



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Resistencia mecánica de muros de albañilería con ladrillos de  
concreto modificados con ignimbrita, Arequipa 2021

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Rojas Machaca, Ronald (ORCID: [0000-0002-5970-5975](https://orcid.org/0000-0002-5970-5975))

**ASESOR:**

Dr. Muñiz Paucarmayta, Abel Alberto ([ORCID: 0000-0002-1968-9122](https://orcid.org/0000-0002-1968-9122))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

A Dios, por permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi formación.

La presente investigación, está dedicada a mis padres Ricardo Rojas y María Machaca y también, de manera especial a mi tío Martín Sabino, fueron mi motivación y aliento permanente durante el periodo de estudio.

## **Agradecimiento**

A la Universidad Cesar Vallejo por lograr mi objetivo, así como a mi asesor de tesis el Dr. Abel Alberto Muñiz Paucarmayta por todas las experiencias que nos pudo compartir a lo largo de este tiempo.

A mi familia por brindarme todo el apoyo y la fuerza para lograr mis metas.

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen .....	viii
Abstract.....	ix
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II.MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>18</b>
3.1. Tipo y diseño de investigación: .....	18
3.2. Variables y operacionalización.....	19
3.3. Población, muestra y muestreo.....	20
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	21
3.5. Procedimientos de datos.....	23
3.6. Método de análisis de datos.....	24
3.7. Aspectos éticos.....	41
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>42</b>
<b>V.DISCUSIÓN .....</b>	<b>51</b>
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>53</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>54</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>55</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>59</b>



## Índice de tablas

Tabla 1: Resistencia a la compresión .....	6
Tabla 2: Especificaciones de morteros por propiedades.....	13
Tabla 3: Factor de corrección de altura/espesor para la resistencia a la compresión de la mampostería del prisma.....	15
Tabla 4: Resistencia característica de la muestra de mampostería.....	16
Tabla 5: Composición de la ignimbrita.....	17
Tabla 6: Operacionalización de variable independiente.....	19
Tabla 7: Operacionalización de variable dependiente.....	20
Tabla 8: Validez de contenido de variables.....	22
Tabla 9: Diseño de mezcla de concreto convencional MN 3/8.....	27
Tabla 10: Cantidad de ignimbrita para una unidad de ladrillo.....	28
Tabla 11: Diseño de mezcla de concreto con 10% de ignimbrita adicionado.....	28
Tabla 12: Diseño de mezcla de concreto con 20% de ignimbrita adicionado.....	29
Tabla 13: Diseño de mezcla de Concreto con 30% de ignimbrita adicionado.....	30
Tabla 14: Resumen de datos obtenidos de la prueba de variación dimensional....	31
Tabla 15: Clasificación de ladrillos por variación dimensional.....	31
Tabla 16: Resumen de resultados para cada % de sustitucion de ignimbrita.....	32
Tabla 17: Clasificación de ladrillos por alabeo.....	32
Tabla 18: Métodos para determinar $f'_{c}$ v $M$ .....	34
Tabla 19: Granulometría de los agregados .....	37
Tabla 20: Análisis granulométrico de la ignimbrita.....	38
Tabla 21: Resumen variación dimensional.....	39
Tabla 22: Contenido de humedad .....	39

Tabla 23: Resumen de alabeo.....	39
Tabla 24: Resumen de absorción (%) .....	40
Tabla 25: Cuadro de resumen de resistencia a la compresión del ladrillo (%).....	40
Tabla 26: Resumen de densidades del ladrillo.....	40
Tabla 27: Resumen de resultados para cada % de la prueba de compresión axial de ignimbrita.....	43
Tabla 28: Resumen de resultados para cada % de adición de ignimbrita, ensayo de resistencia a la compresión a corte.....	45
Tabla 29: Resumen para cada % de adición de ignimbrita prueba a flexión.....	46
Tabla 30: Comportamiento mecánico de muros de albañilería.....	47
Tabla 31: Interpretación del coeficiente de correlación de Pearson.....	47
Tabla 32: Correlación resistencia a la compresión de muros.....	48
Tabla 33: Correlación resistencia característica al corte.....	49
Tabla 34: Correlación resistencia a flexión por adherencia.....	49
Tabla 35: Correlación de resistencia mecánica de muros de mampostería.....	50

## Índice de figuras

Figura 1: Casa de ladrillos de hormigón hecha a mano.....	2
Figura 2: Vivienda edificada con ignimbrita.....	2
Figura 3: Cambios en la resistencia a la compresión y edad de diseño.....	6
Figura 4: Tipos de falla en la prueba de presión radial de pared baja.....	12
Figura 5: Rangos y magnitud de aceptación de la evaluación.....	22
Figura 6: Interpretación de un coeficiente de confiabilidad.....	23
Figura 7: Flujograma análisis de las unidades de ladrillo de concreto modificado con ignimbrita.....	24
Figura 8: Proceso extracción y trituración de la ignimbrita.....	25
Figura 9: Pila de ladrillo.....	33
Figura 10: Prueba a compresión uniaxial.....	33
Figura 11: Prisma de ladrillo de concreto.....	34
Figura 12: Prisma de ladrillo.....	36
Figura 13: Prueba a compresión corte o diagonal.....	36
Figura 14: Diagrama de curva granulométrica de agregados.....	37
Figura 15: Diagrama de curva granulométrica de agregado ignimbrita.....	38
Figura 16: Ubicación de la Región de Arequipa .....	43
Figura 17: Lugar de estudio A.H. APIPA Sector 16 – Cerro Colorado.....	43
Figura 18: Tendencia de la variación de la resistencia a la compresión axial.....	44
Figura 19: Tendencia de la variación de la resistencia a la compresión corte.....	45
Figura 20: Tendencia de la variación de la fuerza a corte.....	46

## Resumen

Esta investigación titulada “Resistencia mecánica de muros de albañilería con ladrillos de concreto modificados con ignimbrita, Arequipa 2021”, El propósito aquí es medir cambios en el comportamiento mecánico de la pared de mampostería utilizando ladrillos con la adición de Ignimbrita, Arequipa 2021. Los métodos utilizados fueron cuantitativos, tipo: aplicación, nivel: descripción y cálculo: cuasiexperimental. Se realizaron las pruebas de acuerdo con las normas nacionales e internacionales. El diseño de mezcla del concreto fue método ACI 211. Los resultados de prueba determinaron que la resistencia a la compresión axial fue de  $47.24 \text{ kg/cm}^2 \pm 3 \text{ kg/cm}^2$  y la resistencia a la compresión al corte fue de  $4.22 \text{ kg/cm}^2 \pm 0.2 \text{ kg/cm}^2$ . La resistencia a flexión fue de  $2.22 \text{ kg/cm}^2 \pm 0.2 \text{ kg/cm}^2 \pm 0,46 \text{ kg/cm}^2$ , luego del estudio se concluyó que la resistencia mecánica resultante de la mampostería artesanal de muros de ladrillo macizo de hormigón no es muy óptima, con una compresión axial de  $47.24 \text{ kg/cm}^2$  y una resistencia a la compresión al corte de  $4.22 \text{ kg/cm}^2$  y  $2.22 \text{ kg/cm}^2$  para la resistencia a la flexión. Por lo tanto, se concluyó que estos valores son inferiores a los mostrados en la norma E-070, salvo la resistencia a la flexión por adherencia.

**Palabras clave:** Ignimbrita, albañilería, resistencia mecánica, muretes y pilas

## Abstract

This research entitled "Mechanical resistance of masonry walls with ignimbrite-modified concrete bricks, Arequipa 2021", the purpose here is to measure changes in the mechanical behavior of the masonry wall using bricks with the addition of Ignimbrite, Arequipa 2021. The methods used they were quantitative, type: application, level: description and calculation: quasi-experimental. The tests were carried out in accordance with national and international standards. The concrete mix design was ACI 211 method. The test results determined that the axial compressive strength was  $47.24 \text{ kg/cm}^2 \pm 3 \text{ kgf/cm}^2$  and the shear compressive strength was  $4.22 \text{ kg/cm}^2 \pm 0.2 \text{ kg/cm}^2$ . The flexural strength was  $2.22 \text{ kg/cm}^2 \pm 0.2 \text{ kg/cm}^2 \pm 0.46 \text{ kg/cm}^2$ , after the study it was concluded that the resulting mechanical strength of the artisan masonry of solid concrete brick walls is not very optimal, with an axial compression of  $47.24 \text{ kg/cm}^2$  and a shear compressive strength of  $4.22 \text{ kg/cm}^2$  and  $2.22 \text{ kg/cm}^2$  for flexural strength. Therefore, it was concluded that these values are lower than those shown in the E-070 standard, except for the resistance to bending due to adhesion.

**Keywords:** Ignimbrite, masonry, mechanical resistance, low walls and piles

## I. INTRODUCCIÓN

En el mundo de la construcción el material más utilizado es el concreto, la ignimbrita tiene una característica importante que resalta de este material es que, cuenta con una menor densidad, en comparación de un agregado común o convencional.

Según Astroza, (2008) Según el FPN Fondo poblacional de naciones la explosión demográfica en 2020 fue del 56,22%, lo que supone un aumento de alrededor del 2,3% si nos referimos a 2015. Con la creciente demanda de vivienda, los constructores se apresuran a responder aumentando las tasas de construcción. (1).

A nivel Nacional existen diferentes volcanes tal es así, en el Departamento de Arequipa, cuenta con varios volcanes, en donde se le dará más atención al Chachani, este volcán en toda su superficie cuenta con material volcánico "ignimbrita", este material es vasto, con una extensión de las de 18 kilometros, solo en una zona, existen artesanos que se dedican a realizar el tallado de esta roca, en donde se producen cantidad de escombros, que bien podrían ser aprovechados, dado que los bloques de hormigón están hechos de áridos no renovables, pueden utilizarse en la elaboración de ladrillo de concreto en lugar de desechar la ignimbrita. Los ladrillos de concreto modificados con ignimbrita, deben garantizar que los muros mantengan o mejoren su prestación mínima de servicio, que obedezcan la seguridad, estética, funcionalidad. y por tal motivo es que el diseño de mezcla se debe enfocar, no solo dar prioridad a su resistencia, sino que también se debe enfocar que el concreto sea durable, y resistente a los factores medioambientales y a los agentes climatológicos, y que estos deben ser considerados para un excelente diseño de mezcla, en ese sentido lo que se busca es dar el uso de la ignimbrita reciclada, y fabricar un concreto similar o de mejores características, que la del concreto convencional y según Terrones Cotrina (2020) Las casas construidas sin seguir los estándares requeridos y con mala calidad de construcción representan una amenaza para quienes viven en ellos. (2)

Esta investigación se realizará en la región de Arequipa, donde se mezclará 10%, 20% y 30% de ignimbrita con concreto para fabricar ladrillos. Se realizarán ensayos físicos y mecánicos sobre los ladrillos, Se realizarán Pruebas de esfuerzo axial y radial, ensayos de cortante y ensayos de flexión en muros de mampostería de hormigón.



**Figura 1:** Casa de ladrillos de hormigón hecha a mano (3) **Figura 2:** Vivienda edificada con ignimbrita

**Fuente:** Elaboración del autor

Luego de analizar la realidad de la problemática actual, se ha sugerido como problema general: ¿Cuál es la variación en el comportamiento mecánico de muros de albañilería con ladrillos modificados con ignimbrita, Arequipa 2021?, y los siguientes Problemas específicos: ¿Cuál es la variación la resistencia a la compresión axial del muro de albañilería construido con ladrillos de concreto con adición de ignimbrita, Arequipa 2021?, ¿Cuánto varia la resistencia a la compresión a corte del muro de albañilería construido con ladrillos de concreto con adición de ignimbrita, Arequipa 2021?, ¿Cuánto varia la resistencia a flexión del muro de albañilería construido con ladrillos de concreto con adición de ignimbrita, Arequipa 2021?.

Como Justificación teórica, Su propósito es incrementar los conocimientos relacionados con el uso de este material, que es la ignimbrita de origen volcánico, Bloques de concreto fabricados de acuerdo a normas técnicas peruanas y normas ASTM al momento de la prueba, y en relación a la Justificación Metodológica, la presente investigación lo que busca es aplicar una nueva estrategia, en la fabricación de ladrillos de concreto modificados con ignimbrita, y así generar conocimientos válidos y confiables, en donde se hará la manipulación de las

variables independientes, Y se estima su influencia en la variable dependiente, y en cuanto a la justificación técnica, las investigaciones actuales deberían exigir que los ladrillos de hormigón tengan una menor densidad, usando la ignimbrita que se recolectara de los desechos de los artesanos de las canteras, y en relación a la justificación social, se tiene que los artesanos que trabajan tallando este material (ignimbrita) generan gran cantidad de desechos, que son retirados a una zona cercana, y que esto genera una contaminación ambiental, bien que este material puede ser usado para la elaboración ladrillos de concreto, día tras día se genera grandes volúmenes del mencionado material.

Como objetivo general debemos se identifica Determinar la variación del comportamiento mecánico de muros de albañilería con ladrillos modificados con ignimbrita, Arequipa 2021. Y como objetivos específicos se tiene: Estimar la variación de la resistencia a compresión axial del muro de albañilería construido con ladrillos de concreto con adición de ignimbrita, Arequipa 2021. Establecer la variación de la resistencia a compresión a corte del muro de albañilería construido con ladrillos de concreto con adición de ignimbrita, Arequipa 2021. Calcular la variación de la resistencia a flexión del muro de albañilería construido con ladrillos de concreto con adición de ignimbrita, Arequipa 2021.

Y se tiene como Hipótesis general: El comportamiento mecánico de muros de albañilería con ladrillos de concreto varía considerablemente con la adición de ignimbrita, Arequipa 2021. Y como hipótesis específicas se tiene que La resistencia a la compresión axial de muros construidos con ladrillos de concreto varia significativamente con la adición de ignimbrita, Arequipa 2021. La resistencia a la compresión a corte de muros construidos con ladrillos de concreto varía significativamente con la adición de ignimbrita, Arequipa 2021. La resistencia a la flexión de muros construidos con ladrillos de concreto varía significativamente con la adición de ignimbrita, Arequipa 2021.



## II. MARCO TEÓRICO

A comparación de otros materiales como la piedra pómez, el poliestireno y las cenizas volantes, se han realizado pocos estudios sobre el uso del sillar como agregado para producir concreto más liviano. Entre las investigaciones que podrían ayudarnos a desarrollar esta investigación se encuentran las siguientes:

No ha habido mucha investigación sobre el uso de ignimbrita para hacer concreto más liviano, comparando con otros materiales como las cenizas volantes, el poliestireno y la piedra pómez. En los estudios que hemos encontrado, nos puede ayudar a ampliar esta investigación

Como antecedentes nacionales, según Morante (2008), Después de obtener su título de ingeniero civil, escribió su tesis titulada "Mejorando la Adhesión de Morteros y Ladrillos" en la Universidad Católica en Lima, Perú. El objetivo de esta investigación, fue entender el efecto del uso de diferentes tipos de mortero en la adherencia entre ladrillos y concreto. Al mismo tiempo, se esperaba que la mampostería en su conjunto se fortaleciera. Llego a concluir: 1) el concreto con (5%) del mortero de cal de tecnología C (1:1/2:4) es ligeramente superior a la resistencia a la compresión del mortero sin cal de tecnología A y B La mezcla de cal proporciona una mejor trabajabilidad, tejido y sujeción. 2) La resistencia a la compresión axial de la mampostería ( $f'm$ ) es independiente del método de construcción utilizado. Recomendado para fines de diseño  $f'm = 120 \text{ kg/cm}^2$  (4)

Se tiene a Ventura (2015), Realizó un trabajo titulado "Propiedades Físicas y Mecánicas del Vulcanismo en el Diseño de Concretos Livianos en Ayacucho, Perú" en la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú. Elige un título profesional en ingeniería civil. El objetivo de este estudio es aclarar el efecto de las rocas ígneas sobre las propiedades mecánicas y físicas del concreto aligerado. Conclusiones: 1) El uso de hormigón ligero es relativamente nuevo debido a que este tipo de hormigón puede reducir el peso de las edificaciones. 2) Este proyecto utiliza dos tipos de rocas con resistencia a la compresión moderada. 3) El uso de rocas ígneas (dos tipos). Es adecuado para su uso como agregado en mezclas de concreto y cumple con las especificaciones de la norma ASTM C 330 (5) para agregado liviano. 4) Se realizaron pruebas de durabilidad y resistencia al

desgaste en agregados volcánicos actualmente en uso y agregados de garrapatas utilizados en la construcción de edificios demostró ser más duradero y resistente. 5) La resistencia del hormigón mezclado con árido volcánico alcanza los 380kg/cm<sup>2</sup>, y la pérdida de peso no se acerca a las 2t/m<sup>3</sup>. (6).

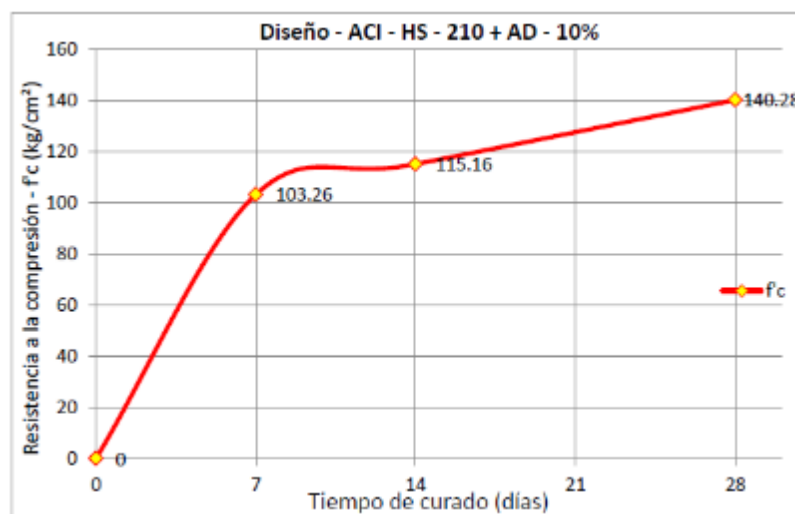
Luego Caballero et al. (2018), realizaron un estudio titulado "Influencia del diseño de agregados y mezclas de diferente procedencia". Recibió su título de Ingeniero Civil de la Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú. El objetivo general es determinar el efecto de la composición de la mezcla y la fuente de agregados en la resistencia del concreto. En este estudio, utilizamos un diseño de experimentos aleatorios a nivel de demostración basado en la población para validar el número de unidades de muestra muestreadas. El equipo utilizado es una balanza calibrada, equipo experimental y una tabla de resultados experimentales. Nudos mixtos  $f'_{c} = 175, 210, 245 \text{ kg/cm}^2$ .) El ANOVA resultante es tan importante que afecta la resistencia del concreto de diferentes maneras. 2) ANOVA (un programa secuencial completamente aleatorio)  $2 \times 3$ , con una probabilidad de 2E-16% de error (dependiendo del coeficiente), al menos una opción (combinación de agregados de diferentes fuentes de planificación híbrida  $f'_{c} = 175, 210, 245 \text{ kg/cm}^2$ ), varios El ANOVA resultante fue muy importante. (7)

También, tenemos a Quito (2020) El propósito de este estudio es crear un concreto de resistencia común usando productos de residuos de Ignimbrita en lugar de agregado grueso usando el factor de finura del agregado y el método del Comité ACI 211. Además, este estudio fue diseñado para analizar la resistencia de estos hormigones al ataque de los sulfatos. Las metodologías implementadas son del tipo aplicadas, y dado que se han manipulado las variables independientes, se tiene un diseño de experimento, dado el efecto sobre las variables dependientes, el plan de mezcla debe buscar la mezcla más óptima y económica de estas. Tuve que usar agregados. El concreto que cumple con los requisitos de trabajabilidad requiere agua, aditivos para concreto y, si es necesario, aceleradores. Una vez que el concreto ha fraguado a la velocidad adecuada, está listo para usar. Asegurando las cualidades de resistencia y pruebas de compresión requeridas según el modelo de trabajo a realizar. Para encontrar la proporción óptima de hormigón, es necesario preparar la mezcla que se utilizará como prueba. Las propiedades de estas mezclas

de prueba deben explicar los ajustes de dosis aplicables de acuerdo con el razonamiento especificado. Los datos de las pruebas mostraron que el hormigón estaba fresco, estancado y dentro del rango de temperatura requerido. La densidad también estaba en el rango deseado. Las propiedades mecánicas fueron buenas y hubo dos factores que contribuyeron a la resistencia a la compresión. Porque el uso de aditivos elastoméricos en las mezclas de concreto que se producen mediante el proceso ACI no solo aumenta el tiempo de colocación del concreto, sino que también tiene un impacto significativo en la resistencia a la compresión y la absorción del agregado a pesar de la compensación de humedad. (8)

**Tabla 1:** Resistencia a la compresión

Resultados de resistencia a la compresión			
Relación A/C	Resistencia de Diseño $f'_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Edad (días)	Resistencia Obtenida $f'_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )
0.465	210	7	103.26
		14	115.16
		28	140.28



**Figura 3:** Cambios en la resistencia a la compresión y edad de diseño (8).

Se concluyó que utilizando el método ACI, empleando cemento tipo HS con una relación A/C de 0.5, y adicionando 0.75% de aditivos, reemplazando el pedernal por agregado grueso con densidad de 140 kg/cm<sup>2</sup>, el diseño arrojó el mejor resultado buen resultado. Reducir el agua de la mezcla en un 10% respecto al peso del cemento. El uso de residuos de combustión en estructuras de concreto ha

demostrado ser persistente para los sulfatos. Puede optar por utilizar hormigón en función de los resultados obtenidos procedente de residuos de combustión en lugar de hormigón convencional. (8).

