

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

TESIS

**RELACIÓN DEL ESPESOR DE JUNTAS CON LA
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ALBAÑILERÍA
DE LADRILLOS ARTESANALES EN LA CIUDAD DE
HUANCAYO**

PRESENTADO POR:

Bach. HUAMANCAYO INGA, ROOSEVELTH RICHARD.

Línea de Investigación Institucional:

Nuevas tecnologías y procesos.

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

Huancayo – Perú

2023

Ing. Carlos Gerardo Flores Espinoza.

Asesor

Dedicatoria

- La presente investigación va dedicada a mi hija Angely Malia; por ser ejemplo de valentía, lucha y perseverancia, a mi Padre Julio (QEPD); por creer en mí, a mi Madre María Luz por su apoyo incondicional y a mis hermanos que siempre estuvieron brindándome su apoyo.

Bach. Huamancayo Inga, Roosevelth Richard.

Agradecimientos

- A Dios por darme vida, salud y permitirme culminar mis estudios superiores, a la Universidad Peruana los Andes por ser parte de mi formación profesional, y a todas las personas que contribuyeron y me brindaron sus conocimientos para poder realizar esta investigación, a todos ellos no tengo más que decirles gracias

Bach. Huamancayo Inga, Roosevelt Richard.

CONSTANCIA 136

DE SIMILITUD DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN POR EL SOFTWARE DE PREVENCIÓN DE PLAGIO TURNITIN

La Dirección de Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería, hace constar por la presente, que el informe final de tesis titulado:

“RELACIÓN DEL ESPESOR DE JUNTAS CON LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ALBAÑILERÍA DE LADRILLOS ARTESANALES EN LA CIUDAD DE HUANCAYO”

Cuyo autor (a) : Roosevelt Richard, Huamancayo Inga.

Facultad : Ingeniería

Escuela Profesional : Ingeniería Civil.

Asesor (a) (es) : Ing. Carlos Gerardo, Flores Espinoza.

Que, fue presentado con fecha 06.03.2023 y después de realizado el análisis correspondiente en el software de prevención de plagio Turnitin con fecha 07.03.2023; con la siguiente configuración de software de prevención de plagio Turnitin:

Excluye bibliografía.

Excluye citas.

Excluye cadenas menores de a 20 palabras.

Otro criterio (especificar)

Dicho documento presenta un porcentaje de similitud de **22%**. En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°11 del Reglamento de uso de software de prevención de plagio, el cual indica que no se debe superar el **30%**. Se declara, que el trabajo de investigación: si contiene un porcentaje aceptable de similitud. Observaciones: Trabajo de Suficiencia Profesional.

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presenta constancia.

Huancayo 08 de Marzo del 2023



Dr. Santiago Zevallos Salinas
Director de la Unidad de Investigación

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera.
Presidente

Ing. Nataly Lucia Córdova Zorrilla

Mg. Christian Mallaupoma Reyes.

Ing. Gonzales Rojas Carlos Alberto

Ing. Leonel Untiveros Peñaloza.
Secretario docente

ÍNDICE

| | |
|--|-------------|
| Dedicatoria | iii |
| Agradecimientos | iv |
| ÍNDICE | vi |
| ÍNDICE DE TABLAS | ix |
| ÍNDICE DE FIGURAS | x |
| RESUMEN | xi |
| ABSTRACT | xii |
| INTRODUCCIÓN | xiii |
| CAPÍTULO I | 15 |
| EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN | 15 |
| 1.1. Planteamiento del problema | 15 |
| 1.2. Formulación y sistematización del problema | 16 |
| 1.2.1. Problema general | 16 |
| 1.2.2. Problemas específicos | 16 |
| 1.3. Justificación | 17 |
| 1.3.1. Práctica | 17 |
| 1.3.2. Metodológica | 17 |
| 1.3.3. Teórica | 17 |
| 1.4. Delimitación | 18 |
| 1.4.1. Espacial | 18 |
| 1.4.2. Temporal | 18 |
| 1.4.3. Económica | 18 |
| 1.5. Limitaciones | 18 |
| 1.6. Objetivos | 19 |
| 1.6.1. Objetivo general | 19 |
| 1.6.2. Objetivos específicos | 19 |
| CAPÍTULO II | 20 |
| MARCO TEÓRICO | 20 |
| 2.1. Antecedentes | 20 |
| 2.1.1. Nacionales | 20 |
| 2.1.2. Internacionales | 22 |
| 2.2. Marco conceptual | 25 |
| 2.2.1. Albañilería | 25 |

| | |
|---|-----------|
| 2.2.2. Ladrillos | 26 |
| 2.2.3. Mortero | 29 |
| 2.2.4. Resistencia a la compresión de muros de albañilería | 30 |
| 2.3. Definición de términos | 35 |
| 2.3.1. Agregado fino | 35 |
| 2.3.2. Cal | 35 |
| 2.3.3. Cemento | 35 |
| 2.3.4. Junta de albañilería | 36 |
| 2.3.5. Unidad de albañilería | 36 |
| 2.3.6. Pila de albañilería | 36 |
| 2.3.7. Murete de albañilería | 36 |
| 2.4. Hipótesis | 36 |
| 2.4.1. Hipótesis general | 36 |
| 2.4.2. Hipótesis específicas | 37 |
| 2.5. Variables | 37 |
| 2.5.1. Definición conceptual de las variables | 37 |
| 2.5.2. Definición operacional de las variables | 37 |
| 2.5.3. Operacionalización de las variables | 37 |
| CAPÍTULO III | 39 |
| METODOLOGÍA | 39 |
| 3.1. Método de investigación | 39 |
| 3.2. Tipo de investigación | 39 |
| 3.3. Nivel de investigación | 40 |
| 3.4. Diseño de investigación | 40 |
| 3.5. Población y muestra | 40 |
| 3.5.1. Población | 40 |
| 3.5.2. Muestra | 40 |
| 3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 41 |
| 3.7. Procesamiento de la información | 41 |
| 3.8. Técnicas y análisis de datos | 41 |
| CAPÍTULO IV | 42 |
| RESULTADOS | 42 |
| 5.1. Actividades preliminares | 42 |
| 5.1.1. Medidas de los ladrillos | 42 |

| | |
|--|-----------|
| 5.1.2. Alabeo de los ladrillos | 45 |
| 5.1.3. Absorción de los ladrillos | 47 |
| 5.1.4. Resistencia a la compresión de los ladrillos | 48 |
| 5.1.5. Resistencia a la compresión del mortero | 49 |
| 5.2. Relación entre el espesor de juntas con la resistencia a la compresión axial | 51 |
| 5.2.1. Hipótesis específica "a" | 52 |
| 5.3. Relación del espesor de juntas con la resistencia a la compresión diagonal de muretes de albañilería | 55 |
| 5.3.1. Hipótesis específica "b" | 56 |
| CAPÍTULO V | 59 |
| DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 59 |
| 6.1. Relación entre el espesor de juntas con la resistencia a la compresión axial | 59 |
| 6.2. Relación entre el espesor de juntas con la resistencia a compresión diagonal | 60 |
| CONCLUSIONES | 62 |
| RECOMENDACIONES | 63 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 64 |
| ANEXOS | 67 |
| Anexo N° 01: matriz de consistencia | 68 |
| Anexo N° 02: certificados de ensayos realizados | 70 |
| Anexo N° 03: certificados de calibración de instrumentos de laboratorio | 85 |
| Anexo N° 04: panel fotográfico | 97 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Clase de ladrillo para fines estructurales. | 27 |
| Tabla 2. Granulometría de la arena gruesa para la elaboración de morteros. | 29 |
| Tabla 3. Tipos de mortero. | 30 |
| Tabla 4. Operacionalización de las variables. | 37 |
| Tabla 5. Muestras de pilas y muretes en la investigación. | 40 |
| Tabla 7. Medidas de ladrillos. | 42 |
| Tabla 8. Variación dimensional respecto al largo de los ladrillos. | 44 |
| Tabla 9. Variación dimensional respecto al ancho de los ladrillos. | 45 |
| Tabla 10. Variación dimensional respecto al espesor de los ladrillos. | 45 |
| Tabla 11. Alabeo de ladrillos. | 46 |
| Tabla 12. Porcentaje de absorción de ladrillos. | 47 |
| Tabla 13. Resistencia a la compresión axial de ladrillos. | 48 |
| Tabla 6. Granulometría de la arena gruesa para el mortero. | 49 |
| Tabla 14. Resistencia a la compresión axial de mortero de albañilería. | 50 |
| Tabla 15. Resistencia a la compresión axial de prismas de albañilería con juntas de 1.5 cm. | 51 |
| Tabla 16. Resistencia a la compresión axial de prismas de albañilería con juntas de 2.0 cm. | 51 |
| Tabla 17. Resistencia a la compresión axial de prismas de albañilería con juntas 2.5 cm. | 52 |
| Tabla 18. Prueba de normalidad de la hipótesis específica “a”. | 53 |
| Tabla 19. Prueba de correlación de la hipótesis específica “a”. | 53 |
| Tabla 20. Resistencia a la compresión diagonal de muretes de albañilería. | 55 |
| Tabla 21. Prueba de normalidad de la hipótesis específica “b”. | 57 |
| Tabla 22. Prueba de correlación de la hipótesis específica “b” – resistencia a la compresión diagonal. | 57 |
| Tabla 23. Prueba de correlación de la hipótesis específica “b” – deformación. | 57 |
| Tabla 24. Prueba de correlación de la hipótesis específica “b” – rigidez. | 58 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Albañilería no reforzada. | 26 |
| Figura 2. Ladrillos artesanales sólidos. | 28 |
| Figura 3. Ladrillo industrial King Kong. | 29 |
| Figura 4. Pila de albañilería de 3 unidades y 1.5 cm de junta de mortero. | 31 |
| Figura 5. Ensayo de resistencia a la compresión axial de pila de albañilería. | 32 |
| Figura 6. Murete de albañilería. | 33 |
| Figura 7. Ensayo de resistencia a la compresión diagonal de murete de albañilería. | 33 |
| Figura 9. Largo promedio de ladrillos. | 43 |
| Figura 10. Ancho promedio de ladrillos. | 43 |
| Figura 11. Espesor promedio de ladrillos. | 44 |
| Figura 12. Alabeo máximo de ladrillos. | 47 |
| Figura 13. Absorción de ladrillos. | 48 |
| Figura 14. Resistencia a la compresión axial de ladrillos. | 49 |
| Figura 8. Curva granulométrica de la arena gruesa para el mortero. | 49 |
| Figura 15. Resistencia a la compresión axial de mortero de albañilería. | 50 |
| Figura 16. Relación de espesor de juntas con resistencia a la compresión axial de prismas. | 52 |
| Figura 17. Relación de espesor de juntas con resistencia a la compresión diagonal de muretes. | 56 |

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la relación que existe entre el espesor de juntas y la resistencia a la compresión en albañilería de ladrillos artesanales en la ciudad de Huancayo, para ello se elaboraron 15 pilas y 9 muretes que permitió conocer la resistencia a compresión axial y diagonal al considerar espesores de juntas de 1.5, 2 y 2.5 cm en ambos casos. Como resultados se encontró que la resistencia a compresión axial promedio de las pilas con juntas de 1.5 cm fue de 32.31 kg/cm², con 2 cm de junta fue de 29.02 kg/cm² y con 2.5 cm fue de 28.08 kg/cm²; mientras que, la resistencia a compresión diagonal con los diferentes espesores fue de 0.48, 0.54 y 0.49 MPa. Se concluyó que el espesor de las juntas de mortero tiene una relación negativa significativa con la resistencia a compresión de los muros de albañilería, pues mayor sea el mayor menor en la resistencia, entonces el espesor óptimo de las juntas para la construcción de los muros de albañilería es de 1.5 cm, en concordancia con lo expresado por el (MVCS, 2020) en la norma E.070: Albañilería.

Palabras clave: compresión axial, compresión diagonal, albañilería, juntas.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the relationship between the thickness of joints and the compressive strength of handmade brick masonry in the city of Huancayo. For this purpose, 15 piles and 9 walls were made, which allowed us to determine the axial and diagonal compressive strength when considering joint thicknesses of 1.5, 2 and 2.5 cm in both cases. As results, it was found that the average axial compressive strength of the piles with 1.5 cm joints was 32.31 kg/cm², with 2 cm joints it was 29.02 kg/cm² and with 2.5 cm joints it was 28.08 kg/cm²; while the diagonal compressive strength with the different thicknesses was 0.48, 0.54 and 0.49 MPa. It was concluded that the thickness of the mortar joints has a significant negative relationship with the compressive strength of the masonry walls, since the greater the thickness, the lower the strength, so the optimum thickness of the joints for the construction of masonry walls is 1.5 cm, in accordance with what is expressed by the (MVCS, 2020) in the standard E.070: Masonry.

Keywords: axial compression, diagonal compression, masonry, masonry, joints.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación titulada: “Relación del espesor de juntas con la resistencia a la compresión en albañilería de ladrillos artesanales en la ciudad de Huancayo” tiene como principal finalidad establecer si existen una relación entre el espesor de las juntas y su resistencia a la compresión de los muros de albañilería construidos con ladrillos artesanales, pues en la actualidad, la mayoría de viviendas unifamiliares son construidas con muros de espesores superiores a los recomendados por la norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones, pudiendo afectar y comprometer el comportamiento de toda la vivienda.

Para el desarrollo de la presente investigación se ha considerado el uso de ladrillos artesanales más comerciales de la ciudad de Huancayo; sin embargo, la ejecución de los ensayos fue a nivel de laboratorio, donde se ha considerado la evaluación de propiedades como la variación dimensional, el alabeo y la absorción de las unidades de albañilería, mientras que para las pilas y muretes se ha considerado la evaluación de su resistencia a compresión mediante variaciones de juntas de 1.5 cm, 2 cm y 2.5 cm.

Para un mejor panorama, a continuación, se procede a detallar el contenido de cada uno de los capítulos considerados:

Capítulo I: El problema de investigación, donde se tiene el planteamiento del problema, la formulación y sistematización del problema, la justificación práctica, metodológica y teórica, la delimitación espacial, temporal y económica, las limitaciones y los objetivos tanto específico y los generales.

Capítulo II: Marco Teórico, donde se plasmó los antecedentes de la investigación, el marco conceptual referente a los muros de albañilería, la clasificación de los mismos de acuerdo a su función estructural, de acuerdo a la distribución del refuerzo, el proceso constructivo, las características básicas de la albañilería, la heterogeneidad de la albañilería, la anisotropía de la albañilería, la resistencia a compresión vs. La resistencia tracción, la variabilidad de los ladrillos, los tipos de unidades de albañilería y el mortero. Asimismo, se consignó la definición de términos, las hipótesis de la investigación, las variables con su respectiva definición conceptual, operacional y operacionalización.

Capítulo III: Metodología, donde se mencionó lo concerniente al método de investigación, el tipo de investigación, el nivel de investigación, el diseño de investigación, la población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, el procesamiento de la información, además de las técnicas y análisis de datos.

Capítulo IV: Resultados, en primera instancia se detalló las actividades preliminares donde se consideró cada una de las medidas de las unidades de albañilería, el alabeo, la absorción, la resistencia a compresión de los ladrillos y la resistencia a compresión del mortero. Consecuentemente, se detalla la relación entre el espesor de las juntas con la resistencia a compresión axial en pilas y la resistencia a compresión diagonal en muretes.

Capítulo V: Discusión de resultados, donde se discute cada uno de los resultados en concordancia con lo presentado por los antecedentes.

Como parte complementaria final se tiene a las conclusiones, las recomendaciones, las referencias bibliográficas y los anexos como la matriz de consistencia, los certificados de ensayos realizados, los certificados de calibración de los instrumentos y el panel fotográfico.

Bach. Roosevelt Richard Huamancayo Inga.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Los sistemas de albañilería están compuestos por muros que se componen por unidades y mortero, con lo cual es factible alcanzar resistencias capaces de soportar las sollicitaciones originadas por su propio peso y por el sismo; sin embargo, esta resistencia puede reducirse, especialmente si el espesor de las juntas que unen los ladrillos no es el adecuado, destacándose de esta manera su importancia, pues es uno de los aspectos más relevantes, ya que según Mojsilović y Stewart (2015) pequeñas variaciones pueden originar disminuciones de la resistencia de unidades huecas en 55 % .

Es innegable que el uso de la albañilería en la construcción de viviendas o edificaciones a nivel internacional es muy predominante, pues de acuerdo a Lazo (2018) puede representar hasta un 43 % de las viviendas, por ello los países establecen normativas en las que se regula su construcción; en las que se especifica, que las juntas y la calidad de las unidades, son condicionantes para la resistencia (Mojsilović y Stewart, 2015).

En el Perú, al igual que en gran parte del planeta, el uso de las albañilería llegó a representar hasta 55.8 % de las viviendas en el 2017 (Vargas, 2021), sin embargo, en su mayoría son construidas sin considerar criterios técnicos las cuales pueden hacerlas vulnerables ante acciones sísmicas. Esta

situación es similar en a nivel local, especialmente en el distrito de El Tambo, ubicada en la provincia de Huancayo del departamento de Junín, en el que la gran mayoría de las viviendas poseen dentro de su sistema estructural muros de albañilería que poseen ladrillos elaborados artesanalmente y que son construidos con mano de obra no capacitada.

Lo descrito, da cuenta que en la actualidad el uso de las unidades de albañilería de mala calidad en la construcción de muros es un aspecto condicionante en la resistencia además, se agrava si no existe un control del espesor de las juntas, pues la construcción de viviendas mediante el uso de albañilerías carece de criterios de diseño, y solo se realizan de forma empírica (Lazo, 2018). Esto trae como consecuencias que dicho muro sea vulnerable ante la ocurrencia de sismos y por ende comprometa el comportamiento estructural de todo el sistema que la compone, poniendo en riesgo la vida de sus habitantes.

Es por lo mencionado que durante el desarrollo de la presente investigación se consideró como principal finalidad establecer el efecto que poseen diversos espesores de juntas en la resistencia de los muros de albañilería construidos con ladrillos artesanales, pues en la actualidad muchas viviendas del distrito de El Tambo siguen un procedimiento cuestionable que a largo plazo puede afectar su seguridad estructural.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema general

¿Qué relación existe entre espesor de juntas y la resistencia a la compresión en albañilería de ladrillos artesanales en la ciudad de Huancayo?

1.2.2. Problemas específicos

a) ¿Cuál es la relación que existe entre espesor de juntas con la compresión axial de las pilas de albañilería con ladrillos artesanales en la ciudad de Huancayo?

- b) ¿Cuál es la relación que existe entre espesor de juntas con la resistencia a la compresión diagonal de muretes de albañilería con ladrillos artesanales en la ciudad de Huancayo?

1.3. Justificación

1.3.1. Práctica

En la provincia de Huancayo, al igual que el resto del Perú, los muros de albañilería confinada son construidos con unidades fabricadas en la propia zona, siendo elaboradas por métodos tradicionales, de forma artesanal y de manera informal. A pesar de este uso masivo, en la actualidad no existe información básica sobre las características estructurales de estas unidades de albañilería ni del comportamiento estructural de este sistema constructivo, es por ello que con el desarrollo de la presente investigación se ha pretendido establecer dichos parámetros, para de esta manera sentar un precedente que concientice a la población de las malas prácticas constructivas.

1.3.2. Metodológica

La justificación metodológica de la presente investigación se encuentra centrada en que, al evaluar el espesor de la junta de mortero en muros portantes proporciona información valiosa para mejorar las prácticas constructivas. Ante ello, los resultados obtenidos podrían utilizarse para establecer directrices y recomendaciones de diseño y construcción que garanticen la calidad en la ciudad de Huancayo.

1.3.3. Teórica

El desarrollo de la presente investigación se encuentra centrada en desarrollar el conocimiento referente al comportamiento de muros de albañilería con diferentes espesores de junta en la ciudad de Huancayo, incrementando de esta manera, el conocimiento de este

tipo de estructuras, pues en el distrito de El Tambo no existe información respecto a ello.

1.4. Delimitación

1.4.1. Espacial

El desarrollo de la presente investigación ha considerado como parte de la delimitación espacial lo siguiente:

- Departamento : Junín
- Provincia : Huancayo
- Distrito : El Tambo.

1.4.2. Temporal

El desarrollo de la presente investigación comprendió un periodo de 11 meses, el cual inició en enero y culminó en noviembre del año 2022.

1.4.3. Económica

Desde el punto de vista económico, no existió financiamiento externo de instituciones públicas ni privadas, por lo que los resultados obtenidos no representaron ningún conflicto de interés.

1.5. Limitaciones

Con el desarrollo de la presente investigación se pudo establecer como limitación, la escasa información respecto a la elaboración de las unidades de albañilería en las ladrilleras de la ciudad de Huancayo, pues muchas de ellas son informales y no poseen protocolo de fabricación y control.

También se pudo determinar cómo limitante que en la ciudad de Huancayo no existe laboratorio especializado en el estudio de las unidades y muros de albañilería.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Determinar la relación que existe entre el espesor de juntas y la resistencia a la compresión en albañilería de ladrillos artesanales en la ciudad de Huancayo.

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Determinar la relación que existe entre el espesor de juntas con la compresión axial de las pilas de albañilería con ladrillos artesanales en la ciudad de Huancayo.
- b) Establecer la relación que existe entre espesor de juntas con la resistencia a la compresión diagonal de muretes de albañilería con ladrillos artesanales en la ciudad de Huancayo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Nacionales

Vargas (2021) desarrollo su tesis titulada “Influencia del tipo de mortero y espesor de junta en la resistencia a compresión diagonal de muretes fabricados con albañilería semi industrial de Cajamarca”, donde el propósito fue determinar la influencia del tipo de mortero y espesor de junta en la resistencia a compresión diagonal de muretes fabricados con unidades de albañilería semi industrial, para tal fin construyó 30 muretes, 15 con morteros donde añadió cal y 15 morteros sin cal cuyas juntas fue de 1, 1.5, 2, 3 y 4 cm de espesor, el mortero fue de dos tipos, la primera en proporción de 1:1/2:4 de cemento : cal : arena y la otra a proporción 1:4 de cemento : arena. El murete fue evaluado compresión diagonal cuyos resultados para los muretes de morteros con cal fueron de 8.77 kg/cm², 7.85 kg/cm², 7.22 kg/cm², 7.08 kg/cm² y 6.74 kg/cm² y para los muretes de morteros sin cal fueron de 9.15 kg/cm², 8.56 kg/cm², 7.95 kg/cm², 7.20 kg/cm² y 6.10 kg/cm², considerando los resultados previos observo que para muretes de morteros sin cal tuvo una mayor resistencia con excepción de las juntas de morteros con espesor de 4 cm. Concluyó que el

espesor de los muretes incide en la resistencia a la compresión diagonal.

Panca (2019) en su investigación “Caracterización y evaluación de los muros de albañilería artesanal informal de las viviendas del distrito de San Miguel, provincia de San Román – Puno”, en el cual tuvo como objetivo evaluar las características y propiedades mecánicas de los muros de albañilería artesanal, para tal propósito realizó una evaluación a todas las viviendas construidas con muros de albañilería en el ciudad de San Miguel y observó que la mayoría de las construcciones están con espesores en juntas de mortero de 1.5 cm a 3 cm por ello elaboró 48 prismas de albañilería (pilas y muretes) con juntas de morteros con espesores de 1 cm, 2 cm, 3 cm y 4 cm como representación a los muros observados in situ con proporción volumétrica de cemento arena en 1:4, 1:7, 1:7 y 1:7. Los resultados para la resistencia a la compresión de pilas oscilaron entre 2.24 MPa a 3.12 MPa y para la compresión diagonal en muretes fueron de 0.19 MPa a 0.39 MPa. Finalmente concluyó que las viviendas construidas en el distrito de San Miguel no cumplen con los requisitos establecidos en la Norma Técnica E.070, dado que a mayor espesor de juntas de mortero disminuye la resistencia en muros de albañilería.

