonal, los muretes de arcilla obtuvieron 5,94 kg/cm² y los de concreto 6,31 kg/cm². Finalmente, se concluyó que los especímenes de arcilla semiindustrial cumplieron los parámetros establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones, específicamente en la Norma E.070 de Albañilería; en cambio, los ensayos realizados con unidades de concreto no alcanzaron los valores mínimos requeridos por dicha normativa.

Arredondo y Maldonado (2021, Peru), en su investigación El objetivo fue determinar las variaciones en el comportamiento mecánico de prismas de albañilería convencional y de especímenes reforzados con mallas elaboradas a base de soga driza, empleando bloques huecos de concreto. La metodología fue de carácter experimental y comprendió la ejecución de ensayos de resistencia a compresión axial en pilas y resistencia al corte en muretes, comparando elementos sin reforzamiento con otros reforzados y posteriormente tarrajeados. Respecto a la resistencia a compresión axial en pilas, los especímenes sin reforzamiento alcanzaron un valor de 35,49 kg/cm², mientras que las pilas reforzadas con mallas de soga driza y tarrajeadas obtuvieron 41,10 kg/cm², evidenciándose un incremento de 15,81 %. De manera similar, el módulo de elasticidad (Em) de las pilas convencionales fue de 14 184,10 kg/cm², incrementándose a 16 335,83 kg/cm² en las pilas reforzadas.

Estos resultados permitieron establecer que el empleo de mallas elaboradas con soga driza generó un aumento de 15,17 % en el módulo de elasticidad respecto a los especímenes que no recibieron reforzamiento. Asimismo, se realizaron ensayos de resistencia al corte en muretes. Los muros sin reforzamiento presentaron una resistencia característica al corte (V'm) de 6,43 kg/cm²; en cambio, los muretes reforzados con mallas de soga driza y tarrajeados alcanzaron 7,84 kg/cm², lo que representó un incremento de 21,87 %. En relación con el módulo de corte (Gm), los muros convencionales registraron un valor de 4 680,45 kg/cm², mientras que los elementos reforzados alcanzaron 5 882,31 kg/cm². En consecuencia, se determinó un incremento de 25,68 % en esta propiedad cuando se incorporó el sistema de reforzamiento mediante malla de soga driza y recubrimiento de tarrajeo. Concluyeron que las propiedades mecánicas evaluadas, particularmente la resistencia a compresión axial en pilas, la resistencia al corte en muretes, el módulo de elasticidad y el módulo de corte, presentaron mejoras en los especímenes reforzados. Sin embargo, pese a los incrementos obtenidos durante los ensayos experimentales, los valores alcanzados no superaron los parámetros mínimos establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones, específicamente en la Norma Técnica E.070 de Albañilería

3.2. Bases teóricas

3.2.1. Gróut o concreto liquido

El concreto líquido tiene la finalidad de componer la albañilería con el refuerzo, para lo cual forma un solo conjunto lo cual es denominado albañilería armada. Asimismo, el gróut es llamado concreto líquido, en vista que la preparación tiene una consistencia de una sopa espesa (10 pulgadas de slúmp), esta con el objeto que pueda fluir y llenar todos las hendiduras y/o fisuras internas del muro, bajo ese contexto el autor clasifica dos tipos de gróut, la primera denominada gróut grueso, define, como aquel que se utiliza para rellenar los alveolos grandes con dimensiones mayores a 6 centímetros y tiene una dosificación de cemento-arena-confitillo o piedra chancada de 1/4” en una proporción volumétrica de 1: 2 ½: 1 ½, por otro lado a la segunda lo clasifica como gróut fino, definiendo como, aquel que tiene una dosificación volumétrica de cemento con la arena

gruesa de 1:3 y es usado para llenar celdas con tamaños pequeños de los bloques de arcilla, en la figura 1 y 2 se muestra el uso del concreto líquido (San Bartolomé et al., 2018).

Figura 1

Uso del concreto liquido en celdas pequeñas



Nota: Obtenido de San Bartolomé et al., (2018).

Figura 2

Uso del concreto liquido grueso en celdas con mayor dimensión



Nota: Obtenido de San Bartolomé et al., (2018)

3.2.2. La Albañilería o Mampostería

Moreno et al., (2009), menciona en su artículo científico que los muros de mampostería están conformados básicamente por dos elementos como son: Por un lado, piezas que forman los ladrillos o bloques de arcilla cocida, y por otro, el mortero que se utiliza para unir dichas piezas; estos componentes se unen con la finalidad de actuar como un solo elemento. Además, en la mampostería existe el refuerzo como elemento extra, que

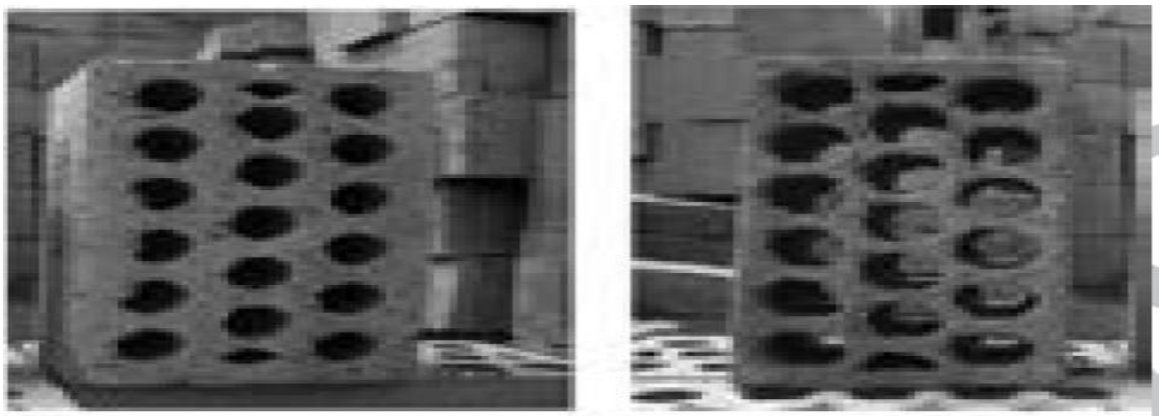
se utiliza desde hace un tiempo en diversas formas de mampostería reforzada. En este tipo de mampostería, se incorpora acero de refuerzo en dirección vertical a través de piezas huecas y en horizontal por medio de juntas de mortero y/o utilizando piezas especiales; su objetivo es incrementar significativamente la capacidad para soportar cargas laterales y verticales, al elevar considerablemente su resistencia

3.2.3. Unidades de Albañilería

Están definidas como unidades de albañilería utilizadas en las edificaciones básicamente confeccionadas de arcilla, mezclado con arena-cal. En función a su tamaño con identificados como bloques de ladrillo ya que son manipulados a sola mano. Las características de las unidades varían de acuerdo a su materia prima y ubicación, es por ello que se considera de vital importancia el tener valores normados para cada región, Se recomienda a los empresarios constructores a realizar su estudio de las unidades que emplearán en una edificación de muros portante (análisis de la unidad), para mayor garantía porque no siempre todas las unidades pueden tener sus mismas características debido a que son elaboradas en fechas diferentes (Herrera & Mena, 2025).

Figura 3

Unidad solida a lado izquierdo y una unidad hueca a lado derecho



Nota: Obtenido de San Bartolomé et al., (2018)

3.2.4. Blócker de arcilla

Según Ccama y Mamani (2023), define a las unidades de blócker como unidades de tipo rectangular, producidas en base a arcilla a través de diferentes procedimientos desde la obtención de la materia prima hasta la obtención del producto final, su peso y

tamaño las convierten en manejables con las manos, además, pueden, alveolares y/o tubulares.

Figura 4

Vista de los blócker de arcilla 20 huecos



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

Las limitaciones en la utilización de la unidad de albañilería para propósitos estructurales, limita la utilización de estas unidades al tener más del 30% del área bruta de la unidad ocupada por perforaciones, ya que, la utilización de estas unidades en los muros portantes supone un riesgo debido a su tipo de falla frágil y explosiva, es así que en la tabla 2 se ilustra las limitaciones en el uso de la unidad de albañilería (San Bartolomé et al., 2018).

Tabla 2

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

TIPO	ZONA SÍSMICA 2 Y 3		ZONA SÍSMICA 1
	De 4 niveles a más	De 1 a 3 niveles	En todo edificio
Sólido Artesanal	No	Sí, <= 2 niveles	Si
Sólido Industrial	Si	Si	Si
Alveolar	Si Celdas totalmente rellenas con gróut	Si Celdas parcialmente rellenas con gróut	
Hueca	No	No	Si
Tubular	No	No	Sí, <= 2 niveles

Nota: Norma E.070-Albañileria (2020)

3.2.5.1. Clasificación de unidades de albañilería para fines estructurales

Según SENCICO (2020), el diseño estructural deberá contar con las características siguientes que se ilustran en la tabla 3.

Tabla 3

Clasificación de unidades de albañilería con fines estructurales

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máximo en %)			ALABEO (mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f´b mínimo en Mpa (kg/cm2) 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)

Nota: SENCICO (2020)

(1) Bloque para muros portantes
(2) Bloque para muros no portantes

3.2.6. Propiedades de las unidades de albañilería

De acuerdo con Gallegos y Casabonne (2005), dichas propiedades deben ser comprendidas en función con la albañilería, bajo ese escenario las propiedades son: Resistencia a las compresiones, Variación de las dimensiones, Alabeo (medidos como concavidades y convexidades), Succiones y/o absorción. Además, se consideran: Resistencia a la compresión, Densidad, Absorción, Absorción máxima

3.2.7. Propiedades físicas y mecánicas

La propiedad física es una característica propia de un material que puede ser estudiada usando los sentidos o algún instrumento específico de medida, Así mismo la propiedad mecánica es el comportamiento de un material bajo la aplicación de fuerzas externas, Las propiedades físicas y mecánicas de la albañilería dependen propiamente de las unidades de albañilería (Herrera & Mena, 2025).

3.2.8. Clasificación de ensayos para fines estructurales

3.2.8.1. Resistencia a la Compresión axial (f’b)

La resistencia de cada unidad se determina mediante la relación entre la carga máxima alcanzada durante la rotura y el área correspondiente, procedimiento aplicable tanto a unidades sólidas como huecas. Asimismo, se señala que la resistencia a la compresión constituye una de las propiedades mecánicas más importantes de las unidades de albañilería y que, según el RNE, representa un indicador fundamental para establecer su clasificación. Para determinar la resistencia a compresión, se divide la carga aplicada entre un área específica y posteriormente se considera la desviación estándar de los resultados obtenidos. El valor final resultante de este procedimiento corresponde a la resistencia característica de la unidad de albañilería. (Herrera & Mena, 2025).

3.2.8.2. Variación Dimensional

Salvatierra et al., (2025)**,** Señalan que, para determinar la variación dimensional de las unidades de albañilería, deben realizarse mediciones correspondientes al alto, ancho y largo. Asimismo, indican que esta característica influye directamente en la altura y el nivel de las hiladas, debido a que las diferencias dimensionales pueden generar variaciones durante el proceso constructivo. Cuando estas diferencias son mayores, resulta necesario incrementar el espesor de las juntas de mortero, el cual puede variar entre 10 mm y 15 mm. Para establecer y evaluar dichas variaciones dimensionales, deben aplicarse los procedimientos establecidos en la NTP 399.613. En la figura 5 se presenta de manera ilustrativa el procedimiento utilizado para realizar el ensayo de variación dimensional de las unidades.

Figura 5

Procedimiento del ensayo de variación dimensional



3.2.8.3. Alabeo

Salvatierra et al. (2025), Menciona que el ensayo de alabeo se realiza acorde con establecido en la Norma Técnica Peruana (NTP) 399.613, y también según los parámetros indicados en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) E.070, el cual menciona que es aceptable un promedio de alabeo de 4 mm para bloques de clase P (bloque usado en la construcción de muros portantes), esta prueba de alabeo se realiza colocando las unidades albañilería sobre una mesa nivelada, a continuación, se procede a la instalación de la regla metálica en la diagonal con la finalidad de dar visualización al alabeo cóncavo o convexo y luego tomar mediciones de las deflexiones con una cuña milimétrica como se muestra en la figura 6.

Figura 6

Procedimiento del ensayo de alabeo



Nota: San Bartolome et al. (2018)

3.2.9. Clasificación de ensayos para fines no estructurales

3.2.9.1. Humedad natural

Se trata del porcentaje de líquido que contienen las unidades de albañilería estudiadas en su correspondiente naturalidad y con relación a sus pesos en estado seco. Para lograrlo, inicialmente se obtienen los pesos de las unidades en sus respectivos estados naturales, luego sus pesos en estados seco, enseguida, se coloca dichas unidades en horno eléctrico por un lapso de 24 horas a una temperatura de 110ºC, para obtener la humedad natural de dichas unidades se utilizó la ecuación 01.

$$\text{Humedad } (\%) = 100 \text{ x} \frac{(\text{Peso}_{\text{natural}} - \text{Peso}_{\text{seco}})}{\text{Peso}_{\text{seco}}} \quad (1)$$

donde:

Humedad (%) : Porcentaje de humedad (%).

$\text{Peso}_{\text{natural}}$: Peso natural de la unidad, periodo de 24 horas

$\text{Peso}_{\text{seco}}$: Peso de la unidad secada en horno en 24 horas a 110˚C.

3.2.9.2. Absorción y absorción máxima.

Está relacionada con las propiedades de durabilidad, por lo que es posible advertir que, si las unidades tienen altos porcentajes de absorción, esto advertiría que dichos materiales son bastantes porosos, lo que asegura menos resistencia a la intemperie.

Según la NTP 399.613 (2017), la absorción de líquido es la diferencia de pesos de las unidades saturadas, durante 24 horas, reduciendo los pesos secos de las unidades y dividido entre los mismos pesos secos expresadas en porcentajes, en tanto, que el máximo límite de absorción según la Norma E.070 es 22%, para hallar la absorción de dichas unidades se utiliza la ecuación 02.

$$A\ (\%) = 100\ x \frac{(\text{Peso}_{\text{sat}} - \text{Peso}_{\text{seco}})}{\text{Peso}_{\text{seco}}} \quad (2)$$

donde:

A : Porcentaje de absorción (%).

Peso_{sat} : Peso saturado del espécimen, periodo de 24 horas

$\text{Peso}_{\text{seco}}$: Peso del espécimen secada en horno en 24 horas a 110˚C.

San Bartolome et al. (2018), señala que la absorción de agua, mediante 5 horas de ebullición; absorción máxima realizada en vista que los poros no se saturan totalmente. Por otro lado, se hace mención que las referidas unidades con saturaciones mayores de 0,85 son muy absorbentes y por lógica menos durables, la absorción máxima se calcula utilizando la ecuación 3 y 4 respectivamente.

$$A\ máx = 100\ x \frac{(\text{Peso}_{\text{sat.ebull.}} - \text{Peso}_{\text{seco}})}{\text{Peso}_{\text{seco}}} \quad (3)$$

Donde:

A. : Absorción máx máximo (%).

$\text{Peso}_{\textbf{sat.ebull.}}$: Peso en 5 horas con ebullición.

$$C_{sat.} = \frac{A}{A_{max.}} \quad (4)$$

Donde:

Csat.: Coeficiente de saturación

A: Absorción del espécimen (%).

A máx.: Absorción máxima del espécimen (%).

3.2.9.3. Succión

Chávez (2017), indica que es una propiedad primordial, en razón a que el quitar agua del mortero, esta produce inadecuada adherencia entre la unidad de mampostería y el mortero, por otro lado, según la NTP 399.613 del 2005, para realizar ensayos se deben seleccionar hasta cinco unidades de dicha albañilería, luego deben ser secados a una temperatura de 110ºC por un lapso de veinticuatro horas, posteriormente son retirados para hallar el respectivo peso seco. Se procede en diversas ocasiones hasta no lograr variaciones, una vez hallados los pesos, se colocan dichas unidades en bandejas con fluidos constantes de líquido. Las muestras deben estar en contacto por 1 minuto, luego se retira y seca posteriormente, para el cálculo se utiliza la siguiente ecuación 5.

Ecuación para hallar succión

$$S = \frac{200xW}{LXB} \quad (5)$$

Donde:

S : Succión 200 cm2

W : Incremento de peso (gr)

L : Largo de la superficie en contacto (cm)

B : Ancho de la superficie en contacto (cm)

3.2.10. Propiedades de la albañilería simple

3.2.10.1. Pilas de albañilería

Las pilas de albañilería son prismas que se componen de dos o más hiladas de unidades enteras, ya sean bloques o ladrillos. superpuestas con mortero, con una altura total que no debe ser demasiado alta para facilitar su construcción, almacenamiento y traslado en el interior del laboratorio. Estas pilas, cuya edad nominal es de 28 días, se someten a pruebas de compresión axial y los resultados obtenidos se emplean para diseñar estructuralmente las paredes de un edificio y supervisar la calidad de su construcción (Orellana & Gutiérrez, 2017).

Figura 7

Pilas de albañilería simple



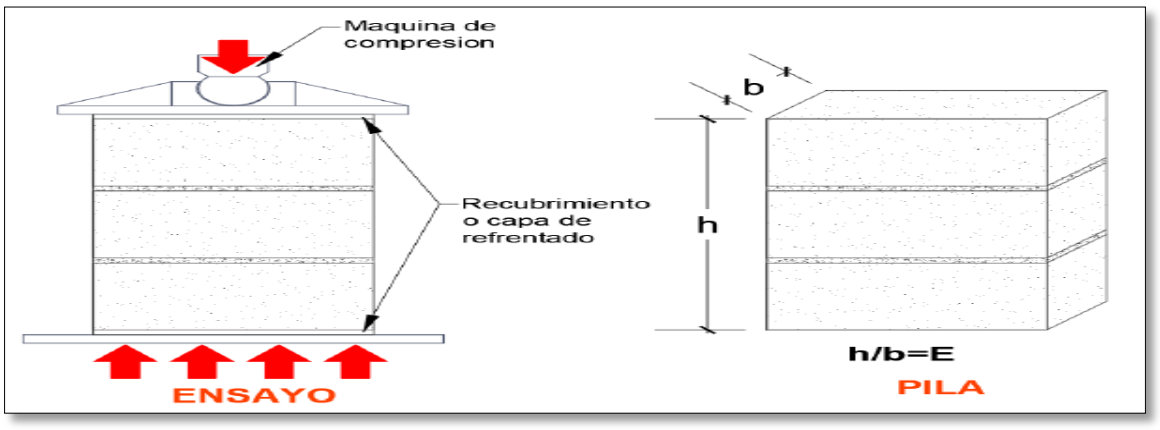
Nota: Obtenido de San Bartolomé et al. (2018)

3.2.10.2. Ensayos de compresión en pilas

Orellana & Gutiérrez (2017), hace mencion que las pilas, cuyo período nominal es de 28 días, se someten a pruebas de compresión axial y los resultados obtenidos se emplean para diseñar estructuralmente las paredes de un edificio y supervisar la calidad de su construcción. No obstante, la resistencia a la compresión axial de las pilas (f'm) está sujeta al cociente entre el espesor y la altura, este ensayo nos ayuda a describir la resistencia a compresion axial (fm), ademas, ocasionalmente si se aumenta la deformación axial en dichas pilas, se podría hallar el módulo de elasticidad, en la figura 8 se ilustra el ensayo a compresión de una pila.

Figura 8

Vista de una pila estándar para los ensayos de compresión



Nota: (Arredondo y Maldonado, 2021)

3.2.10.3. Esbeltez de la pila

Orellana & Gutiérrez (2017), define a la esbeltez, como, la relación que existente de la altura de la pila entre el espesor, Los valores encontrados deben permanecer dentro de los parámetros contemplados en la Norma E.070, en el que indica, el valor resultante de la operación realizada, deberá estar comprendida entre 2 al 5, respectivamente, en la tabla 4 se muestra los factores de corrección por esbeltez.

Tabla 4

Factor de corrección de la resistencia característica a compresión axial (f'm) por esbeltez

Ítem	Valores					
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: Orellana & Gutiérrez (2017)

3.2.10.4. Técnicas de ensayo de pilas

Estas pilas son ensayadas con máquinas o prensas de tipo universal. Para lo cual se deberá evitar que se produzca impactos o sobrecargas fuertes, de manera que tenga una duración de rotura que abarque un lapso entre 3 a 4. minutos. Pero si los ensayos se realizan tomando en cuenta las velocidades de aplicación de las cargas, estas podrían ser de 5 ton/min.

3.2.10.5. Resistencia característica a compresión axial (f'm)

Este ensayo se obtendrá de la división de la carga de rotura dividido con el área de la sección, sin tener en cuenta que las unidades de mampostería que son utilizadas este catalogadas como sólidas o huecas por el que puede ser bloque o ladrillo. El valor obtenido es corregido por dicho factor de esbeltez, por otro lado, si, las pilas a ensayar tienen valores diferentes a 28 días, este puede ser corregido por el factor que se indica en la tabla 5

Tabla 5

Factores de incremento de resistencia a compresión (f´m) y a corte (v´m) por edades

	Edad	14 días	21 días
Muretes	Ladrillos (arcilla)	1,15	1,05
	Bloques (concreto)	1,25	1,05
Pilas	Ladrillos (arcilla) y Bloques (concreto)	1,10	1,00

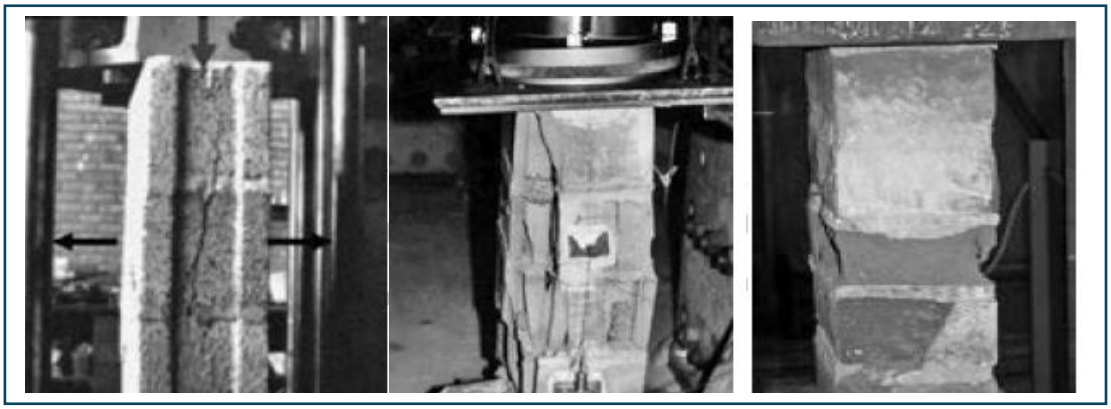
Nota. SENCICO (2020)

3.2.10.6. Formas de falla en pilas

Según San Bartolomé et al. (2018), define que el comportamiento y el tipo de falla frente a una carga axial en pilas están afectados por la interrelación entre las caras de asiento de las unidades de albañilería y el mortero, cabe indicar que, también que dichas unidades y el mortero presentan distinto rigidez, bajo ese entender podemos indicar que la falla idónea que debe presentar las pilas de mampostería debe ser una grieta vertical en la superficie de menor tamaño, que corta a las unidades y el mortero, a continuación se ilustra

Figura 9

Tipos de fallas en pilas de albañilería



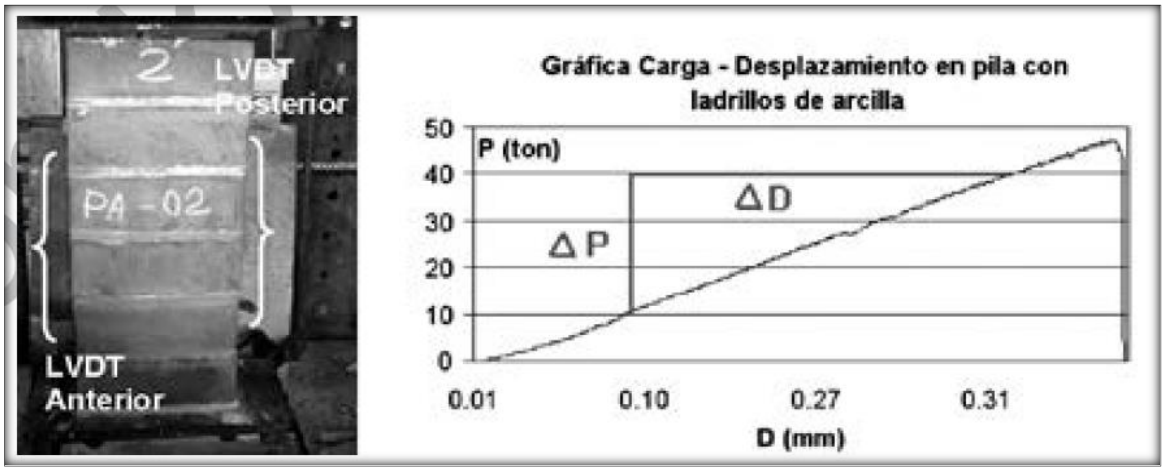
Nota: Obtenido de San Bartolomé et al. (2018)

3.2.10. 7. Módulo de elasticidad (Em).

Mustafaraj & Yardim, (2017), define como la relación que existe entre el esfuerzo versus deformaciones unitarias en compresión, para conseguir dicho módulo es necesario instrumentar las pilas con equipos idóneos que permitan identificar las deformaciones, por consiguiente, para desarrollar el cálculo de (Em), se trabaja con el segmento más lineal del gráfico y se excluye el segmento inicial que considera la deformación del capping, a continuación, se ilustra las ecuaciones 6 al 11 para determinar el módulo de elasticidad.

Figura 10

Gráfica carga versus desplazamiento en pilas con ladrillos de arcilla



Nota: (San Bartolome et al., 2018)

Esfuerzo axial (ΔE):

$$\mathbf{\Delta E} = \frac{\mathrm{P}_{60\%} - \mathrm{P}_{20\%}}{\mathrm{A}} \qquad (6)$$

Donde:

ΔE: Esfuerzo axial en (kg/cm2).

P 60%: Carga al 60% del máximo en (kg).

P 20%: Carga al 20% del máximo en (kg).

A: Área bruta en (cm2).

Ecuación para hallar la deformación unitaria (ΔD):

$$\mathbf{\Delta D} = \frac{\mathrm{Dv}_{60\%} - \mathrm{Dv}_{20\%}}{\mathrm{L}} \quad (7)$$

Donde:

ΔD: Acortamiento vertical en (mm).

$Dv_{60\%}$: Desplazamiento vertical al 60% en (mm).

$Dv_{20\%}$: Desplazamiento vertical al 20% en (mm).

L: Longitud de medición de deformación vertical en (mm).

Ecuación para hallar el módulo de elasticidad (Em)

$$\mathbf{Em} = \frac{\Delta E}{\Delta D} \quad (8)$$

Donde:

Em: Módulo de elasticidad en (kg/cm2).

ΔE: Esfuerzo axial en (kg/cm2).

ΔD: Acortamiento vertical en (mm/mm).

Ecuación para realizar el cálculo de Em característico:

$$\boldsymbol{\sigma} = \sqrt{\frac{\Sigma(\mathrm{Emi} - \mathrm{Em})2}{\mathrm{n} - 1}} \quad (9)$$

Donde:

$\boldsymbol{\sigma}$: Desviación estándar kg/cm2.

Em$\boldsymbol{i}$: Módulo de elasticidad kg/cm2.

Em: Módulo de elasticidad promedio kg/cm2.

$\boldsymbol{n}$: Número de muestras.

Ecuación para realizar el cálculo del coeficiente de variación (CV):

$$\mathbf{CV} = \frac{\sigma}{Em} \quad (10)$$

Donde:

CV: Coeficiente de variación en %.

σ : Desviación estándar en kg/cm2.

Em: Módulo de elasticidad promedio en kg/cm2.

Ecuación para hallar el módulo de elasticidad característico (E'm):

$$\mathbf{E'm} = \mathrm{Em} - \sigma \qquad (11)$$

3.2.10.8. Muretes de albañilería

Los muretes de mampostería tienen la forma cuadricular de 60 cm x 60 cm como mínimo acorde a la Norma E.070, se diferencia por ser factible para transportar y/o almacenar desde las obras a los laboratorios donde se efectuarán los ensayos, posteriormente es ensayado a compresión diagonal mediante una prensa hidráulica.

3.2.10.9. Ensayo de compresión diagonal en muretes

De acuerdo con San Bartolomé et al. (2018) este ensayo es muy importante para describir la resistencia al corte (V'm) de un murete y si se realiza la instrumentación y registro de alguna de las deformaciones diagonales con el propósito de la determinación del módulo de corte. Por otro lado, se indica que las muestras ensayadas son muretes de 60 cm x 60 cm como mínimo, y las cargas aplicadas para el ensayo será de forma homogénea a lo largo de la diagonal, bajo esta forma, se obtiene fallas por tracción y en el proceder de las muestras por medio de fisuras en la dirección de las aplicaciones de la carga.

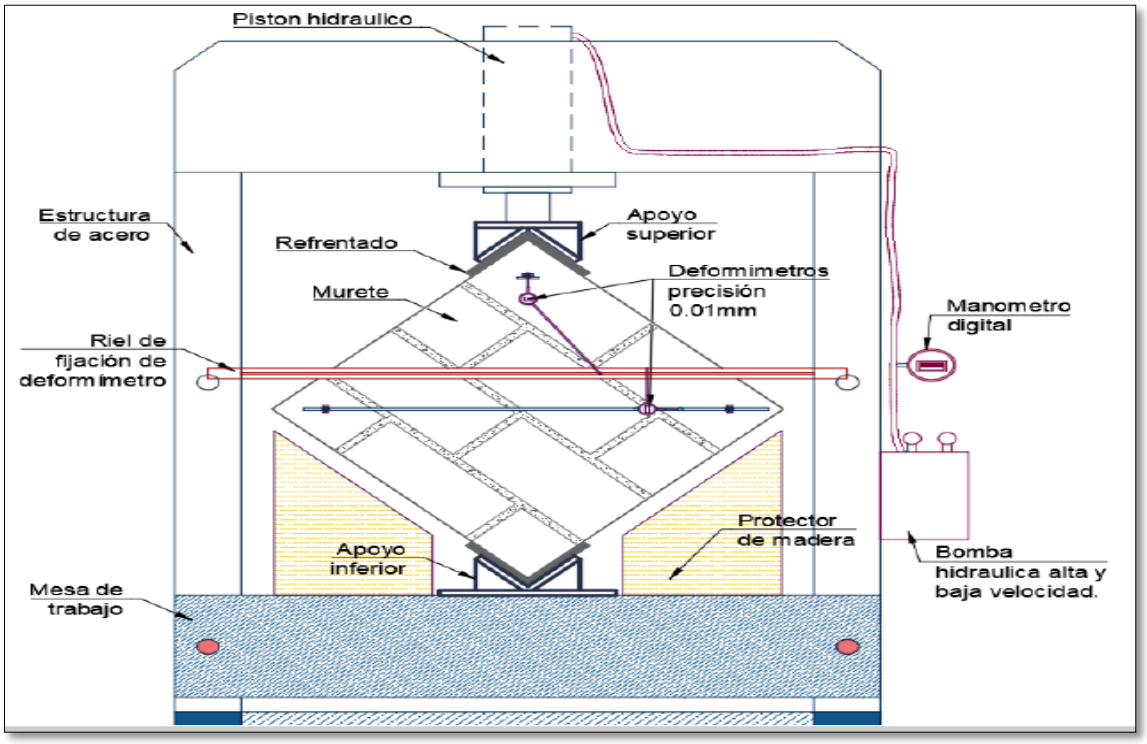
3.2.10.9.1. Especímenes de muretes de ensayo

La cantidad mínima de muestras para estos ensayos son de tres muretes, producidos con las mismas propiedades mecánicas y físicas, y son tratados como si fueran muros reales, entonces, se usarán las unidades de tipo muestral del lote. El mortero empleado tiene propiedades similares, por su parte se urge de un operario, así mismo los muretes no deben ser trasladados a otros ambientes durante 7 días, por el que serán guardados a la intemperie por un lapso de 28 días a una temperatura de 24ºC. En cuanto

se realice el refrentado para las correcciones de los desniveles se inicia la instalación del murete en la prensa hidráulica para realizar los respectivos ensayos como se muestra en la figura 11.

