



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA Y
CARACTERÍSTICAS DEL LADRILLO ARTESANAL,
SEMIMECANIZADO Y MECANIZADO PARA MUROS Y TECHOS
EN LA CIUDAD DE PUNO”**

TESIS

PRESENTADA POR:

EDSON EUGENIO CCAMA JALIRI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PUNO – PERÚ

2021



DEDICATORIA

A Dios por hacer posible que pueda cumplir con este capítulo de mi vida cuidándome y protegiéndome siempre.

A mis padres; Eugenio Ccama Anahua y Susana Jaliri Claros por su sacrificio y motivación constante para mi formación profesional; a tí Yulí por estar junto a mí brindándome tu apoyo y, amor, a mis amigos y familiares que me apoyaron en este paso más que doy en mi vida.



AGRADECIMIENTO

A el Ing. Roberto Elvis Roque Claros a mi director de tesis Ing. Guillermo Nestor Fernandez Sila, por su orientación y apoyo para el desarrollo de esta tesis.

A mis jurados de tesis Ing. Emilio Castillo Aroni, Ing. Gino Frank Laque Cordova e Ing. Gleny Zoila De La Riva Tapia

Al personal técnico del Laboratorio de Construcciones de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por su apoyo y facilidad en la evaluación de parámetros.

A la Universidad Nacional del Altiplano.

A todos quienes contribuyeron con la realización de este trabajo de investigación y a todas las personas que quiero, a mi familia, a mis amigos, compañeros, docentes, administrativos, etc.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 14

ABSTRACT..... 15

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... 16

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 16

1.2.1. Problema general: 16

1.2.2. Problemas específicos:..... 16

1.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN..... 17

1.3.1. Hipótesis General..... 17

1.3.2. Hipótesis Específicas 17

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN 17

1.4.1. Objetivo general:..... 17

1.4.2. Objetivos específicos: 18

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN. 19

2.2. MARCO TEÓRICO 23

2.2.1. Aspectos generales..... 23

2.2.2. Unidad de Albañilería 23

2.2.2.1. Método de formado de las diferentes materias primas..... 23

2.2.3. Tipología..... 25

2.2.3.1. Unidades Sólidas o Macizas..... 25

2.2.3.2. Unidades huecas..... 26

2.2.3.3. Unidades tubulares o pandereta. 26



2.2.4.	Limitaciones de aplicación estructural para los tipos de unidades de albañilería.	26
2.2.5.	Clasificación para fines estructurales	27
2.2.6.	La desviación estándar.....	28
2.2.7.	Propiedades de las unidades de albañilería.....	31
2.2.7.1.	Variación Dimensional.....	33
2.2.7.2.	Alabeo.....	34
2.2.7.3.	Resistencia a la compresión.....	34
2.2.7.4.	Absorción.....	36
2.2.8.	Propiedades de la Albañilería Simple.....	36
2.2.8.1.	Resistencia en compresión de prismas de albañilería	36
2.3.	MARCO CONCEPTUAL.....	37
2.3.1.	Arcilla.....	37
2.3.2.	Ladrillo.....	38
2.3.3.	Ladrillo sólido (macizo).....	38
2.3.4.	Unidades de albañilería.....	38
2.3.5.	Ladrillo artesanal.....	38
2.3.6.	Ladrillo industrial.....	38
2.3.7.	Ladrillo tipo I.....	38
2.3.8.	Ladrillo tipo II.....	39
2.3.9.	Ladrillo tipo III.....	39
2.3.10.	Ladrillo tipo IV.....	39
2.3.11.	Ladrillo tipo V.....	39

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.	UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN.....	40
3.2.	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	40
3.3.	TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	41
3.3.1.	Tipo de Investigación.....	41
3.3.2.	Diseño Investigación.....	41
3.4.	POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO.....	41
3.4.1.	Población	41
3.4.2.	Muestra.....	42
3.5.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	44



3.5.1.	Técnica de recolección De Datos.....	44
3.5.1.1.	La Encuesta	44
3.5.2.	Instrumentos.....	44
3.6.	PROCEDIMIENTO DE LOS ENSAYOS	45
3.6.1.	Ensayo de Variación Dimensional (Ntp 399.613 – 2005).....	45
3.6.2.	Ensayo de Alabeo (Ntp 399.613 – 2005).....	46
3.6.3.	Ensayo de resistencia a la compresión (NTP 399.613 – 2005)	46
3.6.4.	Ensayo para determinar la absorción (NTP 399.613 – 2005).....	48
3.6.5.	Ensayo del porcentaje de vacíos (NTP 399.613 – 2005).....	48
3.6.6.	Ensayo de resistencia a la compresión de Prismas De Albañilería (NTP 399.605 – 2013).....	49
3.7.	TRATAMIENTO DE DATOS.....	50
3.8.	VARIABLES.	51
3.9.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	51
3.9.1.	Distribución porcentual de los datos en cuadros estadísticos:.....	51
3.9.2.	Interpolación de gráficos:	52
3.9.3.	Estadística descriptiva:	52
3.9.4.	Media aritmética:	52
3.9.5.	Desviación estándar:	52

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	RESULTADOS.....	53
4.1.1.	Resultados para ladrillos King Kong	53
4.1.1.1.	Ensayo de variación dimensional.....	53
4.1.1.1.1	Resultados.....	53
4.1.1.1.2	Resumen	56
4.1.1.2.	Ensayo de resistencia a compresión de la unidad de albañilería.....	56
4.1.1.2.1	Resultados.....	56
4.1.1.2.2	Resumen	57
4.1.1.3.	Ensayo absorción	58
4.1.1.3.1	Resultados.....	58
4.1.1.3.2	Resumen	59
4.1.1.4.	Ensayo alabeo.....	59
4.1.1.4.1	Resultados.....	59



4.1.1.4.2 Resumen	60
4.1.1.5. Ensayo porcentaje de vacíos	60
4.1.1.5.1 Resultados.....	60
4.1.1.5.2 Resumen	61
4.1.1.6. Ensayo de resistencia a la compresión de prismas de albañilería	61
4.1.1.6.1 Resultados.....	61
4.1.1.6.2 Resumen	62
4.1.2. Resultados para ladrillos pandereta	63
4.1.2.1. Ensayo de variación dimensional.....	63
4.1.2.1.1 Resultados.....	63
4.1.2.1.2 Resumen	67
4.1.2.2. Ensayo de absorción.....	68
4.1.2.2.1 Resultados.....	68
4.1.2.2.2 Resumen	70
4.1.3. Resultados para ladrillos techo	70
4.1.3.1. Ensayo de variación dimensional.....	70
4.1.3.1.1 Resultados.....	70
4.1.3.1.2 Resumen	75
4.1.3.2. Ensayo de absorción.....	75
4.1.3.2.1 Resultados.....	75
4.1.3.2.2 Resumen	76
4.2. DISCUSIÓN	77
4.2.1. Interpretación de resultados para ladrillos King Kong	77
4.2.1.1. Ensayo de Variación Dimensional	77
4.2.1.2. Ensayo de resistencia a compresión de la unidad de albañilería.....	79
4.2.1.3. Ensayo Absorción	80
4.2.1.4. Ensayo Alabeo	81
4.2.1.5. Ensayo porcentaje de vacíos	82
4.2.1.6. Resistencia en compresión de prismas de albañilería	84
4.2.2. Interpretación de resultados para ladrillos pandereta	85
4.2.2.1. Ensayo de Variación Dimensional	85
4.2.2.2. Ensayo de Absorción.....	88
4.2.3. Interpretación de resultados para ladrillos techo	89
4.2.3.1. Ensayo de variación dimensional.....	89



4.2.3.2. Ensayo de Absorción.....	91
V. CONCLUSIONES.....	93
VI. RECOMENDACIONES	97
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	98
ANEXOS.....	100

Tema : La tecnología de los materiales en la construcción

Área : Construcciones

Línea de investigación : Construcciones y gerencia

FECHA DE SUSTENTACIÓN 02 DE MARZO DEL 2021



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Curva normalizada para los diferentes tipos de materiales de las unidades de albañilería.....	25
Figura 2. Medida de la concavidad y convexidad del ladrillo.....	46
Figura 3. Comparación de variabilidad dimensional.....	78
Figura 4. Comparación de la resistencia a compresión de unidades de albañilería.....	80
Figura 5. Comparación de promedio de absorción.....	81
Figura 6. Comparación de alabeo.....	82
Figura 7. Promedio de porcentaje de vacíos.....	83
Figura 8. Comparación de resistencia a compresión de prismas de albañilería.....	85
Figura 9. Comparación de variabilidad dimensional.....	87
Figura 10. Comparación de promedio de absorción.....	89
Figura 11. Comparación de variabilidad dimensional.....	90
Figura 12. Comparación del promedio de absorción.....	92
Figura 13: Mediciones de los ladrillos pandereta artesanal, semimecanizado y mecanizado con vernier para hallar la variación dimensional.....	101
Figura 14: Mediciones de los ladrillos para techo artesanal, semimecanizado y mecanizado con vernier para hallar la variación dimensional.....	101
Figura 15: Medición de la concavidad del ladrillo king kong mecanizado.....	101
Figura 16: Acercamiento a la medición del alabeo.....	101
Figura 17: Secado de los especímenes en el horno a 110°C por 24 horas.....	101
Figura 18: Saturación de los especímenes por 24 horas.....	101
Figura 19: Limpieza superficial de los especímenes con un paño.....	101
Figura 20: Medición del diámetro del molde para hallar el peso específico de la arena.....	101
Figura 21: Determinación del peso del molde para determinar el peso de la arena.....	101
Figura 22: Enrasado de la arena dentro del molde.....	101
Figura 23: Relleno del ladrillo con arena sobre una hoja de papel.....	101
Figura 24: Pesado de la arena que estaba dentro de los vacíos del ladrillo.....	101
Figura 25: Refrentado de los ladrillos king kong artesanal y mecanizado.....	101
Figura 26: Rotura del ladrillo king kong artesanal.....	101
Figura 27: Refrentado de los prismas de albañilería.....	101
Figura 28: Preparación de la resistencia a compresión del prisma de albañilería para los ladrillos king kong mecanizados.....	101



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Aplicabilidad de los métodos de formado a las diferentes materias primas para unidades de albañilería.	24
Tabla 2: Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales	27
Tabla 3: Clase de unidad de albañilería para fines estructurales	27
Tabla 4: Coeficientes de variación representativos de materiales de ingeniería.	30
Tabla 5: Coeficientes de variación de la resistencia en compresión de unidades de albañilería para diferentes fábricas peruanas.	31
Tabla 6: Propiedades generales de las unidades en función de su materia prima y la calidad de fabricación.....	32
Tabla 7: Variación dimensional según la norma E.070.....	33
Tabla 8: Alabeo según la norma E.070.....	34
Tabla 9: Resistencia a compresión en unidades según la norma E.070.....	35
Tabla 10: Resistencia a compresión en pilas según la norma E.070 de albañilería.....	37
Tabla 11: Factores de corrección de f _m por esbeltez según NTP 339.605	37
Tabla 12: Muestra de investigación	44
Tabla 13: Operacionalización de variables.....	51
Tabla 14: Largo – Ladrillo king kong artesanal	53
Tabla 15: Ancho - Ladrillo king kong artesanal	54
Tabla 16: Altura - Ladrillo king kong artesanal	54
Tabla 17: Largo - Ladrillo king kong mecanizado	55
Tabla 18: Ancho - Ladrillo king kong mecanizado	55
Tabla 19: Altura - Ladrillo king kong mecanizado.....	56
Tabla 20: Resumen de dimensiones promedio de los ladrillos king kong.....	56
Tabla 21: Rotura - Ladrillo king kong artesanal.....	57
Tabla 22: Rotura - Ladrillo king kong mecanizado	57
Tabla 23: Resumen de la resistencia a compresión de la unidad de albañilería	58
Tabla 24: Absorción - Ladrillo king kong artesanal	58
Tabla 25: Absorción - Ladrillo King kong mecanizado	58
Tabla 26: Resumen de promedio de absorción - Ladrillo king kong.....	59
Tabla 27: Alabeo - Ladrillo king kong artesanal	59
Tabla 28: Alabeo - Ladrillo king kong mecanizado	60
Tabla 29: Resumen de alabeo - Ladrillo king kong.....	60
Tabla 30: Porcentaje de vacíos - Ladrillo king kong mecanizado	61
Tabla 31: Resumen de promedio de porcentaje de vacíos - Ladrillo king kong	61



Tabla 32: Rotura de pilas - Ladrillo king kong artesanal según coeficientes de NTP 399.605	62
Tabla 33: Rotura de pilas - Ladrillo king kong mecanizado según coeficientes de NTP 399.605	62
Tabla 34: Resumen de resistencia a la compresión de prismas de albañilería promedio	63
Tabla 35: Largo – Ladrillo pandereta artesanal	63
Tabla 36: Ancho - Ladrillo pandereta artesanal.....	64
Tabla 37: Altura - Ladrillo pandereta artesanal	64
Tabla 38: Largo - Ladrillo pandereta semimecanizado	65
Tabla 39: Ancho - Ladrillo pandereta semimecanizado	65
Tabla 40: Altura - Ladrillo pandereta semimecanizado.....	66
Tabla 41: Largo - Ladrillo pandereta mecanizado.....	66
Tabla 42: Ancho - Ladrillo pandereta mecanizado.....	67
Tabla 43: Altura - Ladrillo pandereta mecanizado	67
Tabla 44: Resumen de dimensiones promedio ladrillo pandereta	68
Tabla 45: Absorción - Ladrillo pandereta artesanal.....	68
Tabla 46: Absorción - Ladrillo pandereta semimecanizado	69
Tabla 47: Absorción - Ladrillo pandereta mecanizado.....	70
Tabla 48: Resumen de promedio de absorción - Ladrillo pandereta	70
Tabla 49: Largo – Ladrillo techo artesanal	71
Tabla 50: Ancho - Ladrillo techo artesanal	71
Tabla 51: Altura – Ladrillo techo artesanal	72
Tabla 52: Largo - Ladrillo techo semimecanizado	72
Tabla 53: Ancho - Ladrillo techo semimecanizado	73
Tabla 54: Altura - Ladrillo techo semimecanizado	73
Tabla 55: Largo - Ladrillo techo mecanizado.....	74
Tabla 56: Ancho - Ladrillo techo mecanizado.....	74
Tabla 57: Altura - Ladrillo techo mecanizado	75
Tabla 58: Resumen de dimensiones promedio ladrillo techo	75
Tabla 59: Absorción - Ladrillo techo artesanal	76
Tabla 60: Absorción - Ladrillo techo semimecanizado	76
Tabla 61: Absorción - Ladrillo techo mecanizado.....	76
Tabla 62: Resumen de promedio de absorción - Ladrillo techo	77
Tabla 63: Clasificación de ladrillos king kong por variabilidad dimensional	77
Tabla 64: Espesores de junta horizontal.	78



Tabla 65: Clasificación por resistencia característica a compresión.	79
Tabla 66: Clasificación por absorción de ladrillo king kong.....	80
Tabla 67: Clasificación por alabeo	81
Tabla 68: Porcentaje promedio de vacíos	83
Tabla 69: Comparación f_m' con la norma E.070.....	84
Tabla 70: Clasificación de ladrillos pandereta por variabilidad dimensional.....	86
Tabla 71: Espesores de junta horizontal.	87
Tabla 72: Clasificación por absorción de ladrillos pandereta.	88
Tabla 73: Clasificación de ladrillos techo por variabilidad dimensional.....	89
Tabla 74: Clasificación por absorción de ladrillos techo.....	91



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

u	: Media aritmética
σ	: Desviación estándar
NTP	: Norma técnica peruana
f ^b	: Resistencia a compresión de la unidad.
P _u	: Es la carga última aplicada al espécimen.
W _s	: Peso saturado 24 horas en agua fría en kg.
W _d	: Peso seco en kg.
V _A	: Volumen de alveolos de la unidad en cm ³
P _a	: Peso de la arena en gr.
D _a	: Densidad de la arena en gr/cm ³
% Vacíos	: Porcentaje de vacíos en la unidad en %
V _A	: Volumen de alveolos de la unidad en cm ³
V	: Volumen de la unidad en cm ³
Σ	: Sumatoria de los datos a considerarse
X _i	: Dato considerado
n	: Número de datos a considerarse
RUE	: Resistencia a la compresión en unidad entera



RESUMEN

La presente investigación titulada “Evaluación y comparación de la resistencia y características del ladrillo artesanal, semimecanizado y mecanizado para muros y techos en la ciudad de Puno”, es relevante en la construcción de edificaciones y el estudio de la resistencia de los materiales a emplearse, siendo el ladrillo uno de los componentes más importantes en la construcción pues si contamos con adecuados materiales, esto redundará en una construcción de mayor calidad y resistencia, es por ello que el objetivo general planteado es determinar las diferencias de resistencia y características del ladrillo artesanal, semimecanizado y mecanizado para construcciones en la ciudad de Puno. El método utilizado es el hipotético deductivo y el tipo de investigación es el descriptivo o no experimental, cuyo diseño es el evaluativo comparativo, donde la unidad de estudio son ladrillos mecanizados, semimecanizado y artesanales producidos en la ciudad de Puno y para la recolección de información se utilizó las pruebas de ensayos de laboratorio para ladrillo y como instrumentos las fichas de observación de laboratorio. El procesamiento de los resultados se realizó en el programa electrónico Microsoft Excel. Así mismo el análisis se realizó a través de la estadística descriptiva y distribución de frecuencias, cuyo análisis porcentual se mostró a través de porcentajes, gráficos y tablas. Además se utilizó la estadística inferencial, coeficiente de correlación de Pearson y prueba de diferencia de medias de la T – student, llegando a determinar las relaciones y diferencias entre los grupos a través de las pruebas de hipótesis estadísticas; llegando a concluir que el ladrillo artesanal, es el menos indicado para ladrillos king kong y ladrillos para techo; en cuanto a ladrillos pandereta, por variabilidad dimensional el menos indicado resulta el ladrillo semimecanizado y por absorción el menos conveniente es el ladrillo artesanal; constituyendo la mejor elección para la construcción el ladrillo mecanizado.

Palabras Clave, Ladrillo, resistencia, construcción.



ABSTRACT

This research entitled "Evaluation and comparison of the resistance and characteristics of artisanal, semi-machined and mechanized brick for walls and ceilings in the city of Puno", is relevant in the construction of buildings and the study of the resistance of the materials to be used, brick being one of the most important components in construction in which if we have adequate materials, this will result in a construction of higher quality and resistance, that is why the general objective is to determine the differences in resistance and characteristics of the brick artisanal, semi-mechanized and mechanized for constructions in the city of Puno. The method used is the hypothetical deductive and the type of research is descriptive or non-experimental, whose design is the comparative evaluative, where the study unit is mechanized, semi-mechanized and artisan bricks produced in the city of Puno and for the collection of information. The laboratory tests for brick were used and the laboratory observation cards were used as instruments. The results were processed using the electronic program Microsoft Excel. Likewise, the analysis was carried out through descriptive statistics and frequency distribution, whose percentage analysis was shown through percentages, graphs and tables. In addition, inferential statistics, Pearson's correlation coefficient and test of the difference of means of the T - student were used, determining the relationships and differences between the groups through the statistical hypothesis tests; reaching the conclusion that artisan brick is the least suitable for King Kong bricks and roof bricks; As for tambourine bricks, due to dimensional variability, semi-machined brick is the least indicated and, due to absorption, the least convenient is artisan brick; mechanized brick constituting the best choice for construction.

Keywords: Brick, resistance, construction.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el ámbito de la construcción, uno de los principales materiales utilizados son las unidades de albañilería de arcilla cocida, más conocidas como ladrillos. Sin embargo su uso como material estructural no es seguro ya que en su mayoría, los lugares de producción son informales, lo que imposibilita un control de calidad para verificar si cumplen los requerimientos indicados en la norma técnica E.070 2006 y en las normas técnicas NTP 399.613, 2005, lo que se debe principalmente a su modo de fabricación ya que generalmente suelen ser producidas con mano de obra poco calificada, de manera empírica, en lugares provisionales con precarios procedimientos y sin contar con algún control de calidad.

Así mismo la producción de estas unidades genera contaminación debido a que se usan hornos que producen emanaciones de gases al medio ambiente, afectando a la población, flora y fauna de la zona, generando residuos sólidos.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general:

¿Cuáles son las diferencias y similitudes de resistencia y características entre el ladrillo artesanal, semimecanizado y el ladrillo mecanizado para construcciones en la ciudad de Puno?

