



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ; ELABORADAS CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL KING KONG 18 HUECOS, RESPECTO DE LOS COEFICIENTES ESTABLECIDOS POR LA NORMA TÉCNICA E.070-ALBAÑILERÍA

PRESENTADO POR:

HUISA CUITO, Luz Nadia
SALAS RIOS, Edwin

**Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil**

ASESOR:

MGT. ING. CARMEN CECILIA GIL RODRÍGUEZ

CUSCO - PERÚ
2016





DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de investigación fundamentalmente a mi madre Gabriela Rios Dueñas y hermana Shirley Salas Rios, quienes siempre me apoyaron en todo lo que emprendí.

Edwin Salas Rios

A:

Mis padres Violeta y Leonidas, a mis hermanos Iván y Flor por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

Luz Nadia Huisa Cuito



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitirme llevar a cabo mis estudios superiores.

Así mismo, doy las gracias a mi familia, que en todo momento me ha brindado su apoyo para alcanzar metas y trazar unas nuevas.

Agradezco a mis docentes quienes me transmitieron los conocimientos técnicos y éticos relacionados a la vida profesional.

Agradezco a la Ing. Carmen Gil Rodríguez por el constante apoyo durante el proceso de investigación, por absolver mis dudas y depositar su confianza en mi persona.

Edwin Salas Rios

Gracias Dios por permitirme llegar hasta hoy.

Así mismo mi más sincera gratitud a la Universidad Andina del Cusco, a la Escuela profesional de Ing. Civil, por darme la oportunidad de ser profesional; a mis docentes que a lo largo de mi formación profesional me impartieron sus conocimientos.

Agradezco a mi familia que en todo momento me ha brindado su apoyo incondicional.

Mi gratitud a la Ing. Carmen Gil Rodríguez por su esfuerzo, dedicación y constante apoyo a lo largo del desarrollo de la investigación.

Luz Nadia Huisa Cuito

**RESUMEN**

La presente investigación fue desarrollada en el Departamento del Cusco, provincia del Cusco, distrito de San Jerónimo, tuvo como objetivo determinar la variación de los coeficientes de corrección por esbeltez de resistencia a compresión axial, obtenidos al ensayar pilas de albañilería, elaboradas con mortero tipo P2 y ladrillo King Kong 18 huecos de procedencia semi industrial, respecto a los parámetros establecidos en la Norma Técnica E.070 - Albañilería.

Para tal efecto se realizaron pruebas de clasificación estructural y de aceptación de las unidades del albañilería (King Kong) de las ladrilleras del distrito de San Jerónimo, con la finalidad de alcanzar límites y parámetros establecidos por la Norma Técnica E.070 – Albañilería, tales son: ensayos de variación dimensional, alabeo, resistencia a compresión axial, absorción, porcentaje de área hueca, así como también se hicieron pruebas de variación de la dosificación de arena fina y confitillo con el objetivo de obtener la granulometría de arena gruesa establecida para el mortero por la norma antes mencionada.

Para alcanzar el objetivo de la investigación se elaboraron pilas de albañilería de diferentes esbelteces, con uso de ladrillo King Kong estructural y mortero en dosificación cemento: arena – 1:4, a los 28 días de edad fueron sometidas al ensayo de compresión axial.

Finalmente, después del análisis de datos los Coeficientes de Corrección por Esbeltez de resistencia a compresión axial, obtenidos experimentalmente fueron comparados respecto a los de la Norma Técnica E.070 – Albañilería, encontrándose una variación del 0% a $\pm 10\%$.

Palabras clave: Coeficientes de corrección por esbeltez, resistencia a compresión axial, pilas de albañilería, ladrillo King Kong 18 huecos, mortero tipo P2.

**ABSTRACT**

The present research was developed in the department of Cusco, the province of Cusco, district of San Jerónimo, had as an objective to determine the variation of the correction coefficients by slenderness of resistance to the axial compression, obtained by testing piles of masonry, elaborated with mortar type P2 and brick King Kong 18 holes of semi-industrial origin, with regard to the parameters established in the technical standard E.070 - Masonry.

For this purpose tests were carried out on the structure and of the acceptance of the units of the masonry (King Kong) of the factories of the district of San Jerónimo, with the purpose of the limits of the scope and the technical parameters set by the E.070 - Masonry, such are: tests of dimensional variation, warp, resistance to axial compression, absorption, percentage of hollow area, as well as tests were also variation of the dosage of fine sand and confidence with the objective to obtain the granulometry of thick sand established for mortar by the aforesaid standard.

To achieve the objective of the research was developed stacks of masonry of different slender, with use of brick and mortar structural King Kong in dosage cement : sand - 1: 4, at 28 days of age were subjected to the test of axial compression.

Finally, after the data analysis the Coeff of correction by slenderness of the resistance a axial compression, experimental results were compared with those of the technical standard E.070 - Masonry, finding a variation of the 0% to $\pm 10\%$.

Key words: Correction coefficients by slenderness, resistance to the axial compression, piles of masonry, brick King Kong 18 holes, mortar type P2.



INTRODUCCIÓN

“Análisis comparativo de los coeficientes de corrección de la resistencia a compresión axial de pilas de albañilería por efectos de esbeltez; elaboradas con ladrillo semi industrial king kong 18 huecos, respecto de los coeficientes establecidos por la Norma Técnica E.070-Albañilería”, es una investigación que pertenece al área de estructuras dentro de la Ingeniería Civil; la cual se realizó en la ciudad del Cusco, con materiales propios de la región.