Figura 11

Prensa hidráulica e instrumentos utilizados en el ensayo



Nota: (Arredondo y Maldonado, 2021)

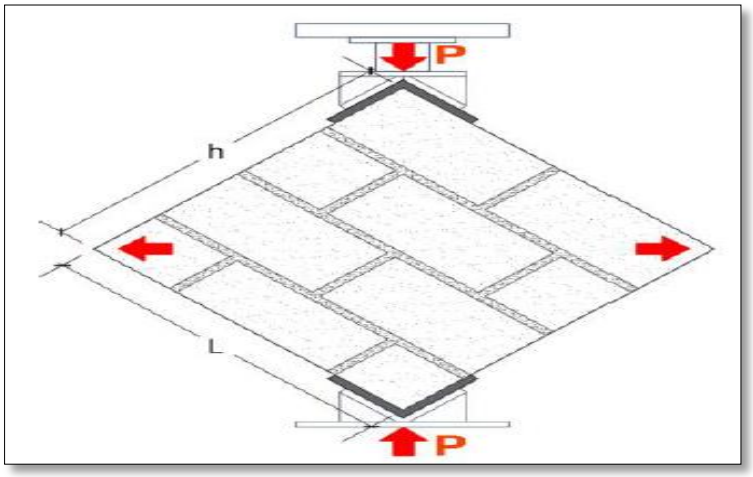
3.2.10.10. Resistencia característica al corte puro (V'm)

Según San Bartolome et al. (2018) se logra dividiendo las cargas de rotura entre el area bruta de la diagonal cargada, sin tener en cuenta que estas unidades sean de tipo bloque o solido, asi mismo la resistencia corte puro se obtiene de dividir la carga diagonal proyectada en direccion de las hiladas entre el area bruta de la hilada, despues de realizado todos los ensayos como se muestra en la figura, se adquiere el valor promedio (Vm) y la desviacion estándar, se evalua acorde a la Norma E.070, por otro lado, al realizar la operación de dividir el valor desviación estándar entre promedio de las resistencias al corte se obtiene la dispersión porcentual. En tanto, cuando el registro de la dispersión porcentual de los resultados es superior al 30% se considera inaceptable, lo que tiene un significado

que han presentado defectos en los diversos materiales empleados, en la figura 12 se muestra el ensayo de un murete a resistencia acorte.

Figura 12

Ensayo de un murete de albañilería a resistencia al corte



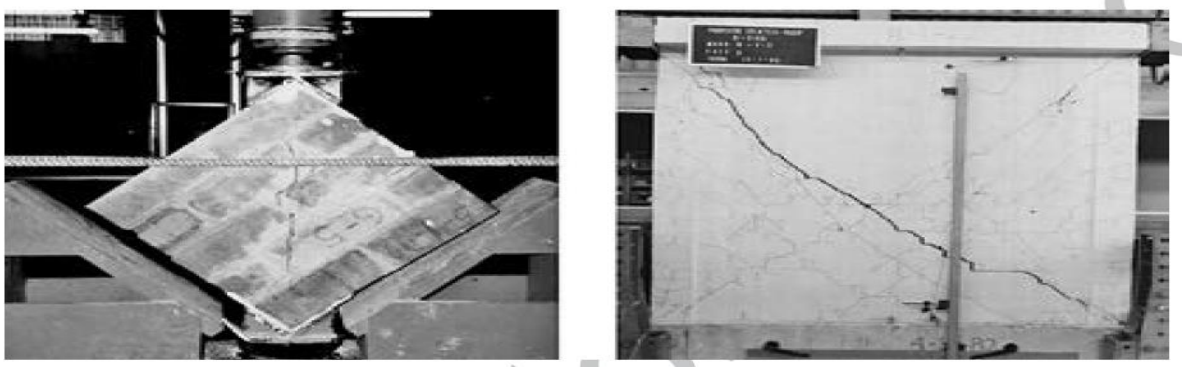
Nota: (Arredondo y Maldonado, 2021)

3.2.10.11. Formas de falla de muretes de albañilería

Acorde a San Bartolome et al. (2018) los tipos de falla que aparecen en los muretes están relacionados principalmente con la calidad de la adherencia entre las unidades de albañilería y el mortero. Cuando esta unión es adecuada, la falla puede atravesar tanto las unidades como el mortero, permitiendo que el murete alcance una mayor resistencia frente a la fuerza cortante. Por el contrario, si la adherencia entre ambos materiales es deficiente, la rotura suele avanzar siguiendo las juntas de mortero, formando un recorrido escalonado. otro tipo de falla que se presenta es la mixta entre la escalonada y cortando unidades, Otros modos de falla corresponden al tipo deslizamiento o corte cizalle, esta manifestación es cuando la adherencia de la unidad con el mortero de la junta horizontal es débil, a continuación en la figuras 13 al 16 se ilustran los tipos de fallas en muretes.

Figura 13

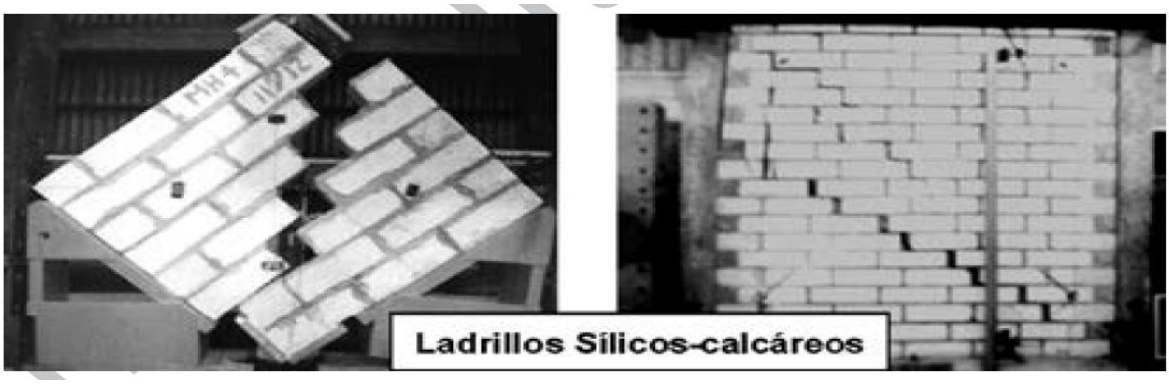
Vista de la falla por tracción diagonal en un murete de albañilería



Nota: (San Bartolome et al., 2018)

Figura 14

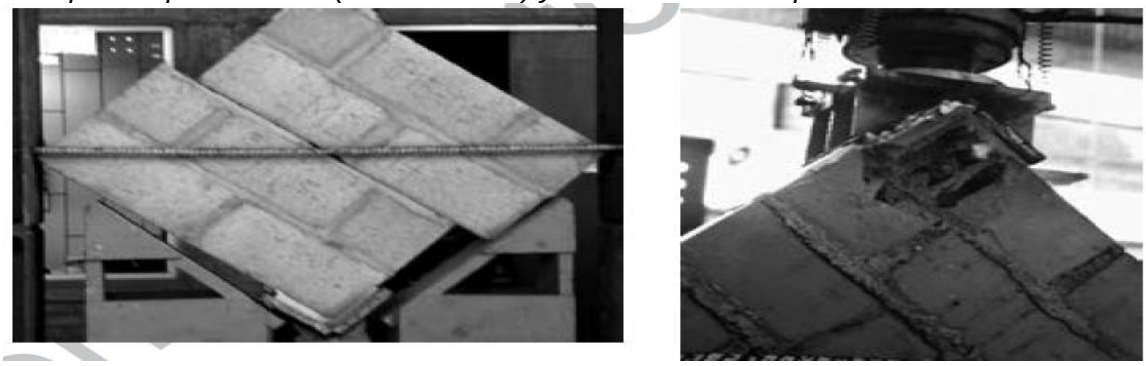
Vista de la falla escalonada en un murete de albañilería



Nota: (San Bartolome et al., 2018)

Figura 15

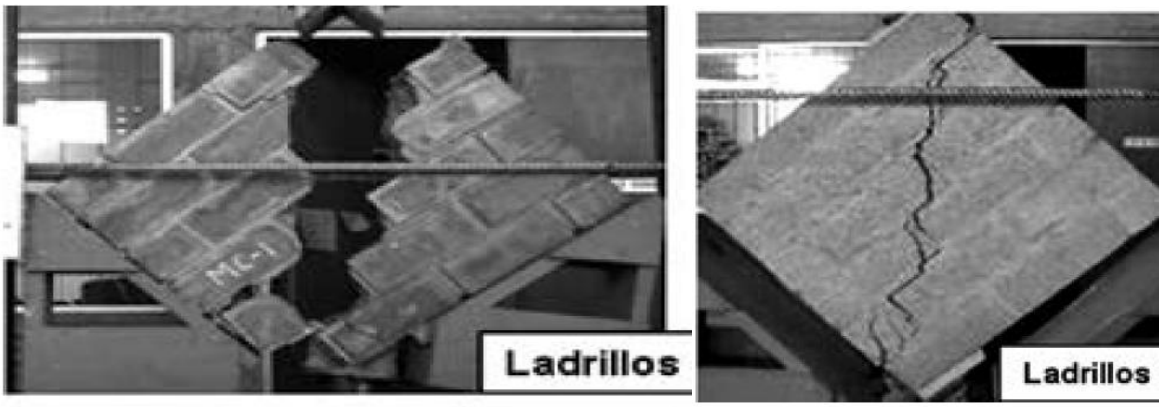
Falla por desplazamiento (corte o cizalle) y a la derecha falla por trituración local



Nota: (San Bartolome et al., 2018)

Figura 16

Vista de fallas mixtas en un murete de albañilería



Nota: (San Bartolome et al., 2018)

3.2.10.11.1. Módulo de corte (Gm)

Moreno et al. (2009), menciona que el módulo de corte es la relación del esfuerzo cortante entre las deformaciones, además que dicho módulo de corte de la mampostería tiene una función clave en la definición de la capacidad de corte en las estructuras de mampostería, esta propiedad se determina experimentalmente mediante medio de la prueba de compresión diagonal en paredes cuadradas, por lo que es fundamental realizar la instrumentación con equipos en ambas diagonales, permitiendo así medir las deformaciones y a rais de estas calcular el módulo de corte.

Por otro lado, para realizar los respectivos cálculos del módulo de corte se realizó acorde a San Bartolomé et al. (2018) y acorde a NTP 399.621, y para obtener el módulo de corte se utilizó las ecuaciones ilustradas del 12 al 19 respectivamente.

Ecuación de esfuerzo cortante (ΔP):

$$\mathbf{\Delta t} = \frac{P_{60\%} - P_{20\%}}{A} \qquad (12)$$

Donde:

Δt: Esfuerzo cortante (kg/cm2).

$P_{60\%}$: Carga al 60% del máximo en (kg).

$P_{20\%}$: Carga al 20% del máximo en (kg).

A: Área bruta (cm2).

Deformación vertical y horizontal:

$$\mathbf{\Delta V} = \frac{\mathrm{Dvp}_{60\%} - \mathrm{Dvp}_{20\%}}{\mathrm{gv}} \quad (13)$$

$$\mathbf{\Delta H} = \frac{\mathrm{Dhp}_{60\%} - \mathrm{Dhp}_{20\%}}{\mathrm{gh}} \quad (14)$$

Donde:

ΔV: Acortamiento vertical (mm).

ΔH: Alargamiento horizontal (mm).

$\mathrm{Dvp}_{60\%}$: Desplazamiento vertical al 60%p en (mm).

$\mathrm{Dvp}_{20\%}$: Desplazamiento vertical al 20%p en (mm).

$\mathrm{Dhp}_{60\%}$: Desplazamiento horizontal al 60%p en (mm).

$\mathrm{Dhp}_{20\%}$: Desplazamiento horizontal al 20%p en (mm).

gv : Longitud de medición de la deformación vertical en (mm).

gh : Longitud de medición de la deformación horizontal en (mm).

Deformación angular o deformación unitaria (γ):

$$\boldsymbol{\gamma} = \Delta\mathrm{V} + \Delta\mathrm{H} \quad (15)$$

Donde:

γ: Deformación angular (mm/mm).

ΔV: Acortamiento vertical (mm).

ΔH: Alargamiento horizontal (mm).

g: Longitud de medición de deformación

Ecuación para hallar módulo de corte (Gm)

$$\mathrm{Gm} = \frac{\Delta\mathrm{t}}{\gamma} \quad (16)$$

Donde:

Gm: Módulo de corte en (kg/cm2).

Δt: Esfuerzo cortante en (kg/cm2).

γ: Deformación angular en(mm/mm).

Para realizar el Cálculo del módulo de corte característico (G'm)

$$\boldsymbol{\sigma} = \sqrt{\frac{\Sigma(\mathrm{Gmi} - \mathrm{Gm})^2}{\boldsymbol{n-1}}} \quad (17)$$

Donde

$\boldsymbol{\sigma}$: Desviación estándar en kg/cm2

$\mathrm{Gm}\boldsymbol{i}$: Módulo de corte en kg/cm2.

Gm : Módulo de corte promedio en kg/cm2

$\boldsymbol{n}$: Numero de muestras.

Ecuación para realizar el cálculo de coeficiente de variación (CV):

$$\mathrm{CV} = \frac{\sigma}{Gm} \quad (18)$$

Donde:

CV: Coeficiente de variación %.

$\boldsymbol{\sigma}$: Desviación estándar en kg/cm2.

Gm: Modulo de corte kg/cm2.

Para la determinación del módulo de corte características (G'm):

$$\mathbf{G'm} = \mathrm{Gm} - \sigma \quad (19)$$

3.2.10.12. Resistencia de prismas de albañilería en bloques

Carro (2007), Indica que los prismas de mampostería deben ser constituidos por lo menos dos bloques apilados, uno encima de el siguiente. Generalmente están formados por una una unidad de longitud, una unidad de espesor y representan de altura cambiante. Adicionalmente, se lleva a cabo la instrumentación de cada espécimen de manera que se podría evaluar la deformación en dirección vertical, con el propósito de calcular el módulo de elasticidad de la mampostería. Por consiguiente, la resistencia a compresión axial (f'm) y al corte (V'm) de muretes de albañilería, se describe empíricamente usando datos

históricos y/o acudiendo a las tablas de resistencia, o también a través de ensayos experimentales de los prismas acorde a la ubicación sísmica como se puede ilustrar en la Tabla 6.

Tabla 6

Métodos para determinar resistencia a compresión axial (f´m) y a corte (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	A	A	B	B	A

Nota: Obtenido de SENCICO (2020)

Por otro lado SENCICO (2020), hace mención, cuando se edifiquen edificios ambas resistencias (f´m) y (V´m) deberán ser comprobadas por medio de ensayos previos a la ejecución de obras y en todo caso durante las obras. Los previos se efectuarán sobre 5 especímenes y considerando las especificaciones:

Cuando se construyan conjuntos de vivienda de hasta 2 niveles en zonas sísmicas 2 y 3, se deberá comprobar mediante ensayos la resistencia a compresión de la albañilería **(**f´m**)** y la resistencia al corte **(**V´m**).** Para ello, corresponde realizar ensayos de 3 pilas por cada 500 m² de área techada y de 3 muretes por cada 1000 m² de área techada, respectivamente.

En caso de edificaciones de tres o más niveles 3 ubicadas en zonas sísmicas 2 y 3. Por consiguiente, el f´m debe ser verificado con ensayos de 3 pilas por 500 m^2 de área techada y V´m con 3 muretes por 500 m^2 de áreas techadas.

SENCICO (2020), indica que, cuando no se efectúan ensayos con prismas, pueden aplicarse valores que indican en la tabla 7, que corresponden a muretes y pilas edificados con mortero de dosificación 1:4 para unidades de arcilla y con dosificación de 1: ½:4 para unidades de concreto.

Tabla 7

Resistencias características de la albañilería para pilas y muretes

Materia Prima	Denominación	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 mecano	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto	Bloque Tipo P	4,9 (50) 6,4 (65) 7,4 (75) 8,3 (85)	7,3 (74) 8,3 (85) 9,3 (95) 11,8 (120)	0,8 (8,6) 0,9 (9,2) 1,0 (9,7) 1,1 (10,9)

Nota: SENCICO (2020)

3.2.10.12.1. Módulo de elasticidad (Em) y módulo de corte (Gm) de albañilería según Norma E.070.

Tabla 8

Modulo de elasticidad y módulo de corte de albañilería

Descripción	Módulo de elasticidad (Em)	Módulo de corte (Gm)
Unidades de arcilla	500 $f'm$	
Unidades sílice calcáreas	600 $f'm$	
Unidades de concreto vibrado	700 $f'm$	
Para todo tipo de unidad de albañilería		$0.4Em$

3.2.11. Ubicación y accesibilidad

La fábrica de blócker de arcilla 20 huecos cuyo propietario el Sr. Teodócio Olivares Rivera, productor de unidades de albañilería semi industriales, con dos hornos para 4 y 6 millares, está situado en:

Región: Apurímac.

Provincia: Andahuaylas.

Distrito: Andahuaylas

Centro Poblado: Chaccamarca

Coordenadas: 13.650700 ºS, 73.414733 ºW

Altitud: 2962 m.s.n.m.

Accesibilidad: Vía asfaltada Andahuaylas – Talavera. (Es salud hacia Av. Industrial y Centro Poblado Chaccamarca promedio 1.15 km)

Tiempo de viaje de Es salud a fabrica: 10 minutos.

Figura 17

Mapa de ubicación del proyecto de investigación

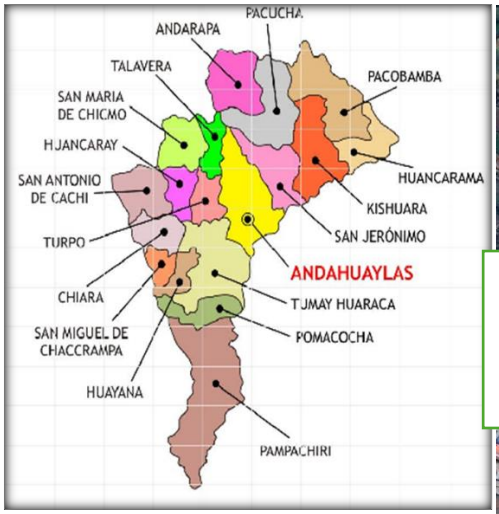
Mapa de Perú



Mapa de Andahuaylas



Mapa distrital Andahuaylas



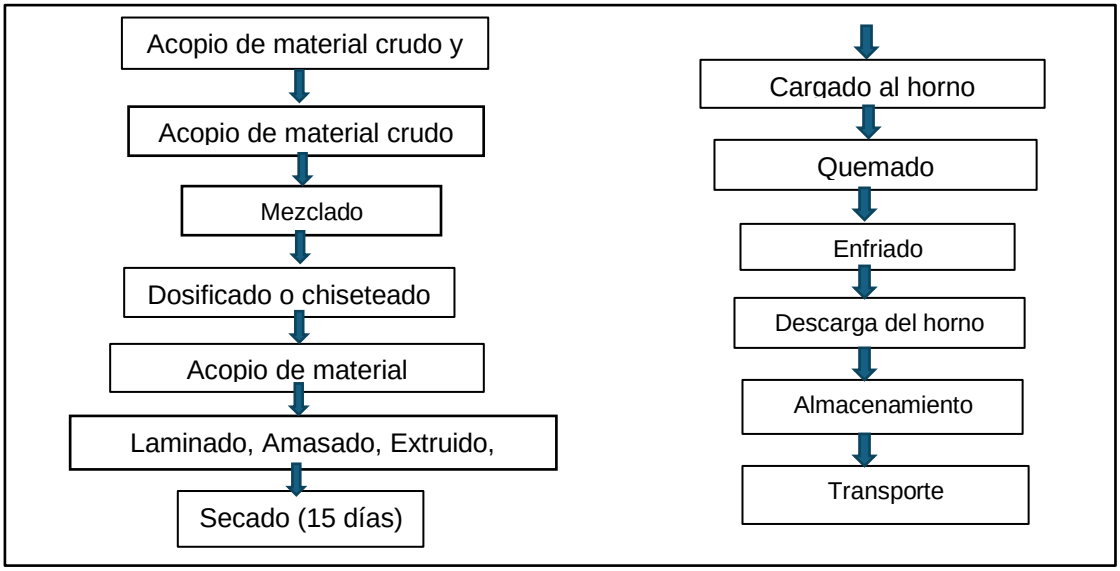
Localización de la unidad de producción de blócker



3.2.12. Diagrama de flujo de la fabricación de blócker de arcilla 20 huecos

Figura 18

Diagrama de flujo de fabricación de blócker de arcilla 20 huecos



3.2.13. Proceso de producción de blócker de arcilla 20 huecos semi industrial.

3.2.13.1. Extracción de arcilla, tierra limosa y arena.

Aquí se extrae materia prima, la cual consiste en la ubicar la cantera de arcilla roja, tierra limosa y arena por el que dicho material se encuentra en las comunidades de Llantuyhwanka, Chaqrapata y Pataccocha, una vez extraída de dichos centros de extracción son trasladadas con volquete de $6m^3$ y $15m^3$ a los centros de acopio de la ladrillera cabe indicar que la materia prima se extrae de forma manual o también con retroexcavadora y es en esta etapa donde se elimina piedras y material extraño a lo requerido para el proceso, en la figura 19 se ilustra la cantera de la arcilla, el procedimiento de traslado y acopio con maquinaria.

Figura 19

Extracción y traslado de tierra limosa y arcilla



3.2.13.2. Acopio de material crudo

En esta etapa se realiza el acopio de los tres tipos de materia prima como es arcilla roja, tierra limosa y arena, cada tipo de material es colocado en diferentes lugares en vista que para el mezclado se deberá tener en cuenta la dosificación de las cantidades que se requiere, en la figura 20 se muestra el procedimiento del acopio del material crudo

Figura 20

Acopio de materia prima para el proceso de elaboración de blócker



3.2.13.3. Mezclado

El mezclado de los insumos de arcilla roja, tierra limosa y arena, se realiza dosificando 1 m^3 de arcilla, 3 m^3 de arena, 1 m^3 de tierra limosa y agua al tanteo, el mezclado se lleva a cabo por un peón, cuya finalidad es uniformizar la humedad y eliminar todo tipo de material ajeno a lo requerido para el proceso tal como se muestra en la figura 21.

Figura 21

Personal realizando el mezclado de insumos



3.2.13.4. Dosificado

La mezcla de arcilla roja, tierra limosa, arena y agua es transportada mediante una faja transportadora de capacidad 13-15 ton/h e impulsada por un motor de 1.5 hp de potencia; en esta etapa la mezcla realizada ingresa a una extrusora que funciona con un tornillo sin fin en la parte interior, dicho tornillo es impulsado por un motor de 30 hp de potencia, el material que ingresa es convertida en muestras cilíndricas parecido a los snaks inflado, dicho procedimiento se ilustra en la figura 22.

Figura 22

Proceso de dosificado mediante una extrusora



3.2.13.5. Acopio de material procesado

El material con forma de snaks de maíz inflado y/o forma cilíndrica es transportado desde el área de dosificado mediante una faja transportadora de 1.5 hp de potencia y una capacidad de 13-15 ton/h, en esta etapa el material procesado es acopiado para lo cual se

cuenta con un personal que hace la labor de acomodar y abastecer a la siguiente área tal como se ilustra en la figura 23.

Figura 23

Vista del área de acopio de material procesado



3.2.13.6. Laminado

En esta etapa el material procesado crudo ingresa por una boquilla para ser aplastado y/o triturado mediante dos rodillos metálicos que son impulsados por dos motores de 15 hp de potencia cada una, es en esta etapa donde los restos de piedras y material procesado crudo es aplastado y se forma laminas, el procedimiento de laminado se muestra en la figura 24

Figura 24

Ilustración del equipo laminador y el proceso del laminado



3.2.13.7. Amasado

En esta etapa se utiliza una máquina mezcladora y/o amasadora de capacidad de 13 a 15 ton/h implementado con paletas metálicas en su interior e impulsada con un motor

de 15 hp de potencia, se realiza el amasado y/o mezclado para homogenizar la mezcla que proviene de la etapa del laminado y así pasar a la etapa de extracción, en la figura 25 se ilustra el procedimiento del mezclado.

Figura 25

Mezcladora y/o amasadora en pleno funcionamiento



3.2.13.8. Extruido

En esta etapa de producción la mezcla de la materia prima realizada en la amasadora y/o mezcladora, ingresa mediante un conducto a la extrusora cuyo interior esta implementado con un tornillo sin fin metálico y dicho tornillo es impulsada por un motor eléctrico de 75 hp de potencia, el funcionamiento de la extrusora es bajo el efecto de presión, además que esta extrusora tiene una capacidad de producción de 45 a 50 blócker de arcilla por minuto y además cuenta con una bomba de vacío que trabaja con un motor eléctrico de 10 hp de potencia, que es la encargada de extraer el exceso de humedad y el aire de la mezcla, en tanto que el exceso de estos dos caracteres sería perjudicial para el proceso de dicha producción, en la figura 26 se muestra el proceso de extruido.

Figura 26

Vista del proceso de extruido



3.2.13.9. Cortado

En esta atapa del proceso las unidades de arcilla son cortadas con las siguientes dimensiones: Largo de 302 mm, ancho de 126 mm y altura de 200 mm para lo cual se utiliza una cortadora que esta implementada con un motor eléctrico de 4 hp de potencia, las unidades cortadas son desplazadas mediante una faja transportadora para luego ser recogido por el personal obrero y posterior llevado al área correspondiente para el secado, el procedimiento de cortado se muestra en la figura 27.

Figura 27

Cortado de las unidades de los blócker de arcilla



3.2.13.10. Secado

En esta etapa el secado se realiza en 15 días, una vez cortadas el personal de planta traslada las unidades en carretillas y se colocan en forma vertical, las unidades son puestas ordenadamente en el piso por un lapso de 5 días, y pasado ese tiempo las unidades se ruma uno sobre otro también de forma vertical de 7 - 8 hiladas por un tiempo de 10 días, el espacio utilizado para el secado debe estar nivelado para evitar posibles deformaciones, de la misma forma se deja espaciados de ventilación para el secado homogéneo, dicho procedimiento se ilustra en la figura 28.

Figura 28

Procedimiento de secado de unidades de arcilla



3.2.13.11. Cargado al horno

La ladrillera cuenta con dos hornos de capacidades 4 y 6 millares respectivamente, bajo ese contexto el cargado de unidades al horno para el quemado se realiza a través del personal obrero que labora en la ladrillera, por otro lado, los tiempos de cargado al horno son de 5 horas y 7 horas respectivamente, a continuación, en la figura 29 se muestra el procedimiento de cargado al horno de las unidades.

Figura 29

Cargado al horno de las unidades de albañilería



3.2.13.12. Horneado

Se realiza en dos hornos abiertos de capacidad 4 y 6 millares, se debe proporcionar abundante fuego para lo cual se utiliza como combustible; troncos y/o rollizos de eucalipto, y para el suministro constante del fuego se utiliza sopletes eléctricos, estos sopletes funcionan con motores eléctricos de 2 hp de potencia, el tiempo de quemado varia acorde a la capacidad, el horno (capacidad 4 millares) en un lapso de 28 horas, horno (capacidad 6 millares) en un lapso de 30-32 horas, en la figura 30 se muestra el procedimiento del horneado.

Figura 30

Producción de fuego en el horno y vista de los sopletes eléctricos



3.2.13.13. Enfriado, descarga del horno, almacenamiento y transporte

Se trata de la fase final de todo el proceso de fabricación de blócker de arcilla 20 huecos, el enfriado se realiza en un lapso de 24 a 36 horas, luego de enfriar las unidades se descarga directamente a los vehículos que vienen a comprar a la fábrica, por otro lado, las unidades que quedan en el horno son seleccionadas y transportados a los almacenes para su posterior distribución y venta, pero la gran mayoría se vende en la misma fábrica, en la figura 31 se muestra el procedimiento de Enfriado, descarga del horno, almacenamiento y transporte:

Figura 31

Proceso de descarga y transporte de las unidades de blócker



3.3. Definición de términos

3.3.1. Unidades de arcilla

Herrera & Mena (2025), menciona que las características de las unidades varían de acorde a su materia prima y ubicación, es por ello que se considera de vital importancia el tener valores normados para cada región, esto debido a los diferentes procesos de producción y materiales empleados, razón por el que presenta propiedades primordiales y que determinan la resistencia y rigidez estructural de los muros de mampostería, las propiedades que presentan son: Resistencia a la compresión axial, geometría, grado de succión, densidad, absorción, etc.

3.3.2. Unidades de Albañilería

Orellana & Gutiérrez (2017), mencionan que están producidas en base a arcilla, o concreto, por su elaboración las unidades pueden ser industriales o artesanales, las unidades de albañilería de arcilla y de concreto reciben dichas modalidades, por lo tanto dichas unidades deben tener las propiedades adecuadas para su uso, si la calidad no es adecuada, pone en peligro a sus ocupantes, y el fracturamiento de las unidades de albañilería presentes en las construcciones, además que estarían exponiendo en un aumento de su vulnerabilidad.