Cencia (2017) realizó un estudio titulado “Comportamiento Térmico de Piedras Calientes en Casas Coloniales del Distrito Memorial Huancavelica” UNI de Lima, Perú. El objetivo principal de este estudio es determinar las propiedades térmicas de las piedras calientes. El estudio fue descriptivo, no es un diseño experimental, y la muestra abarcó la vivienda del Jr. Manuel Asensio Segura. Casa No. 206 Jr. Antonio Raimondi No. 193 y Casa Junior Victorio Tarma No. S/N. Llegando a las siguientes conclusiones: 1) La piedra caliente era muy útil en la construcción, como lo demuestran los estudios realizados, para la construcción de puentes, arcos, templos, casas, etc. En el interior se utiliza como muros de carga, medianeras, reparación de muros, cubiertas y jardines. 2) Este material se puede usar en estructuras de componentes, por ejemplo, cuando se usa en tiendas de conveniencia, frenos, etc. 3) La piedra de térmica tiene buenas condiciones de uso en la ciudad de Huancavelica, por lo que existen muchos canteros cerca de la ciudad, por lo que el material es fácil de conseguir y el costo es bajo. 4) La piedra térmica como material de construcción tiene un excelente coeficiente para el clima frío de Huancavelica debido a sus propiedades aislantes del calor de las condiciones externas y su baja eficiencia térmica en el interior. 5) Finalmente, es recomendable utilizar piedras calientes con varios elementos y tipos de arquitectura. (9)

A nivel internacional

Mendoza, T. & Peña, J. (2018), En un estudio reciente titulado "Optimización del Diseño de concreto aligerado con adición de ignimbrita y evaluación de un modelo de sustentabilidad para su extracción en la cantera de Añashuayco en Arequipa., los investigadores optimizaron el diseño de mezclas de concreto liviano. Estoy tratando de determinar la dosis más efectiva de Ignimbrita para ser Ignimbrita. También considero los factores de sostenibilidad ambiental. Se desarrolló una mezcla de concreto y 350kg utilizando un enfoque de diseño factorial y método de

diseño de mezclas de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup> de resistividad, usando Ignimbrita en Arequipa y aplicando modelos de sustentabilidad a una cantera/cm<sup>2</sup>. (10)

Según Almeyda, E. y Fierro, P. (2017), en un estudio reciente, los autores crearon un agregado grueso de poliestireno titulado “Aislamiento y Aislamiento Acústico Utilizando Bolas de Poliestireno como Perlita Análisis comparativo del uso del material concreto normal y concreto liviano unidad de albañilería, recomendamos sustituirla por perlita para realizar ambos hormigones Aislamiento y aislamiento acústico. (11).

También, González (2016), Creó un tratado con el siguiente título: “Estudio de las soluciones adhesivas utilizadas en Cuenca. Propuesta de mejora de los aditivos de cal tras la finalización del Máster de Arquitectura, Universidad de Cuenca, Campus Cuenca. El propósito de este estudio fue agregar cal en estado endurecido. Determinación de las propiedades de los morteros y comparación con los morteros de cemento.(12) Las tareas específicas son: 1) Analizar la composición (cemento, tapón, agua e información) de la solución adhesiva de montaña. 2) Pruebas de laboratorio de soluciones adhesivas con anotaciones añadidas. Y 3). Comparar las propiedades físico-mecánicas de las soluciones utilizadas actualmente y las soluciones de cemento. 4) Analizar las disoluciones de cemento y arena, y realizar ensayos con datos complementarios. 5) Analizar el costo de los aditivos de cemento y las soluciones de cemento actualmente utilizadas. Se llegó a las siguientes Conclusión: 1) La composición de la solución adhesiva disponible en el sitio de investigación cumplió con los requisitos especificados por NTEINEN. 2) Se obtuvo una mejora significativa al introducir una solución de cemento y arena en la composición de la solución de cemento. Por ello, este estudio analiza las características de los estados plástico y estancado. La forma plástica mejora propiedades cuantificables como Mejora el contenido de aire y la retención de agua, la plasticidad de la mezcla y la trabajabilidad.(13).

Seguidamente, Ortega (2013), El título del artículo es “La Calidad de los Tres Compuestos de Cantal en la Ciudad de Ambato y el Impacto en la Durabilidad de las Composiciones Utilizadas en la Construcción de Obras Privadas”.(14), Instituto Tecnológico de Ambato, Ecuador. El propósito de este estudio fue analizar la

calidad de los agregados utilizados en las obras de construcción en la ciudad de Ambato. El estudio es de carácter aplicado y tiene un nivel investigativo y descriptivo. Se seleccionan tres agregados como población y como muestra para su entrega a cantera. Las pruebas de laboratorio se utilizan como tecnología de recopilación de datos y los compresores, las cámaras de curado y los moldes cilíndricos de hormigón se utilizan como equipos. Resultados: Habiendo obtenido las propiedades mecánicas del árido en tres canteras, habiendo calculado las dosis de hormigón con diferente resistencia a la compresión y asentamiento, ya estas dosis formar un cilindro con un asentamiento de 6-9 cm, realicé una probeta. Finalmente, pruebe la resistencia a la compresión de la muestra de concreto y asegúrese de que cumpla con las especificaciones de dosificación aplicables.

Del mismo modo, Freire (2016) Ha creado un artículo titulado “El granito como piedra de construcción en Madrid: Durabilidad y refuerzo”. (15), Decidí obtener un doctorado de la Universidad Complutense de Madrid. Para estudiar la calidad y durabilidad de los cuatro bloques de granito comunes utilizados en la construcción de Madrid, los investigadores se centraron en estas aplicaciones. Conclusión: 1) No se recomienda utilizar granito como piedra de construcción, ya que, en lugar de tensionarlo, provocará pequeñas grietas en la estructura. 2) Es más fácil generar un plano en la dirección del corte de acabado, por lo que es más fácil y rápido liberar tensiones durante el corte. Antes de colocar las latas en la fachada, es necesario identificar grietas para aliviar el estrés. 4) Para grietas pequeñas no tensionadas, el granito estructural debe colocarse según las condiciones climáticas. 5) Al cortar o mantener el arco, se debe prestar atención a la dirección del corte delgado para eliminar la tensión.

Finalmente, Díaz (2013) Realizó un estudio titulado “Cemento Portland, escoria de alto horno, mezcla de tres componentes calcáreos: resistencia mecánica y durabilidad”. (16), en la Universidad del Valle de Columbia. ¿Cuáles son los objetivos de los autores en este estudio? Con base en las proporciones de sus componentes, la resistencia a la compresión de la mezcla se predice a los 7 días y 28 días. Las muestras consistieron en cuatro muestras de mortero inestable (OPC/LS/BFS). Según este estudio, utilizando menos del 10 % de caliza y menos del 20 % de escoria en la mezcla, se obtiene una resistencia a la compresión de 25

Mega pascales en 28 días. 2) Después de 28 días de fusión, la resistencia de los cementos de tres componentes supera la de los cementos sin aditivos. Cuanto más tiempo (dos años), la fuerza puede alcanzar el 25 %, especialmente cuando se utilizan tintes con mayor BFS (15 % y 20 %), la fuerza puede alcanzar los 44 Mpa. 3) El cemento triple, aún con presencia de sulfatos, tiene mayor resistencia de formación que el cemento sin aditivos. 4) Todas las mezclas ternarias consideradas en el estudio tienen baja permeabilidad a los cloruros y alta resistencia a la descomposición, por lo que se puede decir que son resistentes a sustancias agresivas. Se recomienda producir este tipo de cemento para que los materiales sean analizados individualmente y sus proporciones en la mezcla optimizadas para lograr propiedades sinérgicas que ayuden a crear una sustentabilidad ambiental favorable sin cambiar las características técnicas requeridas del material. En los códigos de construcción. Se revisaron conceptos relacionados con la variable y sus dimensiones.

En cuanto a las variables se tiene: Variable independiente: Ladrillo de concreto modificados con ignimbrita, Cumple con la norma de albañilería E.070. Se certifican bloques de ladrillo con tamaños y pesos que se pueden manejar con una mano (17). De igual forma, la NTP 399.601 es una unidad de dimensiones modulares en la que se fabrican ladrillos macizos de concreto (sólidos) Usando los ingredientes de la mezcla de concreto que se pueden manejar con una mano, cuya parte plana corresponde a más del 75%. Se afirma que. (18).

Al mismo tiempo, las dimensiones de esta variable están determinadas por sus propiedades físicas, las cuales se ven afectadas por la variación dimensional, el alabeo y la absorción (19). Entonces se considera una propiedad mecánica y se asocia con resistencia a compresión de elementos de hormigón. (20). Finalmente, hay una muestra. Este se define como una cantidad representativa del total formado por tres piedras diferentes que conforman un robusto ladrillo de hormigón hecho a mano.(21). Por lo tanto, cada dimensión actual se divide en tres indicadores: propiedades físicas de los ladrillos, propiedades mecánicas de los ladrillos y tasa de adición de ignimbrita (10 %, 20 %, 30 %).

Los cambios dimensionales son cambios en los bordes de los ladrillos, como la longitud, el ancho y la altura de los ladrillos (en cm). Aquí, el área de asientos se denomina largo y ancho, se realizan pruebas para determinar el espesor de las juntas (horizontal y vertical para paredes de mampostería) y la variación se expresa como un porcentaje.

La desviación dimensional se calcula según la norma ITINTEC

$$V(\%) \text{ DD} = \frac{DE - MP}{100 * (DE)}$$

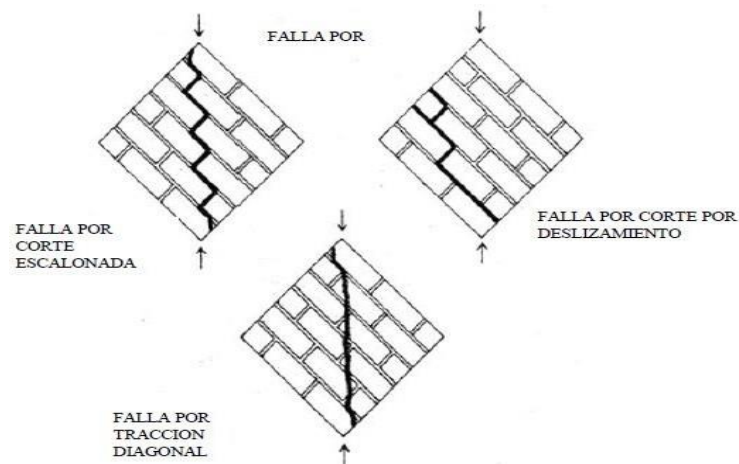
Donde:

- V (%): Variación porcentual de la dimensión
- MP: Representa el promedio de las muestras
- DE: valor especificado por el fabricante en mm

En cuanto a las variables dependientes: Comportamiento mecánico de los muros de mampostería, Gallegos (2005) es un proceso de verificación de la calidad de los muros de mampostería a través de ensayos y resultados cuando se crean prismas de mampostería en las mismas condiciones que los muros reales, afirma que existe. (19).

También requiere un período de prueba estándar de 28 días, que corresponde a las pruebas para lograr la resistencia al corte ( $v'm$ ) y la resistencia a la compresión ( $f'm$ ) del muro bajo y pilote delgado, respectivamente, y se determina por adelantado. Aumento. Del comportamiento estructural de los requisitos reales de comportamiento (20). Por lo tanto, cada una de estas dimensiones se descompone en tres dimensiones: resistencia a la compresión axial, resistencia a la compresión a corte y/o diagonal, resistencia al corte y resistencia a la flexión.





**Figura 4:** Tipos de falla en la prueba de presión radial de pared baja (19)

**Morteros** La función principal del mortero es adherirse a los elementos constructivos. El propósito principal de la suspensión es reducir la permeabilidad. El mortero tiene muchos usos, desde la protección de un talud hasta la nivelación de pisos.

En Cuba la arena de mar se utiliza desde hace muchos años para acabados o revestimientos de morteros para diferentes tipos de construcciones, y como no existe arena más fina se utiliza arena que pasa por un tamiz de 1,19 mm. Para alcanzar el resultado deseado, debe seguir los pasos prescritos. (Álvarez, 2005)

Tipos de mortero para árboles. Según las normas ASTM, los morteros se rotulan según sus propiedades y usos. En 1954, los niveles de clasificación de morteros eran A1, A2, B, C y D. Muchos ingenieros creían que el mortero “A1” tenía las mejores características. Para evitar tal confusión, se especificaron las siguientes letras M, C, H, O, K correspondientes a la mampostería. (Asocreto, 2010). Los compuestos se pueden dividir en dos grupos. Según su composición y aplicación; Hidráulica y Aire Debido a su composición, los adhesivos hidráulicos pueden alcanzar fraguados de alta resistencia inicial, por lo que los adhesivos de secado al aire curan por secado al aire, mientras que curan en agua debido al lento proceso de carbonización. De forma general, podemos clasificar los morteros según su composición. Los morteros se pueden clasificar Según su resistencia a compresión y según al tipo de mortero. Estos incluyen morteros de cal, morteros calcáreos y

morteros de cemento Portland, así como morteros de albañilería, que pueden clasificarse como morteros de relleno o morteros en pasta. (Sánchez, 2001)

El cemento es un producto listo para usar que tiene la propiedad de formar una masa dura cuando se mezcla con agua. En esencia, es un clinker finamente molido que se obtiene hirviendo una mezcla de cal, alúmina, hierro y sílice en determinadas proporciones a alta temperatura. La ceniza, también conocida como toba volcánica o roca ígnea, es una roca volcánica porosa y ligera.

NTP 399.610: Especificación para la normalización de lodos. Objeto: Esta especificación técnica peruana especifica las características técnicas de los concretos empleados en las estructuras de concreto armado y no armadas.

**Tabla 2:** Especificaciones de morteros por propiedades

Mortero	Tipo	Resistencia a la compresion promedio a
		los 28 días, MPa (lb/pulg <sup>2</sup> )
Cemento-cal	M S N O	17.2(2500)
		12.4(1800)
		5.2(750)
		2.4(350)
Mortero cemento	M S N O	17.2(2500)
		12.4(1800)
		5.2(750)
		2.4(350)
Cemento de albañilería	M S N O	17.2(2500)
		12.4(1800)
		5.2(750)
		2.4(350)

**Fuente:** NTP 339.610. Especificaciones estándar para morteros.

Alcance: La NTP especifica la resistencia a la compresión del cemento tipo Portland y otros morteros para la verificación de la conformidad. Esta es una referencia común para otros estándares y procedimientos de prueba requeridos. Al utilizar los resultados de este enfoque para pronosticar la resistencia del concreto, se debe tener cuidado.

Para las mediciones de resistencia a la compresión, las muestras se examinarán 24 horas después de retirarlas de la cámara de humedad. El propósito de esta especificación es detallar el método de fabricación y prueba de las sierras para mampostería y la resistencia a la compresión para determinar la idoneidad de una resistencia a la compresión particular de una estructura de mampostería. se hará configurar los cálculos. Si el ensayo se utiliza con fines de investigación, los métodos y resultados que contiene servirán como referencia para el estudio y proporcionarán un control. Este documento describe la determinación de la resistencia a la compresión de muestras prismáticas tomadas durante la construcción.

Esta norma técnica peruana asegura que los materiales de construcción tengan la resistencia a la compresión requerida. Esta técnica determina la resistencia a la compresión de la mampostería monolítica mediante el ensayo de muestras prismáticas tomadas del edificio de acuerdo con la norma ASTM C1532. Se requiere experiencia para decidir cómo preparar esta sierra de campo para la prueba, determinar su área neta y evaluar los resultados de una prueba de tracción. Para calcular el área neta de un prisma, cada lado debe medirse al menos dos veces. Estos datos pueden promediarse para estimar el tamaño del prisma. El área de la sección transversal de una unidad de construcción es el área de la sección transversal neta.

### **Resistencia de prisma de albañilería:**

Calcular la resistencia a compresión de la mampostería para cada columna considerando la altura ( $h_p$ ) y el espaciamiento lateral mínimo ( $t_p$ ). Los factores de corrección se seleccionaron de la Tabla 3, y para valores intermedios, los factores de corrección se determinaron por interpolación lineal.

**Tabla 3:** Factor de corrección de altura/espesor para la resistencia a la compresión de la mampostería del prisma

hp/tp	1.3	1.5	2	2.5	3.0	4.0	5.0
Factor de corrección	0.75	0.86	1.0	1.04	1.07	1.15	1.22

**Fuente:** NTP339.605.2013. Método de prueba para determinar la resistencia a la compresión de prismas de almañilería.

Multiplique la resistencia del prisma de piedra por el factor de corrección del prisma adecuado.

Reglamento nacional de edificaciones. 070 Albania Capítulo 5 Resistencia del tanque: Artículo 13 Reglas Generales: La resistencia a compresión ( $f'm$ ) y cortante ( $v'm$ ) del tanque son experimentos basados en la importancia de la zona sísmica del edificio y su ubicación. Resistencia de la unidad o registro histórico) o determinado por pruebas de acuario. Prisma incluye la facilidad de enfriamiento del espesor del contenido para corregir las irregularidades superficiales en el acuario. Si no se realiza la prueba del prisma, puede utilizar los valores que se muestran en la Tabla 4. Esto corresponde a 1:4 de mortero (si la unidad es de arcilla) y 1:1/2:4 de pilas y muretes. Para (si la unidad está hecha de arcilla) la materia prima es cal silícea u hormigón), para otras unidades u otros tipos de mortero, se debe realizar cada prueba.

**Tabla 4:** Resistencia característica de la muestra de mampostería

Materia prima	Denominación	Unidad (fb)	Pilas (fm)	Muretes (v'm)
Arcilla	King kong artesanal	5.4(55)	3.4(35)	0.5(5.1)
	King kong industria	14.2(145)	6.4(65)	0.8(8.1)
	Rejilla industrial	21.1(215)	8.3(85)	0.9(9.2)
Silice-cal	King kong normal	15.7(160)	10.8(110)	1.0(9.7)
	Dedalo	14.2(145)	9.3(95)	1.0(9.7)
	Estándar y mecano	14.2(145)	10.8(110)	0.9(9.2)
Concreto	Bloque tipo P	4.9(50)	7.3(74)	0.8(8.6)
		6.4(65)	8.3(85)	0.9(9.2)
		7.4(75)	9.3(95)	1.0(9.7)
		8.3(85)	11.8(120)	1.1(10.9)

**Fuente:** R.N.E. E-070

Según Castillo, A. (2009), el cemento se define como: Cuando se combina con agua, sola o con arena, piedra u otros materiales similares, interactúa lentamente con el agua para producir una masa sólida, que es esencialmente una escoria finamente molida generada por la molienda a altas temperaturas hasta formar una combinación con ciertas proporciones cal, alúmina y óxido de hierro.

La roca en trozos, también conocida como ignimbrita o sillar, con apariencia porosa es una roca ígnea.

La formación de malas hierbas es el resultado de una explosión en la superficie del suelo, durante la cual se descarga una gran cantidad de sustancias espumosas pirógenas que, al solidificarse, se separan en ignimbrita.

La composición mineralógica porcentual de la piedra labrada es la siguiente:

**Tabla 5:** Composición de la ignimbrita

Nomenclatura	Composición Química	Sillar Blanco %	Sillar Negro %
Oxido de Silicio	SiO <sub>2</sub>	73.6	75.5
Oxido de aluminio	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.6	13.5
oxido de potasio	K <sub>2</sub> O	4.23	4.64
oxido de sodio	Na <sub>2</sub> O	3.94	3.44
oxido de hierro	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.41	1.6
oxido de calcio	CaO	1.2	1.14
Dioxido de titanio	TiO <sub>2</sub>	0.24	
oxido de magnesio	MgO	0.2	0.21
oxido de manganeso	MnO	0.06	0.09
Dioxido de Azufre	SO <sub>2</sub>	0.06	0.04
oxido de fosforo	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.05	0.05
Hidroxido de Zinc	ZnO	0.04	0.04
Oxido de estroncio	SrO	0.03	0.04
	P.C.	1.02	3.2

**Fuente:** Laboratorio de análisis químico UNSA.

En Arequipa se pueden ver algunos yacimientos, como de la zona de Miraflores, estas canteras son demasiado pesadas, de mala calidad y actualmente no se explotan, tienen baja efervescencia y resistencia a la compresión.

Las zonas donde actualmente se explotan canteras son Yura, Quishuarani y Añashuayco, en estos últimos sitios donde se desarrolla la mayor parte de las actividades extractivas. El ensayo termo mecánico, Incluye ensayo de temperatura variable, ensayo de velocidad constante y ensayo de resistencia a la compresión uniaxial.

Ensayo de resistencia a la compresión norma peruana para lechada: Ensayo de compresión uniaxial para evaluar la resistencia a la compresión de una muestra de 50 mm cúbicos según la norma técnica peruana NTP 334.051: Ensayo de compresión uniaxial para evaluar la tensión a compresión de probetas de mampostería de varias alturas según la norma peruana norma técnica NTP 399.605 2013.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación:

El estudio es aplicado al tratarse de la aplicación de conocimientos establecidos y validados, con normas de índole nacional e internacional, los artículos científicos recomiendan producir ladrillos de concreto y combinarlos en proporción porcentual utilizando rocas ígneas y no se afecte su diseño resistivo. La investigación aplicada es la investigación dirigida a resolver problemas específicos y prácticos de la sociedad. (22)

Dado que todos los datos obtenidos en campo y de laboratorio se han cuantificado cuantitativamente, se utiliza una técnica cuantitativa para comparar el grupo experimental con el grupo de control.

También hay un diseño cuasiexperimental diseñado para demostrar que, cuando se modifique la variable independiente, su efecto aparecerá sobre la variable dependiente y será investigado a fondo mediante ensayos de campo y laboratorio, y 200 hormigones modificados. Los ladrillos se hicieron con piedra cocida y luego se construyeron los muros bajos a su propia prueba.

Diseño cuasi-experimental es un programa de trabajo que intenta estudiar los efectos de un tratamiento y/o un curso de cambio sin asignar sujetos o unidades de observación según criterios de aleatorización. (23)

Así también Gonzales (2016) menciona que cuando no se puede conformar un grupo de control de forma aleatoria, se selecciona un grupo de comparación con similares características en localización, tamaño, entre otras variables.

Pertenece al nivel de interpretación, ya que se determina a partir de los resultados de las propiedades mecánicas de los muros de mampostería a partir de bloques de hormigón modificado con un agente oxidante, todos los métodos de ensayo son claros y aplicables a la normatividad vigente.

Según Arteaga (2020), los métodos cuantitativos son matemáticos, estadísticos o matemáticos, estadísticos o con mediciones objetivas de datos recopilados a través

de encuestas físicas y cuestionarios, o mediante el uso de tecnología informática para manipular datos estadísticos existentes. análisis numérico. (24).

### 3.2. Variables y operacionalización

**Variable independiente:** Ladrillos de concreto modificados con ignimbrita

#### Definición conceptual

Definición del concepto: Los ladrillos se denominan unidades de tamaño y peso, que se pueden operar con una sola mano y tienen menos del 30% de espacio libre.(25).

#### Definición operacional

Ahora se pueden utilizar ladrillos de hormigón resistentes hechos a mano con distintas dimensiones. Propiedades mecánicas, propiedades físicas y muestras a utilizar. Luego se divide en tres indicadores.

**Tabla 6:** Operacionalización de variable independiente

Variable	Dimensiones	Indicadores	Índice	Técnica/Instrumentos de recolección de datos
<b>Ladrillo de concreto modificado con ignimbrita.</b>	Propiedades Físicas del ladrillo	10%, 20% y 30%	Porcentaje de adición de ignimbrita	Observación y formatos de laboratorios
	Propiedades Mecánicas del Ladrillo	volumen de concreto	de	
	Porcentaje			

**Fuente:** Producción Propia

**Variable dependiente:** Comportamiento mecánico de muros de albañilería

#### Definición conceptual

La resistencia mecánica de los muros de mampostería se evalúa por ensayos de compresión axial (f'm) y cortante (v'm). El espesor de esta mampostería corresponde al nivel de resistencia real de la pared. (19).



