



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Resistencia mecánica de muros de albañilería con ladrillos
ecológicos, para viviendas autoconstruidas, San Jerónimo, Cusco**

2020

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

AUTOR:

Quispe Garcia, Jhonatan (ORCID: 0000-0002-3228-2458)

ASESOR:

Dr. Ing. Muñiz Paucarmayta, Abel Alberto (ORCID: 0000-0002-1968-9122)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

LIMA - PERÚ
2020

Dedicatoria

A nuestro divino creador por darme la vida y su infinito amor y sabiduría

A mis padres: Celestino Quispe Baca y Nieves García Anaya por guiarme en el camino del bien en cada momento de mi vida

A mis hermanos: David Quispe García y Yuliza Quispe García por apoyarme incondicionalmente, desde el inicio de esta tesis.

Agradecimientos

Agradezco a los laboratorios Geotest Perú S.AC y Proycon Silver S.C.R.L por su apoyo con los ensayos de laboratorio

Al Dr. Ing. Abel Muñiz Paucarmayta, por el asesoramiento durante la elaboración de mi tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimientos.....	iii
Acta de aprobación de Tesis	iv
Acta de Aprobación de Originalidad de Tesis.....	v
Autorización de Publicación de tesis en repositorio Institucional UCV	vi
Declaración de Originalidad del Autor	vii
Índice de Contenidos.....	viii
Indice de Tablas	ix
Indice de Figuras.....	ix
Resumen	x
Abstract	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II.MARCO TEÓRICO.....	5
III. MÉTODO.....	14
3.1 Tipo y diseño de Investigación.	14
3.2 Variables y operacionalización.	15
3.3 Población, muestra y muestreo	18
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.	19
3.5 Procedimiento.....	21
3.6 Método de análisis de datos	21
3.7 Aspectos éticos	32
IV. RESULTADOS.....	34
V. DISCUSIÓN	36
VI. CONCLUSIONES	38
VII. RECOMENDACIONES	39
REFERENCIAS.....	40
ANEXOS	44

INDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1 Clasificación de la unidad para fines estructurales.....	11
Tabla 2.2 Resistencia característica de la albañilería Mpa (kg/cm ²).....	13
Tabla 3.1 Matriz Operacionalización de variables	17
Tabla 3.2 La cantidad total de la muestra.....	19
Tabla 3.3 Interpretación de validez según rangos y magnitudes.....	20
Tabla 3.4 Validez de contenido de las variables: VI Ladrillo ecológico y VD Resistencia mecánica.....	20
Tabla 3.1 Interpretación de la confiabilidad según rango y magnitudes.....	20
Tabla 3.6 Resultados de ensayos a compresión simple a ladrillos ecológicos.....	22
Tabla 3.7 Resultados de la erosión de ladrillos ecológicos	23
Tabla 3.8 Resultados de ensayos a flexión a ladrillos ecológicos	23
Tabla 3.9 Resultados obtenidos de ensayos de variación dimensional a ladrillos ecológicos	23
Tabla 3.10 Resultados obtenidos de ensayos de densidad a ladrillos ecológicos	24
Tabla 3.11 Resultados obtenidos de ensayos de alabeo a ladrillos ecológicos	24
Tabla 3.12 Resultados obtenidos de ensayo de absorción a ladrillos ecológicos	25
Tabla 3.13 Ensayo de adherencia al cizalle a muros de albañilería con ladrillos ecológicos	25
Tabla 3.14 Resultados obtenidos de ensayos a compresión axial.....	28
Tabla 3.15 Resultados de ensayos a compresión diagonal de muros de albañilería con ladrillos ecológicos.....	32
Tabla 3.16 Resultados obtenidos de ensayos a ladrillos ecológicos y muros de albañilería	32
Tabla 3.13 Ensayo de adherencia al cizalle a muros de albañilería con ladrillos ecológicos	34
Tabla 3.14 Resultados obtenidos de ensayos a compresión axial.....	34

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Viviendas autoconstruidas en alrededores del distrito de San Jerónimo	2
Figura1.1 Expansión urbana	3
Figura 2.2 Variación de dimensiones	11
Figura 4.4 Resistencia mecánica de muros de albañilería con ladrillos ecológicos.	35

RESUMEN

La presente investigación titulado “Resistencia mecánica de muros de albañilería con ladrillos ecológicos, para viviendas autoconstruidas, San Jerónimo, Cusco 2020”, fijo como objetivos: Estimar la resistencia a corte por cizalle de muros de albañilería con ladrillos ecológicos, calcular la resistencia a compresión axial de muros de albañilería con ladrillos ecológicos, Cuantificar el cambio de la resistencia a compresión diagonal de muros de albañilería con ladrillos ecológicos para viviendas. Aplicando una metodología inductiva de tipo aplicada, haciendo uso de ladrillos ecológicos, dieciséis para elaborar seis probetas, nueve para elaborar tres prismas y cuarenta y cinco para elaborar tres muretes, obtuvo los resultados siguientes, resistencia a adherencia a corte por cizalle de $2.6 \text{ kg/cm}^2 \pm 0.7 \text{ kg/cm}^2$ (rango de variación), a compresión axial de $20.36 \text{ kg/cm}^2 \pm 6.37 \text{ kg/cm}^2$ (rango de variación) y a compresión diagonal de $8.28 \text{ kg/cm}^2 \pm 0.73 \text{ kg/cm}^2$ (rango de variación). Finalmente fija como conclusiones: Los muros de albañilería con ladrillos ecológicos fabricados con 20% de cemento, 20% de polvo de caucho y suelo arcilloso determinaron resistencia mecánica buena en muros de albañilería, para viviendas autoconstruidas, según la E.030, (2006) pueden aplicarse en construcciones de hasta dos pisos.

Palabras Clave: Resistencia Mecánica, Ladrillo Ecológico, Viviendas Autoconstruidas

ABSTRACT

The present investigation entitled "Mechanical resistance of masonry walls with ecological bricks, for self-built houses, San Jerónimo, Cusco 2020", set as objectives: To estimate the shear resistance of masonry walls with ecological bricks, calculate the compressive strength axial of masonry walls with ecological bricks, Quantify the change in the diagonal compressive strength of masonry walls with ecological bricks for houses. Applying an applied-type inductive methodology, making use of ecological bricks, sixteen to make six test tubes, nine to make three prisms and forty-five to make three walls, he obtained the following results, resistance to adherence to shear of $2.6 \text{ kg / cm}^2 + - 0.7 \text{ kg / cm}^2$ (variation range), at axial compression of $20.36 \text{ kg / cm}^2 + - 6.37 \text{ kg / cm}^2$ (variation range) and at diagonal compression of $8.28 \text{ kg / cm}^2 + - 0.73 \text{ kg / cm}^2$ (variation range). Finally, it establishes as conclusions: The masonry walls with ecological bricks made with 20% cement, 20% rubber dust and clay soil determined good mechanical resistance in masonry walls, for self-built houses, according to E.030, (2006) .can be applied in constructions of up to two stories.

Keywords: Mechanical Strength, Ecological Brick, Self-Built Homes

I. INTRODUCCIÓN

Según la ONU (2018) en la actualidad, el 55% de la población mundial vive en áreas urbanas, una proporción que se espera que aumente al 68% para 2050. Las proyecciones muestran que la urbanización, el cambio gradual en la residencia de la población humana de las áreas rurales a las urbanas, combinado con el crecimiento de la población mundial podría agregar otros 2.500 millones de personas a las áreas urbanas para 2050, y cerca del 90% de este aumento tendrá lugar en Asia y África, según un nuevo conjunto de datos de las Naciones Unidas.

Asimismo, MVCS & PERIFERIA (2018) Menionan que en el Peru las ciudades ocupan el 2% del territorio, consumen el 78% de la energía y generan el 70% de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero-GEI2. La deficiente planificación y gestión de las ciudades peruanas genera un desarrollo urbano insostenible que se caracteriza por un crecimiento desordenado y predominantemente informal, un gran porcentaje de viviendas inseguras autoconstruidas, precariedad en los servicios públicos, un transporte caótico y contaminante, la contaminación de los ríos y las fuentes de agua, la depredación de los ecosistemas urbanos, entre otros síntomas de la enfermedad urbana moderna.

También mencionaron que la sostenibilidad de las ciudades es uno de los mayores desafíos contemporáneos: a nivel global el 55 % de la población vive en ciudades, en el Perú, esa cifra llega al 78.2% MVCS & PERIFERIA (2018).

En la actualidad se considera al Distrito de San Jerónimo como uno de los lugares que genera mayor cantidad de ladrillos y a causa de ello se genera la contaminación ambiental, esto a efecto de proveer la demanda que ocasiona la expansión urbana.

El problema que viene ocurriendo es la creciente demanda de ladrillos a causa de la expansión urbana.

Este problema se presenta desde tres años atrás, con la lotización de terrenos en alrededores del distrito de San Jerónimo.

Se presenta por la acción del crecimiento poblacional y ante ello surge la necesidad de construir.

Asimismo se presenta con la construcción informal de viviendas utilizando el bróker tradicional. Perjudica directamente a la población en general del distrito de San Jerónimo.

Una alternativa de solución es la elaboración de un ladrillo con composición ecológica y determinar sus características mecánicas, físicas, hidráulicas y aplicar en muros de albañilería para determinar su resistencia mecánica, para hacer uso en viviendas autoconstruidas, a diferencia del ladrillo convencional no requiere una cocción para su obtención como producto terminado y contribuye con el medio ambiente.



Figura 1.1 Viviendas autoconstruidas en alrededores del distrito de San Jerónimo



Figura1.1 Expansión urbana

Como se observa la VI ladrillo ecológico y V2 Resistencia mecánica; considerando como realidad problemática la expansión urbana.

Analizando la realidad problemática se preciso formular el problema, considerando como problema general: ¿Cuánto varia la resistencia mecánica de muros de albañilería con ladrillos ecológicos para viviendas autoconstruidas, San Jerónimo, Cusco 2020? Como problemas específicos; la primera ¿Cuál es la resistencia a corte por cizalle de muros de albañilería con ladrillos ecológicos para viviendas autoconstruidas, San Jerónimo, Cusco 2020? La segunda ¿Qué valores alcanza la resistencia a compresión axial de muros de albañilería con ladrillos ecológicos para viviendas autoconstruidas, San Jerónimo, Cusco 2020? y la Tercera

¿En cuanto cambia la resistencia a compresión diagonal de muros de albañilería con ladrillos ecológicos para viviendas autoconstruidas, San Jerónimo, Cusco 2020?

Continuando con la secuencia esquemática del proyecto de investigación se muestra la justificación del problema; desde el punto de vista teórico, proponiendo la elaboración de un ladrillo de composición ecológica y hacer uso en la construcción, determinando su viabilidad, de esta manera se estará contribuyendo con el conocimiento científico. Desde la perspectiva práctica el nivel de resistencia evaluado a la unidad ecológica, permitirá su fabricación y comercialización y hacer uso en la construcción de viviendas. Finalmente, en lo metodológico, utilizando como referencia antecedentes referidos al tema de investigación se realizara prototipos de unidades ecológicas para su aplicación en viviendas.

La investigación fijo como objetivo general: Determinar la resistencia mecánica de muros albañilería con ladrillos ecológicos para su viviendas autoconstruidas, San Jerónimo, Cusco 2020, como objetivos específicos: La primera Estimar la resistencia a corte por cizalle de muros de albañilería con ecológicos para viviendas autoconstruidas, San Jerónimo, Cusco 2020; la segunda Calcular la resistencia a compresión axial de muros de albañilería con ladrillos ecológicos para viviendas autoconstruidas, San Jerónimo, Cusco 2020 y la tercera Cuantificar el cambio de la resistencia a compresión diagonal de muros de albañilería con ladrillos ecológicos para viviendas, San Jerónimo, Cusco 2020.

Planteando los problemas y fijado sus objetivos se formulan las hipótesis, teniendo como hipótesis general: La resistencia mecánica de muros de albañilería con ladrillos ecológicos para viviendas autoconstruidas varia significativamente, San Jerónimo, Cusco 2020. Las hipótesis específicas; la primera La resistencia a corte por cizalle de muros de albañilería con ladrillos ecológicos para viviendas autoconstruidas es aceptable, San Jerónimo, Cusco 2020; la segunda La resistencia a compresión axial de muros de albañilería con ladrillos ecológicos para viviendas autoconstruidas es bajo, San Jerónimo, Cusco 2020 y la tercera La resistencia a compresión diagonal de muros de albañilería con ladrillos ecológicos para viviendas autoconstruidas cambia mínimamente, San Jerónimo, Cusco 2020.

II. MARCO TEÓRICO

En trabajos previos como antecedentes nacionales, según Mendoza (2018) en la tesis de grado *titulado*: “Evaluación de ladrillo ecológico machihembrado en resistencia, costo y rendimiento para su aplicación en viviendas económicas huacrachuco 2017”, fijo como objetivos; determinar la resistencia del Ladrillo Ecológico Machihembrado y compararlo con el adobe y el ladrillo, según Norma E.070 Albañilería y la Norma E.080 Adobe, Comparar el costo de construcción por metro cuadrado (m²) con Ladrillo Ecológico Machihembrado frente al Ladrillo King Kong 18 y proporcionar información de análisis de precios unitarios para su aplicación en presupuestos con Ladrillo Ecológico Machihembrado. Aplicando una metodología: se tomaron 25 unidades, le efectuaron pruebas de variación dimensional, alabeo, absorción y resistencia a compresión unitaria y de pila; obtuvo los resultados: la unidad ecológica determino una $f'_{b}= 61.24 \text{ kg/cm}^2$, de pila se obtuvo una $f'_{m}=26.74 \text{ kg/cm}^2$, S/. 51.05 costo de 1m² de muro y un rendimiento aparejo sogá de 10m²/día. Finalmente fija como conclusiones: unidad compuesta con arcilla 75%, cemento Portland tipo I 20% y agua 5% es una alternativa, respecto a resistencia, costo y rendimiento. Luego se tiene a Monrroy (2020) en la tesis de grado *titulado*: “Evaluación de las propiedades físico - mecánicas de la albañilería con ladrillos de suelo - cemento, para uso estructural en Huancayo - Junín”, fijo como objetivos; Clasificar para fines estructurales los ladrillos de suelo estabilizado con 10%,15% y 20% de cemento, considerado la

Norma E.070 de Albañilería y la NTP ITINTEC 331.017 y Comparar los valores de los ensayos a compresión axial y corte en muretes de albañilería con ladrillos de suelo estabilizado con 10%,15% y 20% de cemento, con los requisitos mínimos de la Norma E.070 de Albañilería. Aplicando una metodología: se elaboraron unidades de albañilería macizas a partir de la mezcla de un suelo tipo A-2-4 y cemento Portland tipo I, la mezcla fue compactada en una máquina de 7 toneladas de presión, obtuvo los resultados siguientes; el ladrillo con el porcentaje óptimo de cemento es 20%, clasificándolo para el uso en muros portantes, que desarrollaron, resistencia a compresión axial de 45.9 kg/cm² y compresión diagonal de 7.7 kg/cm². Finalmente fija como conclusiones el ladrillo ecológico supera lo que describe la norma E.070 y es aplicable en viviendas.

Seguidamente, Reyes (2018) en la tesis de grado titulado: “*Estudio comparativo del mortero de adherencia convencional y el mortero embolsado para la elaboración de muros de albañilería, Lima-2018*”, fijo como objetivos; Conocer las Propiedades Físicas de los materiales utilizados en el estudio Comparativo con ambos tipos de mortero para la Elaboración de muros de Albañilería, Conocer las Propiedades Mecánicas de los Ensayos realizados con ambos tipos de Mortero para la Elaboración de Muros de Albañilería, Conocer el Estudio Comparativo de los Resultados de Tiempo y Costo en la Elaboración de Muretes con ambos tipos de Mortero. Aplicando una metodología: se ensayó a 9 pilas de albañilería, 9 probetas unidas con tres ladrillos y a 3 muretes, obtuvo los resultados siguientes; resistencia a compresión axial de 203 kg/cm², resistencia a la adherencia 20kg/cm² y resistencia a compresión diagonal de 14.6 kg/cm². Finalmente fija como conclusiones: los morteros empleados determinaron superioridad en adherencia, para la elaboración de muros.

También, Portilla et al (2018) en su artículo de investigación titulado: “Influencia del polímero reciclado de neumáticos y los elementos de mezcla en la optimización de la resistencia a la compresión en unidades de albañilería”, fijo como objetivo: determinar la resistencia a la compresión óptima de unidades de albañilería mediante la adición de polímeros reciclados de los neumáticos y elementos de mezcla.

Aplicando una metodología: constituida por 13 ensayos a ladrillos del tipo sólido, con dimensiones de 9 cm x 13 cm x 24 cm; determinada probabilísticamente, obtuvo los

resultados siguientes; eco-ladrillo con 50% de Arena , 38% de Piedra y 2% de Polimero desarrollo una resistencia de 126.21 kg/cm². Finalmente fija como conclusiones: A mayor % de polimero a la mezcla, la resistencia a compresion disminuye y a mayor cantidad de piedra y anarena en la mezcla resiste mejor a la compresion.

Finalmente, Sánchez et al (2018) en su articulo de investigacion titulado: "*Ladrillo ecológico elaborado con papel reciclado: costo y propiedades físico-mecánicas*", fijo como objetivo; determinar el impacto que genera en las propiedades fisico-mecanicas y el costo de un ladrillo ecologico elaborado usando papel reciclado en la construcción de viviendas de los sectores urbano marginales del distrito de Nuevo Chimbote. Aplicando una metodologia: desarrollando ensayos de alabeo, resistencia a la compresión y variabilidad dimensional. Obtuvo como Resultados siguientes; variabilidad dimensional presenta un largo de 0,73%, un ancho 1,08% y una altura 2,39%, alabeo cóncavo tiene 0,60mm y convexo tiene 0,65mm y resistencia a compresión de 66,94 kg/cm². Finalmente, fija como conclusiones: las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo ecológico garantiza su aplicación en viviendas.