3.3.3. Propiedades mecánicas de unidades de albañilería

Saviano (2024), permitirá determinar si los ladrillos cumplen con su función como elemento de mampostería, estructural y decorativo, ya que al ser usados como material de construcción deben ofrecer su máximo rendimiento, en vista que estas unidades de albañilería pueden considerarse un material de construcción bastante complejo tanto en términos de propiedades mecánicas como de comportamiento bajo diferentes condiciones de carga.

3.3.4. Resistencia a la Compresión Axial

Salvatierra et al. (2025), señalan que, para determinar el comportamiento resistente de los elementos estructurales de albañilería, como los muros, es necesario evaluar su resistencia a la compresión axial. Esta propiedad permite conocer la capacidad que presentan las unidades de albañilería para soportar cargas aplicadas en dirección vertical. Para determinarla, se realiza el ensayo de compresión axial, mediante la aplicación progresiva de una carga sobre la unidad hasta alcanzar su falla, utilizando para ello equipos de laboratorio, como la prensa hidráulica.

3.3.5. Unidades huecas

Según San Bartolomé (1994), estas unidades presentan un área efectiva menor al 75 % del área bruta. En esta clasificación se incluyen los bloques de concreto vibrado y las unidades de arcilla con numerosas perforaciones, cuya configuración influye en su comportamiento mecánico.

3.3.6. Gróut o concreto liquido

El concreto líquido tiene la finalidad de componer la albañilería con el refuerzo, para lo cual forma un solo conjunto lo cual es denominado albañilería armada. Asimismo, el gróut es llamado concreto líquido, en vista que la preparación tiene una consistencia de una sopa espesa (10 pulgadas de slúmp), esta con el objeto que pueda fluir y llenar todas las hendiduras y/o fisuras internas del muro, bajo ese contexto el autor clasifica dos tipos, la primera gróut grueso, y gróut fino.

3.3.7. Mortero

Baqueiro et al. (2019), indica que el mortero se trata de un adhesivo utilizado para pegar unidades de albañilería entre sí, durante el proceso de asentado. La funcionalidad primordial que tiene el mortero es juntar entre sí la mampostería actuando como adhesivo por lo que, la adherencia entre bloque y mortero disminuye si se poseen bloques con superficies ligeramente rugosas o con estratos de polvo. Además, la adherencia disminuye si se presenta una mano de obra deficiente, la cual se caracteriza por intervalos de tiempo largos entre la colocación de la mezcla de cemento y los bloques

3.3.8. Componentes del mortero

Guillén & Armando, (2022), en su artículo científico menciona que en la actualidad, el mortero es el material más empleado en la industria de la construcción, debido en parte a los agregados que brindan a este recurso una relación entre costo y eficiencia, así como otras características que lo vuelven asequible y sencillo y define a los componentes del mortero como sigue: Cemento: Este insumo deberá protegerse de la humedad y almacenarse en tarimas con el afán de aislar de la humedad del piso, la arena: Este insumo para ser utilizado deberá estar libre de polvo e impurezas, así como de materia orgánica, sales minerales, el agua: El agua a utilizar en la albañilería debe ser consumible, limpia, excepto de sustancias químicas, acidas y álcalis.

3.3.9. Mampostería

Huda et al. (2025), hace mención que la mampostería es un material de construcción de uso común con un comportamiento complejo en diferentes condiciones de

carga que se puede predecir mediante el modelado de elementos, en tanto el autor también hace referencia que la mampostería es un material de construcción popular que se utiliza en todo el mundo en varios tipos de edificios, incluidos muros de carga y muros de relleno. En la práctica, los paneles de mampostería de relleno se consideran como un elemento no estructural en el momento resistente.

3.3.10. El muro

Según Blash et al. (2023), el muro puede ser destinado para diferentes finalidades como es el caso de contención de fluidos o de tierra, así como materiales almacenados en reservorios y silos, de la misma forma puede ser también un elemento estructural portante correspondiente a un edificio diafragmado o simplemente un cerco, en tanto los diseños de los muros debe hacerse con métodos racionales.

3.3.11. Muro no portante

Según Blash et al. (2023), hace mención que un muro no portante se define como un elemento fabricado y diseñado para soportar únicamente las cargas que provienen de su propio peso y de cargas transversales; es decir, tabiques, cercos y/o parapetos. Es importante señalar que estos muros deben estar diseñados principalmente para resistir las cargas perpendiculares a su plano.

3.3.12. Muro portante

Blash et al. (2023), menciona que el muro portante se utiliza como componentes estructurales de una construcción, dado que estos muros están expuestos a toda clase de solicitudes. Esta albañilería estructural está diseñada para transmitir las cargas en dirección vertical y horizontal hacia la cimentación o parte inferior; por lo tanto, se requiere que sean continuos en sentido vertical, por lo tanto, por su diseño y resistencia los muros portantes soportan cargas adicionales a su propio peso.

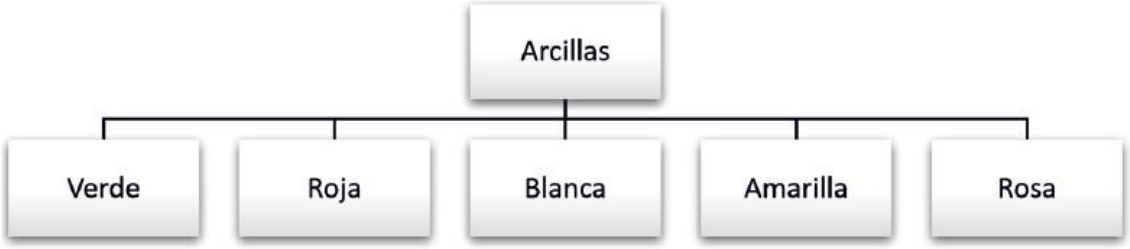
3.3.13. La arcilla

Amado & Villafrades (2009), señalan que las arcillas son la principal materia prima utilizada en la fabricación de unidades de albañilería y que sus propiedades físicas, químicas y mineralógicas pueden variar según el depósito. Por ello, el control de calidad debe

comenzar con su adecuada caracterización. Las arcillas con mayor contenido de caolinita permiten obtener unidades de color claro, resistentes y con propiedades refractarias.

Figura 32

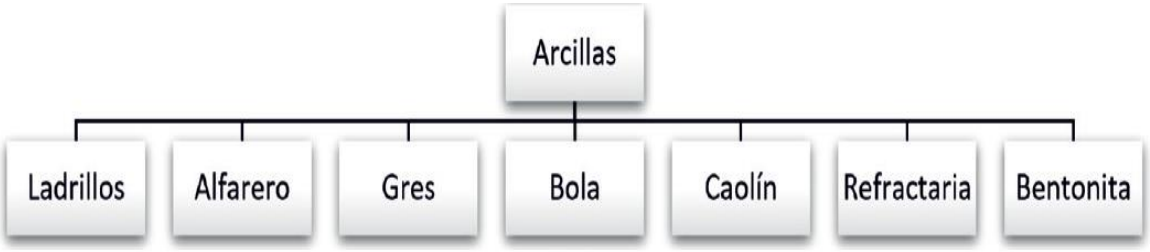
Clasificación de las arcillas según el comportamiento en presencia de agua.



Nota: Libro “Arcillas desvelando sus secretos” (Velázquez, pág. 49)

Figura 33

Clasificación del uso de las arcillas



Nota: Libro: Arcillas desvelando sus secretos de Velázquez, pág. 49.

IV. Metodología

4.1. Tipo y nivel de Investigación

4.1.1. Tipo de Investigación

Según Gallardo (2017), la investigación realizada corresponde a una investigación cuantitativa de tipo experimental, por lo que se manipula la variable (incorporación del concreto líquido) para evaluar su efecto en las propiedades mecánicas (resistencia a compresión axial, resistencia a corte, módulo de elasticidad y módulo de corte) de los muros de albañilería construidos con blócker de arcilla (20 huecos).

4.1.2. Nivel de investigación

Según Gallardo (2017), el nivel de investigación es explicativo, en vista que busca por qué la ocurrencia de los hechos, eventos y fenómenos físicos o sociales mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto.

4.1.3. Diseño de la investigación

Gallardo (2017), hace mención que acorde al propósito que se busca obtener la investigación es diseño experimental comparativo simple, porque se busca someter a un objeto a ciertas condiciones, a ciertas provocaciones o tratamientos de la variable independiente, posteriormente para visualizar los efectos y reacciones que pueda realizar la variable dependiente, el diseño experimental se caracteriza fundamentalmente, porque se manipulan y controlan las variables.

4.2. Ámbito temporal y espacial

4.2.1. Ámbito temporal

El proceso para elaborar la tesis denominada “Incorporación del concreto líquido en los muros de albañilería compuestos por blócker de arcillas (20 huecos) para evaluar las propiedades mecánicas en la provincia de Andahuaylas, 2024” Se llevó a efecto durante el año 2024.

4.2.2. Ámbito espacial

Está delimitado geográficamente a nivel de la provincia de Andahuaylas, departamento de Apurímac, bajo la problemática de Incorporación del concreto líquido en

muros de albañilería compuestos por blócker de arcilla de 20 huecos para evaluar sus componentes mecánicos, donde estas unidades de albañilería acopiadas fueron trasladados a laboratorio, los ensayos respectivos se llevaron a cabo en la Dirección Sub Regional de Transportes y Comunicaciones Chanka del Gobierno Regional de Apurímac ubicado en el barrio Mazuraccra del distrito de Talavera, en dicha entidad se realizaron ensayos con fines clasificatorios y no clasificatorios, el otro laboratorio utilizado para los ensayos prismáticos fue el laboratorio H y H INGENIEROS CONSULTORES y EJECUTORES S.R.L. ubicado en la ciudad de Abancay.

4.3. Población y muestra

4.3.1. Población

Según Arias et al. (2022), se trata de un conjunto finito o infinito de elementos similares susceptibles a ser medidos. Para el presente caso está conformada por el conjunto de prismas de albañilería producidos con blócker de arcilla de 20 huecos, además se toma en cuenta los criterios de exclusión e inclusión como se menciona a continuación:

Criterio de exclusión: La presente investigación realizada excluirá los muros de albañilería reforzados con acero corrugado en los alveolos de la unidad, con mallas electro soldadas, con geomallas, así mismo se excluye de reforzamiento del mortero.

Criterios de inclusión: En la investigación se realizará el mejoramiento de la capacidad de resistencia de los muros de albañilería para lo cual se centrará en el análisis de los siguientes muros: Muros de albañilería con concreto líquido y muros de albañilería sin concreto líquido.

4.3.2. Muestra

La muestra según Hernández et al. (2006) menciona que es un sub grupo de la poblacion, por otro lado la Norma E.070 indica que el número mínimo de muestras a realizar tanto en pilas y muretes es 3, por lo tanto la muestra constituye 7 pilas y 7 muretes, a las que se realizaron ensayos de resistencia a compresión axial en pilas (f'm), ensayos de resistencia a compresión diagonal (V´m) en muretes, ensayo del módulo de elasticidad y

ensayo del módulo de corte, en la tabla 9 se ilustra la cantidad de muestras por tipo de ensayo.

Tabla 9

Cantidad de muestras por tipo de prismas y ensayos a realizar

Ítem	Descripción	Cantidad de muestra	Ensayos a realizar
01	Pilas con concreto líquido (PCCL)	03	Resistencia a compresión axial en pilas (f'm), módulo de elasticidad (Em)
02	Pilas sin concreto líquido (PSCL)	04	Resistencia a compresión axial en pilas (f'm), Modulo de elasticidad (Em)
03	Muretes con concreto líquido (MCCL)	03	Resistencia a compresión diagonal (V´m), módulo de corte (Gm)
04	Muretes con concreto líquido (MSCL)	04	Resistencia a compresión diagonal (V´m), módulo de corte (Gm).

4.4. Instrumentos

Arias et al. (2022), hace referencia de su importancia para la recoleccion de datos en una investigacion desde cuestionarios hasta fichas de observacion razon por el que el instrumento debera tener los criterios de confiabilidad y validez para ser utilizado, bajo ese contexto el instrumento permite realizar una valoración global de la conducta del sujeto, existen diversos clases de instrumentos como son: Diario de campo, cuestionario abierto, ficha de observacion, video grabadora, etc. Los instrumentos utilizados en la investigación son:

Aplicativos:

Microsoft Excel 2019

Formatos exclusivos para recolectar datos, en el que se registraron todos los hallazgos acordes a las siguientes normativas que en tabla 11 se muestra:

Tabla 10

Tipos de formatos para recolección de datos

Ítem	Tipo de formato utilizado	Elaboración
01	Ensayo de variación dimensional	acorde a la Norma E.070 de Albañilería, NTP 399.604 y NTP 399.613.
02	Ensayo de alabeo	acorde a la Norma E.070 de Albañilería, NTP 399.604 y NTP 399.613.
03	Ensayo de resistencia a compresión axial (f'b)	acorde a la Norma E.070 de Albañilería, NTP 399.604 y NTP 399.613.
04	Ensayo de succión	acorde a la Norma E.070 de Albañilería, NTP 399.604 y NTP 399.613.
05	Ensayo de absorción, absorción máxima, coeficiente de saturación, densidad	acorde a la Norma E.070 de Albañilería, NTP 399.604 y NTP 399.613.
06	Ensayo de resistencia de la albañilería a compresión axial en pilas (f'm)	acorde a la Norma E.070 Albañilería y NTP 399.605.
07	Ensayo de resistencia característica a compresión diagonal (v´m)	acorde a la Norma E.070 Albañilería y NTP 399.621.
08	Ensayo del módulo de elasticidad (Em)	acorde a la NTP 399.605.
09	Ensayo del módulo de corte	acorde a la NTP 399.621.

4.5. Procedimientos

Se realizo una serie de pruebas de tipo clasificatorio y no clasificatorio a las unidades de albañilería, de la misma forma se elaboró pilas y muretes con blócker de arcilla (20 huecos) para realizar ensayos prismáticos con fines de evaluar la influencia de la incorporación del concreto líquido en las propiedades mecánicas (resistencia a compresión axial, resistencia a corte, módulo de elasticidad y módulo de corte).

4.5.1. Pruebas clasificatorias

a) Variación dimensional

Se realizó siguiendo el procedimiento acorde a NTP 399.613 y NTP 399.604. Lo cual radica en primer lugar la limpieza de las superficies a intervenir, para lo cual se utilizó una escobilla manual, este procedimiento de limpieza se realiza con la finalidad de facilitar una mejor trabajabilidad, una vez realizado las mediciones con vernier y/o pie de rey calibrado se obtuvo datos numéricos, enseguida se realizó los cálculos con la ecuación 20.

$$\mathrm{DP} = \frac{\mathrm{D1} + \mathrm{D2} + \mathrm{D3} + \mathrm{D4}}{4} \qquad (20)$$

Dónde:

DP : Dimensión Promedio en (mm).

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

Figura 34

Vista de la prueba de variación dimensional



b) Alabeo

Este procedimiento se efectuó poniendo el blócker de arcilla a una superficie nivelada como se muestra e la figura 34, enseguida se coloca una regla graduada en los vértices de la unidad de forma cruzada y posteriormente se encaja una cuña metálica graduada al milímetro en la parte inferior de la regla. Una vez realizado este procedimiento en el blócker de arcilla de 20 huecos se realiza la lectura, por lo tanto, los resultados demostraron que el mayor alaveo de concavidad o convexidad fue de 4 mm por lo que cumplen con la normativa.

Figura 35

Vista del ensayo de alabeo de los blócker de arcilla



c) **Resistencia a compresión axial (f'b) de unidades de blócker de arcilla**

Se realizó ensayos en laboratorio acorde a lo indicado en la NTP 399.613 y NTP 399.604, para determinar la resistencia a compresión axial (f'b) se utilizaron unidades secas a la que se aplicó carga axial mediante una prensa hidráulica de capacidad de 2,000 kN, se controló las velocidades de carga de forma que arribe al punto de rotura en un lapso 3 a 5 minutos y por último, la resistencia unitaria de la unidad de blócker se expresó como el valor de la carga de rotura dividida entre el área bruta, este procedimiento se realizó a cada unidad, luego se obtuvo el promedio de las resistencias para finalmente al promedio restar una desviación estándar y obtener la resistencia característica (f'b) de la unidad, en dicho ensayo se utilizó 6 unidades de blócker de arcilla (20 huecos) de la provincia de Andahuaylas, de la misma forma la Norma E070, indica que la resistencia característica (f´b) es el resultado promedio menos una desviación estándar, para la obtención de resultados se utilizó la ecuación 21:

Resistencia a la compresión de la unidad de la albañilería

$$fb = \frac{Pmáx}{Ab} \qquad (21)$$

$$f'b = fb - \sigma$$

Donde:

fb : Resistencia a la compresión de la unidad de la albañilería (kg/cm^2)

Pmáx : Carga Máxima de Rotura en (kg).

f'b : Resistencia a la compresión característica promedio en (kg/cm^2).

σ : Desviación estándar.

Ab : Área bruta de la unidad de albañilería en (cm^2).

Figura 36

Ensayo de resistencia a la compresión (f'b) de la unidad de blócker de arcilla



4.5.2. Pruebas no clasificatorias

a) Humedad natural

Esta prueba se caracteriza por el porcentaje del agua que contiene las unidades de blócker de arcilla 20 huecos, todo ello en estado natural con relación a su peso en estado seco. Primero se obtuvo el peso de dichas unidades de blócker en una balanza digital calibrada, una vez obtenida el peso a la cual llamamos (peso natural), enseguida se coloca en horno eléctrico por un lapso de 24 horas a temperatura de 110ºC, pasado este periodo se retira las muestras del horno para ser pesado obteniendo así el peso en estado seco, una vez obtenido todos los datos requeridos se procede a realizar los cálculos del porcentaje de humedad con la ecuación 22.

Porcentaje de humedad

$$\text{Humedad } (\%) = 100 \text{ x} \frac{(\text{Peso}_{\text{natural}} - \text{Peso}_{\text{seco}})}{\text{Peso}_{\text{seco}}} \qquad (22)$$

Donde

Humedad (%) : Porcentaje de humedad de la unidad.

$\text{Peso}_{\text{natural}}$: Peso de la unidad en estado natural.

$\text{Peso}_{\text{seco}}$: Peso de la unidad secada en horno durante 24 horas a 110˚C

Figura 37

Pesado del blócker en estado natural y en estado seco



b) Succión

Para realizar este ensayo se seleccionaron 05 unidades de blócker de arcilla, estas unidades fueron secadas en horno eléctrico a una temperatura de 110ºC por un lapso de 24 horas, una vez transcurrido el tiempo de secado se retira las muestras del horno para ser pesado y obtener el peso seco, enseguida se colocan las unidades en una bandeja metálica para lo cual debe haber fluido constante de agua alimentado externamente, las unidades deberán estar en contacto con el elemento líquido por un tiempo de 01 minuto, en seguida es retirado y secado de forma rápida con un trapo para ser pesado en una balanza, una vez obtenido todos los datos se realiza el cálculo utilizando la ecuación 23.

Ecuación para determinar la succión

$$S = \frac{200 * W}{(L * B)} \qquad (23)$$

Donde:

W : Incremento de peso, en gramos.

L : Largo promedio de la superficie contactado con agua, en cm.

B : Ancho promedio de la superficie contactado con agua, en cm.

S : Succión normalizada sobre la base de 200 cm^2.

Figura 38

Prueba de succión de los blócker de arcilla en un lapso de 1 minuto



c) Absorción, absorción máxima, coeficiente de saturación y densidad de las unidades de blócker de arcilla (20 huecos).

Los ensayos se efectuaron acorde a la NTP 399.604 y NTP 399.613, para realizar el ensayo de absorción en primer lugar se realizó el secado de dichas unidades de blócker en horno eléctrico por 24 horas a 110ºC, transcurrido este periodo se retira del horno y se registra los datos del peso denominándolo peso en estado seco, enseguida se sumerge en agua los especímenes a una temperatura de 15 a 20 ºC por un periodo de tiempo de 24 horas, pasado este tiempo sacamos las unidades del agua y lo secamos con un pedazo de trapo y realizamos el respectivo pesado denominándole a este (peso saturado), una vez obtenido los datos, se procede a realizar el cálculo del porcentaje de absorción con la ecuación 23, para el ensayo de absorción máxima, las unidades dejamos en un recipiente con agua a 15ºC y 30º C, enseguida se calienta de manera progresiva el líquido hasta la ebullición por 5 horas. Una vez que llegue a las 5 hora de ebullición sacamos las unidades

y pesamos para obtener datos y realizar el respectivo cálculo, el coeficiente de saturación se realiza con fines de conocer la durabilidad de la unidad, para su obtención se realiza la división de los datos obtenidos de absorción entre los datos de absorción máxima ambos expresados en porcentaje.

Figura 39

Procedimiento para la obtención del porcentaje de absorción



Los cálculos del porcentaje de absorción y absorción máxima se realizaron con la ecuación 24 y 25.

Porcentaje de absorción

$$A\ (\%) = 100 * \frac{(\text{Peso}_{\text{sat}} - \text{Peso}_{\text{seco}})}{\text{Peso}_{\text{seco}}} \qquad (24)$$

Donde:

A : Porcentaje de absorción (%).

(Peso_{sat} : Peso saturado del espécimen, periodo de 24 horas en poza de agua.

$\text{Peso}_{\text{seco}}$: Peso del espécimen secada en horno durante 24 horas a 110°C

$$\text{A max} = 100 * \frac{(\text{Peso}_{\text{sat.ebull.}} - \text{Peso}_{\text{seco}})}{\text{Peso}_{\text{seco}}} \qquad (25)$$

Donde:

A máx. : Absorción máxima (%).

$\text{Peso}_{\text{sat.ebull.}}$: Peso del espécimen saturada durante 5 horas en ebullición

Figura 40

Ensayo de absorción máxima saturado en ebullición de 5 horas



Figura 41

Procedimiento para obtención del peso saturado y peso sumergido



La determinación del coeficiente de saturación y la densidad se realizó con las ecuaciones 26 y 27 respetivamente.

Coeficiente de saturación

$$C_{sat.} = \frac{A}{A_{max.}} \qquad (26)$$

Donde:

$C_{sat.}$: Coeficiente de saturación

A : Absorción del espécimen (%).

$A_{max.}$: Absorción máxima del espécimen (%).

Densidad del espécimen

$$D = \frac{Pseco}{Vsat} \quad (27)$$

Donde:

D : Densidad del espécimen.

Pseco : Peso seco al horno del espécimen.

Vsat : Volumen saturado en (gr/cm^3)

5.5.3. Prismas de albañilería

5.5.3.1. Construcción de pilas de albañilería

Los ensayos de resistencia a compresión axial de pilas de albañilería se realizaron una vez pasado los 28 días después de su elaboración, se construyeron 7 pilas de blócker de arcilla de 20 huecos en total, de los cuales 3 pilas se elaboraron incorporando a los alveolos concreto líquido a la que se denominara con las siglas de (PCCL) y 04 pilas se elaboraron sin incorporar concreto líquido a las que se denominara con las siglas de (PSCL) , las pilas estas conformadas por 2 hiladas cada una, las unidades de albañilería se regaron con agua por un tiempo de 20 a 30 minutos un día antes de asentado, esta práctica con fines de evitar la succión de agua en el mortero antes de la fragua, este suceso antes mencionado podría ocasionar la mengua de las adherencias del mortero, una vez obtenida nuestras unidades saturadas se procedió a preparar el motero acorde a la Norma E.070 de albañilería donde la proporción de cemento y arena es de 1:4, respectivamente.

Figura 42

Construcción de pilas de albañilería con blócker de arcilla 20 huecos



Por otro lado, cabe indicar que, para la consideración de numero de hiladas para la construcción de pilas se tuvo que realizar el cálculo de la esbeltez acorde a la Norma E.070 “albañilería”, en la tabla 11 se muestra datos utilizados para obtener la esbeltez.

Tabla 11

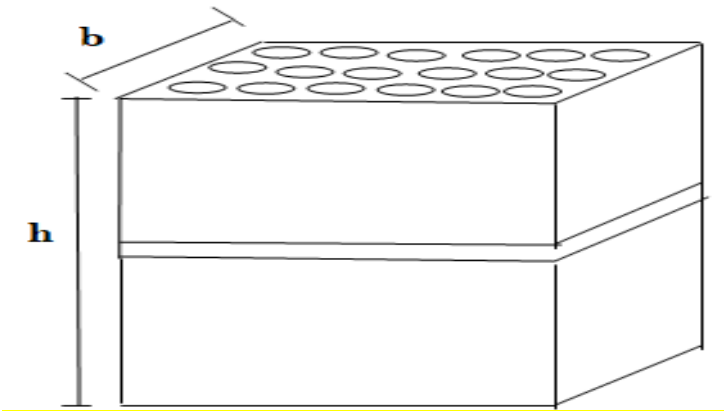
Procedimiento para obtención de la esbeltez en pilas

Ítem	Descripción	Valor
1	Altura	h= 40.75 cm
2	Espesor	b= 12.15 cm
3	Esbeltez	h/b= 3.35

Nota: De la tabla 11 se indica que al realizar la operación cumple condición acorde a Norma E.070, 2 < esbeltez < 5.

Figura 43

Pila de albañilería elaborada con blócker de arcilla 20 huecos



5.5.3.2. Elaboración del refrentado

Las pilas una vez construidas son puestas en un solo lugar para el respectivo secado, una vez transcurrido un periodo de 28 días, se realiza un refrentado o *capping* de 3mm de espesor, los insumos utilizados fue yeso y cemento. Este proceso de refrentado se realizó 2 días anteriores al referido ensayo, el *capping* tiene una particularidad de fraguar de forma rápida y tiene la finalidad de corregir los desniveles presentados en las superficies de pila, en la figura 44 se ilustra el procedimiento del refrentado de pilas.

Figura 44

Vista del proceso de refrentado de pilas de albañilería



5.5.3.3. Montaje e Instrumentación

Una vez cumplido los 28 días las pilas fueron trasladadas a la zona de ensayo para la realización de las pruebas, una vez cargado las pilas en la prensa hidráulica calibrada

de capacidad 60 toneladas, enseguida se instrumentó a cada muestra de pila antes de los ensayos, el cual consistió en fijar el deformímetro digital de manera vertical en las pilas. Cabe indicar que dicho equipo digital utilizados en el ensayo tienen una precisión de 0.01mm, en la figura 45 se visualiza los deformímetros digitales colocados en cada pila.

Figura 45

Instalación del deformímetro digital en las pilas de albañilería



5.5.3.4. Ensayo de resistencia de la albañilería a compresión axial en pilas (f'm).

Los ensayos fueron realizados con una prensa hidráulica de capacidad 60 tn. Para lo cual en plena prueba se controló la velocidad de la carga, por lo que deberá ser de carácter homogéneo y logrando evitar la producción de sobrecargas y/o impactos contundentes, cada prueba realizada a las pilas tuvo una duración de rotura entre 3 a 4 minutos, mientras que la velocidad de carga recomendable es de 5 tn/min, en la siguiente figura se muestra el procedimiento resistencia de la albañilería a compresión axial en pilas.

Figura 46

Ensayo de resistencia de la albañilería a compresión axial en pilas



Para realizar el cálculo de resistencia de la albañilería a compresión (f'm) se utilizó la siguiente ecuación:

Resistencia de la albañilería a compresión axial individual

$$f'm = \frac{P_{max.}}{A_{b.}} \quad (28)$$

Donde:

fm : Resistencia de la albañilería a compresión axial individual (kg/cm

$P_{max.}$: Carga máxima que resiste la pila (kg).

Desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(fmi - fm)^2}{n - 1}} \quad (29)$$

Donde

σ : Desviación estándar en kg/cm^2.

fmi : Resistencia a compresión axial en kg/cm^2.

fm : Resistencia a compresión axial promedio en kg/cm^2.

n : Numero de muestras.

Resistencia característica de la albañilería a compresión axial

$$f'm = \text{promedio (fm)} - \sigma \quad (30)$$

Donde:

f'm : Resistencia característica a compresión axial kg/cm^2.

σ : Desviación estándar de las resistencias (kg/cm^2).

5.5.3.5. Determinación del módulo de Elasticidad de Pilas (Em).

Para la obtención del módulo de elasticidad es imprescindible realizar la instrumentación con un equipo que nos permita obtener las deformaciones, por ende, para cada ensayo tuvo que instalarse dicho equipo a cada pila de albañilería antes de realizar el ensayo a compresión axial, dicha instrumentación consistió en fijar un deformímetro en cada muestra colocándolo de forma vertical, este instrumento digital posee una precisión de 0.01mm. Por lo que, después de obtener datos del ensayo de cada muestra se realizó los cálculos correspondientes con las ecuaciones citadas líneas arriba, a continuación, en la siguiente figura se muestra la instalación del deformímetro:

Figura 47

Instalación de deformímetros en forma vertical en cada pila



5.5.3.6. Construcción de muretes de albañilería

Los respectivos ensayos a compresión diagonal se realizaron una vez pasado los 28 días después de su elaboración, se construyeron 7 muretes de blócker de arcilla de 20 huecos en total de los cuales 3 muretes se elaboraron incorporando concreto líquido a los alveolos de las unidades denominándolo (MCCL) y 04 muretes se elaboraron sin incorporar concreto líquido (MSCL), las dimensiones promedio de los muretes construidos fueron aproximadamente de 73.98 cm x 81.73 cm en promedio, antes de la construcción las referidas unidades de albañilería se regaron con agua un día antes del asentado, esta práctica con fines de evitar la succión de los blócker al mortero antes de la fragua, este suceso podría ocasionar la disminución de la adherencia del mortero y las unidades de albañilería, una vez obtenida nuestras unidades saturadas se procedió a preparar el motero acorde a Norma E.070 “albañilería”, para lo cual la dosificación del cemento-arena fue de 1:4 respectivamente.

Figura 48

Proceso de fabricación de muretes de albañilería con blócker de arcilla



En el proceso de construcción de muretes también se realizó el control respectivo de la verticalidad por lo que se usó una plomada de tal manera que se evita errores por excentricidades en los referidos ensayos de resistencia a compresión diagonal, de igual forma se realizó el control de las juntas de 1.5 cm acorde a norma.