La región del Cusco, al encontrarse en pleno auge de la construcción, requiere de especificaciones técnicas que estén acorde a sus características geotécnicas, geológicas, industriales, climáticas, de mano de obra, entre otras. Dichas especificaciones deben ser obtenidas siguiendo un proceso científico experimental como lo pretende esta investigación.

La presente investigación tuvo como objetivo principal determinar la variación de los Coeficientes de corrección por esbeltez de resistencia a compresión axial obtenidos al ensayar pilas de albañilería, elaboradas con mortero tipo P2 y ladrillo King kong 18 huecos de procedencia semi industrial elaboradas en el distrito de San Jerónimo - Cusco, respecto a los parámetros establecidos en la Norma Técnica E.070 – Albañilería.

En cuanto al proceso experimental se ensayaron pilas de albañilería simple en condiciones de laboratorio, es decir, con el control de las principales condiciones de elaboración. La investigación está compuesta de seis capítulos: El capítulo I referido la identificación del problema, justificación e importancia, limitaciones, objetivos, hipótesis y variables de la investigación. En el capítulo II se incluye el marco teórico, antecedentes tales como investigaciones referidos al estudio de los factores de corrección de la resistencia a compresión axial de prismas de albañilería por efectos de esbeltez y los conceptos requeridos para el desarrollo de la investigación.

El capítulo III hace referencia a la metodología y diseño de la investigación, descripción de la población y muestra, instrumentos de metodológicos y de ingeniería, proceso de recolección de datos y análisis de datos.

En el capítulo IV y V se muestran los resultados de la investigación y su interpretación. Finalmente constan las conclusiones, recomendaciones, referencias y anexos.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA i

AGRADECIMIENTOS ii

RESUMEN..... iii

ABSTRACT iv

INTRODUCCIÓN..... v

ÍNDICE GENERAL vi

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... 1

 1.1. Ámbito de influencia de la Tesis..... 1

 1.1.1. Descripción del Problema 1

 1.1.2. Formulación interrogativa del problema..... 1

 1.1.2.1. Formulación interrogativa del problema general 1

 1.1.2.2. Formulación interrogativa de los problemas específicos..... 2

 1.2. Justificación e Importancia de la investigación 2

 1.2.1. Justificación técnica 2

 1.2.2. Justificación social 3

 1.2.3. Justificación por vialidad 4

 1.2.4. Justificación por relevancia 4

 1.3. Limitaciones de la investigación 4

 1.3.1. Limitaciones geográficas 4

 1.3.2. Limitaciones en los componentes de la albañilería 5

 1.3.2.1. Unidades de albañilería..... 5

 1.3.2.2. Mortero 6

 1.3.2.3. Mano de obra 6

 1.3.2.4. Ensayos de laboratorio..... 6

 1.3.2.5. Análisis de resultados de investigación 7

 1.4. Objetivo de la investigación..... 7

 1.4.1. Objetivo general..... 7

 1.4.2. Objetivos Específicos..... 7

 1.5. Hipótesis..... 8

 1.5.1. Hipótesis general 8

 1.5.2. Sub hipótesis 8

 1.6. Definición de Variables..... 9



- 1.6.1. Variables Independientes 9
- 1.6.2. Indicadores de variables independientes 9
- 1.6.3. Variables Dependientes 10
- 1.6.4. Indicadores de variables dependientes 10
- 1.6.5. Cuadro de operacionalización de variables 11
- CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO 13
- 2.1. Antecedentes de la Tesis o Investigación Actual 13
 - 2.1.1. Antecedentes a Nivel Nacional 13
 - 2.1.2. Antecedentes a Nivel Internacional 14
- 2.2. Aspectos Teóricos pertinentes 15
 - 2.2.1. Albañilería y Mampostería 15
 - 2.2.1.1. Definición 15
 - 2.2.2. Tipos de Albañilería 16
 - 2.2.2.1. Clasificación por la función estructural 16
 - 2.2.2.1.1. Muros no portantes 16
 - 2.2.2.1.2. Muros portantes 16
 - 2.2.2.2. Clasificación por la distribución del refuerzo 17
 - 2.2.2.2.1. Muros no reforzados o de albañilería simple 17
 - 2.2.2.2.2. Muros reforzados de acuerdo a la disposición del refuerzo, los muros se clasifican en: 17
 - A. Muros de albañilería armada 17
 - B. Muros de albañilería confinada 17
 - 2.2.3. Unidad de albañilería 18
 - 2.2.3.1. Tipo de fabricación 18
 - 2.2.3.1.1. Artesanal 19
 - 2.2.3.1.2. Semi Industrial 19
 - 2.2.3.1.3. Industrial 20
 - 2.2.3.2. Propiedades de las unidades de albañilería 21
 - 2.2.3.2.1. Variación dimensional 22
 - 2.2.3.2.2. Alabeo 23
 - 2.2.3.2.3. Resistencia a compresión 24
 - 2.2.3.2.4. Absorción 25
 - 2.2.3.3. Aceptación de unidad de albañilería 26
 - 2.2.3.4. Clasificación 27
 - 2.2.3.4.1. Por sus dimensiones 27