## Definición operacional

Los ladrillos de hormigón hechos a mano resistentes ahora son manipulables con dimensiones características. Propiedades físicas, propiedades mecánicas y muestras a utilizar. A continuación, se subdivide en tres indicadores.

**Tabla 7:** Operacionalización de variable dependiente

Variable	Dimensiones	Indicadores	Índice	Técnica/Instrumentos de recolección de datos
Comportamiento Mecánico de muros de Albañilería	Resistencia a la Compresión axial Resistencia a la Compresión diagonal Resistencia a Corte Resistencia a la Flexión	Rotura por tensión Rotura por corte Rotura cónica	Mpa	Observación /formatos de laboratorios
		Falla por tensión en juntas Falla por deslizamiento Falla por tensión diagonal en ladrillos		

**Fuente:** Producción Propia

### 3.3. Población, muestra y muestreo

**población.** La definición de población forma parte del problema de encuesta y consiste en la identificación de los grupos que componen la suma de los elementos o sujetos que intervienen o intervienen en el problema de encuesta. Población 200 unidades concretas Definidas (26).

**Muestra** La muestra representa a toda la población y es un subconjunto representativo de la población en la que se realiza la encuesta. (21). Por lo tanto, en esta presente investigación se ha definido por doce muros bajos, hechos de ladrillos de hormigón modificados con Ignimbrita

**Muestreo.** El muestreo no probabilístico utiliza esos métodos no aleatorios para la extracción de muestras. En la mayoría de los casos, este muestreo implica el juicio del investigador. Los casos se eligieron principalmente porque están más disponibles y son más fáciles de estudiar. El principal valor del muestreo es la generación de conocimiento valioso cuando se aplica a una muestra. (27)

### 3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos

**Técnica.** Respecto a esta cláusula, Martínez (2018) señala que “el conjunto de medios, recursos e instrumentos utilizados para obtener y registrar información que será objeto de su posterior análisis y elaboración de resultados”.

Necesita saber cómo registrar correctamente la información recopilada. No solo debemos aprovecharla, sino que también debemos evitar que la información se diluya o se pierda y poder disponer de ella con fines de investigación. Cada tratamiento y análisis de la misma de la mejor manera cuando se utiliza (28). Los métodos de investigación son parte integral de la investigación científica y nos permiten recolectar y organizar la información”, dice Prieto (2018). En este estudio, utilizamos el método de observación porque es un método en el cual se puede confiar. Tiene un gran acercamiento a la verdad, ya que través de la observación pudimos ver la aplicación de todas las pruebas utilizadas a lo largo del proceso de investigación.

En la presente investigación, se utilizó un método de observación directa porque se realizó una revisión bibliográfica detallada y un estudio de las propiedades mecánicas de los muros de mampostería con referencia a la unidad de ladrillo de hormigón modificado en ignimbrita. De acuerdo con estas consideraciones, este estudio utilizó tecnología de observación directa.

**Instrumento de recolección de datos.** Para todas las variables se aplicaron ensayos en laboratorio, así también ensayos que se realizaron en campo, con el fin de la obtención de resultados reales, los ensayos que se realizaron fueron, análisis de granulometría a los agregados, análisis físico químico de la ignimbrita y con el fin de obtener una resistencia de  $f'c = 175$  o más, se ensayaron los hormigones en estado fresco y endurecido, y mediante la aplicación de estas pruebas se procedió al diseño mixto y refinamiento de hormigones ligeros no estructurados.  $kg/cm^2$ . De igual forma, según Sampieri (2014), “El momento en que se utilizan herramientas de medición para recopilar datos es una oportunidad para que los investigadores confronten hechos en el trabajo sobre conceptos y planes”. (30).

**validez.** Esta investigación ha sido validada por especialistas en el campo de la ingeniería civil, incluida la validación de dispositivos desarrollados para pruebas de laboratorio y de campo. Validación mediante la utilización de la firma y DNI de la Universidad de Ingeniería del Perú respectivamente. Según Villasis et al (2018), para la validez, “los resultados de la investigación se consideran válidos si la investigación es correcta.” (31). A continuación, se realizará una escala de validación instrumental en base al rango y magnitud aceptados. (32)

RANGO DE VALIDEZ	INTERPRETACION
0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy valida
0.72 a 0.99	Excelente Validez
1	Validez perfecta

**Figura 5:** Rangos e intervalos de aceptación de la evaluación (32)

**Tabla 8:** Validez de contenido de variables

N	GRADO ACADEMICO	APELLIDOS Y NOMBRES	CIP	PUNTUACION
1	Ingeniero Civil	Incacutipa Néstor; Vidal	80346	1
2	Ingeniero Civil	Puño Quispe; Eduardo	89241	1
3	Ingeniero Civil	Coila Añasco; Jorge Luis	120002	1

De acuerdo con la Tabla 8, el resultado promedio del análisis de validez realizado por los expertos tuvo un resultado de 1, que representa un orden de magnitud de excelente validez, ver Anexo número 3 para la tabla resumen.

**Confiabilidad.** Para asegurar la precisión de la investigación actual, se suministran las certificaciones de calibración de los equipos del laboratorio. Esta documentación está actualizada y precisa. Adicionalmente, el equipo fue probado en un laboratorio reconocido para mejorar su confiabilidad.

Según la revista (33) "La confiabilidad demuestra que los resultados obtenidos al aplicar un dispositivo son realmente útiles, sólidos y consistentes". (34) Hablar de efectividad "implica preparar muchos proyectos, consultar a expertos y

correlacionar proyectos entre sí para seleccionar mejores proyectos en pruebas piloto".



**Figura 6:** Interpretación de un coeficiente de confiabilidad (35)

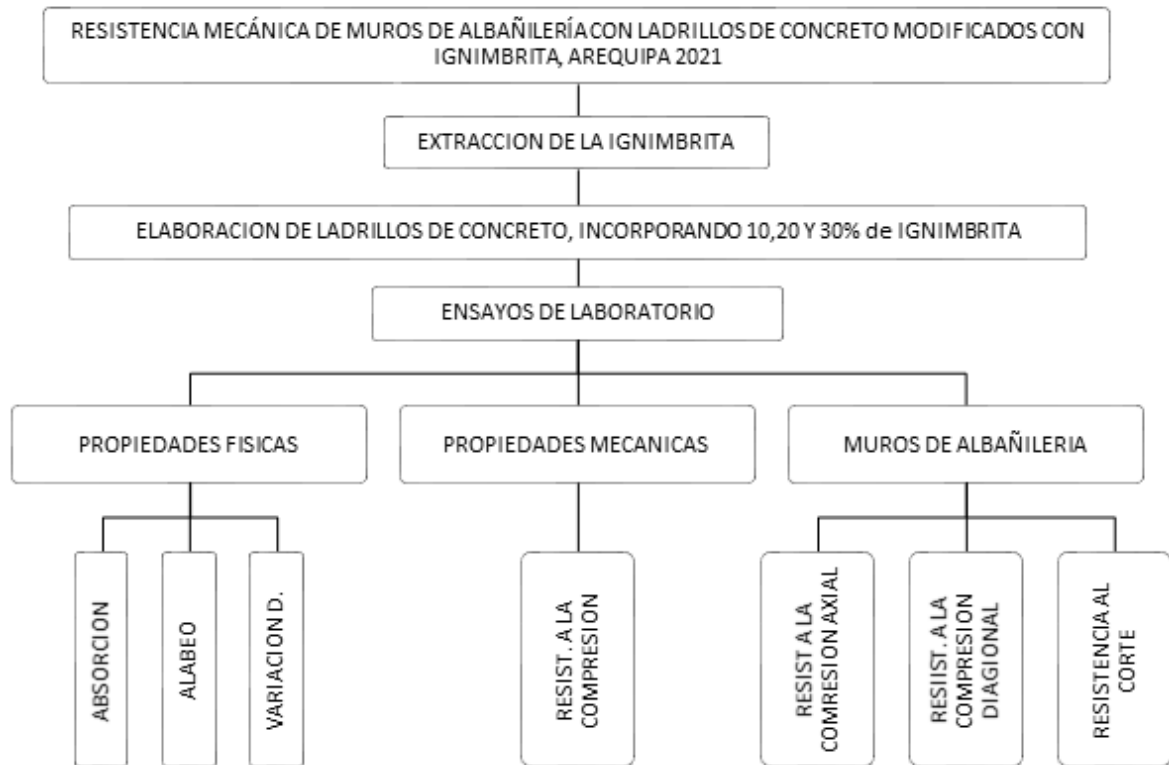
### 3.5. Procedimientos de datos

El método de recopilación de información es focalizar el área donde se extrae la muestra de ignimbrita en el talud de la cantera Añashuayco y recolectar los desechos eliminados de ignimbrita. Seguidamente se procedió a la limpieza, trituración, selección, luego tamizado, luego análisis físico. Una vez realizados los pasos anteriores, se elaborará un diseño de mezcla para la producción de ladrillos, teniendo en cuenta lo que indica la NTP para los Agregados del Concreto. Luego se procederá a la fabricación de los ladrillos de concreto, y se realizarán sus respectivas pruebas a las unidades a los 7, 14 y 28 días. Por último, se fabricarán los muros y se realizarán sus ensayos de compresión axial, cortante y flexión a los 28 días.

#### 3.5.1 Estudios previos

Se investigarán las normas nacionales vigentes, a saber, la NORMA TÉCNICA PERUANA, así como la norma internacional ASTM American Society for Testing and Materials.

Prueba o Ensayo	Norma	Ubicación
Variación dimensional con adición de ignimbrita	NTP 399.604	Anexo 4.5
Alabeo de ladrillos	NTP 339.613	Anexo 4.9
Absorción de ladrillos	NTP 331.017	Anexo 4.8
Densidad	NTP 399.604	Anexo 4.6
Resistencia a la compresión de pilas de albañilería	NTP 339.605	Anexo 4.11
Resistencia a la compresión diagonal	NTP 339.605	Anexo 4.12
Resistencia al corte de prismas de albañilería	NTP 339.605	Anexo 4.10



**Figura 7:** Flujoograma análisis de las unidades de ladrillo de concreto modificado con ignimbrita.

### 3.6. Método de análisis de datos

Los datos serán analizados en base a la Norma Técnica Peruana, la cual especifica los parámetros de albañilería que cumplen con los estándares mínimos establecidos por la norma.

En base a la información obtenida en laboratorio se realizó el análisis correspondiente mediante una tabla numérica en el programa Microsoft Excel indicando el porcentaje de quema de reposición del agregado utilizado para la fabricación de los bloques de concreto utilizados para el muestreo. muro. Se realizaron ensayos de compresión axial, compresión diagonal y cortante correspondientes a cada pilote y/o prisma construido para determinar si la hipótesis planteada en este estudio era correcta o incorrecta.

## Obtencion de ignimbrita

Previo a la recolección de la ignimbrita, se efectuó un procedimiento para su manipulación y se utilizó el siguiente equipo de protección personal: zapatos de seguridad, guantes, overol, lentes de seguridad y un botiquín de primeros auxilios para estar preparados ante cualquier tipo de incidente o accidente que pueda suscitar durante la fase de recolección del material. El procedimiento se inició con la búsqueda del insumo en la cantera de Añashuayco, donde se conserva en montículos.

Para el proceso de trituración se tritura la ignimbrita, tratando de darle una forma similar a los agrgados comunes, con que se fabrican los ladrillos de concreto.



**Figura 8:** Proceso extraccion y trituracion de la ignimbrita

**Fuente:** Producción Propia

La determinación de la resistencia axial a compresión de muros de mampostería construidos con ladrillos de hormigón agente de relleno.

Los ladrillos de hormigón se prepararon reemplazando la ignimbrita por agregados en porcentajes de 10%, 20% y 30%. Para la fabricación de ladrillos con 10%, 20% y 30% del material ignimbrita obtenido, se fabricaron ladrillos de hormigón similares a los ladrillos en forma de diamante pero sin agujeros.

## Propiedades físicas de los agregados

### Contenido de humedad

Este ensayo se realiza en laboratorio para piedras trituradas y arena fina, materiales trasladados al laboratorio, de acuerdo con la norma ASTM C 566. Estos datos de la cantera se utilizarán para el diseño de mezcla.

### Diseño de Mezcla de Concreto

El diseño de la mezcla se realizó utilizando el método ACI Comité 211, que indica cantidades y proporciones de mezcla de 01 metros cúbicos de concreto, teniendo en cuenta los siguientes factores: resistencia a la compresión de  $f' c=175 \text{ kg/cm}^2$ , consistencia plástica, cemento tipo IP, aire no incorporado, diseño híbrido (hormigón estándar 3/8" TMN), volumen calculado, instrucciones detalladas para los ladrillos de hormigón, se obtuvo información necesaria para el diseño a partir de resultados de laboratorio sobre agregados, e información de cemento de fichas técnicas, el agua utilizada fue agua potable, luego de obtener el volumen total de agregados, se partió con 10%, 20% y 30% por ciento agregado a ignimbrita.

**Tabla 9:** Diseño de mezcla de concreto convencional MN 3/8

Diseño de mezcla n°1		
Resistencia a la compresión Mínima	$f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$	
Tamaño Máximo Nominal	TMN=3/8"	
Asentamiento	Slump=2" – 4"	
Selección del Volumen de Agua	205 lt	
Selección del Volumen de Aire	2.00%	
Relación agua/cemento	0.628	
Peso del Cemento para 1 m <sup>3</sup>	326.4 kg	
Volumen Piedra Triturada	0.506 m <sup>3</sup>	
Peso de Piedra Triturada	895 kg	
Volumen Agregado Fino	0.154 m <sup>3</sup>	
Peso del Agregado Fino	395.8 kg	
<b>Corrección de Peso por Humedad de los Agregados</b>		
Peso de Piedra Triturada	895 kg	
Peso de Agregado Fino	396 kg	
<b>Corrección por Absorción de Agregados</b>		
Volumen de Agua Corregida	210 lt	
<b>Dosificación para 1 metro Cubico de Concreto</b>		
<b>Materiales</b>	<b>Peso Corregido (kg)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>
<b>Cemento</b>	327	0.11
<b>Piedra Triturada</b>	911	0.52
<b>Agregado Fino</b>	406	0.16
<b>Agua</b>	210	0.21

**Fuente:** Producción Propia

Para efectuar el diseño de mezclas adicionando ignimbrita, teniendo en consideración que el peso específico de la ignimbrita es de 2.040 kg/m<sup>3</sup>, del volumen total de concreto, se realizara el cálculo de los porcentajes.



**Tabla 10:** Cantidad de ignimbrita para una unidad de ladrillo

Cantidad para ladrillo de (9 x 13 x 22) cm		
Porcentaje	m <sup>3</sup>	kg
100%	0.002574	5.25096
10%	0.0002574	0.525096
20%	0.0003861	0.787644
30%	0.0005148	1.050192

**Fuente:** Producción Propia

**Tabla 11:** Diseño de mezcla de concreto con 10% de ignimbrita adicionado

Diseño de mezcla n°2		
Resistencia a la compresión Mínima	f <sub>c</sub> = 175 kg/cm <sup>2</sup>	
Tamaño Máximo Nominal	TMN=3/8"	
Asentamiento	Slump=2" – 4"	
Selección del Volumen de Agua	205 lt	
Selección del Volumen de Aire	2.00%	
Relación agua/cemento	0.628	
Peso del Cemento para 1 m <sup>3</sup>	326.4 kg	
Volumen Piedra Triturada	0.506 m <sup>3</sup>	
Peso de Piedra Triturada	895 kg	
Volumen Agregado Fino	0.154 m <sup>3</sup>	
Peso del Agregado Fino	395.8 kg	
Corrección de Peso por Humedad de los Agregados		
Peso de Piedra Triturada	895 kg	
Peso de Agregado Fino	396 kg	
Corrección por Absorción de Agregados		
Volumen de Agua Corregida	210 lt	
Dosificación para 1 metro Cubico de Concreto		
Materiales	Peso Corregido (kg)	Volumen (m <sup>3</sup> )
Cemento	327	0.11
Piedra Triturada	911	0.52
Agregado Fino	406	0.16
Ignimbrita	204	0.1
Agua	210	0.21

**Fuente:** Producción Propia

**Tabla12:** Diseño de mezcla de concreto con 20% de ignimbrita adicionado

Diseño de mezcla n°3		
Resistencia a la compresión Mínima	f <sub>c</sub> = 175 kg/cm <sup>2</sup>	
Tamaño Máximo Nominal	TMN=3/8"	
Asentamiento	Slump=2" – 4"	
Selección del Volumen de Agua	205 lt	
Selección del Volumen de Aire	2.00%	
Relación agua/cemento	0.628	
Peso del Cemento para 1 m <sup>3</sup>	326.4 kg	
Volumen Piedra Triturada	0.506 m <sup>3</sup>	
Peso de Piedra Triturada	895 kg	
Volumen Agregado Fino	0.154 m <sup>3</sup>	
Peso del Agregado Fino	395.8 kg	
Corrección de Peso por Humedad de los Agregados		
Peso de Piedra Triturada	895 kg	
Peso de Agregado Fino	396 kg	
Corrección por Absorción de Agregados		
Volumen de Agua Corregida	210 lt	
Dosificación para 1 metro Cubico de Concreto		
Materiales	Peso Corregido (kg)	Volumen (m <sup>3</sup> )
Cemento	327	0.11
Piedra Triturada	911	0.52
Agregado Fino	406	0.16
Ignimbrita	306	0.2
Agua	210	0.21

**Fuente:** Producción Propia

**Tabla 13:** Diseño de mezcla de concreto con 30% de ignimbrita adicionado

Diseño de mezcla n°4		
Resistencia a la compresión Mínima	f <sub>c</sub> = 175 kg/cm <sup>2</sup>	
Tamaño Máximo Nominal	TMN=3/8"	
Asentamiento	Slump=2" – 4"	
Selección del Volumen de Agua	205 lt	
Selección del Volumen de Aire	2.00%	
Relación agua/cemento	0.628	
Peso del Cemento para 1 m <sup>3</sup>	326.4 kg	
Volumen Piedra Triturada	0.506 m <sup>3</sup>	
Peso de Piedra Triturada	895 kg	
Volumen Agregado Fino	0.154 m <sup>3</sup>	
Peso del Agregado Fino	395.8 kg	
Corrección de Peso por Humedad de los Agregados		
Peso de Piedra Triturada	895 kg	
Peso de Agregado Fino	396 kg	
Corrección por Absorción de Agregados		
Volumen de Agua Corregida	210 lt	
Dosificación para 1 metro Cubico de Concreto		
Materiales	Peso Corregido (kg)	Volumen (m <sup>3</sup> )
Cemento	327	0.11
Piedra Triturada	911	0.52
Agregado Fino	406	0.16
Ignimbrita	408	0.3
Agua	210	0.21

**Fuente:** Producción Propia

Propiedades físicas del ladrillo artesanal con adición de ignimbrita

Cambio dimensional

El número de especímenes analizados fue de 10 unidades de polvo limpio por cada % de adición de ignimbrita. Todas las caras correspondientes se midieron 4 veces

para cada cara y midieron aproximadamente 1 mm. Los 0,5 mm más cercanos. Luego, a este promedio se le restaron las medidas del ladrillo hecho a mano para obtener los valores de la variable en %.

**Tabla 14:** Resumen de datos obtenidos de la prueba de variación dimensional para cada % de adición de ignimbrita

		% DE IGNIMBRITA			
		L0 0%	L10%	L20%	L30%
DIMENSIONES PROMEDIO (mm)	Largo		2002	2016	2008
	Ancho		1003	1004	1003
	Altura		694	685	681

**Fuente:** Elaboracion propia

Clasificación del ladrillo por variación dimensional.

**Tabla 15:** Clasificación de ladrillos por variación dimensional.

Clase de unidad de albañilería para fines estructurales						
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN $f'_b$ mínimo en MPa	
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		(kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta	
Ladrillo I	±8	±6	±4	10	4,9 (50)	
Ladrillo II	±7	±6	±4	8	6,9 (70)	
Ladrillo III	±5	±4	±3	6	9,3 (95)	
Ladrillo IV	±4	±3	±2	4	12,7 (130)	
Ladrillo V	±3	±2	±1	2	17,6 (180)	
Bloque P	±4	±3	±2	4	4,9 (50)	
Bloque NP	±7	±6	±4	8	2,0 (20)	

Muros portantes Muros no portantes NP

**Fuente:** NTP E070

## Alabeo

NTP recomienda considerar cuatro casos de deformación superficial (cóncavo, borde cóncavo) y (convexo, borde convexo).

En ambos casos, la regla recta se coloca en ángulo sobre el ladrillo y se mide la deformación existente.

**Tabla 16:** Resumen de resultados para cada % de sustitución del agregado por ignimbrita

Ladrillo con ignimbrita (%)	Alabeo prom. (mm)	
	CONV	CONC
L0 (0%)	0.7	0.9
L1 (10%)	0.43	0.8
L2 (20%)	0.73	0.75
L3 (30%)	0.73	0.98

**Fuente:** Elaboración propia

Clasificación del ladrillo por alabeo

**Tabla 17:** Clasificación de ladrillos por alabeo.

% De ignimbrita	Alabeo max. (mm.)	Clasificación según ntp e.070
0%	0.9	V
10%	0.8	V
20%	0.757	V
30%	0.98	V

**Fuente:** NTP E 070

## Absorción

El grado de absorción es expresado porcentualmente y calculado con el procedimiento siguiente según NPT399.613.

$$A = \frac{Ph - Ps}{P_{sj}} \times 100$$

Donde:

A : Absorción

Ph : Peso Saturado

Ps : Peso seco

#### Fabricación de pilas de ladrillo y prueba a compresión

Se construyeron 03 Pilas de tejas de hormigón tipo King Kong de 41 cm de alto, 21,5 cm de largo y 12 cm de ancho se construyeron y recubrieron con mortero SikaMur listo para usar para asegurar las mismas propiedades en todas las muestras una vez secas las tejas. Se aplicó una capa con mortero en las superficies superior e inferior del pilote, ambas superficies se nivelaron horizontalmente y se probaron para determinar la resistencia a la compresión de cada una de los pilotes, esto para evitar fallas inducidas.



**Figura 9:** Pila de ladrillo



**Figura 10:** Prueba a compresión uniaxial

**Fuente:** Elaboracion propia

Determinación de la Varianza de la Resistencia a la Compresión Inclinada de Muros de Mampostería con Ladrillos de Concreto con adición de ignimbrita.