5.5.3.7. Elaboración del refrentado en muretes

Este procedimiento de refrentado o *capping* se realiza en las esquinas de apoyo del murete, tiene una particularidad de fraguar de forma rápida y tiene la finalidad de corregir los desniveles para así tener una superficie uniforme. Este procedimiento de refrentado es de 3mm de grosor, los insumos utilizados son agua, yeso y cemento, en el estudio realizado este proceso se realizó 2 días antes del ensayo de compresión diagonal, en la siguiente figura se ilustra el procedimiento de refrentado:

Figura 49

Proceso de refrentado en los extremos de los muretes



5.5.3.8. Montaje e Instrumentación

Una vez cumplido los 28 días los muretes fueron trasladados con un gato hidráulico hacia una prensa hidráulica para realizar el ensayo, una vez cargado la muestra en la prensa hidráulica de capacidad 60 tn, se procede con la instrumentación con el deformímetro digital que tiene una precisión de 0.01 mm, cabe indicar que la instrumentación se realiza a cada murete antes de realizar el ensayo de resistencia a compresión diagonal, a continuación en la siguiente figura se ilustra el procedimiento de la instrumentación:

Figura 50

Instalación de deformímetro digital en los muretes de albañilería



5.5.3.9. Ensayo de resistencia característica a compresión diagonal (V´m) en muretes

Una vez instrumentado las muestras se inicia con los ensayos por lo que se aplica carga a través de una prensa hidráulica de capacidad 60 ton. La primera mitad de dicho ensayo se realizó a velocidades no controladas hasta que se aproxime a la mitad de la carga total que soportará el murete de albañilería, luego se sigue con los ensayos a velocidad aplicada de carga moderada de 1ton/min, además que con la velocidad planificada se afianza a que la falla del murete se presente en un lapso 1 a 2 minutos, se toma las lecturas de la carga versus deformación, según la NTP 399.621 como mínimo se toma 10 lecturas, en la figura 51 se muestra el ensayo de resistencia a compresión diagonal (V´m) realizado en laboratorio.

Figura 51

Tipo de falla ocasionada a raíz de la compresión diagonal



Para la obtención de la resistencia característica a corte diagonal (V'm) se utilizó las ecuaciones 31, 32, 33 como se muestra a continuación:

Cálculo de resistencia a corte diagonal (V'm)

$$V'm = \frac{P_{max}}{A * \sqrt{2}} \quad (31)$$

Donde:

V'm : Resistencia característica de la albañilería al corte (kg

P_{max} : Máxima carga diagonal a la rotura que resiste el mure

A : Área bruta de apoyo del muro en cm^2.

Área bruta de apoyo del muro

$$\mathbf{A} = (L + h) * \frac{t}{2} \quad (32)$$

Donde:

A : Área bruta de apoyo del muro en (cm^2).

L : Largo de muro en (cm).

H : Alto del muro en (cm).

t : Espesor del muro en (cm).

Desviación estándar de (Vm)

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(\mathrm{Vmi} - \mathrm{Vm})^2}{\mathrm{n} - 1}} \quad (33)$$

Donde:

$\boldsymbol{\sigma}$: Desviación estándar kg/cm^2.

Vm$\boldsymbol{i}$: Resistencia a compresión en kg/cm^2.

Vm : Resistencia a compresión promedio en kg/cm^2.

$\boldsymbol{n}$: Número de muestras.

Resistencia característica de la albañilería al corte

$$\text{V'm} = \text{promedio (Vm)} - \sigma \quad (34)$$

Donde:

V'm : Resistencia característica de la albañilería al corte (kg/cm^2).

Σ : Desviación estándar.

5.5.3.10. Determinación del módulo de corte en muretes (Gm).

Se realizó a través de los ensayos a compresión diagonal y la respectiva instrumentación a cada murete que en su totalidad fueron 07 muestras de los cuales 4 muretes se elaboraron sin incorporar concreto líquido (MSCL) y 03 muretes con incorporación de concreto líquido (MSCL), por ende, se colocaron deformímetros en la

diagonal vertical y horizontal de cada murete todo ello antes de realizar el ensayo a compresión diagonal, estos instrumentos denominados deformímetros digitales tuvieron precisión de 0.01mm y tienen la finalidad de determinar los desplazamientos que realizan al ejecutar la presión diagonal en muretes y con la data que se obtuvo se realizó la determinación del módulo de corte de forma experimental por lo tanto en la figura 52 se muestra la instrumentación de muretes para obtención de datos.

Figura 52

Instrumentación con deformímetro en muretes para obtención de datos



4.6. Análisis de datos

Posterior al desarrollo de todos los procedimientos realizados en los diferentes ensayos el cual se menciona en el ítem 4.5, razón por el que el análisis de datos será descrito detalladamente en el capítulo V: Resultados y discusión y por ende se realizará las respectivas conclusiones de la investigación realizada.

La técnica estadística es muy importante y sirve para procesar los datos de la investigación en vista que la confiabilidad está evidenciada acorde a estos procedimientos por lo que permite realizar la evaluación de datos a través de parámetros estadísticos, en tanto que el estudio y tratamiento estadístico de los diferentes datos extraídos de las muestras se llevó a cabo a través del sofware T de Student. Este es una herramienta para evaluar las medias de uno o dos grupos mediante pruebas de hipótesis, de la misma forma se hiso uso de sofware Microsoft Excel. Este software es una herramienta fundamental en vista que posee las características necesarias para llevar a cabo el análisis de datos,

generar gráficos y tablas; lo que facilitó la realización del análisis de los datos obtenidos en relación a los objetivos.

4.7. Consideraciones éticas

La investigación se ejecutó responsablemente, respetando la rigurosidad y transparencia en todo el proceso de la investigación, los ensayos correspondientes se efectuaron en laboratorios que cuentan con equipos calibrados, de modo que, garantiza la integridad y autenticidad de los resultados, de la misma forma la obtención de la data es verídica en vista que se trabajó con principios de honestidad sin ningún tipo de alteración de los datos por lo que la presente pesquisa será útil a investigaciones posteriores, por otro lado la información mencionada en las bases teóricas fue acorde a la experiencia de los diferentes autores, en razón que las citas se realizaron acorde a la normativa de la Universidad y acorde la Norma APA 7ma edición.

V. Resultados y discusión

5.1. Resultados

Se muestran en los ítems 5.1.1 al 5.1.7, además se indica que los ensayos con fines clasificatorios y con fines no clasificatorios a las unidades de albañilería se usó como referencia la norma E.070, la NTP 399.604 y NTP 399.613. Así mismo se realizó ensayos de resistencia de prismas albañilería utilizando como referencia la NTP 399.605 y NTP 399.621, y por último se determinó el módulo de elasticidad en pilas y el módulo de corte en muretes, después de ello se ha procedido a efectivizar los cálculos correspondientes.

5.1.1. Pruebas clasificatorias

a) Variación dimensional

Tabla 12

Variación dimensional del blócker de arcilla (20 huecos)

Espécimen N°	Largo(mm)					Ancho(mm)					Altura(mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lp	A1	A2	A3	A4	Ap	H1	H2	H3	H4	Hp
C-01	287.63	289.01	288.76	288.35	288.44	121.56	122.60	122.10	121.88	122.04	190.39	191.40	188.95	189.89	190.16
C-02	288.71	287.66	289.08	289.02	288.62	121.08	120.73	121.25	121.84	121.23	191.05	188.71	187.63	189.82	189.30
C-03	288.63	287.62	287.64	288.73	288.16	120.34	120.39	121.29	120.62	120.66	190.34	189.95	188.48	189.73	189.63
C-04	285.16	285.44	285.66	286.24	285.63	119.49	119.56	119.88	121.03	119.99	188.61	189.42	188.68	187.65	188.59
C-05	286.09	285.81	287.46	286.79	286.54	121.02	119.67	120.69	121.04	120.61	189.73	188.96	189.17	188.75	189.15
C-06	288.48	286.90	289.48	288.96	288.46	122.43	122.05	122.80	122.62	122.48	191.05	190.29	190.07	189.36	190.19
C-07	286.31	285.75	288.46	290.47	287.75	120.82	120.08	121.65	121.72	121.07	190.51	189.40	188.98	189.58	189.62
C-08	288.80	289.61	290.24	292.16	290.20	121.87	121.68	122.76	122.79	122.28	191.95	191.74	190.25	191.76	191.43
C-09	287.40	286.11	289.68	288.33	287.88	120.87	121.38	122.23	121.81	121.57	189.28	189.00	188.68	188.35	188.83
C-10	288.94	288.34	290.05	289.39	289.18	123.23	121.86	122.32	123.39	122.70	191.36	190.71	189.39	189.54	190.25
	Medida de Fabricante		**L:**	**302.00**				**A:**	**126.00**				**H:**	**200.00**	
	Desviación estándar		**σ:**	**1.28**				**σ:**	**0.90**				**σ:**	**0.83**	
	Medida promedio		**Lp**	**288.08**				**A**	**121.46**				**H**	**189.71**	
	Variación Dimensional		**%**	**4.61**				**%**	**3.60**				**%**	**5.14**	

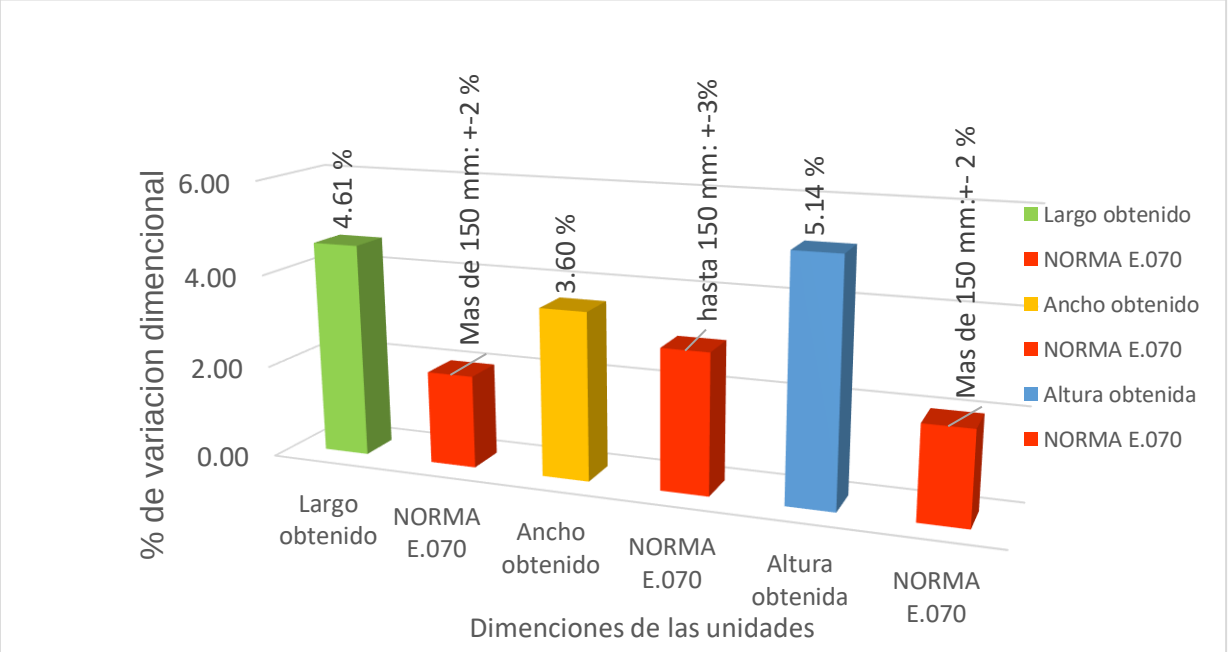
Nota: De la tabla 13 podemos indicar que se efectivizó siguiendo el procedimiento acorde a NTP 399.613 y NTP 399.604.

En la figura 53 se aprecian los promedios de las dimensiones del blócker de arcilla (20 huecos), el largo de la unidad tiene una variación de 4.61%, siendo superior a la variación máxima aceptable de -+2%; referente al ancho tiene una variación dimensional

de 3.60%, siendo esta superior a la variación máxima aceptable que es -+3%; y finalmente se tiene la altura por lo que tiene una variación dimensional de 5.14%, respectivamente lo cual es superior a la variación máxima aceptable de +-2%, entonces podemos decir que, se encontró una mayor variación de dimensiones a causa de las imperfecciones de órden geométrico del blócker de 20 huecos.

Figura 53

Variación dimensional de los blócker de arcilla respecto a Norma E.070



b) Alabeo

El mayor alabeo de forma cóncava o convexidad conducen a un mayor espesor de las juntas. De la misma forma, puede estrechar la zona de contacto con el mortero al formarse vacíos en las áreas con mayor alabeo. Estas pruebas se realizaron poniendo las superficies del asiento de las unidades sobre superficies planas para posteriormente encajar una cuña metálica graduada al milímetro en la zona con mayor alabeo; así mismo debe colocarse una regleta que conecte los extremos en forma diagonal opuestos de las unidades de albañilería para inmediatamente introducir las cuñas en los puntos de mayor deflexión. Los hallazgos quedaron expresados en milímetros. Realizado este procedimiento el blócker de 20 huecos llegó a clasificarse por alabeo como bloque tipo

portante en vista que el mayor valor de alabeo obtiene hasta 4 mm, como se muestra en la tabla 13.

Tabla 13

Alabeo del blócker de arcilla (20 huecos)

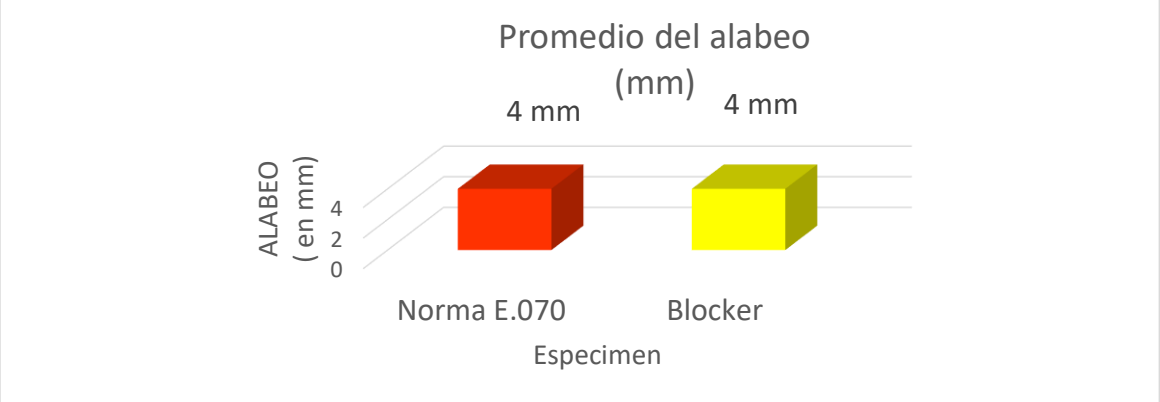
Espécimen N°	Cara A (mm)		Cara B (mm)		Alabeo (mm)	
	Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo	C1	C2
C-01	4	0	2	0	4	0
C-02	3	1	4	2	2	3
C-03	4	0	4	0	3	4
C-04	3.5	1	4	1	1	2
C-05	2.5	0	4	0	4	3
C-06	3	0	4	0	3	3
C-07	3	0.5	1	0	2	2
C-08	1	0	3.5	2	0.5	1
C-09	3	1	5	0	3	2
C-10	3	0	3	1	1	3

Nota: Precisión de la cuña: 1mm

Acorde a la figura 54, se indica que el RNE Norma E.070 menciona que el alabeo máximo que debe tener un bloque portante es de 4 mm, y acorde a los resultados adquiridos del ensayo, se demuestra que el alabeo mayor es de 4 mm por lo que cumple con normativa llegando a clasificar por alabeo como bloque tipo P.

Figura 54

Alabeo del blócker de arcilla (18 huecos), respecto a Norma E.070



c) Resistencia a compresión axial (f'b) de unidades de blócker de arcilla

En esta etapa se efectuó los ensayos en laboratorio acorde indica la NTP 399.613 y NTP 399.604. En consecuencia, los especímenes a ensayar tienen que ser unidades secas, se aplicó carga mediante una prensa hidráulica, por ende, se controló las velocidades de carga en tanto que cada ensayo tuvo una duración de 3 a 5 minutos.

Figura 55

Ensayo de resistencia a compresión axial (f'b) de los blócker de arcilla



Tabla 1

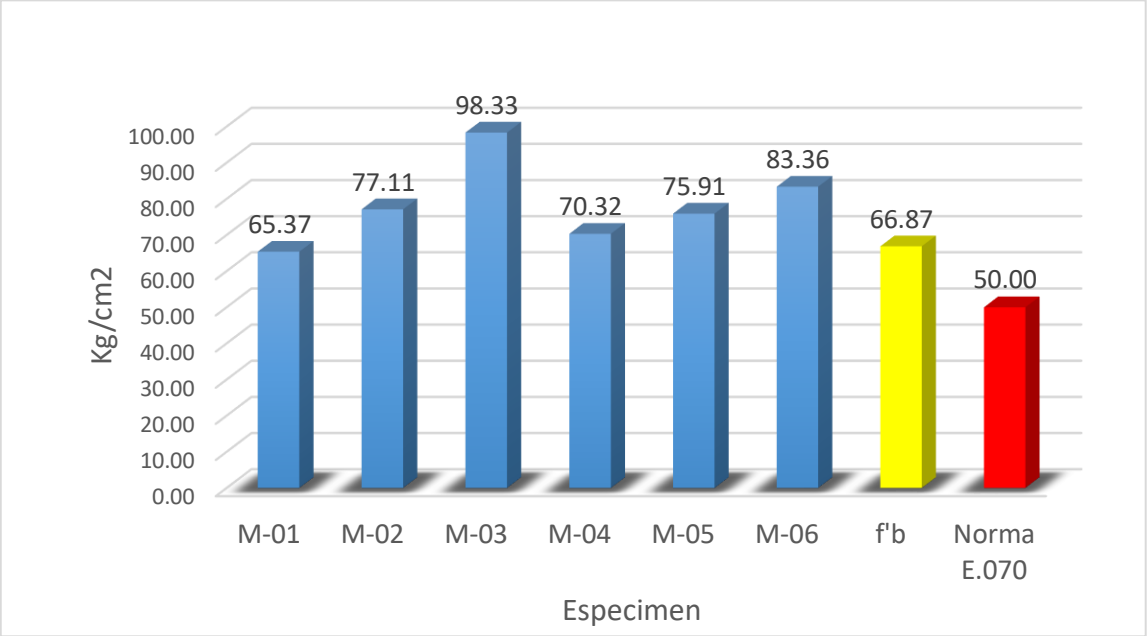
Resultados de resistencia a compresión (f'b) de los blócker de arcilla (20 huecos)

Espécimen N°	Largo (mm)		L promedio	Ancho (mm)		A promedio	Espesor (mm)		Peso Seco	Carga Máxima		Área Bruta	Resistencia (fb)
	L1	L2	Lp	A1	A2	Ap	E1	E2	(gr)	(KN)	(Kg)	(cm2)	(Kg/cm2)
M-01	288.37	286.66	287.52	121.17	121.37	121.27	190.24	191.86	5065.00	223.46	**22792.92**	**348.67**	**65.37**
M-02	290.11	289.04	289.58	122.51	122.1	122.31	192.85	192.27	5055.00	267.74	**27309.48**	**354.16**	**77.11**
M-03	286.44	288.14	287.29	121.14	120.88	121.01	190.59	190.35	5039.50	335.14	**34184.28**	**347.65**	**98.33**
M-04	287.39	288.81	288.10	123.3	122.42	122.86	188.54	190.14	4978.50	244.02	**24890.04**	**353.96**	**70.32**
M-05	287.54	288.12	287.83	120.89	121.27	121.08	189.75	192.4	4982.50	259.37	**26455.74**	**348.50**	**75.91**
M-06	288.48	287.76	288.12	123.03	121.9	122.47	191.42	191.27	4986.50	288.37	**29413.74**	**352.85**	**83.36**
Resistencia a la compresión (Fb) (Kg/cm2)													**78.40**
Desviación estándar (σ)													**11.53**
Resistencia (f'b) (Kg/cm2)													**66.87**

De la figura 56, se indica que, las unidades de blócker de arcilla de 20 huecos sometidas a ensayo de resistencia característica a compresión (f'b) tuvo los siguientes resultados: Resistencia a compresión axial promedio (fb) igual a 78.40 kg/cm^2, desviación estándar igual a 11.53 kg/cm^2, resistencia característica a compresión axial de la unidad (f'b) de 66.87 kg/cm^2, en tanto que la Norma E.070 señala, para ser considerado Bloque P debe tener un valor mínimo de 50 kg/cm^2 . Por lo tanto, el blócker de arcilla de 20 huecos clasifica como bloque portante.

Figura 56

Resistencia a compresión axial (f'b) de los blócker de arcilla comparado con la Norma-E.070



5.1.2. Pruebas no clasificatorias

Estos ensayos son poco necesarios para realizar la clasificación de dichas unidades de albañilería, aunque si son indispensables para determinar el procedimiento de índole constructivo de los muros de mampostería.

a) Humedad natural

Esta prueba se caracteriza por el porcentaje del líquido que contiene las unidades de mampostería, todo ello en estado natural con relación a su peso.

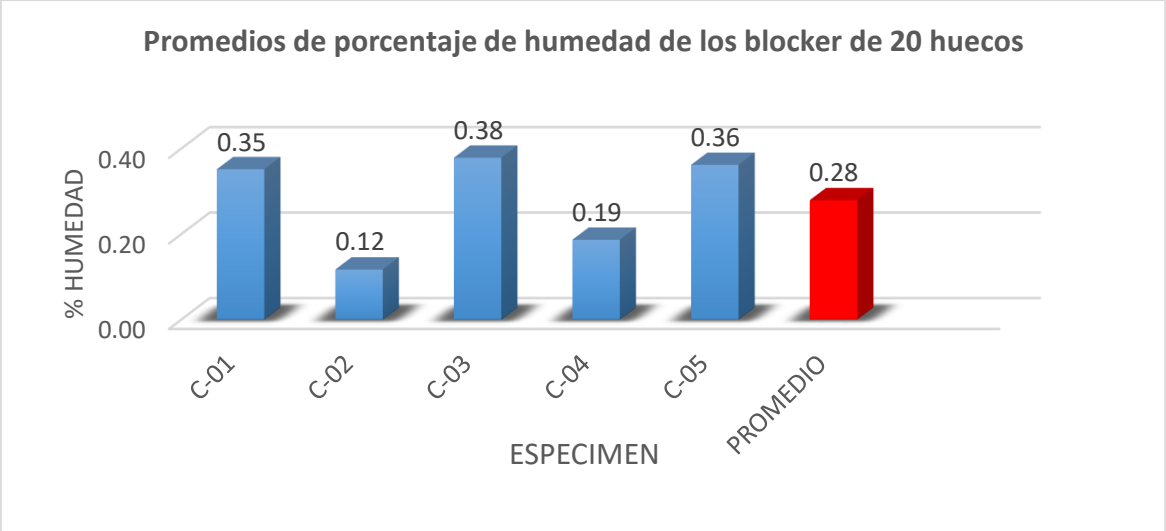
Tabla 15

Contenido de humedad natural de los blócker de arcilla

Unidad	Peso (gr)		Humedad
	Natural	Seco	Natural (%)
C-01	5135.50	5117.50	0.35
C-02	5125.50	5119.50	0.12
C-03	5168.00	5148.50	0.38
C-04	5095.50	5086.00	0.19
C-05	5129.00	5110.50	0.36
	PROMEDIO		0.28

Figura 57

Promedios de porcentaje de humedad de los blócker de 20 huecos



Nota: De la figura 57 podemos mencionar que, el resultado de contenido de humedad de los blócker de 20 huecos es igual a 0.28%.

b) Succión

Este tipo de ensayo se efectuó con la finalidad de determinar la cantidad de líquido que puede succionar una unidad en contacto con el agua, por lo que el blócker de arcilla ensayado estuvo en contacto con el agua durante 1 minuto, posteriormente se retiró la muestra del agua y se secó para luego ser pesada y registrar los datos, a continuación, en la tabla 16 se ilustra los resultados obtenidos del ensayo.

Acorde a la Tabla 16, se evidenció que la succión que presenta cada unidad de blócker de arcilla 20 huecos está por encima de la norma, resultando en promedio igual a

37.05 gr/ 200 cm^2-min. En la Norma E.070 hace mención que la succión de la unidad de albañilería antes de ser asentadas debe estar entre los parámetros de 10 y 20 gr/ 200 cm^2-min, respectivamente, bajo ese contexto el resultado del ensayo realizado está por encima de la norma.

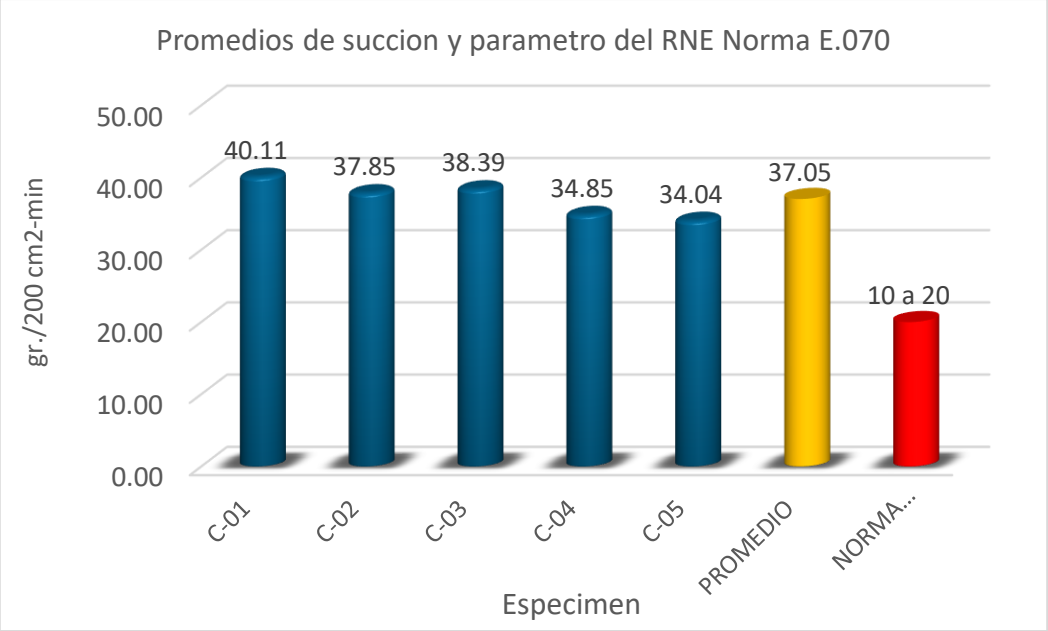
Tabla 16

Resultado de ensayo de succión de los blócker de arcilla 20 huecos

N° Espécimen	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Peso(gr)		Succión (gr)	Área Bruta (cm2)	S (gr)
				Inicial-Seco	Final+agua			
C-01	288.17	121.99	190.13	5015.00	5085.50	70.50	351.54	40.11
C-02	286.42	120.84	189.35	5028.50	5094.00	65.50	346.11	37.85
C-03	289.01	121.66	192.04	5070.50	5138.00	67.50	351.61	38.39
C-04	287.31	120.85	189.06	4976.00	5036.50	60.50	347.21	34.85
C-05	288.72	121.09	190.25	4969.00	5028.50	59.50	349.61	34.04
PROMEDIO								**37.05**

Figura 58

Promedios de la prueba de succión y parámetro del RNE Norma E.070



c) **Absorción máxima, coeficiente de saturación y densidad de las unidades de blócker de arcilla (20 huecos)**

De la Tabla 17, se visualiza que la absorción promedio es igual a 12.69 % respectivamente. Por lo que el reglamento menciona que la absorción de la unidad de

albañilería no debe ser mayor a 22%, por lo que se concluye que, los valores obtenidos en el ensayo se hallan dentro de la norma E.070.