- A. Ladrillos 27
- B. Bloques 28
- 2.2.3.4.2. Por su área neta en la cara de asiento..... 28
 - A. Unidades Sólidas o Macizas 29
 - B. Unidades huecas..... 29
 - C. Unidades perforadas 30
 - D. Unidades tubulares 31
- 2.2.3.4.3. Por la materia prima 32
 - A. Unidades de arcilla 32
 - B. Unidades de concreto 34
- 2.2.3.4.4. Por sus fines estructurales 35
- 2.2.4. Cemento 35
 - 2.2.4.1. Tipos de cemento 36
 - 2.2.4.1.1. Cemento tipo I 36
 - 2.2.4.1.2. Cemento tipo IP..... 36
- 2.2.5. Agregados 36
 - 2.2.5.1. Clasificación de los agregados..... 37
 - 2.2.5.1.1. Por su tamaño 37
 - A. Agregado fino 37
 - B. Agregado grueso 37
 - 2.2.5.2. Granulometría 38
 - 2.2.5.3. Módulo de fineza 39
- 2.2.6. Agua 39
- 2.2.7. Mortero 40
 - 2.2.7.1. Especificaciones de los componentes del mortero..... 41
 - A. Cemento..... 41
 - B. Cal hidratada normalizada..... 41
 - C. Arena gruesa..... 41
 - D. Agua..... 42
 - 2.2.7.2. Clasificación por la preparación del mortero 42
 - 2.2.7.2.1. Morteros artesanales..... 42
 - 2.2.7.2.2. Morteros industriales 42
 - 2.2.7.3. Clasificación para fines estructurales 42
 - 2.2.7.4. Retentividad 43
 - 2.2.7.5. Resistencia a compresión axial de testigos de mortero 44



- 2.2.8. Curado del concreto..... 45
- 2.2.9. Proceso constructivo de prismas de albañilería..... 45
 - 2.2.9.1. Almacenamiento de prismas 47
 - 2.2.9.2. Curado de pilas de albañilería..... 47
 - 2.2.9.3. Capping o refrentado..... 48
- 2.2.10. Resistencia a compresión axial de prismas de albañilería (fm) 49
 - 2.2.10.1. Esbeltez de pilas 50
 - 2.2.10.2. Técnica de ensayo a compresión axial en pilas de albañilería 50
 - 2.2.10.3. Resistencia característica a compresión axial de albañilería (f'm) 51
 - 2.2.10.4. Coeficientes de corrección de resistencia a compresión axial para pilas de albañilería..... 51
 - 2.2.10.5. Formas de falla 52
- 2.2.11. Aspectos estadísticos 53
 - 2.2.11.1. Desviación Estándar..... 53
 - 2.2.11.1.1. Desviación Estándar de una muestra..... 53
 - 2.2.11.1.2. Desviación Estándar de una población 54
 - 2.2.11.2. Coeficiente de correlación lineal (r) 54
 - 2.2.11.2.1. Interpretación del coeficiente de correlación lineal (r) 55
 - 2.2.11.2.2. Interpretación del cuadrado del coeficiente de correlación lineal (r²) 55
 - 2.2.11.3. Efecto Poisson..... 55
- CAPÍTULO III: METODOLOGÍA 57
 - 3.1. Metodología de la investigación 58
 - 3.1.1. Tipo de investigación 58
 - 3.1.2. Nivel de la investigación 58
 - 3.1.3. Método de investigación 58
 - 3.2. Diseño de la Investigación..... 59
 - 3.2.1. Diseño metodológico 59
 - 3.2.2. Tipo de diseño 59
 - 3.2.3. Diseño de Ingeniería 59
 - 3.3. Población y Muestra 62
 - 3.3.1. Población 62
 - 3.3.1.1. Descripción de la población..... 62
 - 3.3.1.2. Cuantificación de la población..... 62
 - 3.3.2. Muestra 63
 - 3.3.2.1. Descripción de la muestra 63



- 3.3.2.2. Cuantificación de la muestra 63
- 3.3.2.3. Método de muestreo 64
- 3.3.2.4. Criterios de evaluación de muestra 64
- 3.3.3. Criterio de inclusión 64
 - 3.3.3.1. Materiales..... 64
 - 3.3.3.2. Características de las pilas de albañilería 65
 - 3.3.3.3. Ensayos..... 66
- 3.4. Instrumentos..... 66
 - 3.4.1. Instrumentos metodológicos o Instrumentos de Recolección de Datos 66
 - 3.4.1.1. Formato N°01 Ficha de encuesta..... 68
 - 3.4.1.2. Formato N° 02 Empadronamiento de ladrilleras:..... 69
 - 3.4.1.3. Formato N° 03 Variación dimensional 70
 - 3.4.1.4. Formato N° 04 Alabeo 71
 - 3.4.1.5. Formato N° 05 Absorción en unidades de albañilería: 72
 - 3.4.1.6. Formato N° 06 Porcentaje de área hueca en unidades de albañilería
73
 - 3.4.1.7. Formato N° 07 Resistencia a compresión axial de unidades de
albañilería: 74
 - 3.4.1.8. Formato N°08 Análisis granulométrico: 75
 - 3.4.1.9. Formato N° 09 Resistencia a compresión axial de pilas de
albañilería 76
 - 3.4.1.10. Formato N°10 Resistencia a compresión axial de testigos de
mortero 77
 - 3.4.2. Instrumentos de Ingeniería: 78
- 3.5. Procedimientos de Recolección de Datos 81
 - 3.5.1. Encuesta a productores de unidades de albañilería 81
 - 3.5.1.1. Equipos y materiales 81
 - 3.5.1.2. Procedimiento 81
 - 3.5.1.3. Toma de datos de la encuesta 83
 - 3.5.2. Ensayo de variación dimensional..... 89
 - 3.5.2.1. Equipos utilizados 89
 - 3.5.2.2. Muestra 89
 - 3.5.2.3. Procedimiento 89
 - 3.5.2.4. Toma de datos 91
 - 3.5.3. Ensayo de alabeo 100
 - 3.5.3.1. Equipos utilizados 100