1.2.2. Problemas específicos:

¿Qué diferencias y similitudes existen en la resistencia y características del ladrillo artesanal, semimecanizado y mecanizado para ladrillos king kong, utilizados para la construcción en la ciudad de Puno?



¿Cuáles son las diferencias y similitudes de resistencia y características del ladrillo artesanal, semimecanizado y mecanizado para ladrillos pandereta, utilizados para la construcción en la ciudad de Puno?

¿Cuáles son las diferencias y similitudes de resistencia y características del ladrillo artesanal, semimecanizado y mecanizado para ladrillos de techo, utilizados para la construcción en la ciudad de Puno?

1.3.HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Hipótesis General

Existen diferencias significativas en la resistencia y características del ladrillo artesanal, semimecanizado y mecanizado para muros y techos en la ciudad de Puno.

1.3.2. Hipótesis Específicas

Se presentan diferencias significativas de resistencia a la compresión y características en variación dimensional, alabeo, porcentajes de vacíos, absorción y resistencia a compresión de prismas entre el ladrillo artesanal, semimecanizado y mecanizado para ladrillos king kong, utilizados para la construcción en la ciudad de Puno.

Existen diferencias significativas de características en variación dimensional y absorción entre el ladrillo artesanal y mecanizado para ladrillos pandereta, utilizados para la construcción en la ciudad de Puno.

Existen diferencias significativas de características en variación dimensional y absorción entre el ladrillo artesanal, semimecanizado y mecanizado para ladrillos de techo, utilizados para la construcción en la ciudad de Puno.

1.4.OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo general:

Evaluar y comparar la resistencia y características del ladrillo artesanal, semimecanizado y mecanizado para muros y techos en la ciudad de Puno.



1.4.2. Objetivos específicos:

Establecer las diferencias y similitudes de resistencia y características del ladrillo artesanal y mecanizado para ladrillos king kong, utilizados para la construcción en la ciudad de Puno.

Determinar las diferencias y similitudes de resistencia y características del ladrillo artesanal, semimecanizado y mecanizado para ladrillos pandereta, utilizados para la construcción en la ciudad de Puno.

Determinar las diferencias y similitudes de resistencia y características del ladrillo artesanal, semimecanizado y mecanizado para ladrillos de techo, utilizados para la construcción en la ciudad de Puno.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

La investigación realizada tuvo como referente los siguientes antecedentes investigativos:

- Pontificia Universidad Católica del Perú, (Aguirre, 2004) Tesis para optar el grado académico de Magister en Ingeniería Civil, titulada “Evaluación de las características estructurales de la albañilería producida con unidades fabricadas en la región central Junín” presentada por: Dionisia Rosa Aguirre Gaspar en el mes de diciembre del año 2004, cuyos objetivos son: a) Determinar el tipo de materia prima empleado para la fabricación de ladrillos artesanales, b) Estimar el volumen de producción y consumo de ladrillos artesanales, c) Evaluar las características físicas y mecánicas de las unidades de arcilla fabricadas artesanales en la región y que abastecen a ésta, d) Describir y analizar el proceso de fabricación más representativo que se utiliza para la fabricación de las unidades de la región central – Junín, e) Determinar la calidad y fluidez del mortero, f) Definir las características estructurales de la albañilería simple, producida con unidades fabricadas artesanalmente, g) Comparar los resultados de los ensayos con: la Norma E- 070 (1982), la propuesta de Norma (2004) y otros estudios similares en otras zonas efectuadas, h) Describir la tipología de la construcción. Las conclusiones a las que se arribó fueron: 1) La materia prima es una arcilla sedimentaria bien consolidada, de tipo superficial, lo que permite su fácil explotación. 2) El proceso de elaboración de las unidades en la región central Junín es totalmente artesanal. 3) La variabilidad dimensional indica que las unidades tienen características muy aceptables, clasificando como tipo IV y V 4) En cuanto al alabeo, las unidades de la misma forma clasifican como unidades del tipo IV y V, por lo que se asume que



las juntas serán las recomendadas (10 mm @ 15 mm); así mismo se asume que con estas juntas la resistencia en compresión y corte podrían ser adecuadas. 5) Según los resultados de resistencia a compresión de las unidades f'_{cb} , los valores de las 4 zonas dan un valor promedio de 39.41 kg/cm²; resultado que no se aproxima al mínimo de 50 kg/cm² recomendado en la propuesta de norma E.070.2004. 6) En cuanto a la resistencia por tracción, el módulo de ruptura toma valores altos, los cuales no pueden ser aceptados por que no cabe una correlación entre la resistencia en compresión baja con una resistencia en tracción alta. 7) El peso específico se encuentra dentro de un rango aceptable para este tipo de unidades, es decir entre 1.4 gr/cm³ a 1.7 gr/cm³ 8) El contenido de humedad para las unidades de la zona de Palián es el más alto, correlacionándose con el valor de succión más bajo. De la misma forma de la zona de Saño, tienen uno de los más bajos contenidos de humedad, correlacionándose con una succión muy elevada. Por lo tanto, se recomienda un control de succión en todas las unidades, mediante un humedecimiento de las éstas 9) La absorción máxima se encuentra por encima del máximo recomendado que es 22%, esto indicaría que las unidades contienen más humedad que la necesaria, pero se tiene coeficientes de saturación similares en las cuatro zonas. 10) La resistencia a la compresión en las pilas dan los siguientes resultados: la de Palián es la más baja ($f'_m = 16.74$ kg/cm²), en comparación con lo que considera la propuesta de norma ($f'_m = 35$ kg/cm²); Cajas y Saño tienen valores ligeramente inferiores a los de la norma; mientras que las unidades de Saño, alcanzan ($f'_m = 35.56$ kg/cm²), quiere decir que las unidades de la región central Junín, presentan un mejor comportamiento como albañilería y no como unidad.

- Universidad Privada del Norte en Perú (Lulichac, 2015) Tesis para optar el título profesional de: Ingeniero Civil, presentado por: Fanny Carmen Lulichac Sáenz



“Determinación de las propiedades físico – mecánicas de las unidades de albañilería en la provincia de Cajamarca” Los objetivos que presenta la investigación son: Objetivo General: Determinar las propiedades físico – mecánicas de las unidades de albañilería en la provincia de Cajamarca. Objetivos Específicos: 1. Determinar las propiedades físico – mecánicas de la unidad de albañilería. 2. Determinar la resistencia a compresión en pilas. 3. Determinar la resistencia de compresión del mortero. Las conclusiones a las que arribó son: Ninguna ladrillera en estudio llega a las medidas especificadas por el fabricante al momento de vender (21x12x8). De las 4 ladrilleras en estudio se determinó que la ladrillera Rumipampa presenta mayores variaciones en sus dimensiones (L=0.65%, A = 1.44% y H = 2.37%), seguida por la ladrillera Santa Bárbara (L=0.46%, A = 0.84% y H = 1.37%), luego la ladrillera Cerrillo Parte Baja (L=0.69%, A = 0.88% y H = 1.28%) y finalmente la ladrillera Cerrillo Parte Alta es la que menos variación presentó en sus dimensiones (L=0.48%, A = 0.43% y H = 1.12%). Sin embargo, todas las ladrilleras clasifican como ladrillo Tipo V según la norma E.070 de albañilería (2006). La ladrillera con mayor alabeo es la ladrillera Rumipampa con unos valores de cóncavo = 1.70 mm y convexo con 0.53 mm; seguida por la ladrillera Santa Bárbara con unos valores de cóncavo = 1.45 mm y convexo con 0.28 mm; luego la ladrillera Cerrillo Parte Baja con unos valores de cóncavo = 1.33 mm y convexo con 1.13 mm y finalmente la ladrillera Cerrillo Parte Alta con unos valores de cóncavo = 1.18 mm y convexo con 1.35 mm. Sin embargo, todas las ladrilleras clasifican como ladrillo Tipo V según la norma E.070 de albañilería (2006). Esto implica que, a mayor alabeo conlleva a un mayor espesor de junta, es decir que la ladrillera Rumipampa tendrá un espesor mayor a 1.5 cm. en comparación con las demás ladrilleras. Ninguna de las ladrilleras en estudio alcanzan a la mínima resistencia que exige la norma E.070 que es de 50 kg/cm² para un ladrillo



Tipo I, siendo 40.49 kg/cm² para la ladrillera Cerrillo parte alta, 34.71 kg/cm² en Cerrillo parte baja, 40.89 kg/cm² en Santa Bárbara y finalmente 41.50 kg/cm² en Rumipampa. Estos valores bajos nos señalan una baja calidad para fines estructurales; es decir, una unidad poco resistente y poco durable. Los resultados del ensayo de tracción por flexión para cada ladrillera son 7.49 kg/cm² en Cerrillo parte alta, 9.51 kg/cm² en Cerrillo parte baja, 9.23 kg/cm² en Santa Bárbara y 8.85 kg/cm² en Rumipampa. Su evaluación se realizó, debido a un alto alabeo que presentan las unidades de albañilería. La ladrillera Cerrillo Parte Baja y Rumipampa tienen mayor densidad (1.57 gr/cm³), por lo tanto tiene un buen comportamiento de resistencia y durabilidad. Sin embargo, no tienen una buena resistencia según la Tabla N° 82 y clasifican como ladrillos tipo II según la norma ITINTEC 331.017. En el ensayo de succión, todas las ladrilleras estudiadas sobrepasan 10 y 20 gr/200cm²/min que indica la norma E.070, Cerrillo parte alta tiene 60.23 gr/200cm²/min, Cerrillo parte baja tiene 50.26 gr/200cm²/min, Santa Bárbara tiene 44.41 gr/200cm²/min y Rumipampa tiene 40.04 gr/200cm²/min. Es por ello que se recomienda que las unidades de albañilería se deben saturar media hora antes de ser asentadas. El ensayo de absorción si cumple solo en tres ladrilleras como son: Cerrillo parte alta con 15.49%, Santa Bárbara con 19.30% y Rumipampa con 14.61%. con la norma E.070 de no sobrepasar el 22%; sin embargo, la ladrillera Cerrillo parte baja tiene una absorción de 23.50% lo cual indica que su capacidad de absorción es alta debido a que presenta mayor área de porosidad en su composición.



2.2.MARCO TEÓRICO

2.2.1. Aspectos generales.

La norma E.070 establece los requisitos mínimos para el análisis, el diseño, los materiales, la construcción, el control de calidad y la inspección de las edificaciones de albañilería estructuradas por muros confinados y por muros armados.

Igualmente establece que las construcciones de albañilería serán diseñadas por métodos racionales basados en los principios establecidos por la mecánica y la resistencia de materiales. Las dimensiones y los requisitos que se estipulan en la norma tienen el carácter de mínimos y no se eximen en ningún caso del análisis, cálculo y diseño correspondiente, que serán los que deben definir las dimensiones y requisitos a usarse de acuerdo con la función real de los elementos y de la construcción.

2.2.2. Unidad de Albañilería

Gallegos y Casabonne (2005) señalan “La unidad de albañilería es el componente básico para la construcción de la albañilería, se elabora de materias primas diversas: la arcilla, el concreto de cemento portland y la mezcla de sílice y cal son las principales”. Así mismo refieren que “Se denomina bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo”.

2.2.2.1. *Método de formado de las diferentes materias primas.*

Gallegos y Casabonne (2005) “En el caso exclusivo de la arcilla se utiliza también la extrusión. El método de formado define decisivamente la calidad de la unidad de albañilería, la variabilidad de sus propiedades y su textura. En la Tabla N° 1 se indican los diversos métodos de formado y su aplicabilidad a las diferentes materias primas con que elaboran las unidades de albañilería”.

Tabla 1: Aplicabilidad de los métodos de formado a las diferentes materias primas para unidades de albañilería.

Materia	Corte	Moldeo			Extrusión
		Sin presión	Con presión	Vibración	
Arcilla		X	X		X
Concreto		X		X	X
Sílice-cal Piedra	X		X		
Suelo – cemento		X	X		

FUENTE: Gallegos y Casabonne, 2005.

Gallegos y Casabonne (2005) refieren que “El formado de las unidades de arcilla se realiza por casi todos los métodos de moldeo, con la asistencia de presión (no es posible fabricar unidades de arcilla por moldeo asistido con vibración) y por extrusión”.

“En consecuencia, la gama de productos, su calidad y su variabilidad son prácticamente ilimitadas. El color de las unidades de arcilla va normalmente del amarillo a rojo”.

“La textura de las unidades de arcilla es lisa cuando ha sido moldeada en contacto con moldes metálicos y rugosa cuando el moldeo se realiza en moldes de madera arenados; es lisa en las caras formadas por el dado en el proceso de extrusión y rugosa en las caras cortadas por el alambre en el proceso de extrusión”.

En la Figura N° 1 se muestran curvas normalizadas para unidades de arcilla, concreto y sílice – cal.

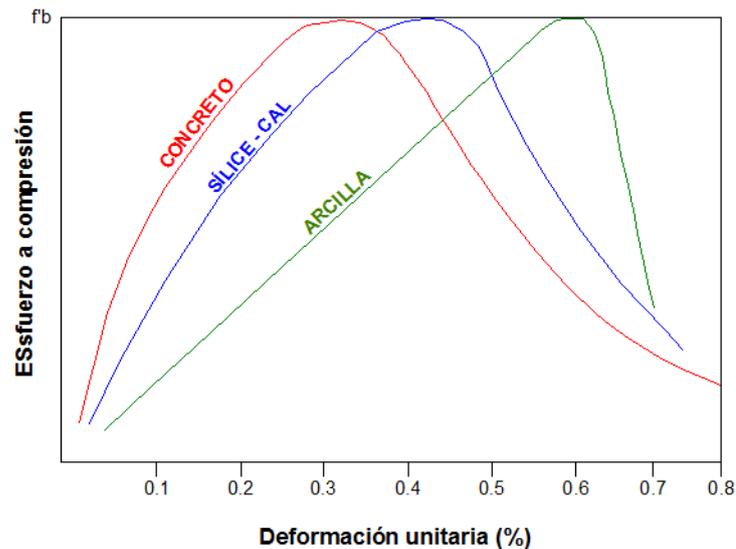


Figura 1. Curva normalizada para los diferentes tipos de materiales de las unidades de albañilería

FUENTE: Gallegos y Casabonne, 2005.

2.2.3. Tipología

Gallegos y Casabonne (2005) señalan que “La tipología de las unidades de albañilería se realiza casi universalmente basándose en el área neta, medida en proporción a la superficie bruta de la cara de asiento y en las características de los alvéolos. La tipología no tiene que ver ni con el tamaño de las unidades ni con la materia prima con que se elaboran. Es decir, para el mismo tipo puede haber ladrillos o bloques”.

La norma E.070 denomina ladrillo aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano.

2.2.3.1. Unidades Sólidas o Macizas

San Bartolomé (1994) “Son las que no tienen huecos o, en todo caso, presentan alveolos o perforaciones perpendiculares a la superficie de asiento que cubren un área no mayor al 25% del área de la sección bruta”.



2.2.3.2. *Unidades huecas.*

La norma E.070 “Unidad de Albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área equivalente menor que el 70% del área bruta en el mismo plano”.

San Bartolomé (1994) “En esta categoría clasifican los bloques de concreto vibrado (empleados en la albañilería armada) y también las unidades con muchas perforaciones”.

2.2.3.3. *Unidades tubulares o pandereta.*

La norma E.070 señala “Unidad de Albañilería con huecos paralelos a la superficie de asiento”.

2.2.4. Limitaciones de aplicación estructural para los tipos de unidades de albañilería.

La norma E.070 prescribe “Al margen del valor de la resistencia a la comprensión de las unidades de los diversos tipos, la diferencia del comportamiento radica en la fragilidad de la falla. Las unidades sólidas son las únicas que muestran un comportamiento razonablemente dúctil, sin fallas explosivas, mientras que todas las otras presentan al ser rotas en compresión-ya sea como unidades individuales o como componentes de un muro-fallas explosivas frágiles”.

Gallegos y Casabonne (2005) expone que “La consecuencia de este hecho es que las unidades huecas y perforadas son admitidas con condiciones y las tubulares no son admitidas para construcciones de muros portantes, particularmente en zonas sísmicas. Cuando las unidades huecas se llenan con concreto líquido su comportamiento en la falla se modifica, ductilizándose, entonces pasan a ser admitidas para la construcción de muros portantes.

En la Tabla 2, se señala las limitaciones de aplicación estructural de los diferentes tipos de unidades de albañilería”.

Tabla 2: Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales

Tipo	Zona sísmica 2 y 3		Zona sísmica 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a mas	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo el edificio
Sólida Artesanal*	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Alveolar	Sí celdas totalmente llenas con grout	Sí celdas Parcialmente llenas con grout	Sí celdas Parcialmente llenas con grout
Hueca	No	No	Sí celdas Parcialmente llenas con grout
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

*Las limitaciones indicadas establecen condiciones mínimas que pueden ser exceptuadas con el respaldo de un informe y memoria de cálculo sustentada por un Ingeniero civil.

FUENTE: Norma E.070, 2006

2.2.5. Clasificación para fines estructurales

La norma E.070 señala “Para efectos del diseño estructural las unidades de albañilería tendrán las características indicadas en la Tabla 3”.

Tabla 3: Clase de unidad de albañilería para fines estructurales

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

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes

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

FUENTE: Norma E.070, 2006.



San Bartolomé (1994) señala “La mayor variación de dimensiones y el mayor alabeo de las unidades conducen a un mayor grosor de las juntas de mortero (por encima del valor nominal de 10 mm), lo que trae por consecuencia una reducción de resistencia a compresión, a fuerza cortante en la albañilería. Por ello, para fines de clasificar a la unidad con fines estructurales debe emplearse los resultados más desfavorables de los ensayos indicados en la Tabla N° 3. Por ejemplo, si por los ensayos de variación dimensional y alabeo de un ladrillo clasifica como clase IV, mientras que por el ensayo de compresión clasifica como clase V, entonces ese ladrillo será clase IV”.

Así mismo, en los comentarios a la norma, refieren que “La prueba de compresión proporciona una medida cualitativa de las unidades. Una unidad de poca altura tendrá más resistencia que otra de mayor altura, pese a que ambas hayan sido fabricadas en simultáneo. Por ello, Indecopi (Norma NTP), entidad encargada de velar por la calidad de los productos, clasifica a las unidades desde el punto de vista cualitativo (en base a la resistencia a compresión), sin contemplar el producto final que es la albañilería”; mientras que “en el cálculo de la resistencia a compresión antiguamente (Norma E.070, 1982) se trabajaba con el área neta de la unidad, ello daba cabida a que las fábricas produzcan ladrillos con grandes perforaciones, lo cual elevaba la resistencia a compresión. Actualmente, la resistencia se calcula con el área bruta, con lo cual esas unidades clasifican en un rango inferior. Cabe remarcar que las unidades huecas son muy frágiles”.

2.2.6. La desviación estándar.

Gallegos y Casabonne (2005) refieren que “La desviación estándar da una indicación de cuan cerca están agrupados los datos alrededor del promedio, los resultados de los ensayos individuales. Si la desviación estándar es grande los resultados están muy esparcidos y la curva es más bien ampulosa. Si la desviación estándar (δ) es pequeña,



indica más uniformidad y la curva de distribución normal será tanto más aguzada cuanto menor sea dicha desviación estándar”.

Gallegos y Casabonne (2005) señala que “El coeficiente de variación (V) relaciona la desviación estándar con el valor promedio (X), se expresa en porcentaje”.

$$V = \frac{\delta}{X} * 100$$

Donde:

δ = Desviación estándar.

X = Promedio de la muestra.

Gallegos y Casabonne (2005) señala que “La importancia de este modo de presentar la variabilidad de un material de ingeniería aparece al comparar pruebas distintas de un mismo material o pruebas en diferentes materiales. En la Tabla N° 4, se indican los coeficientes de variación típicos en materiales de ingeniería”.



Tabla 4: Coeficientes de variación representativos de materiales de ingeniería.

Material	Comentario	Coefficiente de Variación (%)
Acero estructural Concreto	Se refiere al material industrial	1
	Medido en ensayos de testigos	
	a. Obra muy controlada	8
	b. Obra sin control	25
Unidades de Albañilería	Resistencia	
	a. Artesanales	25
	b. Industriales	8
	Largo	
	a. Artesanales	5
	b. Industriales	1
	Alto	
	a. Artesanales	8
b. Industriales	3	
Mortero	Adhesión	25
Concreto Líquido	Resistencia a la compresión	8
Albañilería	Medida de ensayos de compresión de prismas.	
	a. Obra muy controlada	15
	b. Obra sin control	30

FUENTE: Gallegos y Casabonne (2005).