Tabla 17

Resultados de absorción, absorción máxima, coeficiente de saturación y densidad

Unidad N°	Peso (gr)					Absorción (%)	Absorción Máxima (%)	Coeficiente de Saturación	Densidad (gr/cm3)
	Natural	Seco	Sumergido Fría	Saturado (24 h)	Saturado (5 h.Ebull.)				
A-01	5135.50	5117.50	3219.00	5766.00	5775.00	12.67	12.85	0.99	2.00
A-02	5125.50	5119.50	3208.00	5765.00	5768.50	12.61	12.68	0.99	2.00
A-03	5168.00	5148.50	3242.50	5807.50	5794.00	12.80	12.54	1.02	2.02
A-04	5095.50	5086.00	3189.50	5729.00	5768.00	12.64	13.41	0.94	1.97
A-05	5129.00	5110.50	3205.00	5762.00	5772.00	12.75	12.94	0.98	1.99
PROMEDIO						**12.69**	**12.88**	**0.99**	**2.00**

Figura 59

Promedios de absorción y parámetro de la Norma E.070

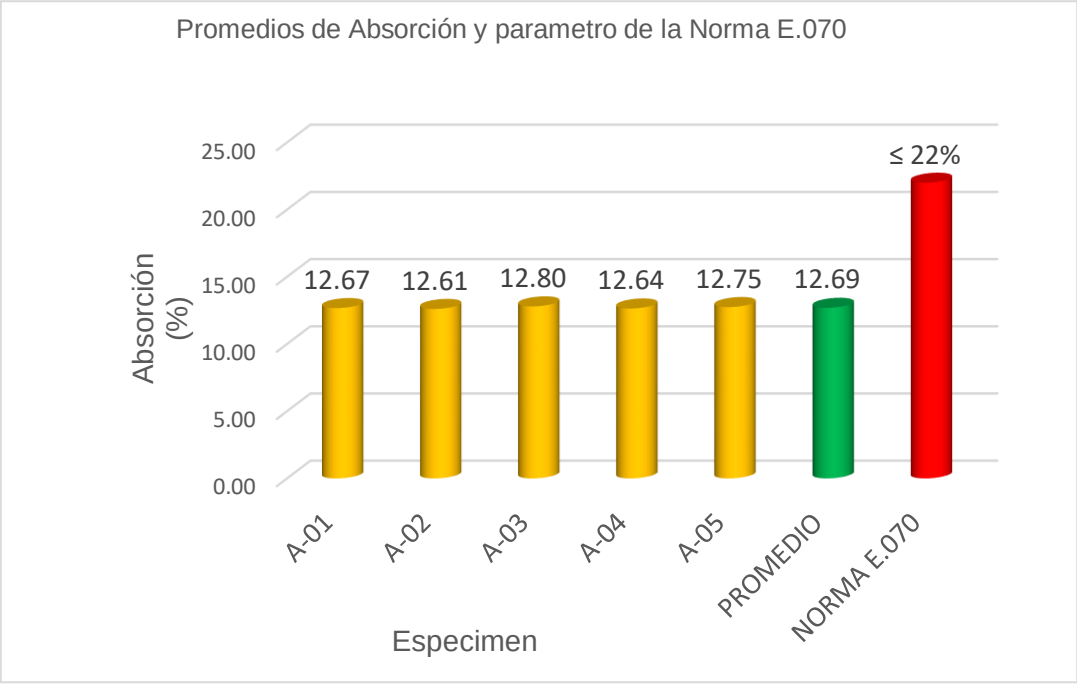
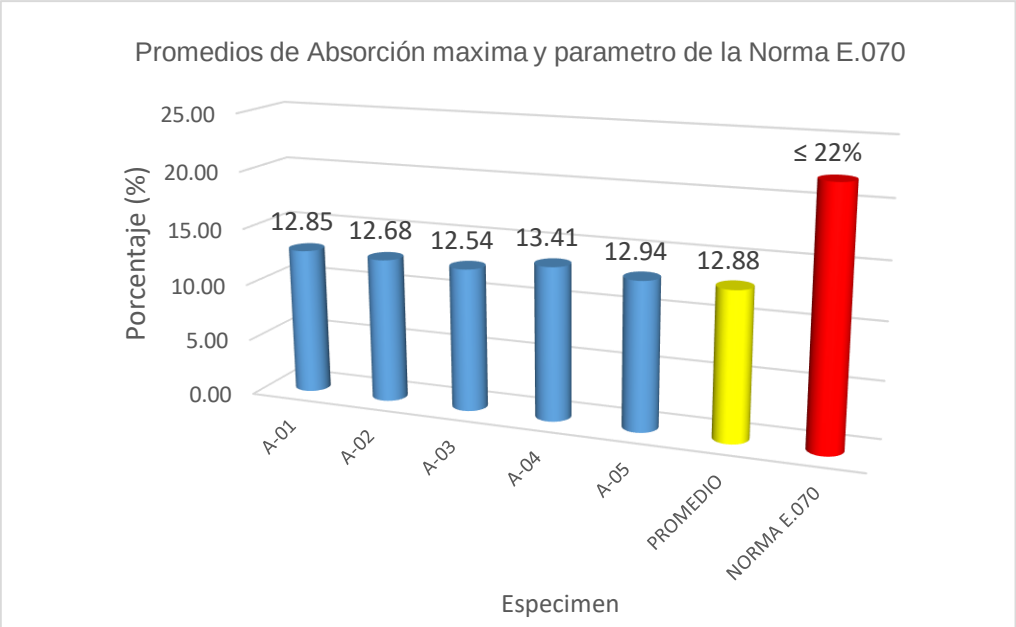


Figura 60

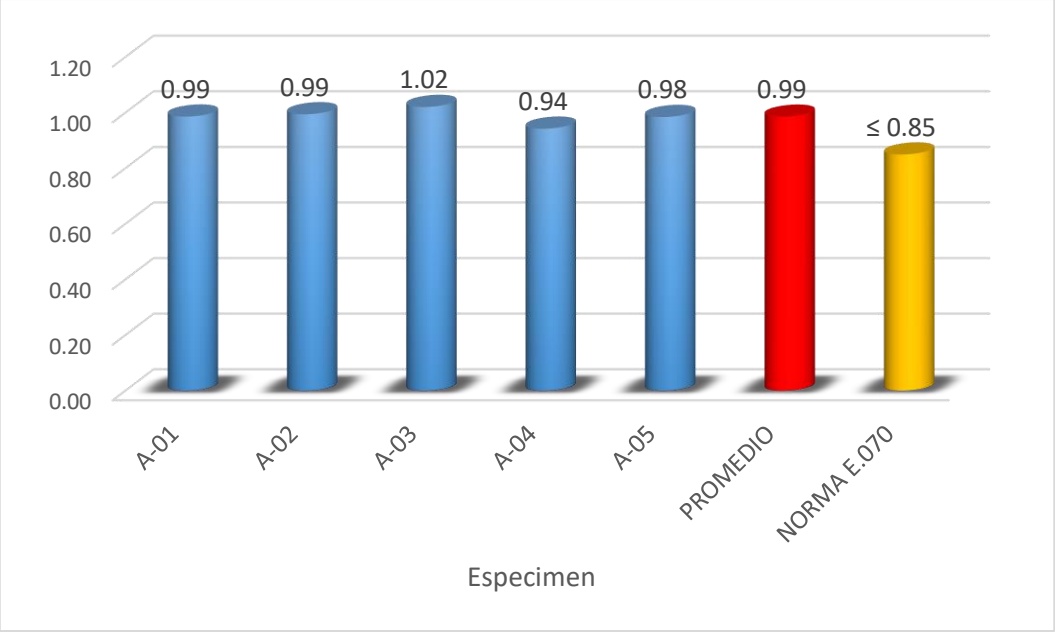
Promedios de absorción máxima y parámetro de la Norma E.070



De la Tabla 17, se visualiza que la absorción máxima promedio es igual a 12.88% respectivamente. Por lo que el reglamento indica que la absorción no debe ser mayor a 22%, en tanto que el resultado obtenido estaría dentro del parámetro de la Norma E.070.

Figura 61

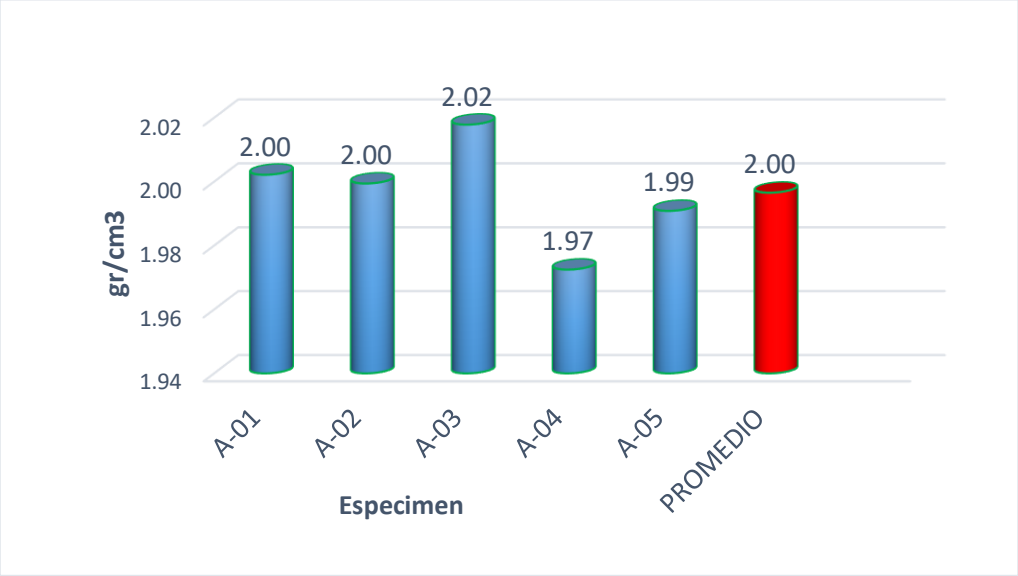
Promedios de coeficiente de saturación y parámetros



Así mismo en la Tabla 17, se visualiza que el coeficiente de saturación es igual a 0.99%. Por lo que la norma señala que el valor no debe ser mayor a 0.85%, por lo tanto, el valor obtenido en el ensayo es demasiado absorbente e inaceptable por la norma.

Figura 62

Promedio de densidad de las unidades de blócker de arcilla 20 huecos



Según norma la densidad está ligada con la resistencia a compresión por ende acorde a la Tabla 17 podemos mencionar que en el ensayo realizado se obtuvo una densidad promedio de 2.00 gr/cm^3.

d) **Ensayo de % de vacíos**

Figura 63

Procedimiento de ensayo de porcentaje de vacíos



En la tabla 18, se ilustran los hallazgos de los porcentajes de vacíos y su respectivo promedio de 55.99% lo cual es superior al 30% por tanto es clasificada como unidad de albañilería hueca esto acorde a Norma E.070.

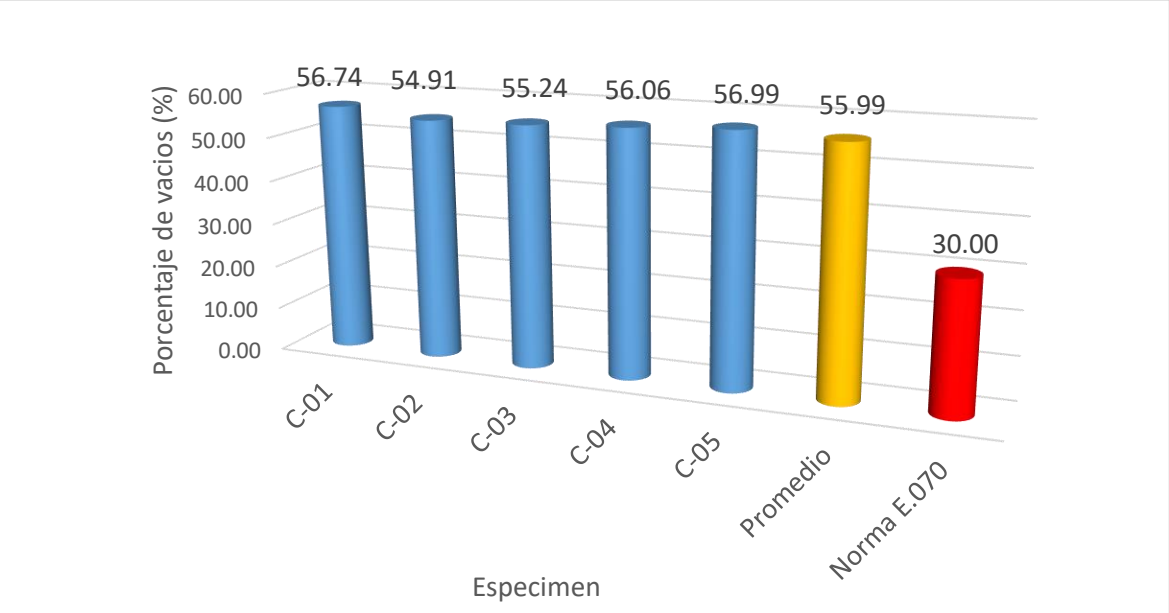
Tabla 2

Resultados de % de vacíos de unidades de blócker de arcilla 20 huecos

Espécimen N°	Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)	Vol. de blócker (cm3)	Peso de Blócker (gr)	Peso de Blócker + arena (gr)	Peso de arena (gr)	Volumen de la arena (cm3)	Porcentaje de vacíos (%)
C-01	287.38	121.37	191.29	6,672.06	4721.00	10,021.00	5300.00	3,785.71	56.74
C-02	289.09	121.52	191.16	6,715.49	4941.50	10,103.50	5162.00	3,687.14	54.91
C-03	288.1	121.69	191.41	6,710.62	5121.50	10,311.00	5189.50	3,706.79	55.24
C-04	289.23	122.06	190.73	6,733.42	5150.00	10,435.00	5285.00	3,775.00	56.06
C-05	286.26	121.16	189.79	6,582.54	5036.00	10,288.00	5252.00	3,751.43	56.99
									55.99
					Promedio				

Figura 64

Análisis porcentual de vacíos de blócker de arcilla, respecto a la Norma E.070

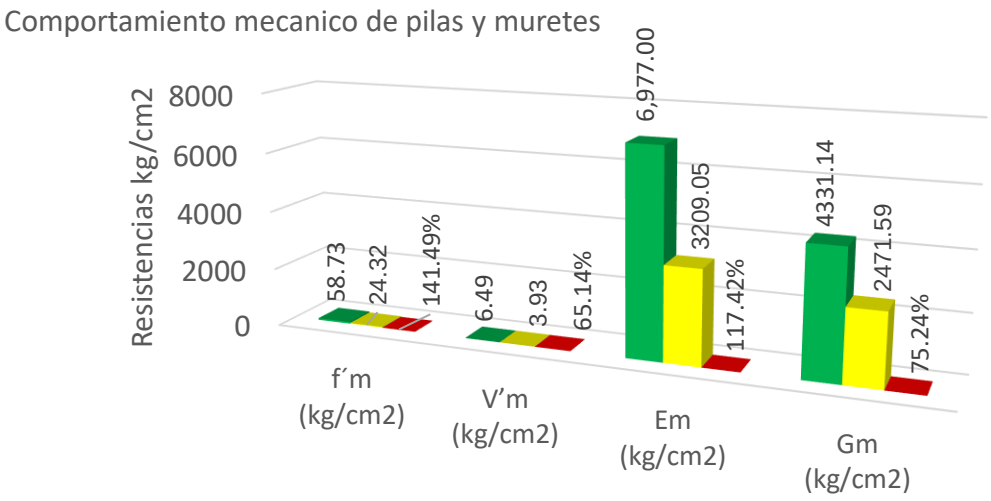


5.1.3. Resultado referente al objetivo general

De la figura 65 podemos indicar que la variación del comportamiento mecánico de las pilas y muros con blócker de 20 huecos presentaron resultados diferentes por lo que se indica lo siguiente: La resistencia a compresión axial y diagonal en pilas y muretes con incorporación de concreto líquido presentaron un incremento respecto a las pilas y muretes que no se incorporó concreto líquido, de la misma forma se visualiza que el módulo de elasticidad y módulo de corte que se obtuvo en prismas incorporadas con concreto líquido mostraron aumento respecto a las muestras sin incorporación de concreto líquido. Por lo que, se deduce que el gróut incorporado a los prismas de albañilería modifico el comportamiento de las pilas y muretes, exponiendo y acrecentando en sus propiedades mecánicas.

Figura 65

Resultados del comportamiento mecánico en prismas de albañilería elaborado con blócker de arcilla con y sin incorporar concreto liquido



	f´m (kg/cm2)	V'm (kg/cm2)	Em (kg/cm2)	Gm (kg/cm2)
PILAS Y MURETES CON CONCRETO LIQUIDO	58.73	6.49	6,977.00	4331.14
PILAS Y MURETES SIN CONCRETO LIQUIDO	24.32	3.93	3209.05	2471.59
INCREMENTO PORCENTUAL	141.49%	65.14%	117.42%	75.24%

Nota: f'm = Resistencia de la albañilería a compresión axial en pilas, V´m = Resistencia de la albañilería a compresión diagonal, Em = Modulo de elasticidad, Gm = Modulo de corte.

5.1.3. Resultado respecto al objetivo específico 1

5.1.3.1. Pilas albañilería

Se construyeron 7 pilas conformadas por 2 hiladas de blócker de arcilla de 20 huecos cada pila, de los cuales a 03 pilas se incorporó concreto líquido a los alveolos del blócker de arcilla y a 04 pilas no se adiciono concreto líquido, las unidades de albañilería, antes de ser utilizadas en la construcción de muros se regaron un día antes del asentado, este procedimiento para evitar la repentina disminución del líquido antes de la fragua del mortero, este suceso antes mencionado hace efecto a la disminución de la adherencia del mortero.

a) Resistencia de la albañilería a compresión axial en pilas (f'm).

De la tabla 19 se indica que, con los factores encontrados en la tabla se realiza la corrección de la resistencia compresión en pilas (fm), dicho valor se obtiene del producto entre Resistencia individual y el factor de corrección.

Tabla 3

Obtención de datos para determinar la resistencia a compresión de pilas (PCCL)

N° REGISTRO	Dimensiones (cm)			Espesor del mortero (cm)	Área de apoyo (cm^2)	Carga máxima (kgf)	Esbeltez	Factor de corrección
	Largo	Ancho	Alto					
Pilas de Blócker de arcilla (20 Huecos)								
P 1	28.85	12.10	40.85	1.50	349.09	*27734*	3.38	0.93
P 2	28.90	12.25	40.40	1.50	354.03	*25533*	3.30	0.92
P 3	28.95	12.10	40.95	1.50	350.30	*22114*	3.38	0.93

Tabla 4

Factores de corrección obtenido según Norma E.070 para (PCCL)

Item			valores
Esbeltez	3.38	3.30	3.38
Factor	0.930	0.922	0.930

Tabla 5

Obtención de datos para determinar la resistencia a compresión de pilas (PSCL)

N° Registro	Dimensiones (cm)			Espesor del mortero (cm)	Área de apoyo (cm^2)	Carga máxima (kgf)	Esbeltez	Factor de corrección
	Largo	Ancho	Alto					
Pilas de Blócker de arcilla (20 Huecos)								
P 1	28.90	12.15	40.75	1.50	351.14	11987	3.35	0.92
P 2	29.00	12.20	40.35	1.50	353.80	9264	3.31	0.92
P 3	29.05	12.05	41.30	1.50	350.05	10114	3.43	0.93
P 4	29.20	12.15	40.35	1.50	354.78	13975	3.32	0.92

Tabla 6

Factores de corrección obtenido según Norma E.070 para (PSCL)

Item			valores	
Esbeltez	3.35	3.31	3.43	3.32
Factor	0.924	0.922	0.926	0.924

La Tabla 23, muestra una desviación estándar de 7.59 kg/cm^2, dispersión porcentual de 11%, esta dispersión obtenida es menor al 30%, por ende, se deduce que no existen defectos en la mano de obra o que el material utilizado en el ensayo tiene la calidad adecuada, además se obtuvo una resistencia promedio en pilas cuyo valor fue 66.32 kg/cm^2 y por último una resistencia característica de la albañilería (f'm) de 58.73 kg/cm^2.

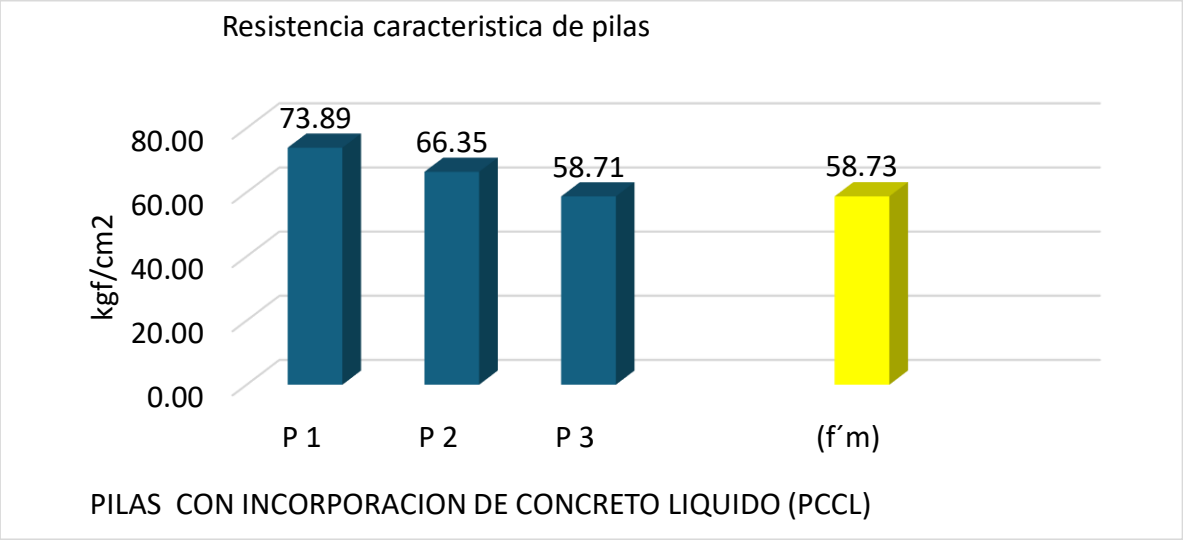
Tabla 7

Resultado de la resistencia característica (f´m) corregida por la esbeltez de (PCCL)

Carga máxima (kgf)	Área de apoyo (cm^2)	Resistencia individual (kgf/cm^2)	Factor de Corrección	f'm (kg/cm^2)
27734.00	349.09	73.89	0.930	73.89
25533.00	354.03	66.35	0.920	66.35
22114.00	350.30	58.71	0.930	58.71
Promedio de las Resistencias corregidas (kgf/cm2):			Promedio	66.32
Desv.(σ) de las Resistencias corregidas:			Desv. (σ)	7.59
Resistencia característica de la albañilería (kgf/cm2):			f'm	58.73
Dispersión porcentual (%):			DP	11%

Figura 66

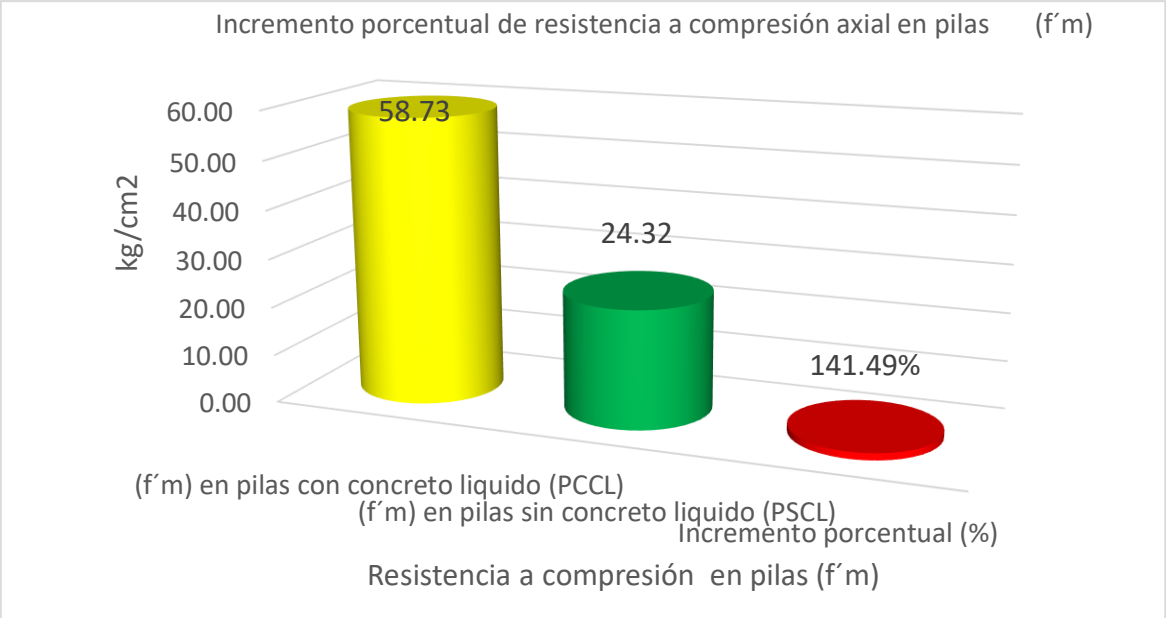
Análisis de la resistencia característica (f´m) en pilas (PCCL)



En la figura 67 se indica que, la resistencia a compresión axial (f'm) en pilas con concreto líquido (PCCL) presento un valor superior frente a la resistencia a compresión axial (f'm) de pilas sin concreto líquido (PSCL) mostrando un incremento del 141.49%, a continuación, en la figura 67 se ilustra datos del incremento porcentual obtenido.

Figura 67

Incremento porcentual de la resistencia a compresión axial en pilas



b) Formas de fallas de las pilas con incorporación de concreto líquido (PCCL)

Figura 68

Formas de falla en pilas PCCL



Después de realizar los respectivos ensayos de compresión a las pilas con concreto líquido (PCCL), se pudo apreciar las fallas que presentaron cada muestra, se define a continuación el tipo de falla acorde a la figura 67 ilustrada:

Las pilas P1, P2 y P3 presentaron una falla por aplastamiento y trituración por lo que la unidad de blócker de arcilla de 20 huecos es frágil.

La Tabla 24, muestra que la desviación estándar es 5.33 kg/cm^2, una dispersión porcentual de 18%, por ende, se indica que dichas pilas tienen una dispersión porcentual inferior al 30% por lo que es aceptable y se deduce que no existen defectos en la mano de obra o que el material utilizado en el ensayo tiene la calidad adecuada, además la resistencia promedio de dichas pilas es: 29.65 kg/cm^2, una resistencia característica de la albañilería (f'm) de 24.32 kg/cm^2.

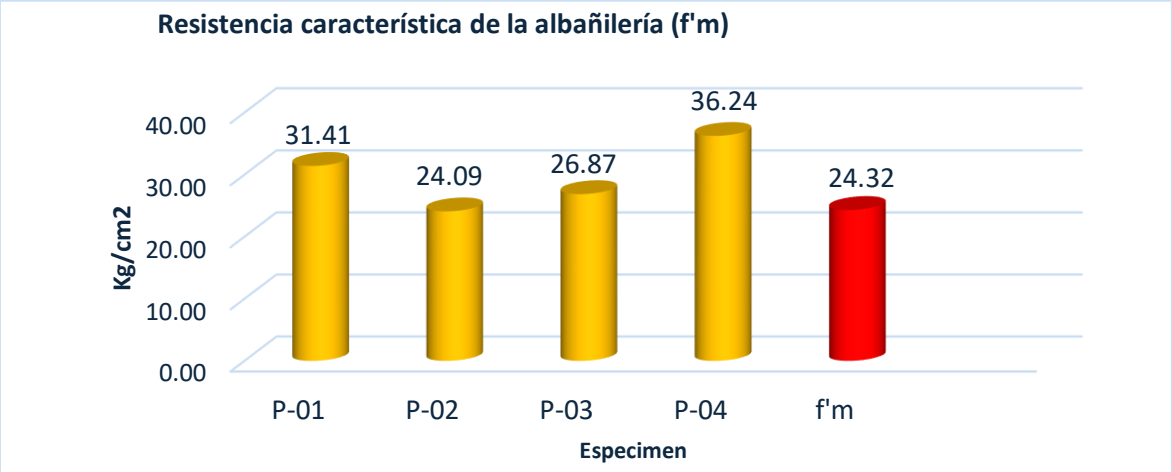
Tabla 8

Resultado de la resistencia característica (f´m) corregida por la esbeltez de (PSCL)

Carga máxima (kgf)	Área de apoyo (cm2)	Resistencia individual (kgf/cm2)	Factor de Corrección	f'm (Kgf/cm2)
11987.00	351.14	34.14	0.920	31.41
9264.00	353.80	26.18	0.920	24.09
10114.00	350.05	28.89	0.930	26.87
13975.00	354.78	39.39	0.920	36.24
Promedio de las Resistencias corregidas (kgf/cm2):			Promedio	29.65
Desv.(σ) de las Resistencias corregidas:			Desv.(σ)	5.33
Resistencia característica de la albañilería (kgf/cm2):			f'm	24.32
Dispersión porcentual (%):			DP	18%

Figura 69

Análisis de la resistencia característica (f´m) en pilas sin concreto líquido (PSCL).



En la figura 69, se visualiza la variación de las resistencias a compresión axial de las pilas ensayadas, de la misma forma se aprecia la resistencia característica (f´m). En

ese contexto, acorde a la figura antes indicada se visualiza que dicha resistencia (f'm) es 24.32 kg/cm^2, por lo que, este resultado obtenido es inferior al valor de (f´m) con incorporación de concreto líquido.

c) Formas de fallas de las pilas sin incorporar concreto líquido (PSCL)

Figura 70

Formas de falla de blócker de arcilla 20 huecos sin concreto líquido (PSCL)



Después de realizar los ensayos de resistencia característica (f´m) en pilas sin incorporación de concreto líquido (PSCL) las fallas se visualizan acorde a la figura mostrada, por lo tanto, a continuación, se define el tipo de falla presentado acorde a la figura 70, las muestras P1, P2, P3 y P3 presentaron una falla por aplastamiento y trituración por lo que la unidad de blócker de arcilla de 20 huecos es frágil.

5.1.4. Resultado referente al objetivo específico 2

5.1.4.1. Muretes de albañilería

Están definimos como prismas de albañilería simple, que tiene forma cuadrada, pero que en el estudio realizado se utilizó muretes de 73.98 cm de largo x 81.73 cm de altura aproximadamente, tiene la peculiaridad de conceptualizarse como pequeños especímenes, de fácil almacenaje y transporte de la obra hasta el laboratorio para luego ser ensayado a compresión diagonal, para la presente investigación se realizó 07 muretes en total de los cuales 03 muretes se elaboró con incorporación de concreto líquido (MCCL) y 04 muretes se elaboraron sin incorporar concreto líquido (MSCL).

a) Resistencia características a corte (V'm) en muretes con incorporación de concreto líquido (MCCL).

La Tabla 25 ilustra una desviación estándar igual a 0.81 kg/cm^2, dispersión porcentual de 11%, por ende, se indica e interpreta que los muretes ensayados presentan dispersión menor al 30% siendo tomada en cuenta como aceptable y se deduce de la inexistencia de errores en la mano de obra y que el material utilizado en el ensayo tiene la calidad óptima, además la resistencia al corte (Vm) es 7.29 kg/cm^2 y una resistencia característica (V'm) de 6.49 kg/cm^2.

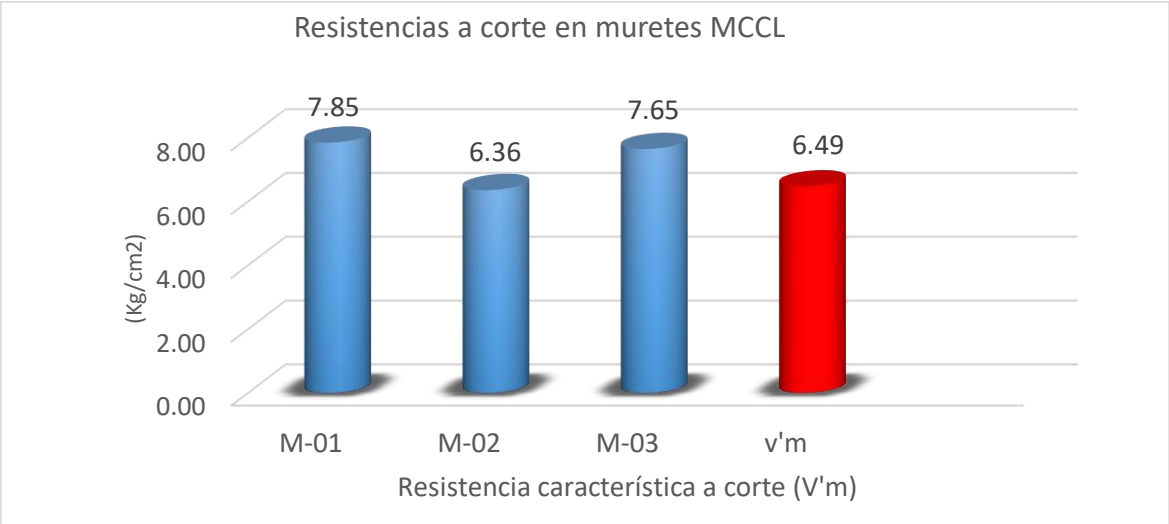
Tabla 9

Resultado de resistencia característica a compresión diagonal (V´m) en muretes (MCCL)

N° Muestra	Dimensiones (cm)			Espesor del mortero (cm)	Área (cm²)	Carga máxima (kgf)	Resistencia individual (V'm) (kgf/cm²)
	Largo	Ancho	Alto				
Muretes de Blócker de arcilla (20 Huecos)							
M-1	74.30	12.00	81.74	1.50	936.24	*10395*	7.85
M-2	73.65	12.10	81.85	1.50	940.78	*10150*	6.63
M-3	74.05	12.05	81.70	1.50	938.00	*8464*	6.38
Promedio de las Resistencias al Corte (kgf/cm2):						Prom (vm)	7.29
Desv.(σ) de las Resistencias al Corte (kgf/cm2):						DESV. (σ)	0.79
Resistencia característica al Corte (kgf/cm2):						v'm	6.49
Dispersión porcentual (%)						DP	11%

Figura 71

Resistencia característica a corte (V'm) en muretes con concreto líquido (MCCL)



En la figura 71 se visualiza las variaciones de las resistencias al corte de los muretes (MCCL) ensayados, de la misma forma se visualiza la resistencia característica al corte de 6.49 kg/cm^2.