Cabrera (2018) en su tesis “Evaluación de resistencias en prismas de albañilería con mortero de espesor de 1.5 cm de ladrillos de arcilla (Hércules I) fabricados en la ciudad de Tacna”, cuyo objetivo fue evaluar las resistencias en prismas de albañilería con mortero de espesor 1.5 cm de ladrillos de acilla. Para tal objetivo construyó 5 muretes y 5 pilas, donde el mortero de 1.5 cm de espesor tuvo una relación de 1:4. Los ensayos que realizó en el laboratorio fue de compresión axial y diagonal. Así mismo los resultados para la resistencia axial en la pila tuvo un promedio de $f'm = 48.60 \text{ kg/cm}^2$ con falla frágil y para el murete una resistencia diagonal promedio de $v'm = 5.92 \text{ kg/cm}^2$ con una falla escalonada, estos resultados clasifican

al ladrillo Hércules I como ladrillo artesanal tipo III. Concluyó que para muros de albañilería contruidos con ladrillo Hércules I con un mortero de espesor de 1.5 cm logra una construcción durable y resistente favorable para cualquier tipo de construcciones.

2.1.2. Internacionales

Emerick et al. (2020) en su artículo científico titulado “Influencia del espesor de junta y la resistencia de los morteros en el comportamiento a compresión de prismas de bloques de concreto normal y de alta resistencia”, tuvieron como objetivo investigar la influencia del espesor de la junta y la resistencia a la compresión de morteros premezclados y mezclados en el lugar de trabajo sobre la resistencia y rigidez de la mampostería hecha de bloques de concreto de resistencia normal y alta. Para conseguir tal objetivo elaboraron 120 prismas con dos tipos de bloques de concreto designados como B09 y B27, los mortero hechos en obra fueron utilizados con cemento Portland modificado con escoria y para los morteros premezclados usaron cemento Portland/cal, los espesores del mortero considerados fueron de 5, 10, 15 y 20 mm. Elaboraron los morteros AM1, AM2 y AM3 en proporciones de cemento : cal : arena en volumen de 1:2:7.5, 1:1:6 y 1:0.5:4.5 respectivamente, para los morteros AI1 y AI2 mezclaron agua con mortero seco de premezclado. Luego trabajaron en seis escenarios diferentes, en el escenario A, B y C con un mortero mixto hecho en el lugar de trabajo con bloques de ladrillo B09, en el escenario D con mortero AM3 para bloques B27 y en los escenarios E, F con dos tipos de mortero premezclado (AI1 y AI2) donde usaron los bloques B09. Todas las pilas fueron sometidas a pruebas de resistencia a la compresión. Por lo tanto, los resultados finales fueron que el valor más alto en la resistencia a la compresión fue obtenido en el escenario C con 22.5 MPa con un bloque de tipo B27 con un mortero AM3 y de 0.5 cm de espesor, por otro lado, el valor menor fue de 5.63 MPa en el escenario A con un bloque B09 de mortero AM1 con espesor de 0.20 cm. A la conclusión que llegaron fue que existe

una relación entre espesor de la junta y la resistencia de la mampostería ya que dependen de las propiedades mecánicas de los bloques y morteros.

Murthi et al. (2020) en su artículo de investigación “Estudios sobre la variación de la resistencia de la mampostería de ladrillo utilizando mezclas de mortero de mampostería novedosas y espesor de mortero”, donde su objetivo fue evaluar la variación de la resistencia de la mampostería de ladrillo con tres mezclas de mortero diferentes utilizando materiales cementicios suplementarios (SCM) y dos espesores distintos de mortero. Para tal fin elaboraron prismas de albañilería para la evaluación de la resistencia a la compresión y también prepararon especímenes triples con el cual determinaron la resistencia de la unión del corte, consideraron morteros con polvo de dolomita (DP) y humo de sílice (SF) para espesores de 1.2 cm y 1.8 cm. Para el mortero usaron una mezcla binaria con DP reemplazando el 40 % del cemento y una mezcla ternaria de cemento Portland ordinario, DP y SF, con relaciones de compuesto cementoso arena de 1:4, 1:6 y 1:8. Los resultados para unidades de albañilería de $f'b = 6.75$ MPa fueron mayores en una mezcla ternaria con proporción de 1:4 para un mortero de 1.2 cm de espesor donde el resultado a la resistencia a la compresión fue de 4.33 MPa y para la resistencia de la unión al corte fue de 3.72 MPa. Concluyó que la resistencia de la mampostería del ladrillo mejora para una mezcla ternaria y para un espesor de mortero de 1.2 cm siendo está el de mejor desempeño.

Caldeira et al. (2020) en el artículo científico “Influencia del espesor de las juntas y de la resistencia de los morteros en el comportamiento a compresión de prismas de bloques de concreto normal y de alta resistencia” ejecutaron ensayos de compresión de 120 prismas con el fin de determinar la influencia del espesor de las juntas y la resistencia a compresión de morteros mezclados y premezclados en obra sobre la resistencia y rigidez de mamposterías formadas por bloques de concreto normal y de alta resistencia. Para ello consideraron bloques

con juntas de 5, 10, 15 y 20 mm con una variación de ± 2.5 mm. Los resultados experimentales distinguen los efectos del espesor de las juntas en el comportamiento de prismas hechos de unidades considerablemente más débiles que los morteros y viceversa. En primer lugar, establecieron comparaciones entre los efectos del grosor de las juntas en prismas fabricados con morteros mezclados en obra y con morteros premezclados. Los resultados también mostraron que los impactos del espesor de las juntas son significativamente mayores en los elementos construidos con bloques de alta resistencia. Concluyeron que, espesores de junta menores a 15 mm entre los bloques evaluados no presentaron diferencias significativas en los valores de resistencia a los 28 días de edad.

Zengin et al. (2018) en su investigación “El efecto del tipo de mortero y el espesor de la junta en las propiedades mecánicas de los muros de mampostería convencional” en la cual tuvieron por objetivo investigar el efecto del espesor de la junta y el tipo de mortero sobre el comportamiento mecánico de los muros de mampostería. Para tal fin usaron unidades de albañilería perforados verticalmente, los morteros fueron elaborados con cal hidráulica natural clase NHL y cemento clase CEM IV/B. Elaboraron 6 prismas de albañilería con espesores en las juntas de lecho de 1, 2 y 3 cm en cambio para juntas de cabeza los espesores que consideraron fueron de 0.5, 1 y 1.5 cm. Evaluaron la resistencia del mortero donde la mezcla de cemento fue mayor en comparación a la de cal, también obtuvieron que la resistencia a la compresión del ladrillo fue superior al mortero con cal e inferior al mortero con cemento. Los muretes fueron sometidos a precarga vertical y carga de corte horizontal y a los resultados que llegaron fue que la mayor carga lateral de 107.16 KN obtuvo el murete con mortero de cemento y con una junta de espesor de 2 cm, además la capacidad de carga lateral para los muretes de morteros con cemento fueron el doble en comparación a los muretes de mortero con cal. Concluyeron que los morteros con cemento presentaron una mejor resistencia y comportamiento dúctil para

morteros con espesores de 2 cm y 1 cm como juntas de lecho y cabeza respectivamente.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Albañilería

También denominada como mampostería, se refiere a los muros de carácter estructural que conforman una edificación, conformado por unidades de albañilería que pueden ser ladrillos o bloques y se apilan mientras son pegadas con algún mortero E.070 (MVCS, 2020).

Tal como es descrito por el Reglamento Nacional de Edificaciones en la norma E.070, la albañilería se diferencia de acuerdo al refuerzo que pudiera presentar, pues es necesario hacer énfasis en que al hablar de albañilería se está hablando de un elemento con responsabilidad estructural en la edificación, por lo tanto, la construcción de este elemento y los materiales empleados deben cumplir con ciertos parámetros mínimos especificados en las normas peruanas correspondientes, además de presentar continuidad vertical entre pisos a fin de asegurar una correcta transmisión de fuerzas (MVCS, 2020).

Albañilería reforzada

Albañilería armada. –

Conocidos también como muros armados, se refiere a la albañilería que se encuentra reforzada mediante el uso de varillas de acero dispuestas en la parte interna tanto de forma horizontal como vertical, siendo integradas mediante la aplicación de un mortero (MVCS, 2020).

Albañilería confinada. –

Son los muros que se encuentran reforzados mediante elementos de concreto armado en su perímetro, para permitir un mejor comportamiento estructural de la edificación en su conjunto, evitar fallas y sostener al propio muro (MVCS, 2020).

Albañilería no reforzada

También denominada como albañilería simple, es aquella que no presenta ningún tipo de refuerzo o en la que su refuerzo no cumple con las especificaciones propuestas por la norma (MVCS, 2020).



Figura 1. Albañilería no reforzada.

2.2.2. Ladrillos

Son aquellas unidades de albañilería que, de acuerdo con la norma E.070, presentan una dimensión y peso apropiadas para que puedan ser manipuladas con una sola mano, suelen ser fabricadas de arcilla y son utilizadas para la conformación de muros en albañilería y de otros elementos (MVCS, 2020).

Dado que los ladrillos conformarán gran parte de los muros de albañilería, deben cumplir con ciertas características para asegurar que los elementos elaborados con los mismos soporten las solicitaciones que se presentan en una edificación, es decir, asegurar la capacidad estructural de los muros (MVCS, 2020).

En ese sentido, en la Tabla 1, se adjunta la clasificación de los ladrillos de acuerdo a las características de dimensionamiento, alabeo y resistencia a la compresión.

Tabla 1. Clase de ladrillo para fines estructurales.

| Ladrillo | Máxima variación de la dimensión (%) | | | Máximo Alabeo (mm) | Resistencia a compresión en MPa (kg/cm ²) |
|----------|--------------------------------------|--------------|---------------|--------------------|---|
| | Hasta 100 mm | Hasta 150 mm | Más de 150 mm | | |
| Clase I | ± 8 | ± 6 | ± 4 | 10 | 4.9 (50) |
| Clase II | ± 7 | ± 6 | ± 4 | 8 | 6.9 (70) |
| Clase | ± 5 | ± 4 | ± 3 | 6 | 9.3 (95) |
| Clase | ± 4 | ± 3 | ± 2 | 4 | 12.7 (130) |
| Clase | ± 3 | ± 2 | ± 1 | 2 | 17.6 (180) |

Fuente: MVCS (2020).

A partir de esta tabla y en concordancia con lo especificado en la NTP 331.017, cada una de las cinco clases de ladrillo presentan las características mencionadas a continuación (INACAL, 2022).

- Ladrillo de clase I: Son los ladrillos de menores capacidades respecto a su resistencia y durabilidad, pueden ser empleados en la construcción de edificaciones de hasta máximo dos pisos siempre y cuando no queden libres a la intemperie ni en contacto directo con el suelo o agua.
- Ladrillo de clase II: Son ladrillos de características superiores a los de clase I, sin embargo, siguen siendo de débiles ante la acción del intemperismo por lo que su uso es recomendado para edificaciones de solicitaciones moderados, pero sin tener contacto directo con la lluvia, agua o el suelo.
- Ladrillo de clase III: Estas unidades, son los de una resistencia a durabilidad media, pueden ser usados para la elaboración de edificaciones de solicitaciones moderadas y de intemperismo leve.
- Ladrillo de clase IV: A partir de la clase IV, se consideran a los ladrillos de altas capacidades de resistencia y durabilidad, por lo tanto, son aptos para su uso en condiciones de altas solicitaciones, pudiendo también estar expuestos a la intemperie, o en contacto directo con el suelo, agua (aunque no es lo recomendado) e incluso lluvias intensas.

- Ladrillo de clase V: Finalmente, la clase V define a los ladrillos de mejores características, los cuales son capaces de soportar condiciones de servicio sumamente rigurosas con altas solicitaciones, pudiendo estar expuestos a la intemperie y en contacto con el suelo y agua al igual que los de la clase IV.

Puesto que estos ladrillos son los utilizados para la conformación de los elementos estructurales en una edificación, es imperativo que estos no presenten rajaduras, no presenten una coloración muy clara ni muy oscura (por errores en el proceso de fabricación), ni manchas (Orihuela et al., 2022).

Además de clasificar a los ladrillos de acuerdo a sus características de resistencia y durabilidad teniendo hasta cinco clases, también es posible clasificarlos de acuerdo a su origen (Orihuela et al., 2022).

- Ladrillos artesanales: O también conocidos como los “hechos a mano”, en el Perú suelen tratarse de ladrillos sólidos o sin huecos, dada su accesibilidad son uno de los ladrillos de mayor uso en el interior del país, sin embargo, el hecho de que hayan sido fabricados de esta manera puede ocasionar que dentro de un mismo grupo las unidades no cumplan con las propiedades de resistencia y durabilidad por igual.



Figura 2. Ladrillos artesanales sólidos.

- Ladrillos industriales: También denominados como los “hechos a máquina”, en el Perú los más populares para la construcción de muros de albañilería son los denominados como “King Kong” siendo unidades de arcilla con huecos en la cara donde se asentará el ladrillo, no debiendo ser esta área de vacíos mayor al 30 % del área total.

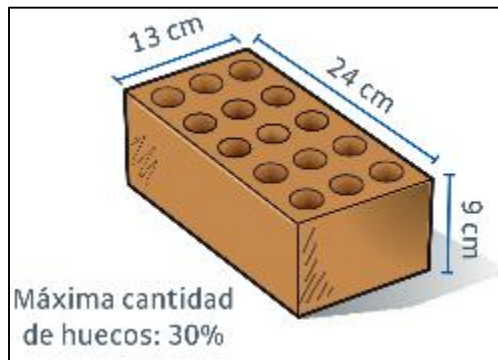


Figura 3. Ladrillo industrial King Kong.
Fuente: Orihuela et al. (2022).

2.2.3. Mortero

Tal como se expone en la norma E.070, el mortero es definido como la mezcla de un aglomerante, que suele ser cemento Portland, agregado fino y cierta cantidad de agua que propicie la creación de una mezcla trabajable, de alta adhesividad y sin segregación del agregado; esta mezcla será la encargada de adherir las unidades de albañilería en la conformación de los muros (MVCS, 2020).

Dado que se está describiendo a un material que conformará un elemento de responsabilidad estructural, la norma E.070 indica que el agregado fino que lo conforme debe presentar una granulometría que cumpla con los límites expuestos a continuación (MVCS, 2020).

Tabla 2. Granulometría de la arena gruesa para la elaboración de morteros.

| Tamiz estandarizado | | Material pasante (%) | |
|---------------------|-------------|----------------------|--------|
| Número | Tamaño (mm) | Mínimo | Máximo |
| N° 4 | 4.75 | 100 | |
| N° 8 | 2.36 | 95 | 100 |
| N° 16 | 1.18 | 70 | 100 |
| N° 30 | 0.6 | 40 | 75 |

| | | | |
|--------|-------|-----|----|
| N° 50 | 0.3 | 10 | 35 |
| N° 100 | 0.15 | 2 | 15 |
| N° 200 | 0.075 | < 2 | |

Fuente: MVCS (2020).

Sumado a lo expresado en la tabla anterior, la norma citada proporciona 4 consideraciones extra para la arena gruesa usada como agregado fino en la mezcla de morteros (MVCS, 2020).

- El módulo de finura debe hallarse entre los valores de 1.6 y 2.5.
- Las partículas quebradizas pueden representar como máximo el 1 % del material.
- No deberá haber más del 50 % de material retenido entre dos mallas consecutivas.
- Finalmente, se encuentra terminantemente prohibido el uso de arena de mar.

En la Tabla 3, se presentan las proporciones de los elementos para la fabricación de morteros. Aquí es posible diferenciar los morteros de dos clases, los de clase “P” están orientados a la fabricación de muros portantes, por lo mismo es que requieren menores cantidades de agregado por cemento, por otro lado, el de clase “NP” es aquel mortero cuya utilización se limita exclusivamente a la conformación de muros no portantes sean tabiques, parapetos u otra clase de elementos que no vayan a tener responsabilidad estructural (MVCS, 2020).

Tabla 3. Tipos de mortero.

| Clase | Aglomerante | Cal | Agregado | Aplicación |
|-------|-------------|---------|-----------|--------------------|
| P1 | 1 | 0 a 1/4 | 3 a 3 1/2 | Muros portantes |
| P2 | 1 | 0 a 1/2 | 4 a 5 | Muros portantes |
| NP | 1 | - | Hasta 6 | Muros no portantes |

Fuente: MVCS (2020).

2.2.4. Resistencia a la compresión de muros de albañilería

Para la determinación de las capacidades de un muro de albañilería, en el Perú la norma E.070 expone que la albañilería debe ser evaluada mediante la creación de pilas y muretes a fin de

comprobar su resistencia a la compresión axial y diagonal respectivamente. A continuación, se explican las implicaciones de cada una (MVCS, 2020).

Resistencia a la compresión axial

Según Metha y Monteiro (2008), la resistencia a la compresión se define como la habilidad que tiene un elemento, en este caso la albañilería, de soportar esfuerzos sin fallar. Estos esfuerzos son diversas fuerzas que se ejercen desde la parte externa hacia el núcleo del elemento, es decir, intentan comprimirlo.

Para la resistencia a la compresión axial, tanto la norma E.070 como la NTP 399.605, precisan que deben elaborarse pilas de albañilería con el mismo mortero y ladrillo del que será elaborado el muro portante (MVCS, 2020).

Las especificaciones para la determinación de la compresión axial de la albañilería consignados en la NTP 399.605, indican que la pila debe de ser de al menos dos unidades de altura y presentar una relación entre el alto y el espesor de entre 1.3 a 5.0 (INACAL, 2022).



Figura 4. Pila de albañilería de 3 unidades y 1.5 cm de junta de mortero.

El procedimiento para la realización del presente ensayo es similar a la de la determinación de la resistencia a la compresión de un prisma de concreto, pues a los 28 días de edad de la pila esta será ensayada

previa medición de las dimensiones de su cara superior, tal como es expuesto a continuación (INACAL, 2022).



Figura 5. Ensayo de resistencia a la compresión axial de pila de albañilería.

Finalmente, la resistencia a la compresión axial de la pila $f'm$ será determinada por la ecuación adjunta a continuación (INACAL, 2022).

$$f'b = P/A$$

Donde:

- $f'b$ Resistencia a la compresión axial de pila de albañilería (MPa).
- P Fuerza o carga máxima (N).
- A Área de la cara de asentado (mm^2).

Resistencia a la compresión diagonal

La resistencia a la compresión de la albañilería se evalúa en el Perú de acuerdo a lo señalado en la norma NTP 399.621. Con el ensayo de resistencia a la compresión diagonal, lo que se establece es la capacidad del muro portante de soportar esfuerzos de corte. Para ello, serán elaborados muretes de albañilería, los cuales constarán de por

lo menos dos unidades enteras por lado, siendo un cuadrado de como mínimo 600 milímetros de lado (INACAL, 2022).



Figura 6. Murete de albañilería.

El procedimiento para la determinación de la resistencia a la compresión diagonal de los muretes de albañilería presentado por la norma NTP 399.621 expone que los muretes no deben ser movidos durante sus primeros siete días de edad, y que deben ser ensayados a los 28 días, previa medición de sus dimensiones (INACAL, 2022).



Figura 7. Ensayo de resistencia a la compresión diagonal de murete de albañilería.

Para la determinación de la resistencia a la compresión diagonal del murete estará dada por la ecuación adjunta a continuación (INACAL, 2022).

$$V_m = \frac{0.707 \times P}{A_b}$$

Donde:

- V_m Resistencia a la compresión diagonal o resistencia al esfuerzo cortante del murete de albañilería (MPa).
- P Carga aplicada o esfuerzo último (N).
- A_b Área bruta del murete de albañilería (mm²).

Para la determinación del área bruta, deben de medirse las dimensiones de alto, ancho y espesor del murete, posteriormente se reemplazarán los valores correspondientes en la ecuación adjunta a continuación (INACAL, 2022).

$$A_b = \frac{l + h}{2} \times t$$

Donde:

- l Largo del murete de albañilería (mm).
- h Alto del murete de albañilería (mm).
- t Espesor total del murete de albañilería (mm).

A partir del mismo ensayo, con los datos resultantes también será posible determinar la deformación angular del murete a partir de la ecuación presente a continuación (INACAL, 2022).

$$\gamma = \frac{\Delta V + \Delta H}{g}$$

Donde:

- γ Deformación angular (mm/mm).

- ΔV Acortamiento vertical (mm).
- ΔH Alargamiento horizontal (mm).
- g Longitud de medición de las deformación vertical y horizontal (mm).

De igual forma, también es posible determinar el módulo de rigidez del murete de albañilería con la ecuación (INACAL, 2022).

$$G = \frac{\Delta V_m}{\Delta \gamma}$$

Donde:

- G Módulo de rigidez (MPa).
- ΔV_m y $\Delta \gamma$ Serán calculados los incrementos para rangos de entre un 10 y 50 % del esfuerzo cortante máximo.

2.3. Definición de términos

2.3.1. Agregado fino

El agregado fino corresponde a la arena fina y gruesa resultante de la desintegración natural o artificial de las rocas, correspondiendo al material cuyas partículas presentan un tamaño inferior a los 4.75 mm, por lo tanto, son pasantes del tamiz de la malla estandarizada N° 4 (Rivera, 2007).

2.3.2. Cal

Es un material resultante de un proceso de descomposición de rocas calizas debido a altas temperaturas. Su uso se da desde la antigüedad para la composición de morteros y concretos (Rivera, 2007).

2.3.3. Cemento

Al hablar de cemento, o aglomerante dentro del campo de la construcción, se habla normalmente de cemento Portland hidráulico, es un elemento que al entrar en contacto con el agua reacciona y

activa sus capacidades de adherencia, lo que le permite aglutinar a los agregados y conformar una masa que funciona para pegar unidades de albañilería durante su asentado en muros portantes y que al secarse alcanza resistencias altas (Sánchez, 2000).

2.3.4. Junta de albañilería

Se denomina junta en albañilería al espacio conformado por un mortero de cemento que une a las unidades de albañilería en la construcción de muros (Sánchez, 2000).

2.3.5. Unidad de albañilería

Se considera como unidad de albañilería a los ladrillos o bloques elaborados de arcilla cocida, concreto o una combinación de sílice con cal, que pueden ser de origen artesanal o industrial y que, sirven para la construcción de elementos estructurales o no estructurales como muros, tabiques, parapetos entre otros (MVCS, 2020).

2.3.6. Pila de albañilería

La pila debe de ser de al menos dos unidades de altura y presentar una relación entre el alto y el espesor de entre 1.3 a 5.0 (INACAL, 2022).

2.3.7. Murete de albañilería

Constan por lo menos dos unidades enteras por lado, siendo un cuadrado de como mínimo 600 milímetros de lado (INACAL, 2022).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La relación entre el espesor de juntas y la resistencia a la compresión en albañilería de ladrillos artesanales en la ciudad de Huancayo es significativa.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a) La relación entre el espesor de juntas con la compresión axial de las pilas de albañilería con ladrillos artesanales en la ciudad de Huancayo es significativa.
- b) La relación entre el espesor de juntas con la resistencia a la compresión diagonal de muretes de albañilería con ladrillos artesanales en la ciudad de Huancayo es significativa.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de las variables

Variable de correlación 1: espesor de juntas. - Mezcla compuesta de uno o varios conglomerantes inorgánicos, de áridos, de agua, y a veces, de adiciones y/o aditivos para fabricar albañilería.

Variable de correlación 2: resistencia a la compresión en albañilería de ladrillos. - Esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento.

2.5.2. Definición operacional de las variables

Variable de correlación 1: espesor de juntas. – Se procedió a variar los espesores de juntas considerando 1.5, 2 y 2.5 cm.

Variable de correlación 2: resistencia a la compresión en albañilería de ladrillos. – Se midió la resistencia a compresión axial en pilas y la resistencia a compresión diagonal en los muretes.

2.5.3. Operacionalización de las variables

En la siguiente tabla se muestra la operacionalización de las variables consideradas en la investigación:

Tabla 4. Operacionalización de las variables.

| Variable | Dimensiones | Indicadores |
|---|---------------------------|------------------|
| Variable de correlación 1: espesor de juntas | Espesor de juntas | Juntas de 1.5 cm |
| | | Juntas de 2 cm |
| | | Juntas de 2.5 cm |
| | Compresión axial en pilas | Área transversal |
| | | Carga aplicada |

| | | |
|---|-----------------------------------|------------------|
| Variable de correlación 2: resistencia a compresión en albañilería de ladrillos | Compresión diagonal en muretes | Área transversal |
| | | Carga aplicada |

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

El desarrollo de la presente investigación tuvo en cuenta el método científico, el cual de acuerdo a Hernández et al (2014) consiste en generar nuevos conocimientos confiables en función a una serie de procedimientos ordenados y sistematizados.