- 3.5.3.2. Muestra 100
- 3.5.3.3. Procedimiento 100
- Toma de datos..... 101
- 3.5.4. Ensayo de absorción de unidades de albañilería..... 110
 - 3.5.4.1. Equipo utilizados 110
 - 3.5.4.2. Muestra 110
 - 3.5.4.3. Procedimiento 110
 - 3.5.4.4. Toma de datos 113
- 3.5.5. Ensayo de verificación de unidad de albañilería sólida..... 117
 - 3.5.5.1. Equipos Utilizados..... 117
 - 3.5.5.2. Muestra 117
 - 3.5.5.3. Procedimiento 117
 - 3.5.5.4. Toma de datos 118
- 3.5.6. Ensayo de resistencia a compresión axial de unidades de albañilería 121
 - 3.5.6.1. Equipos utilizados 121
 - 3.5.6.2. Muestra 121
 - 3.5.6.3. Procedimiento 121
 - 3.5.6.4. Toma de datos 122
- 3.5.7. Ensayo de granulometría del agregado para mortero..... 126
 - 3.5.7.1. Equipos Utilizados..... 126
 - 3.5.7.2. Muestra 126
 - 3.5.7.3. Procedimiento 126
 - 3.5.7.4. Toma de datos 129
- 3.5.8. Ensayo de compresión axial de pilas de albañilería 132
 - 3.5.8.1. Equipos Utilizados 132
 - 3.5.8.2. Muestra..... 132
 - 3.5.8.3. Procedimiento..... 132
 - 3.5.8.4. Toma de datos..... 136
- 3.5.9. Ensayo a compresión axial de prismas de mortero 148
 - 3.5.9.1. Equipos Utilizados..... 148
 - 3.5.9.2. Muestra 148
 - 3.5.9.3. Procedimiento 148
 - 3.5.9.4. Toma de datos 151
- 3.6. Procedimientos de análisis de datos 152



- 3.6.1. Cuantificación de la muestra A (productoras de unidades de albañilería) 152
 - 3.6.1.1. Proceso de cálculo 152
 - 3.6.1.2. Diagramas y tablas..... 152
 - 3.6.1.3. Análisis de la prueba 155
- 3.6.2. Ensayo de variación dimensional..... 155
 - 3.6.2.1. Proceso de cálculo 155
 - 3.6.2.2. Diagramas y tablas..... 157
 - 3.6.2.3. Análisis de la prueba 164
- 3.6.3. Ensayo de alabeo 164
 - 3.6.3.1. Proceso de cálculo 164
 - 3.6.3.2. Diagramas y tabla 166
 - 3.6.3.3. Análisis de la prueba 170
- 3.6.4. Ensayo de absorción de unidades de albañilería..... 170
 - 3.6.4.1. Proceso de cálculo 170
 - 3.6.4.2. Diagramas y tablas..... 171
 - 3.6.4.3. Análisis de la prueba 176
- 3.6.5. Ensayo de verificación de unidad de albañilería sólida..... 176
 - 3.6.5.1. Proceso de cálculo 176
 - 3.6.5.2. Diagramas y tablas..... 177
 - 3.6.5.3. Análisis de la prueba 182
- 3.6.6. Ensayo de resistencia a compresión axial de unidades de albañilería 183
 - 3.6.6.1. Proceso de cálculo 183
 - 3.6.6.2. Diagramas y tablas..... 184
 - 3.6.6.3. Análisis de la prueba 191
- 3.6.7. Ensayo de granulometría del agregado para mortero..... 192
 - 3.6.7.1. Proceso de cálculo 192
 - 3.6.7.2. Diagramas y tablas..... 193
 - 3.6.7.3. Análisis de la prueba 197
- 3.6.8. Ensayo de compresión axial de pilas de albañilería 197
 - 3.6.8.1. Proceso de cálculo 197
 - 3.6.8.2. Diagramas y tablas..... 200
 - 3.6.8.3. Análisis de la prueba 230
- 3.6.9. Ensayo a compresión axial de prismas de mortero 235
 - 3.6.9.1. Proceso de cálculo 235



3.6.9.2. Diagramas y tablas.....	236
3.6.9.3. Análisis de la prueba	236
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	237
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	254
GLOSARIO.....	259
CONCLUSIONES.....	263
RECOMENDACIONES	266
REFERENCIAS	268
ANEXOS.....	271