En los trabajos previos como antecedentes internacionales, Camacho & Mena (2018) en la tesis de grado "*diseño y fabricación de un ladrillo ecológico como material sostenible de construcción y comparación de sus propiedades mecánicas con un ladrillo tradicional*", fijo como objetivos: Fabricar un mampuesto ecológico como material sostenible de la construcción, mediante el uso de residuos de cáscara de arroz, comparar las propiedades mecánicas entre un mampuesto ecológico y un ladrillo tradicional, con ensayos de resistencia a la compresión, flexión y absorción, determinar la mezcla óptima mediante ensayos de relación suelo- cemento. Aplicando una metodologia: elaboro un manpuesto ecologico conformado por suelo arcilloso, 14% de cemento portland, 6% de ceniza de cascara de arroz y 4% de cascara de arroz, obtuvo los resultados siguientes; el ladrillo ecologico desarrollo una resistencia a compresion simple de 7.48 Mpa, absorcion de 17.28% y resistencia a flexion de 2.46 Mpa. Finalmente, fija como conclusiones: El ladrillo ecologico es aseptable porque supera la resistencia minima de 6 Mpa, no sobrepaza la absorcion maxima a la humedad de 25% y supera la flexion minima que es 2 Mpa. Luego se tiene Bravo &

Espinoza (2019) en la tesis de grado titulado “Elaboración de un mampuesto ecológico como material sostenible de construcción utilizando bagazo de caña de azúcar” fijo como objetivos: proporcionar la dosificación óptima de los materiales que posteriormente permita obtener las mejores propiedades mecánicas en los mampuestos a fabricarse, fabricar muestras del mampuesto ecológico que cumplan con la geometría admitida por la normativa para ladrillos tradicionales, Presentar las consideraciones fundamentales para la aplicación del mampuesto ecológico en obras de infraestructura. Aplicando una metodología: mediante la estabilización de suelos, para obtener probetas prismáticas con dimensiones acordes a la normativa nacional vigente para ladrillos tradicionales, con la finalidad de efectuar ensayos de resistencia mecánica y absorción, obtuvo como resultados siguientes; dosificación final con 600 g de limo con arena, 12% de Cemento tipo Gu y 3% de cenizas de bagazo de caña de azúcar, un prototipo con un largo(130mm), ancho (60mm) y alto (55mm), resistencia a compresión sin corrección los 14 y 28 días 5.76 MPa y 7.59 MPa. Finalmente fija como conclusiones: el mampuesto ecologico no cumple con la resistencia mínima especificada en la NTE INEN 3049 (20.00 MPa para muros estructurales y 14.00 MPa para muros no estructurales, sin factor de corrección).

Seguidamente, Ganchozo & Zambrano (2017) en la tesis de grado titulado: “*Aprovechamiento de la cascarilla de arroz y plástico pet en la fabricación de eco-bloques en la espam mfl*”, fijo como objetivos: Determinar las posibles combinaciones de la cascarilla de arroz y plástico PET dentro en la fabricación del Eco-bloque, establecer a través de pruebas mecánicas, acústicas y térmicas la calidad del Eco-bloque, estimar el impacto ambiental y el costo de fabricación del Eco-bloque en comparación con el bloque tradicional. Aplicando una metodología: entrevista, observación, pruebas técnicas, costos de producción y un análisis económico que permitiera describir los datos más significativos dentro de la indagación planteada, obtuvo como resultados, resistencia a compresion del eco-bloque de 2.58Mpa en un periodo de secado de 28 dias, absorcion mayor de agua de 56%, ruido maximo de 73.9 dBa y un ruido minimo de 53.5 dBa, en una camara fria obtuvo una temperatura maxima de 29.8°C y una minima de 22.5 °C y en una camara caliente una maxima de 38°C y una minima de 35°C. Finalmente fija como conclusiones: las pruebas

mecánicas determinaron que los Eco-bloques no superan la resistencia de compresión dispuestas en la norma INEN 634 (2014).

También Pradena et al (2019) en su artículo de investigación titulado: “Factibilidad técnica del uso de escorias de cobre como reemplazo de arena en morteros de pega de muros de albañilería”, fijó como objetivos: estudiar la factibilidad técnica de morteros de pega fabricados con un árido fino obtenido a partir de la combinación de arena y granalla de EFC para su utilización en muros de albañilería confinada. Aplicando una metodología: Se elaboraron 6 probetas para evaluar la adherencia a corte por cizalle, 5 prismas para evaluar la resistencia a compresión axial y 5 muretes de albañilería para evaluar la resistencia compresión diagonal, obtuvo los resultados siguientes; el 40% de EFC determinó, resistencia de adherencia a corte por cizalle de 0.6 Mpa con, a compresión axial de 8 Mpa y a compresión diagonal de 0.9 Mpa. Finalmente fijó como conclusiones: utilizar morteros de pega con EFC en muros de albañilería confinada es técnicamente factible.

Finalmente, Lara et al (2020) en su artículo de investigación titulado: “*Influencia de las partículas de caucho en la resistencia a la compresión de bloques de concreto*” fijó como objetivos: diseño y elaboración de un bloque de concreto prototipo utilizando partículas de caucho, para diferentes porcentajes de sustitución por agregado fino, que posea similares características técnicas y económicas de un bloque de concreto convencional tipo B, propuesto en la norma NTE INEN 3066 2016-11. Aplicando una metodología: la sustitución en porcentajes de (10%, 15% y 20%) en volumen de agregado fino por partículas de caucho, obtuvo los resultados: siguientes; el bloque de concreto con partículas de 20% de caucho demostró una resistencia neta mínima a la compresión simple 3,69 MPa. Finalmente, fijó como conclusiones: El precio del bloque de concreto con partículas de caucho del 20% de sustitución resulta más económico y logra la resistencia a la compresión deseada en comparación a un bloque tipo B propuesto en esta investigación.

En cuanto a teorías relacionadas al tema de estudio se revisaron conceptos correspondientes para cada una de las variables y sus respectivas dimensiones.

Sobre la Variable 1: Ladrillo ecológico, según Isan (2018) menciona que los ladrillos ecológicos son un elemento clave en la arquitectura ecológica. Sin embargo,

el término agrupa a distintos tipos de materiales y sus beneficios también pueden ser muy diferentes (p. 1). Similarmente Fernandez (2008) define como ladrillo ecologico a bloques fabricados a partir de materiales usados, naturales o de alta tecnología posibilitan la construcción de viviendas más ecológicas.

Esta variable a su vez esta estructurada mediante sus dimensiones, en este caso resultan ser (características); como dimensión 1, características mecánicas que según Gallegos & Casabonne (2005) es la determinacion de las características y tipo del espesimen, consideran que es importante el procedmiento y evaluacion de ensayo, pues debe conducir en conjunto a ensayos repetibles, economicos e interpretables (p. 200). Seguidamente la NTP 399.613 (2005), interpreta la siguiente escuacion:

$$C = \frac{W}{A} . \quad (\text{Ec.2.1})$$

C= Resistencia a compresión simple de la unidad en kg/cm² .

W= Carga aplicada kg .

A= Área de la superficie de contacto en cm² .Seguidamente la ASTM - C78 (2002) interpreta la siguiente ecuacion:

$$R = \frac{Pl}{bd^2} \quad (\text{Ec.2.2})$$

P= Carga máxima aplicada indicada por la maquina de prueba lomo, lbf o N

R= El Modulo de ruptura, se puede obtener psi o Mpa .

L= Longitud del tramo, pulg. o mm .

b= Ancho promedio en la muestra en pulg. o mm.

d= altura promedio de la muestra en pulg. o mm.

En seguida se considera la dimensión 2, Características físicas que según Ramirez (2016), propiedad medible sin someter esfuerzo como: variación dimensional , alabeo y absorción. Seguidamente NTP 331.018 (1978) interpreta la sigientes ecuaciones.

$$V = \frac{DE-MP}{D} X 100. \quad (\text{Ec.2.3})$$

V= Variación dimensional, (%).

DE=Dimensión especifica, en (mm).

MP= Dice que es la dimensión promedio de la unidad, en (mm) .

$$D = \frac{M}{V} \quad (\text{Ec.2.4})$$

D: Densidad en (g/cc).

M: Espécimen seco en (g).

V: es el volumen en (cc).

Finalmente se tiene la dimension 3, características hidráulicas que según Pardave et al (2019) que es la capacidad que tienen los agregados de absorber agua al saturarse durante 24 horas, llenando sus vacíos permeables, ésta depende de la porosidad. Seguidamente la 331.018 NTP (1978) interpreta la siguiente ecuación:

$$A = \frac{G4 - G3}{G3} \times 100 \quad (\text{Ec.2.5})$$

A: Agua absorbida por la unidad, en (%).

G3: Unidad seca, en (g).

G4: Unidad saturada en agua fría durante 24 horas, en (g).

Tabla 2. 1 Clasificación de la unidad para fines estructurales.

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

Fuente: E-070 (2006)

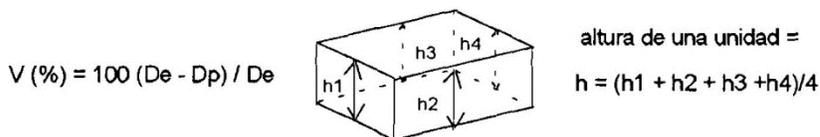


Figura 2.2 Variación de dimensiones
Fuente: San Bartolome (1994)

Sobre la Variable 2: Resistencia mecánica, según E-070 (2006) la resistencia mecánica se mide con ensayos a compresión axial ($f'm$) y a corte ($v'm$) se determinará de manera empírica (recurriendo a tablas o registros históricos de resistencia de las unidades) También mediante ensayos de prismas, de acuerdo a la

importancia de la edificación y a la zona sísmica donde se encuentre, según se indica en la Tabla 7 (p. 24). Similarmente San Bartolome (1994) define que la resistencia característica ("fm" en pilas y "v'm" en muretes) se ha obtenido restando una desviación estándar al valor promedio de rotura, tal como indican las Normas ITINTEC; estadísticamente, esto significa que por lo menos el 84% de los especímenes tendrán una resistencia mayor que la característica.

Esta variable a su vez está estructurada mediante sus dimensiones, en este caso resultan ser (tipos); como dimensión 1, la resistencia a corte por cizalle que según NCh 167 (2001) dice que “ el ensayo de adherencia se realiza sometiendo a cizalle probetas formadas por tres ladrillos cerámicos pegados con un mortero normalizado según especifica en la presente norma” (p. 4).

$$A = \frac{P}{S} \quad (\text{Ec.2.6})$$

A: adherencia al corte por cizalle (kg/cm²).

P: Carga (kg).

S: Área total de las superficies de pega en (cm²).

En seguida se considera la dimensión 2, la resistencia a compresión axial que según 399.605 NTP (2013), se calcula dividiendo la carga puntual que soporta entre el área transversal neta de la pila, y que el resultado se expresa (kg/cm²).

$$f'm = \frac{P}{A} \quad (\text{Ec.2.7})$$

P= carga puntual (kg)

A= área bruta (cm²)

Finalmente se tiene la dimensión 3: resistencia a compresión diagonal que según San Bartolome (1994), se calcula dividiendo la carga aplicada que soporta entre el área diagonal cargada.

Seguidamente la 399.621 NTP (2004) interpreta la siguiente ecuación:

$$V'm = \frac{0.707 \times P}{A_b} \quad (\text{Ec.2.8})$$

V'm: Esfuerzo cortante (kg/cm²)

P: Carga aplicada (kg).

Ab: Área bruta (cm²).

Tabla 2.2 Resistencia característica de la albañilería Mpa (kg/cm²).

Materia Prima	Denominación	UNIDAD f'_b	PILAS f'_m	MURETES v'_m
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
Sílice-cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
	Estándar y mecano (*)	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto	Bloque Tipo P (*)	4,9 (50)	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: E-070, (2006)

III. MÉTODO.

3.1 Tipo y diseño de Investigación.

3.1.1. Método: Científico

Según Jaime & Ladino (2018) considera que el Método Científico se basa en la medición empírica, sujeto a principios específicos de pruebas de razonamiento.

La investigación se iniciara a causa de la expansión urbana y la crecida demanda de ladrillos que ocasiona, recurriendo a la revisión bibliográfica de investigaciones referentes al tema de estudio, se elaboro un ladrillo de composición ecológica y se determino su resistencia mecánica en muros de albañilería para viviendas autoconstruidas en el distrito de San Jerónimo.

Según las consideraciones mencionadas, se aplico el metodología científica.

3.1.2. Tipo: Aplicada

Según Douc (2018) considera que el tipo aplicada se centra en la solución de problemas en un contexto determinado; busca ampliar el conocimiento de varias áreas especializadas, implementándolos de forma práctica, satisfaciendo necesidades concretas, solucionando problemas del sector social y productivo.

Para determinar la resistencia mecánica en muros de albañilería con ladrillos ecológicos se desarrollara los ensayos de resistencia a adherencia a corte por cizalle, axial y diagonal, determinando su capacidad de resistencia para viviendas autoconstruidas, San Jeronimo, Cusco 2020, de esta manera soluciona la creciente demanda de adquisicion de ladrillos a causa de la expacion urbana.

Conforme con la teoría revisada, la investigación se clasifico, tipo aplicada.

3.1.3. Nivel: Explicativo

Según Morales (2012), considera que el nivel explicativo busca el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto.

El nivel de resistencia mecánica que desarrollo los muros de albañilería con ladrillos ecológicos, determino su uso en viviendas autoconstruidas en el distrito de san jerónimo, Cusco.

Analizando esta investigación, corresponde a un nivel explicativo.

3.1.4. Diseño: Experimental

Según Debold & Meyer (2006) el diseño experimental manipula una variable experimental no comprobada, controlada rigurosamente, describiendo el causal que produce una situación o acontecimiento en particular.

Seguidamente, consideraron que se trata de un experimento, porque el que va ha investigar, provoca situaciones determinadas para introducir variables de estudio manipuladas por él, posterior a ello controlar el aumento o disminución de esa variable, y su efecto en las conductas observadas.

La expansión urbana, exige una mayor producción de ladrillos tradicionales, se propone elaborar una unidad ecológica, cuantificar sus características mecánicas, físicas y hidráulicas, aplicarlo en muros de albañilería para determinar su resistencia a corte por cizalle, compresión axial y compresión diagonal. la unidad ecológica determinara resistencia y durabilidad para viviendas autoconstruidas en el distrito de San Jerónimo y que también contribuirá con el medio ambiente.

Según este análisis, el diseño aplicado la presente investigación, fue experimental.

3.2 Variables y operacionalización.

3.2.1. Variable I: Ladrillo ecológico

- **Definición conceptual.**

Según Isan (2018) define que su aplicación de los ladrillos ecológicos son un elemento clave en la arquitectura ecológica. Seguidamente menciona, que el

término ladrillo ecológico agrupa a distintos tipos de materiales que posea la unidad y sus beneficios también pueden ser muy diferentes.

- **Definición operacional.**

La VI ladrillo ecológico. Se operacionaliza mediante sus dimensiones: D1: Características mecánicas, D2: Características Físicas, D3: Características Hidráulicas. A su vez cada una de las dimensiones se subdividen en tres indicadores.

3.2.2. Variable 2: Resistencia Mecánica

- **Definición Conceptual.**

Según la E-070 (2006) la resistencia mecánica se mide con ensayos a compresión axial ($f'm$) y a corte ($v'm$) se determinará de manera empírica (recurriendo a tablas o registros históricos de resistencia de las unidades), también mediante ensayos de prismas, de acuerdo a la importancia de la edificación y a la zona sísmica donde se encuentre, según las indicaciones que precisa en la Tabla 7.

- **Definición Operacional.**

La VD Resistencia mecánica. Se operacionaliza mediante sus dimensiones: D1: Resistencia a corte por cizalle, D2: Resistencia a compresión axial, D3: Resistencia a compresión diagonal. A su vez cada una de las dimensiones se subdividen en tres indicadores.

3.2.3. Operacionalización de variables

Tabla 3.1 Matriz Operacionalización de variables

Título: Resistencia Mecánica de Muros de Albañilería con Ladrillos Ecológicos para Viviendas Autoconstruidas, San Jerónimo, Cusco 2020.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Escala
V1: Ladrillo ecológico	<p>Isan (2018) define que su aplicación de los ladrillos ecológicos son un elemento clave en la arquitectura ecológica. Seguidamente menciona, que el término ladrillo ecológico agrupa a distintos tipos de materiales que posea la unidad y sus beneficios también pueden ser muy diferentes.</p>	<p>La V1 ladrillo ecológico. Se operacionaliza mediante sus dimensiones: D1: Características mecánicas, D2: Características Físicas, D3: Características Hidráulicas. A su vez cada una de las dimensiones se subdividen en tres indicadores.</p>	<p>D1: características mecánicas D2: Características físicas D3: Características hidráulicas</p>	<p>I1: resistencia a la compresión $f'_{b}(kg/cm^2)$ I2: Ensayo a densidad (gr/cc) I3: Resistencia a la flexión $f'_{b}(kg/cm^2)$ I1: variación dimensional(mm) I2: Erosión (mm) I3: alabeo (mm) I1: absorción alta(%) I2: absorción media(%) I3: absorción baja(%)</p>	<p>ficha de recopilación de información</p>	<p>Razón</p>
V2: Resistencia mecánica	<p>Según la E-070 (2006) la resistencia mecánica se mide con ensayos a compresión axial (f'_{m}) y a corte (v'_{m}) se determinará de manera empírica (recurriendo a tablas o registros históricos de resistencia de las unidades), también mediante ensayos de prismas, de acuerdo a la importancia de la edificación y a la zona sísmica donde se encuentre, según las indicaciones que precisa en la Tabla 7.</p>	<p>La V2 Resistencia mecánica. Se operacionaliza mediante sus dimensiones: D1: Resistencia a corte por cizalle, D2: Resistencia a compresión axial, D3: Resistencia a compresión diagonal. A su vez cada una de las dimensiones se subdividen en tres indicadores.</p>	<p>D1: Resistencia a corte por cizalle. D2: Resistencia a compresión axial. D3: Resistencia a compresión diagonal.</p>	<p>I1: f_{s} adherencia baja kg/cm^2 I2: f_{s} adherencia media kg/cm^2 I3: f_{s} adherencia alta kg/cm^2 I1: f'_{m} rotura cónica kg/cm^2 I2: f'_{m} rotura por tensión kg/cm^2 I3: f'_{m} rotura por corte kg/cm^2 I1: V'_{m} falla por tensión diagonal en bloques kg/cm^2 I2: V'_{m} falla por deslizamiento kg/cm^2 I3: V'_{m} falla por tensión en juntas kg/cm^2</p>	<p>ficha de recopilación de información</p>	<p>Intervalo</p>

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Según Wigodski (2010), población es un conjunto total de individuos, objetos o medidas que poseen algunas características comunes observables en un lugar y en un momento determinado.