Verificación de v'm< $\mathrm{f'm}$ para diseño.

Condición:

$$\text{V'm (kg/cm2)} < \sqrt{\mathrm{f'm}}\left(\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{cm2}}\right) \quad (35)$$

✓ 6.49 < 7.66

Del resultado obtenido de verificar **V'm< $\mathbf{f'm}$** se indica que acorde al RNE Norma E.070 cumple la condición.

b) Resistencia características a corte (V'm) en muretes sin incorporación de concreto líquido (MSCL).

La Tabla 26 ilustra una desviación estándar de 0.71 kg/cm^2, una dispersión porcentual de 15%, por ende, se indica que los muretes ensayados presentan dispersión menor al 30% siendo tomada en cuenta como aceptable y se deduce de la inexistencia de errores en la mano de obra y que el material utilizado en el ensayo tiene la calidad óptima, además se muestra una resistencia al corte (Vm) de 4.64 kg/cm^2 y una resistencia característica al corte (V'm) de 3.93 kg/cm^2.

Tabla 10

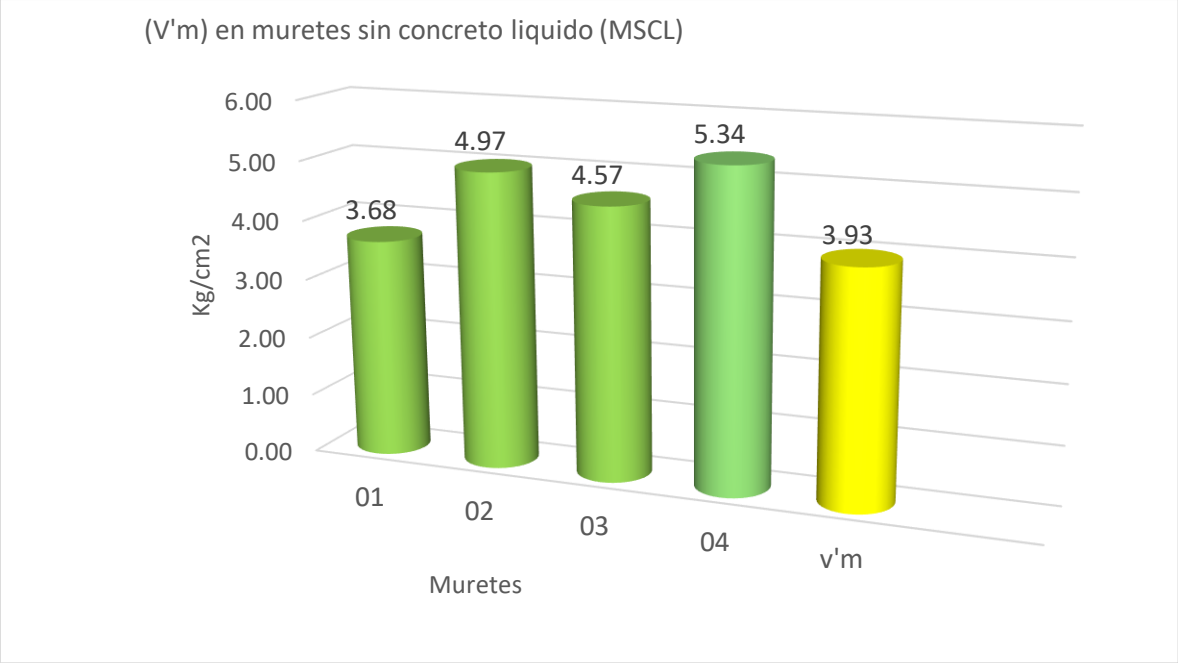
Resultado de resistencia característica a compresión diagonal (V´m) en muretes (MSCL)

N° Muestra	Dimensiones (cm)			Espesor del mortero (cm)	Área (cm^2)	Carga máxima (kgf)	Resistencia individual (V'm) (kgf/cm^2)
	Largo	Ancho	Alto				
Muretes de Blócker de arcilla (20 Huecos)							
M-1	74.20	12.00	81.65	1.50	935.10	4873	3.68
M-2	73.55	12.10	81.80	1.50	939.87	6611	4.97
M-3	73.95	11.95	81.40	1.50	928.22	5993	4.57
M-4	74.20	12.15	82.05	1.50	949.22	7171	5.34
Promedio de las Resistencias al Corte (kgf/cm2):						Prom (vm)	4.64
Desv.(σ) de las Resistencias al Corte (kgf/cm2):						DESV. (σ)	0.71
Resistencia característica al Corte (kgf/cm2):						v'm	3.93
Dispersión Porcentual (%)						DP	15%

En la figura 72 se ilustra las resistencias al corte de los muretes sin concreto líquido (MSCL), de la misma forma se muestra la resistencia característica al corte (V'm) cuyo valor es 3.93 kg/cm^2, dicho resultado obtenido es menor al (V'm) obtenido de los muros con concreto líquido.

Figura 72

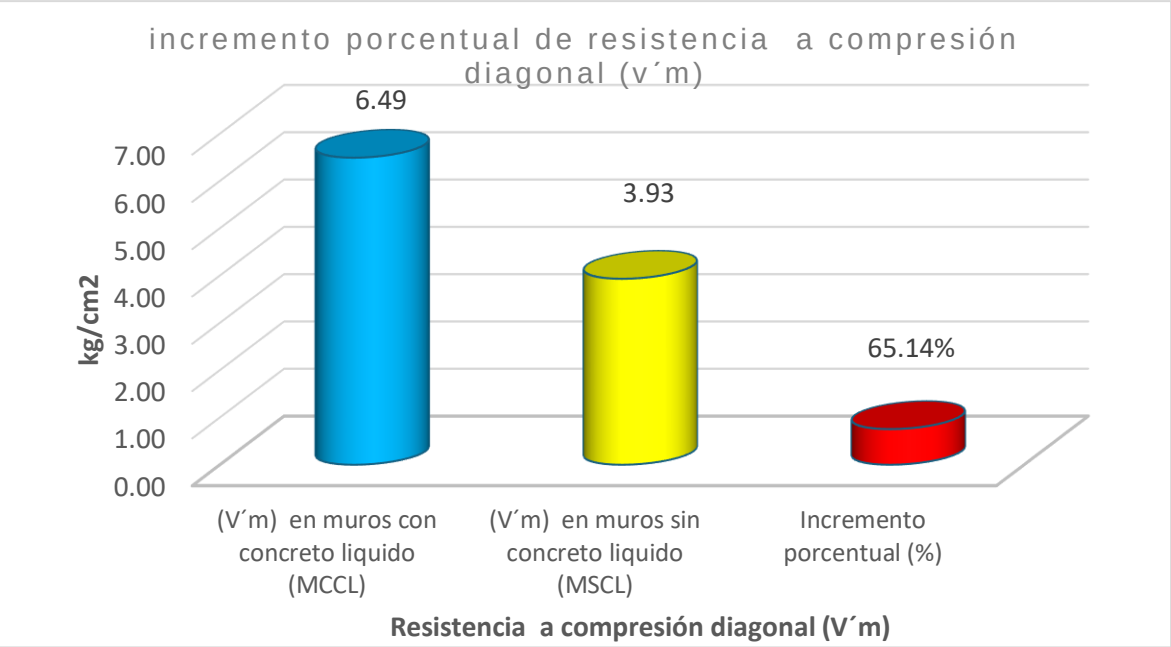
Resistencia característica a corte (V'm) en muretes sin concreto líquido (MSCL)



De la figura 73 se indica que, la resistencia de la albañilería a corte (V'm) en muros con concreto líquido (MCCL) presento un valor superior frente a la resistencia de la albañilería a corte (V'm) de muros sin concreto líquido (MSCL) mostrando un incremento del 65.14%, por lo que se concluye que el (V'm) de los muros (MCCL) presento incrementos respecto a los muros (MSCL), a continuación, en la figura 72 se ilustra datos del incremento porcentual obtenido.

Figura 73

Incremento porcentual de la resistencia a compresión diagonal (V´m) en muros



a) Verificación de v'm< $f'm$ para diseño.

$$\text{Condición: V'm (kg/cm2)} < \sqrt{f'm}\left(\frac{kg}{cm2}\right)$$

$$3.93 < 4.93$$

Del resultado obtenido de verificar **V'm< $f'm$** se indica que acorde al RNE Norma E.070 cumple la condición.

b) Formas de fallas de los muretes

De la figura 74, se visualiza que los muretes sin concreto liquido sometidos a compresión diagonal presentó una falla mixta entre falla escalonada y cortando unidades respectivamente.

Figura 74

Vista de las fallas de los muretes (MSCL), antes y despues de los ensayos



5.1.3. Resultado respecto al objetivo específico 3

Evaluar los cambios en el módulo de elasticidad y el módulo de corte de los muros de albañilería con blócker de arcilla (20 huecos) tras la incorporación del concreto líquido

5.1.3.1. Módulo de Elasticidad de Pilas (Em).

Para la obtención de resultados del módulo de elasticidad en cada muestra, se realizó el ensayo de deformación vertical, para esto, se realizó la instrumentación con el deformímetro digital posicionándolo de forma vertical, todo ello antes del respectivo ensayo a compresión axial, por lo tanto, una vez realizado todo el procedimiento se obtuvo los siguientes hallazgos:

La figura 75 ilustra la dispersión de la carga versus desplazamiento vertical de las 03 muestras de pilas que fueron elaboradas con blócker de arcilla de 20 huecos y a las que se incorporó concreto líquido, el número de hiladas de cada pila fue de dos, ensayadas a compresión axial, de la misma forma refleja el ajuste de la dispersión de la recta y su ecuación para determinar el desplazamiento al 20% y 60% respecto a la carga axial.

Figura 75

Gráfico de carga - desplazamiento vertical de pilas con concreto liquido

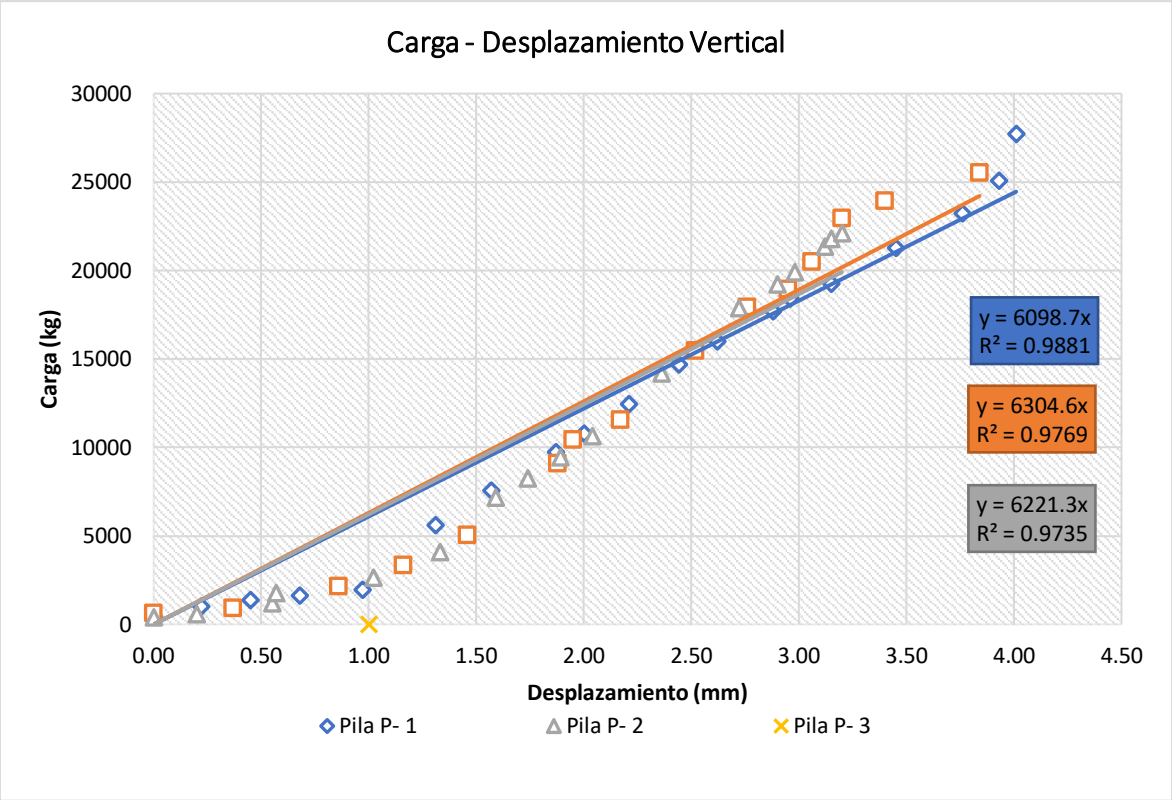


Tabla 11

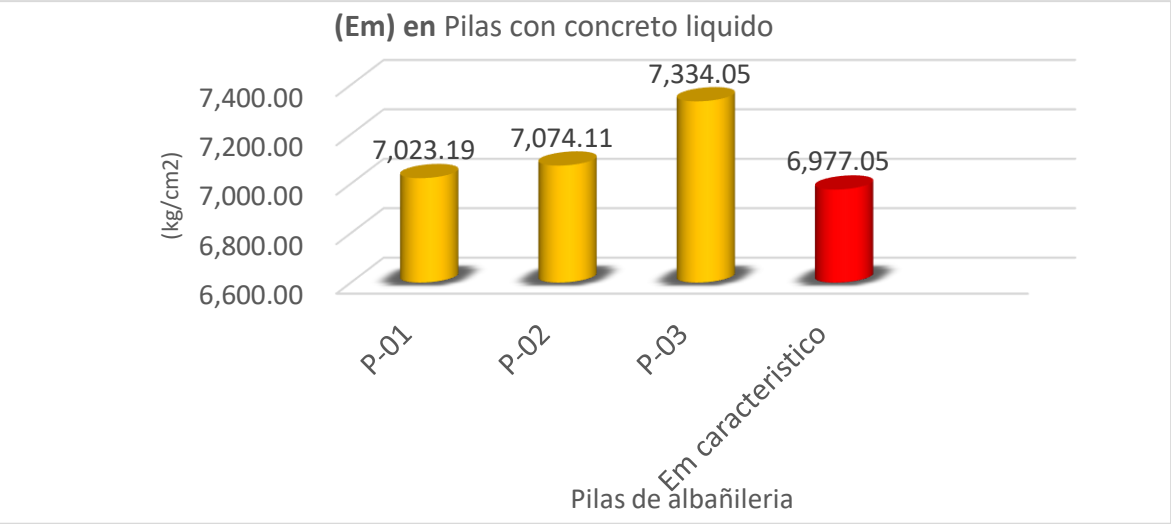
Resultados del módulo de elasticidad de pilas de albañilería con incorporación de concreto líquido (PCCL)

N° Muestra	L prom. (cm)	t prom. (cm)	H prom. (cm)	Área (cm2)	L instru (mm)	P máx. (kg)	Carga (kg)		desplaz. (mm)		Esfuerzo Axial (kg/cm2)	Deform. Unitaria (mm/mm)	Em (kg/cm2)
							P 20%	P 60%	D 20%	D 60%			
Pilas de Blócker de arcilla (20 Huecos)													
P 1	28.85	12.10	40.85	349.09	402.00	27734	5547	16640	0.909	2.728	31.779	0.004525	7023.19
P 2	28.90	12.25	40.40	354.03	397.00	25533	5107	15320	0.810	2.429	28.849	0.004078	7074.11
P 3	28.95	12.10	40.95	350.30	413.00	22114	4423	13268	0.711	2.175	25.252	0.003443	7334.05
								Promedio (kg/cm2)					7,143.78
								σ desviación estándar (kg/cm2)					166.73
								CV Coeficiente de variación (%)					2.33%
								Em característica (kg/cm2)					6,977.05

De la tabla 27 se indica que acorde al cálculo realizado de las cargas al 20% y 60% por lo que es usado para determinar el desplazamiento vertical de las pilas elaboradas de blócker de arcilla desde la ecuación ajustada de la curva de dispersiones, coeficiente de variación de las pilas el cual representa el 2.33%, por lo que es menor al 30%, razón por el que se deduce que la mano de obra y los materiales utilizados en el presente ensayo tienen la calidad adecuada.

Figura 76

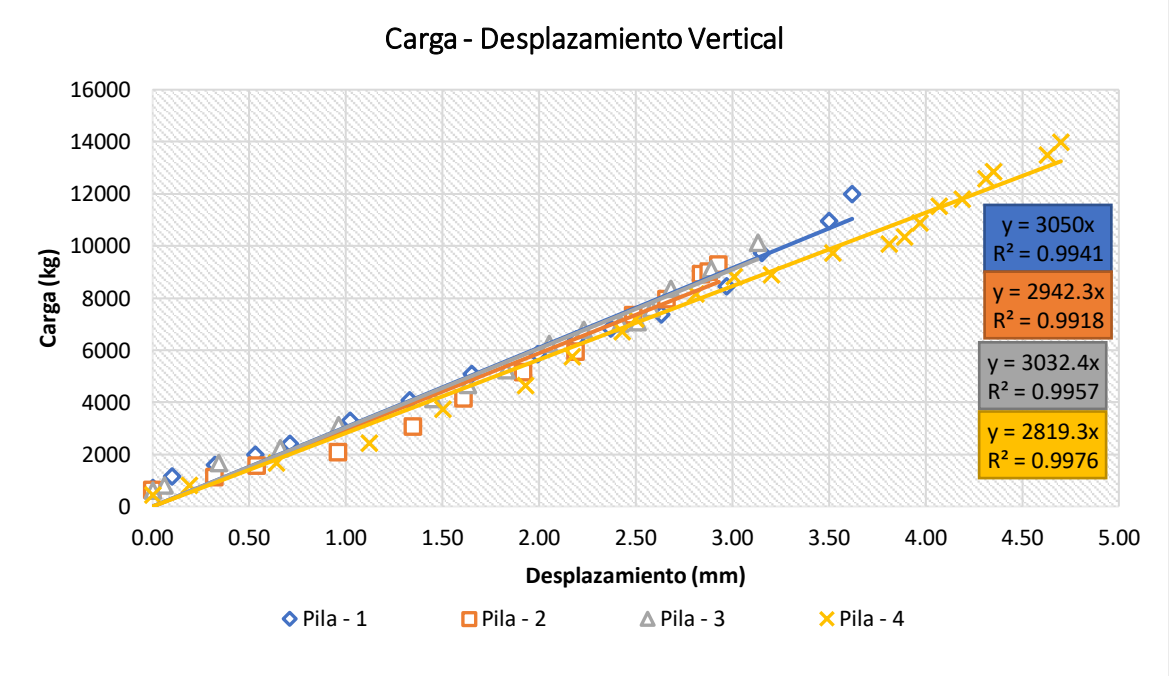
Módulo de elasticidad Em de pilas con concreto líquido (PCCL)



De la figura 76 se indica que, el módulo de elasticidad característico de pilas con concreto líquido es 6,977.05 kg/cm^2

Figura 77

Gráfico de carga - desplazamiento vertical de pilas sin concreto liquido



Nota: De la figura 77 podemos indicar que la dispersión de la carga vs desplazamiento vertical de pilas sin incorporación de concreto líquido y ensayadas a compresión axial, de la misma forma se muestra los ajustes de la dispersión a una recta y su correspondiente ecuación para estimar el desplazamiento de 20% y 60% respecto de la carga axial

Tabla 12

Resultados del módulo de elasticidad de pilas de albañilería sin incorporación de concreto líquido (PSCL)

N° Muestra	L prom. (cm)	t prom. (cm)	H prom. (cm)	Área (cm2)	L instru (mm)	P máx. (kg)	Carga (kg)		desplaz. (mm)		Esfuerzo Axial (kg/cm2)	Deform. Unitaria (mm/mm)	Em (kg/cm2)
							P 20%	P 60%	D 20%	D 60%			
Pilas de Blócker de arcilla (20 Huecos)													
P 1	28.90	12.15	40.75	351.14	402.00	11987	2397	7192	0.786	2.358	13.655	0.003911	3491.91
P 2	29.00	12.20	40.35	353.80	397.00	9264	1853	5558	0.630	1.889	10.474	0.003172	3301.46
P 3	29.05	12.05	41.30	350.05	413.00	10114	2023	6068	0.667	2.001	11.557	0.003230	3577.76
P 4	29.20	12.15	40.35	354.78	400.50	13975	2795	8385	0.991	2.974	15.756	0.004951	3182.52
Promedio (kg/cm2)													3388.41
σ desviación estándar (kg/cm2)													179.36
CV Coeficiente de variación (%)													5.29%
Em característica (kg/cm2)													3,209.05

De la tabla 28 se indica que acorde al cálculo realizado de las cargas al 20% y 60% que es usado para determinar el desplazamiento vertical de pilas desde la ecuación ajustada de la recta de dispersiones, en tanto el coeficiente de variación de las pilas el cual representa el 5.29% del promedio, esta se encuentra por debajo del 30%, razón por el que se deduce, la mano de obra y los materiales utilizados en el presente ensayo tienen la calidad adecuada.

De la figura 78 se indica que, el módulo de elasticidad característico en pilas sin concreto líquido es 3,209.05 kg/cm^2, este es un resultado inferior a lo que se obtuvo de pilas con concreto líquido cuyo valor es 7,052.14 kg/cm^2.

Figura 78

Módulos de elasticidad Em en pilas sin concreto líquido (PSCL)

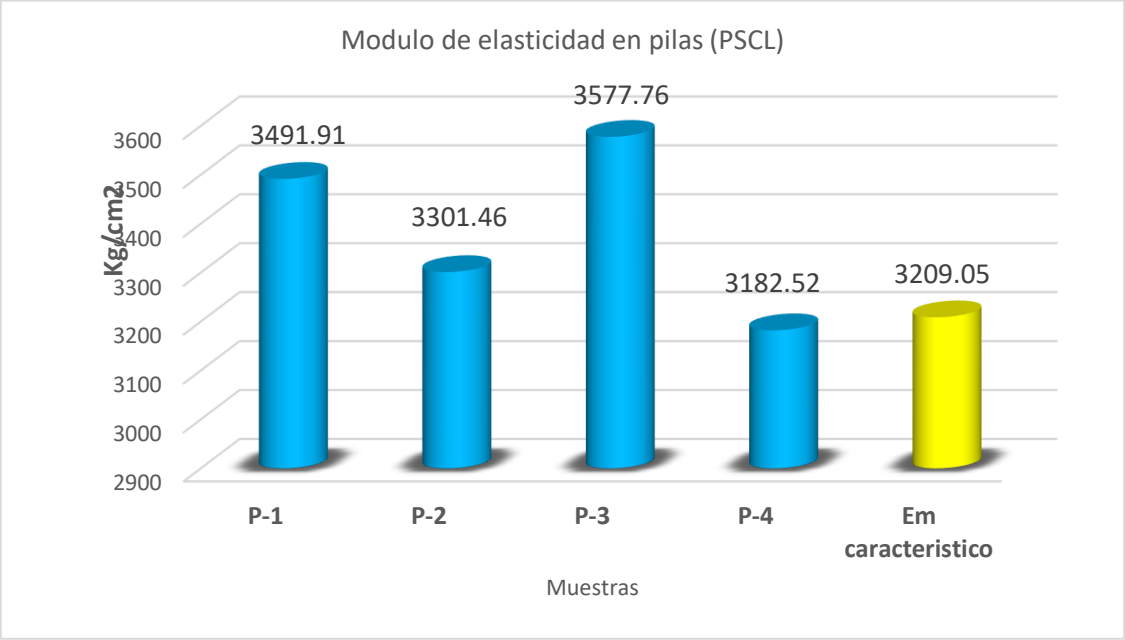
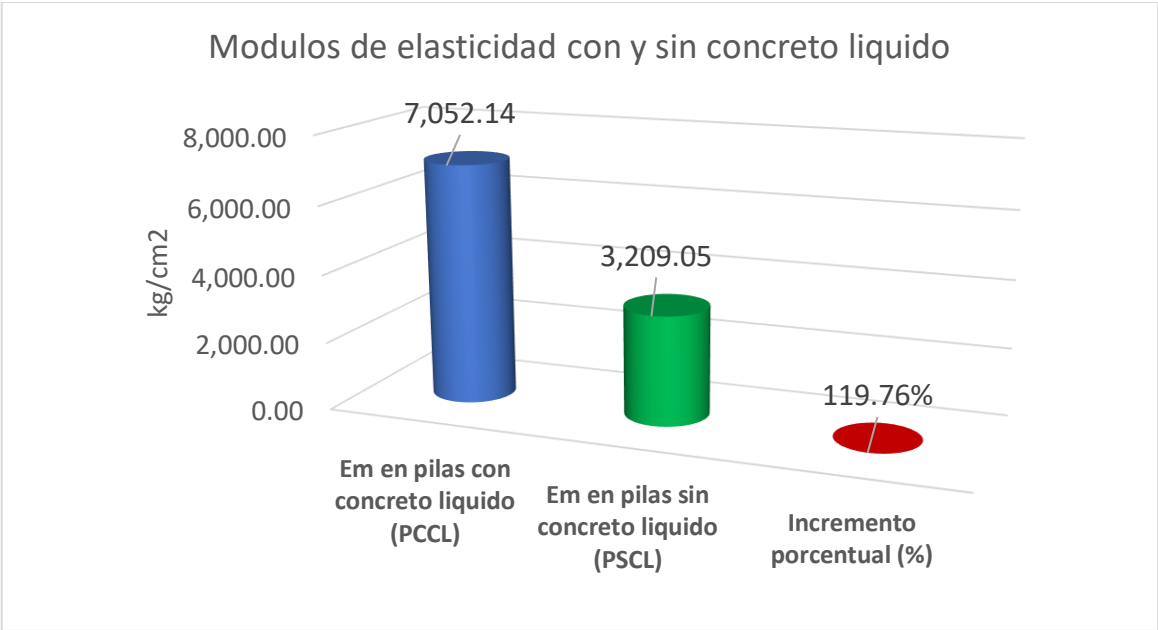


Figura 79

Verificación del Módulo de elasticidad (Em) en pilas con y sin concreto liquido



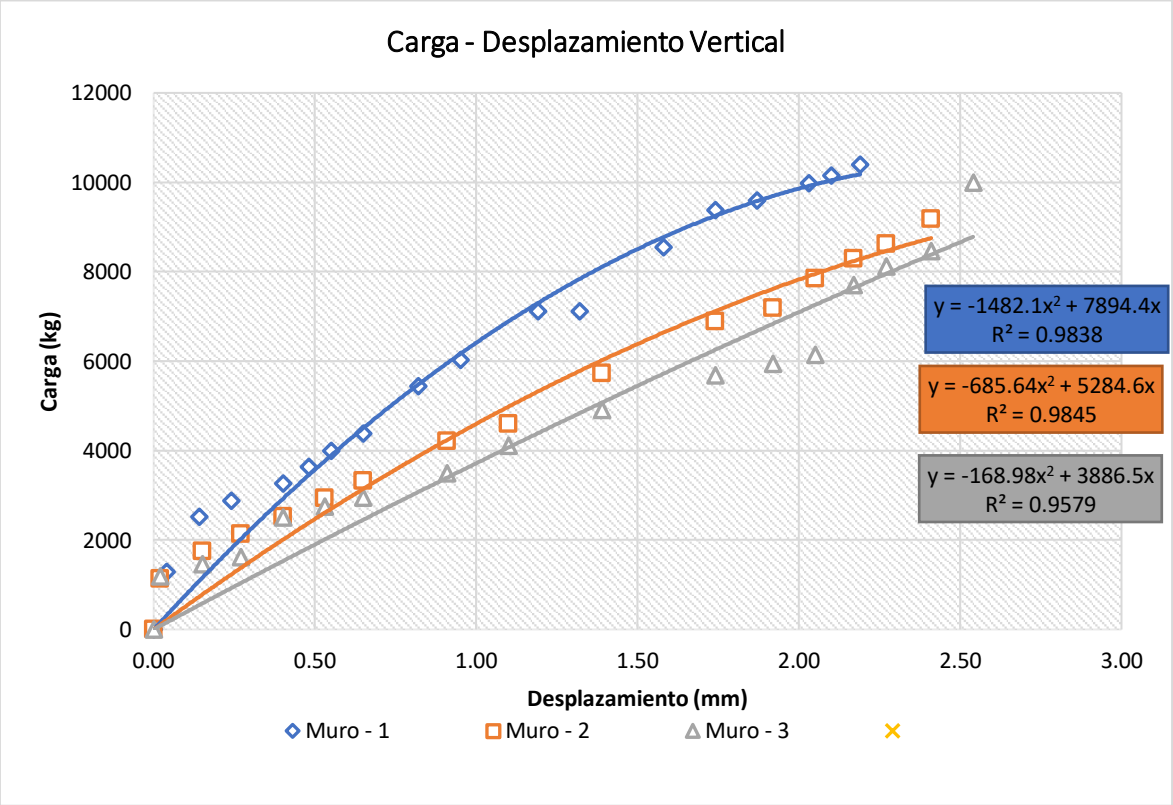
De la figura 79 se indica que, el módulo de elasticidad (Em) obtenidas en pilas incorporadas con concreto líquido (PCCL) presento un valor superior frente al módulo de elasticidad de pilas sin concreto líquido (PSCL) mostrando un incremento del 119.76%, por lo que se concluye que el Em de las pilas (PCCL) presento incrementos respecto a las pilas (PSCL).