En concordancia a lo mencionado, para el desarrollo de la presente investigación se ha considerado como secuencia de pasos los siguientes: la observación, el planteamiento del problema, la formulación de hipótesis y la experimentación, para finalmente obtener conclusiones que faciliten la interpretación de los resultados obtenidos.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación que se ha considerado fue el aplicado, pues como lo establece Bernal (2010) en este, busca la solución de los problemas reales en función a los conocimientos existentes.

Los conocimientos que han servido de base para el desarrollo de la presente investigación están enfocados en lo establecido en normativas vigentes, donde se establecen los principales parámetros de control para la elaboración y evaluación de las propiedades de los muros de albañilería.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación que se ha tomado en cuenta fue el correlacional, pues de acuerdo a Hernández et al (2014) en este nivel se busca determinar la relación entre las variables consideradas.

El desarrollo de la presente investigación ha considerado como variables al espesor de juntas y a la resistencia a compresión de muros de albañilería, por lo que mediante el presente diseño se buscó establecer una relación entre ellas, sin establecer necesariamente que sea de causa y efecto.

3.4. Diseño de investigación

El diseño de investigación que se ha considerado en su desarrollo fue el experimental, específicamente del tipo pre - experimental, pues de acuerdo a Hernández et al (2014) con su desarrollo se buscar modificar de manera deliberada una de las variables de estudio, con el fin de evaluar las variables relacionadas.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población que se ha considerado en el desarrollo de la presente investigación correspondió a las pilas y muretes de albañilería construidos con ladrillos artesanales.

3.5.2. Muestra

La muestra según el tipo de muestreo no probabilístico intencional correspondió a 15 pilas y 9 muretes, cuya descripción se detalla a continuación:

Tabla 5. Muestras de pilas y muretes en la investigación.

| Espesor de juntas (cm) | Pilas | Muretes |
|------------------------|-------|---------|
| 1.5 | 5 | 3 |
| 2 | 5 | 3 |
| 2.5 | 5 | 3 |

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El desarrollo de la presente investigación ha considerado para su desarrollo la siguiente técnica:

- La observación: es una técnica que consiste en aplicar una metodología empírica – analítica para obtener información, y que fue considerada con gran relevancia al momento de realizar los ensayos de laboratorio.

Con respecto a los instrumentos de la investigación, se puede mencionar que estos estuvieron en concordancia a lo establecidos en normativas vigentes, como la E.070, para la estimación de las principales características de los muros de albañilería. Es por ello que no fue necesario la validación de instrumentos.

3.7. Procesamiento de la información

El procesamiento de la información empezó con el ordenamiento de los datos en programa Microsoft Excel, para esto se consideró tablas cruzadas donde se consignó el espesor de cada junta en las pilas y muretes con la resistencia a compresión axial y diagonal; consecuentemente se optó por realizar gráficos de dispersión de datos para notar la tendencia que se presenta en cada propiedad.

Como parte complementaria los datos fueron procesados en el programa SPSS donde se realizó las pruebas de correlación.

3.8. Técnicas y análisis de datos

Cada uno de los datos fueron tabulados, para continuar con la obtención de la desviación estándar y la resistencia a compresión axial y diagonal promedio, esto correspondiente al análisis descriptivo de datos.

En cuanto al análisis inferencial se consideró la prueba de normalidad donde se ha considerado el método estadístico de Shapiro -Wilk; mientras que para establecer la correlación se consideró la aplicación de Pearson.

CAPÍTULO IV RESULTADOS

5.1. Actividades preliminares

Previo a los ensayos de resistencia a la compresión realizada sobre las pilas y muretes de albañilería, fueron analizadas las unidades de albañilería que constaban de ladrillos artesanales de arcilla y los morteros de albañilería a usar.

5.1.1. Medidas de los ladrillos

Fueron medidas las dimensiones de los ladrillos artesanales usados en la experimentación del presente estudio. En la Tabla 6 se adjuntan los resultados de las mediciones realizadas en diez especímenes de ladrillos sólidos, siendo posible visualizar los promedios de estas mediciones.

Tabla 6. Medidas de ladrillos.

| Código de espécimen | Largo (mm) | | | | | Ancho (mm) | | | | | Espesor (mm) | | | | |
|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | L ₁ | L ₂ | L ₃ | L ₄ | L _p | A ₁ | A ₂ | A ₃ | A ₄ | A _p | e ₁ | e ₂ | e ₃ | e ₄ | e _p |
| E-01 | 230 | 231 | 231 | 230 | 230.5 | 125 | 124 | 124 | 124 | 124.3 | 81 | 79 | 80 | 81 | 80.3 |
| E-02 | 233 | 233 | 234 | 234 | 233.5 | 124 | 125 | 124 | 124 | 124.3 | 83 | 80 | 81 | 82 | 81.5 |
| E-03 | 232 | 233 | 233 | 233 | 232.8 | 124 | 124 | 125 | 125 | 124.5 | 82 | 81 | 80 | 81 | 81.0 |
| E-04 | 230 | 231 | 231 | 229 | 230.3 | 125 | 124 | 124 | 131 | 126.0 | 81 | 81 | 81 | 80 | 80.8 |
| E-05 | 229 | 229 | 228 | 228 | 228.5 | 122 | 123 | 124 | 124 | 123.3 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82.0 |
| E-06 | 229 | 231 | 230 | 229 | 229.8 | 122 | 122 | 123 | 123 | 122.5 | 80 | 79 | 79 | 78 | 79.0 |
| E-07 | 234 | 233 | 230 | 230 | 231.8 | 125 | 126 | 126 | 125 | 125.5 | 82 | 82 | 80 | 80 | 81.0 |
| E-08 | 228 | 227 | 229 | 229 | 228.3 | 125 | 124 | 124 | 126 | 124.8 | 80 | 81 | 80 | 81 | 80.5 |
| E-09 | 232 | 233 | 233 | 234 | 233.0 | 125 | 126 | 126 | 126 | 125.8 | 83 | 83 | 84 | 82 | 83.0 |
| E-10 | 229 | 229 | 229 | 230 | 229.3 | 125 | 125 | 124 | 124 | 124.5 | 84 | 84 | 83 | 84 | 83.8 |

A partir de estos resultados, la Figura 8 muestra las medidas del largo promedio obtenidos del análisis de los diez especímenes, siendo el octavo espécimen con 228.3 mm el de menor largo, y el segundo con 233.5 mm el de mayor largo, es decir una diferencia de tan solo 5.2 mm, poco más de medio centímetro.

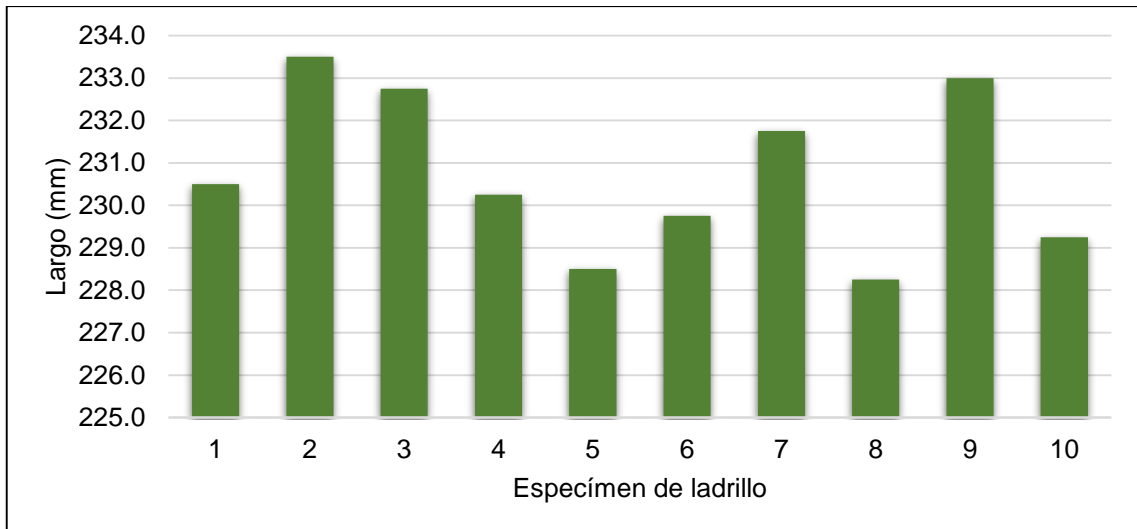


Figura 8. Largo promedio de ladrillos.

La Figura 9 contiene los resultados del ancho promedio de los ladrillos, teniendo un mínimo de 122.5 mm correspondiente al sexto espécimen y un máximo de 126.0 mm del cuarto espécimen, siendo en ese sentido diferentes en tan solo 3.5 mm.

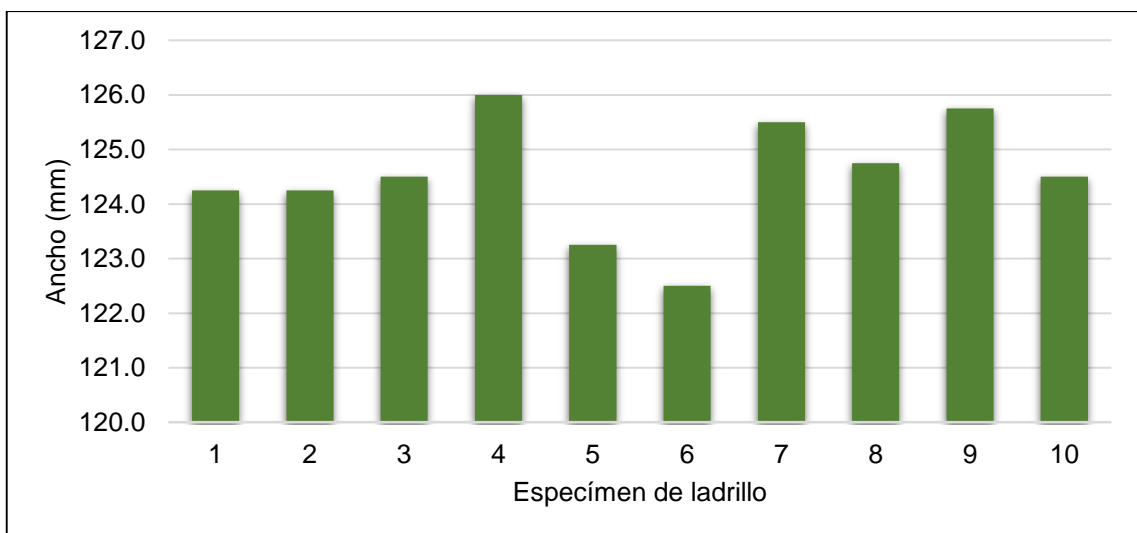


Figura 9. Ancho promedio de ladrillos.

Así mismo, en la Figura 10 se presentan los espesores promedio de los ladrillos medidos, contemplando un mínimo de 79.0 mm del

sexto ladrillo y alcanzando un máximo de 83.8 mm correspondiente al décimo ladrillo, es decir se aprecia una diferencia 4.8 mm, inferior también a medio centímetro.

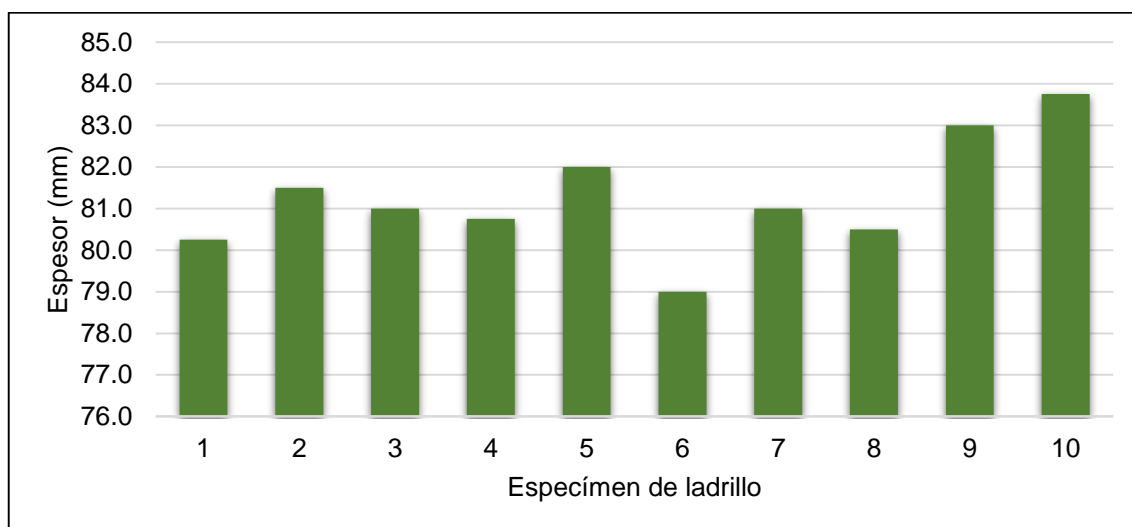


Figura 10. Espesor promedio de ladrillos.

Consecuentemente, se determinó la variación dimensional, tal como se puede observar en la Tabla 7 respecto al largo de los ladrillos, donde en promedio se encontró una variación dimensional promedio de -0.33 %, mientras que, según la Tabla 8 referida a la variación respecto al ancho de los ladrillos resultó un valor promedio de 0.38 % y la variación del espesor de los ladrillos fue de -1.59 % según la Tabla 9.

Además, se nota que las variaciones son menores a los porcentajes máximos establecidos por la norma del MVCS (2020) E.070 para ladrillos de tipo I.

Tabla 7. Variación dimensional respecto al largo de los ladrillos.

| Tipo de ladrillo | Código de espécimen | Dimensión del fabricante (mm) | Lp (mm) | Variación dimensional (%) |
|------------------|---------------------|-------------------------------|---------|---------------------------|
| Artesanal | E-01 | 230 | 230.5 | -0.22 |
| Artesanal | E-02 | 230 | 233.5 | -1.52 |
| Artesanal | E-03 | 230 | 232.8 | -1.20 |
| Artesanal | E-04 | 230 | 230.3 | -0.11 |
| Artesanal | E-05 | 230 | 228.5 | 0.65 |
| Artesanal | E-06 | 230 | 229.8 | 0.11 |
| Artesanal | E-07 | 230 | 231.8 | -0.76 |
| Artesanal | E-08 | 230 | 228.3 | 0.76 |
| Artesanal | E-09 | 230 | 233.0 | -1.30 |
| Artesanal | E-10 | 230 | 229.3 | 0.33 |
| Promedio | | | | -0.33 |

Tabla 8. Variación dimensional respecto al ancho de los ladrillos.

| Tipo de ladrillo | Código de espécimen | Dimensión del fabricante (mm) | Ap (mm) | Variación dimensional (%) |
|------------------|---------------------|-------------------------------|---------|---------------------------|
| Artesanal | E-01 | 125 | 124.3 | 0.60 |
| Artesanal | E-02 | 125 | 124.3 | 0.60 |
| Artesanal | E-03 | 125 | 124.5 | 0.40 |
| Artesanal | E-04 | 125 | 126.0 | -0.80 |
| Artesanal | E-05 | 125 | 123.3 | 1.40 |
| Artesanal | E-06 | 125 | 122.5 | 2.00 |
| Artesanal | E-07 | 125 | 125.5 | -0.40 |
| Artesanal | E-08 | 125 | 124.8 | 0.20 |
| Artesanal | E-09 | 125 | 125.8 | -0.60 |
| Artesanal | E-10 | 125 | 124.5 | 0.40 |
| Promedio | | | | 0.38 |

Tabla 9. Variación dimensional respecto al espesor de los ladrillos.

| Tipo de ladrillo | Código de espécimen | Dimensión del fabricante (mm) | Ep (mm) | Variación dimensional (%) |
|------------------|---------------------|-------------------------------|---------|---------------------------|
| Artesanal | E-01 | 80 | 80.3 | -0.31 |
| Artesanal | E-02 | 80 | 81.5 | -1.88 |
| Artesanal | E-03 | 80 | 81.0 | -1.25 |
| Artesanal | E-04 | 80 | 80.8 | -0.94 |
| Artesanal | E-05 | 80 | 82.0 | -2.50 |
| Artesanal | E-06 | 80 | 79.0 | 1.25 |
| Artesanal | E-07 | 80 | 81.0 | -1.25 |
| Artesanal | E-08 | 80 | 80.5 | -0.63 |
| Artesanal | E-09 | 80 | 83.0 | -3.75 |
| Artesanal | E-10 | 80 | 83.8 | -4.69 |
| Promedio | | | | -1.59 |

5.1.2. Alabeo de los ladrillos

Fue realizado el ensayo de alabeo sobre los ladrillos sólidos a usar en la construcción de los muretes y prismas de albañilería. En ese sentido, la Tabla 10 presenta los resultados obtenidos por las mediciones en las caras y bordes de los especímenes, además del mayor valor obtenido para cada caso.

Tabla 10. Alabeo de ladrillos.

| Código de espécimen | Cara superior | | Cara inferior | | Borde 01 | | Borde 02 | | Borde 03 | | Borde 04 | | Mayor alabeo (mm) |
|---------------------|---------------|----|---------------|----|----------|----|----------|----|----------|----|----------|----|-------------------|
| | Alabeo | mm | Alabeo | mm | Alabeo | mm | Alabeo | mm | Alabeo | mm | Alabeo | mm | |
| E-01 | Convexo | 4 | Cóncavo | 1 | Cóncavo | 1 | Cóncavo | 2 | Convexo | 3 | Cóncavo | 2 | 4.0 |
| E-02 | Convexo | 3 | Convexo | 4 | Convexo | 1 | Cóncavo | 2 | Cóncavo | 1 | Convexo | 2 | 4.0 |
| E-03 | Convexo | 5 | Convexo | 2 | Convexo | 2 | Cóncavo | 2 | Convexo | 1 | Cóncavo | 1 | 5.0 |
| E-04 | Cóncavo | 2 | Convexo | 4 | Convexo | 1 | Cóncavo | 2 | Cóncavo | 2 | Cóncavo | 2 | 4.0 |
| E-05 | Cóncavo | 2 | Convexo | 5 | Cóncavo | 1 | Cóncavo | 2 | Convexo | 2 | Convexo | 1 | 5.0 |
| E-06 | Cóncavo | 1 | Cóncavo | 2 | Convexo | 2 | Cóncavo | 1 | Cóncavo | 1 | Convexo | 2 | 2.0 |
| E-07 | Convexo | 3 | Convexo | 4 | Convexo | 1 | Convexo | 1 | Convexo | 2 | Convexo | 1 | 4.0 |
| E-08 | Cóncavo | 2 | Cóncavo | 3 | Cóncavo | 1 | Convexo | 2 | Cóncavo | 1 | Cóncavo | 2 | 3.0 |
| E-09 | Convexo | 2 | Convexo | 2 | Convexo | 1 | Cóncavo | 2 | Cóncavo | 2 | Convexo | 2 | 2.0 |
| E-10 | Convexo | 1 | Convexo | 2 | Cóncavo | 2 | Convexo | 1 | Cóncavo | 2 | Cóncavo | 1 | 2.0 |

En esta propiedad, lo importante es el máximo valor obtenido, siendo de 5 mm, cumple con lo establecido por la norma (MVCS, 2020) E.070 respecto al máximo alabeo permisible, al ser menor a los 10 mm indicados por esta misma norma para ladrillos tipo I. La Figura 11 muestra los máximos valores de alabeo obtenidos por cada espécimen analizado.

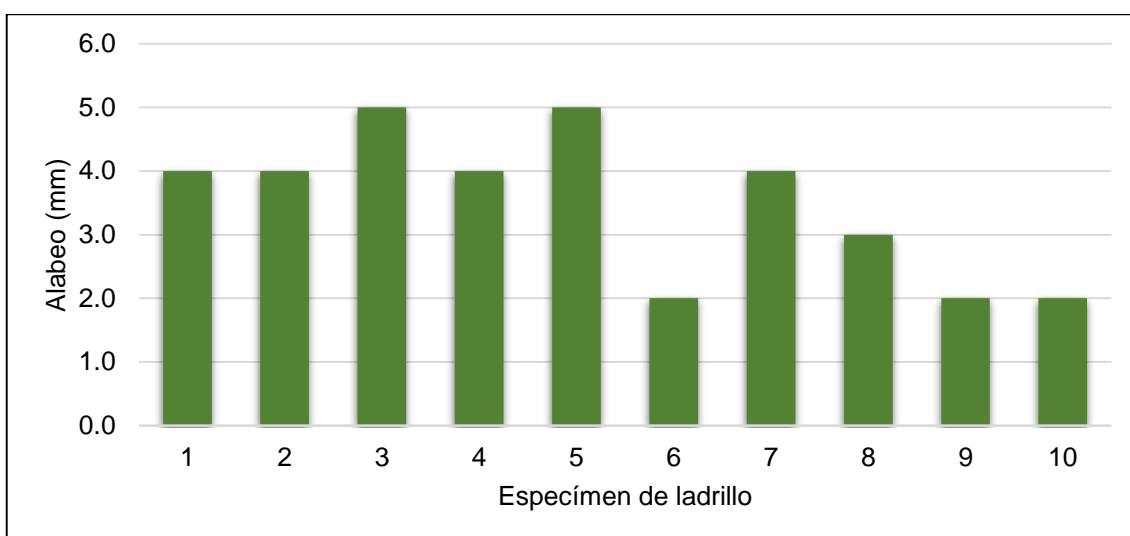


Figura 11. Alabeo máximo de ladrillos.

5.1.3. Absorción de los ladrillos

La Tabla 11 muestra los resultados obtenidos en el ensayo del porcentaje de absorción de diez especímenes de ladrillo, llegando a valores oscilantes entre 7 % y 15 %.

Tabla 11. Porcentaje de absorción de ladrillos.

| Tipo de ladrillo | Código de espécimen | Peso saturado (g) | Peso sumergido (g) | Peso seco al horno (g) | Absorción (%) |
|------------------|---------------------|-------------------|--------------------|------------------------|---------------|
| Artesanal | E-01 | 3910.5 | 665.0 | 3423.0 | 14.20 |
| Artesanal | E-02 | 3899.5 | 679.0 | 3486.0 | 11.90 |
| Artesanal | E-03 | 3725.0 | 704.0 | 3438.0 | 8.30 |
| Artesanal | E-04 | 3831.0 | 727.0 | 3428.0 | 11.80 |
| Artesanal | E-05 | 3856.5 | 719.0 | 3476.0 | 10.90 |
| Artesanal | E-06 | 3615.0 | 726.0 | 3352.0 | 7.80 |
| Artesanal | E-07 | 3645.0 | 705.0 | 3320.0 | 9.80 |
| Artesanal | E-08 | 3741.0 | 698.0 | 3390.0 | 10.40 |
| Artesanal | E-09 | 3625.0 | 676.0 | 3292.0 | 10.10 |
| Artesanal | E-10 | 3723.0 | 685.0 | 3299.0 | 12.90 |

Del mismo modo, la Figura 12 presenta la comparación gráfica de este parámetro, consignando una absorción mínima de 7.8 % correspondiente a la muestra número seis y un valor máximo de 14.2 % correspondiente a la primera muestra evaluada.

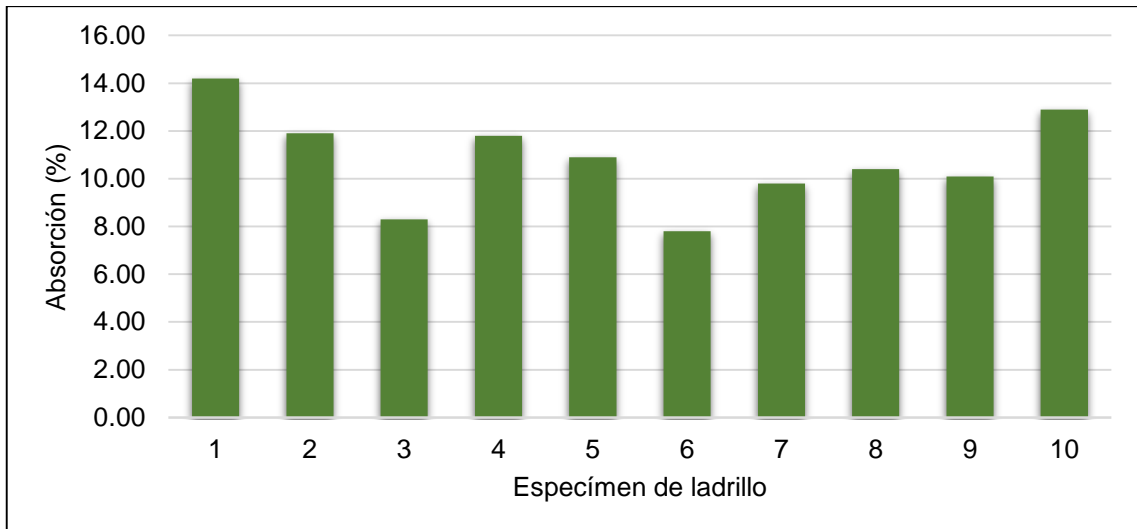


Figura 12. Absorción de ladrillos.