La población del proyecto de investigación estuvo conformada por 224 ladrillos ecológicos, 18 unidades primáticas y 6 muretes con ladrillos ecológicos que fueron sometidos a pruebas de resistencia mecánica.

3.3.2. Muestra

Según Lopez (2004) considera como muestra a un subconjunto de la población en que se llevará a cabo la investigación.

La muestra se seleccionó mediante el método no probabilístico del tipo intencional.

Para el presente estudio se tomaron como muestra 112 ladrillos ecológicos, 9 unidades prismáticas y 3 muretes con ladrillos ecológicos.

3.3.3. Muestreo.

Según Ñaupas et al (2014) consideran muestreo no probabilístico, a procedimientos que no utilizan la ley del azar ni el cálculo de probabilidades para elegir una muestra, el muestreo obtenido es sesgado y no se puede saber cual es el nivel de confiabilidad, de los resultados de la investigación.

En la investigación se empleo el muestreo no probabilístico.

Según 331.019 NTP (1982) se procesara con la selección de muestras, tomando como criterio lo que señala, se efectuaron de la siguiente manera como detalla la tabla 3.2.

Según San Bartolome (1994) para realizar el ensayo a compresión axial, se equieren pilas, con un mínimo tres hiladas.

Según 399.621 NTP (2004) que la dimensión mínima en muretes será de 600 mm x 600 mm.

También NCh 167 (2001) considera que se debe tomar como mínimo 6 muestras para determinar la adherencia al cizalle.

Tabla 3.2 La cantidad total de la muestra

Ensayos	Muros (und)	Ladrillos (und)
Compresión simple f´b		5
Ensayo a la erosión		10
Resistencia a la flexión		5
Variación y alaveo		10
Densidad		5
absorción		5
Resistencia a corte por cizalle	6	18
Resistencia a compresión axial	3	9
Resistencia a compresión diagonal	3	45
TOTAL	12	112

Fuente: 331.019 NTP, (1982)

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

3.4.1. Técnica: Observación directa

Según Loredo (2018) considera que la técnica de observación directa, es un método para recolectar información, mediante la observación al objeto de estudio dentro de una situación particular.

En la presente investigación se aplicó la técnica de la observación directa para la recopilación de la información.

3.4.2. Instrumentos: Ficha de recopilación de información

Según Castro de Reyes (2015) las fichas de recopilación de información son instrumentos en los cuales plasmamos por escrito, información importante obtenida en los procesos de búsqueda, y que deseamos tener a nuestro alcance.

En la presente investigación se aplicó como instrumento la ficha de recopilación de información; cuyo diseño se muestra en los anexos 2.1, 2.2 y 2.3

3.4.3. Validez

Los instrumentos de investigación fueron validados mediante el juicio de expertos. Como refiere Robles & Rojas (2015) que el juicio de expertos es un método de validación útil para verificar el nivel fiabilidad de una investigación, mediante el cual el experto con trayectoria en el tema de estudio, opina y valora la ficha de recopilación de información.

Se considero una tabla para la interpretación de la validez según su rango y magnitud.

Tabla 3.3 Interpretación de validez según rangos y magnitudes.

Rango	Magnitud
0,53 a menos	Validez nula
0,54 a 0,65	Validez baja
0,60 a 0,65	valida
0,66 a 0,71	Muy válida
0,72 a 0,99	Excelente validez
1,0	Validez perfecta

Fuente: Oseda et al (2016)

Tabla 3.4 Validez de contenido de las variables: VI Ladrillo ecológico y VD Resistencia mecánica

N°	Grado académico	Nombres y Apellidos	CIP	Validez
1	Ing/Mg.	Ambrocio Mamani Cutipa	41504	0.893
2	Ing/Mg/Dr.	Raul Apaza Meneses	79713	0.979
3	Ing.	Jose Luis Enciso Sotomayor	85641	0.864

Fuente: Elaboración propia

3.4.4. Confiabilidad.

La confiabilidad se define generalmente como refiere Oseda et al (2016) confiabilidad es la determinación consistente de los datos obtenidos, nos ayuda a tener certeza en los resultados, mismos que se mantendrán en múltiples aplicaciones.

Según Oseda et al (2016) la confiabilidad de las variables : V1 ladrillo ecologico (Muy alta) y de la V2: (Muy alta); mientras que la confiabilidad alcanzo en una forma integrada a 0.91 y que tambien fue considerada como Muy alta.

Tabla 3.1 Interpretación de la confiabilidad según rango y magnitudes

Rango	Magnitud
0.81 – 1.00	Muy alta
0.61 – 0.80	Alta
0.41 – 0.60	Moderada
0.21 – 0.40	Baja

3.5 Procedimiento

Cumpliendo con los análisis de confiabilidad y validez se aplicaron pruebas piloto con una muestra de 112 ladrillos ecológicos, 9 unidades prismáticas y 3 muretes de albañilería con ladrillos ecológicos. Los instrumentos en forma anónima, supervisados por el investigador, se recolectó la información en cuestionarios, cuyos datos se procesaron en el software Microsoft Excel.

3.5.1. Estudios Previos

3.5.1.1 Estudios de laboratorio

Ensayo a la compresión simple (ladrillo): NTP 399.613 (ver anexo 3.4)

Ensayo a la erosión (ladrillo): UNE 41410

Resistencia a la flexión (ladrillo): ASTM – C78 (ver anexo 3.5)

Ensayo de variación dimensional (ladrillo): NTP 331.017

Ensayo de densidad (ladrillo): NTP 331.017

Ensayo de alabeo (ladrillo): NTP 331.018

Ensayo de absorción (ladrillo): NTP 331.018 (Ver anexo 3.6)

Ensayo de Resistencia a Corte por Cizalle (prismas): NCh 167.Of 2001 (Ver anexo 3.1)

Ensayo de Resistencia a compresión Axial (prismas): ASTM C 1314-03b (Ver anexo 3.2)

Ensayo de Resistencia a compresión diagonal (murete): NTP 399.621 (ver anexo 3.3)

3.6 Método de análisis de datos

Como método de análisis, se empleo estadística descriptiva, para determinar la resistencia mecánica de muros de albañilería con ladrillos ecológicos. El proceso de información se realizo con Excel.

3.6.1. Estimación de la resistencia al corte por cizalle de muros de albañilería con ladrillos ecológicos para viviendas autoconstruidas.

a. Identificación actividades a realizar.

La información que a continuación se muestra fue obtenida de los certificados de laboratorio que muestra en los anexos 3.1, 3.4, 3.5, 3.6 y 3.7

1. Caracterización de la composición del ladrillo ecológico.

- Peso específico: los valores que a continuación se muestran proceden del anexo 3.9

- Cemento: 1450 kg/m³
- Suelo arcilloso: 1600 kg/m³
- Polvo de caucho: 410 kg/m³

- Tamizado: el proceso de tamizado se muestra en el anexo 4.1

- Suelo arcilloso, pasa la malla No12
- Polvo de caucho, pasa la malla No12

2. Diseño de Mezcla según antecedentes, ver anexo 3.9

- Cemento 20%, según Monrroy (2020)
- Polvo de caucho 20%, según Lara et al (2020)
- Suelo arcilloso.
- Agua.

3. Elaborar ladrillo ecológico, obtener muestras y curar.

Se elaboraron 112 Ladrillos ecológicos de manera artesanal, ver anexo 4.2

4. Determinar las características mecánicas, físicas y hidráulicas del ladrillo ecológico.

- **Características Mecánicas**

Resistencia a compresión simple f'_{b} kg/cm² (Ladrillo), aplicando la (Ec.2.1).

Tabla 3.6 Resultados de ensayos a compresión simple a ladrillos ecológicos.

Especímenes	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área bruta(cm ²)	Carga Max (kg)	f'_{b} (kg/cm ²)
1	24.51	13.1	321.1	7338.9	22.86
2	24.51	13.1	321.08	8636.99	26.9

3	24.51	13.1	321.08	7186.96	22.38
4	24.51	13.1	321.08	8265.82	25.74
5	24.51	13.1	321.08	8899.06	27.71
Promedio (Kg/cm2)					25.12

Ensayo a la erosión, recurriendo a criterios de medición de la UNE 41410, (2008)

Tabla 3.7 Resultados de la erosión de ladrillos ecológicos

Especímenes	Ensayo Días	Oquedad (mm)	Resultados
1	28	0	apto
2	28	0	apto
3	28	0	apto
Oquedad Promedio		0	Apto

Ensayo de resistencia a la flexión (ladrillo), aplicando la (Ec.2.2)

Tabla 3.8 Resultados de ensayos a flexión a ladrillos ecológicos

Espec	L(mm)	A (mm)	d (mm)	Carga (Lb)	Carga (N)	Modulo de ruptura (kg/cm2)
1	199.2	130	90	1173.51	5220	10.07
2	199.2	130	90	1173.51	5220	10.07
3	199.2	130	90	3068.65	13650	26.34
4	199.2	130	90	1247.69	5550	10.71
5	199.2	130	90	1369.09	6090	11.75
Fuerza Media						13.79

- **Características Físicas**

Ensayo de variación dimensional, aplicando la (Ec.2.3).

Tabla 3.9 Resultados obtenidos de ensayos de variación dimensional a ladrillos ecológicos

Espec	Largo (cm)				Altura (cm)						Ancho (cm)			
	L1	L2	Lar.P	V %	Al1	Al2	Al3	Al4	Alt.P	V %	An1	An2	An.P	V %
1	24.65	24.60	24.6	-0.51	8.98	9.02	8.99	8.96	8.988	0.14	12.72	12.70	12.71	2.24
2	24.60	24.65	24.6	-0.51	8.80	8.30	8.60	8.80	8.625	4.17	12.90	12.80	12.85	1.16

3	24.70	24.75	24.7	-0.918	8.85	8.80	8.85	8.85	8.838	1.81	12.70	12.88	12.79	1.62
4	24.60	24.65	24.6	-0.51	8.70	8.75	8.70	8.80	8.738	2.92	12.65	12.70	12.68	2.5
5	24.70	24.60	24.7	-0.612	8.90	8.90	8.85	8.85	8.875	1.39	12.70	12.70	12.7	2.31
6	24.60	24.60	24.6	-0.408	9.10	8.90	8.95	9.00	8.988	0.14	12.80	12.82	12.81	1.47
7	24.55	24.60	24.6	-0.306	8.85	8.90	8.86	8.90	8.878	1.37	12.90	12.82	12.86	1.08
8	24.60	24.70	24.7	-0.612	8.90	9.10	8.79	8.70	8.873	1.42	13.10	12.99	13.05	-0.35
9	24.55	24.58	24.6	-0.265	8.93	8.50	8.50	8.50	8.608	4.37	12.78	12.70	12.74	2.01
10	24.55	24.62	24.6	-0.347	8.98	8.83	9.01	8.98	8.95	0.56	12.72	12.70	12.71	2.24
				-0.5						1.83				1.63

Ensayo de densidad, aplicando la (Ec.2.4).

Tabla 3.10 Resultados obtenidos de ensayos de densidad a ladrillos ecológicos

Espécimen	Peso (Kg)	Peso (gr)	Volumen del ladrillo	Densidad (gr/cc)
1	4.61	4607	2,640.30	1.74
2	4.76	4764	2,640.30	1.80
3	4.78	4784.5	2,640.30	1.81
4	4.65	4651.5	2,640.30	1.76
5	4.78	4786	2,640.30	1.81
Promedio				1.78

Ensayo de Alabeo, recurriendo a criterios de medición de la 331.018 NTP (1978)

Tabla 3.11 Resultados obtenidos de ensayos de alabeo a ladrillos ecológicos

Espécimen	C.S 1(mm)	C.S 2 (mm)	C.I 1 (mm)	C.I 2 (mm)	Prom C.S. (mm)	Prom C.I. (mm)
1	1.5	0	0	0	0.75	0
2	0.5	1	0	0	0.75	0
3	2.5	0	0	0	1.25	0
4	1.5	0	0	0	0.75	0
5	2.5	1	0	0	1.75	0
6	1	1	0	0	1	0
7	1.5	1	0	0	1.25	0
8	1.8	1.5	0	0	1.65	0
9	1.1	1	0	0	1.05	0
10	1	1	0	0	1	0
Promedio:					1.12	0

- Características hidráulicas

Ensayo de absorción, aplicando la (Ec.2.5)

Tabla 3.12 Resultados obtenidos de ensayo de absorción a ladrillos ecológicos

Espécimen	Peso seco (g)	Peso saturado (g)	Absorción (%)
1	4607	4989	8.29
2	4764	5197	9.09
3	4784.5	5193.5	8.55
4	4651.5	4991	7.30
5	4786	5119	6.96
Promedio (%)			8.04

5. Elaboración de prismas conformado por tres ladrillos ecológicos y curar.

Se elaboraron 6 prismas, proporción de mortero 1:3. ver anexo 4.5 y 3.7

6. Realización del ensayo de resistencia a corte por cizalle, aplicando la (Ec.2.6).

Tabla 3.13 Ensayo de adherencia al cizalle a muros de albañilería con ladrillos ecológicos

Probeta	Ensayo en días	L (mm)	e (mm)	h (mm)	P (N)	S (mm ²)	R (Kg/cm ²)
1	7	311	132	258	17500	68112	2.7
2	7	311	131	258	20270	67596	3
3	7	312	130	259	15400	67340	2.3
4	7	315	132	243	14130	64152	2.3
5	7	310	131	245	16420	64190	2.6
6	7	311	130	250	16200	65000	2.5
R Promedio (Kg/cm²)							2.6

3.6.2. Calculo de la resistencia a compresión axial de muros de albañilería con ladrillos ecológicos para viviendas autoconstruidas.

a. Identificar actividades a realizar

La información que a continuación se muestra fue obtenida de los certificados de laboratorio que muestra en los anexos 3.2, 3.4, 3.5, 3.6 y 3.7

1. Caracterización de la composición del ladrillo ecológico.

- Peso específico: los valores que a continuación se muestran proceden del anexo 3.9
 - Cemento: 1450 kg/m³

- Suelo arcilloso: 1600 kg/m³
- Polvo de caucho: 410 kg/m³
- Tamizado: el proceso de tamizado se muestra en el anexo 4.1
 - Suelo arcilloso, pasa la malla No12
 - Polvo de caucho, pasa la malla No12
- 2. Diseño de mezclas según antecedentes, ver anexo 3.9.
 - Cemento 20%, según Monrroy (2020)
 - Polvo de caucho 20%, según Lara et al (2020)
 - Suelo arcilloso.
 - Agua.
- 3. Elaborar ladrillo ecológico, obtener muestras y curar.
Se elaboraron 112 Ladrillos ecológicos de manera artesanal, ver anexo 4.2
- 4. Determinar las características mecánicas, físicas y hidráulicas del ladrillo ecológico.
- **Características Mecánicas**

Resistencia a compresión simple f'_{b} kg/cm² (Ladrillo) aplicando la (Ec.2.1).

Tabla 3.6 Resultados de ensayos a compresión simple a ladrillos ecológicos.

Especímenes	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área bruta(cm ²)	Carga Max (kg)	f'_{b} (kg/cm ²)
1	24.51	13.1	321.1	7338.9	22.86
2	24.51	13.1	321.08	8636.99	26.9
3	24.51	13.1	321.08	7186.96	22.38
4	24.51	13.1	321.08	8265.82	25.74
5	24.51	13.1	321.08	8899.06	27.71
Promedio (Kg/cm²)					25.12

Ensayo a la erosión, recurriendo a criterios de medición de la UNE 41410 (2008)

Tabla 3.7 Resultados de la erosión de ladrillos ecológicos

Especímenes	Ensayo Días	Oquedad (mm)	Resultados
1	28	0	apto
2	28	0	apto
3	28	0	apto
Oquedad Promedio		0	Apto

Ensayo de resistencia a la flexión (ladrillo), aplicando la (Ec.2.2)

Tabla 3.8 Resultados de ensayos a flexión a ladrillos ecológicos

Espec	L (mm)	A (mm)	d (mm)	Carga (Lb)	Carga (N)	Modulo de ruptura (kg/cm2)
1	199.2	130	90	1173.51	5220	10.07
2	199.2	130	90	1173.51	5220	10.07
3	199.2	130	90	3068.65	13650	26.34
4	199.2	130	90	1247.69	5550	10.71
5	199.2	130	90	1369.09	6090	11.75
Fuerza Media						13.79

- **Características Físicas**

Ensayo de variación dimensional, aplicando la (Ec.2.3).

Tabla 3.9 Resultados obtenidos de ensayos de variación dimensional a ladrillos ecológicos.