5.1.3.2. Módulo de corte (Gm)

Para la obtención de resultados del módulo de corte se realizó por medio del ensayo a compresión diagonal y la respectiva instrumentación es decir se colocó deformímetros digitales en la diagonal vertical y horizontal de cada murete y a partir de ello se consiguió datos para después efectivizar los cálculos respectivos, a continuación, se muestra las siguientes figuras y tablas de los procedimientos para obtener los resultados:

Figura 80

Gráfico de carga - desplazamiento vertical de muretes con concreto liquido



La figura 81 ilustra la dispersión de la carga versus desplazamiento horizontal de los 3 muros incorporados con concreto liquido ensayados a compresión diagonal, de la misam forma ilustra el ajuste de la dispersión a una recta y su ecuación para evaluar el desplazamiento al 20% y 60% con referencia a la carga de corte.

Figura 81

Gráfico de carga - desplazamiento horizontal de muretes con concreto liquido

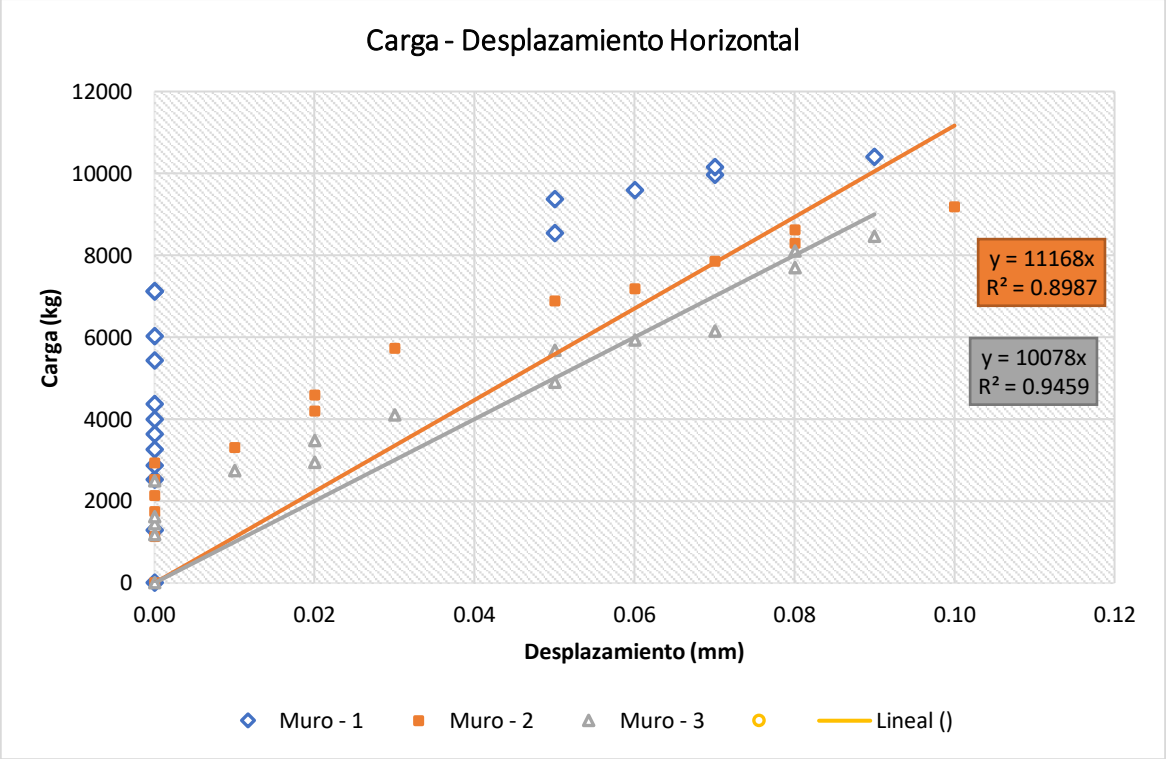


Tabla 13

Resultados del módulo de corte de los muros con concreto liquido (MCCL)

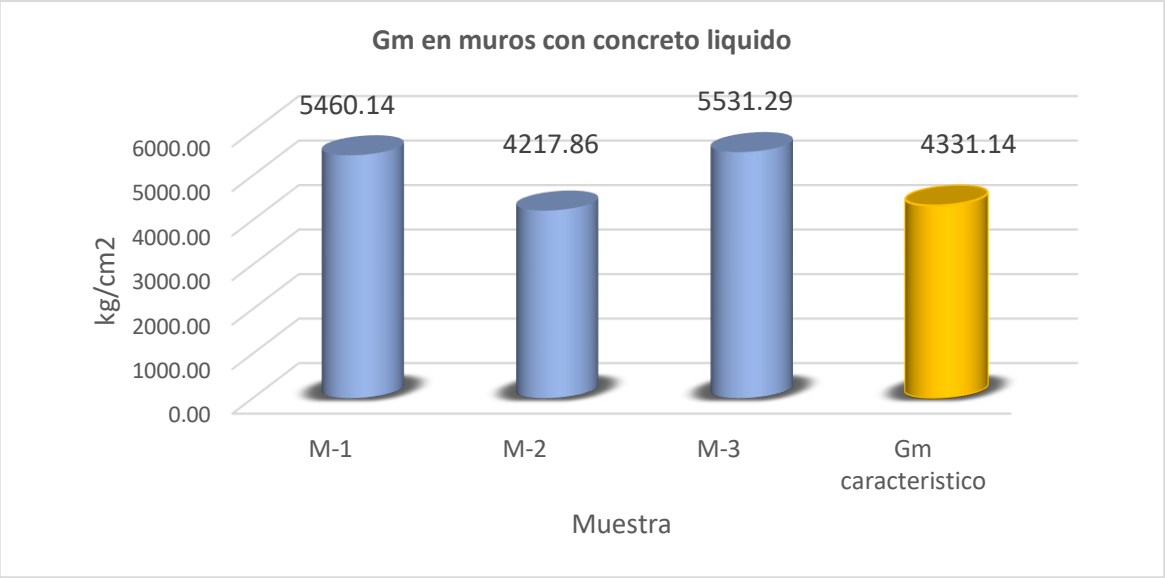
N° Muestra	L prom. (cm)	t prom. (cm)	H prom. (cm)	D prom. (cm)	Área (cm^2)	Def.	L instru (mm)	P max (kg)	Carga (kg)		desplaz. (mm)		Esfuerzo cortante (Δt) (kg/cm^2)	ΔV-H (mm/mm)	Defor. Angular (γ) (mm/mm)	*Gm* (kg/cm^2)
									$P_{20\%}$	$P_{60\%}$	$D_{20\%}$	$D_{60\%}$				
Muretes de Blócker de arcilla (20 Huecos)																
M-1	74.30	12.00	81.74	109.7	936.24	v	852.0	10395	2079	6237	0.279	0.972	4.441	0.000813	0.000813	5460.14
						h	734.0				0.000	0.000		0.000000		
M-2	73.65	12.10	81.85	108.7	940.78	v	820.0	10150	2030	6090	0.416	1.255	4.316	0.001023	0.001023	4217.86
						h	733.0				0.000	0.000		0.000000		
M-3	74.05	12.05	81.70	109.1	938.00	v	829.0	8464	1693	5078	0.530	0.992	3.609	0.000557	0.000653	5531.29
						h	735.0				0.100	0.170		0.000095		
													Promedio (kg/cm^2)			5069.76
													σ desviación estándar (kg/cm^2)			738.63
													CV Coeficiente de variación (%)			14.57%
													Gm característico (kg/cm^2)			4331.14

De la tabla 29 se ilustra todos los datos obtenidos de los muros con concreto líquido(MCCL), en el que se realizó los cálculos de las cargas al 20% y 60% y que es utilizado para encontrar los valores del desplazamiento vertical y horizontal a partir de la ecuación del grafico carga-desplazamiento, en tanto el coeficiente de variación de muretes el cual representa el 14.57% del promedio, esta se encuentra por debajo del 30%, razón por el que se deduce, la mano de obra y los materiales utilizados en el presente ensayo tienen la calidad adecuada.

De la figura 82 se indica que, el módulo de corte (Gm) característico en muros con concreto líquido es 4,331.14 kg/cm^2.

Figura 82

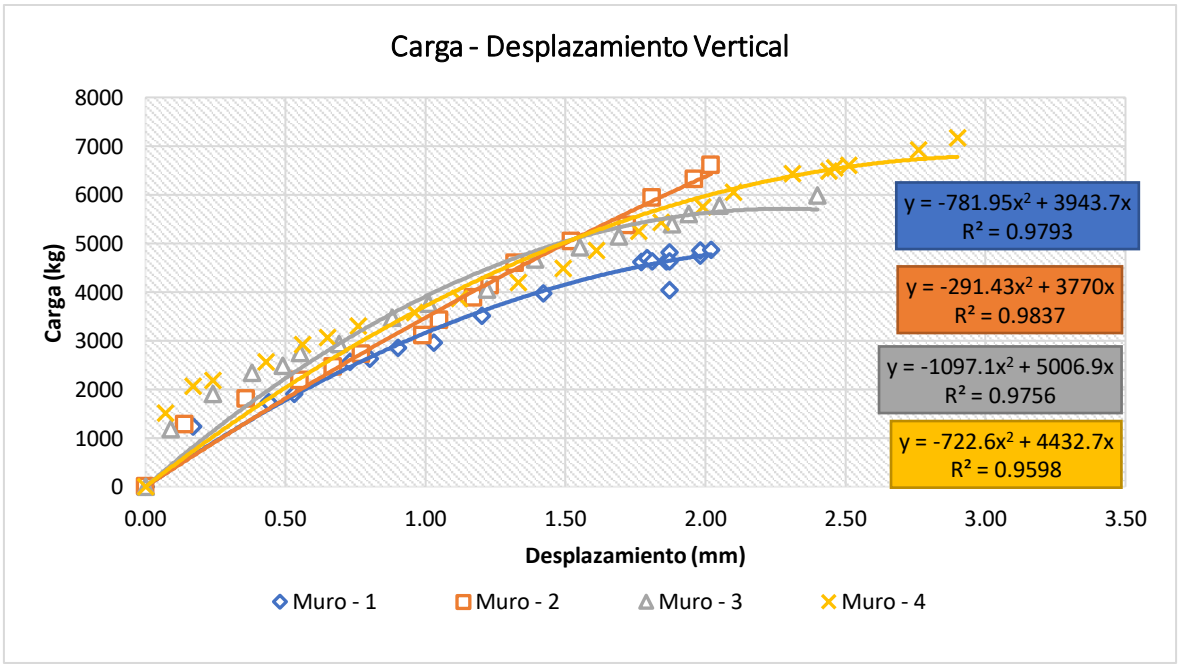
Módulos de corte de los muros con concreto liquido (MCCL)



En la figura 83 se muestra el ajuste de la dispersión a una curva y su correspondiente ecuación para fijar el desplazamiento al 20% y 60% respecto a la carga de corte.

Figura 83

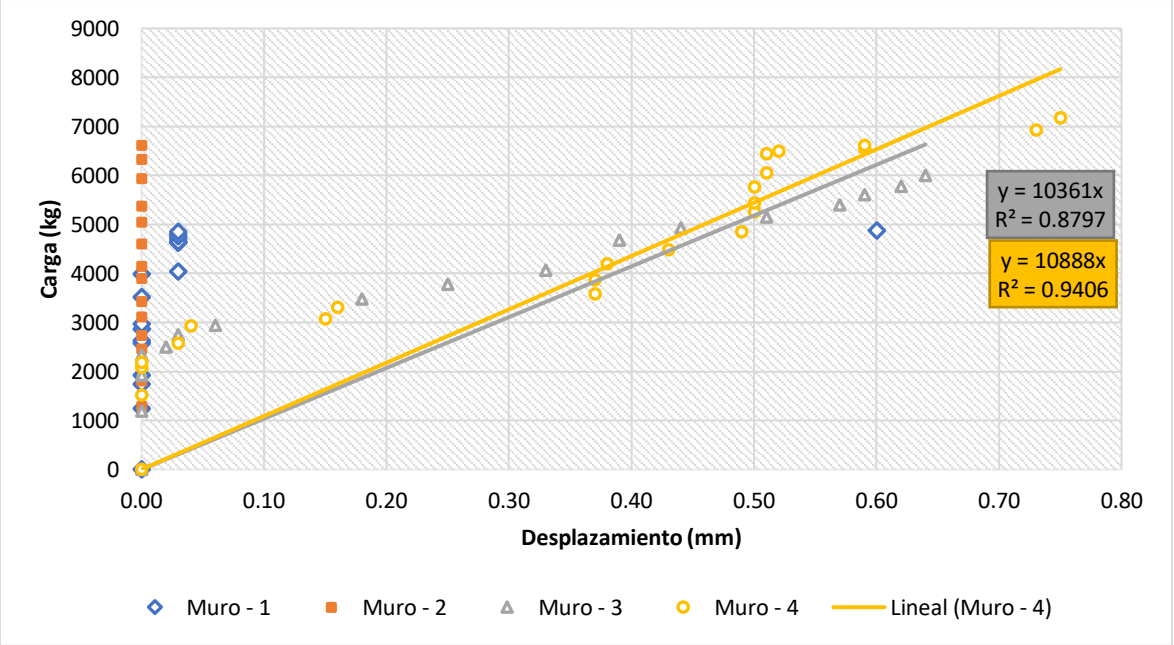
Gráfico de carga - desplazamiento vertical de muretes sin concreto liquido



La figura 84 ilustra la dispersión de la carga versus desplazamiento horizontal de los 3 muros sin concreto liquido ensayados a compresión diagonal, de la misma forma ilustra el ajuste de la dispersión a una recta y su ecuación para evaluar el desplazamiento al 20% y 60% con referencia a la carga de corte.

Figura 84

Gráfico de carga - desplazamiento horizontal de muretes sin concreto liquido



De la tabla 23 se ilustra todos los datos obtenidos de los muros sin concreto líquido(MSCL), en el que se realizó los cálculos de las cargas al 20% y 60% y que es utilizado para encontrar los valores del desplazamiento vertical y horizontal a partir de la ecuación del grafico carga-desplazamiento, en tanto el coeficiente de variación de muretes el cual representa el 12.00% del promedio, esta se encuentra por debajo del 30%, razón por el que se deduce, la mano de obra y los materiales utilizados en el presente ensayo tienen la calidad adecuada.

Tabla 14

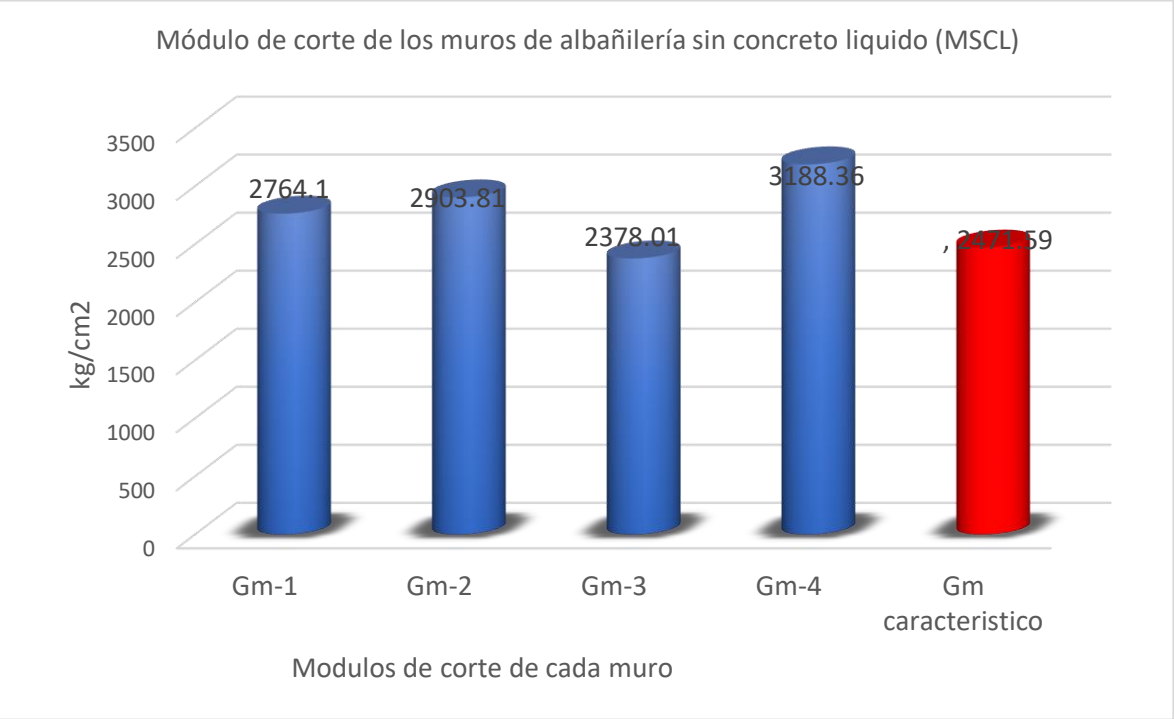
Resultados del módulo de corte de los muros de albañilería sin concreto líquido (MSCL)

N° Muestra	L prom. (cm)	t prom. (cm)	H prom. (cm)	D prom. (cm)	Área (cm^2)	Def.	L instru (mm)	P máx. (kg)	Carga (kg)		desplaz. (mm)		Esfuerzo cortante (Δt) (kg/cm^2)	ΔV-H (mm/mm)	Defor. Angular (γ) (mm/mm)	*Gm* (kg/cm^2)
									P 20%	P 60%	D 20%	D 60%				
Muretes de Blócker de arcilla (20 Huecos)																
M-1	74.20	12.00	81.65	109.7	935.10	v	852.0	4873	975	2924	0.261	0.903	2.084	0.000754	0.000754	2764.10
						h	734.0				0.000	0.000		0.000000		
M-2	73.55	12.10	81.80	108.7	939.87	v	820.0	6611	1322	3967	0.361	1.155	2.814	0.000969	0.000969	2903.81
						h	733.0				0.000	0.000		0.000000		
M-3	73.95	11.95	81.40	109.1	928.22	v	829.0	5993	1199	3596	0.253	0.893	2.583	0.000771	0.001086	2378.01
						h	735.0				0.116	0.347		0.000315		
M-4	74.20	12.15	82.05	109.4	949.22	v	866.0	7171	1434	4303	0.343	0.852	3.022	0.000588	0.000948	3188.36
						h	733.0				0.132	0.395		0.000359		
														Promedio (kg/cm^2)		2808.57
														σ desviación estándar (kg/cm^2)		336.98
														CV Coeficiente de variación (%)		12.00%
														Gm característico (kg/cm^2)		2471.59

De la figura 85 se indica que, el módulo de corte característico en muros sin concreto líquido es 2,471.59 kg/cm^2, este es un resultado inferior a lo que se obtuvo de muros con concreto líquido cuyo valor es 4,331.14 kg/cm^2.

Figura 85

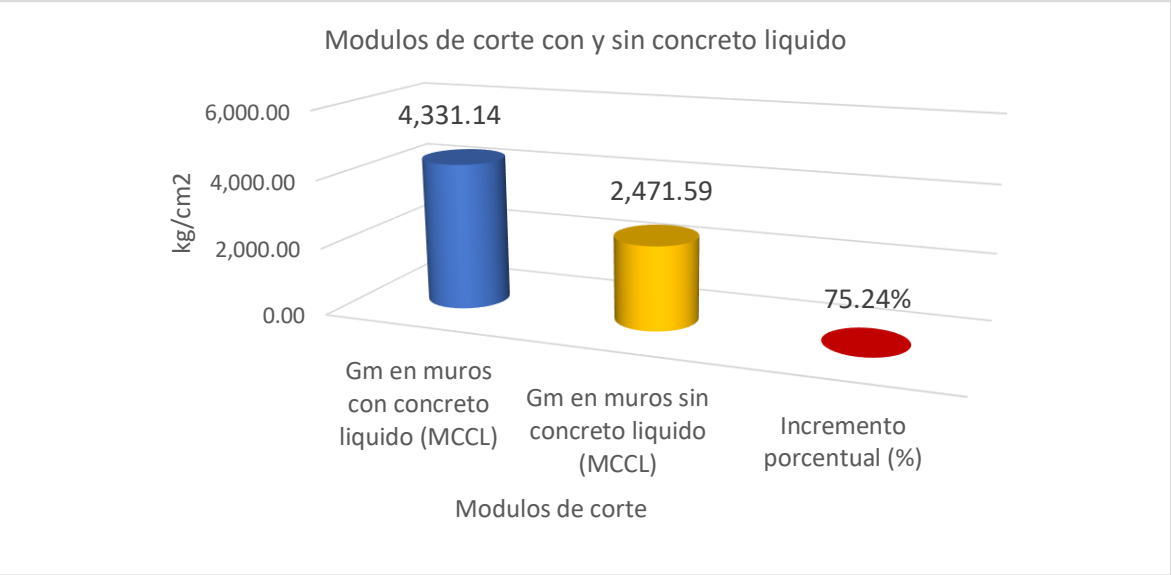
Módulo de corte (Gm) de muros sin concreto líquido (MSCL)



De la figura 86 se indica que, el módulo de corte (Gm) obtenido en pilas incorporadas con concreto líquido (MCCL) presento un valor superior frente al módulo de corte de muros sin concreto líquido (MSCL) mostrando un incremento del 75.24%, por lo que se concluye que el Gm de los muros (MCCL) presento incrementos respecto a los muros (MSCL), a continuación, en la figura 84 se ilustra el incremento porcentual.

Figura 86

Módulo de corte (Gm) en muros con y sin concreto líquido y su incremento porcentual



5.2. Discusión de resultados

Se efectuó con los hallazgos que se obtuvieron en laboratorio, por el cual fueron verificados con investigaciones realizadas anteriormente respecto al tema materia de estudio.

Con respecto a la variación dimensional**;** se aprecia los promedios de las dimensiones del blócker de arcilla (20 huecos), el largo de la unidad tiene una variación de 4.61%, siendo superior a la variación máxima aceptable de -+2%; referente al ancho tiene una variación dimensional de 3.60%, siendo esta superior a las variaciones máximas aceptables de -+3%; y finalmente se tiene la altura por lo que tiene una variación dimensional de 5.14%, respectivamente lo cual es superior a +-2%, por lo tanto utilizando el criterio de evaluación utilizado no califica para usar en muros portantes.

Con respecto al alabeo; el resultado promedio se expresó en milímetros. Realizado este procedimiento el blócker de arcilla de 20 huecos se clasificó como (bloque P) bloque portante, en vista que el valor superior de alabeo obtiene hasta 4mm, como se evidencia en la Tabla 14.

Por otro lado, la resistencia característica a compresión Axial promedio (fb) tuvo un resultando de 78.40 kg/cm2, con desviación estándar de 11.53 kg/cm2 y una resistencia

característica a compresión axial de la unidad (f'b) de 66.87 kg/cm2.Por lo tanto después de obtener estos resultados antes mencionados el blócker de arcilla de 20 huecos clasifica como (bloque P) bloque portante. Por otro lado según Ccama y Mamani (2023), en el trabajo de investigacion que aborda las capacidades de resistencia de ladrillos Blocker II de Tacna 2021 acorde al ensayo de resistencia a la compresión que realiza este autor en su investigación el blócker clasifica como clase I, referente a la variación dimensional la unidad presenta una variación que lo cataloga como óptimo frente a la normativa nacional clasificándolo como clase V y con respecto al ensayo de alabeo realizado este presenta alabeos mínimos en sus superficies llegando a clasificarlo como clase V, cabe resaltar que la unidad de albañilería Atlas Blócker II es similar a las unidades utilizadas en la presente investigación catalogándose como unidades huecas.

Con referencia al ensayo de succión**;** la unidad de blócker de arcilla 20 huecos de la presente investigación, presento en promedio el valor de 37.05 gr/ 200 cm^2-min. Por otro lado la Norma E.070 sobre albañilería hace mención que la succión de las unidades de albañilería antes de ser asentadas este dentro de los parámetros 10 y 20 gr/ 200 cm^2-min, sin embargo, según San Bartolome et al, (2018), las unidades industriales de arcilla en su estado natural posee una succion aproxinada de 40 gr/ (200 cm^2-min); y las unidades artesanales tienen 80 gr/ (200 cm^2-min); por lo que el resultado del ensayo realizado estaría por debajo de estos parámetros antes indicados y teniendo en cuenta al pre citada norma se tendría que realizar un tratamiento previo al asentado.

Con referencia al ensayo de absorción de la investigación realizada**,** este presento un promedio de igual a 12.69 % respectivamente, y según la norma E.070 “albañilería” señala que el valor de la absorción en unidades de arcilla no debe ser mayor que 22%, por lo tanto, los valores obtenidos en el ensayo se encuentran por debajo de los parámetros de la norma antes indicada, además según Ccama y Mamani (2023), en el ensayo de absorcion realizado con ladrillo de arcilla Atlas (Blocker II) obtiene un valor de 15.65 %; por lo que realizando una comparacion podemos deducir que este tipo de blocker II tiene alto porcentaje de indice de absorcion, esto conlleva que la unidad es mas porosa, lo que incita

a que esta unidad de albañileria sea menos resistente al intemperismo, en vista acorde a norma cuando una unidad de albañileria tiene la capacidad de absorcion mucho mas alta la unidad es mas porosa y por ende es inferiormente resistente a los efectos de la interperie.

Con respecto al coeficiente de saturacion**,** se indica que se obtuvo como resultado promedio de 0.99, por otro lado segun Rivera (2022), los hallazgos de los ensayos de coeficiente de saturacion promedio que obtuvo fue de 1.21, por lo que este es mayor al resultado obtenido en la investigacion, por otro lado según San Bartolome et al. (2018), revela que las unidades con coeficiente de saturacion superiores a 0.85 son altamente absorbentes y en consecuencia poco durables, deduciendo de esta forma que el resultado obtenido de ambos ensayos son absorbentes, con la diferencia que el resultado de 0.99 obtenido en la presente investigacion es menos absorbente.

La densidad según San Bartolome et al. (2018) esta relacionada directamente con la resistencia a la compresion y según los ensayos realizados de resistencia característica a compresión axial de la unidad (f'b) dio como resultado 66.87 kg/cm^2, con una densidad de 2.00 gr/cm^3, por otro lado segun Abanto (1995) menciona como propiedad de los ladrillos de arcilla a la densidad, definiendo a esta como una elevada densidad de una unidad de albañileria tiene las ventajas de mayor resistencia a compresion y menos permeable dificultando el paso de la humedad, asi mismo según Rivera (2022) los hallazgos de sus ensayos son: Resistencia característica a compresión Axial de la unidad es 68.73 kg/cm^2 con una densidad promedio de 2.27 gr/cm^3; bajo ese contexto se puede deducir que a mayor densidad existe mayor resistencia característica a compresión axial de las unidades.

Con referencia al objetivo general:

Evaluar la influencia de la incorporación del concreto líquido en las propiedades mecánicas (resistencia a compresión axial, resistencia a corte, módulo de elasticidad y módulo de corte) de muros de albañilería construidos con blócker de arcilla (20 huecos); los resultados de la investigacion ilustran que la falla que presentaron las pilas sin concreto liquido y con concreto liquido fue falla por aplastamiento y trituración, los muros sin

incoracion de concreto liquido y con incorporacion de concreto liquido mostraron fallas mixtas entre escalonada y cortando unidades., aunque los resultados mostraron que las pilas sin concreto líquido alcanzaron una resistencia a compresión (f´m) de 24.32 kg/cm², las pilas con concreto líquido mostraron un valor de 58.32 kg/cm², con un incremento porcentual de 141.49%. Los muretes sin concreto líquido presentan una resistencia a corte (V´m) de 3.93 kg/cm², mientras que los muretes con concreto líquido alcanzo una resistencia a corte (V´m) de 6.49 kg/cm² con un incremento porentual de 65.14%. Además, el módulo de elasticidad incrementa en un 119.76% así como el módulo de corte aumenta en 75.24% en las muestras con concreto líquido. Por otro lado según Alcantar (2020), en su investigacion denominada “Análisis teórico, diseño y estrategia de implementación de refuerzo compuesto para mampostería confinada sujeta a cargas laterales cuyo objetivo planteado es proponer estrategia de reforzamiento con polímero reforzado con fibras de vidrio (GFRP) a especímenes de albañilería compuestos por blócker huecos de concreto de 0.12 m, con la finalidad de mejorar sus propiedades mecánicas, para los ensayos se elaboraron un total de 6 pilas por lo que 3 se elaboró con piezas de albañilería con refuerzo de GFRP y los 3 remanentes se elaboraron con piezas sin reforzamiento, los resultados de dicha investigación indica, que, el resultado del ensayo a compresión en pilas sin refuerzo se obtuvo el valor de 67.53 kg/cm^2 con un modulo de elasticidad de 6577.917 MPa y el resultado del ensayo a compresión en pilas con refuerzo fue de 67.54 kg/cm^2 con un modulo de elasticidad de 6807.07 MPa., del ensayo a compresión diagonal en muretes sin refuerzo se obtuvo el valor de 4.76 kg/cm^2 con un modulo de corte de 1685.15 MPa., del ensayo a compresión diagonal en muretes con refuerzo se obtuvo el valor de 4.86 kg/cm^2 con un modulo de corte de 1631.36 MPa., el investigador concluye que en la resistencia a compresion en pilas no presento mejoras mientras que el modulo de elasticidad incremento en un 3.48%, mientras que la resistencia a compresion diagonal en muretes esta incremento en un 2.10%.

Con referencia al objetivo específico 01:

Determinar el efecto del concreto líquido en la resistencia a compresión axial en pilas de albañilería elaborados con blócker de arcilla (20 huecos). De los resultados obtenidos en la investigación, se indica que, los resultados obtenidos en pilas sin concreto líquido alcanzaron una resistencia característica de la albañilería (f'm) de 24.32 kg/cm², mientras que las pilas con concreto líquido mostraron un valor de resistencia característica de la albañilería (f'm) de 58.32 kg/cm², con un incremento porcentual de 141.49%, por lo tanto con referencia al objetivo específico 01 se concluye que la incorporación de concreto líquido influye y mejora significativamente las propiedades de resistencia característica de la albañilería (f'm).

Este resultado obtenido guarda relación con Griniov et al. (2024) con su investigación denominada “Compressive Load Capacity of Concrete Structures Made of Hollow Blocks with Voids Filled with Concrete of Various Features”, en el presente estudio el autor elabora pilas a base de bloques huecos de concreto, realiza dos tipos de ensayo experimental, en el primero elabora pilas de mampostería con relleno de hormigón en los alveolos del bloque, la segunda elabora pilas de mampostería sin relleno de hormigón en los alveolos del bloque, obteniendo los siguientes resultados: Las pilas elaboradas sin relleno de concreto mostro una capacidad de carga de 496 KN, mientras que las pilas con relleno de concreto en los alveolos presento una capacidad de carga de 794 KN, las pilas de albañilería sin relleno de hormigón presento una falla frágil, mientras que las pilas de albañilería con relleno de hormigón en los alveolos permite maximizar la capacidad de carga, en tanto Alcantar (2020) en su investigación denominada “Análisis teórico, diseño y estrategia de implementación de refuerzo compuesto para mampostería confinada sujeta a cargas laterales”, en los ensayos que realiza se elabora un total de 6 pilas en total por lo que 3 se elaboró con piezas de albañilería con refuerzo de GFRP y los 3 remanentes se elaboraron con piezas sin reforzamiento, el investigador concluye que en la resistencia a compresion en pilas no presento mejoras mientras que el modulo de elasticidad si incremento en un 3.48%.