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA Nº 1: Coordenadas UTM 5

TABLA Nº 2: Operacionalización de Variables 11

TABLA Nº 3: Uso de unidades de albañilería según el tipo 31

TABLA Nº 4: Clasificación de unidades de albañilería para fines estructurales 35

TABLA Nº 5: Granulometría del agregado fino 37

TABLA Nº 6: Granulometría de la arena gruesa 41

TABLA Nº 7: Dosificación de morteros 43

TABLA Nº 8: Factores de corrección de f´m y v´m en prismas de albañilería por edad de ensayo 47

TABLA Nº 9: Factores de corrección de f´m por efectos de esbeltez 52

TABLA Nº 10: Cuadro Metodológico 57

TABLA Nº 11: Cuantificación de la muestra B 63

TABLA Nº 12: Ensayos realizadas para unidades y pilas de albañilería 64

TABLA Nº 13: Formato de empadronamiento de ladrilleras 69

TABLA Nº 14: Formato para ensayo de variación dimensional 70

TABLA Nº 15: Formato para ensayo de alabeo 71

TABLA Nº 16: Formato de ensayo de absorción 72

TABLA Nº 17: Formato de ensayo de porcentaje de área hueca 73

TABLA Nº 18: Formato de ensayo de resistencia a compresión axial de unidades de albañilería 74

TABLA Nº 19: Formato de ensayo de análisis granulométrico 75

TABLA Nº 20: Formato de ensayo de resistencia a compresión axial de pilas de albañilería 76

TABLA Nº 21: Formato de ensayo de resistencia a compresión axial de testigos de mortero 77

TABLA Nº 22: Instrumentos de Ingeniería 78

TABLA Nº 23: Empadronamiento de ladrilleras 83

TABLA Nº 24: Datos de variación dimensional 91

TABLA Nº 25: Datos de alabeo 101

TABLA Nº 26: Datos de absorción 113

TABLA Nº 27: Datos de porcentaje de área hueca 118



TABLA Nº 28: Datos de resistencia a compresión axial de unidades de albañilería 122

TABLA Nº 29: Datos de granulometría - confitillo 50% y arena fina 50%..... 129

TABLA Nº 30: Datos de granulometría - confitillo 30% y arena fina 70%..... 130

TABLA Nº 31: Datos de granulometría - confitillo 20% y arena fina 80%..... 131

TABLA Nº 32: Datos de resistencia a compresión axial de pilas de albañilería 136

TABLA Nº 33: Datos de resistencia a compresión axial de testigos de mortero..... 151

TABLA Nº 34: Productoras componentes de la muestra A..... 153

TABLA Nº 35: Proceso de cálculo de variación dimensional..... 157

TABLA Nº 36: Producción de unidades de albañilería por cada clase estructural.. 164

TABLA Nº 37: Proceso de cálculo de alabeo 166

TABLA Nº 38: Clasificación estructural de ladrilleras según alabeo 170

TABLA Nº 39: Proceso de cálculo de absorción de unidades de albañilería..... 172

TABLA Nº 40: Aceptación de la producción de ladrilleras según la absorción 176

TABLA Nº 41: Proceso de cálculo de porcentaje de área hueca en unidades de albañilería 178

TABLA Nº 42: Clasificación de producción de ladrilleras según el área hueca 182

TABLA Nº 43: Proceso de cálculo de resistencia a compresión axial de unidades de albañilería 185

TABLA Nº 44: Clasificación estructural de la producción por según f' b..... 191

TABLA Nº 45: Proceso de cálculo de granulometría: 50% arena fina, 50% confitillo 193

TABLA Nº 46: Proceso de cálculo de granulometría: 70% arena fina, 30% confitillo 194

TABLA Nº 47: Proceso de cálculo de granulometría: 80% arena fina, 20% confitillo 195

TABLA Nº 48: Cálculo bruto de resistencia a compresión axial de pilas – L. Mirador 200

TABLA Nº 49: Cálculo selecto de resistencia a compresión axial de pilas – L. Mirador 202

TABLA Nº 50: Cálculo bruto de resistencia a compresión axial de pilas – L. Jhon Anthony 205

TABLA Nº 51: Cálculo selecto de resistencia a compresión axial de pilas – L. Jhon Anthony 207



TABLA Nº 52: Cálculo bruto de resistencia a compresión axial de pilas – Ladrillera (L) 210

TABLA Nº 53: Cálculo selecto de resistencia a compresión axial de pilas – Ladrillera (L) 212

TABLA Nº 54: Cálculo bruto de resistencia a compresión axial de pilas – L. Latesa 215

TABLA Nº 55: Cálculo selecto de resistencia a compresión axial de pilas – L. Latesa 217

TABLA Nº 56: Cálculo bruto de resistencia a compresión axial de pilas – Ladrillera (U) 220

TABLA Nº 57: Cálculo selecto de resistencia a compresión axial de pilas – Ladrillera (U) 222

TABLA Nº 58: Cálculo bruto de resistencia a compresión axial de pilas – L. Muralla 225

TABLA Nº 59: Cálculo selecto de resistencia a compresión axial de pilas – L. Muralla 227

TABLA Nº 60: Resistencias nominales para pilas de 2, 3, 4, 5, 6 y 7 hiladas 230

TABLA Nº 61: Resistencias f'_m nominal y f'_b para cada ladrillera 231

TABLA Nº 62: Resistencias características promedio a compresión axial de pilas 232

TABLA Nº 63: Cálculo de resistencia a compresión axial de testigos de mortero .. 236