Espec	Largo (cm)				Altura (cm)						Ancho (cm)			
	L1	L2	Lar.P	V %	Al1	Al2	Al3	Al4	Alt.P	V %	An1	An2	An.P	V %
1	24.65	24.60	24.6	-0.51	8.98	9.02	8.99	8.96	8.988	0.14	12.72	12.70	12.71	2.24
2	24.60	24.65	24.6	-0.51	8.80	8.30	8.60	8.80	8.625	4.17	12.90	12.80	12.85	1.16
3	24.70	24.75	24.7	-0.918	8.85	8.80	8.85	8.85	8.838	1.81	12.70	12.88	12.79	1.62
4	24.60	24.65	24.6	-0.51	8.70	8.75	8.70	8.80	8.738	2.92	12.65	12.70	12.68	2.5
5	24.70	24.60	24.7	-0.612	8.90	8.90	8.85	8.85	8.875	1.39	12.70	12.70	12.7	2.31
6	24.60	24.60	24.6	-0.408	9.10	8.90	8.95	9.00	8.988	0.14	12.80	12.82	12.81	1.47
7	24.55	24.60	24.6	-0.306	8.85	8.90	8.86	8.90	8.878	1.37	12.90	12.82	12.86	1.08
8	24.60	24.70	24.7	-0.612	8.90	9.10	8.79	8.70	8.873	1.42	13.10	12.99	13.05	-0.35
9	24.55	24.58	24.6	-0.265	8.93	8.50	8.50	8.50	8.608	4.37	12.78	12.70	12.74	2.01
10	24.55	24.62	24.6	-0.347	8.98	8.83	9.01	8.98	8.95	0.56	12.72	12.70	12.71	2.24
										-0.5			1.83	1.63

Ensayo de densidad, aplicando la (Ec.2.4).

Tabla 3.10 Resultados obtenidos de ensayos de densidad a ladrillos ecológicos

Especimen	Peso (Kg)	Peso (gr)	Volumen del ladrillo	Densidad (gr/cc)
1	4.61	4607	2,640.30	1.74
2	4.76	4764	2,640.30	1.80
3	4.78	4784.5	2,640.30	1.81
4	4.65	4651.5	2,640.30	1.76
5	4.78	4786	2,640.30	1.81

Promedio	1.78
-----------------	------

Ensayo de Alabeo recurriendo a criterios de medición de la 331.018 NTP, (1978)

Tabla 3.11 Resultados obtenidos de ensayos de alabeo a ladrillos ecológicos.

Espécimen	C.S 1 (mm)	C.S 2 (mm)	C.I 1 (mm)	C.I 2 (mm)	Prom C.S. (mm)	Prom C.I. (mm)
1	1.5	0	0	0	0.75	0
2	0.5	1	0	0	0.75	0
3	2.5	0	0	0	1.25	0
4	1.5	0	0	0	0.75	0
5	2.5	1	0	0	1.75	0
6	1	1	0	0	1	0
7	1.5	1	0	0	1.25	0
8	1.8	1.5	0	0	1.65	0
9	1.1	1	0	0	1.05	0
10	1	1	0	0	1	0
Promedios:					1.12	0

- **Características hidráulicas**

Ensayo de absorción, aplicando la (Ec.2.5)

Tabla 3.12 Resultados obtenidos de ensayo de absorción a ladrillos ecológicos

Espécimen	Peso seco (g)	Peso saturado (g)	Absorción (%)
1	4607	4989	8.29
2	4764	5197	9.09
3	4784.5	5193.5	8.55
4	4651.5	4991	7.30
5	4786	5119	6.96
Promedio (%)			8.04

5. Elaboración de pilas conformado por tres ladrillos ecológicos y curar.

Se elaboraron 3 pilas, proporción de mortero 1:5. Ver anexo 4.6 y 3.7

6. Realización del ensayo de resistencia a compresión axial, aplicando la (Ec.2.7)

Tabla 3.14 Resultados obtenidos de ensayos a compresión axial.

Espec	l (cm)	a (cm)	h (cm)	Área (cm ²)	P (kg)	f´m (kg/cm ²)	Esbeltez	Factor f´m c (Kg/cm ²)
-------	--------	--------	--------	-------------------------	--------	---------------------------	----------	------------------------------------

1	24.5	13.1	31.1	320.95	11225.03	34.97	2.4	0.79	27.49
2	24.7	13	31.3	321.1	9195.8	28.64	2.4	0.79	22.51
3	24.9	13.1	31	326.19	8766.5	26.88	2.4	0.79	21.12
f´m (promedio):									23.71
Desviación estándar Ss:									3.35
f´m=f´m -Ss:									20.36

3.6.3. Cuantificación el cambio de la resistencia a compresión diagonal de muros de albañilería con ladrillos ecológicos para viviendas autoconstruidas.

a. Identificar actividades a realizar

La información que a continuación se muestra fue obtenida de los certificados de laboratorio que muestra en los anexos 3.3, 3.4, 3.5, 3.6 y 3.7

1. Caracterización de la composición del ladrillo ecológico.

- Peso específico: los valores que a continuación se muestran proceden del anexo 3.9
 - Cemento: 1450 kg/m³
 - Suelo arcilloso: 1600 kg/m³
 - Polvo de caucho: 410 kg/m³
- Tamizado: el proceso de tamizado se muestra en el anexo 4.1
 - Suelo arcilloso, pasa la malla No12
 - Polvo de caucho, pasa la malla No12
- 2. Diseño de mezclas según antecedentes, ver anexo 3.9
 - Cemento 20%, según Monrroy (2020)
 - Polvo de caucho 20%, según Lara et al (2020)
 - Suelo arcilloso.
 - Agua.
- 3. Elaborar ladrillo ecológico, obtener muestras y curar.

Se elaboraron 112 Ladrillos ecológicos de manera artesanal, ver anexo 4.2
- 4. Determinar las características mecánicas, físicas y hidráulicas del ladrillo ecológico.
 - **Características Mecánicas**

Resistencia a compresión simple f´b kg/cm² (Ladrillo), aplicando la (Ec.2.1)

Tabla 3.6 Resultados de ensayos a compresión simple a ladrillos ecológicos.

Especímenes	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área bruta(cm2)	Carga Max (kg)	f´b (kg/cm2)
1	24.51	13.1	321.1	7338.9	22.86
2	24.51	13.1	321.08	8636.99	26.9
3	24.51	13.1	321.08	7186.96	22.38
4	24.51	13.1	321.08	8265.82	25.74
5	24.51	13.1	321.08	8899.06	27.71
Promedio (Kg/cm2)					25.12

Ensayo a la erosión, aplicando criterios de la UNE 41410 (2008).

Tabla 3.7 Resultados de la erosión de ladrillos ecológicos

Especímenes	Ensayo Días	Oquedad (mm)	Resultados
1	28	0	apto
2	28	0	apto
3	28	0	apto
Oquedad Promedio		0	Apto

Ensayo de resistencia a la flexión, aplicando la (Ec.2.2)

Tabla 3.8 Resultados obtenidos de ensayos a flexión a ladrillos ecológicos.

Espec	L (mm)	A (mm)	d (mm)	Carga (Lb)	Carga (N)	Modulo de ruptura (kg/cm2)
1	199.2	130	90	1173.51	5220	10.07
2	199.2	130	90	1173.51	5220	10.07
3	199.2	130	90	3068.65	13650	26.34
4	199.2	130	90	1247.69	5550	10.71
5	199.2	130	90	1369.09	6090	11.75
Fuerza Media						13.79

- **Características Físicas**

Ensayo de variación dimensional, aplicando la (Ec.2.3).

Tabla 3.9 Resultados obtenidos de ensayos de variación dimensional a ladrillos ecológicos.

Espec	Largo (cm)				Altura (cm)						Ancho (cm)			
	L1	L2	Lar.P	V %	Al1	Al2	Al3	Al4	Alt.P	V %	An1	An2	An.P	V %
1	24.65	24.60	24.6	-0.51	8.98	9.02	8.99	8.96	8.988	0.14	12.72	12.70	12.71	2.24
2	24.60	24.65	24.6	-0.51	8.80	8.30	8.60	8.80	8.625	4.17	12.90	12.80	12.85	1.16
3	24.70	24.75	24.7	-0.918	8.85	8.80	8.85	8.85	8.838	1.81	12.70	12.88	12.79	1.62
4	24.60	24.65	24.6	-0.51	8.70	8.75	8.70	8.80	8.738	2.92	12.65	12.70	12.68	2.5
5	24.70	24.60	24.7	-0.612	8.90	8.90	8.85	8.85	8.875	1.39	12.70	12.70	12.7	2.31

6	24.60	24.60	24.6	-0.408	9.10	8.90	8.95	9.00	8.988	0.14	12.80	12.82	12.81	1.47
7	24.55	24.60	24.6	-0.306	8.85	8.90	8.86	8.90	8.878	1.37	12.90	12.82	12.86	1.08
8	24.60	24.70	24.7	-0.612	8.90	9.10	8.79	8.70	8.873	1.42	13.10	12.99	13.05	-0.35
9	24.55	24.58	24.6	-0.265	8.93	8.50	8.50	8.50	8.608	4.37	12.78	12.70	12.74	2.01
10	24.55	24.62	24.6	-0.347	8.98	8.83	9.01	8.98	8.95	0.56	12.72	12.70	12.71	2.24
				-0.5						1.83				1.63

Ensayo de densidad, aplicando la (Ec.2.4).

Tabla 3.10 Resultados obtenidos de ensayos de densidad a ladrillos ecológicos.

Espécimen	Peso (Kg)	Peso (gr)	Volumen del ladrillo	Densidad (gr/cc)
1	4.61	4607	2,640.30	1.74
2	4.76	4764	2,640.30	1.80
3	4.78	4784.5	2,640.30	1.81
4	4.65	4651.5	2,640.30	1.76
5	4.78	4786	2,640.30	1.81
Promedio				1.78

Ensayo de Alabeo, recurriendo a criterios de medición de la 331.018 NTP (1978)

Tabla 3.11 Resultados obtenidos de ensayos de alabeo a ladrillos ecológicos.

Espécimen	C.S1 (mm)	C.S 2 (mm)	C.I 1 (mm)	C.I 2 (mm)	Prom C.S. (mm)	Prom C.I. (mm)
1	1.5	0	0	0	0.75	0
2	0.5	1	0	0	0.75	0
3	2.5	0	0	0	1.25	0
4	1.5	0	0	0	0.75	0
5	2.5	1	0	0	1.75	0
6	1	1	0	0	1	0
7	1.5	1	0	0	1.25	0
8	1.8	1.5	0	0	1.65	0
9	1.1	1	0	0	1.05	0
10	1	1	0	0	1	0
Promedios:					1.12	0

- **Características hidráulicas**

Tabla 3.12 Resultados obtenidos de ensayo de absorción a ladrillos ecológicos.

Espécimen	Peso seco (g)	Peso saturado (g)	Absorción (%)
-----------	---------------	-------------------	---------------

1	4607	4989	8.29	Ensayo de absorción, aplicando la (Ec.2.5)
2	4764	5197	9.09	
3	4784.5	5193.5	8.55	
4	4651.5	4991	7.30	
5	4786	5119	6.96	
Promedio (%)			8.04	

5. Elaboración de muretes conformado por quince ladrillos ecológicos y curar. Se elaboraron 3 muretes, proporción de mortero 1:5. Ver anexo 4.6 y 3.7
6. Realización del ensayo de resistencia a compresión diagonal, aplicando la (Ec.2.8).

Tabla 3.15 Resultados de ensayos a compresión diagonal de muros de albañilería con ladrillos ecológicos.

Código	Días	l (cm)	h (cm)	Diagonal (cm)	a (cm)	Área (cm ²)	P (kg)	V'm (Kg/cm ²)	falla por
M-1	30	63	63.1	88.2	13.12	1157.18	14300	8.74	tensión diagonal
M-2	30	63.1	63.2	88.1	13.11	1154.99	13200	8.08	tensión diagonal
M-3	30	63.1	63.1	88.1	13.12	1155.87	13100	8.01	tensión diagonal
V'm Promedio kg/cm²=								8.28	

3.6.4. Determinación de la resistencia mecánica de muros de albañilería con ladrillos ecológicos para viviendas autoconstruidas.

Tabla 3.16 Resultados obtenidos de ensayos a ladrillos ecológicos y muros de albañilería

Ensayos al ladrillo ecológico							Ensayos a Muros			
f'b (kg/cm ²)	Oquedad (mm)	Flexión (kg/cm ²)	Variación Dimensional (%)	Densidad (gr/cc)	Alabeo (mm)	Absorción (%)	R (kg/cm ²)	f'm (kg/cm ²)	v'm (kg/cm ²)	
25.12	0	13.79	1.83	1.78	1.12	8.04	2.6	20.36	8.84	

3.7 Aspectos éticos

En la presente investigación se respetaron: los resultados, propiedad intelectual de autores, la confiabilidad de la información obtenida y la identidad de las personas que fueron partícipes del estudio.

El criterio ético tomado en cuenta fue: la confidencialidad, la objetividad, la originalidad y el consentimiento de las personas implicadas a la obtención de información.

IV. RESULTADOS.

Los resultados que a continuación se presentan están en el orden los objetivos (específicos y general):

Resultado 1:

Tabla 3.13 Ensayo de adherencia al cizalle a muros de albañilería con ladrillos ecológicos

Probeta	Ensayo en días	L (mm)	e (mm)	h (mm)	P (N)	S (mm ²)	R (Kg/cm ²)
1	7	311	132	258	17500	68112	2.7
2	7	311	131	258	20270	67596	3
3	7	312	130	259	15400	67340	2.3
4	7	315	132	243	14130	64152	2.3
5	7	310	131	245	16420	64190	2.6
6	7	311	130	250	16200	65000	2.5
R Promedio (Kg/cm²)							2.6

La resistencia promedio al corte por cizalle de muros de albañilería con ladrillos ecológicos asentados con mortero 1:3, para viviendas autoconstruidas ensayado a los 7 días es de 2.6 kg/cm² +-0.7 kg/cm² (rango de variación), que según NCh 167 (2001) la resistencia mínima a la adherencia es de 2.5 kg/cm² logrando superar la resistencia especificada y mejorando la adherencia al cizalle.

Resultado 2:

Tabla 3.14 Resultados obtenidos de ensayos a compresión axial.

Espec	l (cm)	a (cm)	h (cm)	Área (cm ²)	P (kg)	f'm (kg/cm ²)	Esbeltez	Factor	f'm c (Kg/cm ²)
1	24.5	13.1	31.1	320.95	11225.03	34.97	2.4	0.79	27.49
2	24.7	13	31.3	321.1	9195.8	28.64	2.4	0.79	22.51
3	24.9	13.1	31	326.19	8766.5	26.88	2.4	0.79	21.12
f'm (promedio):									23.71
Desviación estándar Ss:									3.35
f'm=f'm -Ss:									20.36

La resistencia promedio a compresión axial de muros de albañilería con ladrillos ecológicos asentados con mortero 1:5, para viviendas autoconstruidas ensayado a los 30 días es de 20.36 kg/cm² +- 6.37 kg/cm² (rango de variación), No existiendo norma para comparar se ase referencia a la E.080 ADOBE (2017), la resistencia mínima es

de 2 kg/cm², logrando superar la resistencia mínima especificada, determinando y mejorando la resistencia a compresión axial.

Resultado 3:

Tabla 3.15 Resultados de ensayos a compresión diagonal de muros de albañilería con ladrillos ecológicos.

Código	Días	l (cm)	h (cm)	Diagonal (cm)	a (cm)	Área (cm ²)	P (kg)	V'm (Kg/cm ²)	falla por
M-1	30	63	63.1	88.2	13.12	1157.18	14300	8.74	tensión diagonal
M-2	30	63.1	63.2	88.1	13.11	1154.99	13200	8.08	tensión diagonal
M-3	30	63.1	63.1	88.1	13.12	1155.87	13100	8.01	tensión diagonal
V'm Promedio kg/cm²=								8.28	

la resistencia promedio a compresión diagonal de muros de albañilería con ladrillos ecológicos asentados con mortero 1:5, para viviendas autoconstruidas ensayado a los 30 días es de 8.28 kg/cm² +- 0.73 kg/cm² (rango de variación), fallando por tensión diagonal esto a efecto de tener buena adherencia, superando la resistencia mínima especificada que según la E.080 ADOBE (2017) para un tiempo de curado de 30 días es de 0.25 kg/cm².

Resultado 4:

Los muros de albañilería con ladrillos ecológicos asentados con mortero 1:3, desarrollo resistencia al corte por cizalle de 2.6 kg/cm² +- 0.7 kg/cm² (rango de variación); con mortero 1:5 para compresión axial de 20.36 kg/cm² +- 6.37 kg/cm² (rango de variación) y compresión diagonal de 8.28 kg/cm² +- 0.73 kg/cm² (rango de variación) superando las resistencias mínimas que establece la E.080 ADOBE (2017) y la NCh 167 (2001), la resistencia mecánica es buena para viviendas autoconstruidas.

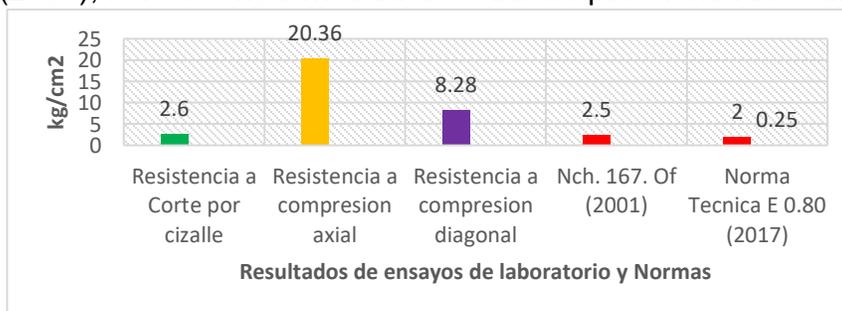


Figura 4.4 Resistencia mecánica de muros de albañilería con ladrillos ecológicos.

V. DISCUSIÓN

Discusión 1:

La resistencia promedio al corte por cizalle en muros de albañilería con ladrillos ecológicos asentados con mortero 1:3, para viviendas autoconstruidas ensayado a los 7 días es de 2.6 kg/cm² +-0.7 kg/cm² (rango de variación).