Además según Arredondo y Maldonado (2021) en su investigacion denominada " 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", plantea el objetivo de determinar la variación de la resistencia a compresión axial en pilas de albañilería tradicionales y reforzadas con mallas de soga driza utilizando bloques huecos de concreto, de los resultados obtenidos en la investigación se evidencia que en pilas sin reforzamiento, la resistencia a compresión axial (f'm) se obtuvo un valor de 35.49 kg/cm2, en pilas con reforzamiento de mallas elaboradas con soga driza y tarrajeadas se obtuvo un valor de 41.10 kg/cm2, se muestra que incrementa en un 15.81 % respecto a las pilas sin reforzamiento.

Con referencia al objetivo específico 02:

Analizar la variación de la resistencia a corte en los muros de albañilería elaborados con blócker de arcilla (20 huecos) al incorporar concreto líquido. De los resultados obtenidos en la investigación se indica que, los muretes sin concreto líquido presentan una resistencia a corte (V´m) de 3.93 kg/cm², mientras que los muretes con concreto líquido alcanzo una resistencia a corte (V´m) de 6.49 kg/cm² con un incremento porentual de 65.14%, si realizamos el análisis se puede evidenciar que el efecto del concreto líquido es significativo en vista que existen mejoras en sus propiedades mecánicas acorde a los resultados obtenidos, este resultado obtenido coincide con Alcantar (2020), en cuya investigacion plantea el objetivo de proponer una estrategia de reforzamiento con polímero reforzado con fibras de vidrio (GFRP) a especímenes de albañilería compuestos por blócker huecos de concreto de 0.12 m, con la finalidad de mejorar sus propiedades mecánicas, para los ensayos se elaboraron un total de 6 muretes por lo que 3 se elaboró con piezas de albañilería con refuerzo de GFRP y los 3 remanentes se elaboraron con piezas sin reforzamiento, los resultados de dicha investigación indica, que, el ensayo a compresión diagonal en muretes sin refuerzo se obtuvo el valor de 4.76 kg/cm^2 con un modulo de corte de 1685.15 MPa., del ensayo a compresión diagonal en muretes con refuerzo se obtuvo el valor de 4.86 kg/cm^2 con un modulo de corte de 1631.36 MPa., el

investigador concluye que en la que la resistencia a compresion diagonal en muretes incremento en un 2.10%.

Dela misma forma los resultados obtenidos en la presente investigacion coinsiden con Baqueiro et al., (2019), en vista que los resultados de este artículo muestran resistencia a compresión diagonal (Vm) en muretes sin refuerzo igual a 2.78 kg/cm2, los muretes con refuerzo obtuvieron un Vm igual a 3.14 kg/cm2, el módulo de corte de muretes sin refuerzo fue de 14,949 kg/cm2, módulo de corte de muretes con refuerzo fue 16,732 kg/cm2, concluyendo de que el refuerzo con varillas de acero de ½" mejora la capacidad de resistencia del murete.

Así mismo Cueva y Neyra (2019), desarrollo la investigación: Reforzamiento de muros de albañilería elaborados con bloques huecos y reforzadas con geomallas para la aplicación en viviendas, los investigadores tuvieron por objetivo el mejoramiento de la capacidad de corte de los muros elaborados con bloques huecos de albañilería artesanal con la adición de geomallas para mejorar el reforzamiento de las viviendas, los resultados de la investigación muestran que a los muretes con refuerzo de geomalla logro un incremento de resistencia característica al corte de 40.59% en comparación a los muretes sin refuerzo, concluyendo que, el refuerzo superficial con geomalla incrementa la resistencia al corte en los muros de albañilería.

Con referencia al objetivo específico 03:

Evaluar los cambios en el módulo de elasticidad y el módulo de corte de pilas y muros de albañilería elaborados con blócker de arcilla (20 huecos) tras la incorporación del líquido concreto. De los resultados obtenidos en la investigación se indica que en pilas sin incorporar concreto líquido se obtuvo un módulo de elasticidad (Em) de 3,209.05 kg/cm^2, mientras que las pilas con concreto liquido mostro un valor del módulo de elasticidad (Em) de 6,977.05 kg/cm^2 con un incremento porcentual de 119.76%, con referencia al módulo de corte (Gm), en muros sin concreto líquido se consiguió un valor de 2,471.59 kg/cm^2, en los muros de albañilería con concreto liquido el módulo de corte presento un valor de 4,331.14 kg/cm^2 cuyo incremento porcentual fue de 75.24%, si realizamos el análisis se

puede evidenciar que el efecto del concreto líquido en pilas y muretes es significativo en vista que existen mejoras en el módulo de elasticidad y módulo de corte, por otro lado según según Alcantar (2020), en su investigacion denominada “Análisis teórico, diseño y estrategia de implementación de refuerzo compuesto para mampostería confinada sujeta a cargas laterales” cuyo objetivo planteado es proponer estrategia de reforzamiento con polímero reforzado con fibras de vidrio (GFRP) a especímenes de albañilería compuestos por blócker huecos de concreto de 0.12 m, con la finalidad de mejorar sus propiedades mecánicas, para los ensayos se elaboraron un total de 6 pilas y 6 muretes en total de los cuales 3 pilas y 3 muretes se elaboró con piezas de albañilería con refuerzo de fibra de vidrio (GFRP) y los 3 remanentes tanto en pilas u muretes se elaboraron con piezas sin reforzamiento, los resultados de dicha investigación indica, que, del ensayo a compresión en pilas sin refuerzo se obtuvo el valor de 67.53 kg/cm^2 con un modulo de elasticidad de 6577.917 Mpa y el resultado del ensayo a compresión en pilas con refuerzo fue de 67.54 kg/cm^2 con un modulo de elasticidad de 6807.07 MPa., deduciendo que el ensayo de resistencia a la compresion en pilas no hubo mejora mientras que el modulo de elasticidad incremento en un 3.48%, del ensayo a compresión diagonal (V'm) en muretes sin refuerzo se obtuvo el valor de 4.76 kg/cm^2 con un modulo de corte (Gm) de 16851.15 kg/cm^2, del ensayo a compresión diagonal (V'm) en muretes con refuerzo se obtuvo el valor de 4.86 kg/cm^2 con un modulo de corte de 16,313.66 kg/cm^2, la resistencia a compresion diagonal incremento en un 2.10% y el modulo de corte disminuyo en un -3.19%. Además según Arredondo y Maldonado (2021) en su investigacion realizada el Em en pilas de albañilería tradicionales y reforzadas con soga driza utilizando bloques huecos de concreto en la ciudad de Abancay, de los resultados obtenidos en la investigación se evidencia que módulo de elasticidad (Em) en pilas sin reforzamiento resulto 14,184.10kg/cm2, el módulo de elasticidad (Em) en pilas reforzados con soga driza y tarrajeados mostro un valor de 16,335.83 kg/cm2, concluyendo que, las pilas reforzadas con soga driza y tarrajeadas incrementan su módulo de elasticidad (Em) en un 15.17% respecto a las pilas sin reforzamiento, por otro lado el módulo de corte (Gm) en muros sin reforzamiento resulto

4,680.45 kg/cm2, así mismo el módulo de corte (Gm) en muros reforzados con soga driza y tarrajeadas mostro un valor de 5882.31 kg/cm2, concluyendo que, los muros reforzadas con soga driza y tarrajeadas incrementan su módulo de corte (Gm) en un 25.68% respecto a los muros sin reforzamiento.

5.3. Prueba de hipótesis

Hipótesis general

Paso 1: Planteamiento de Hipótesis

Ho: La incorporación del concreto líquido en muros de albañilería compuesto por blócker de arcilla (20 huecos) no mejora significativamente sus propiedades mecánicas, incrementando la resistencia a compresión axial, la resistencia a corte, el módulo de elasticidad y el módulo de corte, en la provincia de Andahuaylas, 2024.

Ha: La incorporación del concreto líquido en muros de albañilería compuesto por blócker de arcilla (20 huecos) mejora significativamente sus propiedades mecánicas, incrementando la resistencia a compresión axial, la resistencia a corte, el módulo de elasticidad y el módulo de corte, en la provincia de Andahuaylas, 2024.

Paso 2: Seleccionar el nivel de significancia α=0.05

Paso 3: Comprobación

Tabla 15

Prueba de significancia de la hipótesis general

	Diferencias emparejadas							
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia Inferior	Superior	t	gl	Sig. (bilateral)
Muestras con concreto líquido - Muestras sin concreto líquido	1529.06750	1697.56879	490.04590	450.48375	2607.65125	3.120	11	0.001

Paso 4: Interpretación

Al obtener como resultado un valor de (Sig.= 0,001 < 0.05), rechazamos la hipótesis nula. Es decir, aceptamos la hipótesis alterna la incorporación del concreto líquido en muros de albañilería compuesto por blócker de arcilla (20 huecos) mejora significativamente sus

propiedades mecánicas, incrementando la resistencia a compresión axial, la resistencia a corte, el módulo de elasticidad y el módulo de corte, en la provincia de Andahuaylas, 2024.
Las pilas con concreto líquido (PCCL) alcanzaron una resistencia a compresión de 58,73 kg/cm², mientras que las pilas sin concreto líquido (PSCL) lograron 24,32 kg/cm².
Los muros con concreto líquido (MCCL) presentaron una resistencia a corte de 6,49 kg/cm², frente a 3,93 kg/cm² de los muretes sin concreto líquido (MSCL).
Tanto el módulo de elasticidad (Em) como el módulo de corte (Gm) aumentan en las muestras con concreto líquido respecto a las muestras sin él.
Se concluye que la incorporación de líquido concreto mejora significativamente las propiedades mecánicas de la albañilería, especialmente en compresión y corte, así mismo Em y Gm característico incrementa en sus resultados
Conclusión:
La hipótesis general se confirma: como (Sig.= 0,001 < 0.05) el concreto líquido mejora de manera significativa las propiedades mecánicas de los muros de albañilería con blócker de arcilla (20 huecos) frente a los que no lo incorporan.

Hipótesis específica 1:

Paso 1: Planteamiento de Hipótesis
Ho: La incorporación del concreto líquido no incrementa la resistencia a compresión axial en pilas de albañilería elaborados con blócker de arcilla (20 huecos).
Ha: La incorporación del concreto líquido incrementa la resistencia a compresión axial en pilas de albañilería elaborados con blócker de arcilla (20 huecos).
Paso 2: Seleccionar el nivel de significancia α=0.05
Paso 3: Comprobación

Tabla 16

Prueba de significancia de la hipótesis especifica 1

	Diferencias emparejadas							
				95% de intervalo de confianza de la diferencia				
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	Inferior	Superior	t	gl	Sig. (bilateral)

Muestras con concreto líquido - Muestras sin concreto líquido	38.86000	6.08049	3.51057	23.75522	53.96478	11.069	2	0.008

Paso 4: Interpretación

Al obtener como resultado un valor de (Sig.= 0,008 < 0.05), rechazamos la hipótesis nula. Es decir, aceptamos la hipótesis alterna la incorporación del concreto líquido incrementa la resistencia a compresión axial en pilas de albañilería elaborados con blócker de arcilla (20 huecos).

Conclusión:

La hipótesis general se confirma: como (Sig.= 0,008 < 0.05) la incorporación del concreto líquido incrementa la resistencia a compresión axial en pilas de albañilería elaborados con blócker de arcilla (20 huecos).

Resultados:

Pilas con concreto líquido: 58,73 kg/cm²

Pilas sin concreto líquido: 24,32 kg/cm²

Discusión:

Se observa un incremento significativo en la resistencia a compresión axial al incorporar concreto líquido.

Conclusión:

La hipótesis específica 1 se confirma.

Hipótesis específica 2:

Paso 1: Planteamiento de Hipótesis

Ho: La resistencia a corte (V'm) de los muros de albañilería elaborados con blócker de arcilla (20 huecos) no aumenta al incorporar concreto líquido.

Ha: La resistencia a corte (V'm) de los muros de albañilería elaborados con blócker de arcilla (20 huecos) aumenta al incorporar concreto líquido.

Paso 2: Seleccionar el nivel de significancia α=0.05

Paso 3: Comprobación

Tabla 17

Prueba de significancia de la hipótesis especifica 2

	Diferencias emparejadas							
				95% de intervalo de confianza de la diferencia				
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	Inferior	Superior	t	gl	Sig. (bilateral)
Muestras con concreto líquido – Muestras sin concreto líquido	2.88000	1.19528	0.69010	-0.08925	5.84925	4.173	2	0.003

Paso 4: Interpretación

Al obtener como resultado un valor de (Sig.= 0,003 < 0.05), rechazamos la hipótesis nula. Es decir, aceptamos la hipótesis alterna la resistencia a corte (V'm) de los muros de albañilería elaborados con blócker de arcilla (20 huecos) aumenta al incorporar concreto líquido.

Conclusión:

La hipótesis general se confirma: como (Sig.= 0,003 < 0.05) la resistencia a corte (V'm) de los muros de albañilería elaborados con blócker de arcilla (20 huecos) aumenta al incorporar concreto líquido.

Resultados:

Muretes con concreto líquido: 6,49 kg/cm²

Muretes sin concreto líquido: 3,93 kg/cm²

Discusión:

El concreto líquido incrementa la resistencia a corte (V'm) de los muretes evaluados.

Conclusión:

La hipótesis específica 2 se confirma.

Hipótesis específica 3:

Paso 1: Planteamiento de Hipótesis

Ho: El módulo de elasticidad y el módulo de corte de los muros de albañilería elaborados con blócker de arcilla (20 huecos) no se incrementan al incorporar concreto líquido.

Ha: El módulo de elasticidad y el módulo de corte de los muros de albañilería elaborados con blócker de arcilla (20 huecos) se incrementan al incorporar concreto líquido.

Paso 2: Seleccionar el nivel de significancia α=0.05

Paso 3: Comprobación

Tabla 18

Prueba de significancia de la hipótesis especifica 3

	Diferencias emparejadas							
				95% de intervalo de confianza de la diferencia				
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	Inferior	Superior	t	gl	Sig. (bilateral)
Muestras con concreto líquido – Muestras sin concreto líquido	2387.79000	957.57783	552.85782	9.03481	4766.54519	4.319	2	0.004

Paso 4: Interpretación

Al obtener como resultado un valor de (Sig.= 0,004 < 0.05), rechazamos la hipótesis nula. Es decir, aceptamos la hipótesis alterna el módulo de elasticidad y el módulo de corte de los muros de albañilería elaborados con blócker de arcilla (20 huecos) se incrementan al incorporar concreto líquido.

Resultados:

Tanto el módulo de elasticidad (Em) como el módulo de corte (Gm) incrementan su valor en las muestras con concreto líquido respecto a las muestras sin concreto líquido.

Discusión:

Se reconoce el incremento en el módulo de elasticidad y módulo de corte, aunque se menciona que en la Norma E.070 no existen parámetros con respecto a los Blócker de arcilla y de esta manera realizar la comparación.

Conclusión:

La hipótesis específica 3 se confirma en vista valor de (Sig.= 0,004 < 0.05), que módulo de elasticidad y el módulo de corte de pilas de albañilería elaborados con blócker de arcilla (20 huecos) se incrementan al incorporar líquido concreto.

Los resultados obtenidos en la presente investigación permiten confirmar la hipótesis general, ya que la incorporación del concreto líquido en muros de albañilería construidos con blócker de arcilla (20 huecos) produjo una mejora significativa en sus propiedades mecánicas, en comparación con los muros que no incorporan dicho material. En particular, la resistencia a compresión axial y la resistencia a corte aumentan considerablemente, cumpliendo y superando los parámetros normativos de referencia. Asimismo, tanto el módulo de elasticidad como el módulo de corte mostraron incrementos en los muros con líquido concreto.

Por tanto, las hipótesis específicas planteadas se confirman para la resistencia a compresión axial y la resistencia a corte, así mismo se confirman para el módulo de elasticidad y el módulo de corte.

VI. Conclusiones

Las conclusiones alcanzadas con la investigación respecto a la incorporación del concreto líquido en muros de albañilería compuesto por blócker de arcilla (20 huecos) enfocados en sus propiedades de resistencia a compresión axial, resistencia a corte, módulo de elasticidad y módulo de corte son:

Con referencia al objetivo general:

Evaluar la influencia de la incorporación del concreto líquido en las propiedades mecánicas (resistencia a compresión axial, resistencia a corte, módulo de elasticidad y módulo de corte) de muros de albañilería construidos con blócker de arcilla (20 huecos); en vista que, El tipo de falla que presento las pilas sin concreto líquido fue por aplastamiento y trituración; por lo que este tipo de falla son indeseables y no recomendables para su uso, en las pilas con concreto líquido no refleja el mismo comportamiento de esfuerzo y deformación puesto que estas muestras continuó soportando más carga y que la falla de las muestras también fueron por aplastamiento y trituración, en tanto que el tipo de falla que presento los muros sin concreto líquido fue la mixta entre escalonada y cortando unidades; esta falla no es recomendable en vista que no se logró optimizar la adherencia de dichas unidades de blócker y mortero, en muros con concreto líquido no refleja el mismo comportamiento de esfuerzo y deformación puesto que estos muros tienen la capacidad de continuar soportando carga y que la falla que presento los muros fue mixta entre escalonada y cortando unidades, sin embargo la incorporación del concreto líquido en muros de albañilería construidos con blócker de arcilla (20 huecos) produjo una mejora significativa en sus propiedades mecánicas, en comparación con los muros que no incorporan concreto líquido, la resistencia a compresión axial (f'm) en pilas sin concreto líquido resulto 24,32 kg/cm², la resistencia a compresión axial (f'm) pilas con concreto líquido mostró un valor de 58,73 kg/cm² presentando un incremento porcentual de 141.49%, por lo tanto con referencia al objetivo específico 01 se concluye que la incorporación de concreto líquido influye y mejora significativamente las propiedades de la resistencia a compresión axial en pilas de albañilería (f'm), con referencia a la resistencia a corte (V´m), los muros sin

concreto líquido presentan una resistencia a corte (V´m) de 3.93 kg/cm², mientras que los muros con concreto líquido alcanzo una resistencia a corte (V´m) de 6.49 kg/cm² con un incremento porcentual de 65.14%, concluyendo que el efecto del concreto líquido incrementa la resistencia a corte (V'm) de los muros evaluados. Asimismo, en pilas sin incorporar concreto líquido se obtuvo un módulo de elasticidad (Em) de 3,209.05 kg/cm^2, mientras que las pilas con concreto liquido mostro un módulo de elasticidad (Em) de 6,977.05 kg/cm^2 con un incremento porcentual de 119.76%, con referencia al módulo de corte (Gm), en muros sin concreto líquido se consiguió un valor de 2,471.59 kg/cm^2, en los muros de albañilería con concreto liquido el módulo de corte presento un valor de 4,331.14 kg/cm^2, con un incremento porcentual de 75.24%, si realizamos el análisis se puede evidenciar que el efecto del concreto líquido en pilas y muretes es significativo en vista que existen mejoras en el módulo de elasticidad y módulo de corte, concluyendo que, tanto el módulo de elasticidad como el módulo de corte mostraron incrementos en las pilas y muros con concreto líquido.

En relación al objetivo específico 01: Se determinó el efecto del concreto líquido en la resistencia a compresión axial en pilas de albañilería elaborados con blócker de arcilla (20 huecos). De los resultados obtenidos en la investigación, se indica que, los valores obtenidos en pilas sin concreto líquido alcanzaron una resistencia característica de la albañilería (f'm) de 24.32 kg/cm², mientras que las pilas con concreto líquido mostraron un valor de resistencia característica de la albañilería (f'm) de 58.32 kg/cm², con un incremento porcentual de 141.49%, por lo tanto con referencia al objetivo específico 01 se concluye que la incorporación de concreto líquido influye y mejora significativamente las propiedades de resistencia característica de la albañilería (f'm).

En relación al objetivo específico 02: Se **a**nalizó la variación de la resistencia a corte en los muros de albañilería elaborados con blócker de arcilla (20 huecos) al incorporar concreto líquido. De los resultados obtenidos en la investigación se indica que, los muretes sin concreto líquido presentan una resistencia a corte (V´m) de 3.93 kg/cm², mientras que los muretes con concreto líquido alcanzo una resistencia a corte (V´m) de 6.49 kg/cm² con

un incremento porentual de 65.14%, concluyendo que se puede evidenciar que el efecto del concreto líquido en muros de albañilería es significativo en vista que existen mejoras en sus propiedades mecánicas acorde a los resultados obtenidos.

En relación al objetivo específico 03: Se evaluó los cambios en el módulo de elasticidad y el módulo de corte de pilas y muros de albañilería elaborados con blócker de arcilla (20 huecos) tras la incorporación del líquido. En relación al módulo a el módulo de elasticidad (Em) en pilas sin concreto líquido este mostro un resultado de 3,758.41 kg/cm^2, mientras que el módulo de elasticidad (Em) en pilas con concreto líquido (PCCL) mostro un valor de 6,977.05 kg/cm^2 presentando un incremento porcentual de 119.76%, por otro lado con referencia al módulo de corte (Gm) en muros sin concreto líquido (MSCL) presento un resultado de 2,471.59 kg/cm^2, en tanto que, el módulo de corte (Gm) en muros con concreto líquido (MCCL) presento un valor de 4,331.14 kg/cm^2 mostrando un incremento porcentual de 75.24%, por lo que, podemos concluir, que tanto el módulo de elasticidad (Em) como el módulo de corte (Gm) incrementan en los resultados en muestras con concreto líquido respecto a las muestras sin concreto líquido.

VII. Recomendaciones

1. Se recomienda efectuar ensayos a escala real con el tipo de unidad utilizado en la presente investigación en vista que debido a la carencia de laboratorios en la región Apurímac se realizó los ensayos en pilas y muretes, por lo que se sugiere en futuras investigaciones realizadas incluir el tipo de ensayo a escala real.
2. Se recomienda humedecer los blócker de arcilla 20 huecos antes de asentarlas, de preferencia en horas de la tarde del día anterior en vista que acorde a los resultados obtenidos podría reducir la capacidad de succión de la unidad por lo que podemos evitar que el mortero pierda agua y así poder lograr una óptima adherencia entre ambos componentes.
3. Se recomienda realizar una investigación utilizando malla electrosoldada como reforzamiento en prismas de albañilería y de esta forma conocer como es el comportamiento mecánico en muros de albañilería.
4. Se recomienda implementar la Norma E.070 para blócker de arcilla en vista que la norma E.070 “albañilería”, específicamente en la tabla 9 de resistencias características de la albañilería no está definido parámetros de resistencia característica en pilas y muretes razón por el que en la investigación realizada no se utilizó como parámetro.
5. Se recomienda a la población de la provincia de Andahuaylas consultar con personal idóneo para las construcciones domiciliarias, por otro lado, también se debe utilizar los materiales adecuados y que estén acorde a los requerimientos mínimos de la normativa en vista que de ella depende a que las edificaciones sean de calidad y estén a la vanguardia de lo requerido.

VIII. Bibliografía

Amado, José Darío Santos, y Pedro Yesid Malagón Villafrades. (2009*).* Caracterización de arcillas y preparación de pastas cerámicas para la fabricación de tejas y ladrillos en la región de barichara*,* santander. *Articulo Científico Colombiano,* vol. 78, núm. 167, 2011, pp. 53-61. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49622358006

Abanto Castillo, F. (1995). *Analisis y diseño de edificaciones de albañileria.* San Marcos.

Arias Gonzáles , J. L., Holgado Tisoc, J., Tafur Pittman, T. L., & Vasquez Pauca, M. J. (2022). *Metodologia de la investigacion: El metodo Arias para realizar un proyecto de tesis.* Puno-Peru: Instituto Universitario de Innovacion Ciencia y Tecnologia Inudi Peru S.A.C.

Arredondo Huaman, K., & Maldonado Huaranca, F. M. (2021). *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.* [Tesis de Pregrado, Universidad Tecnologica de los Andes]. Repositorio institucional Universidad Tecnologica de los Andes.

Baqueiro, Fernández, Marín Gómez, y Varela Rivera. (2019). Determinación de la resistencia a compresión diagonal y el módulo de cortante de la mampostería de bloques huecos de concreto. *Articulo de Investigacion de Merida*, 41-50.

Blash, Abrahem A. Ali, B. H. Abu Bakar, Ufuoma Joseph Udi, Bassam S. A. Dabbour, Azhar Ayad Jaafar, Li Yanhao, Ilyani Akmar Abu Bakar, y Majed Rashed. (2023). Performance of Unreinforced Masonry Walls in Compression: A Review of Design Provisions, Experimental Research, and Future Needs. *Articulo Científico.*

Espinoza Valdivia, C. A. (2021). *Estudio y comparación del comportamiento mecánico de prismas de albañilería tubular reforzada.* Lima. [Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad Catolica del Peru]. Repositorio institucional Pontificia Universidad Catolica del Peru. Obtenido de https:// repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/180115.

Griniov, Vadim, Kseniya Yurkova, y Rafał Prusak. (2024). Compressive Load Capacity of Concrete Structures Made of Hollow Blocks with Voids Filled with Concrete of Various Features. *Scientific Article from Poland, Oldrich Sucharda.* https://doi.org/10.3390/ma17246262

Guillén, Guillén, y César Armando. (2022*).* Influencia de la arena en la resistencia mecánica del mortero empleando diferentes marcas de cemento, *Articulo Científico Universidad Autónoma del Estado de México, vol. 29.*

https://doi. org/10.30878/ces.v29n1a9

Gallardo Echenique, E. E. (2017). *Metodología de la Investigación: Manual autoformativo interactivo* (Primera edicion ed.). (M. A. Eliana Gallardo Echenique, Ed.) Huancayo-Peru:UniversidadContinental. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4278/1/do_uc_eg_mai_uc0584_2018.pdf.

Gallegos, Héctor; Casabone, Carlos. (2005). *Albañileria estructural.* Lima-Peru: Ediciones Nova. https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/181453.

Herrera, Yosbar Omar López, y Miky Alexander Molina Mena. (2025). Estudio experimental para determinar las características físicas, químicas y mecánicas de las unidades de albañilería hechas de arcilla en el departamento de Lambayeque. *Artículo Científico de la Universidad Autónoma de Yucatán México,* vol. 14, pp. 149-160.
ORCID ID: orcid.org/0000-0001-5871-5170

Huda, Khondaker Motmayyanatul, Nusrat Jahan Wright, Muntasir Ahmed Chowdhury, y Debashish Sen. (2025). Investigación numérica en panel de mampostería bajo compresión diagonal*. Artículo Científico*, *vol. 29.*

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio , P. (2006). *Metodologia de la Investigacion* (Cuarta Edicion ed.). (N. I. Lopez, Ed.) Mexico: Mcgraw hill/interamericana Editores S.A. DE C.V. Obtenido de https://sistemas.unicesar.edu.co/documentossistemas/sampieri.pdf.

Norma Tecnica Peruana 399.613 (2017). *Proyecto de Norma Técnica PNTP 399.613* (Segunda edicion ed.). Lima, Peru.

Norma Tecnica Peruana, 399.621. (2004). *Unidades de Albañileria: Metodo de ensayo de compresion diagonal en muretes de albañileria.* Lima, Peru.

Norma Tecnica Peruana, 399.605 (2013). *Unidades de albañileria: Metodo de ensayo para la determinacion de la resistencia en compresion de prismas de albañileria.* Lima, Peru.

Norma Tecnica Peruana 399.604. (2002). *Unidades de AlbañileriA: Metodo de muestro y ensayo de unidades de albañilería de concreto. INDECOPI.* Lima.

Moreno, Diego Fernando Páez, Sonia Ximena Parra Rojas, y Carlos Andrés Montaña Gutiérrez. (2009). Alternativa estructural de refuerzo horizontal en muros de mampostería. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín,* vol. 8, pp. 51-69. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75012454005

Mustafaraj, Enea, y Yavuz Yardim. (2017). Review of strengthening techniques and mechanical testing for unreinforced masonry. *International Journal of Science and Technology Scientific article,* Volumen 3, pp. 33-50. Obtenido de http://grdspublishing.org/

Orellana, Rocío Durand, y Luis A. Benites Gutiérrez. 2017. Unidades de albañilería fabricadas con suelo-cemento como alternativa para la construcción sostenible. *O. R.* 13, *Revista ciencia y Tecnología*, 13(1): 21-32. rdurando@upao.edu.pe

Salvatierra, Lindaura Lizbet Palomino, Yessica Dany Hoyos Vásquez, y Leonel Chahuares Paucar. 2025. Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto con incorporación de aserrín, perlas de poliestireno y caucho, *Revista Gaceta Técnica Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado*., 26(2), 1-13. https://doi.org/10.51372/gacetatecnica262.1

Saviano, Felice. 2024. Experimental Compressive and Shear Behaviour of Clay Brick Masonry with Degraded Joints. Construction and Building Materials.*Scientific article University of Naples Federico II*. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.138880

San Bartolomé Ramos, A. (1994). *Construcciones de Albañileria-Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural.* Peru: Fondo editorial Puntificia Universidad Catolica del Peru. Obtenido de https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/72.

San Bartolome Ramos, A., Quiun, D., & Silva, W. (2018). *Diseño y construccion de estructuras sismorresistentes de albañileria* (Segunda edicion ed.). (PUCP, Ed.) Lima: Fondo Editorial. Obtenido de https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/170319.

Servicio Nacional de Capacitacion para la Industria de la Construccion SENCICO. (2020). *Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E.030 Diseño Sismorresistente.* Lima-Peru: Servicio Nacional de Capacitacion para la Industria de la Construccion

. Obtenido de https:// https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne

Servicio Nacional de Capacitacion para la Industria de la Construccion SENCICO. (2020). *Reglamento Nacional de edificaciones Norma E.070 Albañileria.* Lima-Peru: Servicio Nacional de Capacitacion para la Industria de la Construccion. Obtenido de https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne

Velázquez Herrera , F. (2022). *Arcillas develando sus secretos.* Mexico: ISBN: 978-607-525-859-1. https://repositorio.buap.mx/rdgp/public/inf_public/2022/4/arcillas_Desvelando_sus_secretos.pdf.

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