Gallegos y Casabonne (2005), refiere en cuanto al “coeficiente de variación de la resistencia de unidades para diferentes materiales y métodos de formado en diferentes fabricas peruanas” Véase la siguiente tabla.

Tabla 5: Coeficientes de variación de la resistencia en compresión de unidades de albañilería para diferentes fábricas peruanas.

Tipo de unidad	Clasificación de la fábrica	Coeficientes de variación de la resistencia (%)				
		Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Global
Ladrillo de arcilla moldeado	A	5	9	6	7	7
	B	26	23	24	19	24
	C	58	19	24	11	29
Ladrillo sílico - calcáreo	A	4	4	6	4	5
Ladrillo de arcilla extruido	A	8	11	10	10	10
	B	24	26	19	22	23
Bloque de concreto	A	8	10	10	7	9
	B	20	21	20	15	26
Ladrillo de concreto	B	24	14	11	15	34

A: Industriales

B: Semindustriales

C: Artesanales

FUENTE: Gallegos y Casabonne (2005).

Gallegos y Casabonne (2005) señala que “Puede notarse que, si bien en las plantas industriales el coeficiente de variación es razonable para un material de ingeniería, en las fábricas semindustriales (27%) y en las artesanales (29%) dicho coeficiente es excesivo”; así como “El problema de los coeficientes de variación altos es que proceden de un mal uso de la materia prima y conducen a reducidos valores característicos de las características de los componentes”.

2.2.7. Propiedades de las unidades de albañilería.

Gallegos y Casabonne (2005) “Las propiedades principales de las unidades de albañilería deben entenderse en su relación con el producto terminado, que es la albañilería; siendo las principales propiedades relacionadas con la resistencia estructural.

- a. Resistencia a la compresión
- b. Resistencia a la tracción, medida como resistencia a la tracción indirecta o a la tracción por flexión.
- c. Variabilidad dimensional con relación a la unidad nominal, o mejor, con relación a la unidad promedio, y principalmente, la variabilidad de la altura de la unidad.

d. Alabeos, medidos como concavidades o convexidades en la superficie de asiento.

e. Succión o velocidad inicial de absorción en la cara de asiento.

f. Textura de la cara de asiento.

Asimismo, las propiedades relacionadas con la durabilidad son:

a. Resistencia a la compresión

b. Absorción

c. Absorción máxima

d. Coeficiente de saturación

Tabla 6: Propiedades generales de las unidades en función de su materia prima y la calidad de fabricación.

Propiedad	Arcilla	
	Calcáreas	No Calcáreas
Resistencia (Mpa)	2 - 6	6 - 100
Estabilidad Volumétrica (%)	Expansión 0,00 - 0,015	Expansión 0,00 - 0,015
Densidad (kg/m ³)	1,400 - 1,700	1,600 - 1,900
Variabilidad dimensional (±%)	Grande 5 - 8	Media reducida 3 - 5
Succión (gr)	Muy elevada + 60	Elevada a correcta 5 - 40
Características para asentado	Mala	Buena
Absorción máxima (%)	Alta 15 - 30	Media a muy reducida 1 - 20
Riesgo de eflorescencia	Grande	Grande
Durabilidad	Mala	Buena a excelente
Resistencia al fuego	Moderada	Muy buena
Expansión térmica (x10 ⁻⁶ /°C)	5 - 8	4 - 6

FUENTE: Gallegos y Casabonne, 2005.

Gallegos y Casabonne (2005) expone “Se puede notar lo siguiente, que ante cargas de compresión, las unidades de diferentes materias primas presentan comportamientos diferentes. Las unidades de arcilla muestran comportamientos más frágiles que las de concreto y sílice – cal”.

2.2.7.1. Variación Dimensional

Gallegos y Casabonne (2005) refiere que “La variabilidad dimensional define la altura de las hiladas, ya que se manifiesta con mayores variaciones, en la necesidad de aumentar el espesor de la junta de mortero por encima de lo estrictamente necesario por adhesión, que es de 9 a 12 mm, conduciendo a una albañilería menos resistente en compresión”.

San Bartolomé (1994) por su parte expresa que “La prueba de variación dimensional es necesario efectuarla para determinar el espesor de las juntas de albañilería. Debe hacerse notar que por cada incremento de 3 mm en el espesor de las juntas horizontales (adicionales al mínimo requerido de 10 mm), la resistencia a compresión de la albañilería disminuye en 15%; asimismo disminuye la resistencia al corte”.

Tabla 7: Variación dimensional según la norma E.070.

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	Hasta	Más de		
	100 mm	150 mm	150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P (1)	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP(2)	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes

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

FUENTE: Norma E.070, 2006.

La norma E.070 (2006) señala que “El espesor de las juntas de mortero será como mínimo 10 mm y el espesor máximo será de 15 mm o dos veces la tolerancia dimensional en la altura de la unidad de albañilería más 4 mm, lo que sea mayor”.

2.2.7.2. *Alabeo.*

Gallegos y Casabonne (2005) refieren que “El efecto del alabeo es semejante al de la variación dimensional”.

San Bartolomé (1994) señala que “El mayor alabeo (concavidad o convexidad) del ladrillo conduce a un mayor espesor de la junta; asimismo, puede disminuir la adherencia con el mortero al formarse vacíos en las zonas más alabeadas; o incluso, puede producir fallas de tracción por flexión en la unidad”.

Tabla 8: Alabeo según la norma E.070.

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	Hasta	Más de		
	100 mm	150 mm	150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P (1)	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP(2)	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes

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

FUENTE: Norma E.070, 2006.

2.2.7.3. *Resistencia a la compresión.*

Gallegos y Casabonne (2005) expresan que “La resistencia a la compresión es, por sí sola, la principal propiedad de la unidad de la albañilería” y “Los valores altos de la resistencia a la compresión señalan buena calidad para todos los fines estructurales y de exposición. Los valores bajos, en cambio, son muestra de unidades que producirán albañilería poco resistente y poco durable. Lamentablemente, esta propiedad es difícil de medir adecuadamente. De un lado, la gran variedad de formas y dimensiones de las unidades, principalmente de sus alturas, impide relacionar el resultado del ensayo de

compresión con la verdadera resistencia de la masa componente. Esto se debe a los efectos de la forma y de la esbeltez en el valor medido y a la restricción ocasionada por los cabezales de la máquina de compresión, que modifica el estado de esfuerzos en la unidad”.

La NTP 331.017 (1978) señala que “La resistencia a la compresión de la albañilería ($f'm$) es su propiedad más importante. En términos generales, define no sólo el nivel de su calidad estructural, sino también el nivel de su resistencia a la intemperie o a cualquier otra causa de deterioro. Los principales componentes de la resistencia a la compresión de la albañilería son: la resistencia a la compresión del ladrillo ($f'b$), la perfección geométrica del ladrillo, la calidad de mortero empleado para el asentado de ladrillo y la calidad de mano de obra empleada”.

La NTP 331.017 (1978) “De todos los componentes anteriormente citados, los pertinentes a una norma de ladrillo son la resistencia a la compresión y la geometría del ladrillo”.

Tabla 9: Resistencia a compresión en unidades según la norma E.070.

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	Hasta	Más de		
	100 mm	150 mm	150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P (1)	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP(2)	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes

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

FUENTE: Norma E.070, 2006.



2.2.7.4. Absorción.

San Bartolomé (1994) "... aconseja que la absorción máxima no sobrepase el 22%".

2.2.8. Propiedades de la Albañilería Simple

2.2.8.1. Resistencia en compresión de prismas de albañilería

San Bartolomé (1994) señala que "Las pilas fallan principalmente por tracción ortogonal a la compresión aplicada (grieta vertical); esto se debe a que el mortero trata de expandirse lateralmente en mayor proporción que la unidad y puesto que debe existir compatibilidad de deformación entre ambos elementos, el mortero trabajará a compresión y la unidad a tracción lateral. Otro tipo de fallas es por aplastamiento (de la unidad o del mortero), producida cuando se emplean materiales de baja resistencia. Los muros y muretes fallan por fuerza cortante en forma escalonada a través de las juntas, o cortando las unidades (tracción diagonal); lo último se produce cuando se desarrolla una buena adherencia entre el mortero y la unidad".

La norma E.070 (2006) señala que "En el caso de no realizarse ensayos de prismas, podrá emplearse los valores mostrados en la Tabla N° 10, correspondiente a pilas y muretes construidos con mortero 1:4, cuando la unidad es de arcilla".

Tabla 10: Resistencia a compresión en pilas según la norma E.070 de albañilería.

RESISTENCIAS CARACTERISTICAS DE LA ALBAÑILERIA 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 (65)	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)

(*) Utilizados para la construcción de Muros Armados.

FUENTE: Norma E.070, 2006

El valor f'_m han sido obtenidos de acuerdo a los **coeficientes de corrección** por esbeltez del prisma que aparecen en la Tabla 11.

Tabla 11: Factores de corrección de f'_m por esbeltez según NTP 339.605

Esbeltez	1.30	1.50	2.00	2.50	3.00	4.00	5.00
Factor	0.75	0.86	1.00	1.04	1.07	1.15	1.22

FUENTE: NTP 339.605

2.3.MARCO CONCEPTUAL.

2.3.1. Arcilla.

NTP 331.017 (1978) señala que “Es el agregado mineral terroso pétreo que contiene esencialmente silicatos de aluminio hidratados. La arcilla es plástica cuando está suficientemente pulverizada y saturada, es rígida cuando está seca y es vidriosa cuando se quema a una temperatura del orden de 1000°C”.



2.3.2. Ladrillo.

NTP 331.017 (1978) señala que “Es la Unidad de Albañilería fabricada de arcilla moldeada, extruida o prensada en forma de prisma rectangular y quemada o cocida en un horno”.

2.3.3. Ladrillo sólido (macizo).

NTP 331.017 (1978) la define como “Es el ladrillo en que cualquier sección paralela a la superficie de asiento tiene un área neta equivalente al 75% o más de área bruta de la misma sección”.

2.3.4. Unidades de albañilería.

Norma E.070 (2006) “Ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto o sílice-cal. Puede ser sólida, hueca, alveolar o tubular”.

2.3.5. Ladrillo artesanal.

NTP 331.017 (1978) “Es el ladrillo fabricado con procedimientos predominantemente manuales. El amasado o moldeado es hecho a mano o con maquinaria elemental que en ciertos casos extruye, a baja presión, la pasta de arcilla. El procedimiento de moldaje exige que se use arena o agua para evitar que la arcilla se adhiera a los moldes dando un acabado característico al ladrillo. El ladrillo producido artesanalmente se caracteriza por variaciones de unidad a unidad”.

2.3.6. Ladrillo industrial.

NTP 331.017 (1978) “Es el ladrillo fabricado con maquinaria que amasa, moldea y prensa o extruye la pasta de arcilla. El ladrillo producido industrialmente se caracteriza por su uniformidad”.

2.3.7. Ladrillo tipo I.



NTP 331.017 (1978) “Resistencia y durabilidad muy bajas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio con exigencias mínimas”.

2.3.8. Ladrillo tipo II.

NTP 331.017 (1978) “Resistencia y durabilidad bajas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio moderadas”.

2.3.9. Ladrillo tipo III.

NTP 331.017 (1978) “Resistencia y durabilidad media. Apto para construcciones de albañilería de uso general”.

2.3.10. Ladrillo tipo IV.

NTP 331.017 (1978) “Resistencia y durabilidad altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio rigurosas”.

2.3.11. Ladrillo tipo V.

NTP 331.017 (1978) “Resistencia y durabilidad muy altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio particularmente rigurosas”.



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN

La presente investigación ha sido desarrollada en diferentes ámbitos geográficos de la ciudad de Puno, siendo como sigue:

- Para ladrillos mecanizados: Ladrillera DIAMANTE, ubicado en la Urbanización Aziruni Mz. M Lote 26 del distrito, provincia y departamento de Puno, cuya referencia es la avenida Orgullo Aymara – Jallihuaya – Puno. (Encargado de almacén, Sr. Santiago Condori).
- Para ladrillos semimecanizados: Corporación CAMPP ubicado en la avenida Simón Bolívar N°1330 del distrito, provincia y departamento de Puno. (Encargado, Sr. Luís Apaza)
- Para ladrillos Artesanales: Ladrillera SUPER DORADO ubicado en el sector – Rancho Punku – distrito de Salcedo, provincia y departamento de Puno. (Propietario Lucas Cutipa Flores).

3.2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es el descriptivo, no experimental. Según Hernández (2016) “...los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a análisis...”; además es descriptivo porque solo se observó y evaluó los resultados de laboratorio, más no manipulamos a la variable independiente (resistencia y características del ladrillo).



3.3.TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.3.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación es el descriptivo o no experimental, porque solo se observaron y evaluaron los resultados de laboratorio más no manipulamos a la variable independiente (resistencia y características del ladrillo).

3.3.2. Diseño Investigación

El diseño de la investigación es el evaluativo – comparativo. El diseño comparativo busca caracterizar un fenómeno o hecho en base a la información recogida de varias muestras. Asimismo, son estudios en el cual existe dos o más poblaciones y donde se requiere comparar algunas variables para contrastar una o varias hipótesis (Calderón, 2011).

Método: La investigación es de tipo hipotético- deductivo

M → VD → Diferencias en los tipos de ladrillos

Donde:

M: Muestra de estudio

VD: Diferencias en los tipos de ladrillo

D: Diferencia de Medias

En el presente diseño se investiga una muestra considerando las dos variables buscando sus diferencias y similitudes. Por un lado, la variable dependiente representado por el nivel de diferencias en las pruebas.

3.4.POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO

3.4.1. Población

La población de la presente investigación está conformada por ladrillos artesanales que se fabrican en:



Ladrillera “Super Dorado” cuyo propietario es el señor Lucas Cutipa Flores; el mismo que queda ubicado en el distrito de Salcedo, provincia de Puno. Se consideró esta ladrillera por ser la única que fabrica ladrillos en sus tres variedades las mismas que son:

- Ladrillo para muro (King kong).
- Ladrillo para tabiquería (Pandereta)
- Ladrillo para techo (Hueco).

Ladrillos semimecanizados de Juliaca ofrecidos en la avenida Simón Bolívar del distrito y provincia de Puno, donde se evaluó:

- Ladrillo para tabiquería (Pandereta)
- Ladrillo para techo (Hueco).

Ladrillos mecanizados fabricados por la empresa Diamante, ubicado en la Urbanización Aziruni Mz. M Lote 26 del distrito, provincia de Puno donde se evaluaron las variedades de:

- Ladrillo para muro (King kong).
- Ladrillo para tabiquería (Pandereta)
- Ladrillo para techo (Hueco)

3.4.2. Muestra.

En la presente investigación consideramos a la población infinita puesto que el número de ladrillos fabricados ya sean artesanales, semimecanizados y mecanizados superan los 10,000 ladrillos mensuales.

Para hallar la muestra óptima hacemos uso de la estadística, considerando el muestreo probabilístico, el mismo que considera los siguientes pasos:

- Si consideramos un error de muestreo: $e = 7.1\% = 0.071$
- Valor de la distribución Normal, cuando se tiene un nivel de confianza del 95% y significancia del 5%, entonces:



- $\alpha = 5\% = 0.05$ y $Z_{(1-\alpha/2)} = Z_{(1-0.05/2)} = 1.96$. Valor hallado en la Tabla de distribución normal adjunta en los anexos.
- Varianza = $P = 0.5 = 50\%$ y $Q = 0.5 = 50\%$
- Formula de muestreo:

$$n = \frac{Z^2 \cdot PQ}{e^2}$$

$$\text{Luego; } n = \frac{(1.96)^2 \cdot (0.5) \cdot (0.5)}{(0.071)^2} = 190.52$$

Por consiguiente, el tamaño de muestra apropiado es de 190 ladrillos, de los cuales 100 son king kong, 45 pandereta y otros 45 de hueco o para techos.

La selección de los 190 ladrillos se realizó en forma aleatoria para obtener resultados más precisos.

Tabla 12: Muestra de investigación

LADRILLO	PRUEBAS DE LABORATORIO	TIPOS DE LADRILLO			TOTAL
		King kong	Pandereta	Hueco o para techo	
Artesanal (Ladrillo elaborados en Salcedo)	✓ Rotura de Pilas	15	00	00	15
	✓ Rotura de ladrillo	05	00	00	05
	✓ Absorción	05	05	05	15
	✓ Alabeo	10	00	00	10
	✓ Variación dimensional	10	10	10	30
Semimecanizado (Ladrillos elaborados en Juliaca)	✓ Absorción	00	05	05	10
	✓ Variación dimensional	00	10	10	20
Mecanizado (Ladrillo Diamante)	✓ Rotura de Pilas	15	00	00	15
	✓ Rotura de ladrillo	05	00	00	05
	✓ Absorción	05	05	05	15
	✓ Alabeo	10	00	00	10
	✓ Porcentaje de vacíos	10	00	00	10
✓ Variación dimensional	10	10	10	30	
TOTAL		100	45	45	190

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

Al momento de la compra de la muestra de ladrillos en los lugares de elaboración y tiendas de venta serán en forma aleatoria.

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

3.5.1. Técnica de recolección De Datos

3.5.1.1. *La Encuesta*

Recopilación de información precedente como son estudios de Resistencia del Material y características del material.

3.5.2. Instrumentos

Los instrumentos que se utilizaron fueron:

- Resistencia de Materiales. (Documento de los cuales se extraerá la información y datos relevantes a la investigación)



- Norma E 0.70 Albañilería. (Se regirá los estándares de dicha norma para el cumplimiento del material)

- NTP 399.613 Y 399.605 (Se regirá los estándares de dicha norma para el cumplimiento del material)

-Equipos de laboratorio. (Para ejecutar ensayos de resistencia de materiales)

3.6.PROCEDIMIENTO DE LOS ENSAYOS

Ensayos a la unidad de albañilería.

3.6.1. Ensayo de Variación Dimensional (Ntp 399.613 – 2005)

Este ensayo se efectuó para una muestra representativa de 10 unidades enteras y secas por cada ladrillera en estudio, para lo cual se tuvo el siguiente procedimiento de cálculo:

- Se removió el polvo y algunas partículas con la ayuda de una brocha para eliminar un poco las manchas blanquecinas que presentan las unidades.
- Se procedió a secar las unidades con la ayuda de un horno por no menos de 24 horas a una temperatura de 110°C.
- Se midió las dimensiones de la unidad tanto para largo, ancho y su altura, luego se promediarán los resultados.
- Se calculó la desviación estándar (δ) para indicar cuan cerca están agrupados los datos alrededor del promedio.
- Se calculó la variabilidad dimensional en porcentaje dividiendo la desviación estándar sobre el promedio para cada dimensión.

$$V(\%) = \frac{\delta}{\text{Promedio}} \text{ Ecuación N° 1}$$

Donde:

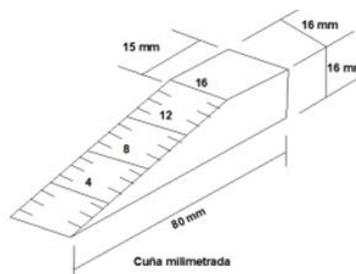
V (%) = Variabilidad dimensional en porcentaje

δ = Desviación estándar

3.6.2. Ensayo de Alabeo (Ntp 399.613 – 2005)

Este ensayo se efectuó para una muestra representativa de 10 unidades enteras y secas por cada ladrillera en estudio, para lo cual se tuvo el siguiente procedimiento de cálculo:

- La prueba se realizó colocando la superficie de asiento de la unidad sobre una mesa plana, para luego introducir una cuña metálica graduada al milímetro en la zona más alabeada, también debe colocarse una regla que conecte los extremos diagonalmente opuestos a la unidad para después introducir la cuña en el punto de mayor deflexión.
- El resultado promedio se expresa en milímetros.
- La concavidad y la convexidad se medirán con una regla y una cuña de acero o madera graduada como lo estipula la norma NTP 399.613 (2005) como se observa en la Figura N° 02. Para este ensayo se analizó una muestra representativa de 5 unidades de cada ladrillera.