5.1.4. Resistencia a la compresión de los ladrillos

A continuación, la Tabla 12 expone los resultados hallados en la realización del ensayo de compresión axial de cinco ladrillos, los cuales llegan a un promedio de resistencia axial de 57.2 kg/cm², siendo en ese sentido superiores a los 50 kg/cm² requeridos como mínimo para ladrillos tipo I según lo tipificado en la norma del MVCS (2020) E.070: Albañilería.

Tabla 12. Resistencia a la compresión axial de ladrillos.

| Tipo de ladrillo | Código de espécimen | Sección de ladrillo (mm ²) | Área bruta (mm ²) | Carga máxima (kN) | Esfuerzo a compresión (Mpa) | Esfuerzo a compresión (kg/cm ²) |
|------------------|---------------------|--|-------------------------------|-------------------|-----------------------------|---|
| Artesanal | CM-04_01 | 27810 | 27572 | 153.2 | 5.6 | 56.7 |
| Artesanal | CM-04_02 | 27810 | 27816 | 158.26 | 5.7 | 58 |
| Artesanal | CM-04_03 | 27810 | 27896 | 150.24 | 5.4 | 54.9 |
| Artesanal | CM-04_04 | 27810 | 28043 | 161.25 | 5.8 | 58.6 |
| Artesanal | CM-04_05 | 27810 | 27746 | 157.2 | 5.7 | 57.8 |
| Promedio | | | | 156.03 | 5.64 | 57.2 |

Del mismo modo, en la Figura 13 se presenta la comparación de los valores de resistencia alcanzados por cada uno de los ladrillos, teniendo un mínimo de 54.90 kg/cm² correspondiente al tercer espécimen y un máximo de 58.60 kg/cm² en el cuarto espécimen.

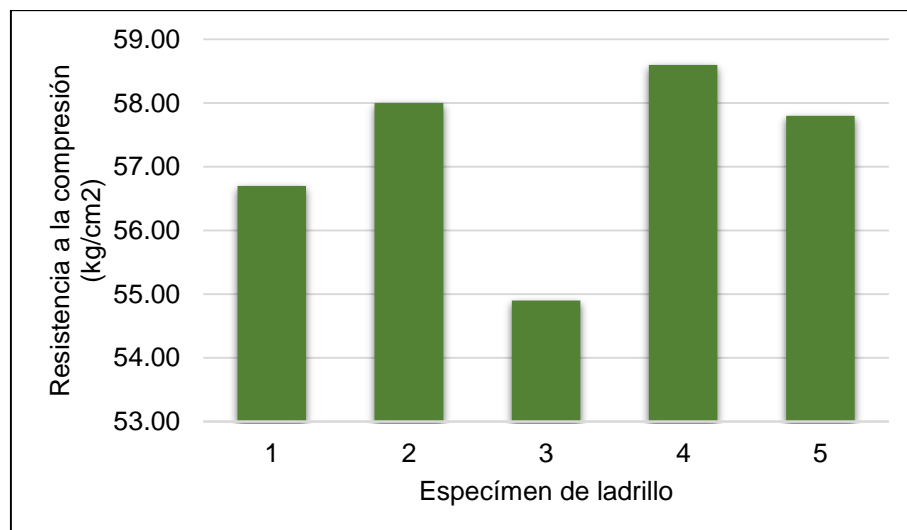


Figura 13. Resistencia a la compresión axial de ladrillos.

5.1.5. Resistencia a la compresión del mortero

Para la elaboración del mortero, en primera instancia se procedió a caracterizar a la arena gruesa, cuyos valores de granulometría se detalla en la siguiente tabla y se representa en la Figura 14.

Tabla 13. Granulometría de la arena gruesa para el mortero.

| Tamiz | Abertura (mm) | Peso retenido (g) | Retenido (%) | Retenido acumulado (%) | Pasante (%) |
|--------|---------------|-------------------|--------------|------------------------|-------------|
| N° 4 | 4.75 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| N° 8 | 2.36 | 5.35 | 2.5 | 2.5 | 97.5 |
| N° 16 | 1.18 | 7.12 | 3.3 | 5.8 | 94.2 |
| N° 30 | 0.60 | 57.69 | 26.8 | 32.6 | 67.4 |
| N° 50 | 0.30 | 90.15 | 41.9 | 74.6 | 25.4 |
| N° 100 | 0.15 | 35.90 | 16.7 | 91.3 | 8.7 |
| N° 200 | 0.08 | 14.90 | 6.9 | 98.2 | 1.8 |
| Fondo | | 3.90 | 1.8 | 100.0 | 0.0 |
| Total | | 215.01 | 100.0 | | 100.0 |

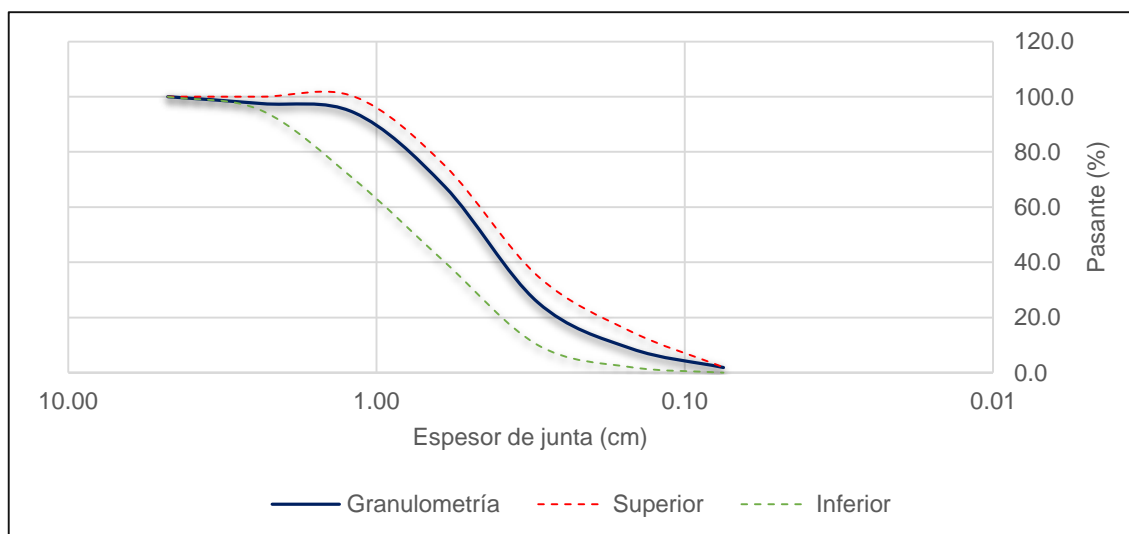


Figura 14. Curva granulométrica de la arena gruesa para el mortero.

Consecuentemente, fueron realizados ensayos a la compresión axial en cubos de mortero de 50 milímetros de lado, este mismo mortero hecho con una relación de cemento: arena de 1:5, fue el utilizado en las juntas de los prismas y muretes, los resultados del ensayo a los diez cubos de mortero se muestran en la Tabla 14, teniendo una resistencia a la compresión promedio de 120.97 kg/cm².

Tabla 14. Resistencia a la compresión axial de mortero de albañilería.

| Código de espécimen | Edad (días) | Sección de cubo (mm ²) | Carga máxima (kN) | Esfuerzo a compresión (Mpa) | Esfuerzo a compresión (kg/cm ²) |
|-----------------------------|-------------|------------------------------------|-------------------|-----------------------------|---|
| CM-05_01 | 28 | 2500.00 | 38.41 | 15.40 | 156.70 |
| CM-05_02 | 28 | 2500.00 | 35.67 | 14.30 | 145.50 |
| CM-05_03 | 28 | 2500.00 | 33.51 | 13.40 | 136.70 |
| CM-05_04 | 28 | 2500.00 | 33.78 | 13.50 | 137.80 |
| CM-05_05 | 28 | 2500.00 | 32.19 | 12.90 | 131.30 |
| CM-05_06 | 28 | 2500.00 | 32.23 | 12.90 | 131.50 |
| CM-05_07 | 28 | 2500.00 | 35.67 | 14.30 | 145.50 |
| CM-05_08 | 28 | 2500.00 | 27.79 | 11.10 | 113.40 |
| CM-05_09 | 28 | 2500.00 | 27.78 | 11.10 | 113.30 |
| CM-05_10 | 28 | 2500.00 | 40.56 | 16.20 | 165.40 |
| Promedio | | | 33.76 | 13.51 | 137.71 |
| Desviación estándar | | | | | 16.73 |
| Resistencia a la compresión | | | | | 120.97 |

Finalmente, se adjunta la Figura 15, donde se tiene la comparación de las resistencias alcanzadas por los cubos de mortero de albañilería, con un valor mínimo de 113.30 kg/cm² y un valor máximo de 165.40 kg/cm².

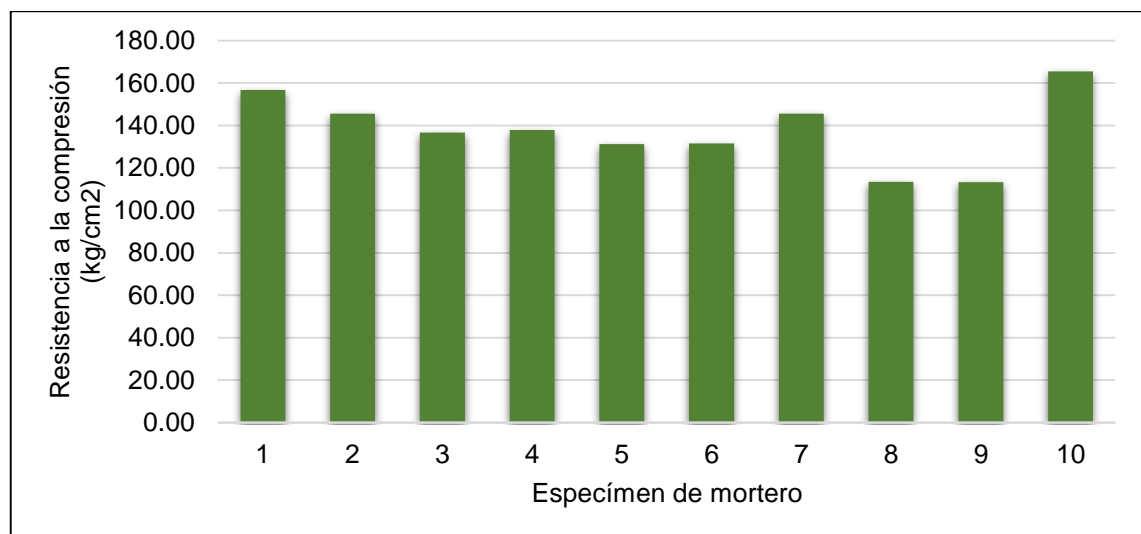


Figura 15. Resistencia a la compresión axial de mortero de albañilería.

5.2. Relación entre el espesor de juntas con la resistencia a la compresión axial

Una vez reconocidas las características principales de los ladrillos sólidos y mortero de albañilería, se procedió con la elaboración de los prismas a analizar.

En la Tabla 15, se tienen los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión realizados sobre los prismas de albañilería con juntas de 1.5 cm. La resistencia a la compresión axial alcanzada es de 32.31 kg/cm² con una desviación estándar de 1.07 kg/cm².

Tabla 15. Resistencia a la compresión axial de prismas de albañilería con juntas de 1.5 cm.

| Código de espécimen | Edad (días) | Sección de prisma (mm ²) | Carga máxima (kN) | Esfuerzo a compresión (Mpa) | Esfuerzo a compresión (kg/cm ²) |
|-----------------------------|-------------|--------------------------------------|-------------------|-----------------------------|---|
| CM-06_01 | 28 | 28580.00 | 94.69 | 3.30 | 33.78 |
| CM-06_02 | 28 | 28785.00 | 90.99 | 3.20 | 32.23 |
| CM-06_03 | 28 | 28154.00 | 93.06 | 3.30 | 33.71 |
| CM-06_04 | 28 | 28494.00 | 97.26 | 3.40 | 34.81 |
| CM-06_05 | 28 | 28285.00 | 89.85 | 3.20 | 32.39 |
| Promedio | | | 93.17 | 3.28 | 33.38 |
| Desviación estándar | | | | | 1.07 |
| Resistencia a la compresión | | | | | 32.31 |

La Tabla 16 adjunta los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión axial de los prismas con juntas de 2 cm, al aumentar el espesor de la junta la resistencia alcanzada es de 29.02 kg/cm² y la desviación estándar obtenida fue de 1.66 kg/cm².

Tabla 16. Resistencia a la compresión axial de prismas de albañilería con juntas de 2.0 cm.

| Código de espécimen | Edad (días) | Sección de prisma (mm ²) | Carga máxima (kN) | Esfuerzo a compresión (Mpa) | Esfuerzo a compresión (kg/cm ²) |
|-----------------------------|-------------|--------------------------------------|-------------------|-----------------------------|---|
| CM-07_01 | 28 | 28384.00 | 88.16 | 3.10 | 31.67 |
| CM-07_02 | 28 | 28256.00 | 89.49 | 3.20 | 32.29 |
| CM-07_03 | 28 | 28494.00 | 86.31 | 3.00 | 30.89 |
| CM-07_04 | 28 | 28696.00 | 86.11 | 3.00 | 30.60 |
| CM-07_05 | 28 | 28385.00 | 77.83 | 2.70 | 27.96 |
| Promedio | | | 85.58 | 3.00 | 30.68 |
| Desviación estándar | | | | | 1.66 |
| Resistencia a la compresión | | | | | 29.02 |

También se presenta la Tabla 17 donde se tienen los resultados de los ensayos de compresión axial en los prismas con juntas de 2.5 cm, aquí se

tiene una resistencia a la compresión de 28.08 kg/cm² con una desviación estándar de 0.48 kg/cm².

Tabla 17. Resistencia a la compresión axial de prismas de albañilería con juntas 2.5 cm.

| Código de espécimen | Edad (días) | Sección de prisma (mm ²) | Carga máxima (kN) | Esfuerzo a compresión (Mpa) | Esfuerzo a compresión (kg/cm ²) |
|-----------------------------|-------------|--------------------------------------|-------------------|-----------------------------|---|
| CM-08_01 | 28 | 28680.00 | 80.31 | 2.80 | 28.55 |
| CM-08_02 | 28 | 28485.00 | 81.93 | 2.90 | 29.33 |
| CM-08_03 | 28 | 28394.00 | 78.65 | 2.80 | 28.24 |
| CM-08_04 | 28 | 28796.00 | 79.29 | 2.80 | 28.08 |
| CM-08_05 | 28 | 28485.00 | 79.93 | 2.80 | 28.61 |
| Promedio | | | 80.02 | 2.82 | 28.56 |
| Desviación estándar | | | | | 0.48 |
| Resistencia a la compresión | | | | | 28.08 |

Finalmente, en la Figura 16 se adjunta la relación del espesor de las juntas de mortero con las resistencias a la compresión axial promedio obtenidas por los prismas, aquí se puede observar la tendencia a la reducción que tiene el parámetro evaluado a medida que va aumentan el espesor de la junta de albañilería.

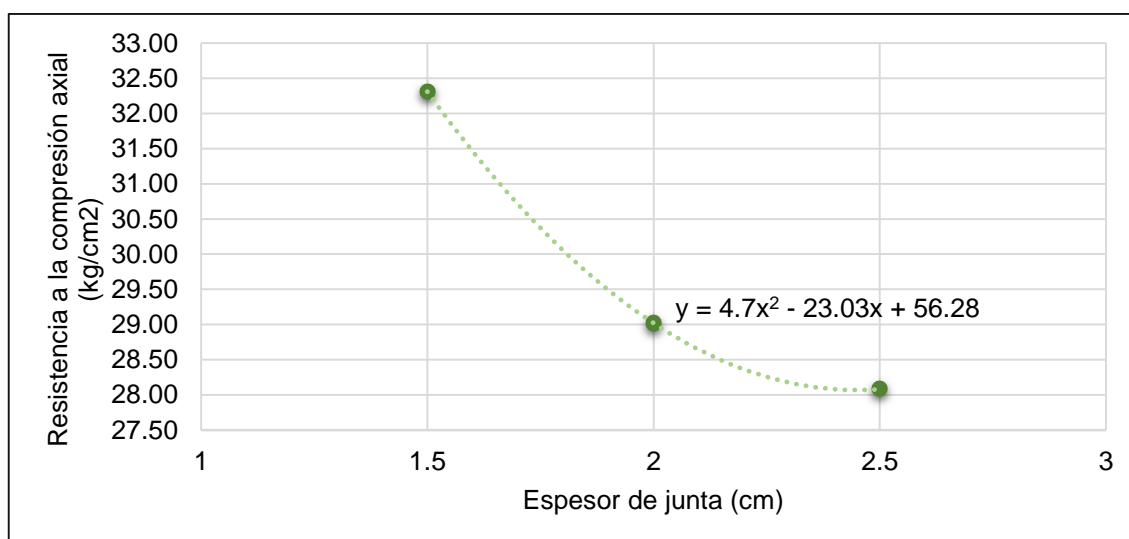


Figura 16. Relación de espesor de juntas con resistencia a la compresión axial de prismas.

5.2.1. Hipótesis específica “a”

Planteadas las hipótesis:

H_i: La relación entre el espesor de juntas con la compresión axial de las pilas de albañilería con ladrillos artesanales en la ciudad de Huancayo es significativa.

H₀: La relación entre el espesor de juntas con la compresión axial de las pilas de albañilería con ladrillos artesanales en la ciudad de Huancayo no es significativa.

Fue realizada la prueba de normalidad con los datos obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión axial de las pilas de albañilería, pues era necesario reconocer el tipo de distribución al que se ajustan nuestros datos. La Tabla 18, presenta los resultados de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk para la prueba específica “a”, en ese sentido es posible visualizar que, en todos los casos, los niveles de significancia son mayores al 5 %, es decir, los datos obtenidos de los ensayos se ajustan a una distribución normal y por lo tanto fue aplicada una prueba de correlación paramétrica.

Tabla 18. Prueba de normalidad de la hipótesis específica “a”.

| Propiedad | Espesor (cm) | Shapiro-Wilk | | |
|---|--------------|--------------|----|------|
| | | Estadístico | gl | Sig. |
| Resistencia a la compresión axial (kg/cm ²) | 1.50 | 0.91 | 5 | 0.47 |
| | 2.00 | 0.89 | 5 | 0.37 |
| | 2.50 | 0.91 | 5 | 0.48 |

En la Tabla 19 se presentan los resultados de la prueba paramétrica de correlación de Pearson para la hipótesis específica “a”, donde se tiene una correlación de -0.88 y una significancia de 0.00, lo que se traduce en una correlación negativa considerable significativa a un nivel del 95 %, en otras palabras, el aumento del espesor de la junta propicia reducciones considerablemente significativas de la compresión axial.

Tabla 19. Prueba de correlación de la hipótesis específica “a”.

| | | Espesor (cm) | Resistencia a la compresión axial (kg/cm ²) |
|---|------------------------|--------------|---|
| Espesor (cm) | Correlación de Pearson | 1.00 | -0.88** |
| | Sig. (bilateral) | | 0.00 |
| | N | 15 | 15 |
| Resistencia a la compresión axial (kg/cm ²) | Correlación de Pearson | -0.88** | 1.00 |
| | Sig. (bilateral) | 0.00 | |
| | N | 15 | 15 |

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

A partir de los resultados de los análisis, es que se acepta la hipótesis alterna H₁ que dice: La relación entre el espesor de juntas con la compresión

axial de las pilas de albañilería con ladrillos artesanales en la ciudad de Huancayo es significativa. Pues ha quedado demostrado que el aumento del espesor de las juntas en los prismas conduce a una reducción de la resistencia a la compresión de los mismos.

5.3. Relación del espesor de juntas con la resistencia a la compresión diagonal de muretes de albañilería

También fueron realizados los ensayos de resistencia a la compresión diagonal desarrollada en muretes con juntas de espesores de 1.5, 2.0 y 2.5 cm. La Tabla 20 expone los resultados de estos ensayos y el valor de resistencia a la compresión diagonal $V'm$ alcanzada por cada murete y los promedios de acuerdo al espesor de juntas. Aquí se evidencian reducciones de resistencia a medida que aumentan los espesores de las juntas, yendo de 0.590 MPa al tener juntas de 1.5 cm reduciéndose hasta 0.540 MPa cuando las juntas son de 2.5 cm, además se destacan los resultados de la deformación y la rigidez obtenidas por cada murete.

Tabla 20. Resistencia a la compresión diagonal de muretes de albañilería.

| | Dimensiones de muretes | | | | | Carga de rotura (kN) | Según NTP | | | | | | |
|-----------|------------------------|------------|--------------|---------------|-------------------------------|----------------------|-------------|---------------------------|------------------------|----------------|---------------------|------------------|-----------------|
| | Largo (mm) | Ancho (mm) | Espesor (mm) | Diagonal (mm) | Área bruta (mm ²) | | $V'm$ (MPa) | Desviación estándar (MPa) | Promedio inicial (MPa) | Promedio (MPa) | Carga elástica (kN) | Deformación (mm) | Rigidez (kN/mm) |
| Muros 1.5 | 369.00 | 475.00 | 81.29 | 601.49 | 34304.38 | 27.36 | 0.56 | 0.11 | 0.59 | 0.48 | 21.23 | 4.54 | 6.86 |
| | 369.00 | 475.00 | 81.29 | 601.49 | 34304.38 | 35.68 | 0.74 | | | | 7.52 | 5.19 | 4.41 |
| | 369.00 | 475.00 | 81.29 | 601.49 | 34304.38 | 22.88 | 0.47 | | | | 22.04 | 4.74 | 5.11 |
| Muros 2.0 | 384.00 | 480.00 | 81.29 | 614.70 | 35117.28 | 26.87 | 0.54 | 0.01 | 0.56 | 0.54 | 21.59 | 5.73 | 5.59 |
| | 384.00 | 480.00 | 81.29 | 614.70 | 35117.28 | 27.52 | 0.55 | | | | 23.99 | 5.01 | 6.20 |
| | 384.00 | 480.00 | 81.29 | 614.70 | 35117.28 | 28.59 | 0.58 | | | | 6.01 | 6.30 | 4.77 |
| Muro 2.5 | 399.00 | 485.00 | 81.29 | 628.03 | 35930.18 | 27.95 | 0.55 | 0.05 | 0.54 | 0.49 | 27.76 | 4.30 | 6.45 |
| | 399.00 | 485.00 | 81.29 | 628.03 | 35930.18 | 24.22 | 0.48 | | | | 23.99 | 5.53 | 4.48 |
| | 399.00 | 485.00 | 81.29 | 628.03 | 35930.18 | 30.22 | 0.59 | | | | 29.83 | 6.30 | 4.62 |

Asimismo, en la Figura 17 se expone de forma gráfica la relación hallada entre los espesores de las juntas de mortero utilizadas y las resistencias a la compresión diagonal obtenida por los muretes de albañilería, de esta forma, es posible apreciar que con 2 cm se incrementa la resistencia y luego tiende a subir.