Al respecto es inferior a Reyes (2018) citado como antecedente nacional que obtuvo una resistencia a corte por cizalle de 20 kg/cm². Asimismo, Pradena et al (2019) citado como antecedente internacional obtuvo una resistencia de adherencia a corte por cizalle de 0.6 Mpa.

Finalmente, NCh 167 (2001) determina que la resistencia mínima a la adherencia a corte por cizalle es de 2.5 kg/cm².

Como se puede observar los valores determinados para el primer objetivo específico son inferiores a los antecedentes, superiores al texto por consiguiente el objetivo es alcanzado.

Discusión 2:

La resistencia promedio a compresión axial de muros de albañilería con ladrillos ecológicos asentados con mortero 1:5, para viviendas autoconstruidas ensayado a los 30 días es de 20.36 kg/cm² +- 6.37 kg/cm² (rango de variación).

Al respecto es inferior a Monrroy (2020) citado como antecedente nacional obtuvo una resistencia promedio a compresión axial de 45.9 kg/cm². Asimismo Pradena et al (2019) citado como antecedente internacional obtuvo una resistencia a compresión axial de 8 Mpa.

Finalmente E.080 ADOBE (2017) establece una mínima resistencia a compresión axial de 2 kg/cm².

Como se puede observar los valores determinados para el segundo objetivo específico son inferiores a los antecedentes, superiores al texto por consiguiente el objetivo es alcanzado.

Discusión 3:

la resistencia promedio a compresión diagonal de muros de albañilería con ladrillos ecológicos asentados con mortero 1:5, para viviendas autoconstruidas ensayado a los 30 días es de 8.28 kg/cm² +- 0.73 (rango de variación), fallando por tensión diagonal esto a efecto de tener buena adherencia.

Al respecto es superior a Monrroy (2020) citado como antecedente nacional obtuvo una resistencia a compresión diagonal de 7.7 kg/cm². Asimismo Pradena et al (2019) citado como antecedente internacional obtuvo una resistencia a compresión diagonal de 0.9 Mpa.

Finalmente según la norma E.080 ADOBE (2017), determina que la resistencia mínima especificada para un tiempo de curado de 30 días es de 0.25 kg/cm².

Como se puede observar los valores determinados para el tercer objetivo específico son similares a los antecedentes, superiores al texto por consiguiente el objetivo es alcanzado.

Discusión 4:

Los muros de albañilería con ladrillos ecológicos asentados con mortero 1:3, desarrollo resistencia al corte por cizalle de 2.6 kg/cm² +- 0.7 kg/cm² (rango de variación); con mortero 1:5 para compresión axial de 20.36 kg/cm² +- 6.37 kg/cm² (rango de variación) y a compresión diagonal de 8.28 kg/cm² +- 0.73 kg/cm² (rango de variación), logrando una resistencia mecánica buena y superando las resistencias mínimas que establecen la E.080 ADOBE (2017) y la NCh 167 (2001), por consiguiente el objetivo es alcanzado.

VI. CONCLUSIONES

Conclusión 1: La resistencia promedio al corte por cizalle en muros de albañilería con ladrillos ecológicos asentados con mortero 1:3, para viviendas autoconstruidas ensayado a los 7 días es de 2.6 kg/cm² +-0.7 kg/cm² (rango de variación), esta resistencia corresponde con ladrillos fabricados con 20% cemento, 20% polvo de caucho y suelo arcilloso.

Conclusión 2: La resistencia promedio a compresión axial de muros de albañilería con ladrillos ecológicos asentados con mortero 1:5, para viviendas autoconstruidas ensayado a los 30 días es de 20.36 kg/cm² +- 6.37 kg/cm² (rango de variación), esta resistencia se obtiene por emplear ladrillos fabricados con 20% cemento, 20% polvo de caucho y suelo arcilloso.

Conclusión 3: La resistencia promedio a compresión diagonal de muros de albañilería con ladrillos ecológicos asentados con mortero 1:5, para viviendas autoconstruidas ensayado a los 30 días es de 8.28 kg/cm² +- 0.73 (rango de variación), fallando por tensión diagonal por la resistencia de los ladrillos fabricados con 20% cemento, 20% polvo de caucho y suelo arcilloso.

Conclusión 4: Los muros de albañilería con ladrillos ecológicos asentados con mortero 1:3, desarrollo resistencia al corte por cizalle de 2.6 kg/cm² +- 0.7 kg/cm² (rango de variación); con mortero 1:5 para compresión axial de 20.36 kg/cm² +- 6.37 kg/cm² (rango de variación) y a compresión diagonal de 8.28 kg/cm² +- 0.73 kg/cm² (rango de variación), logrando una resistencia mecánica buena por el empleo de ladrillos fabricados con 20% de cemento, 20% de polvo de caucho y suelo arcilloso.

VII. RECOMENDACIONES

Recomendación 1:

Se recomienda emplear hasta un máximo de 20 % de cemento, 20% de polvo de caucho y suelo arcilloso para fabricar ladrillos ecológicos, el asentado con mortero 1:3 (cemento, arena); valores superiores a ésta, reduce la resistencia al corte por cizalle en muros de albañilería. Para alcanzar mayor resistencia es preferente ensayar en un tiempo mayor de 7 días.

Recomendación 2:

Se recomienda emplear prensa hidráulica para fabricar ladrillos ecológicos con 20 % de cemento, 20% de polvo de caucho y suelo arcilloso, asentados con mortero 1:5 (cemento, arena) mejora la resistencia a compresión axial en muros de albañilería. Disminuye la resistencia al ensayar en un tiempo menor de 30 días.

Recomendación 3:

Se recomienda emplear hasta un máximo de 20% de cemento, 20% de polvo de caucho y suelo arcilloso para fabricar ladrillos ecológicos, el asentado con mortero 1:5 (cemento, arena); ensayarlos en un tiempo menor de 30 días, reduce la resistencia a compresión diagonal y no se logra el efecto de falla por tensión diagonal en muros de albañilería.

Recomendación 4:

Se recomienda fabricar ladrillos ecológicos con 20% de cemento, 20% de polvo de caucho y suelo arcilloso; moldeados con prensa hidráulica y secado por un lapso de 30 días antes de su colocación, para lograr mayor resistencia mecánica al aplicarlo en muros de albañilería.

REFERENCIAS

- 331.018 NTP, N. (1978). *COOKED CLAY ELEMENTS Clay Bricks used in Masonry Requirements*. LIMA: INDECOPI.
- 331.019 NTP. (1982). *Elements of baked clay clay bricks used in masonry requirements*. Lima.
- 399.605 NTP. (2013). *MASONRY UNITS. Test method for masonry prisms*. Lima: INDECOPI.
- 399.621 NTP. (2004). *Diagonal compression test methods in masonry walls*. Lima.
- A-020, V. (2020). *National building regulations*. PERU.
- ASTM - C78. (2002). *Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)*¹. Estados Unidos: Universidad de Texas.
- Bravo Reinoso, S. D., & Espinoza Herrera, F. A. (2019). *Elaboracion de un manpuesto ecologico como material sostenible de construccion utilizando bagazo de caña de azucar*. Quito.
- Camacho, A., & Mena, M. (2018). *Diseño y fabricación de un ladrillo ecológico como material sostenible de construcción y comparación de sus propiedades mecánicas con un ladrillo tradicional*. Quito.
- Castro de Reyes, A. (2015). Data Collection: Tokens. *Melp025.files.wordpress*.
- Davila, I. (2014). Non-Experimental, Quasi-Experimental and Experimental Research. *Taller de Investigacion*.
- Debold B, V., & Meyer, W. J. (2006). Experimental research. *NOEMAGICO*.
- Douc UC, B. (2018). Difference between basic and applied research - Duo Uc. *Crai*.
- E 0.30, E. (2006). *Norma Tecnica*. Lima.
- E.080 ADOBE. (2017). *DESIGN AND CONSTRUCTION WITH REINFORCED EARTH*. lima: EL PERUANO.
- E-070, A. E. (2006). *National Building Regulations*.
- Fernandes Muerza, A. (2008). Ecological bricks. *CONSUMER*.
- Gallegos, H., & Casabonne, C. (2005). *STRUCTURAL MASONRY*. Lima: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU.

- Ganchozo Rojas, C. M., & Zambrano Rueda, G. A. (2017). *Aprovechamineto de la cascarilla de arroz y plastico pet en la fabricacion de eco-bloques en la Espam MFL*. Calceta.
- Isan, A. (2018). Ladrillos ecológicos: qué son, tipos y ventajas. *GREEN ECOLOGY*.
- Jaime Mirabal, G. M., & Ladino Luna, D. (2018). The scientific method as a didactic alternative of values education for engineering schools. *SCIELO*, 12.
- Lao Li, T., & Takakuwa, R. (2016). Analysis of reliability of validity of an instrument for measuring the knowledge society and its dependence on information and communication technologies. *Revista de Iniciacion Cientifica*.
- Lara Guerrero, E. J., Guerrero Cuasapaz, D. P., & Altamirano Leon, B. I. (2020). Influencia de las particulas de caucho en la resistencia a compresion de bloques de concreto. *REVISTA TECNICA DE LA FACULTAD DE INGENIERIA*, 1-10.
- Lopez, P. (2004). Population Sample And Sampling. *Punto Cero*.
- Loredo Torres, A. (2018). Direct and indirect observation techniques. *Prezi*.
- Mata Solis, I. D. (2020). Quantitative research methods and techniques. *Investigalia*.
- Mendoza, L. (2018). *evaluación de ladrillo ecológico machihembrado en resistencia, costo y rendimiento para su aplicación en viviendas económicas huacrachuco 2017*. Trujillo.
- Monrroy Ramos, L. N. (2020). *Evaluation of the physical-mechanical properties of masonry with floor bricks - cement, for structural use in Huancayo - Junín*. Huancayo.
- Morales, F. (2012). Know 3 types of Research: Descriptive, Exploratory and Explanatory. *Google Academico*.
- MVCS, & PERIFERIA. (2018). *First National Report of Urban Indicators 2018*. Peru.
- NCh 167 . (2001). *Construction of bricks - ceramic bricks - Testing*. Santiago: COPYRIGHT.
- NTP 331.017. (1978). *Clay Bricks used in Masonry Requirements*. Lima: INDECOPI.
- NTP. 399.613. (2005). *Methods of sampling and testing of clay bricks used in masonry*. Lima: INDECOPI.

- Ñaupas Paitan, H., Mejia Mejia, E., Novoa Ramirez, E., & Villagomez Paucar, A. (2014). *Methodology of quantitative - qualitative research and writing of the thesis*. Bogota.
- ONU. (2018). 2018 Review of Global Urbanization Prospects. *La red 21*.
- Oseda Gago, D., Huaman Gomez, E., Ramos Blas, E., Shimbucat Espejo, F., Zevallos Robles, K., & Barrera Fachin, M. J. (2016). *THEORY AND PRACTICE OF SCIENTIFIC INVESTIGATION*. Perú: Soluciones Graficas S.A.C.
- Pardave Crespo, Y. (2019). *Use of cement-soil in the elaboration of adobes for the feasibility as a construction material in the Labanileria District Santa Maria del Valle unit*. Huanuco.
- Portilla Amaro, E. G., Taboada Neira, M., & Vera Alvarado, J. (2018). Influencia del polimero reciclado de neumaticos y los elementos de mezcla en la optimizacion de la resistencia a la compresion en unidades de albañileria. *SCIÉENDO*.
- Pradena Miquel, M., Cendoya Hernandez, P., & Borkowsky, O. A. (2019). Technical feasibility of using copper slags as sand replacement in masonry wall mortars. *Dialnet*, 12.
- Raffino, M. (2020). Inductive Method. *Concepto.de*.
- Ramirez Bernachea, L. A. (2016). *The physical and mechanical properties of ecological soil-cement brick manufactured with the addition of 29% of wood sawdust for non-bearing walls in the city of Huaraz-2016*. Huaraz.
- Reyes Castañeda, C. H. (2018). *Estudio comparativo del mortero de adherencia convencional y el mortero embolsado para la elaboración de muros de albañilería, Lima-2018*. LIMA.
- Robles Garrote, P., & Rojas, M. (2015). Validation by expert judgment: two qualitative investigations in applied linguistics. *Revista Nebrija*.
- San Bartolome, A. (1994). *Masonry constructions*. Lima.
- Sánchez Solorsano, J. R., Guerrero Medina, F. E., Cerna Chavez, R., & Gonzales Carbajal, K. (2018). Ecological brick made with recycled paper: Cost and physical-mechanical properties. *USP*.
- UNE 41410, N. (2008). *compressed earth blocks for walls and partitions Definitions, specifications and test methods*. MADRID: AENOR.

Wigodski S., J. (2010). Investigation methodology. *Blogger*.

ANEXOS

Anexo 1 : Matriz De Consistencia

Titulo: Resistencia Mecánica de Muros de Albañilería con ladrillos Ecológicos para Viviendas Autoconstruidas, San Jerónimo, Cusco 2020.

Autor: Bach. Jhonatan Quispe García

Problemas	Objetivos	Hipotesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p>Problema general ¿Cuánto varia la resistencia mecánica de muros de albañilería con ladrillos ecológicos para viviendas autoconstruidas, San Jerónimo, Cusco 2020?</p> <p>Problemas específicos ¿Cuál es la resistencia a corte por cizalle de muros de albañilería con ladrillos ecológicos para viviendas autoconstruidas, San Jerónimo, Cusco 2020?</p> <p>¿Qué valores alcanza la resistencia a compresión axial de muros de albañilería con ladrillos ecológicos para viviendas autoconstruidas, San Jerónimo – Cusco 2020?</p> <p>¿en cuanto cambia la resistencia a compresión diagonal de muros de albañilería con ladrillos ecológicos para viviendas autoconstruidas, San Jerónimo - Cusco?</p>	<p>Objetivo general Determinar la resistencia mecánica de muros de albañilería con ladrillos ecológicos para viviendas autoconstruidas, San Jerónimo, Cusco 2020.</p> <p>Objetivos específicos Estimar la resistencia a corte por cizalle de muros de albañilería con ladrillos ecológicos para viviendas autoconstruidas, San Jerónimo, Cusco 2020.</p> <p>Calcular la resistencia a compresión axial de muros de albañilería con ladrillos ecológicos para viviendas autoconstruidas, San Jerónimo, Cusco 2020.</p> <p>Cuantificar el cambio de la resistencia a compresión diagonal de muros de albañilería con ladrillos ecológicos para viviendas autoconstruidas, San Jerónimo, Cusco 2020.</p>	<p>Hipotesis general la resistencia mecánica de muros de albañilería con ladrillos ecológicos para viviendas autoconstruidas varia significativamente, San Jerónimo, Cusco 2020.</p> <p>Hipotesis específicas La resistencia a corte por cizalle de muros de albañilería con ladrillos ecológicos para viviendas autoconstruidas es aceptable, San Jerónimo, Cusco 2020.</p> <p>La resistencia a compresión axial de muros de albañilería con ladrillos ecológicos para viviendas autoconstruidas es bajo, San Jerónimo, Cusco 2020.</p> <p>La resistencia a compresión diagonal de muros de albañilería con ladrillos ecológicos para viviendas autoconstruidas cambia mínimamente , San Jerónimo, Cusco 2020.</p>	<p>V1: Ladrillo ecológico.</p> <p>V2: Resistencia mecánica.</p>	<p>D1: Características mecánicas</p> <p>D2: Características físicas</p> <p>D3: Características hidráulicas</p> <p>D1: Resistencia a corte por cizalle</p> <p>D2: Resistencia a compresión axial</p> <p>D3: Resistencia compresión diagonal</p>	<p>I1: resistencia a la compresión f'_{b} (kg/cm²) I2: Ensayo de densidad (gr/cc) I3: Resistencia a la flexión f'_{b}(kg/cm²)</p> <p>I1: variación dimensional(mm) I2: Erosión (mm) I3: alabeo (mm)</p> <p>I1: absorción alta(%) I2: absorción media(%) I3: absorción baja(%)</p> <p>I1: fs adherencia baja kg/cm² I2: fs adherencia media kg/cm² I3: fs adherencia alta kg/cm²</p> <p>I1: f'_{m} rotura cónica kg/cm² I2: f'_{m} rotura por tensión kg/cm² I3: f'_{m} rotura por corte kg/cm²</p> <p>I1: V'_{m} falla por tensión diagonal en bloques kg/cm² I2: V'_{m} falla por deslizamiento kg/cm² I3: V'_{m} falla por tensión en juntas kg/cm².</p>	<p>Método Científico: Según Jaime & Ladino (2018) considera que el Método Científico se basa en la medición empírica, sujeto a principios específicos de pruebas de razonamiento.</p> <p>Tipo de investigación aplicada: Douc UC (2018) dice que;“ busca la aplicación o utilización de conocimientos, desde una o varias áreas especializadas” (p. 1).</p> <p>Diseño de Investigación experimental: Davila, (2014) hace mención a Montgomery (1993) donde “define literalmente el experimento como una prueba o ensayo” (p. 1) .</p> <p>Población: Wigodski (2010) dice la población; “es el conjunto total de individuos, objetos o medidas que poseen algunas características comunes observables en un lugar y en un momento determinado” (p. 1).</p> <p>Muestreo: Lopez (2004), dice que “Es el método utilizado para seleccionar a los componentes de la muestra del total de la población” (p. 2).</p> <p>Muestra: Wigodski (2010) dice que, “la muestra es un subconjunto fielmente representativo de la población” (p. 1).</p> <p>Instrumentos: Mata (2020) menciona el siguiente listado para la recolección de información: Experimento, Observación Entrevista cara a cara, Entrevista telefónica, [Cuestionario enviado por] correo [físico], Encuesta por Internet, Encuestas autoadministradas a personas o grupos (p. 2).</p>