Añadir diferentes porcentajes (10%, 20% y 30%) de ignimbrita para hacer ladrillos. Este procedimiento es igual al descrito en el ítem "Determinación del Cambio de Resistencia a la Compresión de Muros de Ladrillo de Concreto con ignimbrita adicionado.

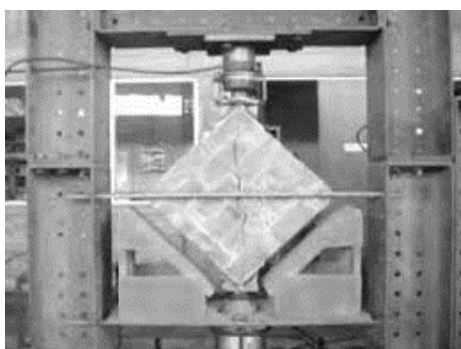
## Propiedades físicas del ladrillo de concreto con adición de ignimbrita

Esta investigación se logró anticipadamente en determinación de las variaciones de la resistencia a la compresión de muros de bloques de hormigón con adición de ignimbrita.

### Fabricación de prismas de ladrillo para ensayos de compresión diagonal.

Se utilizaron ladrillos de hormigón hechos a mano del tipo King Kong, de 21,5 cm de largo, 12 cm de ancho, 9,5 cm de espesor, y se realizó con cemento de espesor suficiente para evitar irregularidades en la superficie.

Dimensiones del poste: alto 620 mm, largo 620 mm, espesor 120 mm. Se realizó una prueba para determinar la resistencia al corte de cada poste.



**Figura 11:** Prisma de ladrillo de concreto

La resistencia de la mampostería a la compresión axial ( $f_m$ ) y cortante ( $\tau_m$ ) se determinará empíricamente (usando tablas o historial de resistencia unitaria) o mediante ensayo de prisma, dependiendo de la importancia del edificio y la importancia de la zona sísmica

**Tabla 18:** Métodos para determinar  $f_m$  y  $\tau_m$

Métodos para determinar $f_m$ y $\tau_m$									
Resistencia característica	Edificios de 1 a 2 pisos			Edificios de 3 a 5 pisos			Edificios de mas de 5 pisos		
	Zona Sísmica			Zona Sísmica			Zona Sísmica		
	3	2	1	3	2	1	3	2	1
$(f_m)$	A	A	A	B	B	A	B	B	B
$(\tau_m)$	A	A	A	B	A	A	B	B	A

Al erigir complejos de edificios, la resistencia de la mampostería  $f$  debe verificarse mediante pruebas de laboratorio antes y durante el trabajo. Las pruebas previas al trabajo se llevan a cabo en cinco especímenes. La durabilidad se prueba durante la construcción.

Los prismas se fabricarán en el sitio utilizando el mismo contenido de humedad, la misma consistencia del mortero, las juntas del mismo grosor y la misma calidad de mano de obra que las unidades de mampostería que se utilizarán en la construcción final.

En el caso de una mampostería con celdas alveolares a rellenar con hormigón líquido, las celdas de celdas prismáticas y las celdas de murete se rellenarán con hormigón líquido. En ausencia de mampostería de unidades de nido de abeja rellenas, las unidades de panal de abejas de las unidades prismáticas y las unidades de pared baja permanecerán vacías.

Los prismas tendrán una cara de yeso de cemento de espesor suficiente para corregir las irregularidades de la superficie de mampostería.

Los prismas se almacenan durante 28 días a una temperatura de al menos 10 °C. Los prismas pueden someterse a ensayo con una edad inferior a la nominal de 28 días, pero no inferior a 14 días; en este caso, la resistencia característica se obtiene aumentándola en los factores especificados.

INCREMENTO DE $f'$ y $v'$ POR EDAD $m m$			
Edad		14 días	21 días
Muretes	Ladrillos de arcilla	1,15	1,05
	Bloques de concreto	1,25	1,05
Pilas	Ladrillos de arcilla y Bloques de concreto	1,10	1,00



Para crear ladrillos, incluya 10 por ciento, 20 por ciento y 30 por ciento de ignimbrita. Este método es idéntico al descrito en determinación del cambio en la resistencia a la compresión de paredes de ladrillos de concreto con encendedor agregado.

Propiedades físicas de bloques de hormigón con adición de ignimbrita Esta información se obtuvo anteriormente en la sección Determinación de la variación de la resistencia a compresión de muros de bloques de hormigón con adición de ignimbrita.

Producción de prismas de ladrillo para pruebas de presión.

Utilice un bloque de hormigón en forma de diamante de 21,5 cm de largo, 12 cm de ancho y 9,5 cm de espesor. Las juntas están compuestas por mortero SikaMur, rematadas con dos esquinas opuestas del prisma que entran en contacto con el aplicador de carga, y rematadas con espesores del material cemento adecuados para evitar imperfecciones superficiales. Se realizaron pruebas para establecer la resistencia al corte de cada prisma, que medía 620 mm de altura, 620 mm de ancho y 120 mm de profundidad.



**Figura 12:** Prisma de ladrillo



**Figura 13:** Prueba a compresión corte o diagonal

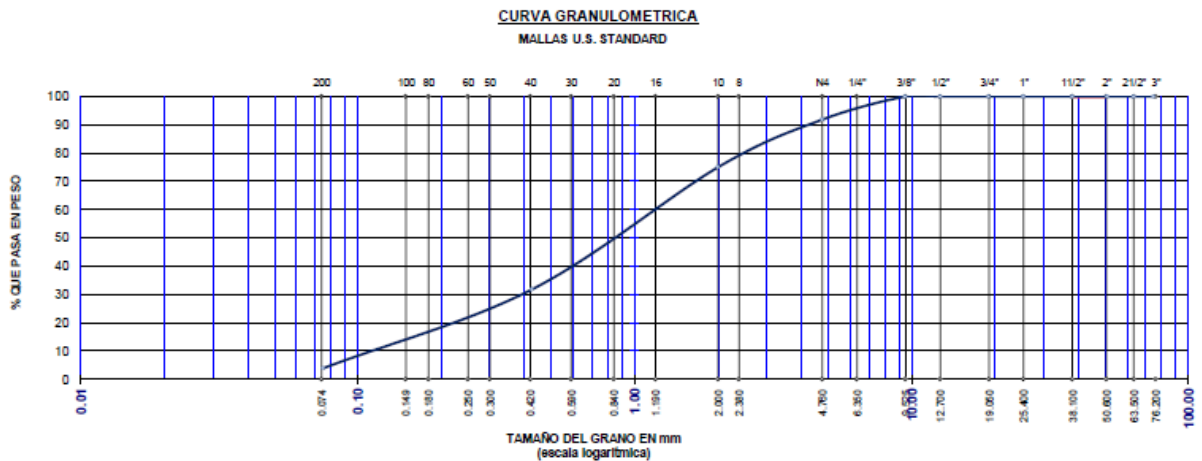
**Fuente:** Producción Propia

**Tabla 19:** Granulometría de los agregados:

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	MTC	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00		CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 3.89 LÍMITE LÍQUIDO (LL) : NP LÍMITE PLÁSTICO (LP) : NP ÍNDICE PLÁSTICO (IP) : NP CLASIFICACIÓN (SUCS) : SP CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-1-b (0)
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/4"	6.350						
No4	4.760	44.56	8.18	8.18	91.82		
No8	2.380						
No10	2.000	91.65	16.83	25.01	74.99		
No16	1.190						
No20	0.840						
No30	0.590						
No40	0.425	235.46	43.24	68.25	31.75		
No 50	0.300						
No60	0.260						
No80	0.180						
No100	0.149						
No200	0.075	151.65	27.85	96.10	3.90		
BASE		21.24	3.90	100.00	0.00		
TOTAL		544.56	100.00				
% PERDIDA		3.90	0.72				

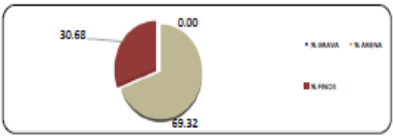
% GRAVA	8.18	% ARENA	87.92	% FINOS	3.90
D 10 =	0.152	D 30 =	0.403	D 60 =	1.454
Cu =	0.59	Cc =	0.74	OBSERVACIONES :	



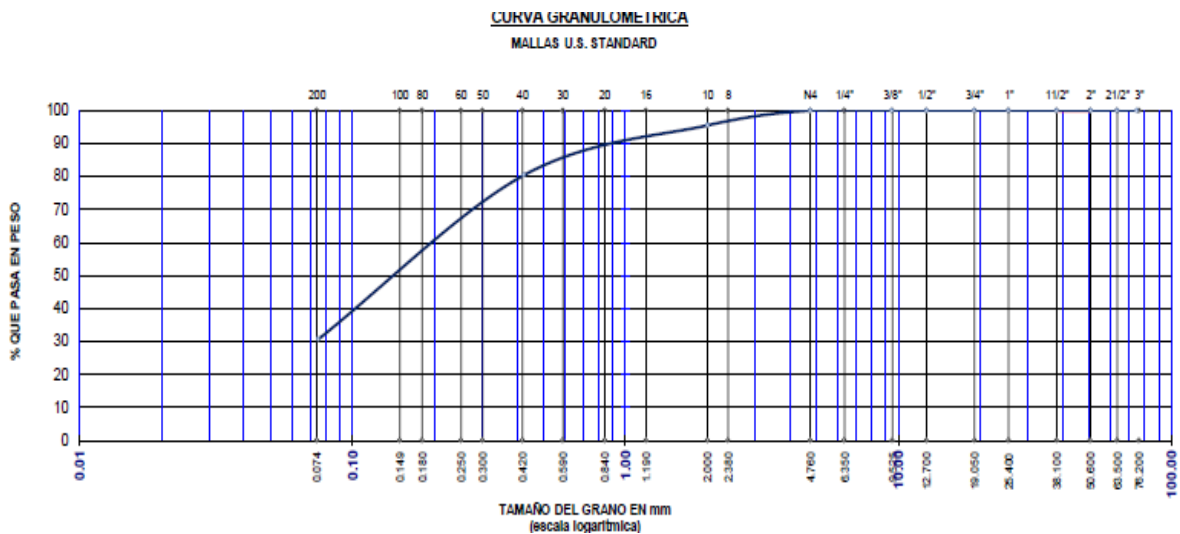
**Figura 14:** Diagrama de curva granulométrica de agregados  
**Fuente:** Ensayos de laboratorio realizados por el autor.

La granulometría del agregado fino, señala que el agregado empleado para hacer los ladrillo de concreto con adición de ignimbrita, se encuentra dentro del rango de uso aceptable según la ASTM D 422. C 177.

**Tabla 20:** Análisis granulométrico de la ignimbrita

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	MTC	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00		CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : LÍMITE LÍQUIDO (LL) : LÍMITE PLÁSTICO (LP) : ÍNDICE PLÁSTICO (IP) : CLASIFICACIÓN (SUCS) : CLASIFICACIÓN (AASHTO) :
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/4"	6.350						
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		
No8	2.380						
No10	2.000	22.56	4.51	4.51	95.49		
No16	1.190						
No20	0.840						
No30	0.590						
No40	0.425	75.46	15.09	19.60	80.40		
No 50	0.300						
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149						
No200	0.075	248.56	49.71	69.32	30.68		
BASE		153.42	30.68	100.00	0.00		
TOTAL		500.00					
% PERDIDA		30.68	6.14				
							% GRAVA 0.00    % ARENA 69.32    % FINOS 30.68 D 10 = —    D 30 = —    D 60 = 0.281 Cu = —    Cc = — OBSERVACIONES :

**Fuente:** Ensayos de laboratorio realizados por el autor



**Figura 15:** Diagrama de curva granulométrica de agregado ignimbrita

**Fuente:** Ensayos de laboratorio realizados por el autor

La granulometría al material ignimbrita, señala que el material empleado para hacer los ladrillo de concreto con adición de ignimbrita, se encuentra dentro del rango de uso aceptable según la ASTM D 422. C 177.

**Tabla 21:** Resumen variación dimensional

	Patrón	10%	20%	30%
Largo(mm)	2016	2002	2016	2016
Ancho(mm)	1003	1003	1004	1003
Altura(mm)	694	694	685	694

**Fuente:** Ensayos de laboratorio realizados por el autor

La variación dimensional respecto del largo señala que existe una variación en la muestra que contiene 10%, la cual tiene una diferencia de 0014mm respecto a la muestra patrón y las otras muestras con adición. Respecto al ancho las muestras no presentan diferencia considerable frente a la muestra patrón; en lo consiguiente a la altura, la muestra que contiene 20% presenta una variación de 009mm con respecto a la muestra patrón y las otras muestras con adición de ignimbrita.

**Tabla 22:** Contenido de humedad

patrón	10%	20%	30%
13.05	13.63	21.99	15.22

**Fuente:** Ensayos de laboratorio realizados por el autor

La variación con respecto a la humedad, nos señala que la muestra que contiene 20% de ignimbrita tiene 21.99% de contenido de humedad la cual es la más alta frente a las demás muestras.

**Tabla 23:** Resumen de alaveo

ladrillo King Kong macizo					
		Muestra Patrón	10%	20%	30%
1	Concavidad Extremo	0.18	0.16	0.18	0.15
	Convexidad Extremo	0.07	0.09	0.07	0.06
2	Concavidad Extremo	0.16	0.18	0.16	0.18
	Convexidad Extremo	0.09	0.08	0.09	0.08
3	Concavidad Extremo	0.19	0.17	0.19	0.15
	Convexidad Extremo	0.09	0.09	0.09	0.07
Promedio	Concavidad Extremo	0.18	0.17	0.18	0.16
	Convexidad Extremo	0.08	0.09	0.08	0.07

**Fuente:** Ensayos de laboratorio realizados por el autor

En cuanto al alabeo presenta en el ensayo de concavidad extrema una ligera variación de 0.01mm entre cada muestra de 0.08, 0.09 0.08 y 0.07 para la muestra patrón, 10%,20% y 30%respectivamente; del mismo modo en convexidad extrema 001mm de variación entre cada muestra 0.18,0.17,0.18, y 0.16 para la muestra patrón, 10%,20% y 30%respectivamente.

**Tabla 24:** Resumen de absorción (%)

Muestra Patrón	10%	20%	30%
21.39	14.37	22.96	20.75

**Fuente:** Ensayos de laboratorio realizados por el autor

Como podemos observar la muestra con 10% de adición de ignimbrita presenta menor porcentaje de absorción frente a la muestra patrón y las demás muestras con adición de ignimbrita de 20% y 30% las cuales presentan un porcentaje de entre los 20.75% y 22.96% de humedad respectivamente.

**Tabla 25:** Cuadro de resumen de resistencia a la compresión del ladrillo (%)

<i>Resistencia a la compresión del ladrillo</i>			
muestra patrón	10%	20%	30%
73.76	77.18	80.78	78.06

**Fuente:** Ensayos de laboratorio realizados por el autor

En cuanto a la resistencia a la compresión los ladrillos de concreto con adición de ignimbrita podemos observar que la muestra patrón presenta menor resistencia a la compresión con 73.76 kg/cm<sup>2</sup>, y la muestra con 20% de adición 80.78 kg/cm<sup>2</sup> siendo la que soporta mayor esfuerzo; a partir de esta combinación la resistencia empieza a caer.

**Tabla 26:** resumen de densidades del ladrillo

<i>Densidad del ladrillo gr/cm<sup>3</sup></i>			
muestra patrón	10%	20%	30%
1.311	1.334	1.338	1.35

**Fuente:** Ensayos de laboratorio realizados por el autor

En cuanto a la densidad los resultados obtenidos señalan que la densidad aumenta en relación a la adición de la ignimbrita.

### **3.7. Aspectos éticos**

En esta encuesta se consideró el respeto a las compilaciones bibliográficas de diferentes autores y se realizaron las citas correspondientes. Asimismo, se tuvo en cuenta la confidencialidad de los participantes durante la realización de este estudio. Una vez más, respete la originalidad y gane al menos un 25 % como índice de similitud proporcionado por el software de Turnitin.

## **IV. RESULTADOS**

### **Descripción del área de estudio**

La tesis tuvo un área de estudio, ubicada en: Arequipa.

Departamento: Arequipa.

Distrito: Cerro Colorado

Área geográfica: Sur.

### **Ubicación del proyecto**

Este tratado se llevó a cabo específicamente en el distrito de Cerro Colorado, en el sector APIPA 16 con coordenadas 16° 20'31" S, 71° 37'41" O y altitud 2415 msnm se ubica exactamente en el lote N° 15Mz. E.

### **Limites**

Cerro Colorado, es un distrito que pertenece al Departamento Arequipa, uno de los 29 distritos que conforman el mencionado departamento, con una población total de 19.954 con una densidad de 1.131,81 hab/km<sup>2</sup> (36).

Colindancias distritales:

Distritos de Yanahuara y Sachaca al sur

Distrito de Yura al norte

Distrito de Caima al este

Distrito de Uchumayo al oeste

## Ubicación geográfica



**Figura 16:** Localización de la Región de Arequipa



**Figura 17:** Lugar de estudio  
A.P.I.P.A. Sector 16 – Distrito  
Cerro Colorado

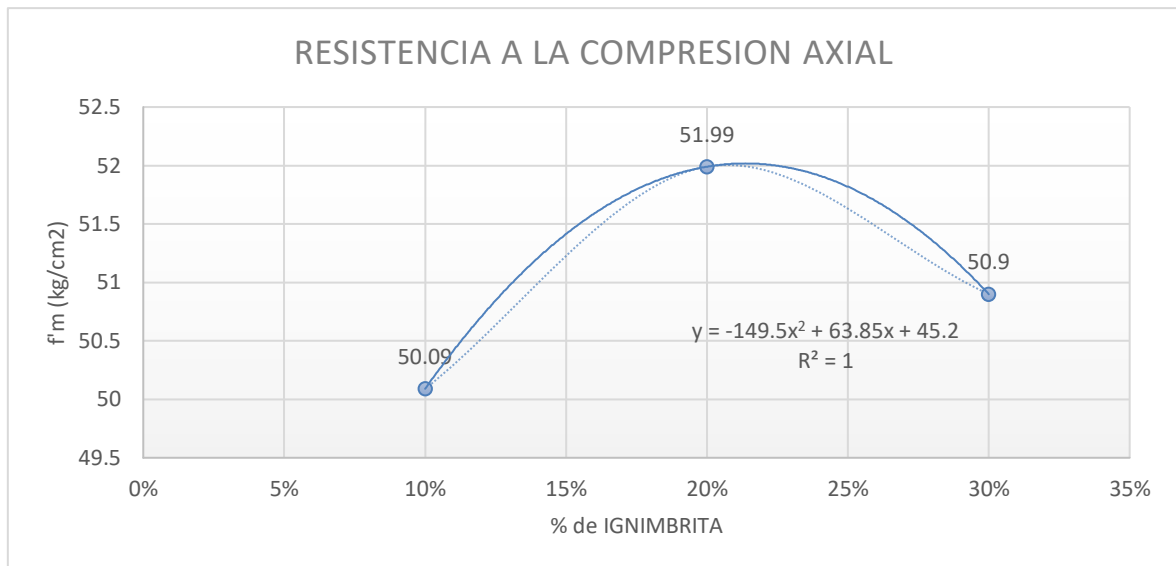
4.1. Determinación de la variación de la resistencia a compresión axial de muros de mampostería utilizando ladrillos modificados ignimbrita Arequipa 2021.

4.1.1 Pilas de ladrillo fabricadas con adición de ignimbrita Ensayo de compresión direccional (0%, 10%, 20% y 30%).

**Tabla 27:** Resumen de resultados para cada % de la prueba de compresión axial de ignimbrita.

PILAS CONSTRUIDAS CON LADRILLOS DE CONCRETO CON IGNIMBRITA EN %	PROMEDIO (fm)	DESVIACION ESTANDAR ( $\delta$ )	f'm (Kg/cm <sup>2</sup> )	C. V. (%)
0%	46.86	0.54	37.18	1.46
10%	50.09	1.67	51.94	4.02
20%	51.99	2.97	54.01	6.72
30%	50.90	3.59	50.87	14.73





**Figura 18:** Tendencia de la variación de la resistencia a la compresión axial

Interpretación.

Como puede verse en la Tabla 27 y la Figura número 18, la resistencia a la compresión axial aumenta considerablemente con el aumento del porcentaje de adición de ignimbrita, entre 10 % y 20 %, pero aumenta cuando la adición de ignimbrita aumenta al 30 %. La compresión tiende a aumentar hasta que cae por debajo de la fuerza estándar con la adición de 0% de encendedor.

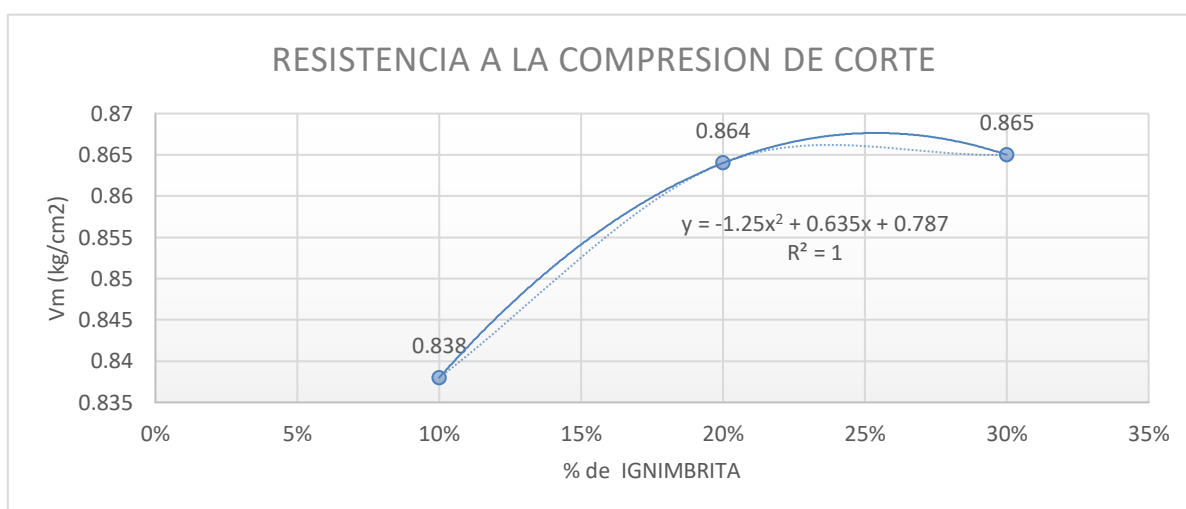
La mayor resistencia a la compresión axial obtenida es de 51.99 kg/cm<sup>2</sup> +/- 2.97 kg/cm<sup>2</sup> con la adición de un 20 % de ignimbrita como medida del peso del ladrillo.