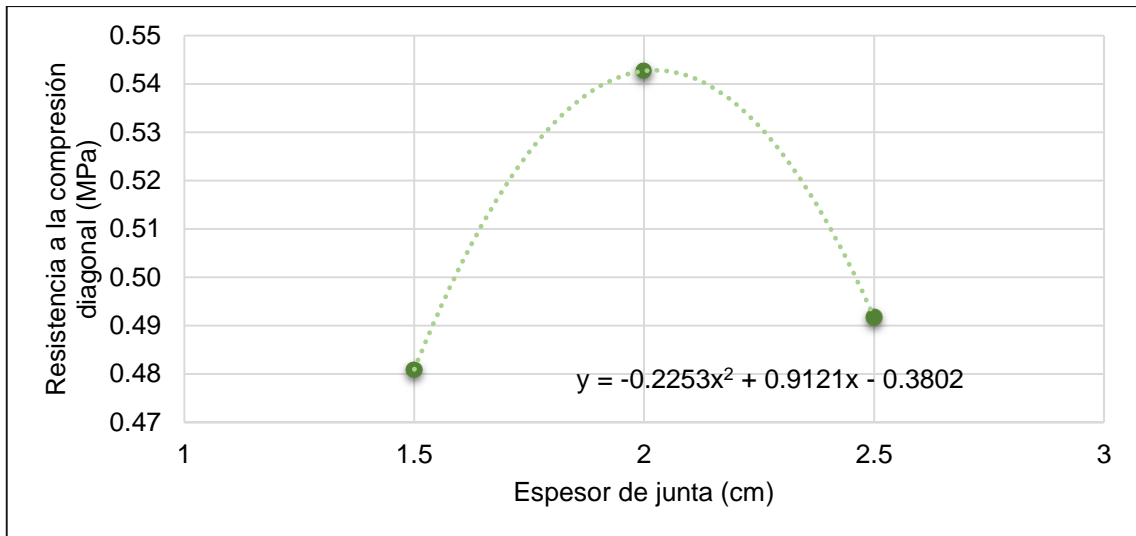


Figura 17. Relación de espesor de juntas con resistencia a la compresión diagonal de muretes.

5.3.1. Hipótesis específica “b”

Planteadas las hipótesis:

H_i : La relación entre el espesor de juntas con la resistencia a la compresión diagonal de muretes de albañilería con ladrillos artesanales en la ciudad de Huancayo es significativa.

H_0 : La relación entre el espesor de juntas con la resistencia a la compresión diagonal de muretes de albañilería con ladrillos artesanales en la ciudad de Huancayo no es significativa.

Se desarrolló la prueba de normalidad Shapiro-Wilk en los registros obtenidos de resistencia a la compresión diagonal, deformación y rigidez de los muretes, tal como se enseña en la Tabla 21, de este modo se aprecian niveles de significancia mayores a 0.05 en todos los casos, lo que significa que los registros hallados en todas las pruebas tienen un ajuste a una distribución normal, de acuerdo a estos resultados es que fueron aplicadas pruebas paramétricas de correlación de Pearson a fin de determinar lo significativo que es el cambio de espesor de una junta de albañilería.

Tabla 21. Prueba de normalidad de la hipótesis específica “b”.

| Propiedad | Espesor (cm) | Shapiro-Wilk | | |
|--|--------------|--------------|----|------|
| | | Estadístico | gl | Sig. |
| Resistencia a la compresión diagonal (kg/cm ²) | 1.50 | 0.97 | 3 | 0.67 |
| | 2.00 | 0.98 | 3 | 0.72 |
| | 2.50 | 0.98 | 3 | 0.74 |
| Deformación (mm) | 1.50 | 0.95 | 3 | 0.58 |
| | 2.00 | 1.00 | 3 | 0.87 |
| | 2.50 | 0.98 | 3 | 0.75 |
| Rigidez (kN/mm) | 1.50 | 0.94 | 3 | 0.54 |
| | 2.00 | 0.99 | 3 | 0.84 |
| | 2.50 | 0.80 | 3 | 0.12 |

La Tabla 22 muestra los resultados de la prueba de correlación de Pearson sobre los datos de resistencia a la compresión diagonal de muretes para la hipótesis específica “b”, aquí se presenta una correlación de -0.28 siendo una correlación negativa débil, además de presentar una significancia de 0.47 siendo no significativa.

Tabla 22. Prueba de correlación de la hipótesis específica “b” – resistencia a la compresión diagonal.

| | | Espesor (cm) | Resistencia a la compresión diagonal (MPa) |
|--|------------------------|--------------|--|
| Espesor (cm) | Correlación de Pearson | 1.00 | -0.28 |
| | Sig. (bilateral) | | 0.47 |
| | N | 9 | 9 |
| Resistencia a la compresión diagonal (kg/cm ²) | Correlación de Pearson | -0.28 | 1.00 |
| | Sig. (bilateral) | 0.47 | |
| | N | 9 | 9 |

En la misma línea, la Tabla 23 adjunta los resultados de la prueba de correlación de Pearson realizada sobre los registros de la deformación de los muretes, teniendo una correlación de 0.33, es decir, una correlación positiva débil, y un nivel de significancia de 0.39, por lo que la correlación no es significativa.

Tabla 23. Prueba de correlación de la hipótesis específica “b” – deformación.

| | | Espesor (cm) | Deformación (mm) |
|------------------|------------------------|--------------|------------------|
| Espesor (cm) | Correlación de Pearson | 1.00 | 0.33 |
| | Sig. (bilateral) | | 0.39 |
| | N | 9 | 9 |
| Deformación (mm) | Correlación de Pearson | 0.33 | 1.00 |
| | Sig. (bilateral) | 0.39 | |
| | N | 9 | 9 |

La Tabla 24 expone los resultados de la prueba de correlación de la hipótesis específica “b” para el parámetro de rigidez de los muretes en correlación con el espesor de la junta de mortero utilizado. Aquí se presenta un valor de correlación de -0.13, siendo una correlación negativa muy débil, con una significancia de 0.74 siendo ampliamente mayor a 0.05, lo que se traduce en que la correlación del espesor de las juntas y la rigidez de los muretes no es significativa.

Tabla 24. Prueba de correlación de la hipótesis específica “b” – rigidez.

| | | Espesor (cm) | Rigidez (kN/mm) |
|-----------------|------------------------|--------------|-----------------|
| Espesor (cm) | Correlación de Pearson | 1.00 | -0.13 |
| | Sig. (bilateral) | | 0.74 |
| | N | 9 | 9 |
| Rigidez (kN/mm) | Correlación de Pearson | -0.13 | 1.00 |
| | Sig. (bilateral) | 0.74 | |
| | N | 9 | 9 |

Analizados los resultados de los análisis desarrollados, es que se procede a rechazar la hipótesis alterna H_i y se acepta la hipótesis nula H_0 que dice: La relación entre el espesor de juntas con la resistencia a la compresión diagonal de muretes de albañilería con ladrillos artesanales en la ciudad de Huancayo no es significativa. Pues quedó demostrado que el espesor de las juntas de mortero de albañilería tiene una correlación débil con la resistencia a la compresión diagonal de los muretes de albañilería, siendo no significativo.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Como parte inicial para el desarrollo de la investigación se caracterizó las unidades de albañilería en cuanto a sus medidas tanto del largo, ancho y espesor, tal como se muestra en la Tabla 6; asimismo, se midió el alabeo en cada uno de los bordes según se puede denotar en la Tabla 10. En cuanto a la absorción se especifican los resultados obtenidos en la Tabla 11.

La resistencia a compresión axial en los ladrillos fue 57.2 kg/cm^2 , siendo en ese sentido superiores a los 50 kg/cm^2 requeridos como mínimo para ladrillos tipo I según lo tipificado en la norma del MVCS (2020) E.070: Albañilería y del mortero, la cual fue evaluada tal como se puede observar en la Tabla 12 y Tabla 14. Obtenida tales características se procedió a determinar la relación del espesor con la resistencia a compresión axial y diagonal.

6.1. Relación entre el espesor de juntas con la resistencia a la compresión axial

La compresión de pilas es una propiedad de gran importancia para conocer su resistencia ante la acción del peso propio de una estructura; por ello es importante su control y verificación, especialmente si se utiliza unidades de albañilería artesanales que no necesariamente cumplen con todas las recomendaciones de las normativas peruanas.

En la Tabla 15 hasta Tabla 17 se muestran los resultados de la resistencia a compresión axial en los prismas de acuerdo a su sección y la carga

máxima que soportaron, llegando a obtener que para un espesor de junta de 1.5 cm la resistencia a compresión axial fue de 32.31 kg/cm², para un espesor de 2 cm fue de 29.02 kg/cm² y para 2.5 cm fue de 28.08 kg/cm². Si bien estos datos son menores a los recomendados en la norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones (el valor mínimo es de 35 kg/cm²), el valor determinado para un espesor de junta de 1.5 cm se acerca al establecido en la normativa mencionada.

En cuanto a la relación del espesor de las juntas con la resistencia a compresión axial se logró obtener que según la prueba de correlación Pearson el factor es de -0.88 con una significancia de 0.00 lo cual se traduce en que existe una correlación negativa considerable, además de significativa entre tales variables. Esto representa que a mayor espesor de juntas se reduce la resistencia a compresión axial en las pilas de albañilería.

La tendencia de los resultados obtenidos concuerda con lo determinado por Pancca (2019) quien estableció que, con juntas de espesor de 1 cm, el valor de la resistencia de las pilas puede alcanzar valores de 3.09 MPa, pero al incrementar dicho espesor, la resistencia se reduce hasta 2.24 MPa. Por su parte, Cabrera (2018) ha establecido que el uso de unidades de albañilería con juntas de 1.5 cm, cumplen de manera satisfactoria en su comportamiento, por lo que este espesor es el adecuado para el análisis del mencionado parámetro; además, según Caldeira et al. (2020), al estudiar espesores de junta menores a 15 mm, los valores de resistencia no difieren de manera significativa.

6.2. Relación entre el espesor de juntas con la resistencia a compresión diagonal

La compresión diagonal se puede comprender como aquella propiedad que muestra la reacción de los muros ante la acción de fuerzas horizontales, por lo que es un indicador para establecer dicha resistencia.

En la Tabla 20 se tiene los resultados obtenidos en laboratorio respecto a la resistencia a compresión diagonal en muretes donde se varió el espesor de juntas de 1.5 a 2.5 cm, lográndose obtener que en los muretes con

espesor de junta de 1.5 cm, la resistencia a compresión es de 0.48 MPa, con espesor de 2 cm es de 0.54 MPa y con 2.5 cm es de 0.49 MPa, donde los muretes de 2 cm son los únicos que se encuentran dentro de lo mínimo requerido de 0.5 MPa por la Norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

La relación que existe entre el espesor de las juntas con la resistencia a compresión diagonal de acuerdo a la prueba paramétrica de Pearson resultó de -0.28 con una significancia de 0.47, lo cual logra interpretarse como una relación negativa débil, y que no es significativa estadísticamente, es decir que a mayor espesor de juntas la resistencia a compresión diagonal tiene a reducirse, más no sería la causa principal.

El comportamiento detallado en el desarrollo de la presente investigación difiere con lo estimado por Vargas (2021), quien durante el desarrollo de su investigación determinó que el incremento del espesor de las juntas de 1 cm a 4 cm incide en gran medida en la resistencia a la compresión diagonal de 9.15 kg/cm² hasta 6.10 kg/cm² con morteros sin cal. Con respecto a lo estimado por Pancca (2019), la tenencia determinada en esta investigación son similares, pues la variación de resistencia diagonal se redujo de 0.39 MPa a 0.27 MPa, los cuales son valores que no difieren significativamente.

Estas variaciones dan cuenta que existe un espesor máximo en el que la resistencia de los muros es el adecuado para su uso como parte de un elemento estructural; dicho valor según Zengin et al. (2018) es de 20 mm.

CONCLUSIONES

1. La resistencia a la compresión de los muros de albañilería tiene una relación significativa con el espesor de las juntas de mortero, pues a mayor el espesor de las juntas, menor es la resistencia del muro, de este modo, se concluye que el espesor óptimo de las juntas para la construcción de los muros de albañilería es de 1.5 cm, en concordancia con lo expresado por el (MVCS, 2020) en la norma E.070: Albañilería.
2. El espesor de las juntas está estrechamente relacionado con la resistencia a la compresión axial de las estructuras de albañilería, pues teniendo un espesor de 2.5 cm la resistencia promedio alcanzada es de 28.08 kg/cm², con 2.0 cm se llega a 29.02 kg/cm² y con el menor valor estudiado, 1.5 cm, la resistencia a la compresión axial promedio alcanzada es de 32.31 kg/cm², además de acuerdo al análisis estadístico, se trata de una correlación negativa considerable con $r = -0.88$, y siendo significativa con $s = 0.00$, lo que indica que es positivo tener juntas de 1.5 cm en los muros de albañilería, desde un punto de vista estructural y constructivo.
3. La resistencia a la compresión diagonal de los muretes de albañilería es ligeramente reducida a medida que el espesor de sus juntas de mortero aumenta, pues con espesores de 1.5, 2.0 y 2.5 cm las resistencias promedio fueron de 0.48, 0.54 y 0.49 MPa respectivamente, sin embargo, el análisis estadístico indica que estos cambios en la resistencia a la compresión diagonal no son significativas pues el valor de $s = 0.47$, teniendo una correlación negativa débil de $r = -0.28$, para este parámetro.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que, para el desarrollo de futuras investigaciones en este campo, se estudien más espesores de juntas, especialmente considerando espesores más delgados al valor óptimo hallado en la presente investigación, pues la tendencia encontrada parece indicar que es dable reducir aún más los espesores de juntas.
2. A fin de tener un panorama más claro, se recomienda replicar los ensayos de esta investigación utilizando diferentes tipos de ladrillo, pues al componer el mayor volumen de los muros de albañilería, es muy probable que tengan una influencia significativa en los parámetros estudiados.
3. Es recomendable analizar otros tipos de mortero en futuras investigaciones, pues es probable que el comportamiento de resistencia a la compresión diagonal de los muretes mejore de manera significativa al encontrar una mezcla óptima de este material.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERNAL, C., 2010. *Metodología de la investigación. Para administración, economía, humanidades y ciencias sociales* [en línea]. Tercera Ed. México: Pearson Educación. ISBN 978-958-699-128-5. Disponible en: <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigación-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>.
- CABRERA, C., 2018. *Evaluación de resistencia en prismas de albañilería con mortero de espesor 1.5 cm de ladrillos de arcilla (Hércules I) fabricados en la ciudad de Tacna*. S.I.: Universidad Privada de Tacna.
- CALDEIRA, F., NALON, G., OLIVEIRA, D., PEDROTI, L., RIBEIRO, J., FERREIRA, F. y CARVALHO, J.M., 2020. Influence of joint thickness and strength of mortars on the compressive behavior of prisms made of normal and high-strength concrete blocks. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 234, pp. 117419. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2019.117419. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167473014000186>.
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P., 2014. *Metodología de la investigación* [en línea]. Sexta Ed. México: Mac Graw Hill. ISBN 978-1-4562-2396-0. Disponible en: <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.Hernandez,Fernandez,yBaptista-MetodologíaInvestigacionCientífica6taed.pdf>.
- INACAL, 2022. Normas Técnicas Peruanas. *Instituto Nacional de Calidad* [en línea]. [Consulta: 8 diciembre 2022]. Disponible en: <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>.
- LAZO, C., 2018. *Variación de la resistencia a la compresión de pilas fabricadas de ladrillos de arcilla industrial, artesanal y de concreto utilizando mortero con y sin cal* [en línea]. S.I.: Universidad Privada del Norte. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14097>.
- METHA, K. y MONTEIRO, P., 2008. *Concreto: estructura, propiedades y materiales* [en línea]. S.I.: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C. Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=oVgAAQAACAAJ>.

- MOJSILOVIĆ, N. y STEWART, M.G., 2015. Probability and structural reliability assessment of mortar joint thickness in load-bearing masonry walls. *Structural Safety* [en línea], vol. 52, no. PB, pp. 209-218. ISSN 01674730. DOI 10.1016/j.strusafe.2014.02.005. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167473014000186>.
- MURTHI, P., AHMED, S. y PRASANNA, V., 2020. Materials Today : Proceedings Studies on the strength variation of brick masonry using novel blended masonry mortar mixes and mortar thickness. *Materials Today: Proceedings*, no. xxxx. ISSN 2214-7853. DOI 10.1016/j.matpr.2020.06.395.
- MVCS, 2020. *Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)* [en línea]. 2020. S.I.: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>.
- ORIHUELA, P., ORIHUELA, J., ULLOA, K. y VÁSQUEZ, J., 2022. *Manual para propietarios*. 2022. Lima: Aceros Arequipa S.A.
- PANCCA, E., 2019. *Caracterización y evaluación de los muros de albañilería artesanal informal de las viviendas del distrito de San Miguel, provincia de San Román-Puno*. S.I.: Universidad Peruana Unión.
- RIVERA, G., 2007. *Concreto simple* [en línea]. 2007. Primera. S.I.: Universidad de Cauca. Disponible en: <https://www.udocz.com/read/tecnologia-concreto-y-mortero-rivera-pdf>.
- SÁNCHEZ, D., 2000. *Tecnología del concreto y del mortero*. Cuarta. S.I.: Bhandar Editores Ltda. ISBN 958-9247-04-0.
- VARGAS, M., 2021. *Influencia del tipo de mortero y espesor de junta en la resistencia a compresión diagonal de muretes fabricados con albañilería semi industrial de Cajamarca* [en línea]. S.I.: Universidad Nacional de Cajamarca. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4604>.

ZENGİN, B., TOYDEMİR, B., ULUKAYA, S., OKTAY, D., YÜZER, N. y KOCAK, A., 2018. The effect of mortar type and joint thickness on mechanical properties of conventional masonry walls. *Structural Engineering and Mechanics*, vol. 67, no. 6, pp. 579-585. ISSN 15986217. DOI 10.12989/sem.2018.67.6.579.

ANEXOS

Anexo N° 01: matriz de consistencia

Matriz de consistencia

Tesis: “Relación del espesor de juntas con la resistencia a la compresión en albañilería de ladrillos artesanales en la ciudad de Huancayo”

| Problema | Objetivos | Hipótesis | Variables | Dimensiones | Indicadores | Metodología |
|--|---|--|--|---|---|---|
| <p>Problema general: ¿Qué relación existe entre espesor de juntas y la resistencia a la compresión en albañilería de ladrillos artesanales en la ciudad de Huancayo?</p> <p>Problemas específicos: a) ¿Cuál es la relación que existe entre espesor de juntas con la compresión axial de las pilas de albañilería con ladrillos artesanales en la ciudad de Huancayo? b) ¿Cuál es la relación que existe entre espesor de juntas con la resistencia a la compresión diagonal de muretes de albañilería con ladrillos artesanales en la ciudad de Huancayo?</p> | <p>Objetivo general: Determinar la relación que existe entre el espesor de juntas y la resistencia a la compresión en albañilería de ladrillos artesanales en la ciudad de Huancayo.</p> <p>Objetivos específicos: a) Determinar la relación que existe entre el espesor de juntas con la compresión axial de las pilas de albañilería con ladrillos artesanales en la ciudad de Huancayo. b) Establecer la relación que existe entre espesor de juntas con la resistencia a la compresión diagonal de muretes de albañilería con ladrillos artesanales en la ciudad de Huancayo.</p> | <p>Hipótesis general: La relación entre el espesor de juntas y la resistencia a la compresión en albañilería de ladrillos artesanales en la ciudad de Huancayo es significativa.</p> <p>Hipótesis específicas: a) La relación entre el espesor de juntas con la compresión axial de las pilas de albañilería con ladrillos artesanales en la ciudad de Huancayo es significativa. b) La relación entre el espesor de juntas con la resistencia a la compresión diagonal de muretes de albañilería con ladrillos artesanales en la ciudad de Huancayo es significativa.</p> | <p>Variable de correlación 1: espesor de juntas</p> <p>Variable de correlación 2: resistencia a compresión en albañilería de ladrillos</p> | <p>- Espesor de juntas</p> <p>- Compresión axial en pilas</p> <p>- Compresión diagonal en muretes</p> | <p>- Juntas de 1.5 cm</p> <p>- Juntas de 2 cm</p> <p>- Juntas de 2.5 cm</p> <p>- Área transversal</p> <p>- Carga aplicada</p> <p>- Área transversal</p> <p>- Carga aplicada</p> | <p>Método de investigación: científico.</p> <p>Tipo de investigación: aplicada</p> <p>Nivel de investigación: correlacional</p> <p>Diseño de investigación: experimental.</p> <p>Población: La población que se ha considerado en el desarrollo de la presente investigación correspondió a las pilas y muretes de albañilería construidos con ladrillos artesanales.</p> <p>Muestra: La muestra según el tipo de muestreo no probabilístico intencional correspondió a 15 pilas y 9 muretes.</p> |

Anexo N° 02: certificados de ensayos realizados

| FECHA TOMA DE MUESTRAS | FECHA INICIO ENSAYO | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | NÚMERO DE INFORME |
|------------------------|---------------------|--------------------------|-------------------|
| 01-06-21 | 03-09-21 | M-01 | SG. N°237/2021 |

SOLICITANTE:

BACH. ROOSEVELTH RICHARD HUAMANCAYO INGA

TESIS:

"RELACIÓN DEL ESPESOR DE JUNTAS CON LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ALBAÑILERÍA DE LADRILLOS ARTESANALES EN LA CIUDAD DE HUANCAYO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO : CHILCA
PROVINCIA : HUANCAYO
DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:

- UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MÉTODOS DE MUESTREO Y ENSAYO DE LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERÍA SEGÚN NTP 398.013
- DETERMINACIÓN DE LAS MEDIDAS DE LOS LADRILLOS

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad : Muestreo por el Cliente

RESULTADOS DE LAS MEDICIONES

| Tipo de Ladrillo | Código de Especimen | Largo | | | | | Ancho | | | | | Espesor | | | | |
|------------------|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | L1 (mm) | L2 (mm) | L3 (mm) | L4 (mm) | Lp (mm) | A1 (mm) | A2 (mm) | A3 (mm) | A4 (mm) | Ap (mm) | e ₁ (mm) | e ₂ (mm) | e ₃ (mm) | e ₄ (mm) | e _p (mm) |
| Artisanal | E-01 | 230 | 231 | 231 | 230 | 230,5 | 125 | 124 | 124 | 124 | 124,3 | 81 | 79 | 80 | 81 | 80,3 |
| Artisanal | E-02 | 233 | 233 | 234 | 234 | 233,5 | 124 | 125 | 124 | 124 | 124,3 | 83 | 80 | 81 | 82 | 81,5 |
| Artisanal | E-03 | 232 | 233 | 233 | 233 | 232,8 | 124 | 124 | 125 | 125 | 124,5 | 82 | 81 | 80 | 81 | 81,0 |
| Artisanal | E-04 | 230 | 231 | 231 | 229 | 230,3 | 125 | 124 | 124 | 131 | 126,0 | 81 | 81 | 81 | 80 | 80,8 |
| Artisanal | E-05 | 229 | 229 | 225 | 228 | 228,5 | 122 | 123 | 124 | 124 | 123,3 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82,0 |
| Artisanal | E-06 | 229 | 231 | 230 | 229 | 229,8 | 122 | 122 | 123 | 123 | 122,5 | 80 | 79 | 79 | 78 | 79,0 |
| Artisanal | E-07 | 234 | 233 | 230 | 230 | 231,8 | 125 | 126 | 126 | 126 | 125,5 | 82 | 82 | 80 | 80 | 81,0 |
| Artisanal | E-08 | 228 | 227 | 229 | 229 | 228,3 | 125 | 124 | 124 | 126 | 124,8 | 80 | 81 | 80 | 81 | 80,5 |
| Artisanal | E-09 | 232 | 233 | 233 | 234 | 233,0 | 125 | 126 | 126 | 126 | 125,8 | 83 | 83 | 84 | 82 | 83,0 |
| Artisanal | E-10 | 229 | 229 | 229 | 230 | 229,3 | 125 | 125 | 124 | 124 | 124,5 | 84 | 84 | 83 | 84 | 83,8 |

Este informe de Resultados sólo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total y/o parcialmente sin la aprobación por escrito del LABORATORIO.

OBSERVACIONES: Las mediciones se realizaron con un Vernier calibrador.