**Figura 2. Medida de la concavidad y convexidad del ladrillo.
FUENTE: NTP 399.613 (2005)**

3.6.3. Ensayo de resistencia a la compresión (NTP 399.613 – 2005)

Este ensayo se efectuó para una muestra representativa de 5 medias unidades secas por cada ladrillera en estudio, además de realizar esta prueba en 5 pilas. Para lo cual se realizó el siguiente procedimiento de cálculo:

- Las unidades fueron puestas en el horno a una temperatura de 110° C por no menos de 24 horas para que estén completamente secas.



- Luego se marcó una medida casi exacta en su longitud para que puedan ser cortadas a la mitad mediante una moledora, con la finalidad de obtener especímenes aproximadamente planos y paralelos, sin astillas ni rajaduras.
- Luego se refrentó las caras opuestas con una capa delgada de yeso de no más de 3 mm; esto es debido a que las unidades de albañilería presentan deformaciones en las caras que son detectables en el proceso de recibir la carga en la máquina de compresión, es por eso que se coloca una capa de capping (yeso) y así las cargas puedan ser distribuidas uniformemente en toda el área de contacto de la unidad. Después de realizar este proceso se debe dejar secar el yeso por un tiempo no menor de 24 horas antes de ser ensayadas.
- Para el ensayo en la máquina de compresión, se aplica una carga vertical con una velocidad controlada por el técnico de tal manera que no llegue a la rotura en unos 3 a 5 minutos. Luego se debe anotar cada 500 kg de carga su respectiva deformación el deformímetro.
- Por último, se calcula la resistencia a compresión de la unidad dividiendo la carga última entre el área de contacto como se muestra en la Ecuación N° 02.

$$f'_{b} \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right) = \frac{P_u}{\text{Area}} \text{ Ecuación N° 02}$$

Donde:

f'_{b} = Resistencia a compresión de la unidad.

P_u = Es la carga última aplicada al espécimen.

Área = Área de las caras de apoyo de la unidad.



3.6.4. Ensayo para determinar la absorción (NTP 399.613 – 2005)

Este ensayo se efectuó para una muestra representativa de 5 medias unidades secas por cada ladrillera en estudio. Para lo cual se tuvo el siguiente procedimiento de cálculo:

- Las unidades fueron puestas en el horno a una temperatura de 110° C por no menos de 24 horas para que estén completamente secas.
- Se pesaron las unidades después de haberse enfriado en aproximadamente 3 horas.
- Luego se sumergió totalmente a las unidades en un recipiente de agua por 24 horas, luego de este tiempo se vuelven a pesar, obteniendo de esta manera la absorción de la unidad.
- La absorción se muestra en porcentaje como se indica.

$$\text{Absorción}\% = 100 \times \frac{(W_s - W_d)}{W_d} \text{ Ecuación N° 3}$$

Donde:

W_s = Peso saturado 24 horas en agua fría en kg.

W_d = Peso seco en kg.

3.6.5. Ensayo del porcentaje de vacíos (NTP 399.613 – 2005)

Este ensayo se efectuó para una muestra representativa de 10 unidades por cada ladrillera en estudio. Para lo cual se tuvo el siguiente procedimiento de cálculo:

- Las unidades se colocaron en una mesa plana, llenando los alveolos con arena graduada, dejándola caer de forma natural sin forzar la presencia de este elemento en los núcleos seguidamente se niveló la arena en las perforaciones.
- Luego se levanta la unidad y pesamos la arena de los alveolos, conocido el peso de los vacíos y la densidad de la arena ya graduada, determinamos el volumen de vacíos.
- La siguiente ecuación expresa el volumen de los alveolos de la unidad:



$$VA = \frac{Pa}{Da} \text{ Ecuación N°4}$$

Donde:

VA = Volumen de alveolos de la unidad en cm^3

Pa = Peso de la arena en gr.

Da = Densidad de la arena en gr/cm^3

Se calcula el porcentaje de vacíos dividiendo el volumen de los alveolos de la unidad sobre el volumen de la unidad multiplicándolo por cien:

$$\% \text{ Vacios} = \frac{VA}{V} \times 100 \text{ Ecuación N° 5}$$

Donde:

% Vacíos = Porcentaje de vacíos en la unidad en %

VA = Volumen de alveolos de la unidad en cm^3

V = Volumen de la unidad en cm^3

3.6.6. Ensayo de resistencia a la compresión de Prismas De Albañilería (NTP 399.605 – 2013)

Este ensayo se efectuó para una muestra representativa de 5 pilas para cada ladrillera y que cada pila está compuesta por 3 unidades de albañilería enteras y secas. Para lo cual se tuvo el siguiente procedimiento de construcción:

- Primero se seleccionaron las unidades de albañilería que serían utilizadas en este ensayo, luego se regaban con la ayuda de una manguera media hora antes de empezar a construirlas.
- Se preparó la mezcla de mortero con cemento portland IP (Rumi), arena de río de la cantera de Cutimbo y agua potable. Se mezcló los materiales hasta tener una buena consistencia y trabajabilidad. Luego se procedió a asentar las unidades con un espesor de junta de 1 cm y así sucesivamente hasta completar las tres unidades. Para esta investigación se trabajó con una relación de altura – esbeltez de



aproximadamente 1.77 para ladrillos artesanales y 2.28 para ladrillos mecanizados, lo cual se encuentra dentro de los límites permitidos que indica la NTP 399.605 que están entre 1,3 – 5,0.

- Después de haber construido las pilas, éstas no serán removidas de su lugar hasta su respectivo ensayo, pero pasadas las 24 horas de haber sido construidas se procede al curado de las pilas con agua por un periodo de siete días.
- Desde el día en que fueron construidos las pilas se cuenta 28 días para ser ensayadas a compresión, lo cual se define como la relación entre la carga axial y el área de la sección transversal.

$$f'_m = C * \frac{P_{\max}}{\text{Area}} \text{ Ecuación N° 6}$$

Donde

f'_c = Resistencia a compresión en pilas.

P_{\max} = Carga máxima sobre la pila.

Curado

Según investigaciones realizadas por San Bartolomé (1994), se ha demostrado que la adhesividad mortero – unidad de albañilería mejora en cuanto a su resistencia a compresión cuando el mortero es curado con agua, en relación a los especímenes que no son curado.

3.7. TRATAMIENTO DE DATOS

Seguimos los siguientes pasos:

1. Identificación de valores de las variables.
2. Construcción de cuadros.
3. Ingresar los datos de las variables.
4. Realizar las operaciones y determinar las fórmulas.
5. Aplicación de las fórmulas.



6. Organizar la prueba de hipótesis.
7. Aplicación de la prueba de hipótesis.
8. Conclusiones.

3.8.VARIABLES.

La tabla 13 presenta la operacionalización de variables.

Tabla 13: Operacionalización de variables.

VARIABLE	INDICADORES	CATEGORÍAS
VARIABLE ÚNICA: Diferencias y similitudes entre el ladrillo artesanal, ladrillo semimecanizado y el ladrillo mecanizado	Propiedades Físicas:	
	Variación dimensional	
	Alabeo	Norma Técnica Peruana 399.613 y 399.605
	Absorción	
	Propiedades Mecánicas:	
Resistencia a la Compresión de unidades de albañilería		
	Porcentaje vacíos	
	Resistencia a la Compresión de prismas de albañilería	

FUENTE: Elaboración Propia

3.9.ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

El proceso de tratamiento de datos que se siguió, es el siguiente:

3.9.1. Distribución porcentual de los datos en cuadros estadísticos:

Se realizó una distribución de los datos en cuadros de distribución de frecuencias de doble entrada, los que sirven para determinar los porcentajes en cada una de las categorías establecidas en los instrumentos de medición.



3.9.2. Interpolación de gráficos:

Se realizó una interpolación de los datos en gráficos de barras o histograma de frecuencias, los cuales son de mayor comprensión y sencillez para el entendimiento de la naturaleza de los resultados.

3.9.3. Estadística descriptiva:

Se usó las siguientes estadísticas descriptivas según las variables:

3.9.4. Media aritmética:

La media aritmética es una medida de tendencia central que nos sirvió en los resultados de las variables:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Dónde: Σ = Sumatoria de los datos a considerarse

X_i = dato considerado

n = número de datos a considerarse

3.9.5. Desviación estándar:

Se hizo uso de la desviación estándar para medir la variabilidad promedio de las observaciones alrededor de la media aritmética, para la siguiente variable, mediante la siguiente fórmula:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X)^2}{n - 1}} \text{ Desviación estándar muestral}$$

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.RESULTADOS

4.1.1. Resultados para ladrillos King Kong

4.1.1.1. *Ensayo de variación dimensional*

4.1.1.1.1 *Resultados*

Se ha realizado la variación dimensional según la norma 399.613 los cuales podemos visualizar en las tablas 14, 15, 16, 17, 18 y 19.

Tabla 14: Largo – Ladrillo king kong artesanal

Especimen	Largo (cm)					Resultados por cada Unidad	
	L1	L2	L3	L4	L Prom	δ	V(%)
M-01	22.14	22.21	22.14	22.07	22.14	0.06	0.26
M-02	22.24	22.30	22.34	22.24	22.28	0.05	0.22
M-03	22.36	22.41	22.36	22.35	22.37	0.03	0.12
M-04	22.40	22.37	22.37	22.33	22.37	0.03	0.13
M-05	22.22	22.33	22.20	22.12	22.22	0.09	0.39
M-06	22.65	22.65	22.51	22.39	22.55	0.13	0.56
M-07	22.42	22.32	22.40	22.47	22.40	0.06	0.28
M-08	22.49	22.34	22.51	22.44	22.45	0.08	0.34
M-09	22.51	22.32	22.47	22.40	22.43	0.08	0.37
M-10	22.33	22.29	22.37	22.42	22.35	0.06	0.25
				Promedio	22.36		
				δ	0.12		
				V(%)	0.53		



Tabla 15: Ancho - Ladrillo king kong artesanal

Espécimen	Ancho (cm)					Resultados por cada Unidad	
	A1	A2	A3	A4	A Prom	δ	V(%)
M-01	12.70	12.62	12.69	12.56	12.64	0.07	0.52
M-02	12.74	12.62	12.80	12.72	12.72	0.07	0.59
M-03	12.66	12.61	12.66	12.47	12.60	0.09	0.71
M-04	12.69	12.60	12.67	12.65	12.65	0.04	0.31
M-05	12.65	12.54	12.67	12.63	12.62	0.06	0.45
M-06	12.67	12.64	12.66	12.64	12.65	0.01	0.12
M-07	12.45	12.55	12.47	12.37	12.46	0.07	0.59
M-08	12.57	12.46	12.60	12.42	12.51	0.09	0.69
M-09	12.64	12.58	12.64	12.81	12.67	0.10	0.78
M-10	12.67	12.45	12.57	12.51	12.55	0.09	0.75
Promedio					12.61		
δ					0.08		
V(%)					0.63		

Tabla 16: Altura - Ladrillo king kong artesanal

Espécimen	Alto (cm)					Resultados por cada Unidad	
	H1	H2	H3	H4	H Prom	δ	V(%)
M-01	6.25	6.30	6.35	6.30	6.30	0.04	0.65
M-02	6.34	6.38	6.51	6.45	6.42	0.08	1.17
M-03	6.49	6.41	6.65	6.49	6.51	0.10	1.55
M-04	6.44	6.31	6.32	6.44	6.38	0.07	1.13
M-05	6.41	6.43	6.27	6.28	6.35	0.08	1.33
M-06	6.35	6.60	6.38	6.30	6.41	0.13	2.07
M-07	6.34	6.35	6.32	6.38	6.35	0.02	0.39
M-08	6.62	6.50	6.51	6.46	6.52	0.07	1.05
M-09	6.40	6.35	6.34	6.45	6.39	0.05	0.79
M-10	6.30	6.40	6.49	6.40	6.40	0.08	1.21
Promedio					6.40		
δ					0.07		
V(%)					1.09		

Tabla 17: Largo - Ladrillo king kong mecanizado

Especimen	Largo (cm)					Resultados por cada Unidad	
	L1	L2	L3	L4	L Prom	δ	V(%)
M-01	23.60	23.75	23.73	23.70	23.70	0.07	0.28
M-02	23.73	23.65	23.60	23.73	23.68	0.06	0.27
M-03	23.81	23.85	23.87	23.94	23.87	0.05	0.23
M-04	23.74	23.77	23.71	23.73	23.74	0.02	0.11
M-05	23.80	23.93	23.70	23.70	23.78	0.11	0.46
M-06	23.81	23.73	23.82	23.81	23.79	0.04	0.18
M-07	23.67	23.67	23.60	23.74	23.67	0.06	0.24
M-08	23.75	23.80	23.90	23.90	23.84	0.07	0.31
M-09	23.65	23.72	23.67	23.83	23.72	0.08	0.34
M-10	23.70	23.76	23.61	23.80	23.72	0.08	0.35
Promedio					23.75		
δ					0.07		
V(%)					0.29		

Tabla 18: Ancho - Ladrillo king kong mecanizado

Especimen	Ancho (cm)					Resultados por cada Unidad	
	A1	A2	A3	A4	A Prom	δ	V(%)
M-01	13.98	13.86	13.87	13.88	13.90	0.06	0.40
M-02	13.80	13.78	13.87	13.91	13.84	0.06	0.44
M-03	13.82	14.00	13.84	13.84	13.88	0.08	0.60
M-04	13.85	13.79	13.87	13.93	13.86	0.06	0.42
M-05	13.78	13.85	13.80	13.96	13.85	0.08	0.58
M-06	13.84	13.92	13.85	13.87	13.87	0.04	0.26
M-07	13.90	13.80	13.85	13.91	13.87	0.05	0.37
M-08	13.83	13.80	13.80	13.78	13.80	0.02	0.15
M-09	13.92	14.03	13.94	13.97	13.97	0.05	0.34
M-10	13.90	14.00	13.90	13.96	13.94	0.05	0.35
Promedio					13.88		
δ					0.05		
V(%)					0.34		

Tabla 19: Altura - Ladrillo king kong mecanizado

Especimen	Alto (cm)					Resultados por cada Unidad	
	H1	H2	H3	H4	H Prom	δ	V(%)
M-01	9.91	9.85	9.95	9.73	9.86	0.10	0.97
M-02	9.87	9.81	9.89	9.80	9.84	0.04	0.45
M-03	9.80	9.96	9.86	9.82	9.86	0.07	0.72
M-04	9.89	9.84	9.92	9.89	9.89	0.03	0.34
M-05	9.85	9.75	9.94	9.82	9.84	0.08	0.80
M-06	10.02	9.87	9.82	9.82	9.88	0.09	0.96
M-07	9.87	9.74	9.88	9.77	9.82	0.07	0.72
M-08	9.92	9.86	9.91	9.90	9.90	0.03	0.27
M-09	9.93	9.81	9.87	9.86	9.87	0.05	0.50
M-10	9.88	9.88	9.90	9.89	9.89	0.01	0.10
Promedio					9.86		
δ					0.03		
V(%)					0.26		

4.1.1.1.2 Resumen

A continuación, presento la tabla 20 que es el resumen del promedio de la variación dimensional del grupo analizado.

Tabla 20: Resumen de dimensiones promedio de los ladrillos king kong

Especimen	Dimensiones (cm)		
	L (cm)	A (cm)	H (cm)
Ladrillo Artesanal	22.36	12.61	6.40
Ladrillo Mecanizado	23.75	13.88	9.86

4.1.1.2. Ensayo de resistencia a compresión de la unidad de albañilería

4.1.1.2.1 Resultados

Se ha realizado la resistencia a compresión de la unidad de albañilería según la norma 399.613 los cuales podemos visualizar en las tablas 21 y 22.

Tabla 21: Rotura - Ladrillo king kong artesanal

Especimen	Dimensiones (cm)		Área Bruta (cm ²)	Carga (Kg)	Esfuerzo De Rotura (Kg/cm ²)	Rue/0.92 NTP 399.613
	L Prom	A Prom				
M-01	22.14	12.64	279.90	10220.00	36.51	39.69
M-02	22.28	12.72	283.40	8240.00	29.08	31.60
M-03	22.37	12.60	281.86	9550.00	33.88	36.83
M-04	22.37	12.65	283.00	10360.00	36.61	39.79
M-05	22.22	12.62	280.44	9690.00	34.55	37.56

	Esfuerzo De Rotura	Rue/0.92
Promedio	34.13	37.09
δ	3.07	3.33
Prom- δ	31.06	33.76

Tabla 22: Rotura - Ladrillo king kong mecanizado

Especimen	Dimensiones (cm)		Area Bruta (cm ²)	Carga (Kg)	Esfuerzo De Rotura (Kg/cm ²)	Rue/0.92 NTP 399.613
	L Prom	A Prom				
M-01	23.70	16.40	388.54	20550.00	52.89	57.49
M-02	23.68	13.84	327.70	22070.00	67.35	73.21
M-03	23.87	13.88	331.16	13540.00	40.89	44.44
M-04	23.74	13.86	329.00	18110.00	55.05	59.83
M-05	23.78	13.85	329.33	20470.00	62.16	67.56

	Esfuerzo de Rotura	Rue/0.92
Promedio	55.67	60.51
δ	10.06	10.94
Prom- δ	45.60	49.57

4.1.1.2.2 Resumen

A continuación, presento la tabla 23 que es el resumen del promedio menos la desviación estándar del grupo analizado.

Tabla 23: Resumen de la resistencia a compresión de la unidad de albañilería

Espécimen	Promedio - δ
Ladrillo Artesanal	31.06
Ladrillo Mecanizado	45.60

4.1.1.3. Ensayo absorción

4.1.1.3.1 Resultados

Se ha realizado la absorción según la norma 399.613 los cuales se visualizan en las tablas 24 y 25.

Tabla 24: Absorción - Ladrillo king kong artesanal

Espécimen	Dimensiones (cm)			Volumen Bruto (cm ²)	W Seco (gr)	W Saturado (gr)	% ABS
	L Prom	A Prom	H Prom				
HP-01	21.95	12.50	22.28	6112.38	2631.61	3177.95	20.76
HP-02	22.44	12.56	22.46	6328.86	2708.57	3269.73	20.72
HP-03	22.46	12.50	22.34	6270.56	2870.30	3396.70	18.34
HP-04	21.79	12.59	22.32	6123.88	2679.48	3232.67	20.65
HP-05	22.32	12.48	22.29	6207.57	2672.07	3219.40	20.48
PROMEDIO DE ABSORCIÓN (%)							20.19

Tabla 25: Absorción - Ladrillo King kong mecanizado

Espécimen	Dimensiones (cm)			Volumen Bruto (cm ²)	W Seco (gr)	W Saturado (gr)	% ABS
	L Prom	A Prom	H Prom				
HP-01	31.77	14.02	23.82	10608.13	3179.23	3690.73	16.09
HP-02	31.78	13.83	23.78	10450.08	3187.63	3704.04	16.20
HP-03	31.45	13.88	23.75	10367.49	3090.77	3601.94	16.54
HP-04	32.40	13.92	23.78	10725.80	3071.83	3576.12	16.42
HP-05	31.68	14.13	23.92	10705.82	3062.92	3558.02	16.16
PROMEDIO DE ABSORCIÓN (%)							16.28

4.1.1.3.2 Resumen

A continuación, presento la tabla 26 que es el resumen del promedio del grupo analizado.

Tabla 26: Resumen de promedio de absorción - Ladrillo king kong

Espécimen	Promedio de Absorción
	%
Ladrillo Artesanal	20.19
Ladrillo Mecanizado	16.28

4.1.1.4. Ensayo alabeo

4.1.1.4.1 Resultados

Se ha realizado el alabeo según la norma 399.613 los cuales se visualizan en las tablas 27 y 28.

Tabla 27: Alabeo - Ladrillo king kong artesanal

Espécimen	Cara A		Cara B		Alabeo	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
M-01	1.00	3.20	0.50	2.80	0.75	3.00
M-02	6.40	2.50	1.20	3.60	3.80	3.05
M-03	2.20	2.10	1.80	3.10	2.00	2.60
M-04	1.40	3.20	1.70	2.60	1.55	2.90
M-05	1.30	2.00	1.50	2.40	1.40	2.20
M-06	1.70	2.50	2.40	2.20	2.05	2.35
M-07	1.00	1.10	1.90	3.40	1.45	2.25
M-08	2.20	3.35	2.30	2.45	2.25	2.90
M-09	2.60	3.00	2.00	2.70	2.30	2.85
M-10	2.60	1.50	1.80	0.90	2.20	1.20

Alabeo	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
Promedio	1.98	2.53

Tabla 28: Alabeo - Ladrillo king kong mecanizado

Especimen	Cara A		Cara B		Alabeo	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
M-01	2.20	0.00	1.10	0.00	1.65	0.00
M-02	1.60	0.00	1.35	0.00	1.48	0.00
M-03	3.05	0.00	1.15	0.00	2.10	0.00
M-04	2.00	0.00	1.05	0.00	1.53	0.00
M-05	2.30	0.00	0.90	0.00	1.60	0.00
M-06	2.70	0.00	0.70	0.00	1.70	0.00
M-07	0.95	0.00	2.50	0.00	1.73	0.00
M-08	2.20	0.00	1.90	0.00	2.05	0.00
M-09	3.25	0.00	1.00	0.00	2.13	0.00
M-10	3.15	0.00	1.20	0.00	2.18	0.00

Alabeo	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
Promedio	1.81	0.00

4.1.1.4.2 Resumen

A continuación, presento la tabla 29 que es el resumen del promedio del alabeo del grupo analizado.