#### **4.2. Determinación de la variación de la resistencia a la compresión de corte de los muros construidos con ladrillos modificados con ignimbrita, Arequipa 2021.**

4.2.1 Prueba a la compresión a corte de prismas de ladrillo fabricado con ignimbrita (0%, 10%, 20% y 30%).

**Tabla 28:** Resumen de resultados para cada % de adición de ignimbrita, ensayo de resistencia a la compresión a corte

PRISMAS ELABORADAS CON LADRILLOS ADICIONADOS CON IGNIMBRITA	PROMEDIO (Vm)	DESVIACION ESTANDAR ( $\delta$ )	V'm (Kg/cm <sup>2</sup> )	C. V. (%)
0%	0.813	0.05	0.82	1.56
10%	0.838	0.05	0.849	1.36
20%	0.864	0.2	0.867	4.87
30%	0.865	0.12	0.874	3.82



**Figura 19:** Tendencia de la variación de la resistencia a la compresión corte.

Interpretación.

Como se puede ver en la Tabla 28 y la Figura número 19, la resistencia a la compresión al corte aumenta considerablemente con el porcentaje de adición de ignimbrita entre 10%, 20% y 30%.

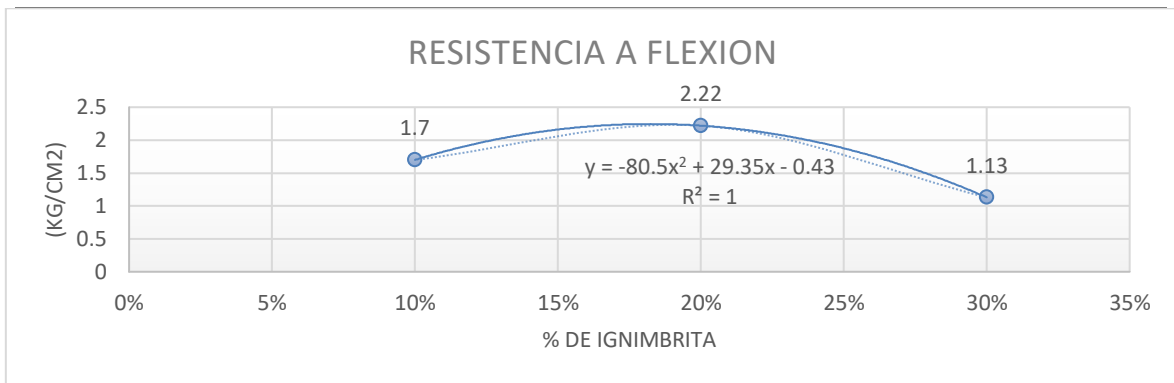
La resistencia a la compresión corte más alta obtenida es de 0.865 kg/cm<sup>2</sup> +/- 0,12 kg/cm<sup>2</sup>, con un 30% de ignimbrita añadido al peso del ladrillo.

#### 4.3. Determinación del cambio en la resistencia a flexión de muros construidos con ladrillos modificados con ignimbrita, Arequipa 2021.

4.3.1 Prueba a flexión de prismas de ladrillo fabricado con ignimbrita (0%, 10%, 20% y 30%).

**Tabla 29:** Resumen de resultados para cada % de adición de ignimbrita prueba a flexión.

Prismas construidos con ladrillos adicionados con ignimbrita en %	Promedio esfuerzo a flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación estándar ( $\delta$ )	V'm (kg/cm <sup>2</sup> )	C. V. (%)	Módulo de corte (g)
<b>0%</b>	1.27	0.05	1.02	1.56	7950
<b>10%</b>	1.70	0.05	1.65	1.36	8200
<b>20%</b>	2.22	0.2	2.02	4.87	14520
<b>30%</b>	1.13	0.12	1.01	3.82	17520



**Figura 20:** Tendencia de la variación de la fuerza a corte.

Interpretación.

De la tabla 30 y la figura numero 20, podemos observar que la resistencia a flexión acrecienta en relación al porcentaje de adición de ignimbrita en las proporciones de entre 10% y 20%, pero al aumentar la adición de ignimbrita a 30% la resistencia al corte tiende a disminuir considerablemente hasta debajo de la fuerza patrón con 0% de adición de ignimbrita.

La mayor resistencia a la flexión obtenido es de 2.22 kg/cm<sup>2</sup> +/- 0.2 kg/cm<sup>2</sup> con una adición de 20 % de ignimbrita en relación al peso del ladrillo.

#### **4.4. Determinación de la variación del comportamiento mecánico de muros de albañilería con ladrillos modificados con ignimbrita, Arequipa 2021.**

4.4.1 Propiedades Físicas del ladrillo, propiedades Mecánicas del Ladrillo y porcentaje.

**Tabla 30:** Comportamiento mecánico de muros de albañilería

Resistencia mecánica de muros de albañilería	Resistencia a la compresión	Resistencia a la compresión a corte	Resistencia a la flexión
	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
LCM-PATRON	46.86	0.813	1.27
LCM-10%	50.09	0.838	1.70
LCM-20%	51.99	0.864	2.22
LCM-30%	50.90	0.865	1.13

En la tabla 30, se observa el resumen que corresponde al comportamiento mecánico de muros de albañilería con ladrillos modificados con ignimbrita, en donde se obtuvo la resistencia a compresión de 51.99 kg/cm<sup>2</sup> que corresponden a la adición del 20%, de la misma es un valor más cercano a lo expuesto en la norma E.070. También la resistencia a compresión a corte de 0.865 kg/cm<sup>2</sup> que corresponden a la adición del 30%, de manera que el valor, es el más cercano a lo expuesto en la norma E.070. Resistencia a la flexión fue: 2.22 kg/cm<sup>2</sup>, que corresponden a la adición del 20%, de manera que el valor más aproximado a lo expuesto en la norma E.070.

#### **Contrastación de hipótesis específica y general.**

El coeficiente de correlación de Pearson mide la fuerza de la correlación lineal entre dos variables.

**Tabla 31:** Interpretación del coeficiente de correlación de Pearson

Rango de valores de r <sub>xy</sub>	Interpretación
$0.00 \leq  r_{xy}  < 0.10$	correlación nula
$0.10 \leq  r_{xy}  < 0.30$	correlación débil
$0.30 \leq  r_{xy}  < 0.50$	correlación moderada
$0.50 \leq  r_{xy}  < 1.00$	correlación fuerte

**Fuente:** Hernandez-Lalinde et al., 2018

#### **Hipótesis específica 1**

H1: La resistencia a la compresión axial de la mampostería de ladrillo

macizo de concreto artesanal varía significativamente dependiendo de la cantidad de adición de ignimbrita.

**H0:** La resistencia axial a la compresión de la mampostería de ladrillo macizo de concreto artesanal no varía significativamente con la adición de ignimbrita.

**Tabla 32:** Correlación resistencia a la compresión de muros

		Correlación	
		Resistencia característica a la compresión axial	Resistencia característica a la compresión axial normativa
Resistencia característica a la compresión axial	Correlación de Pearson	1	1,00
	Sig. (bilateral)		0.229
	N	3	3

Con una probabilidad de 0,229, se rechaza la hipótesis del investigador y en consecuencia se acepta la hipótesis nula.

Por lo tanto, la resistencia a la compresión axial de la mampostería de ladrillo macizo de concreto artesanal no es idónea.

### **Hipótesis específica 2**

**H1:** Resistencia a compresión de corte la mampostería de ladrillo macizo de concreto artesanal varía con la adición de ignimbrita.

**H0:** La resistencia a la compresión de corte de la mampostería de ladrillo macizo de concreto artesanal no varía significativamente con la adición de ignimbrita.

**Tabla 33:** Correlación resistencia característica al corte

		<b>Correlaciones</b>	
		Resistencia característica al corte	Resistencia característica al corte normativa
Resistencia característica al corte	Correlación de Pearson	1	-0.837
	Sig. (bilateral)		0.368
	N	3	3
Resistencia característica a la corte normativa	Correlación de Pearson	-0.837	1
	Sig. (bilateral)	0.349	
	N	3	3

Nota: La Tabla 4.45 informa el coeficiente de correlación para la resistencia a la compresión axial característica para  $r = -0.837$ , mostrando una fuerte correlación.

Por tanto, con una probabilidad de error de 0,349, se rechaza la hipótesis del investigador y en consecuencia se acepta la hipótesis nula.

### Hipótesis específica 3

**H1:** La resistencia al corte del muro de ladrillos de concreto varía considerablemente con la adición de ignimbrita.

**H0:** Resistencia al corte de muros de ladrillo de concreto no difiere significativamente con la adición de Ignimbrita.

**Tabla 34:** Correlación resistencia a flexión por adherencia

		<b>Correlaciones</b>	
		Resistencia la flexión por adherencia	Resistencia la flexión por adherencia normativa
Resistencia a flexión por adherencia	Correlación de Pearson	1	0.973
	Sig. (bilateral)		0.147
	N	3	3
Resistencia a flexión por adherencia normativa	Correlación de Pearson	0.925	1
	Sig. (bilateral)	0.142	
	N	3	3

NÓTA. La tabla 34 muestra el coeficiente de correlación para la resistencia a la compresión axial característica de  $r = 0,925$ , lo que indica una fuerte correlación.

Por tanto, si la probabilidad de error es 0,142, se rechaza la hipótesis del investigador y se adopta la hipótesis nula.

Por lo tanto: Los muros de mampostería de ladrillo macizo de concreto artesanal, presentan baja resistencia a la flexión por adherencia.

### Hipótesis general

H1: La resistencia mecánica de los muros de mampostería de ladrillos de hormigón hechos a mano es ideal.

H0: Resistencia Mecánica De Muros De Ladrillos De Concreto Macizo Hechos A Mano No es Óptima.

**Tabla 35:** Correlación de resistencia mecánica de muros de mampostería

		<b>Correlaciones</b>	
		Resistencia mecánica de los muros	Resistencia mecánica de los muros normativa
Resistencia mecánica de los muros	Correlación de	1	1.00
	Pearson		
	Sig. (bilateral)		0.145
	N	3	3
Resistencia mecánica de los muros normativa	Correlación de	1.00	1
	Pearson		
	Sig. (bilateral)	0.145	
	N	3	3

Nota. La tabla 35 revela un coeficiente de correlación para la resistencia mecánica de la pared  $r = 1,00$  que muestra una fuerte correlación.

Por tanto, a un nivel de error de 0,145, se rechaza la hipótesis del investigador y se acepta la hipótesis nula.

Por tanto: La resistencia a cortante de la mampostería de ladrillo macizo de concreto artesanal no es óptima.

## V. DISCUSIÓN

**Discusión 1:** La resistencia a la compresión axial del muro de mampostería aumentó un 10% y un 20% a 50.09 kg/cm<sup>2</sup> y 51.99 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, con la adición de ignimbrita al ladrillo, pero la resistencia a la compresión de este material fue del 30%. Hay una tendencia y se reduce a 50.9 kg/cm<sup>2</sup>. La tabla NTP N 09 Resistencia característica de la albañilería muestra que los ladrillos ordinarios de cal silíceo tipo diamante pueden soportar un esfuerzo de 160 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, el objetivo no se logró. Alaf y Mendoza (2019). La relación de materiales  $f'_c=175$  kg/cm<sup>2</sup> obtenida por el método ACI 211 no hizo que el hormigón alcanzara la resistencia de diseño. La comparación de los resultados con los obtenidos con el NTP de fondo confirma que los ladrillos con ignimbrita se convirtieron en hormigón ligero. De esta manera, puede estar seguro de que los cortes de compresión axial no agregan fuerza. En cambio, disminuirá.

**Discusión 2:** La resistencia a la compresión a corte del muro de ladrillo aumenta en un 10% y un 20% según el fraguado de la ignimbrita en 0.838 kg/cm<sup>2</sup> y 0.864 kg/cm<sup>2</sup>. Un aumento del 30% en la cantidad de ignimbrita tiene una tendencia a reducir la resistencia a la compresión a 0.865 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la resistencia estándar de la muestra, 0.813 kg/cm<sup>2</sup>, es la más baja. En comparación con los antecedentes nacionales, Cárdenas (2017) encontró que la resistencia a la compresión de los muros hechos con 50%, 25% y 10% de ignimbrita brillante sumada a la resistencia a la compresión a corte fue de 22,4% respectivamente, un aumento de 20,8% y 5,3%. La resistencia característica NTP de la mampostería de la Tabla N09 muestra que los ladrillos normales de cal silíceo tipo King Kong resisten una fuerza de 110 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, en lo que se refiere a la hipótesis, no se logra el propósito. La variación de la resistencia a la compresión a corte es menor que la exigida por la norma.

**Discusión 3:** La resistencia a flexión varía en el rango de 1,70 g/cm<sup>3</sup>, 2,22 g/cm<sup>3</sup> y 1,13 g/cm<sup>3</sup> con la adición de 10%, 20% y 30% de ignición ligera, respectivamente. El valor más alto alcanzado es de 2,22 g/cm<sup>3</sup>. Al comparar los resultados obtenidos en el anterior Ortega (2019), se concluye que la resistencia al corte del muro de ladrillos de concreto es de 1.69 g/cm<sup>3</sup>. NTPE070 representa una resistencia mínima



al corte de 5,1 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, es importante señalar que este resultado tiene en cuenta el aumento de las propiedades de corte, pero no cumple con la propuesta mínima establecida para el efecto.

**Discusión 4:** En relación al comportamiento mecánico de los ladrillos con 20% de ignimbrita, se incrementan algunas de sus propiedades mecánicas, se reduce la absorción en un 8% aproximadamente, la humedad se incrementa en un 8% con respecto a las muestras estándar, también fue del 30%. La variación dimensional es de 0,012 mm y hay una variación de 0,001 mm en el alabeo entre cada muestra. Alave y Mendoza (2019) concluyeron que se comprobó la influencia del sillar como agregado grueso en la mejora de las propiedades del hormigón, logrando una mejor insonorización y reduciendo la gravedad específica, lo que reduciría el peso de estos elementos, dando como resultado la determinación del peso de muros de 1 m x 1 m x 1 m, recibiendo un peso de 208,5 kg para un muro de mampostería con ladrillo pandero y un peso de 196,94 kg para un muro de hormigón con sillar; Contenido de humedad: SR=0,2 %, SB= 0,16 %, P=0,26 %, Absorción: SR= 18,96 %, SB= 30,55 %, P= 0,83 %. La NTP 399.1613 nos da los procedimientos y fórmulas para determinar la humedad y la absorbancia, pero no especifica parámetros para estas variables.

## VI. CONCLUSIONES

Conclusión 1: La resistencia máxima a compresión axial de un muro de mampostería de ladrillos de hormigón con 20% de adición de ignimbrita es  $f'm = 51.99 \text{ kg/cm}^2 \pm 2.97 \text{ kg/cm}^2$ , que es superior a la resistencia a la ignimbrita de un murete estándar con 0% de adición.

Conclusión 2: La resistencia máxima a la compresión a corte obtenida de un muro de mampostería de ladrillos de hormigón con un 30% de adición de ignimbrita es  $V'm = 0.865 \text{ kg/cm}^2 \pm 0.12 \text{ kg/cm}^2$ . Realizando una comparación a la resistencia de la pared patrón por encima del 0 % Adición de ignimbrita.

Conclusión 3: La resistencia máxima a flexión de un muro de mampostería de ladrillos de hormigón con un 15 % de ignimbrita es considerablemente mayor que la de un muro estándar con un 0 % de ignimbrita  $R_f = 2.22 \text{ kg/cm}^2 \pm 0.46 \text{ kg/cm}^2$ .

Conclusión 4: El comportamiento mecánico de las paredes de ladrillos de hormigón se mejora añadiendo hasta un 20% de ignimbrita a los ladrillos de hormigón para aumentar considerablemente la resistencia, y por encima del 30% la resistencia disminuye de manera significativa.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Recomendación 1: Es recomendable agregar hasta un 20% de ignimbrita a los ladrillos de concreto para mejorar las propiedades mecánicas de las paredes hechas con ellos y con porcentajes de adición mayor, pueden afectar negativamente las funciones y el desempeño.

Recomendación 2: Recomendamos adicionar como máximo un 20% de ignimbrita a los ladrillos de hormigón para optimizar la resistencia a compresión axial de los muros que los componen, ya que mayores porcentajes de adición reducirán la resistencia de manera considerable.

Recomendación 3: Es recomendable adicionar hasta un 30% de ignimbrita a los bloques de concreto para mejorar la flexión de los muros hechos con ellos a la compresión a corte, porcentajes de adición mayores reducen la resistencia.

Recomendación 4: Recomendamos agregar 20% de ignimbrita a los ladrillos de concreto para optimizar la resistencia al corte de las paredes construidas con ellos. Cuanto mayor sea el porcentaje de adición, menor será la resistencia.

Recomendación 5: Es recomendable realizar más ensayos que determinen la dosificación óptima de ignimbrita para obtener una mejor característica del ladrillo de ignimbrita de acuerdo a las normas nacionales vigentes.

## REFERENCIAS

1. **Astroza, M y Muñoz M.** *Estudio sobre la resistencia de adherencia de la albañilería en Chile.* 2008.
2. **Terrones Cotrina, Jhenner Edynson.** *Comportamiento mecánico de muros de albañilería con ladrillos artesanales con adición de cenizas de tallo de algodón.* Cañete : Tesis, 2020.
3. **Chagua Yabar, Yeny Gladys.** *Resistencia mecánica de muros de albañilería con ladrillo artesanal, Ilo, Moquegua.* s.l. : Tesis UCV, 2021.
4. **Portocarrero, Álvaro Artidoro Morante.** *Mejora de la adherencia mortero-ladrillo de concreto.* s.l. : UPCP, 2011.
5. **ASTM C 330.** *American Society for testing and Materials.* 2010.
6. **Ventura Ayala, Carlos Eduardo.** *Propiedades físicas y mecánicas de la Roca Volcánica del Cerro Acuchimay para el diseño de concreto liviano en la ciudad de Ayacucho, Perú.* Ayacucho Peru : s.n., 2015.
7. **Caballero Sanchez, Omar, Belito Huamani, Gilmar y Paucar Chanca, Fortunato.** *Influencia de agregados de diferentes procedencias y diseño de mezcla sobre la resistencia del concreto.* Huancavelica : s.n., 2018.
8. **Quito Coila, Juan Diego.** *Uso de residuos de la producción de bloques de sillar de la cantera de Añashuayco en el diseño de concreto de resistencias convencionales y su análisis de durabilidad ante la acción química, en la ciudad de Arequipa.* Arequipa : UCSM-Tesis, 2020.
9. **Cencia Mayta , Juan Jose.** *Comportamiento Termico de la Peidra Termal en la Vivienda Colonial de la Zona Monumental de Huancavelica.* Huancavelica : Tesis, 2017.
10. **Talavera Mendoza, Peña Juan Diego.** 2018. *Optimización de Diseños de Mezcla de Concreto Ligero con Ignimbrita y Evaluación de Modelos de*

*Sostenibilidad para la Actividad Extractiva en la Cantera de Añashuayco en la Ciudad de Arequipa*. Arequipa : s.n., 2018.

11. **Paulino Fierro, Jean Carlo y Espino Almeyda, Ronald Andrés.** *Análisis comparativo de la utilización del concreto simple y el concreto liviano con perlitas de poliestireno como aislante térmico y acústico aplicado a unidades de albañilería en el Perú*. s.l. : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 2011. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10757/621457>.

12. **Norma Técnica Ecuatorian NTP- INEN 2518.** 2010.

13. **González de la Cadena, José Fernando.** *Estudio del mortero de pega usado en el cantón cuenca. Propuesta de mejora, utilizando adiciones de cal*. Cuenca : Universidad de Cuenca, 2016.

14. **Ortega Castro, Alberto Renan.** *La calidad de los agregados de tres canteras de la ciudad de Ambato y su influencia en la resistencia del hormigón empleado en la construcción de obras civiles*. Ambato : Universidad Técnica de Ambato - UTA, 2013.

15. **Freire Lista, David Martín.** *El granito como piedra de construcción en Madrid: durabilidad y puesta en valor*. España : Tesis- Universidad Complutense de Madrid, 2016. eprint/38242..

16. *Mezcla ternaria decemento portland, escoria de alto horno y piedra caliza: resistencia mecánica y durabilidad.* **Jherson E. Díaz, Silvia R. Izquierdo, Ruby Mejía de Gutiérrez y Marisol Gordillo S.** 3, Santiago : Revista de la Construcción, 2013, Vol. 12.

17. **Norma E.070.** . *Reglamento Nacional de edificaciones*. Lima : Grupo Editorial Megabyte S.A.C, 2006.

18. **Norma Técnica Peruan, 399.601.** *UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Ladrillos de concreto*. Lima : INACAL, : Vol. Segunda Edición., 2015.

19. **Gallegos, Héctor y Casabone, Carlos.** *Albañilería estructural*. Lima : Fondo PUCP, 2005.

20. **San Bartolome, Angel.** *Construcciones de labañileria - comportamiento sismico y diseño estructural.* Lima : s.n., 1994.
21. **López, Pedro Luis.** *Población y muestreo.* Cochabamba, Bolivia : Punto cero, 2004.
22. **Arias, Andres Sevilla.** Economipedia. [En línea] 2021. <https://economipedia.com/definiciones/investigacion-aplicada.html>.
23. *Validez Estructurada para una investigación cuasi-experimental de calidad.* **Fernandez, Vallejo, Livacic y Tuero.** Santiago : Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia, 2014, Vol. 30. 0212-9728.
24. **Arteaga, Gabriel.** Testsiteforme. *Enfoque cuantitativo: métodos, fortalezas y debilidades.* [En línea] 2020. [Citado el: 01 de Agosto de 2021.] <https://www.testsiteforme.com/enfoque-cuantitativo/>.
25. **Norma E.070.** *Reglamento Nacional de edificaciones.* Lima : Grupo Editorial Megabyte S.A.C, 2006.
26. **Prieto Pimienta, Julio Herminio.** *Metodología de la Investigación.* Ciudad de Mexico : Pearson Educacion, 2018. 9786073244329.
27. **Showkat, Huma y Parveen, Huma.** *Non-Probability and Probability Sampling.* 2017. s.l. : ePathshala, 2017. págs. 7-8..
28. **Niño Rojas, Victor Miguel.** *Metodología de la investigación.* Bogota : Ediciones de la U, 2016. 9588675944/9789588675947.
29. **Baena Paz, Guillermina.** *Metodología de la Investigación.* Mexico : Grupo Editorial Patria, 2017. 978-607-744-748-1.
30. **Sampieri Hernandez, Roberto.** *Metodología de la Investigación.* México D.F. : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014. 978-1-4562-2396-0.