Anexo 2. Instrumento de Investigación Validado

Anexo 2.1: Validez de ficha de recopilación de datos EXPERTO A

ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

PROYECTO: RESISTENCIA MECANICA DE MUROS DE ALBAÑILERIA CON LADRILLOS ECOLOGICOS PARA VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS, SAN JERONIMO, CUSCO 2020.
 AUTOR: Bach. JHONATAN QUISPE GARCIA

I.- INFORMACION GENERAL: RESISTENCIA MECANICA DE MUROS DE ALBAÑILERIA CON LADRILLOS ECOLOGICOS PARA VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS, SAN JERONIMO, CUSCO 2020.					
UBICACIÓN:					
DISTRITO:	SAN JERONIMO		ALTITUD:	3249	
PROVINCIA:	CUSCO		LATITUD:	-13.5447	
REGION:	CUSCO		LONGITUD:	-71.8839	
II.- V1: LADRILLO ECOLOGICO D1: CARACTERISTICAS MECANICAS:					
D1: CARACTERISTICAS MECANICAS					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Resistencia a la compresion	kg/cm2	Ensayo de densidad	gr/oc	Resistencia a la Flexion	kg/cm2
III.- V1: LADRILLO ECOLOGICO D2: CARACTERISTICAS FISICAS:					
D2: CARACTERISTICAS FISICAS					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Variacion dimensional	mm	Ensayo a la erosion	mm	alabeo	mm
IV.- V1: LADRILLO ECOLOGICO D3: CARACTERISTICAS HIDRAULICAS:					
D3: CARACTERISTICAS HIDRAULICAS					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Absorcion alta	%	Absorcion media	%	Absorcion baja	%
V.- V2: RESISTENCIA MECANICA D1: RESISTENCIA A CORTE POR CIZALLE:					
D1: RESISTENCIA A CORTE POR CIZALLE					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
f's baja	kg/cm2	f's media	kg/cm2	f's alta	kg/cm2
VI.- V2: RESISTENCIA MECANICA D2: RESISTENCIA A COMPRESION AXIAL:					
D2: RESISTENCIA A COMPRESION AXIAL					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
f'm baja	kg/cm2	f'm media	kg/cm2	f'm alta	kg/cm2
VII.- V2: RESISTENCIA MECANICA D3: RESISTENCIA A COMPRESION DIAGONAL:					
D3: RESISTENCIA A COMPRESION DIAGONAL					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
V'm baja	kg/cm2	V'm media	Kg/cm2	V'm alta	kg/cm2
APELLIDOS Y NOMBRES: MAMANI CUTIPA AMBROCIO					
PROFESION: INGENIERO CIVIL					
REGISTRO CIP No: 41504					
EMAIL: amaccusco@gmail.com					
TELEFONO: 984234621					

EXPERTO
A
1

1

1

1

0.75

0.75

0.75

6.25
0.893

Según Oseda (2011):



0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Válida
0.66 a 0.71	Muy válida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta

[Handwritten Signature]
 Ing. AMBROCIO MAMANI CUTIPA
 CIP. 41504
 DNI. 23394927

Anexo 2.2: Validez de ficha de recopilación de datos EXPERTO B

ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

PROYECTO: RESISTENCIA MECANICA DE MUROS DE ALBAÑILERIA CON LADRILLOS ECOLOGICOS PARA VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS, SAN JERONIMO, CUSCO 2020.
 AUTOR: Bach. JHONATAN QUISPE GARCIA

I.- INFORMACION GENERAL: RESISTENCIA MECANICA DE MUROS DE ALBAÑILERIA CON LADRILLOS ECOLOGICOS PARA VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS, SAN JERONIMO, CUSCO 2020.					
UBICACIÓN:					
DISTRITO:	SAN JERONIMO	ALTITUD:			3249
PROVINCIA:	CUSCO	LATITUD:			-13.5447
REGION:	CUSCO	LONGITUD:			-71.8839
II.- V1: LADRILLO ECOLOGICO D1: CARACTERISTICAS MECANICAS:					
D1: CARACTERISTICAS MECANICAS					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Resistencia a la compresion	kg/cm2	Ensayo de densidad	gr/cc	Resistencia a la Flexion	kg/cm2
III.- V1: LADRILLO ECOLOGICO D2: CARACTERISTICAS FISICAS:					
D2: CARACTERISTICAS FISICAS					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Variacion dimensional	mm	Ensayo a la rosión	mm	alabeo	mm
IV.- V1: LADRILLO ECOLOGICO D3: CARACTERISTICAS HIDRAULICAS:					
D3: CARACTERISTICAS HIDRAULICAS					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Absorcion alta	%	Absorcion media	%	Absorcion baja	%
V.- V2: RESISTENCIA MECANICA D1: RESISTENCIA A CORTE POR CIZALLE:					
D1: RESISTENCIA A CORTE POR CIZALLE					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
f's adherencia baja	kg/cm2	f's adherencia media	kg/cm2	f's adherencia alta	kg/cm2
VI.- V2: RESISTENCIA MECANICA D2: RESISTENCIA A COMPRESION AXIAL:					
D2: RESISTENCIA A COMPRESION AXIAL					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
f'm rotura conica	kg/cm2	f'm rotura por tension	kg/cm2	f'm rotura por corte	kg/cm2
VII.- V2: RESISTENCIA MECANICA D3: RESISTENCIA A COMPRESION DIAGONAL:					
D3: RESISTENCIA A COMPRESION DIAGONAL					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
V'm falla por tension diagonal en bloques	kg/cm2	V'm Falla por deslizamiento	Kg/cm2	V'm Falla por tension diagonal en juntas	kg/cm2
APellidos y Nombres:	APAZA MENESES RAUL				
Profesion:	INGENIERO CIVIL				
Registro CIP No:	79713				
EMAIL:	raapme1964@gmail.com				
TELEFONO:	984401051				

EXPERTO
B
1

1

1

1

0.85

1

1

Según Oseda (2011):



0,53 a menos	Validez nula
0,54 a 0,59	Validez baja
0,60 a 0,65	Válida
0,66 a 0,71	Muy válida
0,72 a 0,99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta



6.85
0.979

Anexo 2.3: Validez de ficha de recopilación de datos EXPERTO C

ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

PROYECTO: RESISTENCIA MECANICA DE MUROS DE ALBAÑILERIA CON LADRILLOS ECOLOGICOS PARA VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS, SAN JERONIMO, CUSCO 2020.
 AUTOR: Bach. JHONATAN QUISPE GARCIA

I.- INFORMACION GENERAL: RESISTENCIA MECANICA DE MUROS DE ALBAÑILERIA CON LADRILLOS ECOLOGICOS PARA VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS, SAN JERONIMO, CUSCO 2020.					
UBICACIÓN:					
DISTRITO:	SAN JERONIMO	ALTITUD:			3249
PROVINCIA:	CUSCO	LATTITUD:			-13.5447
REGION:	CUSCO	LONGITUD:			-71.8839
II.- V1: LADRILLO ECOLOGICO D1: CARACTERISTICAS MECANICAS:					
D1: CARACTERISTICAS MECANICAS					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Resistencia a la compresion	kg/cm2	Ensayo de densidad	gr/oc	Resistencia a la Flexion	kg/cm2
III.- V1: LADRILLO ECOLOGICO D2: CARACTERISTICAS FISICAS:					
D2: CARACTERISTICAS FISICAS					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Variacion dimensional	mm	Ensayo a la erosion	mm	alabeo	mm
IV.- V1: LADRILLO ECOLOGICO D3: CARACTERISTICAS HIDRAULICAS:					
D3: CARACTERISTICAS HIDRAULICAS					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Absorcion alta	%	Absorcion media	%	Absorcion baja	%
V.- V2: RESISTENCIA MECANICA D1: RESISTENCIA A CORTE POR CIZALLE:					
D1: RESISTENCIA A CORTE POR CIZALLE					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
f's adherencia baja	kg/cm2	f's adherencia media	kg/cm2	f's adherencia alta	kg/cm2
VI.- V2: RESISTENCIA MECANICA D2: RESISTENCIA A COMPRESION AXIAL:					
D2: RESISTENCIA A COMPRESION AXIAL					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
f'm rotura conica	kg/cm2	f'm rotura por tension	kg/cm2	f'm rotura por corte	kg/cm2
VII.- V2: RESISTENCIA MECANICA D3: RESISTENCIA A COMPRESION DIAGONAL:					
D3: RESISTENCIA A COMPRESION DIAGONAL					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
V'm falla por tension diagonal en bloques	kg/cm2	V'm Falla por deslizamiento	Kg/cm2	V'm Falla por tension diagonal en juntas	kg/cm2
APELLIDOS Y NOMBRES: ENCISO SOTOMAYOR JOSE LUIS					
PROFESION: INGENIERO CIVIL					
REGISTRO CIP No: 85641					
EMAIL: joseloenso@hotmail.com					
TELEFONO: 968221086					

EXPERTO
C

1

1

1

0.75

0.8

0.75

0.75

6.05
0.864

Según Oseda (2011):



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 válida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta


 José Luis Enciso Sotomayor
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 85641

Anexo 3: Certificaciones de Ensayos de Laboratorio
 Anexo 3.1 : Certificado de adherencia a corte por cizalle



PRO&CON S.C.R.L.

- LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.
 - Barrio Profesional C-1, Telf: 084-254730, Cel. Movistar: 984-621489, Claro: 984-727700

INFORME 2012-4459 B
ENSAYO DE RESISTENCIA A CORTE POR CIZALLE
 NCh 167.Of 2001

Proyecto: "Resistencia Mecánica de Muros de Albañilería con Ladrillos Ecológicos para Viviendas Autoconstruidas San Jerónimo, Cusco - 2020"

Ubicación: San Jerónimo - Cusco - Cusco

Solicita: BACHILLER JHONATAN QUISPE GARCÍA

Fecha: viernes, 18 de Diciembre de 2020

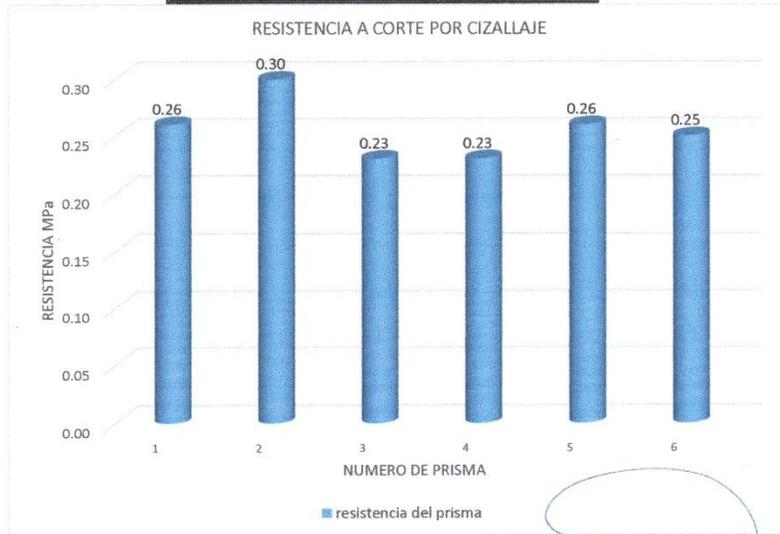
Muestra: Pilas de Unidades de Albañilería con Ladrillos Ecológicos

Responsable: Ing. Sergio I. Liendo Vargas

Datos de la Muestra	
Largo :	25.22 cm
Ancho :	13.10 cm
Altura :	31.17 cm

Nº	CODIGO	LARGO	ALTO	ANCHO	AREA	P	S	R
		cm	cm	cm	cm2	KN	cm2	MPa
1	M-1	25.8	31.1	13.2	340.56	17.5	681.12	0.26
2	M-2	25.8	31.1	13.1	337.98	20.27	675.96	0.30
3	M-3	25.9	31.2	13	336.7	15.4	673.40	0.23
4	M-4	24.3	31.5	13.2	259.874	14.13	641.52	0.23
5	M-5	24.5	31	13.1	320.95	16.42	641.90	0.26
6	M-6	25	31.1	13	325	16.2	650.00	0.25

RESISTENCIA PROMEDIO R (MPa) 0.26



Nota: el tiempo de curado y ensayo de las probetas de efectuaron según la Nch .Of 2001, numeral 6.3.5

Laboratorio de Suelos y Materiales
 PROYECTOS & CONSTRUCCIONES SIVER S.C.R.L.
 Sergio Ivan Liendo Vargas
 Ingeniero Civil

Anexo 3.2 : Certificado de ensayo a compresión axial de pilas de albañilería con ladrillos ecológicos.



PRO&CON S.C.R.L.

- LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.
- Barrio Profesional C-1, Telf: 084-254730, Cel. Movistar: 984-621489, Claro: 984-727700

INFORME 2012-4459 B
ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL
NTP399.605

Proyecto: "Resistencia Mecánica de Muros de Albañilería con Ladrillos Ecológicos para Viviendas Autoconstruidas San Jerónimo, Cusco - Cusco"

Ubicación: San Jerónimo - Cusco - Cusco

Solicita: BACHILLER JHONATAN QUISPE GARCÍA

Fecha: viernes, 18 de Diciembre de 2020

Muestra: Pilas de Unidades de Albañilería

Responsable: Ing. Sergio I. Liendo Vargas

Datos de la Muestra	
Largo :	24.70 cm
Ancho :	13.07 cm
Altura:	31.27 cm
Incremento por edad	1.00

Nº	CODIGO	LARGO	ALTO	ANCHO	AREA	DIAL DE CARGA	f'm	ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECCION	f'm c
		cm	cm	cm	cm2	KN	(kg/cm2)		(kg/cm2)	(kg/cm2)
1	M-1	24.5	31.5	13.1	320.95	110.08	34.97	2.4	0.79	27.49
2	M-2	24.7	31.3	13	321.1	90.18	28.64	2.4	0.79	22.51
3	M-3	24.9	31	13.1	326.19	85.97	26.88	2.4	0.79	21.12

RESISTENCIA PROMEDIO f'mc (kg/cm2)	23.71
DESVIACION ESTANDAR	3.35
RESISTENCIA f'm (kg/cm2)	20.36



Anexo 3.3 : Certificado de ensayo a compresión diagonal de muros de albañilería con ladrillos ecológicos.



INFORME

Del : Laboratorio GEOTEST PERÚ S.A.C Geotecnia y concretos
 A : Bach. JHONATAN QUISPE GARCIA
 Proyecto : "RESISTENCIA MECANICA DE MUROS DE ALBAÑILERIA CON LADRILLOS ECOLOGICOS, PARA VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS, SAN JERONIMO, CUSCO 2020"
 Ubicación : SAN JERONIMO, CUSCO
 Asunto : Ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería
 Informe N° : 1052
 Recibo N° : 0001- N° 0001860
 Fecha de emisión : 14/12/2020

1.0. DE LA MUESTRA : Muretes con dimensiones de 63 x 63 cm con ladrillos ecológicos para determinar su resistencia a compresión diagonal.

M-1: Murete elaborado con mortero proporción 1:5
 M-2: Murete elaborado con mortero proporción 1:5
 M-2: Murete elaborado con mortero proporción 1:5

2.0. DEL EQUIPO : FERTON PROFESSIONAL 20 TON SHOP PRESS OIL PUMP MQP120

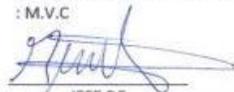
3.0. METODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 399.621

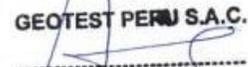
4.0. RESULTADOS

ENSAYO A COMPRESION DIAGONAL										
Codigo	Ensayo a Dias	Dimensiones del murete				Espesor (cm)	Area bruta (cm ²)	Carga P (kg)	V'm (Kg/cm ²)	falla por
		Longitud (cm)	Alturac (cm)	diagonal (cm)						
M-1	30	63	63.1	88.2	13.12	1157	14300	8.74	tension diagonal	
M-2	30	63.1	63.2	88.1	13.11	1155	13200	8.08	tension diagonal	
M-3	30	63.1	63.1	88.1	13.12	1156	13100	8.01	tension diagonal	
V'm Promedio kg/cm ² =								8.28		

5.0 OBSERVACIONES: la información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante

Hecho por : ING. ABELARDO ABARCA ANCORI
 Técnico : M.V.C


 JEFE DE
 LABORATORIO

GEOTEST PERU S.A.C.

 Ing. Abelardo Abarca Ancori
 Gerente General

GERENTE GENERAL

NOTA

1) Los resultados de los ensayos solo comprenden a las muestras proporcionadas por el solicitante

Anexo 3.4 : Certificado de ensayo a compresión simple de ladrillos ecológicos.