Tabla 29: Resumen de alabeo - Ladrillo king kong

Especimen	Alabeo	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
Ladrillo Artesanal	1.98	2.53
Ladrillo Mecanizado	1.81	0.00

4.1.1.5. Ensayo porcentaje de vacíos

4.1.1.5.1 Resultados

Se ha realizado el porcentaje de vacíos según la norma 399.613 lo cual podemos visualizar en la tabla 30.

Tabla 30: Porcentaje de vacíos - Ladrillo king kong mecanizado

Especimen	Dimensiones (cm)			Volumen Bruto (cm ³)	Peso de Arena en los Alveolos			Promedio G	Densidad de la Arena (gr/cm ³)	Volumen de Alveolos (cm ³)	% VACIOS
	L Prom	A Prom	H Prom		1	2	3				
M-01	23.70	13.90	9.86	3247.49	2.026	2.035	2.032	2030.95	1.487	1366.05	42.065
M-02	23.68	13.84	9.84	3225.35	2.026	2.028	2.039	2031.15	1.487	1366.18	42.358
M-03	23.87	13.88	9.86	3265.25	2.119	2.094	2.109	2107.32	1.487	1417.41	43.409
M-04	23.74	13.86	9.89	3252.18	2.143	2.123	2.122	2129.40	1.487	1432.26	44.040
M-05	23.78	13.85	9.84	3240.59	2.116	2.109	2.124	2116.68	1.487	1423.71	43.934
M-06	23.79	13.87	9.88	3261.24	2.118	2.150	2.122	2129.98	1.487	1432.66	43.930
M-07	23.67	13.87	9.82	3221.13	2.099	2.120	2.078	2098.69	1.487	1411.61	43.823
M-08	23.84	13.80	9.90	3256.45	2.160	2.164	2.148	2157.38	1.487	1451.09	44.561
M-09	23.72	13.97	9.87	3268.26	2.097	2.115	2.142	2118.08	1.487	1424.65	43.590
M-10	23.72	13.94	9.89	3269.02	2.095	2.104	2.109	2102.63	1.487	1414.26	43.262
PROMEDIO DE % DE VACIOS											43.497

4.1.1.5.2 Resumen

A continuación, presento la tabla 31 que es el resumen del promedio de porcentaje de vacíos del grupo analizado.

Tabla 31: Resumen de promedio de porcentaje de vacíos - Ladrillo king kong

Especimen	Promedio de Vacíos
	%
Ladrillo Mecanizado	43.497

4.1.1.6 Ensayo de resistencia a la compresión de prismas de albañilería

4.1.1.6.1 Resultados

Se ha realizado la resistencia a la compresión de prismas de albañilería según la norma 399.605 los cuales se visualizan en las tablas 32 y 33.

Tabla 32: Rotura de pilas - Ladrillo king kong artesanal según coeficientes de NTP 399.605

PILA	Dimensiones (cm)			Área (cm ²)	Carga máxima (Kg)	Carga f'm (Kg/cm ²)	Esbeltez H/A	Factor de corrección	
	H (cm)	A (cm)	L (cm)					NTP	Carga
PILA 01 - 1:3	21.95	12.50	22.28	278.50	9390.00	33.72	1.76	0.93	31.41
PILA 02 - 1:3	22.44	12.56	22.46	282.10	8160.00	28.93	1.79	0.94	27.19
PILA 03 - 1:3	22.46	12.50	22.34	279.25	9810.00	35.13	1.80	0.94	33.13
PILA 04 - 1:3	21.79	12.59	22.32	281.01	10450.00	37.19	1.73	0.92	34.39
PILA 05 - 1:3	22.32	12.48	22.29	278.8	9720.00	34.94	1.79	0.94	32.87
PROMEDIO									31.80

Tabla 33: Rotura de pilas - Ladrillo king kong mecanizado según coeficientes de NTP 399.605

PILA	Dimensiones (cm)			Área (cm ²)	Carga máxima (Kg)	Carga f'm (Kg/cm ²)	Esbeltez H/A	Factor de corrección	
	H (cm)	A (cm)	L (cm)					NTP	Carga
PILA 01 - 1:3	31.77	14.02	23.82	333.96	26140.00	78.27	2.27	1.02	79.94
PILA 02 - 1:3	31.78	13.83	23.78	328.88	24280.00	73.83	2.30	1.02	75.58
PILA 03 - 1:3	31.45	13.88	23.75	329.65	19350.00	58.70	2.27	1.02	59.95
PILA 04 - 1:3	32.40	13.92	23.78	331.02	17040.00	51.48	2.33	1.03	52.83
PILA 05 - 1:3	31.68	14.13	23.92	337.99	22960.00	67.93	2.24	1.03	69.24
PROMEDIO									67.51

4.1.1.6.2 Resumen

A continuación, presento la tabla 34 que es el resumen del promedio de la resistencia a la compresión de prismas de albañilería del grupo analizado.

Tabla 34: Resumen de resistencia a la compresión de prismas de albañilería promedio

Espécimen	f'_m (kg/cm ²)
Ladrillo Artesanal	31.80
Ladrillo Mecanizado	67.51

4.1.2. Resultados para ladrillos pandereta

4.1.2.1. *Ensayo de variación dimensional*

4.1.2.1.1 *Resultados*

Se ha realizado la variación dimensional según la norma 399.613 los cuales se visualizan en las tablas 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42 y 43.

Tabla 35: Largo – Ladrillo pandereta artesanal

Espécimen	Largo (cm)					Resultados por cada Unidad	
	L1	L2	L3	L4	L Prom	δ	V(%)
M-01	21.93	21.84	21.93	21.84	21.89	0.05	0.24
M-02	21.90	21.83	21.83	21.80	21.84	0.04	0.19
M-03	21.90	21.82	21.87	21.90	21.87	0.04	0.17
M-04	21.75	21.70	21.75	21.77	21.74	0.03	0.14
M-05	21.96	21.96	21.95	21.94	21.95	0.01	0.04
M-06	21.56	21.52	21.66	21.51	21.56	0.07	0.32
M-07	21.46	21.36	21.57	21.55	21.49	0.10	0.45
M-08	21.86	21.86	21.85	21.85	21.86	0.01	0.03
M-09	21.87	21.85	21.85	21.83	21.85	0.02	0.07
M-10	21.92	21.87	21.92	21.90	21.90	0.02	0.11
				Promedio	21.79		
				δ	0.15		
				V(%)	0.70		

Tabla 36: Ancho - Ladrillo pandereta artesanal

Espécimen	Ancho (cm)				Resultados por cada Unidad		
	A1	A2	A3	A4	A Prom	δ	V(%)
M-01	12.10	12.33	12.10	12.27	12.20	0.12	0.97
M-02	12.37	12.44	12.30	12.32	12.36	0.06	0.50
M-03	12.24	12.30	12.24	12.34	12.28	0.05	0.40
M-04	12.33	12.46	12.31	12.32	12.36	0.07	0.57
M-05	12.37	12.65	12.34	12.34	12.43	0.15	1.21
M-06	12.33	12.33	12.32	12.48	12.37	0.08	0.62
M-07	12.60	12.62	12.57	12.79	12.65	0.10	0.78
M-08	12.50	12.42	12.33	12.44	12.42	0.07	0.57
M-09	12.30	12.42	12.34	12.45	12.38	0.07	0.56
M-10	12.30	12.39	12.32	12.32	12.33	0.04	0.32
Promedio					12.38		
δ					0.12		
V(%)					0.93		

Tabla 37: Altura - Ladrillo pandereta artesanal

Espécimen	Alto (cm)				Resultados por cada Unidad		
	H1	H2	H3	H4	H Prom	δ	V(%)
M-01	8.13	8.12	8.05	8.14	8.11	0.04	0.50
M-02	8.00	8.19	7.83	7.80	7.96	0.18	2.26
M-03	8.00	7.94	8.04	8.14	8.03	0.08	1.05
M-04	7.90	8.28	7.88	7.97	8.01	0.19	2.32
M-05	8.09	8.10	7.90	7.95	8.01	0.10	1.25
M-06	8.24	8.29	8.27	8.21	8.25	0.03	0.42
M-07	8.55	8.20	8.32	8.63	8.43	0.20	2.37
M-08	8.07	8.30	8.35	8.25	8.24	0.12	1.48
M-09	8.01	8.21	8.10	8.01	8.08	0.10	1.18
M-10	8.13	8.31	8.30	8.17	8.23	0.09	1.11
Promedio					8.13		
δ					0.15		
V(%)					1.82		

Tabla 38: Largo - Ladrillo pandereta semimecanizado

Espécimen	Largo (cm)					Resultados por cada Unidad	
	L1	L2	L3	L4	L Prom	δ	V(%)
M-01	21.30	21.20	21.25	21.24	21.25	0.04	0.19
M-02	21.46	21.40	21.59	21.42	21.47	0.09	0.40
M-03	21.24	21.16	21.25	21.11	21.19	0.07	0.32
M-04	21.09	21.00	21.16	21.96	21.30	0.44	2.08
M-05	21.46	21.40	21.52	21.34	21.43	0.08	0.36
M-06	21.20	21.15	21.24	21.18	21.19	0.04	0.18
M-07	21.62	21.60	21.74	21.09	21.51	0.29	1.34
M-08	21.83	21.52	21.73	21.64	21.68	0.13	0.61
M-09	21.60	21.50	21.66	21.62	21.60	0.07	0.32
M-10	21.12	21.03	21.29	21.05	21.12	0.12	0.56
Promedio					21.37		
δ					0.19		
V(%)					0.89		

Tabla 39: Ancho - Ladrillo pandereta semimecanizado

Espécimen n	Ancho (cm)					Resultados por cada Unidad	
	A1	A2	A3	A4	A Prom	δ	V(%)
M-01	12.44	12.36	12.25	12.32	12.34	0.08	0.64
M-02	12.41	12.20	12.44	12.30	12.34	0.11	0.89
M-03	12.31	12.31	12.51	12.40	12.38	0.09	0.77
M-04	12.43	12.22	12.59	12.56	12.45	0.17	1.35
M-05	12.26	12.43	12.90	12.61	12.55	0.27	2.18
M-06	12.55	12.34	12.36	12.35	12.40	0.10	0.81
M-07	12.43	12.25	12.30	12.20	12.30	0.10	0.80
M-08	12.72	12.60	12.50	12.60	12.61	0.09	0.71
M-09	12.44	12.30	12.27	12.30	12.33	0.08	0.62
M-10	12.43	12.30	12.23	12.23	12.30	0.09	0.77
Promedio					12.40		
δ					0.11		
V(%)					0.86		

Tabla 40: Altura - Ladrillo pandereta semimecanizado

Espécimen	Alto (cm)					Resultados por cada Unidad	
	H1	H2	H3	H4	H Prom	δ	V(%)
M-01	9.60	9.70	9.66	9.61	9.64	0.05	0.48
M-02	9.57	9.63	9.61	9.60	9.60	0.03	0.26
M-03	9.63	9.59	9.52	9.58	9.58	0.05	0.47
M-04	9.66	9.60	9.57	9.60	9.61	0.03	0.39
M-05	9.67	9.67	9.67	9.73	9.69	0.03	0.31
M-06	9.71	9.57	9.65	9.72	9.66	0.07	0.71
M-07	9.63	9.64	9.63	9.66	9.64	0.01	0.15
M-08	9.75	9.65	9.55	9.67	9.66	0.08	0.85
M-09	9.63	9.59	9.58	9.68	9.62	0.05	0.47
M-10	9.68	9.64	9.59	9.56	9.62	0.05	0.55
				Promedio	9.63		
				δ	0.03		
				V(%)	0.33		

Tabla 41: Largo - Ladrillo pandereta mecanizado

Espécime n	Largo (cm)					Resultados por cada Unidad	
	L1	L2	L3	L4	L Prom	δ	V(%)
M-01	21.82	21.95	21.75	22.03	21.89	0.13	0.58
M-02	21.98	22.07	21.91	22.07	22.01	0.08	0.35
M-03	21.94	22.67	21.88	22.01	22.13	0.37	1.66
M-04	21.91	22.07	21.95	22.01	21.99	0.07	0.32
M-05	21.94	22.07	21.90	22.11	22.01	0.10	0.46
M-06	21.87	21.95	21.76	22.26	21.96	0.21	0.98
M-07	21.73	21.84	21.63	21.90	21.78	0.12	0.55
M-08	21.92	22.04	21.76	22.02	21.94	0.13	0.58
M-09	21.85	22.03	21.79	21.95	21.91	0.11	0.49
M-10	21.58	22.09	21.93	22.02	21.91	0.23	1.03
				Promedi o	21.95		
				δ	0.09		
				V(%)	0.42		

Tabla 42: Ancho - Ladrillo pandereta mecanizado

Espécimen	Ancho (cm)					Resultados por cada Unidad	
	A1	A2	A3	A4	A Prom	δ	V(%)
M-01	13.98	13.97	13.99	13.94	13.97	0.02	0.15
M-02	14.02	14.04	14.07	14.00	14.03	0.03	0.21
M-03	13.97	13.94	13.95	13.96	13.96	0.01	0.09
M-04	14.00	14.00	13.98	14.01	14.00	0.01	0.09
M-05	13.88	13.85	13.86	13.84	13.86	0.02	0.12
M-06	13.84	13.81	13.83	13.82	13.83	0.01	0.09
M-07	13.87	13.81	13.84	13.85	13.84	0.02	0.18
M-08	13.87	13.84	13.83	13.85	13.85	0.02	0.12
M-09	13.90	13.87	13.88	13.84	13.87	0.03	0.18
M-10	13.84	13.87	13.90	13.86	13.87	0.03	0.18
Promedio					13.91		
δ					0.07		
V(%)					0.54		

Tabla 43: Altura - Ladrillo pandereta mecanizado

Muestra	Alto (cm)					Resultados por cada Unidad	
	H1	H2	H3	H4	H Prom	δ	V(%)
M-01	10.20	10.09	10.14	10.11	10.14	0.05	0.47
M-02	10.15	10.04	10.14	10.08	10.10	0.05	0.51
M-03	10.24	10.10	10.00	10.15	10.12	0.10	0.99
M-04	10.23	10.10	10.12	10.13	10.15	0.06	0.57
M-05	9.99	9.97	10.04	9.95	9.99	0.04	0.39
M-06	9.97	9.94	10.06	9.92	9.97	0.06	0.62
M-07	9.95	9.95	10.00	9.89	9.95	0.04	0.45
M-08	10.00	9.99	10.17	10.00	10.04	0.09	0.86
M-09	10.05	9.93	9.98	9.96	9.98	0.05	0.51
M-10	10.11	9.98	10.00	10.00	10.02	0.06	0.59
Promedio					10.05		
δ					0.07		
V(%)					0.74		

4.1.2.1.2 *Resumen*

A continuación, presento la tabla 44 que es el resumen del promedio de la variación dimensional del grupo analizado.

Tabla 44: Resumen de dimensiones promedio ladrillo pandereta

Espécimen	Dimensiones (cm)		
	L (cm)	A (cm)	H (cm)
Ladrillo Artesanal	21.79	12.38	8.13
Ladrillo Semi Mecanizado	21.37	12.40	9.63
Ladrillo Mecanizado	21.95	13.91	10.05

4.1.2.2. *Ensayo de absorción*

4.1.2.2.1 *Resultados*

Se ha realizado la absorción según la norma 399.613 los cuales se visualizan en las tablas 45, 46 y 47.

Tabla 45: Absorción - Ladrillo pandereta artesanal

Espécimen	Dimensiones (cm)			Volumen Bruto (cm ²)	W Seco (gr)	W Saturado (gr)	% ABS
	L Prom	A Prom	H Prom				
M-01	21.86	12.28	8.03	2156.28	2234.85	2629.83	17.67
M-02	21.81	12.32	8.02	2153.95	2305.44	2660.63	15.41
M-03	21.76	12.40	8.13	2192.87	2241.65	2745.94	22.50
M-04	21.67	12.53	8.33	2263.50	2202.52	2696.80	22.44
M-05	21.88	12.36	8.16	2204.14	2273.33	2769.13	21.81
PROMEDIO DE ABSORCIÓN (%)							19.97



Tabla 46: Absorción - Ladrillo pandereta semimecanizado

Espécimen	Dimensiones (cm)			Volumen Bruto (cm ²)	W Seco (gr)	W Saturado (gr)	% ABS
	L Prom	A Prom	H Prom				
M-01	21.36	12.34	9.62	2536.02	1931.85	2237.46	15.82
M-02	21.25	12.42	9.47	2497.84	1941.46	2263.54	16.59
M-03	21.31	12.48	9.67	2571.84	1883.00	2210.58	17.40
M-04	21.60	12.45	9.65	2593.96	1910.21	2217.36	16.08
M-05	21.36	12.31	9.62	2529.54	2010.82	2340.31	16.39
PROMEDIO DE ABSORCIÓN (%)							16.45

Tabla 47: Absorción - Ladrillo pandereta mecanizado

Espécimen	Dimensiones (cm)			Volumen Bruto (cm ²)	W Seco (gr)	W Saturado (gr)	% ABS
	L Prom	A Prom	H Prom				
M-01	21.95	14.00	10.12	3109.42	2562.58	3000.05	17.07
M-02	22.06	13.98	10.13	3123.69	2548.29	2974.87	16.74
M-03	21.98	13.84	9.98	3036.57	2595.66	3031.39	16.79
M-04	21.86	13.85	9.99	3023.93	2573.80	3012.26	17.04
M-05	21.91	13.81	10.00	3024.91	2625.83	3067.69	16.83
PROMEDIO DE ABSORCIÓN (%)							16.89

4.1.2.2.2 *Resumen*

A continuación, presento la tabla 48 que es el resumen del promedio de absorción del grupo analizado.

Tabla 48: Resumen de promedio de absorción - Ladrillo pandereta

Espécimen	Promedio de absorción
	%
Ladrillo Artesanal	19.97
Ladrillo Semimecanizado	16.45
Ladrillo Mecanizado	16.89

4.1.3. Resultados para ladrillos techo

4.1.3.1. *Ensayo de variación dimensional*

4.1.3.1.1 *Resultados*

Se ha realizado la variación dimensional según la norma 399.613 los cuales podemos visualizar en las tablas 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56 y 57.