Realizado: Tco. Roy S.R.
Revisado: Ing. Johnny R. O.

| FECHA TOMA DE MUESTRAS | FECHA INICIO ENSAYO | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | NÚMERO DE INFORME |
|------------------------|---------------------|--------------------------|-------------------|
| 01-09-21 | 03-09-21 | M-02 | SG- N°237/2021 |

SOLICITANTE:

BACH. ROOSEVELTH RICHARD HUAMANCAYO INGA

TESIS:

"RELACIÓN DEL ESPESOR DE JUNTAS CON LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ALBAÑILERÍA DE LADRILLOS ARTESANALES EN LA CIUDAD DE HUANCAYO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN: LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:

- UNIDADES DE ALBAÑILERÍA: MÉTODOS DE MUESTREO Y ENSAYO DE LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERÍA SEGÚN NTP-309-813
- DETERMINACIÓN DEL ALABEO DE LOS LADRILLOS

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad: Muestreo por el Cliente

RESULTADOS DE LAS MEDICIONES

| Muestra | Tipo de Ladrillo | Código de Muestra | Cara Superior | | Cara Interior | | Bordes | | | | | | | | Mayor Alabeo (mm) |
|---------|------------------|-------------------|---------------|----|---------------|----|----------|----|----------|----|----------|----|----------|----|-------------------|
| | | | Alabeo mm | | Alabeo mm | | Borde 01 | | Borde 02 | | Borde 03 | | Borde 04 | | |
| | | | Alabeo | mm | Alabeo | mm | Alabeo | mm | Alabeo | mm | Alabeo | mm | Alabeo | mm | |
| Patrón | Artisanal | M-01 | Convexo | 4 | Concavo | 1 | Concavo | 1 | Concavo | 2 | Convexo | 3 | Concavo | 2 | 4 mm |
| Patrón | Artisanal | M-02 | Convexo | 3 | Convexo | 4 | Convexo | 1 | Concavo | 2 | Convexo | 1 | Convexo | 2 | 4 mm |
| Patrón | Artisanal | M-03 | Convexo | 5 | Convexo | 2 | Convexo | 2 | Concavo | 2 | Convexo | 1 | Concavo | 1 | 3 mm |
| Patrón | Artisanal | M-04 | Concavo | 2 | Convexo | 4 | Convexo | 1 | Concavo | 2 | Concavo | 2 | Concavo | 2 | 4 mm |
| Patrón | Artisanal | M-05 | Concavo | 2 | Convexo | 5 | Concavo | 1 | Concavo | 2 | Convexo | 2 | Convexo | 1 | 5 mm |
| Patrón | Artisanal | M-06 | Concavo | 1 | Concavo | 2 | Convexo | 2 | Concavo | 1 | Concavo | 1 | Convexo | 2 | 2 mm |
| Patrón | Artisanal | M-07 | Convexo | 3 | Convexo | 4 | Convexo | 1 | Convexo | 1 | Convexo | 2 | Convexo | 1 | 4 mm |
| Patrón | Artisanal | M-08 | Concavo | 2 | Concavo | 3 | Concavo | 1 | Convexo | 2 | Concavo | 1 | Concavo | 2 | 3 mm |
| Patrón | Artisanal | M-09 | Convexo | 2 | Convexo | 2 | Convexo | 1 | Concavo | 2 | Concavo | 2 | Convexo | 2 | 2 mm |
| Patrón | Artisanal | M-10 | Convexo | 1 | Convexo | 2 | Concavo | 2 | Convexo | 1 | Concavo | 2 | Concavo | 1 | 2 mm |

Este Informe de Resultados sólo afecta a los materiales o elementos suministrados a ensayar y no deberá reproducirse total y/o parcialmente sin la aprobación por escrito del LABORATORIO

OBSERVACIONES: Las mediciones se realizaron con una regla de medición graduada con divisiones desde un extremo de 1mm.

Realizado: Tec. Roy S.R.
Revisado: Ing. Johnny R. O.

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 204568-2018/DSD

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA TOMA DE MUESTRAS | FECHA INICIO ENSAYO | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | NÚMERO DE INFORME |
|------------------------|---------------------|--------------------------|-------------------|
| 01-09-21 | 04-09-21 | M-03 | SG. N° 237/2021 |

SOLICITANTE:

BACH. ROOSEVELTH RICHARD HUAMANCAYO INGA

TESIS:

"RELACIÓN DEL ESPESOR DE JUNTAS CON LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ALBAÑILERÍA DE LADRILLOS ARTESANALES EN LA CIUDAD DE HUANCAYO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:

- UNIDADES DE ALBAÑILERÍA: MÉTODOS DE MUESTREO Y ENSAYO DE LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERÍA SEGÚN NTP 396.813
- DETERMINACIÓN DE LA ABSORCIÓN

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad : Muestreo por el Cliente

RESULTADOS DE LAS MEDICIONES

| Muestra | Tipo de Ladrillo | Código de Muestra | Peso Saturado (gr) | Peso Sumergido (gr) | Peso Seco al Horno (gr) | Absorción (%) |
|---------|------------------|-------------------|--------------------|---------------------|-------------------------|---------------|
| Patrón | Artisanal | M-01 | 3910.5 gr | 565.0 gr | 3423.0 gr | 14.2 |
| Patrón | Artisanal | M-02 | 3899.5 gr | 579.0 gr | 3486.0 gr | 11.9 |
| Patrón | Artisanal | M-03 | 3725.0 gr | 704.0 gr | 3438.0 gr | 8.3 |
| Patrón | Artisanal | M-04 | 3831.0 gr | 727.0 gr | 3426.0 gr | 11.8 |
| Patrón | Artisanal | M-05 | 3856.6 gr | 719.0 gr | 3476.0 gr | 10.9 |
| Patrón | Artisanal | M-06 | 3615.0 gr | 726.0 gr | 3352.0 gr | 7.8 |
| Patrón | Artisanal | M-07 | 3645.0 gr | 705.0 gr | 3320.0 gr | 9.8 |
| Patrón | Artisanal | M-08 | 3741.0 gr | 698.0 gr | 3390.0 gr | 10.4 |
| Patrón | Artisanal | M-09 | 3625.0 gr | 676.0 gr | 3290.0 gr | 10.1 |
| Patrón | Artisanal | M-10 | 3723.0 gr | 685.0 gr | 3299.0 gr | 12.9 |

Este informe de resultados solo afecta a los materiales o sistemas sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total o parcialmente en la impresión por correo electrónico LABORATORIO

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



D. Ángel Fernández Guerra N° 2000 Int. 104 Urb. Elv. Lince
 Pucallpa Neblón N° 122 137 Oficina, Huancayo
 Telf: 264712421 / 964894608 / 965077344
 E-mail: info@silvergeotec.com.pe

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA INICIO DE MUESTREO | FECHA FINAL DE ENSAYO | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | NÚMERO DE INFORME |
|--------------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------|
| 01/06/2021 | 06/09/2021 | CM-04 | SG. N° 237/2021 |

SOLICITANTE:

BACH. ROOSEVELTH RICHARD HUAMANCAYO INGA

TEMA:

"RELACIÓN DEL ESPESOR DE JUNTAS CON LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ALBAÑILERÍA DE LADRILLOS ARTESANALES EN LA CIUDAD DE HUANCAYO"

UBICACIÓN DE LAS ROTURAS:

UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

REFERENCIAS NORMATIVAS:

- ASTM E48 VERIFICACIÓN ESTÁNDAR DE MÁQUINAS DE ENSAYO
- DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERÍA SEGÚN NTP 339.613

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Tipo de Ensayo : Resistencia a la Compresión de ladrillos de Arcilla
 Muestrado por el Cliente
 Método de Muestreo : NTP 339.613 Método de Ensayo para el Muestreo y Ensayos de Ladrillos Usados en Albañilería

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA SEGÚN NTP 339.613

| N° | Código del ladrillo | Fecha de Muestreo | Fecha de Ensayo | Materia de Refrendado | Área de la Sección del ladrillo | Área de la Sección Bruta | Carga Máxima (kN) | Esfuerzo en Compresión (Max) | Esfuerzo en Compresión (kg/cm²) | Tipo de Ladrillo |
|----|---------------------|-------------------|-----------------|-----------------------|---------------------------------|--------------------------|-------------------|------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| 1 | CM-04_01 | 01/06/2021 | 06/09/2021 | Yeso | 27810 mm² | 27572 mm² | 152.20 kN | 5.6 | 36.7 | Ladrillo de Arcilla Artesanal |
| 2 | CM-04_02 | 01/06/2021 | 06/09/2021 | Yeso | 27810 mm² | 27810 mm² | 156.26 kN | 5.7 | 38.0 | Ladrillo de Arcilla Artesanal |
| 3 | CM-04_03 | 01/06/2021 | 06/09/2021 | Yeso | 27810 mm² | 27896 mm² | 140.24 kN | 5.4 | 34.9 | Ladrillo de Arcilla Artesanal |
| 4 | CM-04_04 | 01/06/2021 | 06/09/2021 | Yeso | 27810 mm² | 28053 mm² | 161.25 kN | 5.8 | 38.6 | Ladrillo de Arcilla Artesanal |
| 5 | CM-04_05 | 01/06/2021 | 06/09/2021 | Yeso | 27810 mm² | 27766 mm² | 157.20 kN | 5.7 | 37.6 | Ladrillo de Arcilla Artesanal |
| | | | | | | | 156.03 kN | 5.6 | 37.2 | |

Este informe de resultados solo aplica a los materiales u elementos sometidos a ensayo y no cubre representaciones previas de una estructura por acción del Ladrillo (LDR).

NOTAS:

1) Los ensayos se realizaron en una prensa hidráulica del fabricante PRUZAM LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN, aplicando una velocidad de carga de 1.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15.

OBSERVACIONES:

El material de Refrendado para los ladrillos fue yeso.

Realizado: Ing. Roy S. R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



Ing. Civil **Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA**
 C.T.P. N° 204352

HUC: 20801685324
 [Pg. 04]

| FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA FINAL DE ENSAYO | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | NÚMERO DE INFORME |
|----------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------|
| 13/08/2021 | 10/09/2021 | CM-05 | SG: N°237/2021 |

SOLICITANTE:

BACH. ROOSEVELTH RICHARD HUAMANCAYO INGA

TESIS:

"RELACIÓN DEL ESPESOR DE JUNTAS CON LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ALBAÑILERÍA DE LADRILLOS ARTESANALES EN LA CIUDAD DE HUANCAYO"

UBICACIÓN DE LAS ROTURAS:

UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

REFERENCIAS NORMATIVAS:

- ASTM E4-8 VERIFICACIÓN ESTÁNDAR DE MÁQUINAS DE ENSAYO
- DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO USANDO ESPECIMENES CÚBICOS DE 50 MM DE LADO SEGÚN NTP 334.051

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Tipo de Ensayo : Resistencia a la Compresión de Morteros de Cemento Hidráulico
 Modalidad : Muestreado por el Cliente

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO SEGÚN NTP 334.051

| N° | Código del Testigo | Fecha de Elaboración | Fecha de Ensayo | Edad | Área de la Sección del ladrillo | Área de la Sección Base | Carga Máxima (kN) | Esfuerzo en Compresión (Mpa) | Esfuerzo en Compresión (kg/cm²) | Tipo de Muestra |
|----|--------------------|----------------------|-----------------|---------|---------------------------------|-------------------------|-------------------|------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| 1 | CM-05_01 | 13/08/2021 | 10/09/2021 | 28 días | 2500 mm² | 2500 mm² | 38.41 kN | 15.4 | 156.7 | Mortero de Cemento Hidráulico |
| 2 | CM-05_02 | 13/08/2021 | 10/09/2021 | 28 días | 2500 mm² | 2500 mm² | 35.67 kN | 14.3 | 145.5 | Mortero de Cemento Hidráulico |
| 3 | CM-05_03 | 13/08/2021 | 10/09/2021 | 28 días | 2500 mm² | 2500 mm² | 33.51 kN | 13.4 | 136.7 | Mortero de Cemento Hidráulico |
| 4 | CM-05_04 | 13/08/2021 | 10/09/2021 | 28 días | 2500 mm² | 2500 mm² | 33.78 kN | 13.5 | 137.8 | Mortero de Cemento Hidráulico |
| 5 | CM-05_05 | 13/08/2021 | 10/09/2021 | 28 días | 2500 mm² | 2500 mm² | 32.19 kN | 12.9 | 131.3 | Mortero de Cemento Hidráulico |
| 6 | CM-05_06 | 13/08/2021 | 10/09/2021 | 28 días | 2500 mm² | 2500 mm² | 32.23 kN | 12.9 | 131.5 | Mortero de Cemento Hidráulico |
| 7 | CM-05_07 | 13/08/2021 | 10/09/2021 | 28 días | 2500 mm² | 2500 mm² | 35.57 kN | 14.3 | 145.5 | Mortero de Cemento Hidráulico |
| 8 | CM-05_08 | 13/08/2021 | 10/09/2021 | 28 días | 2500 mm² | 2500 mm² | 27.79 kN | 11.1 | 113.4 | Mortero de Cemento Hidráulico |
| 9 | CM-05_09 | 13/08/2021 | 10/09/2021 | 28 días | 2500 mm² | 2500 mm² | 27.78 kN | 11.1 | 113.3 | Mortero de Cemento Hidráulico |
| 10 | CM-05_10 | 13/08/2021 | 10/09/2021 | 28 días | 2500 mm² | 2500 mm² | 40.56 kN | 16.2 | 165.4 | Mortero de Cemento Hidráulico |
| | | | | | | | 33.76 kN | 13.5 | 137.7 | |

Desviación Estándar: 16.73

Resistencia a la Compresión: 120.97 kg/cm²

Este informe de resultados solo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no otros reproducidos parcialmente sin la aprobación por escrito de LABORATORIO.

NOTAS:

- 1) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINZAR LTDA, modelo PC 42, serie 467 con carga máxima de 1000 kN. Así como una velocidad de carga de 2.0 kN/sag en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15.

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Poy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

| FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA FINAL DE ENSAYO | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | NÚMERO DE INFORME |
|----------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------|
| 12/08/2021 | 10/10/2021 | CM-06 | SG. N°237/2021 |

SOLICITANTE

TESIS

BACH. ROOSEVELTH RICHARD HUAMANCAYO INGA

"RELACIÓN DEL ESPESOR DE JUNTAS CON LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ALBAÑILERÍA DE LADRILLOS ARTESANALES EN LA CIUDAD DE HUANCAYO"

UBICACIÓN DE LAS ROTURAS:

REFERENCIAS NORMATIVAS:

UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNIN

- ASTM E4-6 VERIFICACIÓN ESTÁNDAR DE MÁQUINAS DE ENSAYO
 - MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRIMAS DE ALBAÑILERÍA SEGÚN NTP 339.605

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Tipo de Ensayo : Resistencia a la Compresión de Primas de Albañilería
 Modalidad : Muestreo por el Cliente

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA SEGÚN NTP 339.605

| N° | Código del Testigo | Fecha de Muestreo | Fecha de Ensayo | Edad | Área de la Sección del ladrillo | Área de la Sección Bruta | Carga Máxima (kN) | Esfuerzo en Compresión (Mpa) | Esfuerzo en Compresión (kg/cm²) | Tipo de Muestra |
|----|--------------------|-------------------|-----------------|---------|---------------------------------|--------------------------|-------------------|------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| 1 | CM-06_01 | 12/09/2021 | 10/10/2021 | 28 días | 28580 mm² | 28580 mm² | 94.69 kN | 3.3 | 33.78 | Prisma con espesor de junta 1.5 cm |
| 2 | CM-06_02 | 12/09/2021 | 10/10/2021 | 28 días | 28785 mm² | 28785 mm² | 90.99 kN | 3.2 | 32.23 | Prisma con espesor de junta 1.5 cm |
| 3 | CM-06_03 | 12/09/2021 | 10/10/2021 | 28 días | 28154 mm² | 28154 mm² | 93.06 kN | 3.3 | 33.71 | Prisma con espesor de junta 1.5 cm |
| 4 | CM-06_04 | 12/09/2021 | 10/10/2021 | 28 días | 28494 mm² | 28494 mm² | 97.26 kN | 3.4 | 34.61 | Prisma con espesor de junta 1.5 cm |
| 5 | CM-06_05 | 12/09/2021 | 10/10/2021 | 28 días | 28285 mm² | 28285 mm² | 89.85 kN | 3.2 | 32.39 | Prisma con espesor de junta 1.5 cm |
| | | | | | | | 93.17 kN | 3.3 | 33.38 | |

Desviación Estándar: 1.07

Resistencia a la Compresión: 32.31 kg/cm²

FACTORES DE CORRECCIÓN DE f_m POR ESBELTEZ

| Esbeltez | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 4.0 | 4.5 | 5.0 |
|----------|------|------|------|------|------|------|
| Factor | 0.75 | 0.80 | 0.91 | 0.95 | 0.96 | 1.00 |

Tabla N° 10 de la Norma E 070

NOTAS:

1) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINZAFAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15

DESCRIPCIONES:

Realizado: Tec. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEOTEC S.A.C.
 Gerencia Gerencia
 Laboratorio de Suelos, Cimentación y Pavimentos

Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.P. N° 204352

RUC: 20501685524
 Pág. 06/

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA FINAL DE ENSAYO | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | NUMERO DE INFORME |
|----------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------|
| 13/09/2021 | 11/10/2021 | CM-07 | SG. N° 237/2021 |

SOLICITANTE

BACH. ROOSEVELTH RICHARD HUAMANCAYO INGA

TESIS

"RELACION DEL ESPESOR DE JUNTAS CON LA RESISTENCIA A LA COMPRESION EN ALBAÑILERIA DE LADRILLOS ARTESANALES EN LA CIUDAD DE HUANCAYO"

UBICACION DE LAS ROTURAS:

UBICACION : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNIN

REFERENCIAS NORMATIVAS:

- ASTM E4-8 VERIFICACION ESTANDAR DE MAQUINAS DE ENSAYO
- MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PRIMAS DE ALBAÑILERIA SEGUN NTP 339.605

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Tipo de Ensayo : Resistencia a la Compresion de Primas de Albañileria
 Modalidad : Muestreado por el Cliente

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PRIMAS DE ALBAÑILERIA SEGUN NTP 339.605

Este informe de resultados sólo aplica a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse parcialmente sin la autorización por escrito del LABORATORIO.

| N° | Código del Testigo | Fecha de Muestra | Fecha de Ensayo | Edad | Área de la Sección del ladrillo | Área de la Sección Bruta | Carga Máxima (kN) | Esfuerzo en Compresión (Mpa) | Esfuerzo en Compresión (kg/cm²) | Tipo de Muestra |
|----|--------------------|------------------|-----------------|---------|---------------------------------|--------------------------|-------------------|------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| 1 | CM-07_01 | 13/09/2021 | 11/10/2021 | 28 días | 28384 mm² | 28384 mm² | 86.16 kN | 3.1 | 31.67 | Prisma con espesor de junta 2.0 cm |
| 2 | CM-07_02 | 13/09/2021 | 11/10/2021 | 28 días | 28256 mm² | 28256 mm² | 89.49 kN | 3.2 | 32.29 | Prisma con espesor de junta 2.0 cm |
| 3 | CM-07_03 | 13/09/2021 | 11/10/2021 | 28 días | 28494 mm² | 28494 mm² | 86.31 kN | 3.0 | 30.69 | Prisma con espesor de junta 2.0 cm |
| 4 | CM-07_04 | 13/09/2021 | 11/10/2021 | 28 días | 28696 mm² | 28696 mm² | 86.11 kN | 3.0 | 30.60 | Prisma con espesor de junta 2.0 cm |
| 5 | CM-07_05 | 13/09/2021 | 11/10/2021 | 28 días | 28385 mm² | 28385 mm² | 77.83 kN | 2.7 | 27.96 | Prisma con espesor de junta 2.0 cm |
| | | | | | | | 85.58 kN | 3.0 | 30.68 | |

Desviación Estándar: **1.66**

Resistencia a la Compresión: **29.02 kg/cm²**

| FACTORES DE CORRECCION DE Fm POR ESBELTEZ | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|
| Esbeltez | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 4.0 | 4.5 | 5.0 |
| Factor | 0.75 | 0.80 | 0.91 | 0.95 | 0.96 | 1.00 |

Tabla N° 10 de la Norma E.070

NOTAS:

- 1) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINZAR LTDA, modelo PC 42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/sig en conformidad con la Norma ASTM C30/C39M-15

DECLARACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.A.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEOTEC S.A.C.
 Geotecnia, Geofísica
 Laboratorio de Soles, Coahuila y Toluca

Ing. Chel Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA RUC: 20601685524
 C.I.P. N° 204352 (Firma)

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

| FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA FINAL DE ENSAYO | COD. MUESTRA O ACTIVIDAD | NÚMERO DE INFORME |
|----------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------|
| 14/09/2021 | 12/10/2021 | CM-06 | SG. N°237/2021 |

SOLICITANTE:

BACH. ROOSEVELTH RICHARD HUAMANCAYO INGA

TEMA:

"RELACIÓN DEL ESPESOR DE JUNTAS CON LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ALBAÑILERÍA DE LADRILLOS ARTESANALES EN LA CIUDAD DE HUANCAYO"

UBICACIÓN DE LAS ROTURAS:

UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

REFERENCIAS NORMATIVAS:

- ASTM E4-6 VERIFICACIÓN ESTÁNDAR DE MÁQUINAS DE ENSAYO
 - MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA SEGÚN NTP 339.605

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Tipo de Ensayo : Resistencia a la Compresión de Prismas de Albañilería
 Modalidad : Muestreado por el Cliente

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA SEGÚN NTP 339.605

| N° | Código del Testigo | Fecha de Muestras | Fecha de Ensayo | Edad | Área de la Sección del ladrillo | Área de la Sección Bruta | Carga Máxima (kN) | Esfuerzo en Compresión (Mpa) | Esfuerzo en Compresión (kg/cm²) | Tipo de Muestra |
|----|--------------------|-------------------|-----------------|---------|---------------------------------|--------------------------|-------------------|------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| 1 | CM-06_01 | 14/09/2021 | 12/10/2021 | 28 días | 26680 mm² | 26680 mm² | 80.31 kN | 2.9 | 28.55 | Prisma con espesor de junta 2.5 cm |
| 2 | CM-06_02 | 14/09/2021 | 12/10/2021 | 28 días | 26465 mm² | 26465 mm² | 81.93 kN | 2.9 | 29.33 | Prisma con espesor de junta 2.5 cm |
| 3 | CM-06_03 | 14/09/2021 | 12/10/2021 | 28 días | 26394 mm² | 26394 mm² | 78.65 kN | 2.8 | 28.24 | Prisma con espesor de junta 2.5 cm |
| 4 | CM-06_04 | 14/09/2021 | 12/10/2021 | 28 días | 26796 mm² | 26796 mm² | 79.29 kN | 2.8 | 28.08 | Prisma con espesor de junta 2.5 cm |
| 5 | CM-06_05 | 14/09/2021 | 12/10/2021 | 28 días | 26465 mm² | 26465 mm² | 79.93 kN | 2.8 | 28.61 | Prisma con espesor de junta 2.5 cm |
| | | | | | | | 80.02 kN | 2.6 | 28.56 | |

Desviación Estándar: **0.48**

Resistencia a la Compresión: **28.08 kg/cm²**

FACTORES DE CORRECCIÓN DE f_m POR ESEBELTEZ

| | | | | | | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|
| Esebeltez | 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 |

Tabla N° 10 de la Norma E 070

NOTAS:

1) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINGLIAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15

REGISTRACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEOTEC S.A.C.
 Geotecnia Civil
 Laboratorio de Análisis, Control y Pruebas

Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 2044202

RUC: 2060168524
 (Pág. 08)

**Informe de Ensayo de Tracción -
Compresión [B]
Universidad Peruana Los Andes**

Fondos de escala de los canales analógicos:

Fuerza: 98.066 kN Posición: 400.000 mm Auxiliar 1: 10.000 V Auxiliar 2: 10.000 V

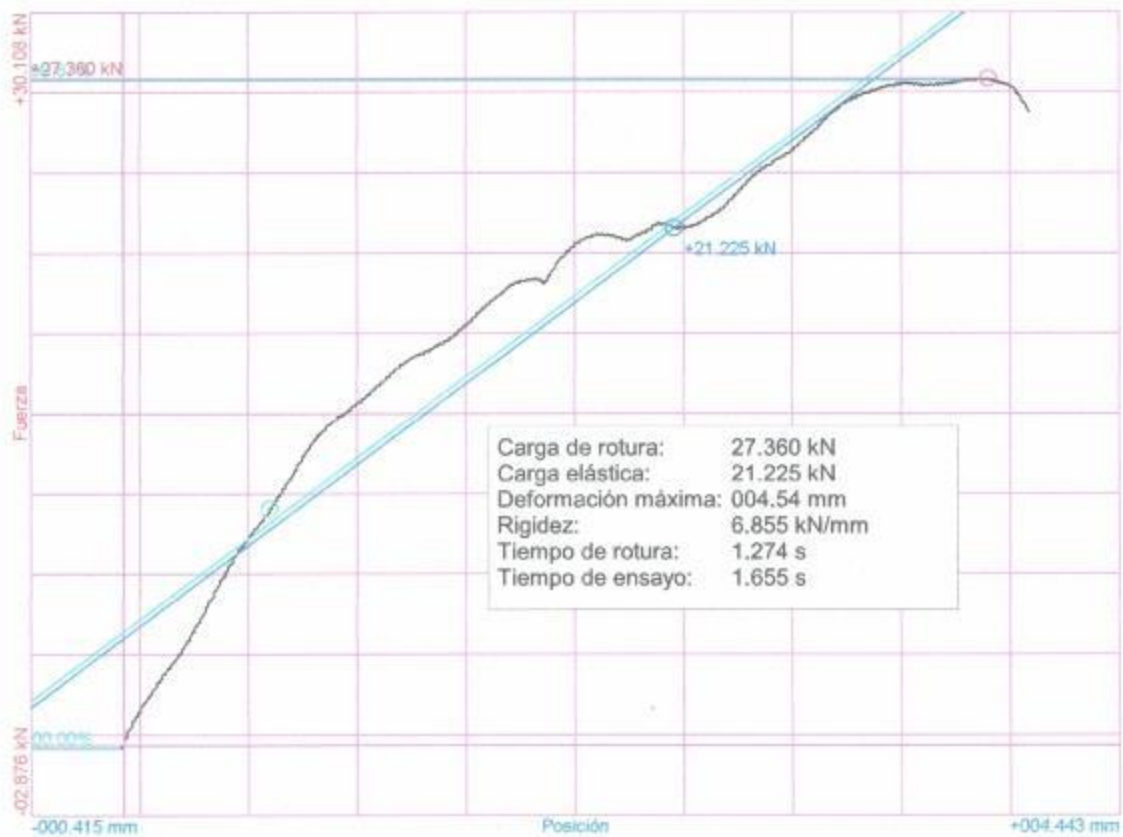
Referencias:

Fecha: 07/11/2022
Probeta: MU-1.5-01

Parámetros:

Sentido: Compresión
Límite superior: 99.90 %
Límite inferior: 00.00 %
Parámetro control: Posición
Velocidad: 002.50 mm/s
Parámetro destino: Posición
Destino relativo: 400.00 mm

Nombre de archivo: Defecto



Christian Mallampomma Rye.
ING. CIVIL
CIP 122066

**Informe de Ensayo de Tracción -
Compresión [B]
Universidad Peruana Los Andes**

Fondos de escala de los canales analógicos:

Fuerza: 98.066 kN Posición: 400.000 mm Auxiliar 1: 10.000 V Auxiliar 2: 10.000 V

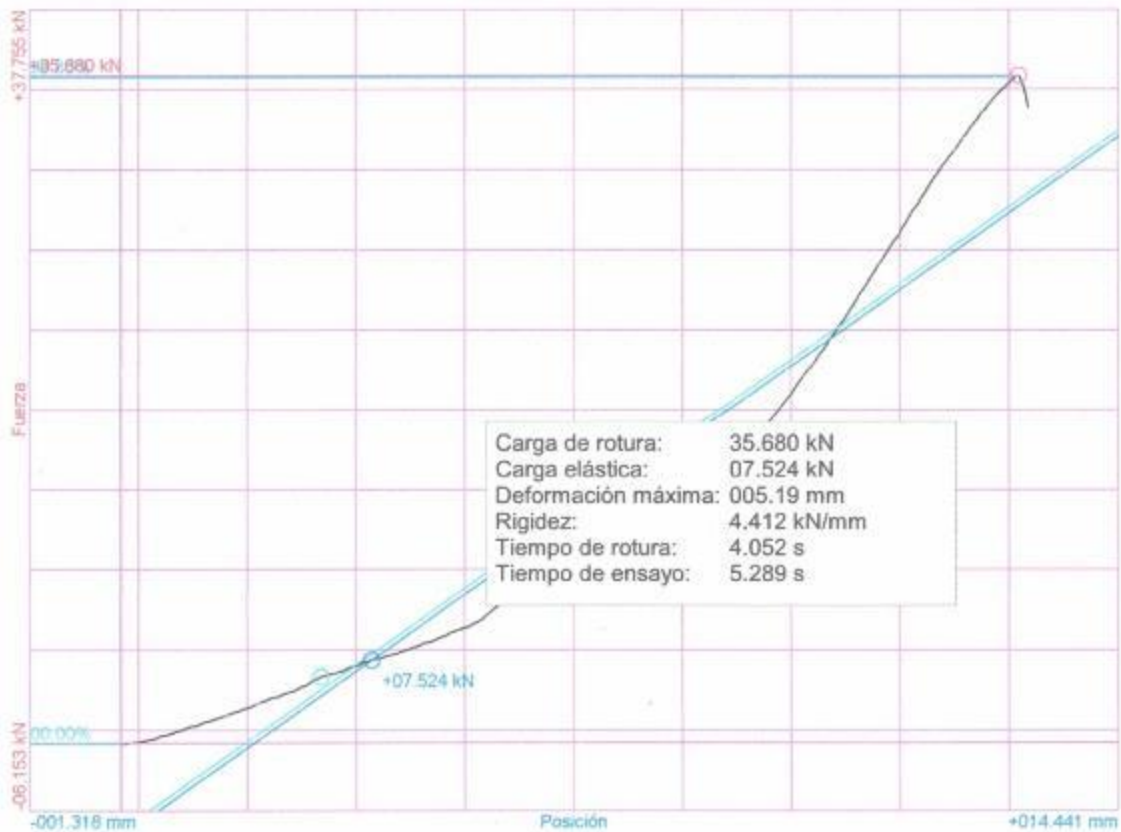
Referencias:

Fecha: 07/11/2022
Probeta: MU-1.5-02

Parámetros:

Sentido: Compresión
Límite superior: 99.90 %
Límite inferior: 00.00 %
Parámetro control: Posición
Velocidad: 002.50 mm/s
Parámetro destino: Posición
Destino relativo: 400.00 mm

Nombre de archivo: Defecto



Christian Mallapoma Rye.
ING CIVIL
DIP 122066

**Informe de Ensayo de Tracción -
Compresión [B]
Universidad Peruana Los Andes**

Fondos de escala de los canales analógicos:

Fuerza: 98.066 kN Posición: 400.000 mm Auxiliar 1: 10.000 V Auxiliar 2: 10.000 V

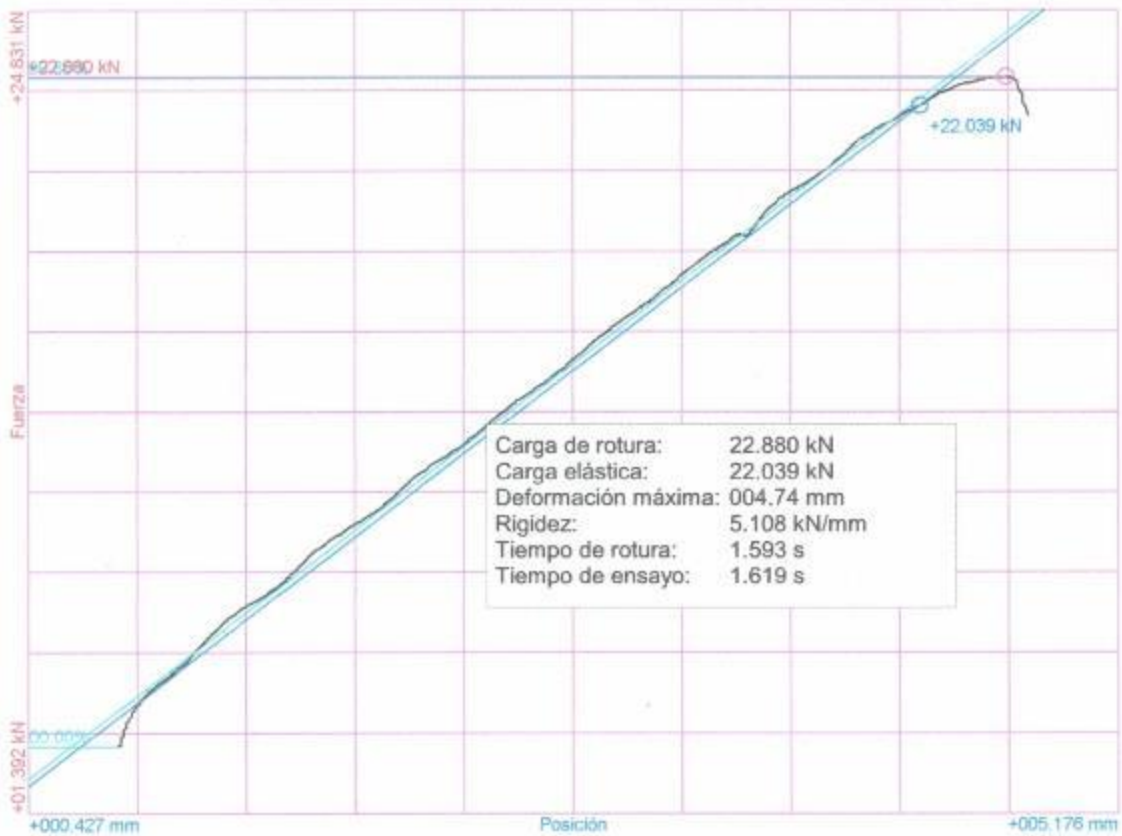
Referencias:

Fecha: 07/11/2022
Probeta: MU-1.5-03

Parámetros:

Sentido: Compresión
Límite superior: 99.90 %
Límite inferior: 00.00 %
Parámetro control: Posición
Velocidad: 002.50 mm/s
Parámetro destino: Posición

Nombre de archivo: Defecto



ING. CIVIL
DIP 122066

**Informe de Ensayo de Tracción -
Compresión [B]
Universidad Peruana Los Andes**

Fondos de escala de los canales analógicos:

Fuerza: 98.066 kN Posición: 400.000 mm Auxiliar 1: 10.000 V Auxiliar 2: 10.000 V

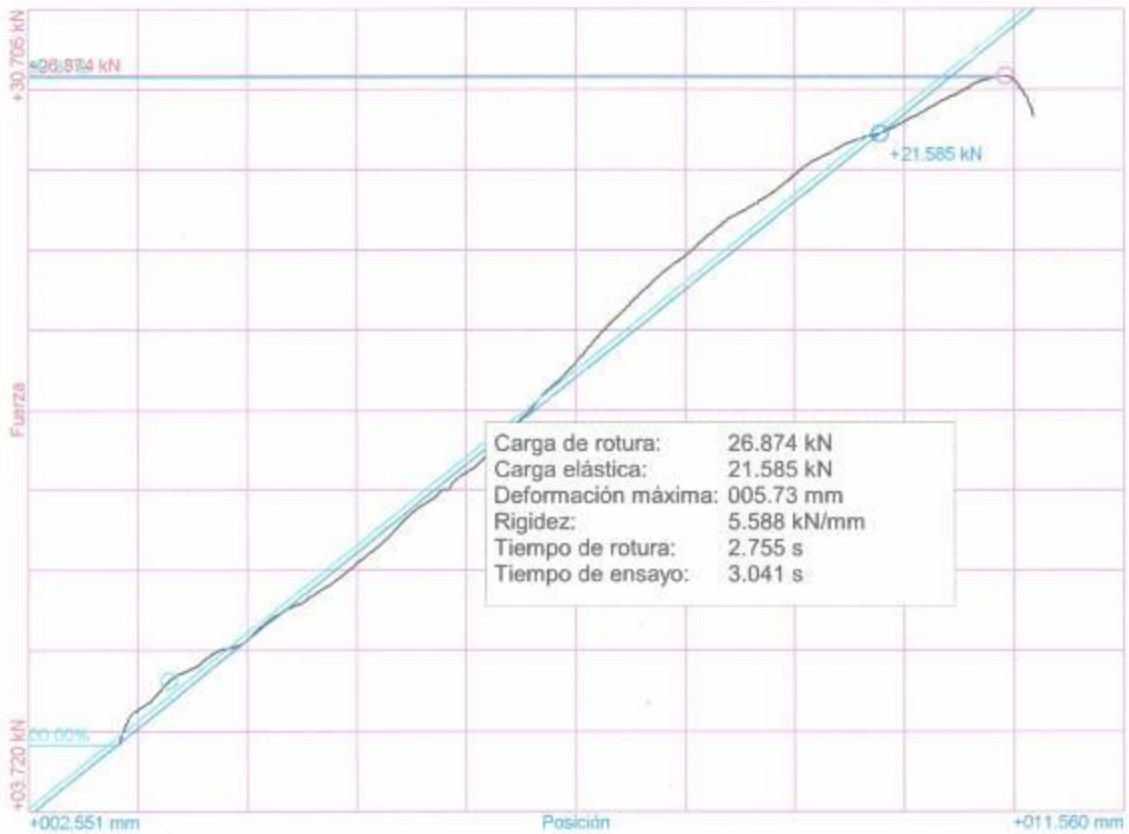
Referencias:

Fecha: 07/11/2022
Probeta: MU-2.0-01

Parámetros:

Sentido: Compresión
Límite superior: 99.90 %
Límite inferior: 00.00 %
Parámetro control: Posición
Velocidad: 002.50 mm/s
Parámetro destino: Posición

Nombre de archivo: Defecto



Christian Millaupoma Ryo
ING. CIVIL
CIP 122066

**Informe de Ensayo de Tracción -
Compresión [B]
Universidad Peruana Los Andes**

Fondos de escala de los canales analógicos:

Fuerza: 98.066 kN Posición: 400.000 mm Auxiliar 1: 10.000 V Auxiliar 2: 10.000 V

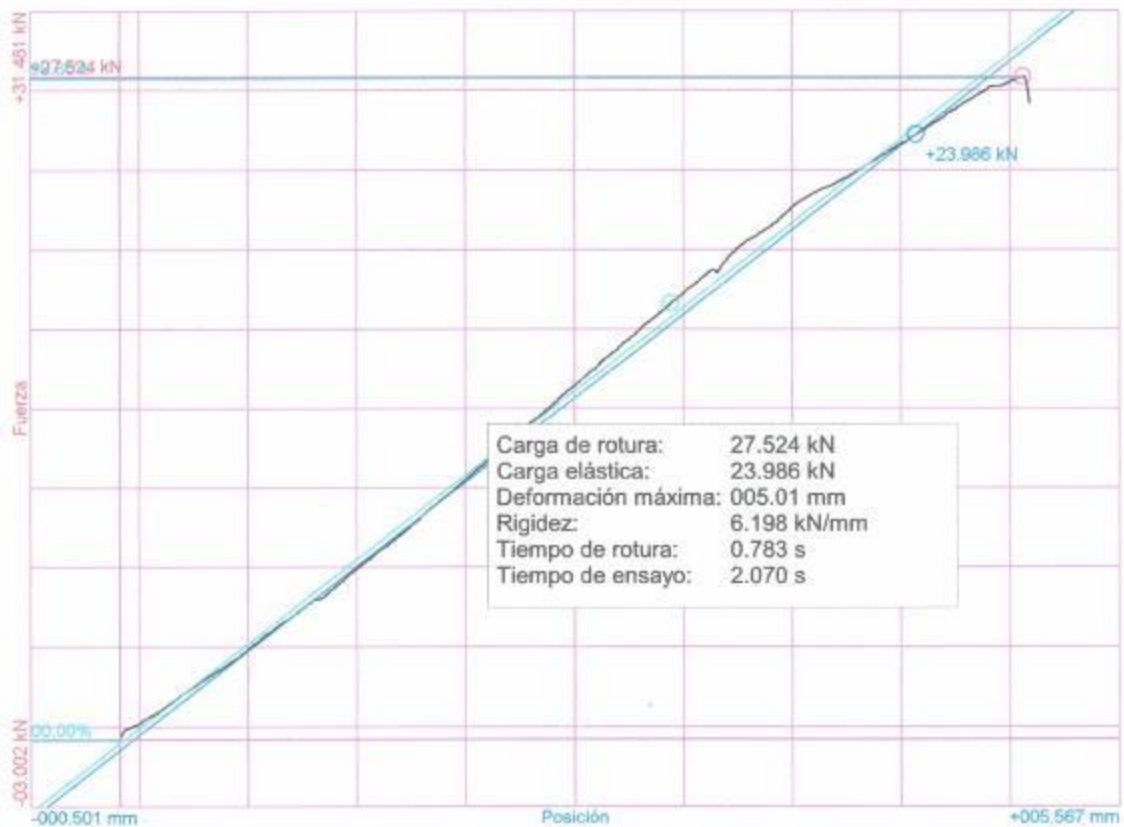
Referencias:

Fecha: 07/11/2022
Probeta: MU-2.0-02

Parámetros:

Sentido: Compresión
Limite superior: 99.90 %
Limite inferior: 00.00 %
Parámetro control: Posición
Velocidad: 002.50 mm/s
Parámetro destino: Posición
Destino relativo: 400.00 mm

Nombre de archivo: Defecto



Christian Mallarino Rey
ING. CIVIL
CIP 122066

**Informe de Ensayo de Tracción -
Compresión [B]
Universidad Peruana Los Andes**

Fondos de escala de los canales analógicos:

Fuerza: 98.066 kN Posición: 400.000 mm Auxiliar 1: 10.000 V Auxiliar 2: 10.000 V

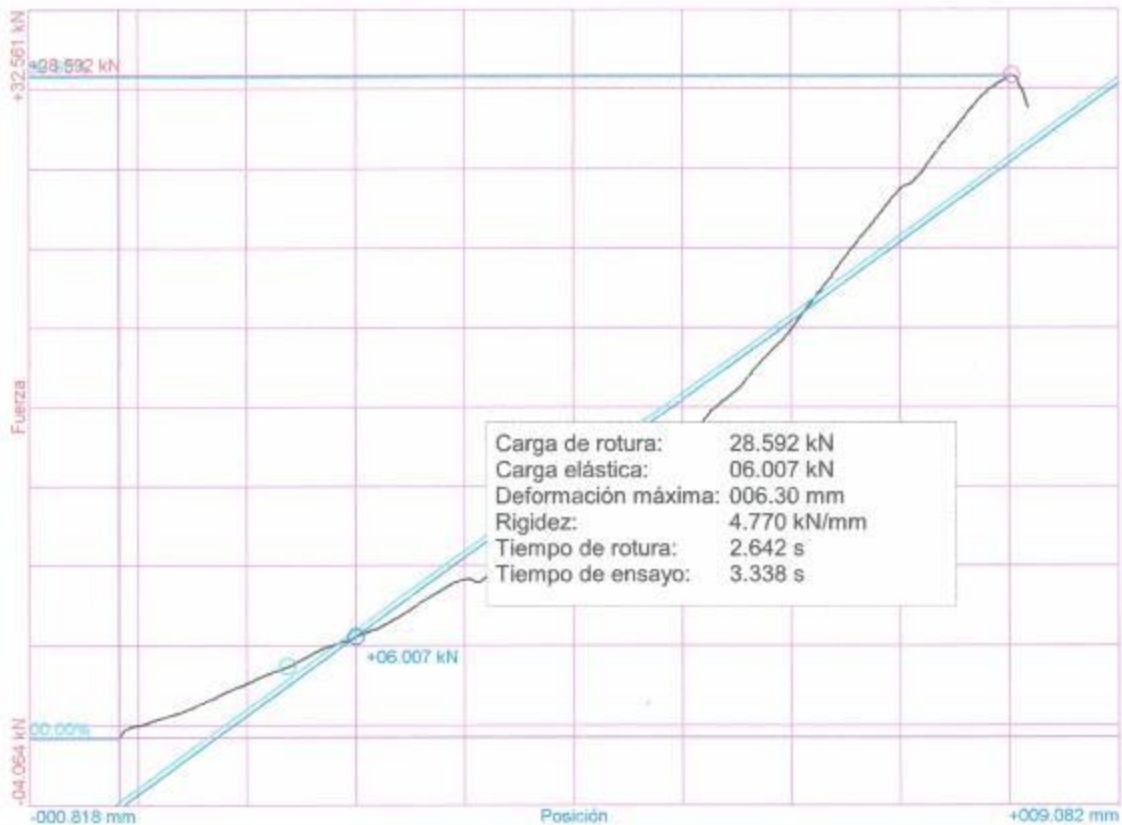
Referencias:

Fecha: 07/11/2022
Probeta: MU-2.0-03

Parámetros:

Sentido: Compresión
Límite superior: 99.90 %
Límite inferior: 00.00 %
Parámetro control: Posición
Velocidad: 002.50 mm/s
Parámetro destino: Posición
Destino relativo: 400.00 mm

Nombre de archivo: Defecto



Pepe
Christian Huallaypoma Ryc.
ING CIVIL
CIP 122066

Anexo N° 03: certificados de calibración de instrumentos de laboratorio

Certificado



La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL en el marco de la Ley N° 30224, OTORGA el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

TEST & CONTROL S.A.C.

Laboratorio de Calibración
 En su sede ubicada en: Calle Condasa de Lemos N° 117, Urb. San Miguelito, distrito de San Miguel, provincia de Lima y departamento de Lima

Con base en la norma
NTP-ISO/IEC 17025 2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-act-03P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número de registro indicado líneas abajo

Fecha de Renovación: 24 de marzo de 2019
 Fecha de Vencimiento: 23 de marzo de 2023



ESTELA CONTRERAS JUOJO
 Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Celular N° 955 204 0406
 Correo N° Atencion al Cliente de Acreditación-CP@INACAL.GOV
 Registro N° 132 018

El presente certificado es válido para las calibraciones de acuerdo a la norma NTP-ISO/IEC 17025 2006, en el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-act-03P-21F que forma parte integral del presente certificado. El presente certificado es válido para las calibraciones de acuerdo a la norma NTP-ISO/IEC 17025 2006, en el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-act-03P-21F que forma parte integral del presente certificado. El presente certificado es válido para las calibraciones de acuerdo a la norma NTP-ISO/IEC 17025 2006, en el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-act-03P-21F que forma parte integral del presente certificado.

DA-act-03P-21F-02

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC-09901-2022

PROFORMA : 11317A

Fecha de emisión : 2022 - 06 - 06

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : SILVER GEOTEC S.A.C.

Dirección : Pj. Nuñez Nro. 122 Junín-Huancayo-Chilca

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA DE CONCRETO

Marca : PINZUAR
Modelo : PC-42
N° Serie : 457
Intervalo de indicación : 1000 kN
Resolución : 0,01 kN
Procedencia : No Indica
Código de identificación : No Indica
Ubicación : Laboratorio
Fecha de Calibración : 2022 - 06 - 07

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de SILVER GEOTEC S.A.C.

METODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa utilizando un instrumento patrón calibrado.

CONDICIONES AMBIENTALES

| MAGNITUD | INICIAL | FINAL |
|------------------|---------|--------|
| TEMPERATURA | 16,5°C | 16,4°C |
| HUMEDAD RELATIVA | 48,0% | 48,0% |

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala responsabilidad de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes. Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
C.F.P. N° 8316



Jr. Condessa de Lemos N° 117 San Miguel - Lima | (01) 2629545 | 990089609 | informacion@testcontrol.com.pe

Empresa con **responsabilidad social**, acercando la ciencia a los que comparten nuestra **pasión por la metrología**.

TRAZABILIDAD

| Patrón de Referencia | Patrón de Trabajo | Certificado de Calibración |
|---------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| Balanza de Presión AEP Transducers | Celda de Carga 3MN 5000 Kn | 12821C |

RESULTADOS DE MEDICIÓN

| Indicación del Equipo (kN) | Lectura Convencionalmente Verdadera (kN) | Error (kN) | Incertidumbre (kN) |
|---------------------------------|--|-----------------|-------------------------|
| 10,12 | 9,94 | 0,18 | 0,01 |
| 50,08 | 49,13 | 0,95 | 0,01 |
| 100,13 | 98,21 | 1,92 | 0,01 |
| 200,08 | 196,72 | 3,36 | 0,01 |
| 300,12 | 294,33 | 5,79 | 0,01 |
| 400,08 | 392,32 | 7,76 | 0,01 |
| 500,10 | 490,37 | 9,73 | 0,01 |
| 600,08 | 588,45 | 11,62 | 0,01 |

OBSERVACIONES.