PRO&CON S.C.R.L.
 LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.
 Barrio Profesional C-1, Telf: 084-254730, Cel. Movistar: 984-621489, Claro: 984-727700

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

NTP399.613

Proyecto: Resistencia Mecánica de Muros de Albañilería con Ladrillos Ecológicos para Viviendas Autoconstruidas San Jerónimo, Cusco - 2020

Ubicación: San Jerónimo - Cusco - Cusco

Solicita: BACHILLER JHONATAN QUISPE GARCÍA

Fecha: viernes, 18 de Diciembre de 2020

Muestra: Unidades de albañilería (Ladrillo Ecológicos)

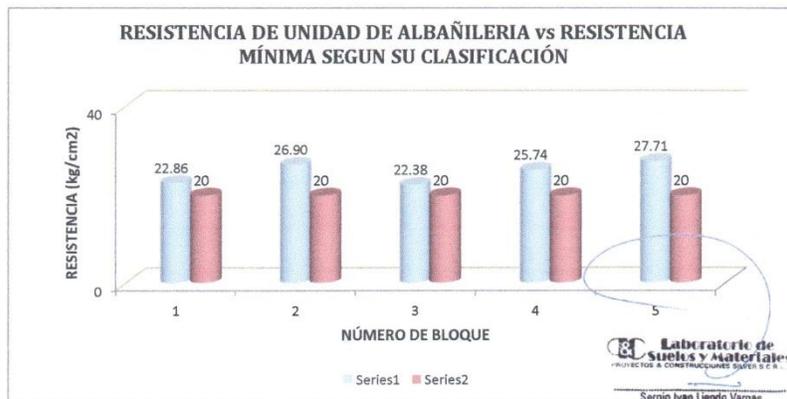
Responsable: Ing. Sergio I. Liendo Vargas

Datos de la Muestra	
Largo :	25.00 cm
Ancho :	13.00 cm
Altura :	9.00 cm

N°	CODIGO	FECHA		Area (cm2)	DIAL (kN)	RESISTENCIAS (kg/cm2)	CLASIFICACION DE LA UNIDAD	
		MOLDEO	ROTURA				f'b MINIMA (kg/cm2)	CLASE
1	M-1	Ladrillos Ecológicos	15/12/2020	321.10	71.970	22.86	20	BLOQUE NP
2	M-2	Ladrillos Ecológicos	15/12/2020	321.10	84.700	26.90	20	BLOQUE NP
3	M-3	Ladrillos Ecológicos	15/12/2020	321.10	70.480	22.38	20	BLOQUE NP
4	M-4	Ladrillos Ecológicos	15/12/2020	321.10	81.060	25.74	20	BLOQUE NP
5	M-5	Ladrillos Ecológicos	15/12/2020	321.10	87.270	27.71	20	BLOQUE NP

BLOQUE NP	La resistencia alcanzada por la Unidad de Albañilería es menor a 50 Kg/cm ² , por tanto es considerado como Bloque solo para muros No Portantes
LADRILLO I	La resistencia alcanzada por la Unidad de Albañilería es mayor a 50 Kg/cm ²
LADRILLO II	La resistencia alcanzada por la Unidad de Albañilería es mayor a 70 Kg/cm ²
LADRILLO III	La resistencia alcanzada por la Unidad de Albañilería es mayor a 95 Kg/cm ²
LADRILLO IV	La resistencia alcanzada por la Unidad de Albañilería es mayor a 130 Kg/cm ²
LADRILLO V	La resistencia alcanzada por la Unidad de Albañilería es mayor a 180 Kg/cm ²

Desviación Estándar = 2.39 kg/cm²
 Promedio de Resistencia = 25.12 kg/cm²
 Coeficiente de Variación = 9.53%



Anexo 3.5 : Certificado de ensayo a flexión de ladrillos ecológicos.



PRO&CON S.C.R.L.

- LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.
- Barrio Profesional C-1, Telf: 084-254730, Cel. Movistar: 984-621489, Claro: 984-727700

INFORME 2012-4459 B
ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXION
ASTM-C78

Proyecto: "Resistencia Mecánica de Muros de Albañilería con Ladrillos Ecológicos para Viviendas Autoconstruidas San Jerónimo, Cusco - 2020"

Ubicación: San Jerónimo - Cusco - Cusco

Solicita: BACHILLER JHONATAN QUISPE GARCÍA

Fecha: viernes, 18 de Diciembre de 2020

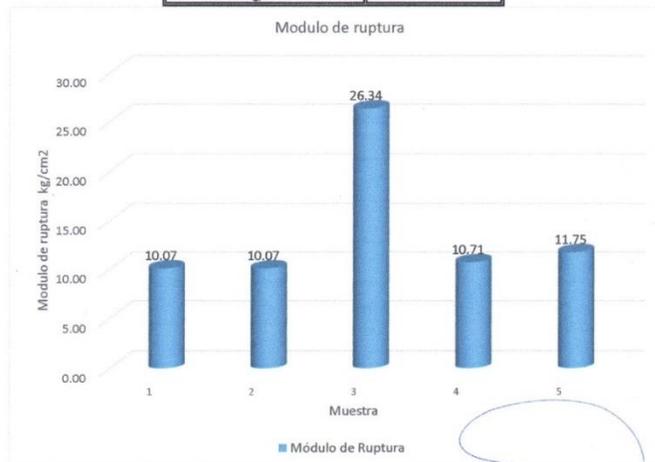
Muestra: Ladrillos Ecológicos

Responsable: Ing. Sergio I. Liendo Vargas

Detos de la Muestra	
Largo :	250.00 mm
Ancho :	130.00 mm
Altura:	90.00 mm

Nº	CODIGO	ANCHO (b) mm	ALTO (d) mm	DISTANCIA (l) mm	Carga maxima aplicada (P)		Modulo de ruptura kg/cm2
					KN	N	
1	M-1	130	90	199.2	5.22	5220.00	10.07
2	M-2	130	90	199.2	5.22	5220.00	10.07
3	M-3	130	90	199.2	13.65	13650.00	26.34
4	M-4	130	90	199.2	5.55	5550.00	10.71
5	M-5	130	90	199.2	6.09	6090.00	11.75

RESISTENCIA PROMEDIO
Modulo de ruptura kg/cm2
13.79



Laboratorio de Suelos y Materiales
PROYECTOS & CONSTRUCCIONES SUELOS S.A.
Sergio Ivan Liendo Vargas
Ingeniero Civil

Anexo 3.6 : Certificado de ensayo de absorción de ladrillos ecológicos.



PRO&CON S.C.R.L.
 - LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.
 - Barrio Profesional C-1, Telf: 084-254730, Cel. Movistar: 984-621489, Claro: 984-727700

INFORME 2012-4459 B
ENSAYO DE ABSORCIÓN
 (NTP 399.613)

Proyecto: "Resistencia Mecánica de Muros de Albañilería con Ladrillos Ecológicos para Viviendas Autoconstruidas San Jerónimo, Cusco -

Ubicación: San Jerónimo - Cusco - Cusco

Solicita: BACHILLER JHONATAN QUISPE GARCÍA

Fecha: viernes, 18 de Diciembre de 2020

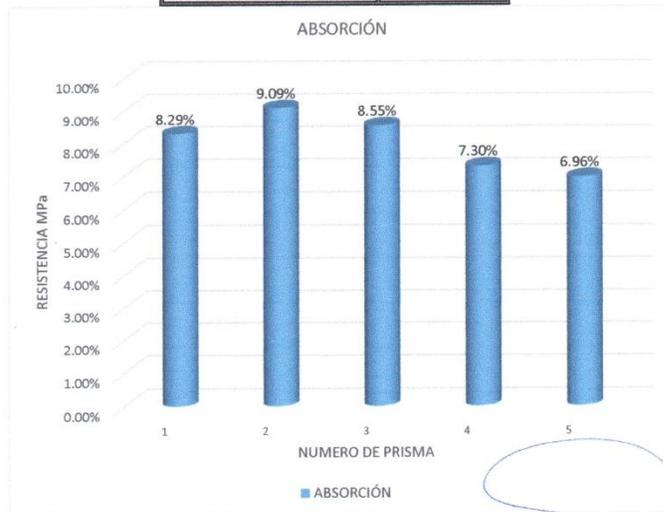
Muestra: Pilas de Unidades de Albañilería con Ladrillos Ecológicos

Responsable: Ing. Sergio I. Liendo Vargas

Datos de la Muestra	
Largo :	25.00 cm
Ancho :	13.00 cm
Altura:	9.00 cm

Nº	CODIGO	LARGO	ALTO	ANCHO	PESO SECO	PESO SATURADO	ABSORCIÓN
		cm	cm	cm	gr	gr	%
1	M-1	25	9	13	4607.00	4989.00	8.29%
2	M-2	25	9	13	4764.00	5197.00	9.09%
3	M-3	25	9	13	4784.50	5193.50	8.55%
4	M-4	25	9	13	4651.50	4991.00	7.30%
5	M-5	25	9	13	4786.00	5119.00	6.96%

ABSORCIÓN PROMEDIO 8.04%



Laboratorio de Suelos y Materiales
 PROYECTOS A CONSTRUCCIONES S.P.A. S.C.S.
 Sergio Ivan Liendo Vargas
 Ingeniero Civil

Anexo 3.7 : Certificado de ensayo compresión simple de cubos de mortero.



PRO&CON S.C.R.L.
 - LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.
 - Barrio Profesional C - 1 - Cusco, Telf: 084-254730, Cel. Movistar: 984-621489, Claro: 984-727700

INFORME 2012 - 4459 B

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

MTC E 704 - 2016, Basado en la Norma ASTM C-39 y AASHTO T-22

Proyecto: RESISTENCIA MECÁNICA DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLOS ECOLÓGICOS PARA VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS SAN JERÓNIMO, CUSCO - 2020
 Ubicación: San Jerónimo - Cusco - Cusco
 Solicita: BACHILLER JHONATAN QUISPE GARCÍA
 Fecha: viernes, 18 de Diciembre de 2020
 Muestra: Testigos de Concreto
 Responsable: Ing. SERGIO IVAN LIENDO VARGAS

Datos de la Muestra	
Lado:	5.00 cm
Altura:	5.00 cm
Área:	25.00 cm ²
Tipo de Cemento:	IP

N°	COD.	ELEMENTO	UBICACIÓN	FECHA		EDAD (días)	DIAL (MPa)	RESISTENCIAS (kg/cm ²)	
				MOLDEO	ROTURA			BRIQUETA	BRIQUETA
1	M-1	Cubo de Mortero	---	17/11/2020	17/12/2020	30	11.680	119.10	212.61
2	M-2	Cubo de Mortero	---	17/11/2020	17/12/2020	30	20.850	212.61	212.61
3	M-3	Cubo de Mortero	---	17/11/2020	17/12/2020	30	11.620	118.49	118.49
4	M-4	Cubo de Mortero	---	17/11/2020	17/12/2020	30	17.040	173.76	173.76
5	M-5	Cubo de Mortero	---	17/11/2020	17/12/2020	30	18.030	183.85	183.85
6	M-6	Cubo de Mortero	---	17/11/2020	24/11/2020	7	10.420	106.25	106.25
7	M-7	Cubo de Mortero	---	17/11/2020	24/11/2020	7	5.200	53.02	53.02
8	M-8	Cubo de Mortero	---	17/11/2020	24/11/2020	7	10.820	110.33	110.33
9	M-9	Cubo de Mortero	---	17/11/2020	24/11/2020	7	12.120	123.59	123.59
10	M-10	Cubo de Mortero	---	17/11/2020	24/11/2020	7	7.100	72.40	72.40



Laboratorio de Suelos y Materiales
 PROYECTOS & CONSTRUCCIONES SIVIA S.C.R.L.
 Sergio Ivan Liendo Vargas
 Ingeniero Civil

Anexo 3.8 : Certificado de calibración de prensa de concreto.



Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LF - 017 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	20010	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	PROYECTOS & CONSTRUCCIONES SILVER S.C.R.L.	
3. Dirección	Barrio Profesional C-1, Cusco - Cusco - CUSCO.	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Equipo	PRENSA DE CONCRETO	
Marca	PINZUAR	Q&M EXACTITUD PERU S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Modelo	PC-42	
Número de Serie	345	
Capacidad	1000 kN	
Procedencia	COLOMBIA	
Identificación	LSE020 (*)	
Indicación	DIGITAL	
Marca	PINZUAR	
Modelo	PC-42	
Número de Serie	345	
Resolución	0,1 kN	
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.	
5. Fecha de Calibración	2020-02-06	

Fecha de Emisión

Supervisor de Laboratorio

Sello

2020-02-07


Juan C. Quispe Morales
Licenciado en Física
CFP N° 0664





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LF - 017 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
Barrio Profesional C-1, Cusco - Cusco - CUSCO.

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20,4 °C	20,6 °C
Humedad Relativa	55 % HR	57 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en el National Standards Testing Laboratory de Maryland - USA	Celda de carga calibrado a 1500 kN con incertidumbre del orden de 0,6 %	LEDI-PUCP INF-LE-030-19A

10. Observaciones

- (*) Código de identificación indicado en una etiqueta adherido en el equipo.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.





Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF - 017 - 2020

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso)				F _{Promedio} (kN)
%	F _i (kN)	Patrón de Referencia - Equipo				
		F ₁ (kN)	F ₂ (kN)	F ₃ (kN)		
10	100,0	100,1	100,1	100,0	100,1	
20	200,0	199,7	199,7	199,8	199,7	
30	300,0	299,5	299,6	299,6	299,6	
40	400,0	399,1	399,2	399,1	399,1	
50	500,0	498,6	498,7	498,7	498,7	
60	600,0	598,1	598,2	598,2	598,2	
70	700,0	697,9	698,0	698,0	698,0	
80	800,0	797,5	797,6	797,6	797,6	
90	900,0	897,3	897,4	897,3	897,4	
100	1000,0	996,9	997,1	996,9	997,0	
Retorno a Cero		0,0	0,0	0,0		

Indicación del Equipo F (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
100	-0,08	0,10	---	0,10	0,22
200	0,13	0,02	---	0,05	0,22
300	0,14	0,03	---	0,03	0,22
400	0,22	0,02	---	0,03	0,22
500	0,27	0,02	---	0,02	0,22
600	0,31	0,02	---	0,02	0,22
700	0,29	0,02	---	0,01	0,22
800	0,30	0,01	---	0,01	0,22
900	0,29	0,01	---	0,01	0,22
1000	0,30	0,02	---	0,01	0,22

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f ₀)	0,00 %
---	--------

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



Anexo 3.8 : Certificado de calibración de Horno electrico



PINZUAR LTDA
LABORATORIO DE METROLOGÍA
ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 054-PLT

Página 1 de 6

FECHA DE EMISIÓN : 2019-12-21

1. SOLICITANTE : PRO&CON SILVER SCRL

2. EQUIPO DE MEDICIÓN : HORNO EIÉCTRICO

MARCA : PINZUAR LTDA

MODELO : PG-190

NÚMERO DE SERIE : 191

PROCEDENCIA : COLOMBIA

IDENTIFICACIÓN : NO INDICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PINZUAR LTDA, Sucursal del Perú, no se responsabiliza de lo perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

DESCRIPCIÓN	TERMÓMETRO DEL EQUIPO
ALCANCE DE INDICACIÓN	0 °C a 200 °C
DIVISIÓN DE ESCALA	0,1 °C
TIPO	DIGITAL

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2019-12-19

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se uso el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018; 2da edición; Junio 2009, del SNM-INDECOPI.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó en las instalaciones de PRO&CON SILVER SCRL - CUSCO.


Gilmer Antonio Huamán Poquioma,
Técnico Laboratorio Metrología.





5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura °C	27	27
Humedad Relativa %HR	64	64

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Pinzuar Ltda. Sucursal del Perú	Termómetro digital con diez termopares	127-21012 PLT

7. OBSERVACIONES

El equipo tiene un sistema de ventilación forzada.

Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 31 lecturas por punto de medición considerado, luego del tiempo de estabilización.

Las lecturas se iniciaron luego de un precalentamiento y estabilización de 1 h y 50 min.

El esquema de distribución y posición de los termopares calibrados en los puntos de medición se muestra en la página 6.

Para la temperatura de 110 °C

La calibración se realizó sin carga.

El selector de temperatura se ubicó en 110 °C.

El promedio de temperatura durante la medición fue 110,3 °C.

La máxima temperatura detectada fue 111,8 °C y la mínima temperatura detectada fue 109 °C.

Para la temperatura de 180 °C

La calibración se realizó sin carga.

El selector de temperatura se ubicó en 180 °C.

El promedio de temperatura durante la medición fue 180,4 °C.

La máxima temperatura detectada fue 183,6 °C y la mínima temperatura detectada fue 178 °C.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".

La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.





8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

TEMPERATURA DE TRABAJO: 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	Indicación termómetros patrones (°C)										T _{prom} (°C)	T _{max} -T _{min} (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110	109,4	111,2	110,8	109,4	110,3	109,3	110,7	110,2	110,0	109,5	110,1	1,9
02	110	109,7	111,3	111,5	109,8	110,8	109,8	111,5	110,0	110,9	109,3	110,4	2,2
04	110	109,3	110,9	111,3	109,1	110,4	109,4	110,9	110,9	110,1	109,3	110,2	2,2
06	110	109,4	111,2	111,2	109,3	110,5	109,3	111,4	110,5	111,8	109,1	110,4	2,7
08	110	109,4	110,9	111,1	109,4	110,5	109,4	110,7	110,9	110,8	109,5	110,2	1,7
10	110	109,7	111,5	111,3	109,6	110,7	109,5	111,0	110,4	110,4	109,2	110,3	2,3
12	110	109,5	111,4	111,5	109,5	110,6	109,5	110,7	110,9	110,9	111,0	110,6	2,0
14	110	109,7	111,7	111,7	109,5	110,4	109,5	111,0	110,7	110,3	109,5	110,4	2,2
16	110	109,7	111,1	111,7	109,5	110,5	109,5	111,2	110,8	110,1	109,2	110,3	2,5
18	110	109,4	111,3	111,2	109,4	110,7	109,6	110,8	110,7	110,2	109,1	110,2	2,2
20	110	109,7	111,2	111,4	109,6	110,6	109,5	110,9	110,9	110,2	109,5	110,4	1,9
22	110	109,6	111,5	111,6	109,6	110,6	109,5	111,1	110,8	110,3	109,4	110,4	2,2
24	110	109,4	110,4	111,4	109,5	110,7	109,7	110,9	110,9	110,4	109,7	110,3	2,0
26	110	109,4	111,4	111,0	109,4	110,5	109,4	110,8	111,1	110,3	109,6	110,3	2,0
28	110	109,3	110,9	111,4	109,4	110,4	109,4	110,7	110,4	110,2	109,0	110,1	2,4
30	110	109,2	110,9	110,9	109,2	110,3	109,5	110,6	110,3	110,7	109,1	110,1	1,8
32	110	109,7	111,3	111,5	109,8	110,8	109,6	111,5	110,0	110,9	109,3	110,4	2,2
34	110	109,3	110,9	111,3	109,1	110,4	109,4	110,9	110,9	110,1	109,3	110,2	2,2
36	110	109,4	111,2	111,2	109,3	110,5	109,3	111,4	110,5	111,8	109,1	110,4	2,7
38	110	109,4	110,9	111,1	109,4	110,5	109,4	110,7	110,9	110,0	109,5	110,2	1,7
40	110	109,7	111,5	111,3	109,6	110,7	109,5	111,0	110,4	110,4	109,2	110,3	2,3
42	110	109,5	111,4	111,5	109,5	110,6	109,5	110,7	110,9	110,9	111,0	110,6	2,0
44	110	109,7	111,7	111,7	109,5	110,4	109,5	111,0	110,7	110,3	109,5	110,4	2,2
46	110	109,7	111,1	111,7	109,5	110,5	109,5	111,2	110,8	110,1	109,2	110,3	2,5
48	110	109,4	111,3	111,2	109,4	110,7	109,6	110,8	110,7	110,2	109,1	110,2	2,2
50	110	109,7	111,2	111,4	109,6	110,6	109,5	110,9	110,8	110,2	109,5	110,4	1,9
52	110	109,6	111,5	111,6	109,6	110,6	109,5	111,1	110,8	110,3	109,4	110,4	2,2
54	110	109,4	110,4	111,4	109,5	110,7	109,7	110,9	110,9	110,4	109,7	110,3	2,0
56	110	109,4	111,4	111,0	109,4	110,5	109,4	110,8	111,1	110,3	109,6	110,3	2,0
58	110	109,3	110,9	111,4	109,4	110,4	109,4	110,7	110,4	110,2	109,0	110,1	2,4
60	110	109,2	110,9	110,9	109,2	110,3	109,5	110,6	110,3	110,7	109,1	110,1	1,8
T. PROM	110	109,5	111,2	111,3	109,5	110,6	109,5	110,9	110,7	110,4	109,4	110,3	
T. MAX	110	109,7	111,7	111,7	109,8	110,8	109,7	111,5	111,1	111,8	111,0		
T. MIN	110	109,2	110,4	110,8	109,1	110,3	109,3	110,6	110,0	110,0	109,0		
DTT	0	0,5	1,3	0,9	0,7	0,5	0,4	0,9	1,1	1,8	2,0		

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	111,8	1,0
Mínima Temperatura Medida	109,0	0,9
Desviación de Temperatura en el Tiempo	2,0	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	1,9	1,8
Estabilidad Medida (s)	1,0	0,04
Uniformidad Medida	2,7	1,3

- T.PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
- T_{prom}: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición en un instante dado.
- T MAX: Temperatura máxima
- T MIN: Temperatura mínima
- DTT: Desviación de temperatura en el tiempo.