TABLA Nº 64: Resultados de ensayos para selección de ladrilleras 237

TABLA Nº 65: Parámetros numéricos para selección de ladrilleras 238

TABLA Nº 66: Clasificación estructural de la producción de cada ladrillera 239

TABLA Nº 67: Resistencia característica a compresión axial de pilas de albañilería de 2 hiladas 243

TABLA Nº 68: Resistencia característica a compresión axial de pilas de albañilería de 3 hiladas 244

TABLA Nº 69: Resistencia característica a compresión axial de pilas de albañilería de 4 hiladas 245

TABLA Nº 70: Resistencia característica a compresión axial de pilas de albañilería de 5 hiladas 246

TABLA Nº 71: Resistencia característica a compresión axial de pilas de albañilería de 6 hiladas 247



TABLA N° 72: Resistencia característica a compresión axial de pilas de albañilería de 7 hiladas 248

TABLA N° 73: Valor de CCe para pilas de 2, 3, 4, 5, 6 y 7 hiladas 250

TABLA N° 74: Coeficientes de corrección de la resistencia a compresión axial por efectos de esbeltez obtenidos experimentalmente 252

TABLA N° 75: Comparativo entre los CCe obtenidos experimentalmente y los establecidos por la NT E.070-Albañilería 252

TABLA N° 76: Clasificación estructural de la producción de ladrilleras seleccionadas 254



ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA Nº 1: Ubicación geográfica de la investigación 5

FIGURA Nº 2: Mampostería en la cultura inca 15

FIGURA Nº 3: Diagrama de carga actuante sobre muro portante 16

FIGURA Nº 4: Asentado de ladrillo en albañilería simple 17

FIGURA Nº 5: Secuencia de construcción de albañilería confinada 18

FIGURA Nº 6: Fabricación artesanal de ladrillos de arcilla..... 19

FIGURA Nº 7: Moldeo de unidades de albañilería semi industriales 20

FIGURA Nº 8: Producción industrial de ladrillos de arcilla..... 20

FIGURA Nº 9: Método de ensayo de variación dimensional 23

FIGURA Nº 10: Prueba de alabeo en ladrillo de arcilla 23

FIGURA Nº 11: Compresión axial de ladrillo King Kong 18 huecos 25

FIGURA Nº 12: Ensayo de absorción para unidades de albañilería..... 25

FIGURA Nº 13: Manipuleo del ladrillo..... 27

FIGURA Nº 14: Asentado de bloque de concreto..... 28

FIGURA Nº 15: Ejemplo de unidades sólidas..... 29

FIGURA Nº 16: Ejemplo de unidad de albañilería hueca 30

FIGURA Nº 17: Ejemplo de unidad de albañilería perforada..... 30

FIGURA Nº 18: Ejemplo de unidades de albañilería tubulares..... 31

FIGURA Nº 19: Proceso de fabricación de las unidades de albañilería de arcilla 34

FIGURA Nº 20: Extracción de agregado grueso en lecho de río 38

FIGURA Nº 21: Metodología del ensayo de granulometría de agregados 39

FIGURA Nº 22: Especificaciones de mortero 40

FIGURA Nº 23: Ensayo de resistencia a compresión axial de testigo de mortero.... 44

FIGURA Nº 24: Curado de juntas de mortero en albañilería 48

FIGURA Nº 25: Curado de muro de albañilería..... 48

FIGURA Nº 26: Capping de ladrillos King Kong con mortero de yeso cemento 49

FIGURA Nº 27: Metodología del ensayo de resistencia a compresión axial de pilas de albañilería 50

FIGURA Nº 28: Deformaciones axiales y laterales ante cargas de compresión y tracción..... 56

FIGURA Nº 29: Aplicación de encuesta a ladrilleras de San Jerónimo 81



FIGURA Nº 30: Banda transportadora en ladrillera semi industrial – distrito San Jerónimo..... 82

FIGURA Nº 31: Moldeo de ladrillo King Kong 18 huecos – distrito San Jerónimo.... 82

FIGURA Nº 32: Variación dimensional – medición del ancho de la unidad de albañilería 90

FIGURA Nº 33: Alabeo-medición de máxima flecha en cara de asiento 100

FIGURA Nº 34: Absorción-pesaje de unidades de albañilería secas 110

FIGURA Nº 35: Absorción-unidades de albañilería sumergidas..... 111

FIGURA Nº 36: Término de las 24 horas de absorción 111

FIGURA Nº 37: Absorción-pesaje de unidades saturadas superficialmente secas 112

FIGURA Nº 38: Medición del diámetro de huecos de la cara de asiento..... 117

FIGURA Nº 39: Compresión axial de unidades de albañilería..... 121

FIGURA Nº 40: Granulometría-pesaje de muestra inicial..... 126

FIGURA Nº 41: Granulometría-secado de muestra lavada 127

FIGURA Nº 42: Granulometría – tamizado de muestra de arena gruesa 127

FIGURA Nº 43: Granulometría-pesaje de material retenido en cada tamiz..... 128

FIGURA Nº 44: Granulometría-gradación granulométrica de arena gruesa..... 128

FIGURA Nº 45: Tamizado de confitillo antes del asentado 132

FIGURA Nº 46: Asentado de ladrillo King Kong 18 huecos en pilas de albañilería 133