31. **Villasis, Marquez, Zurita, Miranda y Escamilla.** El protocolo de investigación VII. Validez y confiabilidad de las mediciones. Ciudad de Mexico : Revista Alergia de Mexico, 2018.
32. **OSEDA, Dulio, et al.** *Fundamentos de la investigacion cientifica.* Lima : Soluciones Graficas, 2018.
33. *Caracterizacion de la validez y confiabilidad en el constructo metodologico de la investigacion social.* **March, Martinez.** Maracibo : REDHECS, 2015, Vol. 20. 1856-9331.
34. **Mias, Carlos Daniel.** *Metodología de investigación estadística aplicada e instrumentos en neuropsicología.* Córdoba : Editorial Brujas, 2018. 9789874078988.
35. **HERNANDEZ-SAMPIERI, Roberto y MENDOZA, Christian.** . *Metodologia de la investigacion las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.* Mexico : Mc Graw Hill, 2018.
36. **Instituto Nacional de Estadística e Informática** - . *Censos nacionales de poblacion y vivienda.* 2007.
37. **Martinez Ruiz, Héctor.** *Metodología de la investigación.* Ciudad de Mexico : Cengage, 2018. 9786075266527.
38. **Lerma González, Héctor Daniel.** *Metodologia de la Investigacion.* Bogotá : Ecoe Ediciones, 2016. 9789587713473.
39. **ASTM C 566.** *American Society for testing and Materials.* 2001.
40. **ASTM C 127.** *American Society for testing and Materials.* 2018.
41. **ASTM C 29 .** *American Society for testing and Materials* 2001.
42. **ASTM C33-03.** *Especificación Normalizada de Agregados para Concreto.*
43. **NORMA TÉCNICA NTP 400.037 PERUANA.** *Agregados.* 2014.

## ANEXOS

### ANEXO 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

RESISTENCIA MECANICA DE MUROS DE ALBAÑILERIA CON LADRILLOS DE CONCRETO MODIFICADOS CON IGNIMBRITA, AREQUIPA 2021					
VARIABLES	DEFINICIÓN	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
	CONCEPTUAL	OPERACIONAL			
V1. Ladrillos de Concreto Modificados con Ignimbrita	La ignimbrita, de origen volcánico posee una textura porosa llamada vesícula, que es producida por la desgasificación en las erupciones volcánicas, de color pálido y la matriz vítrea es metaestable, de baja densidad, que contiene en su mayor cantidad 60 al 75 % sílice (SiO <sub>2</sub> ) (McPhie, 2017)	La ignimbrita se incorporará para la fabricación de ladrillos de concreto, se adicionará en porcentajes de 10%, 20% y 30%	D1: Propiedades Físicas del ladrillo D2: Propiedades Mecánicas del Ladrillo  D3: Porcentaje	10%, 20% y 30% del volumen de concreto diseñado	Razón
V2: Comportamiento Mecánico de muros de Albañilería	La albañilería confinada es el conjunto o sistema de construcción formado por muro de ladrillos, reforzado en los extremos por columnas de amarre y en la parte superior por una viga de concreto (Corrales 2018)	se elaborará muretes con ladrillos de concreto modificados con ignimbrita, para posteriormente realizar sus ensayos	D1: Resistencia a la Compresión axial  D2: Resistencia a la Compresión a corte  D3: Resistencia a la Flexión	Rotura por tensión Rotura por corte Rotura cónica Falla por tensión en juntas Falla por deslizamiento Falla por tensión diagonal en ladrillos Adherencia alta Adherencia media Adherencia baja	Razón



## Anexo 2: Matriz de Consistencia

TÍTULO	RESISTENCIA MECÁNICA DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLOS DE CONCRETO MODIFICADOS CON IGNIMBRITA, AREQUIPA 2021							
AUTOR	ROJAS MACHACA, Ronald							
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE, DIMENSION, INDICADOR Y METODOLOGÍA					
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	V. INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA		
¿De qué manera cambia el comportamiento mecánico de muros de albañilería con ladrillos modificados con ignimbrita, Arequipa 2021?	Determinar la variación del comportamiento mecánico de muros de albañilería con ladrillos modificados con ignimbrita, Arequipa 2021	El comportamiento mecánico de muros de albañilería con ladrillos de concreto varía considerablemente con la adición de ignimbrita, Arequipa 2021	V1: Ladrillos de Concreto Modificados con Ignimbrita	D1: Propiedades Físicas del ladrillo	Variación dimensional	METODO CIENTIFICO Se basa en " el procedimiento a seguir para responder las preguntas de investigación generados sobre los diversos fenómenos que ocurren en la naturaleza y los problemas que aquejan a la población Enfoque: Cuantitativo  Tipo: Aplicado		
							Alabeo	
							Absorción	
							Densidad	
				D2: Propiedades Mecánicas del Ladrillo	Resistencia a la compresión			
						10%		
						20%		
				D3: Porcentaje				
						30%		
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	V. DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES			
¿Cuánto varía la resistencia a la compresión axial del muro de albañilería construido con ladrillos de concreto con adición de ignimbrita, Arequipa 2021?	Estimar la variación de la resistencia a compresión axial del muro de albañilería construido con ladrillos de concreto con adición de ignimbrita, Arequipa 2021	La resistencia a la compresión axial de muros construidos con ladrillos de concreto varía significativamente con la adición de ignimbrita, Arequipa 2021	V2: Comportamiento Mecánico de muros de Albañilería	D1: Resistencia a la Compresión axial	4.9 - 8.3 Mpa	Nivel: Explicativo  Diseño: Cuasi experimental		
¿Cuánto varía la resistencia a la compresión a corte del muro de albañilería construido con ladrillos de concreto con adición de ignimbrita, Arequipa 2021?	Establecer la variación de la resistencia a compresión a corte del muro de albañilería construido con ladrillos de concreto con adición de ignimbrita, Arequipa 2021	La resistencia a la compresión a corte de muros construidos con ladrillos de concreto varía significativamente con la adición de ignimbrita, Arequipa 2021				D2: Resistencia a la Compresión a corte	0.80 - 1.1 Mpa	Población: 200 ladrillos  Muestra: 12 Muretes
¿Cuánto varía la resistencia a la flexión del muro de albañilería construido con ladrillos de concreto con adición de ignimbrita, Arequipa 2021?	Calcular la variación de la resistencia a flexión del muro de albañilería construido con ladrillos de concreto con adición de ignimbrita, Arequipa 2021	La resistencia a la flexión de muros construidos con ladrillos de concreto varía significativamente con la adición de ignimbrita, Arequipa 2021				D4: Resistencia a la Flexión	Mpa	Muestreo: No Probabilístico  Técnica: Observación Directa  Instrumentos: Fichas de Recopilación de Información

Anexo 3. Validez de fichas de recopilacion Anexo 3.1 Validez de ficha de recopilacion de datos EXPERTO A

**ANEXO 03: INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**

**I. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto: VIDAL INCACUTIPA NESTOR  
 Institución donde labora : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DIO TRUJILLO  
 Especialidad : PROYECTISTA - ESTRUCTURAS  
 Instrumento de evaluación : Variación Dimensional, Alabeo, Absorción, Densidad, Resistencia a la compresión, Resistencia a la compresión Axial, Resistencia a la compresión Diagonal, Resistencia a Corte.  
 Autor (s) del instrumento (s): Rojas Machaca, Ronald

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <b>Ladrillos de Concreto Modificados con Ignimbrita</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>Ladrillos de Concreto Modificados con Ignimbrita</b>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable <b>Ladrillos de Concreto Modificados con Ignimbrita</b>				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						<b>45</b>

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 45

Lima, 03 de Diciembre de 2021



Nestor Vidal Incacutipa  
 INGENIERO CIVIL  
 C.O. 80346

## Anexo 3.2 Validez de ficha de recopilación de datos EXPERTO B

### ANEXO 03: INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

#### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: CCOSI ARRAZOLA EDWIN  
 Institución donde labora : MDAJ - MASSIAPO  
 Especialidad : PROYECTISTA - ESTRUCTURAS  
 Instrumento de evaluación : Variación Dimensional, Alabeo, Absorción, Densidad, Resistencia a la compresión, Resistencia a la compresión Axial, Resistencia a la compresión Diagonal, Resistencia a Corte.  
 Autor (s) del instrumento (s): Rojas Machaca, Ronald

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <b>Ladrillos de Concreto Modificados con Ignimbrita</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>Ladrillos de Concreto Modificados con Ignimbrita</b>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable <b>Ladrillos de Concreto Modificados con Ignimbrita</b>				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
<b>PUNTAJE TOTAL</b>					44	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

44

Lima, 03 de DICIEMBRE de 2021

  
 Edwin M. Ccosi Arrazola  
 CIP: 100110  
 INGENIERO CIVIL



Anexo 3.3 Validez de ficha de recopilación de datos EXPERTO C

**ANEXO 03: INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**

**I. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto: Puño Quipe Ubaldo  
 Institución donde labora : Municipalidad distrital de Alto Mombacho  
 Especialidad : ESTUDIOS PROYECTOS - INSPECTOR  
 Instrumento de evaluación : Variación Dimensional, Alabeo, Absorción, Densidad, Resistencia a la compresión, Resistencia a la compresión Axial, Resistencia a la compresión Diagonal, Resistencia a Corte.  
 Autor (s) del instrumento (s): Rojas Machaca, Ronald

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

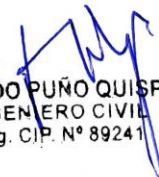
CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <b>Ladrillos de Concreto Modificados con Ignimbrita</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				P	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>Ladrillos de Concreto Modificados con Ignimbrita</b>				P	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.			P		
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					P
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					P
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable <b>Ladrillos de Concreto Modificados con Ignimbrita</b>					P
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				P	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				P	
<b>PUNTAJE TOTAL</b>					<b>43</b>	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**


PROMEDIO DE VALORACIÓN: 73

Lima, 03 de diciembre de 2021

  
**UBALDO PUÑO QUISPE**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 89241

# Anexo 4. Certificado de ensayos de laboratorio

## Anexo 4.1 Certificado de análisis Granulométrico por tamizado (Arena)

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	VERSION :	

### ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27 T-88)

PROYECTO : "RESISTENCIA MECÁNICA DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLOS DE CONCRETO MODIFICADOS CON IGNIMBRITA, AREQUIPA 2021"

SOLICITANTE : ROJAS MACHACA, RONALD

UBICACIÓN : AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA

DESCRIPCIÓN : ARENA

FECHA : 3/2/2022

CALICATA : ----

MUESTRA : M - 01

TAMANO MAXIMO		:	-	Polg.	
PESO INICIAL		:	544.6	gr.	
FRACCIÓN		:	500.0	gr.	

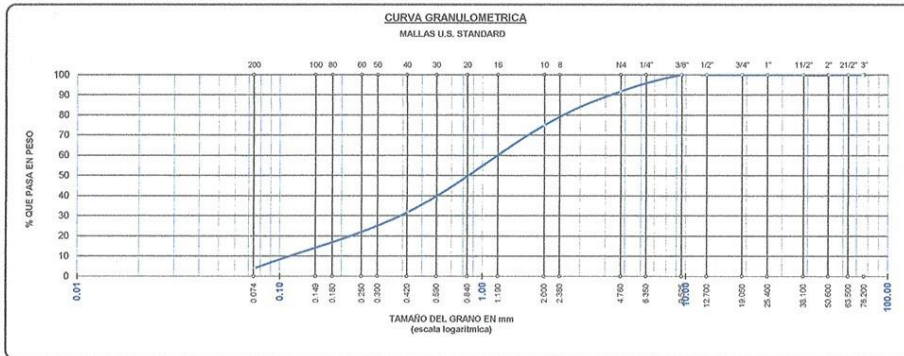
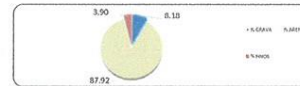
  

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	MTC	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00		CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 3.89
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		LÍMITE LÍQUIDO (LL) : NP
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		LÍMITE PLÁSTICO (LP) : NP
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		ÍNDICE PLÁSTICO (IP) : NP
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		CLASIFICACIÓN (SUCS) : SP
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-1-b (0)
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/4"	6.250						
No4	4.750	44.56	8.18	8.18	91.82		
No9	2.000						
No10	2.000	91.65	16.83	25.01	74.99		
No18	1.180						
No20	0.840						
No30	0.590						
No40	0.425	235.46	43.24	68.25	31.75		
No50	0.300						
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149						
No200	0.075	151.65	27.85	96.10	3.90		
BASE		21.24	3.90	100.00	0.00		
TOTAL		544.56	100.00				
% PERDIDA		3.90	0.72				

% GRAVA	8.18	% ARENA	87.92	% FINOS	3.90
D 10 =	0.152	D 30 =	0.403	D 60 =	1.454
Cu =	9.59	Cc =	0.74		


OBSERVACIONES :



\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE


  
 Ing. Edwin Yee Choque Guzman  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 239714  
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

# Anexo 4.2 : Certificado de análisis Granulométrico por tamizado (Ignimbrita)

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	VERSIÓN :	
		PAGINA :	

## ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27 T-88)

PROYECTO : 'RESISTENCIA MECÁNICA DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLOS DE CONCRETO MODIFICADOS CON IGNIMBRITA, AREQUIPA 2021'

SOLICITANTE : ROJAS MACHACA, RONALD

UBICACIÓN : AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA

DESCRIPCIÓN : MUESTRA DE IGNIMBRITA

FECHA : 3/2/2022

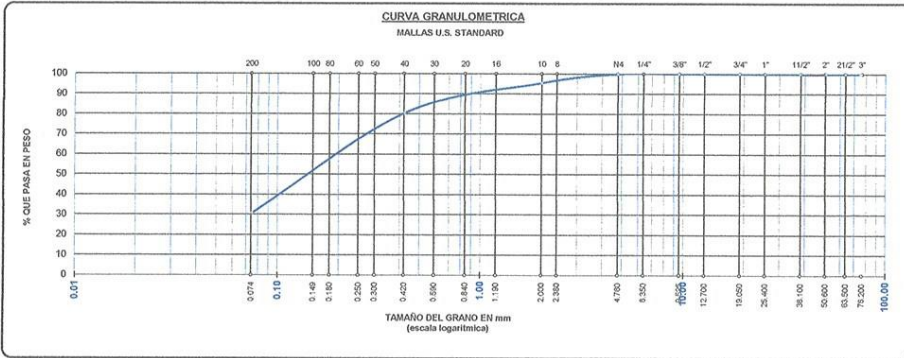
CALICATA : —

MUESTRA : M - 01

TAMAÑO MÁXIMO	:	-	Pulg.
PESO INICIAL	:	500.0	gr.
FRACCIÓN	:	500.0	gr.

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	MITC	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00		CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : LÍMITE LÍQUIDO (LL) : LÍMITE PLÁSTICO (LP) : ÍNDICE PLÁSTICO (IP) : CLASIFICACIÓN (SUCS) : CLASIFICACIÓN (AASHTO) : 
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00		
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		
No8	2.380	0.00	0.00	0.00	100.00		
No10	2.000	22.56	4.51	4.51	95.49		
No16	1.190	0.00	0.00	4.51	95.49		
No20	0.840	0.00	0.00	4.51	95.49		
No30	0.590	0.00	0.00	4.51	95.49		
No40	0.425	75.46	15.99	19.60	80.40		
No50	0.300	0.00	0.00	19.60	80.40		
No60	0.250	0.00	0.00	19.60	80.40		
No80	0.180	0.00	0.00	19.60	80.40		
No100	0.149	0.00	0.00	19.60	80.40		
No200	0.075	248.56	49.71	69.32	30.68		
BASE		153.42	30.68	100.00	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		30.68	6.14				

% GRAVA	0.00	% ARENA	69.32	% FINOS	30.68
D 10 =	---	D 30 =	---	D 60 =	0.281
Cu =	---	Cc =	---	OBSERVACIONES :	




\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

 Ing. Edwin Yocet Choque Guzman  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 239714  
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



## Anexo 4.3 : Gravedad especifica y absorcion (ignimbrita)

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	VERSIÓN :	

### GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN

(MTC E-205,206 / ASTM C-127,128 / AASHTO T-84, T-85)


**PROYECTO** : "RESISTENCIA MECÁNICA DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLOS DE CONCRETO MODIFICADOS CON IGNIMBRITA, AREQUIPA 2021"  
**SOLICITANTE** : ROJAS MACHACA, RONALD **UBICACIÓN** : AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA  
**DESCRIPCIÓN** : MUESTRA DE IGNIMBRITA **FECHA** : 3/2/2022  
**CALICATA** : ----

AGREGADO GRUESO						
DESCRIPCIÓN	UNID.	1	2	3	PROMEDIO	
PESO DE MUESTRA SATURADA SUPERF. SECA (EN AIRE)	A gr.					
PESO DE MUESTRA SATURADA SUPERF. SECA (EN AGUA)	B gr.					
VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACIOS	C=A-B cm3					
PESO DE MUESTRA SECA	D gr.					
VOLUMEN DE MUESTRA	E=C-(A-D) cm3					
PESO ESPECIFICO (BASE SECA)	D/C gr/cm3					
PESO ESPECIFICO (BASE SATURADA)	A/C gr/cm3					
PESO ESPECIFICO APARENTE (BASE SECA)	D/E gr/cm3					
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	((A-D)/D)*100 %					

AGREGADO FINO						
DESCRIPCIÓN	UNID.	1	2	3	PROMEDIO	
PESO DE LA FIOLA	A gr.	64.10				
PESO DE LA FIOLA + AGUA	B gr.	164.15				
PESO DE LA FIOLA + AGUA + MUESTRA	C gr.	209.90				
PESO DE MUESTRA INICIAL	D gr.	75.00				
PESO DE TARA	E gr.	75.65				
PESO DE TARA + MUESTRA SECA	F gr.	150.59				
VOLUMEN CALCULADO	G=B-A cm3				100.05	
VOLUMEN DE AGUA EN LA FIOLA	H=C-D-A cm3				70.80	
VOLUMEN DE MUESTRA	I=G-H cm3				29.25	
PESO DE LA MUESTRA SECA	J=F-E gr.				74.94	
GRAVEDAD ESPECIFICA					2.562	

  
 Ing. Edwin Yoel Choque Guzmán  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 239714  
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

## Anexo 4.4: Contenido de humedad (Arena)

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
	*INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT* S.A.C.	VERSION :	
		PAGINA :	2

### CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

PROYECTO : \*RESISTENCIA MECÁNICA DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLOS DE CONCRETO MODIFICADOS CON IGNIMBRITA, AREQUIPA 2021\*

SOLICITANTE : ROJAS MACHACA, RONALD

UBICACIÓN : AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA

DESCRIPCIÓN : ARENA

FECHA : 3/2/2022

CALICATA : ----

MUESTRA : M - 01

DESCRIPCIÓN	UNID.	
Nro. DEL RECIPIENTE		
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A	gr.
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B	gr.
PESO DEL RECIPIENTE	C	gr.
PESO DEL AGUA	D=A-B	gr.
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C	gr.
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100	%
PROMEDIO		%

HUMEDAD NATURAL		
7	8	9
478.90	484.40	459.30
463.84	467.17	443.38
45.95	42.95	46.39
15.06	17.23	15.92
417.89	424.22	396.99
3.60	4.06	4.01
3.89		


\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



  
 Ing. Edwar Veel Choque Guzman  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 239714  
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



## Anexo 4.5 : Ensayo variacion dimensional en ladrillos (Patron)

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	RUC - 20606762357
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	

### ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL EN LADRILLOS

NTP 399.613 - NTP 399.604 - RNE E 070

**PROYECTO** : "RESISTENCIA MECÁNICA DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLOS DE CONCRETO MODIFICADOS CON IGNIMBRITA, AREQUIPA 2021"  
**SOLICITANTE** : ROJAS MACHACA, RONALD  
**MUESTRA** : LADRILLO KING KONG MACIZO                      ARTESANAL  
**DESCRIPCIÓN** : PATRON  
**UBICACIÓN** : AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA  
**FECHA** : 3/2/2022


N°	DESCRIPCIÓN	LARGO		ANCHO		ALTURA	
		L ( cm. )	PROMEDIO ( cm. )	A ( cm. )	PROMEDIO ( cm. )	H ( cm. )	PROMEDIO ( cm. )
1	MUESTRA 01	20.08	20.10	10.00	10.00	6.89	6.87
		20.12		9.98		6.87	
		20.11		10.01		6.87	
2	MUESTRA 02	20.14	20.17	10.00	10.04	6.92	6.94
		20.18		10.05		6.94	
		20.20		10.08		6.97	
3	MUESTRA 03	20.22	20.23	10.04	10.05	6.97	7.01
		20.23		10.08		7.00	
		20.26		10.04		7.05	

OBSERVACIONES :

LOS LADRILLOS FUERON PUESTOS EN EL LABORATORIO Y ETIQUETADOS POR EL SOLICITANTE.

  
  
 Ing. Edvin Yoel Choque Guzman  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 239714  
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

## Anexo 4.6: Densidad del ladrillo (Patron)

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	RUC - 20606762357
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	

### DENSIDAD DEL LADRILLO

NTP 399.613 - NTP 399.604 - RNE E 070

**PROYECTO** : "RESISTENCIA MECÁNICA DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLOS DE CONCRETO MODIFICADOS CON  
**SOLICITANTE** : ROJAS MACHACA, RONALD  
**MUESTRA** : LADRILLO KING KONG MACIZO ARTESANAL  
**DESCRIPCIÓN** : PATRON  
**UBICACIÓN** : AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA  
**FECHA** : 3/2/2022

$$\text{Densidad} = \frac{P}{V}$$

**P** = PESO SECO DE LADRILLO  
**V** = VOLUMEN DE LADRILLO

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	PESO	VOLUMEN	DENSIDAD
		( gr. )	( cm3 )	( gr/cm3 )
1	LADRILLO KING KONG MACIZO	1835.00	1380.87	1.329
	20.10 x 10.00 x 6.87 cm ARTESANAL			
2	LADRILLO KING KONG MACIZO	1840.00	1401.91	1.312
	20.12 x 10.04 x 6.94 cm ARTESANAL			
3	LADRILLO KING KONG MACIZO	1829.00	1416.06	1.292
	20.10 x 10.05 x 7.01 cm ARTESANAL			
<b>PROMEDIO</b>				<b>1.311</b>


**OBSERVACIONES :**

LOS LADRILLOS FUERON PUESTOS EN EL LABORATORIO Y ETIQUETADOS POR EL SOLICITANTE.