TEMPERATURA DE TRABAJO: 180 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	Indicación termómetros patrones (°C)										T _{prom} (°C)	T _{max} -T _{min} (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	180	179,3	183,1	180,7	178,3	180,2	179,2	182,6	180,1	178,9	179,4	180,2	4,8
02	180	179,6	183,2	181,4	178,7	180,7	179,5	183,4	179,9	179,6	179,2	180,5	4,7
04	180	179,2	182,9	181,2	178,0	180,3	179,3	182,8	180,6	179,0	179,2	180,3	4,8
06	180	179,3	183,1	181,1	178,2	180,4	179,2	183,3	180,4	180,7	179,0	180,5	5,1
08	180	179,3	182,8	181,0	178,3	180,4	179,3	182,6	180,8	178,9	179,4	180,3	4,5
10	180	179,6	183,4	181,2	178,5	180,6	179,4	182,9	180,3	179,3	179,1	180,4	4,9
12	180	179,4	183,3	181,4	178,4	180,5	179,4	182,6	180,8	179,8	180,9	180,7	4,9
14	180	179,6	183,6	181,6	178,4	180,3	179,4	182,9	180,6	179,2	179,4	180,5	5,2
16	180	179,8	183,0	181,6	178,4	180,4	179,4	183,1	180,7	179,0	179,1	180,4	4,7
18	180	179,3	183,2	181,1	178,3	180,6	179,5	182,7	180,6	179,1	179,0	180,3	4,9
20	180	179,6	183,1	181,3	178,5	180,5	179,4	182,8	180,8	179,1	179,4	180,5	4,6
22	180	179,5	183,4	181,5	178,5	180,5	179,4	183,0	180,7	179,2	179,3	180,5	4,8
24	180	179,3	182,3	181,3	178,4	180,6	179,6	182,8	180,8	179,3	179,6	180,4	4,4
26	150	179,3	183,3	180,9	178,3	180,4	179,3	182,7	181,0	179,2	179,5	180,4	5,0
28	180	179,2	182,8	181,3	178,3	180,3	179,3	182,9	180,3	179,1	178,9	180,2	4,5
30	180	179,1	182,8	180,8	178,1	180,2	179,4	182,5	180,2	179,6	179,0	180,2	4,7
32	180	179,6	183,2	181,4	178,7	180,7	179,5	183,4	179,9	179,8	179,2	180,5	4,7
34	180	178,2	182,8	181,2	178,0	180,3	179,3	182,8	180,8	179,0	179,2	180,3	4,8
36	180	179,3	183,1	181,1	178,2	180,4	179,2	183,3	180,4	180,7	179,0	180,5	5,1
38	180	179,3	182,8	181,0	178,3	180,4	179,3	182,6	180,8	178,9	179,4	180,3	4,5
40	180	179,6	183,4	181,2	178,5	180,6	179,4	182,9	180,3	179,3	179,1	180,4	4,9
42	180	179,4	183,3	181,4	178,4	180,5	179,4	182,6	180,8	179,8	180,9	180,7	4,9
44	180	179,6	183,6	181,6	178,4	180,3	179,4	182,9	180,6	179,2	179,4	180,5	5,2
46	180	179,6	183,0	181,6	178,4	180,4	179,4	183,1	180,7	179,0	179,1	180,4	4,7
48	180	179,3	183,2	181,1	178,3	180,6	179,5	182,7	180,6	179,1	179,0	180,3	4,9
50	150	179,6	183,1	181,3	178,5	180,5	179,4	182,8	180,8	179,1	179,4	180,5	4,6
52	180	179,5	183,4	181,5	178,5	180,5	179,4	183,0	180,7	179,2	179,3	180,5	4,8
54	180	179,3	182,3	181,3	178,4	180,6	179,6	182,8	180,8	179,3	179,6	180,4	4,4
56	180	179,3	183,3	180,9	178,3	180,4	179,3	182,7	181,0	179,2	179,5	180,4	5,0
58	180	179,2	182,8	181,3	178,3	180,3	179,3	182,9	180,3	179,1	178,9	180,2	4,5
60	180	179,1	182,8	180,8	178,1	180,2	179,4	182,5	180,2	179,6	179,0	180,2	4,7
T. PROM	180	179,4	183,1	181,2	178,4	180,4	179,4	182,8	180,6	179,3	179,3	180,4	
T. MAX	180	179,6	183,6	181,6	178,7	180,7	179,6	183,4	181,0	180,7	180,9		
T. MIN	180	178,1	182,3	180,7	178,0	180,2	179,2	182,5	179,9	178,9	178,9		
DTT	0	0,5	1,3	0,9	0,7	0,5	0,4	0,9	1,1	1,8	2,0		

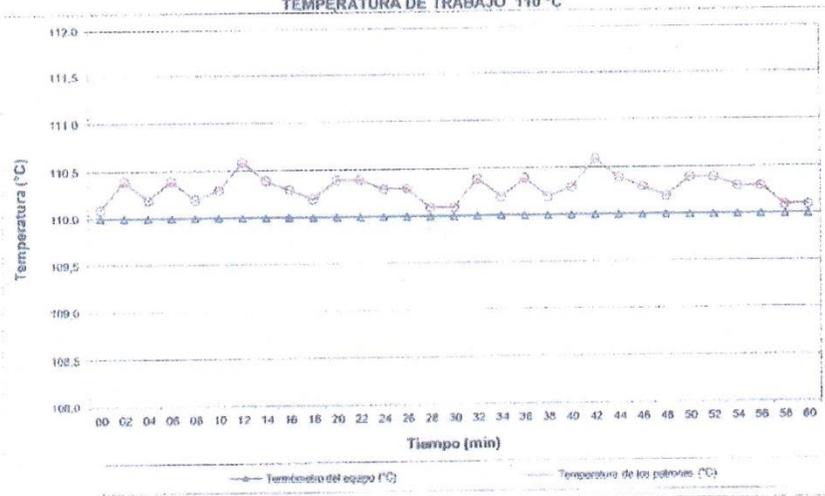
PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	183,6	1,0
Mínima Temperatura Medida	178,0	1,0
Desviación de Temperatura en el Tiempo	2,0	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	4,7	2,0
Estabilidad Medida (±)	1,00	0,04
Uniformidad Medida	5,2	1,4

- T. PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
- T_{prom}: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición en un instante dado.
- T. MAX: Temperatura máxima.
- T. MIN: Temperatura mínima.
- DTT: Desviación de temperatura en el tiempo.

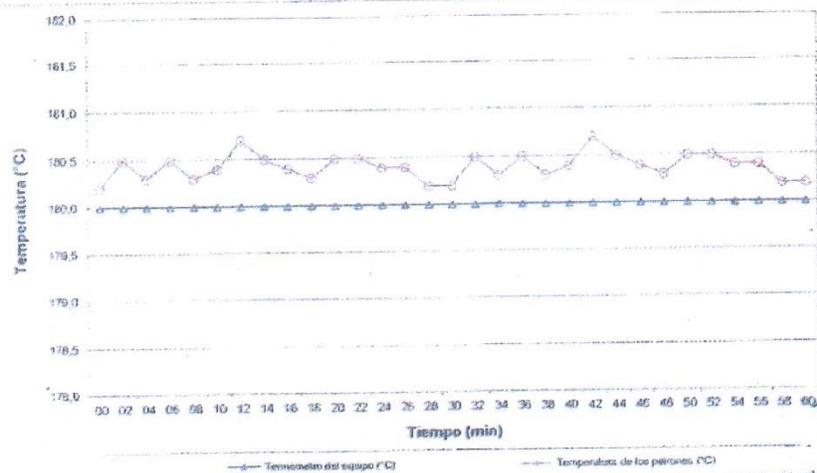




**DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA EN EL EQUIPO
TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C**

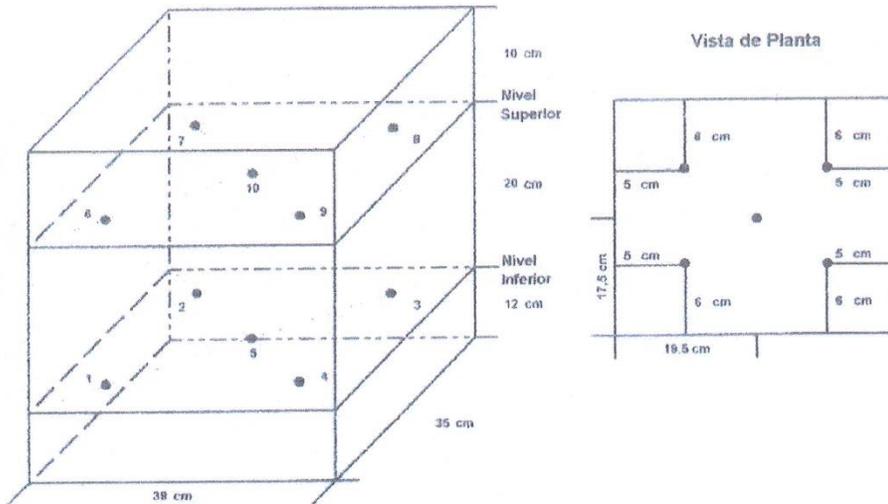


**DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA EN EL EQUIPO
TEMPERATURA DE TRABAJO 180 °C**





UBICACIÓN DE LOS SENSORES



Los sensores se colocaron a 15 mm de altura sobre sus respectivos niveles.



Anexo 3.9: Calculo del diseño de mezclas para elaborar ladrillos ecologicos, según antecedentes

DISEÑO DOSIFICACION ARCILLA-POLVO DE CAUCHO-CEMENTO

Tesis: "RESISTENCIA MECANICA DE MUROS DE ALBAÑILERIA CON LADRILLOS ECOLOGICOS PARA VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS, SAN JERONIMO, CUSCO 2020"

UBICACIÓN: Distrito de San Jeronimo.

Tesista: Bach. Jhonatan Quispe Garcia

Fecha: 02/11/2020

1.- Referencia

Reglamento Nacional de Edificaciones Norma: E.0.70

2.- Objeto:

Determinar la dosificacion para el ladrillo ecologico

3.- Materiales

DATOS

a. Elemento de Construcion

<u>item</u>	<u>Descripcion</u>	<u>Valor</u>	<u>Unidad</u>	
a.	Albañileria de adobe	= 1600	kg/m3	Según la Norma tecnica E 0.20
b.	Tierra (suelo arcilloso)	= 1600	kg/m3	Según la Norma tecnica E 0.20
c.	Cemento	= 1450	kg/m3	Según la Norma tecnica E 0.20
d.	Polvo de caucho	= 410	kg/m3	Obtencion propia
e.	Agua	= 1000	kg/m3	Según la Norma tecnica E 0.20

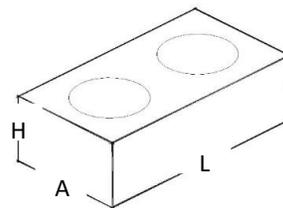


Voumen del cilindro: 0.009m3

$$0.009 \text{ m}^3 \longleftrightarrow 3.69 \text{ kg de caucho}$$

$$1 \text{ m}^3 \longleftrightarrow X$$

X= 410 kg/m3



b. Ladrillo Ecologico

L:	0.245	m	Composicion de ladrillo ecologico - Polvo de caucho 20% Según Lara, et al (2020) - Cemento20% Según Monrroy, (2020) - Suelo arcilloso - Agua
A:	0.13	m	
H:	0.09	m	
D.V:	0.04	m	
N° vacios:	2	und	
bls cemento:	42.5	kg	

Dosificacion= Suelo arcilloso zarandeado + Polvo de caucho + Cemento + Agua

$$P. \text{ especifico} = \frac{\text{Peso (kg)}}{\text{Vol. (m3)}} \quad \text{Peso del ladrillo ecologico}$$

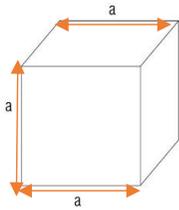
P= 4.22 kg

Vol.Ladrillo ecologico= 0.003 m3

c. Resistencia a compresion minima según norma:

f'c=12.00 kg/cm2 a/c= 1.08

Para 1m³ de suelo arcilloso se tiene:



$$a = 1 \text{ m}^3$$

$$N^{\circ}.Und.l \frac{l.C}{l.L} = 334 \text{ und}$$

$$N^{\circ}.Und.lad = 334 \text{ para } 1 \text{ m}^3$$

20% de Cemento

- 1.- Primera Iteracion: Desarrollo en campo.
 1 \longleftrightarrow 1450 kg
 0.003 \longleftrightarrow X1= 4.35 **Cemento**
- 2.- Segunda Iteracion Desarrollo en campo.
 1 \longleftrightarrow 1487 kg
 0.003 \longleftrightarrow X2= 4.46 **Cemento**
- 3.- Tercera Iteracion: Prueba de campo
 1 \longleftrightarrow 1530 kg
 0.003 \longleftrightarrow X3= 4.59 **Cemento**

ANALIZANDO CON UN 20% DE CEMENTO

X1= 4.35	kg	en 20%	\longrightarrow	X1=	0.87 kg
X2= 4.46	kg	en 20%	\longrightarrow	X2=	0.892 kg
X3= 4.59	kg	en 20%	\longrightarrow	X3=	0.918 kg

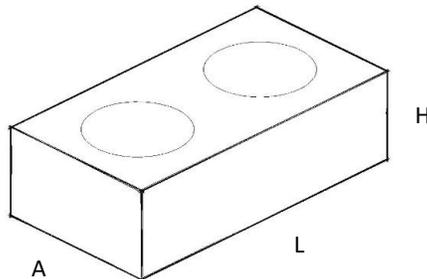
Analizando con 20% de Polvo de Caucho

- 1.- Primera Iteracion: Desarrollo en campo.
 1 \longleftrightarrow 410 kg
 0.003 \longleftrightarrow Y1= 1.23 **Polvo de caucho**
- 2.- Primera Iteracion: Desarrollo en campo.
 1 \longleftrightarrow 450 kg
 0.003 \longleftrightarrow Y2= 1.35 **Polvo de caucho**
- 3.- Primera Iteracion: Desarrollo en campo.
 1 \longleftrightarrow 480 kg
 0.003 \longleftrightarrow Y3= 1.44 **Polvo de caucho**

Analizando con un 20% polvo de caucho

Y1= 1.23	kg	en 20%	\longrightarrow	Y1=	0.246 kg
Y2= 1.35	kg	en 20%	\longrightarrow	Y2=	0.27 kg
Y3= 1.44	kg	en 20%	\longrightarrow	Y3=	0.288 kg

- 1.- Volumen: **0.003** **m³**
 2.- P.suelo: **3.014** **Kg**
 3.- P.Cemento: **0.918** **Kg**
 4.- P.polvo de C: **0.288** **Kg**
 5.- Agua: **1** **Its**
0. 18 = $\frac{\quad}{1.08}$ Agua=0.99



Produccion de ladrillos ecologicos para 1bls de cemento.

- 1 und Ladrillo \longleftrightarrow 0.918 Kg
 X \longleftrightarrow 42.5 Kg
X= 48 Und

Fuente: Elaboracion Propia, diseño de mezcla por 1und, para ladrillo ecologico

Anexo 4: Registros de figuras



Figura 4.1 Ensayo de Tamizado del suelo arcilloso



Figura 4.2: Elaboracion de 112 ladrillos ecologicos y curado.



Figura 4.3: Ensayo compresión simple a ladrillos ecológicos



Figura 4.4: Ensayo a compresion axial de pilas de albañileria con Ladrillos ecologicos.



Figura 4.5: Elaboracion de 6 probetas con ladrillos ecologicos



Figura 4.6: Elaboracion de 3 muretes y 3 pilas con ladrillos ecologicos