Tabla 49: Largo – Ladrillo techo artesanal

Espécimen	Largo (cm)					Resultados por cada Unidad	
	L1	L2	L3	L4	L Prom	δ	V(%)
M-01	22.57	22.81	22.46	22.61	22.61	0.15	0.65
M-02	22.42	22.87	22.51	22.63	22.61	0.20	0.86
M-03	22.77	23.05	22.86	22.95	22.91	0.12	0.52
M-04	22.87	22.90	22.51	22.95	22.81	0.20	0.88
M-05	22.40	22.64	22.62	22.74	22.60	0.14	0.63
M-06	22.70	22.80	22.78	22.97	22.81	0.11	0.50
M-07	22.67	22.65	22.64	22.86	22.71	0.10	0.46
M-08	22.36	22.48	22.50	22.44	22.45	0.06	0.28
M-09	22.33	22.55	22.48	22.37	22.43	0.10	0.45
M-10	22.72	22.90	22.76	22.73	22.78	0.08	0.37
Promedio					22.67		
δ					0.16		
V(%)					0.70		

Tabla 50: Ancho - Ladrillo techo artesanal

Espécimen	Ancho (cm)					Resultados por cada Unidad	
	A1	A2	A3	A4	A Prom	δ	V(%)
M-01	25.65	25.60	25.46	25.29	25.50	0.16	0.63
M-02	25.88	26.08	26.25	26.16	26.09	0.16	0.60
M-03	26.03	25.84	26.07	26.27	26.05	0.18	0.68
M-04	26.07	26.07	25.60	25.67	25.85	0.25	0.98
M-05	25.96	25.83	25.49	25.80	25.77	0.20	0.77
M-06	25.40	25.46	25.32	25.37	25.39	0.06	0.23
M-07	25.43	25.45	25.15	25.14	25.29	0.17	0.67
M-08	25.36	25.42	25.40	25.20	25.35	0.10	0.39
M-09	25.23	25.04	25.57	25.51	25.34	0.25	0.98
M-10	25.61	25.39	25.44	25.66	25.53	0.13	0.51
Promedio					25.62		
δ					0.30		
V(%)					1.18		

Tabla 51: Altura – Ladrillo techo artesanal

Muestra	Alto (cm)					Resultados por cada Unidad	
	H1	H2	H3	H4	H Prom	δ	V(%)
M-01	13.48	13.24	13.17	13.17	13.27	0.15	1.11
M-02	13.01	13.23	13.28	13.12	13.16	0.12	0.91
M-03	13.15	13.40	13.47	13.35	13.34	0.14	1.03
M-04	13.22	13.23	13.20	13.22	13.22	0.01	0.10
M-05	13.46	13.52	13.17	13.24	13.35	0.17	1.26
M-06	13.43	13.13	13.13	13.05	13.19	0.17	1.27
M-07	13.35	13.34	13.20	13.07	13.24	0.13	1.00
M-08	13.25	13.32	13.28	13.09	13.24	0.10	0.76
M-09	13.14	13.20	13.48	13.17	13.25	0.16	1.18
M-10	13.30	13.24	13.49	13.23	13.32	0.12	0.91
Promedio					13.26		
δ					0.06		
V(%)					0.48		

Tabla 52: Largo - Ladrillo techo semimecanizado

Espécimen	Largo (cm)					Resultados por cada Unidad	
	L1	L2	L3	L4	L Prom	δ	V(%)
M-01	21.82	21.80	21.73	21.65	21.75	0.08	0.35
M-02	21.25	21.24	21.54	21.58	21.40	0.18	0.85
M-03	21.90	21.90	21.88	21.84	21.88	0.03	0.13
M-04	22.01	22.02	22.05	21.95	22.01	0.04	0.19
M-05	22.35	22.38	22.32	22.07	22.28	0.14	0.64
M-06	21.65	21.53	21.67	21.55	21.60	0.07	0.33
M-07	22.14	22.15	22.16	22.03	22.12	0.06	0.27
M-08	22.14	21.92	22.21	22.01	22.07	0.13	0.59
M-09	22.20	22.02	22.16	21.90	22.07	0.14	0.62
M-10	22.16	21.91	21.99	22.05	22.03	0.11	0.48
Promedio					21.92		
δ					0.27		
V(%)					1.21		

Tabla 53: Ancho - Ladrillo techo semimecanizado

Espécimen	Ancho (cm)					Resultados por cada unidad	
	A1	A2	A3	A4	A Prom	δ	V(%)
M-01	24.78	24.74	24.84	24.75	24.78	0.05	0.18
M-02	24.65	24.79	24.94	24.77	24.79	0.12	0.48
M-03	24.69	24.78	24.76	24.71	24.74	0.04	0.17
M-04	25.20	24.83	24.80	25.00	24.96	0.18	0.74
M-05	24.68	24.64	24.85	24.71	24.72	0.09	0.37
M-06	24.89	24.76	24.83	25.00	24.87	0.10	0.41
M-07	24.98	24.86	25.00	25.20	25.01	0.14	0.56
M-08	24.85	24.70	24.85	25.04	24.86	0.14	0.56
M-09	24.85	25.03	25.09	24.84	24.95	0.13	0.51
M-10	24.37	25.07	24.85	24.70	24.75	0.29	1.19
Promedio					24.87		
δ					0.12		
V(%)					0.47		

Tabla 54: Altura - Ladrillo techo semimecanizado

Espécimen	Alto (cm)					Resultados por cada unidad	
	H1	H2	H3	H4	H Prom	δ	V(%)
M-01	12.26	12.14	12.15	12.06	12.15	0.08	0.68
M-02	12.13	11.94	12.12	12.00	12.05	0.09	0.77
M-03	12.10	11.93	12.07	11.99	12.02	0.08	0.64
M-04	11.94	12.03	11.84	12.05	11.97	0.10	0.80
M-05	12.23	12.10	12.20	12.11	12.16	0.06	0.53
M-06	12.20	12.07	12.19	12.10	12.14	0.06	0.53
M-07	12.31	12.02	12.28	12.20	12.20	0.13	1.07
M-08	12.07	12.29	12.08	12.36	12.20	0.15	1.21
M-09	12.30	12.17	12.33	12.02	12.21	0.14	1.16
M-10	12.03	12.24	12.08	12.30	12.16	0.13	1.05
Promedio					12.13		
δ					0.08		
V(%)					0.69		

Tabla 55: Largo - Ladrillo techo mecanizado

Espécimen	Largo (cm)					Resultados por cada unidad	
	L1	L2	L3	L4	L Prom	δ	V(%)
M-01	29.45	29.45	29.34	29.48	29.43	0.06	0.21
M-02	29.35	29.50	29.37	29.54	29.44	0.09	0.32
M-03	29.23	29.50	29.32	29.54	29.40	0.15	0.50
M-04	29.23	29.42	29.24	29.47	29.34	0.12	0.42
M-05	29.20	29.42	29.24	29.31	29.29	0.10	0.33
M-06	29.20	29.36	29.15	29.34	29.26	0.10	0.35
M-07	29.21	29.39	29.05	29.27	29.23	0.14	0.48
M-08	29.29	29.30	29.25	29.24	29.27	0.03	0.10
M-09	29.12	29.32	29.21	29.36	29.25	0.11	0.37
M-10	29.05	29.32	29.25	29.24	29.22	0.12	0.40
Promedio					29.31		
δ					0.08		
V(%)					0.28		

Tabla 56: Ancho - Ladrillo techo mecanizado

Espécimen	Ancho (cm)					Resultados por cada unidad	
	A1	A2	A3	A4	A Prom	δ	V(%)
M-01	30.45	30.05	30.07	29.91	30.12	0.23	0.77
M-02	30.10	30.06	30.51	29.85	30.13	0.28	0.92
M-03	30.59	30.03	30.12	30.03	30.19	0.27	0.89
M-04	30.10	29.93	30.57	30.00	30.15	0.29	0.96
M-05	29.84	29.58	30.14	29.85	29.85	0.23	0.77
M-06	29.81	29.58	30.12	29.54	29.76	0.27	0.90
M-07	29.88	29.75	30.07	29.82	29.88	0.14	0.46
M-08	29.84	29.80	30.02	29.66	29.83	0.15	0.50
M-09	30.23	29.83	29.89	29.61	29.89	0.26	0.86
M-10	30.11	29.64	29.90	29.25	29.73	0.37	1.25
Promedio					29.95		
δ					0.18		
V(%)					0.59		

Tabla 57: Altura - Ladrillo techo mecanizado

Espécimen	Alto (cm)					Resultados por cada Unidad	
	H1	H2	H3	H4	H Prom	δ	V(%)
M-01	15.12	15.16	15.10	14.91	15.07	0.11	0.74
M-02	15.10	14.93	14.09	15.17	14.82	0.50	3.36
M-03	15.03	14.88	15.10	15.09	15.03	0.10	0.68
M-04	15.04	15.19	15.11	14.90	15.06	0.12	0.82
M-05	15.02	14.89	15.01	15.03	14.99	0.07	0.44
M-06	15.15	14.91	14.02	14.99	14.77	0.51	3.44
M-07	15.00	14.97	15.06	15.09	15.03	0.05	0.36
M-08	14.96	14.97	15.03	14.97	14.98	0.03	0.21
M-09	15.06	15.00	15.00	14.94	15.00	0.05	0.33
M-10	15.06	14.96	15.02	15.05	15.02	0.04	0.30
Promedio					14.98		
					δ	0.10	
					V(%)	0.67	

4.1.3.1.2 *Resumen*

A continuación, presento la tabla 58 que es el resumen del promedio de la variación dimensional del grupo analizado.

Tabla 58: Resumen de dimensiones promedio ladrillo techo

Espécimen	Dimensiones (cm)		
	L (cm)	A (cm)	H (cm)
Ladrillo Artesanal	22.67	25.62	13.26
Ladrillo Semimecanizado	21.92	24.87	12.13
Ladrillo Mecanizado	29.31	29.95	14.98

4.1.3.2. *Ensayo de absorción*

4.1.3.2.1 *Resultados*

Se ha realizado la absorción según la norma 399.613 los cuales podemos visualizar en las tablas 59, 60 y 61.

Tabla 59: Absorción - Ladrillo techo artesanal

Espécimen	Dimensiones (cm)			Volumen Bruto (cm ²)	W Seco (gr)	W Saturado (gr)	% ABS
	L Prom	A Prom	H Prom				
M-01	22.61	25.80	13.21	7706.23	6270	7825	24.80
M-02	22.86	25.95	13.28	7877.82	6255	7805	24.78
M-03	22.71	25.58	13.27	7705.00	5860	7290	24.40
M-04	22.58	25.32	13.24	7566.17	5925	7265	22.62
M-05	22.61	25.43	13.28	7635.04	6200	7795	25.73
PROMEDIO DE ABSORCIÓN (%)							24.47

Tabla 60: Absorción - Ladrillo techo semimecanizado

Espécimen	Dimensiones (cm)			Volumen Bruto (cm ²)	W Seco (gr)	W Saturado (gr)	% ABS
	L Prom	A Prom	H Prom				
M-01	21.58	24.91	12.10	6502.67	4540	5215	14.87
M-02	21.94	24.85	11.99	6539.23	4650	5345	14.95
M-03	21.94	24.80	12.15	6609.63	4690	5385	14.82
M-04	22.10	24.94	12.20	6722.14	4630	5275	13.93
M-05	22.05	25.48	12.18	6843.51	4645	5300	14.10
PROMEDIO DE ABSORCIÓN (%)							14.53

Tabla 61: Absorción - Ladrillo techo mecanizado

Espécimen	Dimensiones (cm)			Volumen Bruto (cm ²)	W Seco (gr)	W Saturado (gr)	% ABS
	L Prom	A Prom	H Prom				
M-01	29.44	30.13	14.95	13254.39	6650	7770	16.84
M-02	29.37	30.17	15.04	13329.04	6640	7755	16.79
M-03	29.28	29.81	14.88	12983.43	6700	7800	16.42
M-04	29.25	29.86	15.01	13104.34	6660	7785	16.89
M-05	29.23	29.81	15.01	13080.58	6675	7790	16.70
PROMEDIO DE ABSORCIÓN (%)							16.73

4.1.3.2.2 *Resumen*

A continuación, presento la tabla 62 que es el resumen de la absorción promedio del grupo analizado.

Tabla 62: Resumen de promedio de absorción - Ladrillo techo

Especimen	Promedio de Absorción
	%
Ladrillo Artesanal	24.47
Ladrillo Semimecanizado	14.53
Ladrillo Mecanizado	16.73

4.2.DISCUSIÓN

4.2.1. Interpretación de resultados para ladrillos King Kong

4.2.1.1. *Ensayo de Variación Dimensional*

A continuación, se muestra la Tabla 63 que compara los resultados obtenidos del ensayo de variación dimensional con la norma E.070 de albañilería.

Tabla 63: Clasificación de ladrillos king kong por variabilidad dimensional

Especimen	Variabilidad Dimensional						Clasificación NTP E.070
	L (cm)	VL(%)	A (cm)	VA(%)	H (cm)	VH(%)	
Ladrillo Artesanal	22.36	0.53	12.61	0.63	6.40	1.09	Tipo V
Ladrillo Mecanizado	23.75	0.29	13.88	0.34	9.86	0.26	Tipo V

*VL: *Variación de largo*

*VA: *Variación de ancho*

*VH: *Variación de altura*

En la tabla 63 se observa la variación en las dimensiones de largo, ancho y alto de cada ladrillo king kong, ya sea artesanal o mecanizado, siendo las dimensiones más bajas del ladrillo king kong artesanal con respecto a las dimensiones del ladrillo mecanizado.

El ladrillo king kong artesanal no cumple con las medidas indicadas al momento de vender por el productor que son de 21x12x8 cm. En cuanto a la clasificación para cada muestra, ésta se obtuvo comparando la Tabla 28 con la Tabla 7, resultando que todas las muestras tienen una clasificación de sus ladrillos king kong de tipo V la cual indica que

tienen una resistencia y durabilidad muy altas, apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio rigurosas (NTP 331.017, 1978).

El ladrillo king kong artesanal no llega a la altura mínima de 8 cm; lo cual genera grandes problemas en la junta, con lo que se aumentaría su espesor y como efecto su resistencia a compresión y corte reduciría.

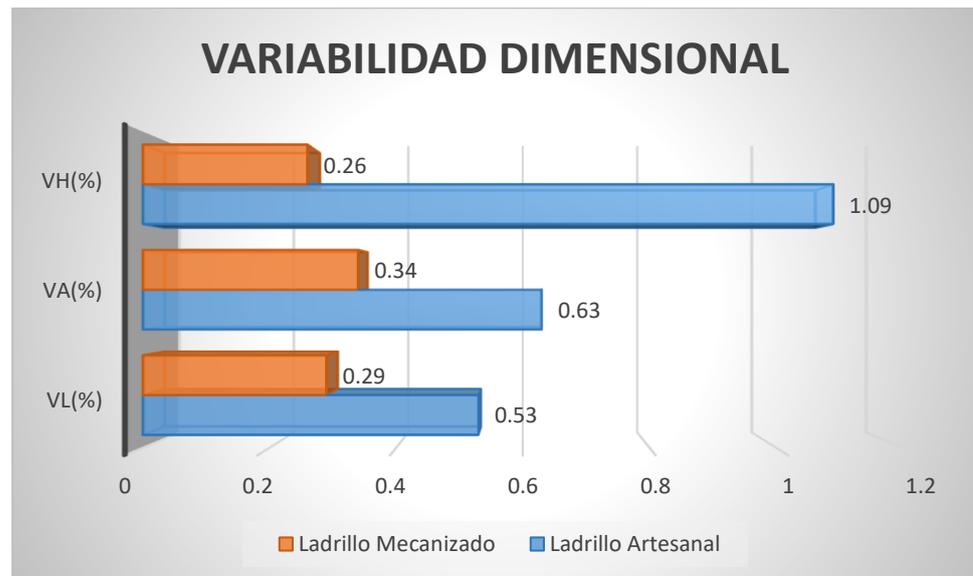


Figura 3. Comparación de variabilidad dimensional
FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

En la figura 3 podemos observar que existe una mayor variabilidad dimensional tanto en largo, ancho y altura en el ladrillo king kong artesanal, en relación al ladrillo king kong mecanizado.

Según la norma E.070, el espesor de las juntas horizontales debe ser 4mm más dos veces la desviación estándar de la altura de la unidad (Ver Tabla 64)

Tabla 64: Espesores de junta horizontal.

Espécimen	Desviación estándar	Junta calculada = $4\text{mm} + 2 \cdot \sigma$ (mm)
Ladrillo Artesanal	0.07	4.14
Ladrillo Mecanizado	0.03	4.06

Por inspección de la Tabla 64; se deduce que las unidades, no tendrán una reducción significativa de la resistencia, siempre y cuando se cumpla con el requerimiento mínimo de 10 mm. de junta horizontal y como máximo de 15 mm (San Bartolomé, 1994).

4.2.1.2. *Ensayo de resistencia a compresión de la unidad de albañilería*

A continuación, se muestra la Tabla 65 que compara los resultados obtenidos del ensayo de resistencia en compresión de la unidad de albañilería con la norma E.070 de albañilería.

Tabla 65: Clasificación por resistencia característica a compresión.

Espécimen	Esfuerzo de Rotura			Rue/0.92		
	Promedio	Prom- δ	NTP E.070	Promedio	Prom- δ	NTP E.070
Ladrillo Artesanal	34.13	31.06	No clasifica	33.76	33.76	No clasifica
Ladrillo Mecanizado	55.67	45.60	No clasifica	60.51	49.57	No clasifica

La Tabla 65 nos muestra que la resistencia a compresión de las unidades de albañilería en estudio, tanto para ladrillo de arcilla king kong artesanal como para ladrillo king kong mecanizado no alcanzan ni a la mínima resistencia que exige la norma E.070 que es de 50 kg/cm² para un ladrillo Tipo I.

La resistencia a compresión de la unidad de albañilería es la propiedad más importante ya que precisa no sólo el nivel de su calidad estructural, sino también el nivel de su resistencia al exterior u otra causa de deterioro.

Se muestra que ninguna unidad estudiada clasifica como unidad de albañilería normalizada. Además, esto indicaría que las unidades de las ladrilleras, tienen poca durabilidad y baja resistencia.

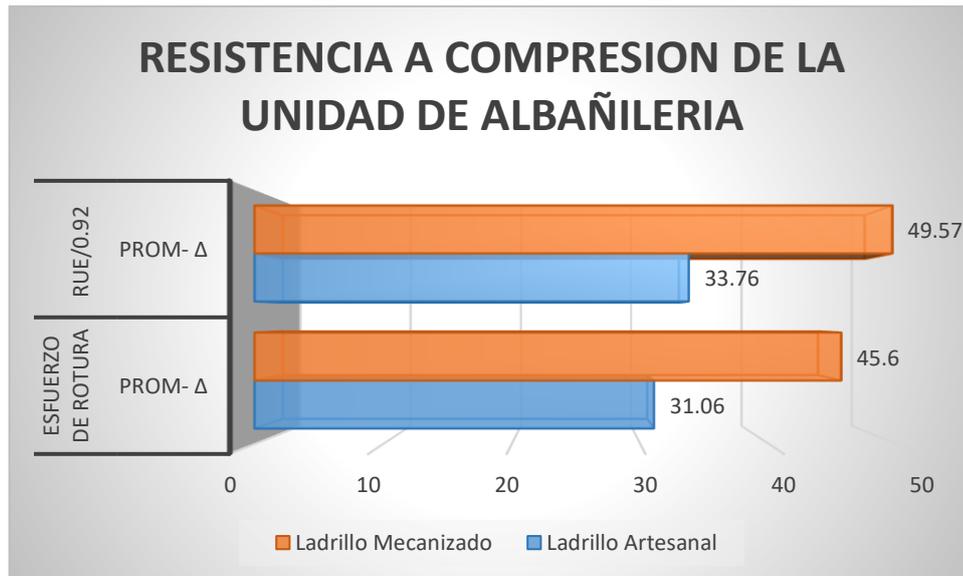


Figura 4. Comparación de la resistencia a compresión de unidades de albañilería.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

4.2.1.3. Ensayo Absorción

A continuación, se muestra la Tabla 66 que compara los resultados obtenidos del ensayo de absorción con la norma E.070 de albañilería.

Tabla 66: Clasificación por absorción de ladrillo king kong.

Especimen	Promedio de Absorción	De acuerdo a la norma
	%	
Ladrillo Artesanal	20.19	ACEPTADO
Ladrillo Mecanizado	16.28	ACEPTADO

De acuerdo a la norma E.070, la absorción de la unidad de albañilería de arcilla no debe sobrepasar el 22%, por lo cual en la Tabla 66 todas las muestras cumplen con lo exigido por la norma resultando ser aceptables; esto indica que la capacidad de absorción tanto para ladrillo de arcilla king kong artesanal como para ladrillo king kong mecanizado es aceptable por lo especificado en la norma, debido a que presenta un área admisible de porosidad en su composición.