  
**Ing. Edwin Yoel Choque Guzman**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 239714  
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

## Anexo 4.7 : Porcentaje de humedad de ladrillos (Patron)

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	RUC - 20606762357
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	

### PORCENTAJE DE HUMEDAD DE LADRILLOS

NTP 399.613 - NTP 399.604 - RNE E 070

**PROYECTO** : "RESISTENCIA MECÁNICA DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLOS DE CONCRETO MODIFICADOS CON IGNIMBRITA, AREQUIPA 2021"  
**SOLICITANTE** : ROJAS MACHACA, RONALD  
**MUESTRA** : LADRILLO KING KONG MACIZO                      ARTESANAL  
**DESCRIPCIÓN** : PATRON  
**UBICACIÓN** : AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA  
**FECHA** : 3/2/2022

$$\% \text{Humedad} = \frac{(B - A)}{A} \times 100$$

**A** = PESO DEL LADRILLO SECO (gr.)  
**B** = PESO DEL LADRILLO HUMEDO (gr.)

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	A	B	VOLUMEN	% HUMEDAD
		( gr. )	( gr. )	( cm3 )	( % )
1	LADRILLO KING KONG MACIZO	1835.00	2072.00	1381.49	12.92
	20.10 x 10.00 x 6.87 cm ARTESANAL				
2	LADRILLO KING KONG MACIZO	1840.00	2069.00	1406.73	12.45
	20.17 x 10.04 x 6.94 cm ARTESANAL				
3	LADRILLO KING KONG MACIZO	1829.00	2081.00	1424.81	13.78
	20.23 x 10.05 x 7.01 cm ARTESANAL				
PROMEDIO DE PORCENTAJE DE HUMEDAD					13.05


#### OBSERVACIONES :

LOS LADRILLOS FUERON PUESTOS EN EL LABORATORIO Y ETIQUETADOS POR EL SOLICITANTE.



  
 Ing. Edwin Yoc Choque Guzman  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 239714  
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

## Anexo 4.8: Ensayo de absorcion de ladrillos (Patron)

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	RUC - 20606762357
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	

### ENSAYO DE ABSORCIÓN DE LADRILLOS

NTP 399.613 - NTP 399.604 - RNE E 070

**PROYECTO** : "RESISTENCIA MECÁNICA DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLOS DE CONCRETO MODIFICADOS CON IGNIMBRITA, AREQUIPA 2021"  
**SOLICITANTE** : ROJAS MACHACA, RONALD  
**MUESTRA** : LADRILLO KING KONG MACIZO                      ARTESANAL  
**DESCRIPCIÓN** : PATRON  
**UBICACIÓN** : AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA  
**FECHA** : 3/2/2022

$$ABS. = \frac{(B - A)}{A} \times 100$$

A = PESO DEL LADRILLO SECO (gr.)  
 B = PESO DEL LADRILLO SATURADO (gr.)

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	A	B	VOLUMEN	ABSORCIÓN
		( gr. )	( gr. )	( cm3 )	( % )
1	LADRILLO KING KONG MACIZO	1835.00	2231.00	1381.49	21.58
	20.10 x 10.00 x 6.87 cm ARTESANAL				
2	LADRILLO KING KONG MACIZO	1840.00	2205.00	1406.73	19.84
	20.17 x 10.04 x 6.94 cm ARTESANAL				
3	LADRILLO KING KONG MACIZO	1829.00	2210.00	1424.81	20.83
	20.23 x 10.05 x 7.01 cm ARTESANAL				
<b>PROMEDIO DE PORCENTAJE DE ABSORCIÓN</b>					<b>20.75</b>

DE ACUERDO A NORMA NO DEBERA DE EXCEDER DEL 22 % DE ABSORCION

**OBSERVACIONES :**


LOS LADRILLOS FUERON PUESTOS EN EL LABORATORIO Y ETIQUETADOS POR EL SOLICITANTE.

 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 230714  
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



Anexo 4.9 : Ensayo de alabeo de ladrillos (Patron)

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	RUC - 20606762357
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	

**ENSAYO DE ALABEO DE LADRILLOS**

NTP 399.613 - RNE E 070

**PROYECTO** : "RESISTENCIA MECANICA DE MUROS DE ALBANILERIA CON LADRILLOS DE CONCRETO MODIFICADOS CON IGNIMBRITA, AREQUIPA 2021"  
**SOLICITANTE** : ROJAS MACHACA, RONALD  
**MUESTRA** : LADRILLO KING KONG MACIZO ARTESANAL  
**DESCRIPCIÓN** : PATRON  
**UBICACIÓN** : AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA  
**FECHA** : 3/2/2022

LADRILLO Nº	LADRILLO KING KONG MACIZO	PROMEDIO
1	CONCAVIDAD EXTREMO 01	0.17 mm
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	0.10 mm

LADRILLO Nº	LADRILLO KING KONG MACIZO	PROMEDIO
2	CONCAVIDAD EXTREMO 01	0.17 mm
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	0.11 mm

LADRILLO Nº	LADRILLO KING KONG MACIZO	PROMEDIO
3	CONCAVIDAD EXTREMO 01	0.20 mm
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	0.10 mm


**OBSERVACIONES :**

LOS LADRILLOS FUERON PUESTOS EN EL LABORATORIO Y ETIQUETADOS POR EL SOLICITANTE.



*Ing. Edwin Yoel Choque Guzman*  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 239714  
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

## Anexo 4.10: Prueba de Resistencia a la compresion de ladrillo (Patron)

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	RUC - 20606762357
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL LADRILLO

NTP 399.613 - NTP 399.604 - RNE E 070

**PROYECTO** : "RESISTENCIA MECÁNICA DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLOS DE CONCRETO MODIFICADOS CON IGNIMBRITA, AREQUIPA 2021"  
**SOLICITANTE** : ROJAS MACHACA, RONALD  
**MUESTRA** : LADRILLO KING KONG MACIZO                      ARTESANAL  
**DESCRIPCIÓN** : PATRON  
**UBICACIÓN** : AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA  
**FECHA** : 3/2/2022

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	AREA	CARGA	ESF. DE ROTURA
			(cm <sup>2</sup> )	(kg.)	(kg/cm <sup>2</sup> )
1	LADRILLO KING KONG MACIZO	3/2/2022	200.96	14810.0	73.70
	20.10 x 10.00 x 6.87 cm ARTESANAL				
2	LADRILLO KING KONG MACIZO	3/2/2022	202.62	15010.0	74.08
	20.17 x 10.04 x 6.94 cm ARTESANAL				
3	LADRILLO KING KONG MACIZO	3/2/2022	203.39	14950.0	73.50
	20.23 x 10.05 x 7.01 cm ARTESANAL				
<b>PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA ( f'<sub>b</sub> )</b>					<b>73.76</b>


**OBSERVACIONES :**

LOS LADRILLOS FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS  
 LOS LADRILLOS FUERON PUESTOS EN EL LABORATORIO Y ETIQUETADOS POR EL SOLICITANTE.

  
 Ing. Edwin Yael Choque Guzman  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 239714  
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

## Anexo 4.11 : Prueba de resistencia a compresión axial (Patron)

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	RUC - 20606762357
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	

### PRUEBA DE RESISTENCIA DE LA ALBAÑILERÍA A COMPRESIÓN AXIAL

NTP 399.613 - NTP 399.604 - RNE E 070

**PROYECTO** : "RESISTENCIA MECÁNICA DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLOS DE CONCRETO MODIFICADOS CON IGNIMBRITA, AREQUIPA 2021"  
**SOLICITANTE** : ROJAS MACHACA, RONALD  
**MUESTRA** : LADRILLO KING KONG MACIZO ARTESANAL  
**DESCRIPCIÓN** : PATRON  
**UBICACIÓN** : AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA  
**FECHA** : 24/2/2022

### PILAS

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA		AREA (cm <sup>2</sup> )	CORRECCIÓN		CARGA (kg.)	ESF. DE ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> )	
		APILADO	ROTURA		EDAD	ESBELTEZ			
1	LADRILLO KING KONG MACIZO	3/2/2022	24/2/2022	200.96	1	0.74	12460.0	62.00	45.88
	20.10 x 10.00 x 20.65 cm ARTESANAL								
2	LADRILLO KING KONG MACIZO	3/2/2022	24/2/2022	202.62	1	0.74	13070.0	64.50	47.73
	20.17 x 10.04 x 20.86 cm ARTESANAL								
3	LADRILLO KING KONG MACIZO	3/2/2022	24/2/2022	203.39	1	0.74	12910.0	63.47	46.97
	20.23 x 10.05 x 21.05 cm ARTESANAL								
<b>PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA ( f<sub>m</sub> )</b>									<b>46.86</b>


#### OBSERVACIONES :

LOS LADRILLOS FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS  
 LOS LADRILLOS FUERON PUESTOS EN EL LABORATORIO Y ETIQUETADOS POR EL SOLICITANTE.

 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 239714  
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

## Anexo 4.12: Prueba de Resistencia de la albañilería a corte (Patron)

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	RUC - 20606762357
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	

### PRUEBA DE RESISTENCIA DE LA ALBAÑILERÍA A CORTE

NTP 399.691 - RNE E 070

PROYECTO	:	"RESISTENCIA MECÁNICA DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLOS DE CONCRETO MODIFICADOS CON IGNIMBRITA, AREQUIPA 2021"
SOLICITANTE	:	ROJAS MACHACA, RONALD
MUESTRA	:	LADRILLO KING KONG MACIZO      ARTESANAL
DESCRIPCIÓN	:	PATRON
UBICACIÓN	:	AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA
FECHA	:	2/3/2022

$$A_b = \frac{(I-h)}{2} t$$

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

I	mm	=	LARGO DEL MURETE
h	mm	=	ALTURA DEL MURETE
t	mm	=	ESPESOR TOTAL DEL MURETE
V <sub>m</sub>	MPa	=	ESFUERZO CORTANTE
P	N	=	CARGA APLICADA
A <sub>b</sub>	mm <sup>2</sup>	=	AREA BRUTA DEL ESPECIMEN

### MURETE

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA		CORREC. EDAD	CARGA		A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	V <sub>m</sub> MPa
		APILADO	ROTURA		(kg.)	(N)		
1	LADRILLO KING KONG MACIZO	9/2/2022	2/3/2022	1.05	7140.00	70019.5	61900.00	0.800
	606.0 x 632.0 x 100.0 mm ARTESANAL							
2	LADRILLO KING KONG MACIZO	9/2/2022	2/3/2022	1.05	7300.00	71588.5	61700.00	0.820
	604.0 x 630.0 x 100.0 mm ARTESANAL							
3	LADRILLO KING KONG MACIZO	9/2/2022	2/3/2022	1.05	7310.00	71686.6	61950.00	0.818
	605.0 x 634.0 x 100.0 mm ARTESANAL							
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA ( V'm )								0.813


#### OBSERVACIONES :

LOS LADRILLOS FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS  
LOS LADRILLOS FUERON PUESTOS EN EL LABORATORIO Y ETIQUETADOS POR EL SOLICITANTE.


  
Ing. Edwin Valdivia Guzman  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 239714  
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



Anexo 4.18: Prueba de Resistencia a la compresion de ladrillo (10% ignimbrita)

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	RUC - 20606762357
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	

**PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL LADRILLO**

NTP 399.613 - NTP 399.604 - RNE E 070

**PROYECTO** : "RESISTENCIA MECÁNICA DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLOS DE CONCRETO MODIFICADOS CON IGNIMBRITA, AREQUIPA 2021"  
**SOLICITANTE** : ROJAS MACHACA, RONALD  
**MUESTRA** : LADRILLO KING KONG MACIZO ARTESANAL  
**DESCRIPCIÓN** : ADICIÓN 10% DE IGNIMBRITA  
**UBICACIÓN** : AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA  
**FECHA** : 9/2/2022


Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	AREA	CARGA	ESF. DE ROTURA
			(cm <sup>2</sup> )	(kg.)	(kg/cm <sup>2</sup> )
1	LADRILLO KING KONG MACIZO	9/2/2022	200.51	15280.0	76.21
	20.01 x 10.02 x 6.90 cm ARTESANAL				
2	LADRILLO KING KONG MACIZO	9/2/2022	200.17	15710.0	78.49
	20.10 x 9.96 x 6.93 cm ARTESANAL				
3	LADRILLO KING KONG MACIZO	9/2/2022	199.46	15330.0	76.86
	20.16 x 9.90 x 6.90 cm ARTESANAL				
<b>PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA ( f' b )</b>					<b>77.18</b>

**OBSERVACIONES :**

LOS LADRILLOS FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS  
 LOS LADRILLOS FUERON PUESTOS EN EL LABORATORIO Y ETIQUETADOS POR EL SOLICITANTE.

  
  
**Ing. Edwin Ydel Choque Guzman**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 239714  
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

## Anexo 4.13 : Prueba de resistencia a compresión axial (10% ignimbrita)

	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	RUC - 20606762357
	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	
<b>PRUEBA DE RESISTENCIA DE LA ALBAÑILERÍA A COMPRESIÓN AXIAL</b>		
NTP 399.613 - NTP 399.604 - RNE E 070		

**PROYECTO** : "RESISTENCIA MECÁNICA DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLOS DE CONCRETO MODIFICADOS CON IGNIMBRITA, AREQUIPA 2021"  
**SOLICITANTE** : ROJAS MACHACA, RONALD  
**MUESTRA** : LADRILLO KING KONG MACIZO ARTESANAL  
**DESCRIPCIÓN** : ADICIÓN 10% DE IGNIMBRITA  
**UBICACIÓN** : AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA  
**FECHA** : 2/3/2022

### PILAS

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA		AREA (cm <sup>2</sup> )	CORRECCIÓN		CARGA (kg.)	ESF. DE ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> )	
		APILADO	ROTURA		EDAD	ESBELTEZ			
1	LADRILLO KING KONG MACIZO	9/2/2022	2/3/2022	200.51	1	0.74	13180.0	65.73	48.64
	20.01 x 10.02 x 20.72 cm ARTESANAL								
2	LADRILLO KING KONG MACIZO	9/2/2022	2/3/2022	200.17	1	0.74	13440.0	67.14	49.69
	20.10 x 9.96 x 20.81 cm ARTESANAL								
3	LADRILLO KING KONG MACIZO	9/2/2022	2/3/2022	199.46	1	0.74	14000.0	70.19	51.94
	20.16 x 9.90 x 20.72 cm ARTESANAL								
<b>PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA ( f<sub>m</sub> )</b>									<b>50.09</b>


#### OBSERVACIONES :

LOS LADRILLOS FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS  
 LOS LADRILLOS FUERON PUESTOS EN EL LABORATORIO Y ETIQUETADOS POR EL SOLICITANTE.

 Ing. Edwin Toel Choque Guzman  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. Nº 239714  
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

## Anexo 4.14: Prueba de Resistencia de la albañilería a corte (10% ignimbrita)

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	RUC - 20606762357
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	

### PRUEBA DE RESISTENCIA DE LA ALBAÑILERÍA A CORTE

NTP 399.691 - RNE E 070

PROYECTO	: "RESISTENCIA MECÁNICA DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLOS DE CONCRETO MODIFICADOS CON IGNIMBRITA, AREQUIPA 2021"
SOLICITANTE	: ROJAS MACHACA, RONALD
MUESTRA	: LADRILLO KING KONG MACIZO      ARTESANAL
DESCRIPCIÓN	: ADICIÓN 10% DE IGNIMBRITA
UBICACIÓN	: AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA
FECHA	: 2/3/2022

$$A_b = \frac{(I-h)}{2} t$$

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

I	mm	=	LARGO DEL MURETE
h	mm	=	ALTURA DEL MURETE
t	mm	=	ESPESOR TOTAL DEL MURETE
V <sub>m</sub>	MPa	=	ESFUERZO CORTANTE
P	N	=	CARGA APLICADA
A <sub>b</sub>	mm <sup>2</sup>	=	AREA BRUTA DEL ESPECIMEN

### MURETE

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA		CORREC. EDAD	CARGA		A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	V <sub>m</sub> MPa
		APILADO	ROTURA		(kg.)	(N)		
1	LADRILLO KING KONG MACIZO 605.0 x 634.0 x 100.0 mm ARTESANAL	9/2/2022	2/3/2022	1.05	7590.00	74432.5	61950.00	0.849
2	LADRILLO KING KONG MACIZO 602.0 x 632.0 x 100.0 mm ARTESANAL	9/2/2022	2/3/2022	1.05	7420.00	72765.3	61700.00	0.834
3	LADRILLO KING KONG MACIZO 605.0 x 630.0 x 100.0 mm ARTESANAL	9/2/2022	2/3/2022	1.05	7400.00	72569.2	61750.00	0.831
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (V <sub>m</sub> )								0.838


#### OBSERVACIONES :

LOS LADRILLOS FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS  
LOS LADRILLOS FUERON PUESTOS EN EL LABORATORIO Y ETIQUETADOS POR EL SOLICITANTE.

 Ing. Edwin Toel Claudio Guzman  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. Nº 239714  
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTO

Anexo 4.15 : Prueba de Resistencia a la compresion de ladrillo (20% ignimbrita)

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	RUC - 20606762357
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	

**PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL LADRILLO**

NTP 399.613 - NTP 399.604 - RNE E 070

**PROYECTO** : "RESISTENCIA MECÁNICA DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLOS DE CONCRETO MODIFICADOS CON IGNIMBRITA, AREQUIPA 2021"  
**SOLICITANTE** : ROJAS MACHACA, RONALD  
**MUESTRA** : LADRILLO KING KONG MACIZO                      ARTESANAL  
**DESCRIPCIÓN** : ADICIÓN 20% DE IGNIMBRITA  
**UBICACIÓN** : AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA  
**FECHA** : 9/2/2022

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	AREA	CARGA	ESF. DE ROTURA
			(cm2)	(kg.)	(kg/cm2)
1	LADRILLO KING KONG MACIZO	9/2/2022	201.43	16500.0	81.92
	20.10 x 10.02 x 6.83 cm ARTESANAL				
2	LADRILLO KING KONG MACIZO	9/2/2022	202.35	16120.0	79.66
	20.18 x 10.03 x 6.85 cm ARTESANAL				
3	LADRILLO KING KONG MACIZO	9/2/2022	203.43	16430.0	80.76
	20.20 x 10.07 x 6.88 cm ARTESANAL				
<b>PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA ( f' b )</b>					<b>80.78</b>


**OBSERVACIONES :**

LOS LADRILLOS FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS  
 LOS LADRILLOS FUERON PUESTOS EN EL LABORATORIO Y ETIQUETADOS POR EL SOLICITANTE.

  
  
 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 239714  
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE.



Anexo 4.16 : Prueba de resistencia a compresión axial (20% ignimbrita)

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	RUC - 20606762357
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	

**PRUEBA DE RESISTENCIA DE LA ALBAÑILERÍA A COMPRESIÓN AXIAL**

NTP 399.613 - NTP 399.604 - RNE E 070

**PROYECTO** : "RESISTENCIA MECÁNICA DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLOS DE CONCRETO MODIFICADOS CON IGNIMBRITA, AREQUIPA 2021"  
**SOLICITANTE** : ROJAS MACHACA, RONALD  
**MUESTRA** : LADRILLO KING KONG MACIZO ARTESANAL  
**DESCRIPCIÓN** : ADICIÓN 20% DE IGNIMBRITA  
**UBICACIÓN** : AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA  
**FECHA** : 2/3/2022

**PILAS**


Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA		AREA (cm <sup>2</sup> )	CORRECCIÓN		CARGA (kg.)	ESF. DE ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> )	
		APILADO	ROTURA		EDAD	ESBELTEZ			
1	LADRILLO KING KONG MACIZO	9/2/2022	2/3/2022	201.43	1	0.74	13900.0	69.01	51.07
	20.10 x 10.02 x 20.51 cm ARTESANAL								
2	LADRILLO KING KONG MACIZO	9/2/2022	2/3/2022	202.35	1	0.74	14770.0	72.99	54.01
	20.18 x 10.03 x 20.59 cm ARTESANAL								
3	LADRILLO KING KONG MACIZO	9/2/2022	2/3/2022	203.43	1	0.74	13990.0	68.77	50.89
	20.20 x 10.07 x 20.68 cm ARTESANAL								
<b>PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA ( f'm )</b>									<b>51.99</b>

**OBSERVACIONES :**

LOS LADRILLOS FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS  
 LOS LADRILLOS FUERON PUESTOS EN EL LABORATORIO Y ETIQUETADOS POR EL SOLICITANTE.

  
  
 Ing. Edwin Noel Choque Guzman  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 239714  
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

Anexo 4.17: Prueba de Resistencia de la albañilería a corte (20% ignimbrita)

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	RUC - 20606762357
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	

**PRUEBA DE RESISTENCIA DE LA ALBAÑILERÍA A CORTE**

NTP 399.691 - RNE E 070

**PROYECTO** : "RESISTENCIA MECÁNICA DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLOS DE CONCRETO MODIFICADOS CON IGNIMBRITA, AREQUIPA 2021"  
**SOLICITANTE** : ROJAS MACHACA, RONALD  
**MUESTRA** : LADRILLO KING KONG MACIZO ARTESANAL  
**DESCRIPCIÓN** : ADICIÓN 20% DE IGNIMBRITA  
**UBICACIÓN** : AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA  
**FECHA** : 2/3/2022

$$A_b = \frac{(I-h)}{2} t$$

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

**I** mm = LARGO DEL MURETE  
**h** mm = ALTURA DEL MURETE  
**t** mm = ESPESOR TOTAL DEL MURETE  
**V<sub>m</sub>** MPa = ESFUERZO CORTANTE  
**P** N = CARGA APLICADA  
**A<sub>b</sub>** mm<sup>2</sup> = AREA BRUTA DEL ESPECIMEN

**MURETE**


Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA		CORREC.	CARGA		A <sub>b</sub>	V <sub>m</sub>
		APILADO	ROTURA		EDAD	( kg. )		
1	LADRILLO KING KONG MACIZO 603.0 x 631.0 x 100.0 mm ARTESANAL	9/2/2022	2/3/2022	1.05	7670.00	75217.0	61700.00	0.862
2	LADRILLO KING KONG MACIZO 605.0 x 630.0 x 100.0 mm ARTESANAL	9/2/2022	2/3/2022	1.05	7690.00	75413.1	61750.00	0.863
3	LADRILLO KING KONG MACIZO 603.0 x 629.0 x 100.0 mm ARTESANAL	9/2/2022	2/3/2022	1.05	7700.00	75511.2	61600.00	0.867
<b>PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA ( V'm )</b>								<b>0.864</b>

**OBSERVACIONES :**

LOS LADRILLOS FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS  
 LOS LADRILLOS FUERON PUESTOS EN EL LABORATORIO Y ETIQUETADOS POR EL SOLICITANTE.