FIGURA Nº 47: Control de verticalidad de pila de albañilería..... 133

FIGURA Nº 48: Dimensiones de pila de albañilería 134

FIGURA Nº 49: Medición de altura, ancho y espesor de pilas de albañilería 134

FIGURA Nº 50: Falla de pila de albañilería por carga a compresión axial..... 135

FIGURA Nº 51: Aplicación de carga a compresión axial de pilas de albañilería 135

FIGURA Nº 52: Impregnado de lubricante en pared de moldes metálicos 148

FIGURA Nº 53: Apisonado de mezcla fresca para testigos de mortero..... 149

FIGURA Nº 54: Desmolde de testigos cúbicos de mortero 149

FIGURA Nº 55: Ensayo de resistencia a compresión axial de testigos cúbicos de mortero 150

FIGURA Nº 56: Testigos de mortero después del ensayo de resistencia a compresión axial..... 150

FIGURA Nº 57: Variación dimensional de la altura de las unidades por ladrillera.. 161

FIGURA Nº 58: Variación dimensional del ancho de las unidades por ladrillera 162



FIGURA N° 59: Variación dimensional de la longitud de las unidades por ladrillera 163

FIGURA N° 60: Alabeo promedio en unidades de albañilería por ladrillera..... 169

FIGURA N° 61: Absorción de unidades de albañilería por ladrillera..... 175

FIGURA N° 62: Porcentaje de área hueca de la cara de asiento de unidades de albañilería por cada ladrillera..... 181

FIGURA N° 63: Porcentaje de ladrilleras productoras de unidades sólidas y huecas 182

FIGURA N° 64: Resistencia característica de unidades de albañilería (f'_b) por ladrillera 190

FIGURA N° 65: Curva granulométrica: 50% arena fina, 50% confitillo 193

FIGURA N° 66: Curva granulométrica: 70% arena fina, 30% confitillo 194

FIGURA N° 67: Curva granulométrica: 80% arena fina, 20% confitillo 196

FIGURA N° 68: Comparativo cálculo bruto y selecto de f'_m – L. Mirador 204

FIGURA N° 69: Comparativo cálculo bruto y selecto de f'_m – L. Jhon Anthony..... 209

FIGURA N° 70: Comparativo cálculo bruto y selecto de f'_m – Ladrillera (L) 214

FIGURA N° 71: Comparativo cálculo bruto y selecto de f'_m – L. Latesa..... 219

FIGURA N° 72: Comparativo cálculo bruto y selecto de f'_m – Ladrillera (U)..... 224

FIGURA N° 73: Comparativo cálculo bruto y selecto de f'_m – L. Muralla..... 229

FIGURA N° 74: Comparativo de tendencias de variación de f'_b y f'_m 231

FIGURA N° 75: Relación entre f'_m y f'_b para cada ladrillera 232

FIGURA N° 76: Comparativo de tendencias de variación de f'_m en función al N° de hiladas 233

FIGURA N° 77: Falla por trituración compresión axial de pilas de albañilería 234

FIGURA N° 78: Falla ideal por compresión axial de pilas de albañilería 234

FIGURA N° 79: Falla vertical en la cara del ancho de pila 235

FIGURA N° 80: Clasificación estructural de la producción de ladrilleras según la variación dimensional 240

FIGURA N° 81: Clasificación estructural de la producción de ladrilleras según el alabeo..... 241

FIGURA N° 82: Clasificación estructural de la producción de ladrilleras según la resistencia característica de albañilería (f'_m)..... 242

FIGURA N° 83: Variación experimental de f'_m respecto de la esbeltez 249

FIGURA N° 84: Variación experimental de los C_{Ce} respecto a la esbeltez 251



FIGURA Nº 85: Comparativo de tendencias de los CCe experimentales vs. CCe de la NT E.070-Albañilería 253

FIGURA Nº 86: Horno artesanal para cocción de unidades de albañilería..... 271

FIGURA Nº 87: Equipos empleados para fabricación semi industrial de unidades de albañilería 271

FIGURA Nº 88: Maquina extrusora fabricada empíricamente en el distrito de San Jerónimo..... 272

FIGURA Nº 89: Contaminación generada por los hornos artesanales 272

FIGURA Nº 90: Muestra de ladrillo king kong 18 huecos para compresión axial ... 273

FIGURA Nº 91: Ensayo de variación dimensional para ladrillo king kong 18 huecos 273

FIGURA Nº 92: Aplicación de capping con mortero de yeso en unidades de albañilería 274

FIGURA Nº 93: Ladrillos king kong 18 huecos después del ensayo de compresión axial 274

FIGURA Nº 94: Curado de juntas de mortero en pilas de albañilería 275

FIGURA Nº 95: Pilas de albañilería transportadas a lugar de ensayo 275

FIGURA Nº 96: Tesistas durante transporte de pilas a lugar de ensayo 276

FIGURA Nº 97: Falla ideal de pila– comprometiendo unidad y mortero 276

FIGURA Nº 98: Falla por trituración de pila de albañilería..... 277

FIGURA Nº 99: Falla ideal en pila de albañilería de 2 hiladas..... 277

FIGURA Nº 100: Colocación de pila de albañilería en prensa hidráulica 278

FIGURA Nº 101: Control de espesor de junta de mortero para pilas de albañilería 278

FIGURA Nº 102: Fabricación de unidades de albañilería – banda transportadora. 279

FIGURA Nº 103: Ensayo de resistencia a compresión axial de ladrillo king kong 18 huecos 279

FIGURA Nº 104: Almacenamiento de pilas de albañilería 280

FIGURA Nº 105: Pilas de albañilería después del ensayo de compresión axial 280

FIGURA Nº 106: Toma de muestra en ladrilleras - distrito de San Jerónimo 281





CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Ámbito de influencia de la Tesis

1.1.1. Descripción del Problema

Al diseñar una edificación de albañilería estructural nos basamos en la Norma Técnica E.070 Albañilería, indica que los valores de resistencia a fuerza axial de muros de albañilería están en función a la relación de esbeltez de este elemento.