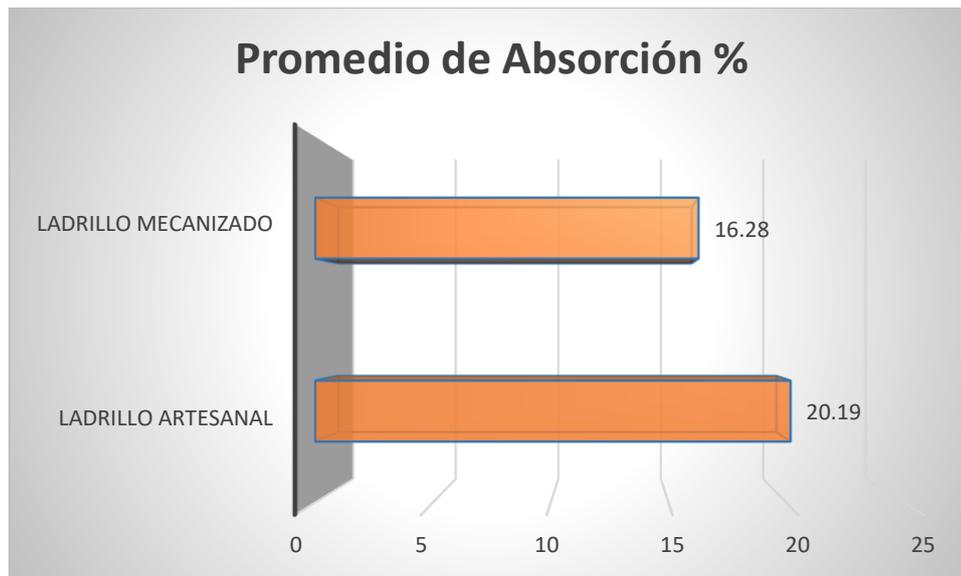


Figura 5. Comparación de promedio de absorción
FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

En la figura 5 podemos observar que existe una menor absorción en el ladrillo king kong mecanizado, en referencia al ladrillo king kong artesanal, el cual presenta una mayor absorción, reflejando una mejor composición el ladrillo king kong mecanizado.

4.2.1.4. *Ensayo Alabeo*

A continuación, se muestra la Tabla 67 que compara los resultados obtenidos del ensayo de alabeo con la norma E.070 de albañilería.

Tabla 67: Clasificación por alabeo

Especímen	Alabeo		De acuerdo a la norma
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	
Ladrillo Artesanal	1.98	2.53	Tipo IV
Ladrillo Mecanizado	1.81	0.00	Tipo V

Tanto el ladrillo king kong artesanal como el ladrillo king kong mecanizado, presentan un alabeo significativo, sobre todo un alabeo cóncavo. Lo cual nos indica que a mayor alabeo conduce a un mayor espesor de junta, por otro lado, puede disminuir la adherencia con el mortero al formarse vacíos en las zonas más alabeadas, inclusive puede producir fallas de tracción por flexión en la unidad.

En la Tabla 67 nos muestra que el alabeo de las unidades de arcilla king kong artesanal alcanzan un alabeo para un ladrillo Tipo IV, lo que nos señala una resistencia y durabilidad altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio rigurosas según NTP 331.017; y para ladrillo king kong mecanizado alcanza un alabeo para un ladrillo Tipo V, esto nos señalan una resistencia y durabilidad muy altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio particularmente rigurosas según NTP 331.017.

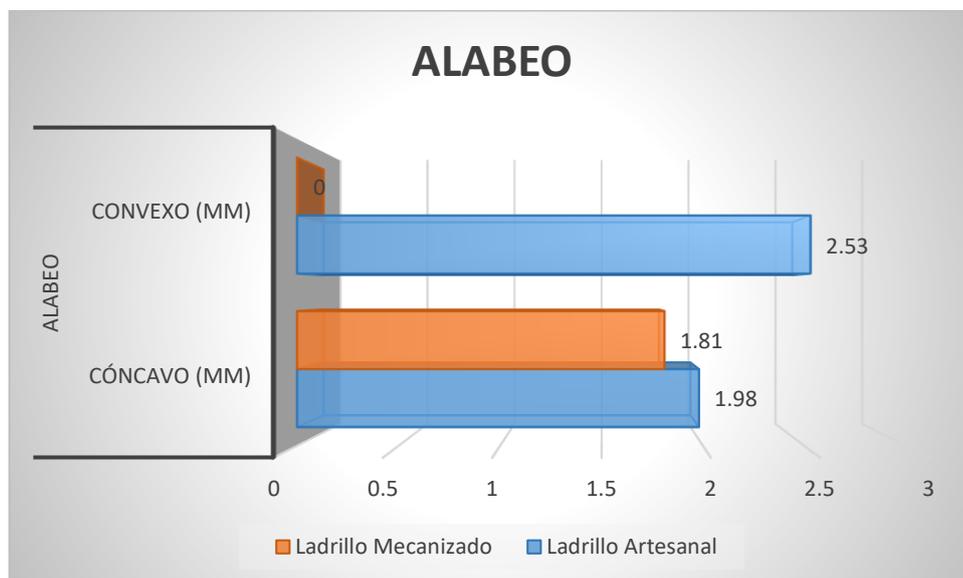


Figura 6. Comparación de alabeo
FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

En la figura 6 podemos observar que existe un mayor alabeo en el ladrillo king kong artesanal, que en el ladrillo king kong mecanizado, el cual presenta un menor alabeo reflejando una mejor composición de ladrillo, clasificándose como un ladrillo tipo V según NTP 331.017.

4.2.1.5. Ensayo porcentaje de vacíos

A continuación, se muestra la Tabla 68 que compara los resultados obtenidos del ensayo de porcentaje de vacíos con la norma E.070 de albañilería y la NTP 331.017 por lo que clasifican como unidades de albañilería hueca.

Tabla 68: Porcentaje promedio de vacíos

Especimen	Promedio de vacíos
	%
Ladrillo Mecanizado	43.497

En el caso del ladrillo king kong mecanizado, las unidades tienen un porcentaje de vacíos por encima del 30% para el uso; esto podría ser una alerta significativa, pues las unidades con un porcentaje de vacíos excesivo, aunque conserven su resistencia, podrían tener una falla explosiva que comprometería la estabilidad de la estructura en general.

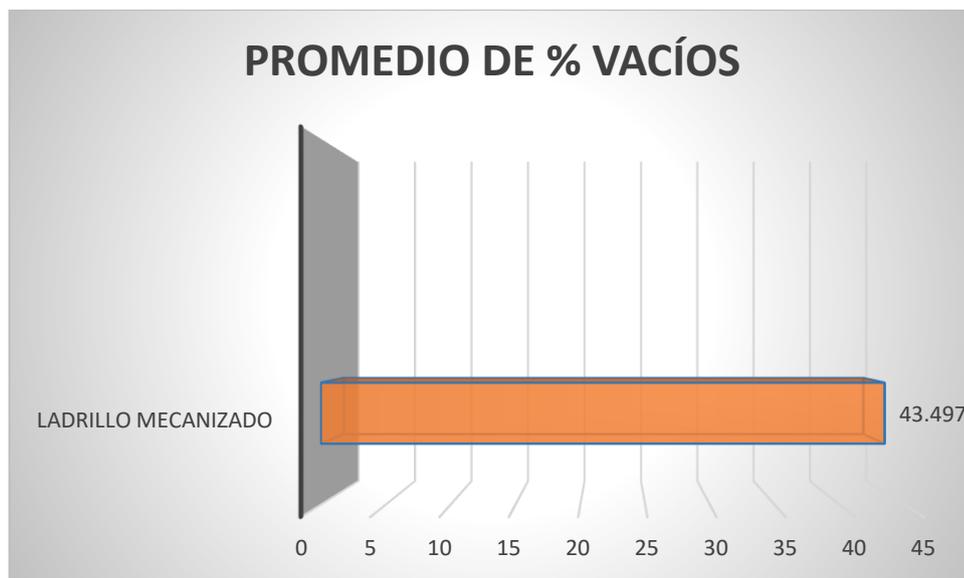


Figura 7. Promedio de porcentaje de vacíos
FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

Tal como señala el Reglamento Nacional de Edificaciones en el capítulo 2- definiciones- la unidad de albañilería sección transversal, en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área igual o mayor que el 70% del área bruta en el mismo plano. Es definido como unidad de albañilería sólida (o maciza).

4.2.1.6. Resistencia en compresión de prismas de albañilería

A continuación, se muestra la Tabla 69 que compara los resultados obtenidos del ensayo de resistencia en compresión de prismas de albañilería con la norma E.070 de albañilería.

Tabla 69: Comparación f'_m con la norma E.070

Espécimen	f'_m (kg/cm ²)	Norma E.070 (kg/cm ²)	De acuerdo a la norma
Ladrillo Artesanal	31.80	Ladrillo king kong Artesanal de arcilla (35)	No cumple
Ladrillo Mecanizado	67.51	Ladrillo king Kong Industrial de arcilla (65)	Cumple

La norma E.070 indica que cuando no se realizan ensayos de pilas se debe considerar una resistencia a la compresión de prismas de 35 kg/cm². En la Tabla 68 la resistencia a compresión en el ladrillo king kong artesanal es 31.80kg/cm² considerando un coeficiente de corrección de esbeltez que indica la NTP 399.605 (ver Tabla 11). No cumple con la norma E.070.

De acuerdo a la Tabla 69 la resistencia en compresión de prismas en el ladrillo king kong mecanizado es de 67.51 kg/cm² cumple con la norma E.070 de albañilería.

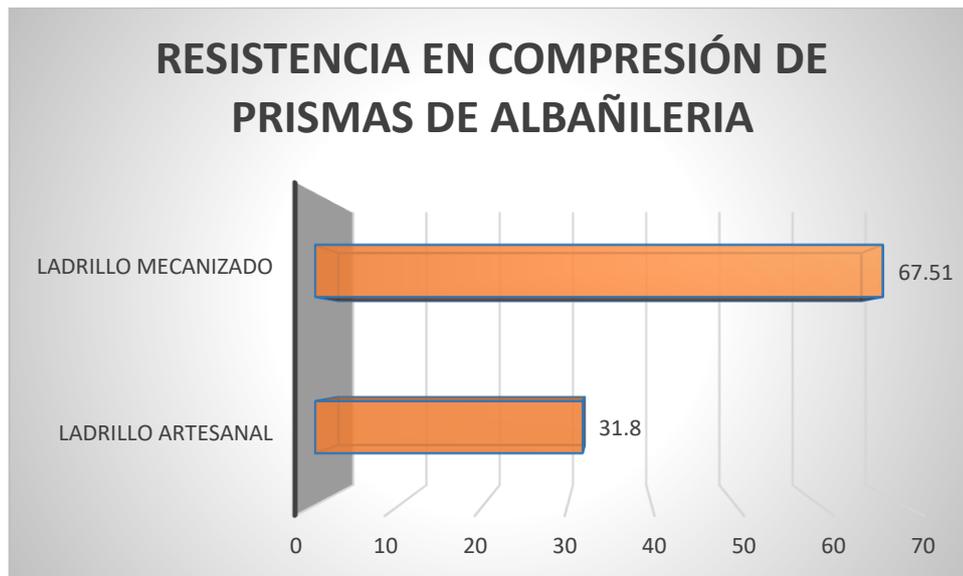


Figura 8. Comparación de resistencia a compresión de prismas de albañilería.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

La figura 8 presenta la comparación de resistencia a compresión de prismas de albañilería. Podemos observar que existe una mayor resistencia en compresión del prisma de albañilería en el ladrillo King Kong mecanizado en comparación al ladrillo King Kong artesanal.

4.2.2. Interpretación de resultados para ladrillos pandereta

4.2.2.1. *Ensayo de Variación Dimensional*

A continuación, se muestra la Tabla 70 que compara los resultados obtenidos del ensayo de variación dimensional con la norma E.070 de albañilería.

Tabla 70: Clasificación de ladrillos pandereta por variabilidad dimensional

Especimen	Variabilidad Dimensional						Clasificación NTP E.070
	L (cm)	VL(%)	A (cm)	VA(%)	H (cm)	VH(%)	
Ladrillo Artesanal	21.79	0.70	12.38	0.93	8.13	1.82	Tipo V
Ladrillo Semimecanizado	21.37	0.89	12.40	0.86	9.63	0.33	Tipo V
Ladrillo Mecanizado	21.95	0.42	13.91	0.54	10.05	0.74	Tipo V

*VL: Variación de largo

*VA: Variación de ancho

*VH: Variación de altura

En la Tabla 70 podemos observar la variación en las dimensiones de largo, ancho y alto del ladrillo pandereta, ya sea artesanal, semimecanizado o mecanizado, siendo la altura la dimensión más baja del ladrillo pandereta artesanal y las más altas del ancho del ladrillo mecanizado.

En cuanto a la clasificación para cada muestra, ésta se obtuvo comparando la Tabla 44 con la Tabla 7, resultando que todas las muestras tienen una clasificación de sus ladrillos pandereta de tipo V la cual indica que tienen una resistencia y durabilidad muy altas, apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio particularmente rigurosas (NTP 331.017, 1978).

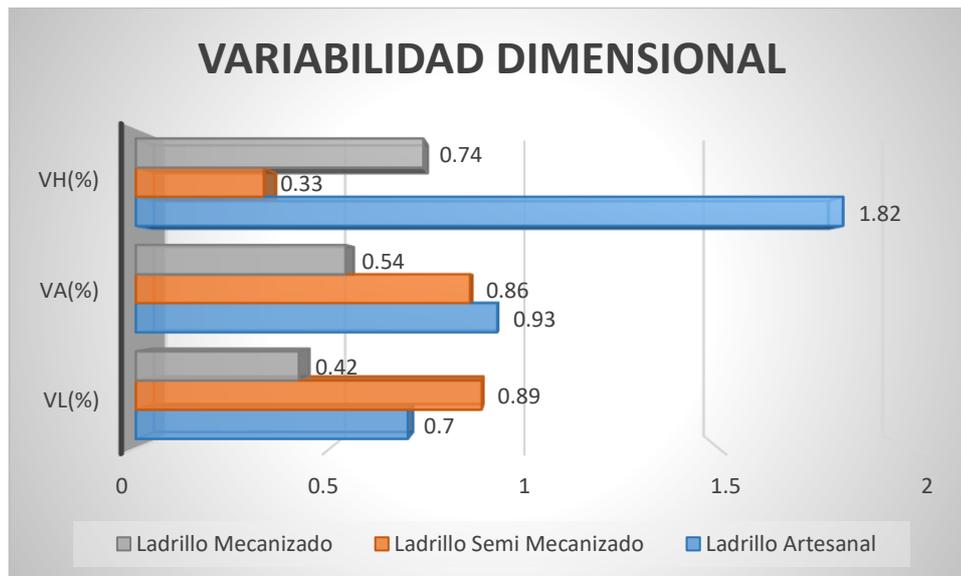


Figura 9. Comparación de variabilidad dimensional

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

En la figura 9 podemos observar que existe una mayor variabilidad dimensional en altura en el ladrillo pandereta artesanal, en la dimensión largo el ladrillo pandereta semimecanizado presenta una mayor variación, mientras que el ladrillo pandereta mecanizado presenta una variabilidad dimensional menor en comparación a las otras muestras.

Según la norma E.070, el espesor de las juntas horizontales debe ser 4mm más dos veces la desviación estándar de la altura de la unidad (Tabla 70)

Tabla 71: Espesores de junta horizontal.

Espécimen	Desviación estándar	Junta calculada = $4\text{mm} + 2 \cdot \sigma$ (mm)
Ladrillo Artesanal	0.15	4.3
Ladrillo Semimecanizado	0.03	4.06
Ladrillo Mecanizado	0.07	4.14

Por inspección de la Tabla 71; se deduce que, las unidades de las ladrilleras, no tendrán una reducción significativa de la resistencia, siempre y cuando se cumpla con el requerimiento mínimo de 10 mm. de junta horizontal y como máximo de 15 mm (San Bartolomé, 1998).

4.2.2.2. *Ensayo de Absorción*

A continuación, se muestra la Tabla 72 que compara los resultados obtenidos del ensayo de absorción con la norma E.070 de albañilería.

Tabla 72: Clasificación por absorción de ladrillos pandereta.

Especímen	Promedio de absorción	De acuerdo a la norma
	%	
Ladrillo Artesanal	19.97	ACEPTADO
Ladrillo Semimecanizado	16.45	ACEPTADO
Ladrillo Mecanizado	16.89	ACEPTADO

De acuerdo a la norma E.070, la absorción de la unidad de albañilería de arcilla no debe sobrepasar el 22%, por lo cual, en la Tabla 72 las muestras para ladrillo pandereta artesanal, ladrillo pandereta semimecanizado y ladrillo pandereta mecanizado cumplen con lo exigido por la norma resultando ser aceptables; esto indica que la capacidad de absorción tanto para ladrillo pandereta artesanal, ladrillo pandereta semimecanizado como para ladrillo pandereta mecanizado es aceptable por lo especificado en la norma, debido a que presenta un área admisible de porosidad en su composición.

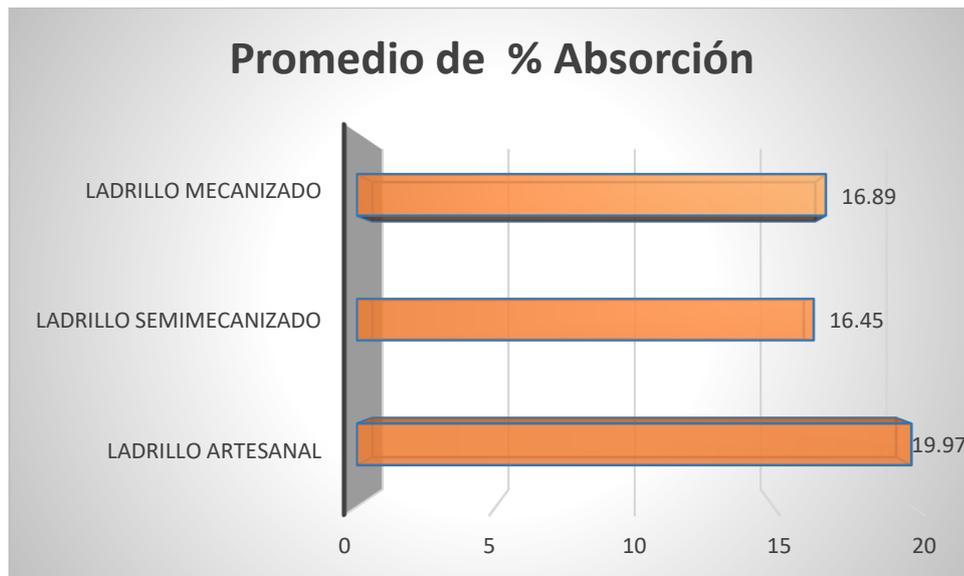


Figura 10. Comparación de promedio de absorción
FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

En la figura 10 podemos observar que existe una menor absorción en el ladrillo pandereta semimecanizado, mientras que el ladrillo pandereta artesanal presenta una mayor absorción lo que refleja una mayor porosidad en comparación del ladrillo pandereta semimecanizado y el ladrillo pandereta mecanizado.

4.2.3. Interpretación de resultados para ladrillos techo

4.2.3.1. Ensayo de variación dimensional

A continuación, se muestra la Tabla 73 que compara los resultados obtenidos del ensayo de variación dimensional con la norma E.070 de albañilería.

Tabla 73: Clasificación de ladrillos techo por variabilidad dimensional

Espécimen	Variabilidad Dimensional						Clasificación NTP E.070
	L (cm)	VL(%)	A (cm)	VA(%)	H (cm)	VH(%)	
Ladrillo Artesanal	22.67	0.70	25.62	1.18	13.26	0.48	Tipo IV
Ladrillo Semi Mecanizado	21.92	1.21	24.87	0.47	12.13	0.69	Tipo IV
Ladrillo Mecanizado	29.31	0.28	29.95	0.59	14.98	0.67	Tipo V

*VL: Variación de largo

*VA: Variación de ancho

*VH: Variación de altura

En la tabla 73 podemos observar la variación en las dimensiones de largo, ancho y alto del ladrillo techo, ya sea artesanal, semimecanizado o mecanizado, siendo la altura la dimensión más baja del ladrillo techo semimecanizado y las más altas del ancho del ladrillo mecanizado.

En cuanto a la clasificación para cada muestra, ésta se obtuvo comparando la Tabla 58 con la Tabla 7, resultando que las muestras para ladrillo techo artesanal y ladrillo techo semimecanizado tienen una clasificación de tipo IV y para ladrillo techo mecanizado tienen una clasificación de tipo V, lo cual indica que tienen una resistencia y durabilidad muy altas; apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio particularmente rigurosas (NTP 331.017, 1978).