  
  
 Ing. Edwin Abelino Guzman  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 239714  
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

Anexo 4.18 : Prueba de Resistencia a la compresion de ladrillo (30% ignimbrita)

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	RUC - 20606762357
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	

**PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL LADRILLO**

NTP 399.613 - NTP 399.604 - RNE E 070

**PROYECTO** : "RESISTENCIA MECÁNICA DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLOS DE CONCRETO MODIFICADOS CON IGNIMBRITA, AREQUIPA 2021"  
**SOLICITANTE** : ROJAS MACHACA, RONALD  
**MUESTRA** : LADRILLO KING KONG MACIZO                      ARTESANAL  
**DESCRIPCIÓN** : ADICIÓN 30% DE IGNIMBRITA  
**UBICACIÓN** : AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA  
**FECHA** : 9/2/2022

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	AREA	CARGA	ESF. DE ROTURA
			(cm <sup>2</sup> )	(kg.)	(kg/cm <sup>2</sup> )
1	LADRILLO KING KONG MACIZO	9/2/2022	200.26	15500.0	77.40
	20.07 x 9.98 x 6.80 cm ARTESANAL				
2	LADRILLO KING KONG MACIZO	9/2/2022	201.90	15490.0	76.72
	20.07 x 10.06 x 6.84 cm ARTESANAL				
3	LADRILLO KING KONG MACIZO	9/2/2022	202.24	16190.0	80.05
	20.10 x 10.06 x 6.79 cm ARTESANAL				
<b>PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA ( f' b )</b>					<b>78.06</b>


**OBSERVACIONES :**

LOS LADRILLOS FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS  
 LOS LADRILLOS FUERON PUESTOS EN EL LABORATORIO Y ETIQUETADOS POR EL SOLICITANTE.

 Ing. Edvin Yoel Choque Guzman  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 239714  
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTF

Anexo 4.19 : Prueba de resistencia a compresión axial (30% ignimbrita)

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	RUC - 20606762357
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	

**PRUEBA DE RESISTENCIA DE LA ALBAÑILERÍA A COMPRESIÓN AXIAL**

NTP 399.613 - NTP 399.604 - RNE E 070

**PROYECTO** : "RESISTENCIA MECÁNICA DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLOS DE CONCRETO MODIFICADOS CON IGNIMBRITA, AREQUIPA 2021"  
**SOLICITANTE** : ROJAS MACHACA, RONALD  
**MUESTRA** : LADRILLO KING KONG MACIZO ARTESANAL  
**DESCRIPCIÓN** : ADICIÓN 30% DE IGNIMBRITA  
**UBICACIÓN** : AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA  
**FECHA** : 2/3/2022

**PILAS**

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA		ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CORRECCIÓN		CARGA (kg.)	ESF. DE ROTURA	
		APILADO	ROTURA		EDAD	ESBELTEZ		(kg/cm <sup>2</sup> )	
1	LADRILLO KING KONG MACIZO	9/2/2022	2/3/2022	200.26	1	0.74	13280.0	66.31	49.07
	20.07 x 9.98 x 20.44 cm ARTESANAL								
2	LADRILLO KING KONG MACIZO	9/2/2022	2/3/2022	201.90	1	0.74	13880.0	68.75	50.87
	20.07 x 10.06 x 20.56 cm ARTESANAL								
3	LADRILLO KING KONG MACIZO	9/2/2022	2/3/2022	202.24	1	0.73	13940.0	68.93	50.32
	20.10 x 10.06 x 20.40 cm ARTESANAL								
<b>PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA ( f<sub>m</sub> )</b>									<b>50.09</b>


**OBSERVACIONES :**

LOS LADRILLOS FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS  
 LOS LADRILLOS FUERON PUESTOS EN EL LABORATORIO Y ETIQUETADOS POR EL SOLICITANTE.




Anexo 4.20 : Prueba de Resistencia de la albañilería a corte (30% ignimbrita)

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	RUC - 20606762357
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	

**PRUEBA DE RESISTENCIA DE LA ALBAÑILERÍA A CORTE**

NTP 399.691 - RNE E 070

**PROYECTO** : "RESISTENCIA MECÁNICA DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLOS DE CONCRETO MODIFICADOS CON IGNIMBRITA, AREQUIPA 2021"  
**SOLICITANTE** : ROJAS MACHACA, RONALD  
**MUESTRA** : LADRILLO KING KONG MACIZO      ARTESANAL  
**DESCRIPCIÓN** : ADICIÓN 30% DE IGNIMBRITA  
**UBICACIÓN** : AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA  
**FECHA** : 2/3/2022

$$A_b = \frac{(I-h)}{2} t$$

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

**I**    mm = LARGO DEL MURETE  
**h**    mm = ALTURA DEL MURETE  
**t**    mm = ESPESOR TOTAL DEL MURETE  
**V<sub>m</sub>** MPa = ESFUERZO CORTANTE  
**P**    N    = CARGA APLICADA  
**A<sub>b</sub>**   mm<sup>2</sup> = AREA BRUTA DEL ESPECIMEN

**MURETE**

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA		CORREC. EDAD	CARGA		A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	V <sub>m</sub> MPa
		APILADO	ROTURA		(kg.)	(N)		
1	LADRILLO KING KONG MACIZO 600.0 x 634.0 x 100.0 mm    ARTESANAL	9/2/2022	2/3/2022	1.05	7690.00	75413.1	61700.00	0.864
2	LADRILLO KING KONG MACIZO 607.0 x 632.0 x 100.0 mm    ARTESANAL	9/2/2022	2/3/2022	1.05	7670.00	75217.0	61950.00	0.858
3	LADRILLO KING KONG MACIZO 606.0 x 630.0 x 100.0 mm    ARTESANAL	9/2/2022	2/3/2022	1.05	7790.00	76393.8	61800.00	0.874
<b>PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (V<sub>m</sub>)</b>								<b>0.865</b>

**OBSERVACIONES :**

LOS LADRILLOS FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS  
 LOS LADRILLOS FUERON PUESTOS EN EL LABORATORIO Y ETIQUETADOS POR EL SOLICITANTE.

  
 Ing. Edvin Vela Choque Guzman  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. Nº 239714  
 Esn. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

Anexo 6. Certificados de calibracion



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

**METAUT**

Pag. 3 de 4

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LF-CC-010-22

Indicador Digital Marca OHAUS, Modelo T31P, Serie B844677363

SISTEMA DIGITAL "A" Div.	SERIES DE CALIBRACION (Kgf)			PROMEDIO "B" Kgf	RPTBLD Rp %
	SERIE ( 1 ) Kgf	SERIE ( 2 ) Kgf	SERIE ( 3 ) Kgf		
250	250	250	249	249	0.12
500	498	500	499	499	0.15
750	749	750	748	749	0.14
1,000	999	997	998	998	0.10
1,250	1,245	1,248	1,247	1,247	0.11
1,500	1,497	1,499	1,496	1,497	0.10
1,750	1,746	1,748	1,749	1,748	0.08
2,000	1,990	1,992	1,991	1,991	0.06
2,500	2,492	2,493	2,494	2,493	0.04
3,000	2,985	2,986	2,988	2,986	0.05

NOTAS SOBRE LA CALIBRACION

1. - La Calibración se hizo según Basado en el Método C de la norma ASTM E4-07
2. - Rp es el Error de Repetibilidad definidos en la citada Norma:

Rp = Desviacion Estandar

3. - Rp no excedan el +/- 1.0 %

Coefficiente Correlación:

$R^2 = 1$

$$Y = -2 \times 10^{-6} X^2 + 1.0009 X - 1.0441$$

X : Lectura de la pantalla

Y : fuerza promedio ( Kgf )



JR. ANDRES RAZURI N° 242 - PACASMAYO - PACASMAYO - LA LIBERTAD  
 CELULAR 999934038 – 949746864 | E-MAIL servicios@metaut.com - ventas@metaut.com  
 WWW.METAUT.COM



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.  
**METAUT**

**CERTIFICADO DE CALIBRACION**  
**LF-CC-010-22**

Pag: 2 de 4

La Trazabilidad mediante la Medicón de referencia Estandar N°33713  
Validado por el certificado de calibración N° 18-0529-1 (INRIN)  
Validado por el certificado de calibración N° LAT 093 242719F

**CONDICION AMBIENTAL DE CALIBRACION:**

**Temperatura de Ambiente** (16.8 +/- 1) °C  
**Humedad Relativa** (60 +/- 5) °C %Hr

**INFORMACION DEL INSTRUMENTO:**

<b>EQUIPO</b>	CELDA DE CARGA
<b>FABRICANTE</b>	KELI
<b>MODELO</b>	-----
<b>N° SERIE</b>	AQA0052
<b>CAPACIDAD</b>	5000 kgf
<b>INDICADOR</b>	INDICADOR DIGITAL
<b>FABRICANTE</b>	OHAUS
<b>N° SERIE</b>	B844677363

**INFORMACION DEL INSTRUMENTO PATRON:**

<b>EQUIPO</b>	DINAMOMETRO ( Load cell )
<b>FABRICANTE</b>	AEP Transducers
<b>MODELO</b>	C8S
<b>N° SERIE</b>	723547
<b>CAPACIDAD</b>	1000 KN
<b>PROC. CAL.</b>	Compresión
<b>INDICADOR:</b>	AEP TRANSDUCER ( Indicador Digital )
<b>MODELO</b>	MP10 Plus
<b>SERIE</b>	6593



JR. ANDRES RAZURI N° 242 - PACASMAYO - PACASMAYO - LA LIBERTAD  
CELULAR 999934038 – 949746864 | E-MAIL [servicios@metaut.com](mailto:servicios@metaut.com) - [ventas@metaut.com](mailto:ventas@metaut.com)  
[WWW.METAUT.COM](http://WWW.METAUT.COM)





METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.  
**METAUT**

**CERTIFICADO DE CALIBRACION**  
**LF-CC-010-22**

Pag. 1 de 4

**CLIENTE : INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.**

**INFORMACION DEL INSTRUMENTO:**

<b>EQUIPO</b>	CELDA DE CARGA
<b>FABRICANTE</b>	KELI
<b>MODELO</b>	----
<b>N° SERIE</b>	AQA0052
<b>CAPACIDAD</b>	5000 Kgf
<b>INDICADOR</b>	INDICADOR DIGITAL
<b>FABRICANTE</b>	OHAUS
<b>MODELO</b>	T31P
<b>N° SERIE</b>	B844677363
<b>PRECISION</b>	1 Kgf

Los resultados de la medición reportados en este certificado fueron obtenidos siguiendo los procedimientos de calibración dados en el siguiente párrafo, donde los estándares de referencia son indicados en la siguiente pagina el cual garantiza la trazabilidad del instrumento Patrón y los certificados de calibración acreditado validan lo expuesto

El procedimiento toma como referencia a la norma ASTM E4-07 y la Norma NTP ISO/IEC 17025, Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

**UBICACIÓN** Laboratorio In Situ - Juliaca  
**DIA DE LA MEDICION** 21/03/2022



  
STALIN OLAZABAL TREJO  
INGENIERO ELECTRONICO  
C.I.P. N° 182685

JR. ANDRES RAZURI N° 242 - PACASMAYO - PACASMAYO - LA LIBERTAD  
CELULAR 999934038 - 949746864 | E-MAIL servicios@metaut.com - ventas@metaut.com  
WWW.METAUT.COM

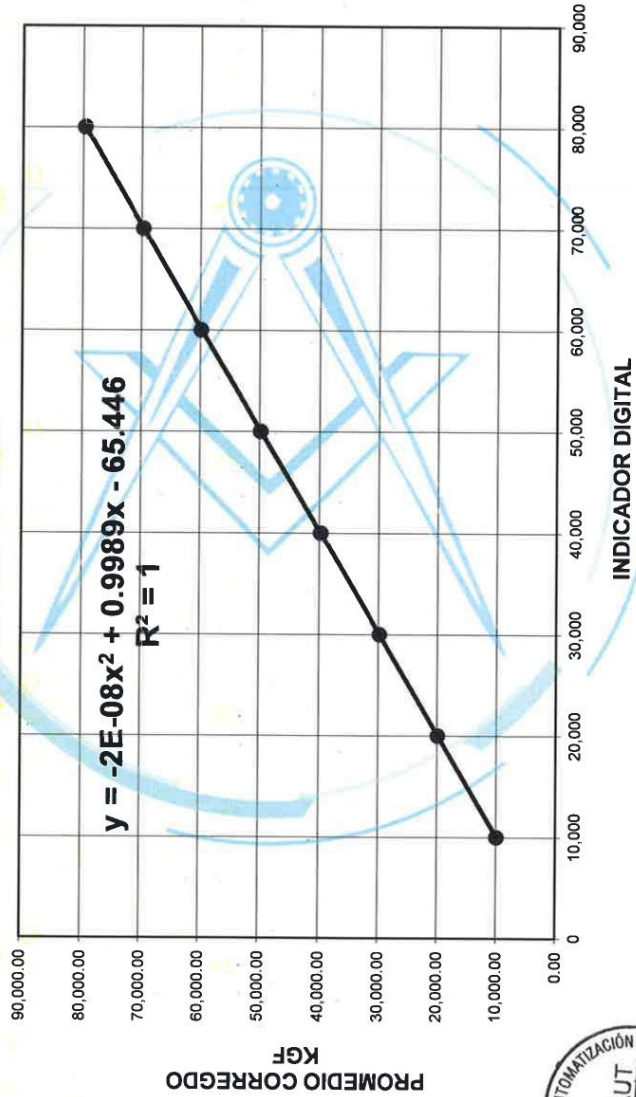


# METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

## METAUT

Pag 4 de 4

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
LF-PC-010-22  
Marca PYS EQUIPOS, Indicador ---,  
Transductor de 700 bar



JR. ANDRES RAZURI N° 242 - PACASMAYO - PACASMAYO - LA LIBERTAD  
CELULAR 999934038 – 949746864 | E-MAIL servicios@metaut.com - ventas@metaut.com  
WWW.METAUT.COM



**CERTIFICADO DE CALIBRACION**  
**LF-PC-010-22**

**Marca PYS EQUIPOS, Indicador Digital ---, Transductor de 700 bar**

SISTEMA DIGITAL "A" Kgf	SERIES DE CALIBRACION ( Kgf )				PROMEDIO "B" Kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE ( 1 ) Kgf	SERIE ( 2 ) Kgf	ERROR ( 1 ) %	ERROR ( 2 ) %			
10,000	9,950	9,960	0.50	0.40	9,955	0.45	0.07
20,000	19,880	19,890	0.60	0.55	19,885	0.58	0.04
30,000	29,860	29,850	0.47	0.50	29,855	0.48	0.02
40,000	39,810	39,820	0.48	0.45	39,815	0.46	0.02
50,000	49,850	49,860	0.30	0.28	49,855	0.29	0.01
60,000	59,860	59,850	0.23	0.25	59,855	0.24	0.01
70,000	69,750	69,750	0.36	0.36	69,750	0.36	0.00
80,000	79,690	79,680	0.39	0.40	79,685	0.39	0.01

**NOTAS SOBRE LA CALIBRACION**

- 1.- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ASTM E4-07
- 2.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  
Ep =  $(A-B) / A \times 100$  Rp = Desviación Estándar
- 3.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %

Coefficiente de Correlación: **R<sup>2</sup> = 1**

Ecuación de ajuste:  $Y = -2 \times 10^{-8} X^2 + 0.9989X - 65.446$

Donde:

X : Lectura de la pantalla  
Y : fuerza promedio ( Kgf )







METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.  
**METAUT**

**CERTIFICADO DE CALIBRACION**  
**LF-PC-010-22**

Pag. 2 de 4

La Trazabilidad mediante la Medición de referencia Estandar N°33674  
Validado por el certificado de calibración N° 18-0529-1 (INRIN)  
Validado por el certificado de calibración N° LAT 093 242819F

**CONDICION AMBIENTAL DE CALIBRACION:**

**Temperatura de Ambiente** (16.8+/- 1) °C  
**Humedad Relativa** (60 +/- 5) %Hr

**INFORMACION DEL INSTRUMENTO:**

**EQUIPO** PRENSA DE CONCRETO  
**FABRICANTE** PYS EQUIPOS  
**MODELO** PYS5001  
**N° SERIE** 207  
**CAPACIDAD** 100 TN  
**INDICADOR** ----  
**N° SERIE** ----

**INFORMACION DEL INSTRUMENTO PATRON:**

**EQUIPO** DINAMOMETRO ( Load cell )  
**CONSTRUCTOR** AEP Transducers  
**MODELO** C8S  
**N° SERIE** 723547  
**CAPACIDAD** 1000 KN  
**PROC. CAL.** Compresión  
**INDICADOR:** AEP TRANSDUCER ( Indicador Digital )  
**MODELO** MP10 Plus  
**N° SERIE** 6593



JR. ANDRES RAZURI N° 242 - PACASMAYO - PACASMAYO - LA LIBERTAD  
CELULAR 999934038 – 949746864 | E-MAIL [servicios@metaut.com](mailto:servicios@metaut.com) - [ventas@metaut.com](mailto:ventas@metaut.com)  
[WWW.METAUT.COM](http://WWW.METAUT.COM)



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.  
**METAUT**

**CERTIFICADO DE CALIBRACION  
LF-PC-010-22**

Pag. 1 de 4

**CLIENTE : INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.**

**INFORMACION DEL INSTRUMENTO:**

<b>EQUIPO</b>	PRENSA DE CONCRETO
<b>FABRICANTE</b>	PYS EQUIPOS
<b>MODELO</b>	PYS5001
<b>N° SERIE</b>	207
<b>CAPACIDAD</b>	100 TN
<b>INDICADOR</b>	----
<b>N° SERIE</b>	----
<b>TRANSD. PRESION</b>	----
<b>RANGO</b>	700 Bar
<b>N° SERIE</b>	----
<b>SISTEMA DE ACC.</b>	BOMBA ELECTRICA
<b>FABRICANTE</b>	----
<b>MODELO</b>	----
<b>N° SERIE</b>	----

Los resultados de la medición reportados en este certificado fueron obtenidos siguiendo los procedimientos de calibración dados en el siguiente párrafo, donde los estándares de referencia son indicados en la siguiente pagina el cual garantiza la trazabilidad del instrumento Patrón y los certificados de calibración acreditado validan lo expuesto

El procedimiento toma como referencia a la norma ASTM E4-07 y la Norma NTP ISO/IEC 17025, Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

**UBICACIÓN** Laboratorio In Situ- Juliaca



**DIA DE LA MEDICION** 21/03/2022

**STALIN OLAZABAL TREJO**  
INGENIERO ELECTRONICO  
C.I.P. N° 182685

JR. ANDRES RAZURI N° 242 - PACASMAYO - PACASMAYO - LA LIBERTAD  
CELULAR 999934038 – 949746864 | E-MAIL servicios@metaut.com - ventas@metaut.com  
WWW.METAUT.COM





**METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.**  
**METAUT**

**METROLOGIA Y AUTOMATIZACION  
S.R.L.**

**METAUT**

**CERTIFICADO DE VERIFICACION  
LLA-TAM-144-22**

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS Y  
EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:

Pie de Rey de 300mm, Precisión 0,01mm Mitutoyo-Japones Mod CDN-  
P12" PMX serie 0003131, Certificado FA-0201-2022 INACAL.

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE 2 1/2" TIENE UNA LUZ DE  $(63 \pm 1.69 \text{ mm})$ .

FABRICADA EN ACERO INOX DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION  
N° SERIE : 19E40  
FECHA : 21-03-2022



  
STALIN OLAZABAL TREJO  
INGENIERO ELECTRÓNICO  
C.I.P. N° 182685

Jr. Andrés Razuri N° 242 - Pacasmayo - La Libertad  
Cel. 999934038 - E-mail servicios@metaut.com



**METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.**  
**METAUT**

**METROLOGIA Y AUTOMATIZACION  
S.R.L.**

**METAUT**

**CERTIFICADO DE VERIFICACION  
LLA-TAM-145-22**

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS Y  
EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:  
PIE DE REY DE 300MM, PRECISIÓN 0.01MM MITUTOYO-JAPONES  
MOD CDN-P12" PMX SERIE 0003131, CERTIFICADO FA-0201-2022  
INACAL

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE 2" TIENE UNA LUZ DE  $(50 \pm 1.34$   
mm).

FABRICADA EN ACERO INOX DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION  
N° SERIE : 20F05  
FECHA : 21-03-2022



  
STALIN OLAZABAL TREJO  
INGENIERO ELECTRÓNICO  
C.I.P. N° 182685

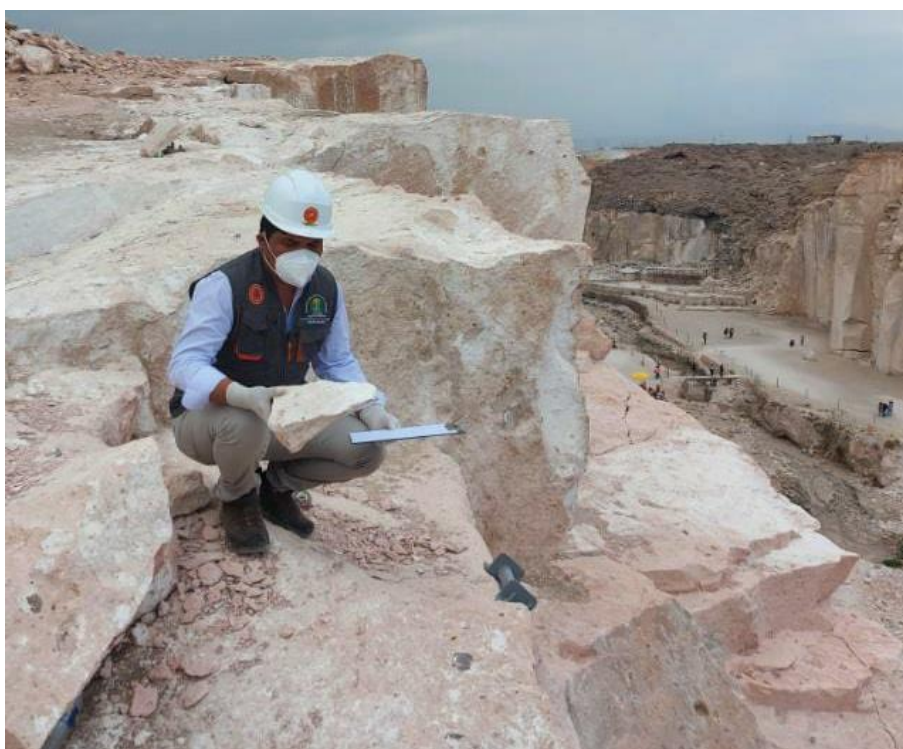
Jr. Andrés Razuri N° 242 – Pacasmayo – La Libertad  
Cel. 999934038 – E-mail servicios@metaut.com



Anexo 6. Panel fotografico



Fotografía N° 1: Canteras de Añashuayco – Arequipa



Fotografía N° 2: Recojo de muestra de ignimbrita en las canteras de Añashuayco



Fotografía N° 3: Triturado de muestra de ignimbrita.



Fotografía N° 4: Ensayo de granulometría de agregado.



Fotografía N° 5: Ensayo de granulometría de ignimbrita.



Fotografía N° 6: Elaboración de murete





Fotografía N° 7: Ensayo axial de pilas