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

Certificado de Calibración

TC - 09248 - 2022

Prototipo : 11317A Fecha de emisión : 2022-06-09

Solicitante : SILVER GEOTEC S.A.C.
Dirección : Psje. Nuñez N° 122, Janin-Huancayo-Chilca

Instrumento de medición : **Balanza**
Tipo : Electrónica
Marca : OHAUS
Modelo : R11P30
N° de Serie : 8320130194
Capacidad Máxima : 30000 g
Resolución : 10 g
División de Verificación : 10 g
Clase de Exactitud : III
Capacidad Mínima : 200 g
Procedencia : OHAUS
Identificación : No Inicia
Ubicación : Laboratorio
Variación de ± 1 Local : ± 5 °C
Fecha de Calibración : 2022-06-07

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recibir sus instrumentos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificación del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Lugar de calibración
Instalaciones de SILVER GEOTEC S.A.C.

Método de calibración
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase III y III". Primera Edición - Mayo 2016. DM-INACAL.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración detallados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nelsida Ramos Paucar
Gerente Técnico
CPF: 0318



Certificado de Calibración
TC - 09248 - 2022

Trazabilidad

| Trazabilidad | Patrón de trabajo | Certificado de calibración |
|--|--|-----------------------------|
| Patrones de Referencia de TEST & CONTROL | Juego de Pesas 100 mg a 1 kg Clase de Exactitud M2 | TC 00551-2022 Abril 2022 |
| Patrones de Referencia de TEST & CONTROL | Juego de Pesas 2 kg Clase de Exactitud M2 | TC 00242-2022 Abril 2022 |
| Patrones de Referencia de TEST & CONTROL | Juego de Pesas 5 kg Clase de Exactitud M2 | TC 00243-2022 Abril 2022 |
| Patrones de Referencia de TEST & CONTROL | Juego de Pesas 10 kg Clase de Exactitud M2 | TC 00244-2022 Abril 2022 |
| Patrones de Referencia de TEST & CONTROL | Juego de Pesas 20 kg Clase de Exactitud M2 | TC 00806-2021 Julio 2021 |

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Inspección visual

| | | | |
|------------------|----------|------------|----------|
| Ajuste de Cero | Tiene | Esfera | No Tiene |
| Oscilación Libre | Tiene | Cursor | No Tiene |
| Plataforma | Tiene | Revolución | Tiene |
| Sistema de Traba | No Tiene | | |

Ensayo de repetibilidad

| Magnitud | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 15,2 °C | 15,2 °C |
| Humedad Relativa | 57 % | 58 % |

| Medición N° | Carga (g) | I (g) | M (g) | E (g) | Medición N° | Carga (g) | I (g) | M (g) | E (g) |
|------------------|-----------|-------|-------|-------|------------------|-----------|-------|-------|-------|
| 1 | 15 000 | 7 | -2 | | 1 | 30 000 | 8 | 3 | |
| 2 | 15 000 | 5 | 0 | | 2 | 30 000 | 8 | -3 | |
| 3 | 15 000 | 5 | 0 | | 3 | 30 000 | 8 | 3 | |
| 4 | 15 000 | 6 | -1 | | 4 | 30 000 | 7 | -2 | |
| 5 | 15 000 | 8 | -1 | | 5 | 30 000 | 7 | -2 | |
| 6 | 15 000 | 5 | 0 | | 6 | 30 000 | 8 | -3 | |
| 7 | 15 000 | 7 | -2 | | 7 | 30 000 | 8 | -3 | |
| 8 | 15 000 | 7 | -2 | | 8 | 30 000 | 7 | -2 | |
| 9 | 15 000 | 6 | -1 | | 9 | 30 000 | 8 | -3 | |
| 10 | 15 000 | 5 | 0 | | 10 | 30 000 | 8 | -3 | |
| Emax - Emin (g) | | | | | Emax - Emin (g) | | | | |
| e.m.p. ± (g) | | | | | e.m.p. ± (g) | | | | |
| 20 | | | | | 10 | | | | |

Certificado de Calibración
TC - 09248 - 2022



Ensayo de excentricidad

| Magnitud | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 15,2 °C | 15,2 °C |
| Humedad Relativa | 58 % | 58 % |

| N° | Determinación de Eo | | | | Determinación del Error Corregido Ec | | | | e.m.p. ± (g) | |
|----|---------------------|-------|--------|--------|--------------------------------------|-------|--------|-------|-----------------|--------|
| | Carga (g) | I (g) | ΔI (g) | Eo (g) | Carga (g) | I (g) | ΔI (g) | E (g) | | Ec (g) |
| 1 | 100 | 100 | 8 | 1 | 10000 | 10000 | 7 | 2 | -1 | 20 |
| 2 | | 100 | 4 | 1 | | 10000 | 5 | 0 | 1 | |
| 3 | | 100 | 7 | 2 | | 10000 | 6 | 1 | 1 | |
| 4 | | 100 | 7 | 2 | | 10000 | 6 | -1 | 1 | |
| 5 | | 100 | 5 | 0 | | 10000 | 5 | 9 | 0 | |

Ensayo de pesaje

| Magnitud | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 15,2 °C | 15,2 °C |
| Humedad Relativa | 58 % | 57 % |

| Carga (g) | Carga Creciente | | | | Carga Decreciente | | | | e.m.p. ± (g) |
|-----------|-----------------|--------|-------|--------|-------------------|--------|-------|--------|-----------------|
| | I (g) | ΔI (g) | E (g) | Ec (g) | I (g) | ΔI (g) | E (g) | Ec (g) | |
| 100 | 100 | 8 | -1 | | | | | | |
| 200 | 200 | 7 | 2 | 1 | 200 | 6 | -1 | 0 | 10 |
| 1 000 | 1 000 | 8 | 1 | 0 | 1 000 | 7 | 2 | -1 | 10 |
| 5 000 | 5 000 | 8 | 1 | 0 | 5 000 | 8 | 1 | 0 | 10 |
| 7 000 | 7 000 | 8 | 1 | 2 | 7 000 | 5 | 0 | 1 | 20 |
| 10 000 | 10 000 | 5 | 0 | 1 | 10 000 | 6 | -1 | 0 | 20 |
| 15 000 | 15 000 | 7 | -2 | -1 | 15 000 | 7 | -2 | -1 | 20 |
| 17 000 | 17 000 | 6 | -1 | 0 | 17 000 | 7 | -2 | -1 | 20 |
| 20 000 | 20 000 | 7 | 2 | 1 | 20 000 | 6 | -1 | 0 | 20 |
| 25 000 | 25 000 | 7 | 2 | -1 | 25 000 | 7 | -2 | -1 | 30 |
| 30 000 | 30 000 | 8 | 4 | 3 | 30 000 | 7 | -3 | -2 | 30 |

Donde:
I : Indicación de la balanza
e.m.p. : Error máximo permitido
ΔI : Carga incrementada
E : Error excentricidad
Eo : Error en cero
Ec : Error corregido

Lectura corregida e incertidumbre de la balanza

$$\text{Lectura Corregida} = R + 3,60 \times 10^{-5} \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} = 2 \times \sqrt{7,63 \times 10^{-8} \text{ g}^2 + 3,55 \times 10^{-8} \times R^2}$$

R : Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración (g)

Observaciones

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado. La indicación de la balanza fue de 29 980 g para una carga de valor nominal 30000 g.

Incertidumbre

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

Fin del documento



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 09902 - 2022

Prototipo : 11317 Fecha de Emisión : 2022-06-10

SOLICITANTE : SILVER GEOTEC S.A.C.
 Dirección : P.J. NUÑEZ NRO. 122 JUNÍN-HUANCAYO-CHILCA

EQUIPO : HORNO
 Marca : A&A INSTRUMENTS
 Modelo : STHX-1A
 Número de Serie : 16636
 Identificación : NO INDICA
 Procedencia : NO INDICA
 Circulación del aire : Ventilación natural
 Ubicación : LABORATORIO
 Fecha de Calibración : 2022-06-07

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentación de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Instrumento de Medición del Equipo :

| | Tipo | Alcance | Resolución |
|------------|---------|---------------|------------|
| Termómetro | DIGITAL | 0 °C a 300 °C | 0,1 °C |
| Selector | DIGITAL | 0 °C a 300 °C | 0,1 °C |

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LUGAR DE LA CALIBRACIÓN
 Instalaciones de SILVER GEOTEC S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN
 La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-018 2da edición, Junio 2006: "Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático" publicada por el SNM/INDECOP.

CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

| | Temperatura | Humedad | Tensión |
|---------|-------------|---------|---------|
| Inicial | 14,5 °C | 56 %hr | 221 V |
| Final | 15 °C | 51 %hr | 221 V |

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

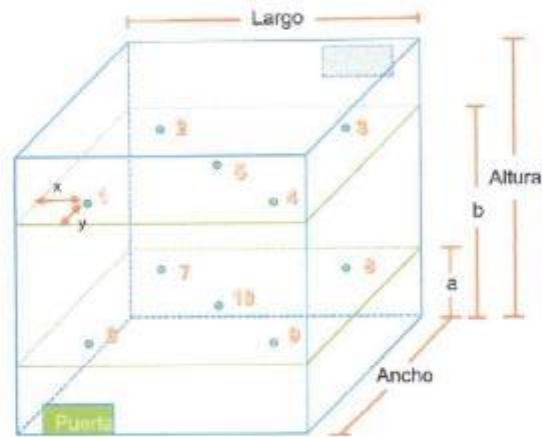


Lic. Nicolás Ramos Paucar
 Gerente Técnico
 CFP: 0316

TRAZABILIDAD

| Trazabilidad | Patrones de Trabajo | Certificado de Calibración |
|--------------------------------|---|----------------------------|
| Patrones de Referencia del SAT | Indicador digital con termopares tipo K con incertidumbres del orden desde 0,16 °C hasta 0,18 °C. | L1-0849-2021 |

UBICACIÓN DE LOS SENSORES DENTRO DEL MEDIO ISOTERMO



Largo : 50,0 cm a : 5,0 cm x : 6,0 cm
 Ancho : 38,0 cm b : 34,0 cm y : 5,0 cm
 Altura : 50,0 cm

Los termopares 5 y 10 se ubicaron en el centro de su respectivos niveles.
 El medio isoterma tenía 2 parrillas al momento de iniciar la calibración.

NOMENCLATURA DE ABREVIATURAS

| | | | |
|--------|---|--------|--|
| t | : Instante de tiempo en minutos. | T.PROM | : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de |
| I | : Indicación del termómetro del equipo. | Tprom | : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante |
| T. MÁX | : Temperatura máxima por sensor | DTT | : Desviación de temperatura en el tiempo. |
| T. MIN | : Temperatura mínima por sensor | | |
| T. max | : Temperatura máxima para un instante dado. | | |
| T. min | : Temperatura mínima para un instante dado. | | |

Certificado de Calibración

TC - 09248 - 2022

Platforma : 11317A Fecha de emisión : 2022-05-09

Solicitante : SILVER GEOTEC S.A.C.
 Dirección : Pj. Nuñez Nro. 122 Junín-Huancayo-Chilca

Instrumento de medición : Balanza
 Tipo : Electrónica
 Marca : OHAUS
 Modelo : R31P30
 N° de Serie : 8336130194
 Capacidad Máxima : 33000 g
 Resolución : 10 g
 División de Verificación : 10 g
 Clase de Exactitud : III
 Capacidad Mínima : 200 g
 Procedencia : CHINA
 Identificación : No indica
 Ubicación : Laboratorio
 Variación de $\pm T$ Local : $\pm 5^{\circ}C$
 Fecha de Calibración : 2022-06-07

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Lugar de calibración
 Instalaciones de SILVER GEOTEC S.A.C

Método de calibración
 La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y los pesos aplicados mediante pesas patrones según procedimiento FC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesar de Funcionamiento No Automático Clase III y IIII", Primera Edición - Mayo 2019, DM - INACAL.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Pavez
 Gerente Técnico
 DFP: 9316



Certificado de Calibración
TC - 09246 - 2022

Trazabilidad

| Trazabilidad | Patrón de trabajo | Certificado de calibración |
|--|--|-----------------------------|
| Patrones de Referencia de TEST & CONTROL | Juego de Pesas 100 mg a 1 kg Clase de Exactitud M2 | TC-00556-2022 Abril 2022 |
| Patrones de Referencia de TEST & CONTROL | Juego de Pesas 2 kg Clase de Exactitud M2 | TC-06242-2022 Abril 2022 |
| Patrones de Referencia de TEST & CONTROL | Juego de Pesas 5 kg Clase de Exactitud M2 | TC-06243-2022 Abril 2022 |
| Patrones de Referencia de TEST & CONTROL | Juego de Pesas 10 kg Clase de Exactitud M2 | TC-06244-2022 Abril 2022 |
| Patrones de Referencia de TEST & CONTROL | Juego de Pesas 20 kg Clase de Exactitud M2 | TC-06800-2021 Julio 2021 |

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Inspección visual

| | | | |
|------------------|----------|------------|----------|
| Ajuste de Cero | Tiene | Escala | No Tiene |
| Oscilación Libre | Tiene | Cursor | No Tiene |
| Plataforma | Tiene | Nivelación | Tiene |
| Sistema de Traba | No Tiene | | |

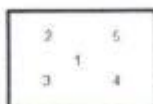
Ensayo de repetibilidad

| Magnitud | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 15.2 °C | 15.2 °C |
| Humedad Relativa | 57 % | 58 % |

| Medición N° | Carga (g) | I (g) | ΔL (g) | E (g) | Medición N° | Carga (g) | I (g) | ΔL (g) | E (g) |
|---|-----------|--------|--------|-------|---|-----------|--------|--------|-------|
| 1 | 16000 | 16 000 | 7 | -2 | 1 | 30000 | 30 000 | 8 | -3 |
| 2 | | 16 000 | 5 | 0 | 2 | | 30 000 | 6 | -3 |
| 3 | | 16 000 | 5 | 0 | 3 | | 30 000 | 8 | -3 |
| 4 | | 16 000 | 6 | -1 | 4 | | 30 000 | 7 | -2 |
| 5 | | 16 000 | 6 | -1 | 5 | | 30 000 | 7 | -2 |
| 6 | | 16 000 | 5 | 0 | 6 | | 30 000 | 8 | -3 |
| 7 | | 16 000 | 7 | -2 | 7 | | 30 000 | 6 | -3 |
| 8 | | 16 000 | 7 | -2 | 8 | | 30 000 | 7 | -2 |
| 9 | | 16 000 | 6 | -1 | 9 | | 30 000 | 6 | -3 |
| 10 | | 16 000 | 5 | 0 | 10 | | 30 000 | 5 | -1 |
| E _{max} - E _{min} (g) | | | | | E _{max} - E _{min} (g) | | | | |
| e.m.p. ± (g) | | | | | e.m.p. ± (g) | | | | |
| 20 | | | | | 30 | | | | |



Certificado de Calibración
 TC - 09246 - 2022



Ensayo de excentricidad

| Magnitud | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 15,2 °C | 15,2 °C |
| Humedad Relativa | 58 % | 58 % |

| N° | Determinación de Eo | | | | Determinación del Error Corregido Ec | | | | e.m.p. ± (g) | |
|----|---------------------|-------|--------|--------|--------------------------------------|--------|--------|-------|-----------------|--------|
| | Carga (g) | I (g) | ΔL (g) | Eo (g) | Carga (g) | I (g) | ΔL (g) | E (g) | | Ec (g) |
| 1 | 100 | 100 | 6 | -1 | 10000 | 10 000 | 7 | -2 | -1 | 20 |
| 2 | | 100 | 4 | 1 | | 10 000 | 5 | 0 | +1 | |
| 3 | | 100 | 7 | -2 | | 10 000 | 6 | -1 | 1 | |
| 4 | | 100 | 7 | -2 | | 10 000 | 5 | -1 | 1 | |
| 5 | | 100 | 5 | 0 | | 10 000 | 5 | 0 | 0 | |

Ensayo de pesaje

| Magnitud | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 15,2 °C | 15,2 °C |
| Humedad Relativa | 58 % | 57 % |

| Carga (g) | Carga Creciente | | | | Carga Decreciente | | | | e.m.p. ± (g) |
|-----------|-----------------|--------|-------|--------|-------------------|--------|-------|--------|-----------------|
| | I (g) | ΔL (g) | E (g) | Ec (g) | I (g) | ΔL (g) | E (g) | Ec (g) | |
| 100 | 100 | 6 | -1 | | | | | | |
| 200 | 200 | 7 | -2 | -1 | 200 | 6 | -1 | 0 | 10 |
| 1 000 | 1 000 | 6 | -1 | 0 | 1 000 | 7 | -2 | -1 | 10 |
| 5 000 | 5 000 | 6 | -1 | 0 | 5 000 | 6 | -1 | 0 | 10 |
| 7 000 | 7 000 | 4 | 1 | 2 | 7 000 | 5 | 0 | 1 | 20 |
| 10 000 | 10 000 | 5 | 0 | 1 | 10 000 | 6 | +1 | 0 | 20 |
| 15 000 | 15 000 | 7 | -2 | -1 | 15 000 | 7 | -2 | -1 | 20 |
| 17 000 | 17 000 | 8 | -1 | 0 | 17 000 | 7 | -2 | -1 | 20 |
| 20 000 | 20 000 | 7 | -2 | -1 | 20 000 | 6 | -1 | 0 | 20 |
| 25 000 | 25 000 | 7 | -2 | -1 | 25 000 | 7 | -2 | -1 | 30 |
| 30 001 | 30 000 | 8 | -4 | -3 | 30 000 | 7 | -3 | -2 | 30 |

Donde:

I : Indicación de la balanza ΔL : Carga incrementada E : Error en cero
 e.m.p. : Error máximo permitido E : Error encorvado Ec : Error corregido

Lectura corregida e incertidumbre de la balanza

$$\text{Lectura Corregida} = R + 3,60 \times 10^{-5} \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} = 2 \times \sqrt{7,83 \times 10^{-8} \text{ g}^2 + 3,55 \times 10^{-8} \times R^2}$$

R : Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración (g)

Observaciones

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado. La indicación de la balanza fue de 29 600 g para una carga de valor nominal 30000 g.

Incertidumbre

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente al 95%.

Fin del documento



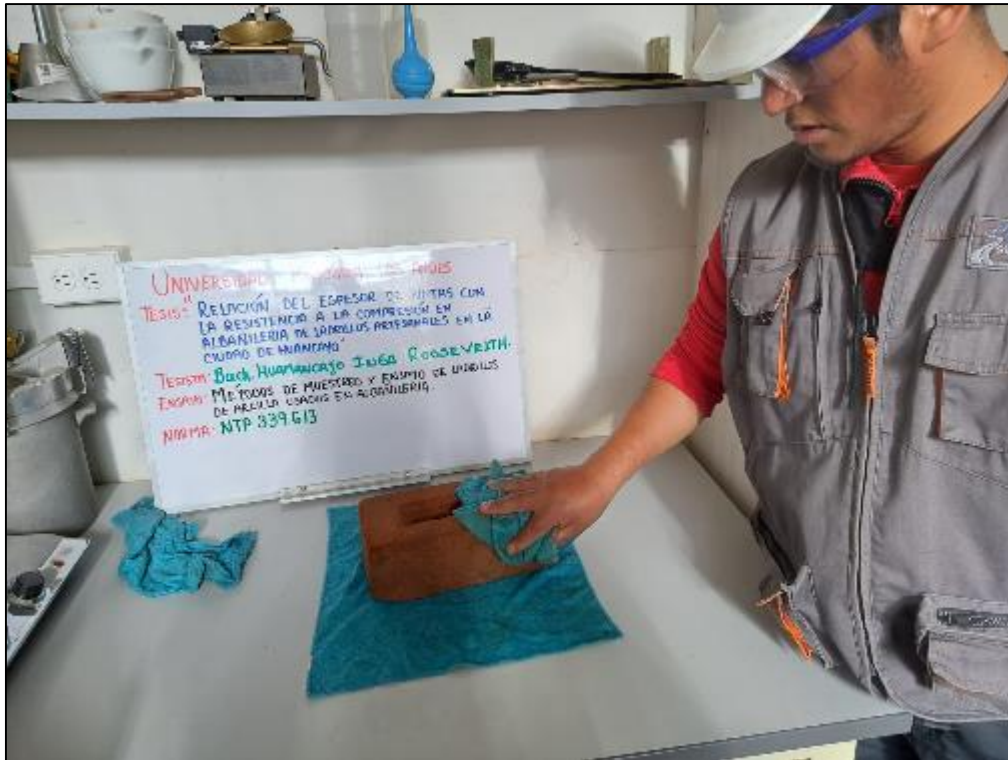
Anexo N° 04: panel fotográfico



Fotografía 1. Vista de los ladrillos empleados para el desarrollo de la investigación.



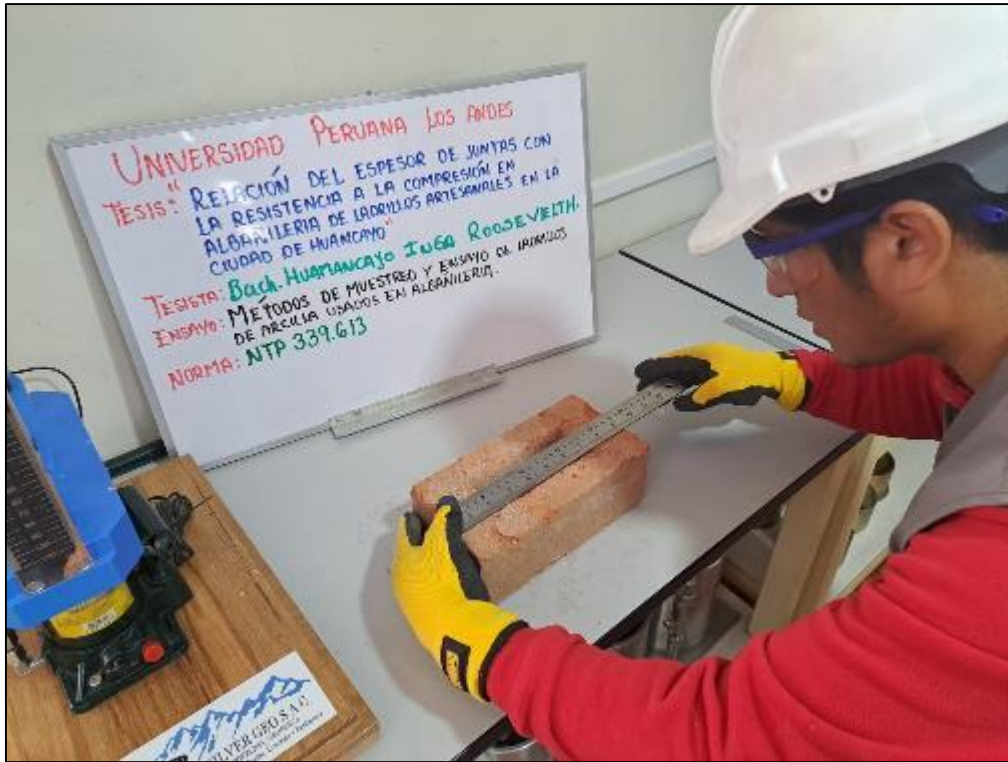
Fotografía 2. Vista del proceso de sumergido de los ladrillos para la medición de la absorción.



Fotografía 3. Secado de los ladrillos que fueron sumergidos.



Fotografía 4. Secado en horno de los ladrillos.



Fotografía 5. Medición de la longitud de los ladrillos.



Fotografía 6. Medición del alabeo en los ladrillos.



Fotografía 7. Medición de la resistencia a compresión del mortero empleado en la investigación.



Fotografía 8. Medición de la resistencia a compresión de los ladrillos.



Fotografía 9. Vista del ladrillo roturado.



Fotografía 10. Elaboración de muretes de albañilería a ensayar.



Fotografía 11. Vista de los muretes de albañilería con diferentes espesores de juntas.



Fotografía 12. Vista de las juntas de 1 cm de espesor.



Fotografía 13. Vista de junta de 2 cm de espesor.



Fotografía 14. Vista de pilas de albañilería con diferentes espesores de juntas.



Fotografía 15. Rotura de pilas de albañilería.



Fotografía 16. Vista de la rotura de muretes de albañilería.



Fotografía 17. Vista de murete roturado.