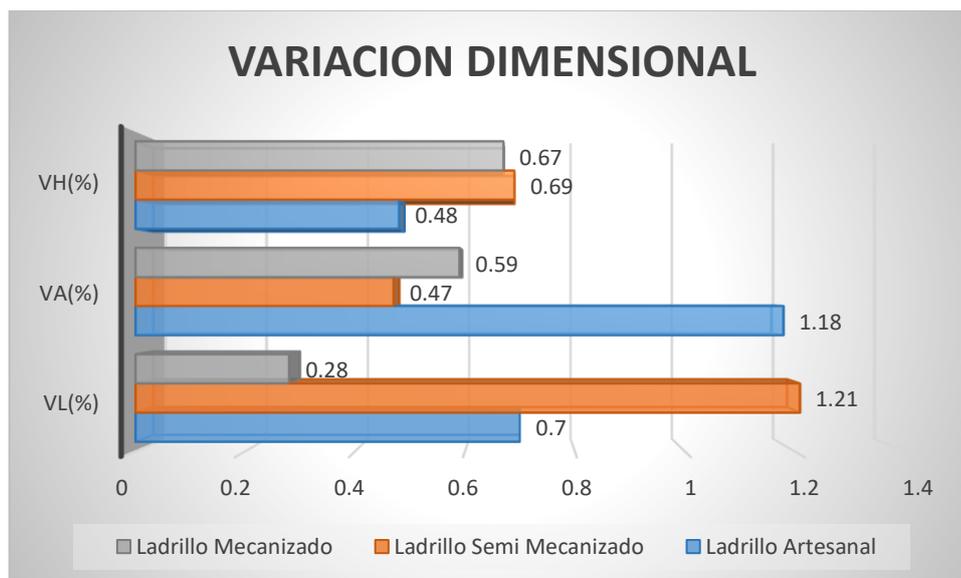


Figura 11. Comparación de variabilidad dimensional
FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

En la figura 11 podemos observar que existe una mayor variabilidad dimensional tanto en largo y ancho en el ladrillo techo semimecanizado, mientras que el ladrillo techo mecanizado presenta una variabilidad dimensional menor en comparación a las otras muestras.



4.2.3.2. *Ensayo de Absorción*

A continuación, se muestra la Tabla 74 que compara los resultados obtenidos del ensayo de absorción con la norma E.070 de albañilería.

Tabla 74: Clasificación por absorción de ladrillos techo.

Espécimen	Promedio de absorción	De acuerdo a la norma
	%	
Ladrillo Artesanal	24.47	NO ACEPTADO
Ladrillo Semimecanizado	14.53	ACEPTADO
Ladrillo Mecanizado	16.73	ACEPTADO

De acuerdo a la norma E.070, la absorción de la unidad de albañilería de arcilla no debe sobrepasar el 22%, por lo cual, en la Tabla 74 las muestras para ladrillo techo semimecanizado y ladrillo techo mecanizado cumplen con lo exigido por la norma resultando ser aceptables.

Esto indica que la capacidad de absorción tanto para ladrillo techo artesanal, ladrillo techo semimecanizado como para ladrillo techo mecanizado es aceptable por lo especificado en la norma, debido a que presenta un área admisible de porosidad en su composición, mientras que el ladrillo techo artesanal no es aceptado según la norma E.070.

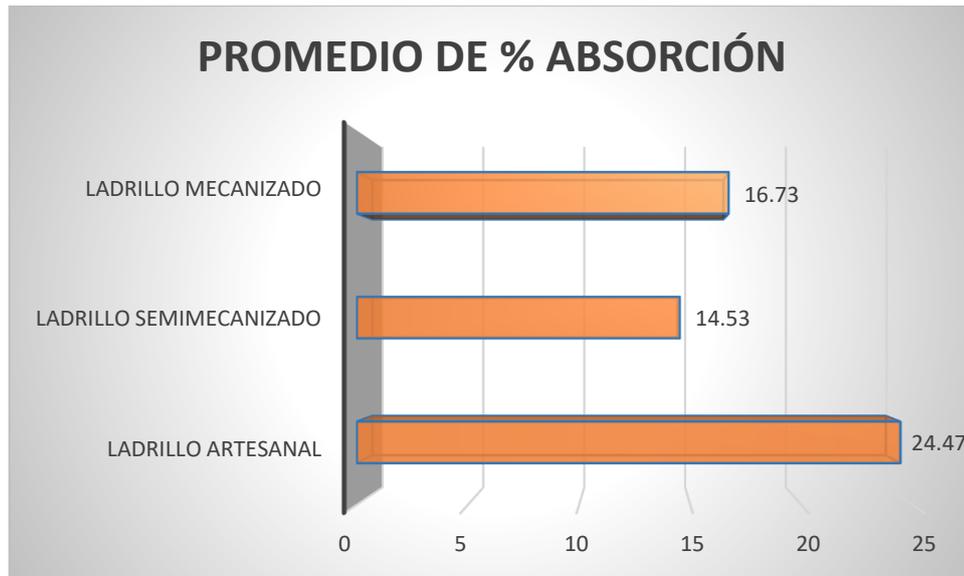


Figura 12. Comparación del promedio de absorción

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

En la figura 12 podemos observar que existe una menor absorción en el ladrillo techo semimecanizado, mientras que el ladrillo techo artesanal presenta una mayor absorción lo que refleja una mayor porosidad en comparación del ladrillo techo semimecanizado y el ladrillo techo mecanizado.



V. CONCLUSIONES

PRIMERA: Que, evaluada y comparada la resistencia y características del ladrillo artesanal, semimecanizado y mecanizado para muros y techos en la ciudad de Puno se concluye que el obtener unidades de un solo tipo de ladrillo en una obra puede ayudar a reducir la variabilidad de las propiedades más importantes, optimizando la calidad final de la estructura. Así también la variabilidad de los resultados obtenidos confirma la necesidad de controlar cada muestra.

SEGUNDA: Una vez determinado las propiedades físico – mecánicas del ladrillo artesanal y mecanizado para muros portantes utilizados para la construcción en la ciudad de Puno, como son: variación dimensional, rotura de ladrillo, absorción de ladrillo, alabeo, porcentaje de vacíos y resistencia a compresión de prismas de albañilería, se concluye que:

- En la variabilidad dimensional las muestras tienen una clasificación de sus ladrillos de tipo IV o tipo V lo cual indica que tienen una resistencia y durabilidad altas y muy altas; apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio particularmente rigurosas; existiendo una mayor variabilidad dimensional en largo y altura en el ladrillo king kong artesanal, en relación al ladrillo king kong mecanizado que tiene mayor variación dimensional en ancho.
- En rotura de ladrillo, ninguna de las ladrilleras en estudio alcanzan a la mínima resistencia que exige la norma E.070 que es de 50 kg/cm^2 para un ladrillo Tipo I siendo 31.06 kg/cm^2 para la ladrillera artesanal, 45.60 kg/cm^2 para la ladrillera mecanizada. Estos valores bajos nos señalan una baja calidad para fines estructurales; es decir una unidad poco resistente y poco durable.



- En absorción, todas las muestras cumplen con lo exigido por la norma, esto indica que la capacidad de absorción tanto para ladrillo King kong artesanal como para ladrillo king kong mecanizado resulta ser aceptable, presentando un área admisible de porosidad en su composición.
- En alabeo, las muestras de ladrillo king kong artesanal alcanza un alabeo para un ladrillo Tipo IV, lo que nos señala una resistencia y durabilidad altas; apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio rigurosas; mientras las muestras de ladrillo King kong mecanizado alcanzan un alabeo para un ladrillo Tipo V, esto nos señala una resistencia y durabilidad muy altas; apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio particularmente rigurosas, resultando la mejor opción para la construcción el ladrillo king kong mecanizado.
- En porcentaje de vacíos, las muestras tienen un porcentaje de vacíos por encima del 30% para el uso; esto podría ser una alerta significativa, pues las unidades con un porcentaje de vacíos excesivos, aunque conserven su resistencia podrían tener una falla explosiva que comprometería la estabilidad de la estructura en general.
- En resistencia a compresión de prismas de albañilería las pilas de ladrillo mecanizado cumplen con lo exigido en la norma, mientras que las pilas de albañilería de ladrillo artesanal no cumplen con el mínimo exigido en la norma.

TERCERA: En relación a la diferencias y similitudes de resistencia y características del ladrillo artesanal, semimecanizado y mecanizado para ladrillos pandereta, utilizado para la construcción en la ciudad de Puno, determinando las propiedades físico – mecánicas como son: variación dimensional y absorción de ladrillo se concluye que:

- En la variabilidad dimensional, todas las muestras tienen una clasificación de sus ladrillos de tipo V la cual indica que tienen una resistencia y durabilidad muy altas.



Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio particularmente rigurosas. Por otro lado, existe una mayor variabilidad dimensional en largo en el ladrillo pandereta semimecanizado, mayor variabilidad dimensional en ancho y altura en el ladrillo pandereta artesanal en comparación al ladrillo pandereta mecanizado.

- En absorción, las muestras para ladrillo pandereta artesanal, ladrillo pandereta semimecanizado y ladrillo pandereta mecanizado cumplen con lo exigido por la norma resultando ser aceptables, presentando un área admisible de porosidad en su composición.

CUARTA: Establecidas las diferencias y similitudes de resistencia y características del ladrillo artesanal, semimecanizado y mecanizado para techo, utilizados para la construcción en la ciudad de Puno, determinando las propiedades físico – mecánicas como son: variación dimensional y absorción del ladrillo se concluye:

- En la variabilidad dimensional, las muestras para ladrillo techo semimecanizado y ladrillo techo artesanal tienen una clasificación de sus ladrillos de tipo IV y para el ladrillo techo mecanizado tienen una clasificación de sus ladrillos de tipo V, lo cual indica que tienen una resistencia y durabilidad altas y muy altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio particularmente rigurosas. Así mismo existe una mayor variabilidad dimensional en el largo del ladrillo techo semimecanizado en referencia al ladrillo techo mecanizado.
- En absorción, las muestras para ladrillo techo semimecanizado y ladrillo techo mecanizado cumplen con lo exigido por la norma resultando ser aceptables, presentando así un área admisible de porosidad en su composición; lo contrario el ladrillo techo artesanal no cumple con la norma.



QUINTA: Finalmente se concluye que el ladrillo artesanal, es el menos indicado para ladrillos king kong y ladrillos para techo; en cuanto a ladrillos pandereta por variabilidad dimensional el menos indicado resulta el ladrillo semimecanizado y por absorción el menos conveniente es el ladrillo artesanal. En cualquiera de los casos la mejor elección para el uso de ladrillos utilizados para la construcción en la ciudad de Puno, resulta ser el ladrillo mecanizado.



VI. RECOMENDACIONES

PRIMERO: Se recomienda obtener y controlar unidades para ladrillos king kong, pandereta y para techo, de un solo tipo de ladrillo en obra para ayudar a reducir la variabilidad de las propiedades más importantes, optimizando así la calidad final de las estructuras.

SEGUNDO: Se recomienda el uso de ladrillos mecanizados para ladrillos king kong, pandereta y para techo por sus propiedades físico – mecánicas en contraste al de ladrillos artesanales y semimecanizados, esto debido a los procesos de fabricación, que han logrado uniformizar satisfactoriamente en variación dimensional, resistencia a compresión de unidades de albañilería, absorción, alabeo y resistencia a compresión de prismas de albañilería.

TERCERA: Se recomienda realizar estudios para determinar propiedades físico – mecánicas de ladrilleras artesanales, semimecanizadas y mecanizadas en la ciudad de Puno, para obtener una base de datos que pueda ser de utilidad para las personas interesadas en elegir una ladrillera para la construcción, así como también servirá para determinar las proporciones apropiadas para la obtención de un ladrillo de calidad.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AGUIRRE, D. (2004) *Evaluación de las características estructurales de la albañilería producida con unidades fabricadas en la región central de Junín*. Lima, Perú, Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Catálogo de Cerámica Espíritu Santo, S.A.
- Calderón, (2011) *Revista Peruana de Investigación Experimental*, Lima -Perú.
- Costos y presupuestos de obra, 7ma. Edición: “Ing. Miguel Salinas Seminario”
- Costos y presupuestos en edificación: CAPECO “Ing. Jorge Zegarra Russo”
- GALLEGOS, H. y CASABONNE, C. (2005) *Albañilería Estructural*. (3ra. ed.) Lima – Perú: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica.
- Guía para construcciones de albañilería de la Universidad nacional de ingeniería: “*construyendo edificaciones de albañilería con tecnologías apropiadas*”
- Ficha del producto de ladrillos Cerámicos: “BIGMAT almacenes profesionales para la construcción”
- ITINTEC (1978). *Norma Técnica Nacional 331.017 Elementos de arcilla cocida*.
- LULICHAC, F.C. (2015) *Determinación de las propiedades físico – mecánicas de las unidades de albañilería en la provincia de Cajamarca*. Cajamarca, Perú, Universidad Privada del Norte.
- Norma Boliviana NB 1211001:2009.
- Normas técnicas de construcción: “Ing. Víctor Manuel Espinosa Pinedo”
- NTP 399.613 (2005). *Unidades de albañilería, Método de muestreo y ensayos de ladrillos de arcilla usados en albañilería*. Lima – Perú: INDECOPI.
- NTP 399.605 (2013). *Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería*. Lima – Perú: INDECOPI.
- Materiales de construcción: “Ing. Percy D. Aza Morales”



QUISPE, M. (2016) *Determinación de las propiedades físico mecánicas de las unidades de albañilería elaboradas con residuos sólidos de ladrilleras artesanales, arena de la cantera de Cunyac y cemento portland tipo IP*. Cuzco, Perú, Universidad Andina del Cuzco.

SAN BARTOLOME, A. (1994) *Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural*. Lima – Perú: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica.

SEMINARIO, R. C. (2013) *Variabilidad de las propiedades de los ladrillos industriales de 18 huecos en la ciudad de Piura*. Piura, Perú, Universidad de Piura

www.construaprende.com

www.ladrilloshuecos.com

www.incerpaz.com.bo/

Manual de Ejecución de ladrillo cara vista, Sección ladrillo cara vista Hispalyt 490
(ejemplar gratuito)

ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
<p>Problema General: ¿Cuáles son las diferencias de resistencia entre el ladrillo artesanal, semimecanizado y el ladrillo mecanizado para construcciones de la ciudad de Puno?</p> <p>Problemas específicos: ¿Qué diferencias y similitudes existen en la resistencia características del ladrillo artesanal, semimecanizado y mecanizado para ladrillos King kong, pandereta y para techo en la ciudad de Puno.</p>	<p>Objetivo General: Evaluar y comparar la resistencia y características del ladrillo artesanal, semimecanizado y mecanizado para ladrillos King kong, pandereta y para techo en la ciudad de Puno.</p> <p>Objetivos Específicos: Establecer las diferencias y similitudes de resistencia y características del ladrillo artesanal, semimecanizado y mecanizado para ladrillos King kong, utilizados para la construcción en la ciudad de Puno.</p> <p>Determinar las diferencias y similitudes de resistencia y características del ladrillo artesanal, semimecanizado y mecanizado y para ladrillos King kong, utilizados para la construcción en la ciudad de Puno.</p>	<p>Hipótesis General: Existen diferencias significativas en la resistencia y características del ladrillo artesanal, semimecanizado y mecanizado para muros y techos en la ciudad de Puno.</p> <p>Hipótesis específicas: Se presentan diferencias significativas entre en la resistencia y características del ladrillo artesanal y King kong, utilizados para la construcción en la ciudad de Puno.</p> <p>Existen diferencias significativas de resistencia y características del ladrillo artesanal, semimecanizado y pandereta, utilizados para la construcción en la ciudad de Puno.</p>	<p>Variable Dependiente. Diferencias y similitudes entre el ladrillo artesanal, semimecanizado y ladrillo mecanizado</p> <p>• Rotura de ladrillo. • Absorción de ladrillo. • Alabeo. • Porcentaje de vacíos. • Variación dimensional. • Resistencia a compresión de prismas de albañilería.</p> <p>LADRILLO PANDERETA.</p> <p>• Absorción de ladrillo. • Variación dimensional.</p>	<p>Tipo y Diseño El tipo de investigación es el descriptivo o no experimental. Diseño: El diseño de la investigación es el evaluativo – comparativo Método: La investigación es de tipo hipotético- deductivo</p> <p>M → VD → Diferencias en los tipos de ladrillos</p> <p>Donde: M: muestra de estudio. VD: diferencias en los tipos de ladrillo. D: Diferencia de Medias</p> <p>Población y Muestra: En total tenemos 75 ladrillos artesanales, 30</p>

<p>mecanizado para ladrillos pandereta, utilizados para la construcción en la ciudad de Puno?</p> <p>¿Cuáles son las diferencias y similitudes de resistencia y características del ladrillo artesanal, semimecanizado y mecanizado para ladrillos para techo, utilizados para la construcción en la ciudad de Puno?</p>	<p>mecanizado para ladrillos pandereta, utilizados para la construcción en la ciudad de Puno.</p> <p>Determinar las diferencias y similitudes de resistencia y características del ladrillo artesanal, semimecanizado y mecanizado para ladrillos para techo, utilizados para la construcción en la ciudad de Puno.</p>	<p>Existen significativas de resistencia y características del ladrillo artesanal, semimecanizado y mecanizado para ladrillos para techo, utilizados para la construcción en la ciudad de Puno.</p>	<p>LADRILLO PARA TECHO.</p> <ul style="list-style-type: none">• Absorción de ladrillo.• Variación dimensional.	<p>ladrillos semimecanizados y 75 ladrillos mecanizados.</p> <p>Técnicas e instrumentos: Pruebas de Laboratorio</p>
--	---	---	--	---

ANEXO 2. PANEL FOTOGRÁFICO EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA Y CARACTERÍSTICAS DEL LADRILLO ARTESANAL, SEMIMECANIZADO Y MECANIZADO PARA MUROS Y TECHOS EN LA CIUDAD DE PUNO



Figura 13: Mediciones de los ladrillos pandereta artesanal, semimecanizado y mecanizado con vernier para hallar la variación dimensional.



Figura 14: Mediciones de los ladrillos para techo artesanal, semimecanizado y mecanizado con vernier para hallar la variación dimensional.



Figura 15: Medición de la concavidad del ladrillo king kong mecanizado.



Figura 16: Acercamiento a la medición del alabeo



Figura 17: Secado de los especímenes en el horno a 110°C por 24 horas.



Figura 18: Saturación de los especímenes por 24 horas.



Figura 19: Limpieza superficial de los especímenes con un paño.



Figura 20: Medición del diámetro del molde para hallar el peso específico de la arena.



Figura 21: Determinación del peso del molde para determinar el peso de la arena.



Figura 22: Enrasado de la arena dentro del molde.



Figura 23: Relleno del ladrillo con arena sobre una hoja de papel



Figura 24: Pesado de la arena que estaba dentro de los vacíos del ladrillo.



Figura 25: Refrentado de los ladrillos king kong artesanal y mecanizado.



Figura 26: Rotura del ladrillo king kong artesanal.



Figura 27: Refrentado de los prismas de albañilería



Figura 28: Preparación de la resistencia a compresión del prisma de albañilería para los ladrillos king kong mecanizados



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL.

**COSTANCIA DE USO DE EQUIPOS Y LABORATORIO DE
CONSTRUCCIONES**

**EL QUE SUSCRIBE JEFE DE LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES
DE LA FICA**

Hace constar:

Que el tesista, conducente a la obtención del Título profesional de Ingeniero Civil Bach: **EDSON EUGENIO CCAMA JALIRI**, hizo uso de los equipos del Laboratorio de Construcciones - FICA, para realizar los ensayos requeridos para su proyecto de Tesis: **"EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA Y CARACTERÍSTICAS DEL LADRILLO ARTESANAL, SEMIMECANIZADO Y MECANIZADO PARA MUROS PORTANTES, NO PORTANTES Y DE TECHO EN LA CIUDAD DE PUNO - 2017"**.

Los ensayos que realizo son los siguientes.

Nº	ENSAYOS	NRO. DE ENSAYOS	FECHA DE ENSAYO
1	VARIACIÓN DIMENSIONAL	80	24/04/2019 al 26/04/2019
2	ALABEO	20	29/04/2019
3	PORCENTAJE DE VACIOS	10	29/04/2019 al 06/05/2019
4	ABSORCIÓN	40	24/04/2019 al 21/06/2019
5	ROTURA DE PILAS	10	17/06/2019 al 19/06/2019
6	ROTURA DE LADRILLOS	20	19/06/2019

Los resultados obtenidos, de los ensayos, no son responsabilidad del Laboratorio de Construcciones.

Se le expide la presente constancia a solicitud escrita del interesado, para adjuntar en su proyecto de Tesis.

Puno, C. U. 16 de Julio de 2019.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES FICA
[Firma]
MSc. Ing. Orno F. Laque Cordova
JEFE DE LABORATORIO