La norma antes mencionada considera una esbeltez nominal de 5, a partir de la cual al construir muros de esbelteces diferentes a este valor, considera Coeficientes de Corrección de la resistencia axial por efectos de la variación de la relación altura/espesor, es decir la relación de esbeltez.

Sin embargo, tales Coeficientes de Corrección de la resistencia axial por efectos de esbeltez no tienen una base experimental con unidades de albañilería peruanas. Es así que nosotros pretendemos obtener experimentalmente dichos coeficientes con materiales de nuestra provincia (Cusco).

1.1.2. Formulación interrogativa del problema

1.1.2.1. Formulación interrogativa del problema general

¿Cuál es la variación de los coeficientes de corrección por efectos de esbeltez de la resistencia a compresión axial, obtenidos al ensayar pilas de albañilería elaboradas con mortero tipo P2 y ladrillo King Kong 18 huecos semi industrial, del distrito de San Jerónimo - Cusco, respecto a los parámetros establecidos en la Norma Técnica E.070 - Albañilería?



1.1.2.2. Formulación interrogativa de los problemas específicos

- **Problema Específico N° 1:** ¿Cuál es la cantidad de productoras semi industriales del distrito de San Jerónimo - Cusco que fabrica ladrillo King Kong 18 huecos con propiedades físico mecánicas aptas para construir albañilería estructural?
- **Problema Específico N° 2:** ¿Cuál es la dosificación de agregados, provenientes de las canteras Cunyac y Vicho, para mortero tipo P2 que cumpla las especificaciones de la Norma Técnica E.070 para muro portante?
- **Problema Específico N° 3:** ¿Cuál es la relación entre la resistencia característica a compresión axial de unidades (f'_{b}) y la resistencia característica a compresión axial de pilas de albañilería (f'_{m}) elaboradas con mortero tipo P2 y ladrillo King Kong 18 huecos semi industrial?
- **Problema Específico N° 4:** ¿En qué medida la resistencia característica a compresión axial de pilas de albañilería (f'_{m}) elaboradas con mortero tipo P2 y ladrillo King Kong 18 huecos semi industrial depende únicamente de su esbeltez?
- **Problema Específico N° 5:** ¿Cuál es el valor de la resistencia a compresión axial nominal de pilas de albañilería (f'_{m}) elaboradas con mortero tipo P2 y ladrillo King Kong 18 huecos semi industrial?

1.2. Justificación e Importancia de la investigación

1.2.1. Justificación técnica

En 1982 se promulgó la primera norma moderna de diseño y construcción de albañilería (ININVI), la que tenía cierto respaldo experimental pero que contenía aún temas no investigados en las condiciones peruanas de materiales y mano de obra.



Esta norma permitió a los ingenieros proyectar y construir edificios de hasta 5 pisos de albañilería confinada de 0.15m de ancho, además de edificios de albañilería armada.

En la norma de 1982, ya mencionada se establecían valores para los Coeficientes de Corrección de la resistencia axial de pilas de albañilería por efectos de esbeltez que fueron obtenidos basándose en registros históricos, es decir no tienen ninguna base experimental.

Por otro lado, al actualizar la Norma Técnica E. 070 Albañilería en el 2006 no se hicieron variaciones de dichos coeficientes, por lo que hasta el día de hoy no cuentan con una base experimental. Sin embargo, existe una investigación realizada por Ángel San Bartolomé et al que determina los coeficientes para condiciones de la ciudad de Lima, para ello se evaluaron 60 testigos; los resultados obtenidos no muestran una variación considerable respecto a la norma.

Justamente es el fin de la investigación, determinar experimentalmente los Coeficientes de Corrección de la resistencia axial de pilas de albañilería por efectos de esbeltez para la provincia del Cusco.

1.2.2. Justificación social

En primera instancia con la presente investigación se aporta a los conocimientos de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina del Cusco.

En caso que la presente investigación alcance una difusión extensiva, los beneficiarios serían los profesionales que se desarrollan en el área de estructuras de la carrera profesional de Ingeniería Civil, ya que podrán contar con factores de corrección de la resistencia a compresión axial de albañilería por efectos de Esbeltez, acordes a nuestra realidad, aplicables a unidades de albañilería semi industrial King Kong 18 huecos estructural fabricadas en el distrito de San Jerónimo – Cusco.



1.2.3. Justificación por viabilidad

La presente investigación es llevada a cabo teniendo en cuenta la accesibilidad a los siguientes aspectos:

- **Información:** nos enfocamos a los parámetros estipulados en la Norma Técnica E.070 Albañilería y a los datos obtenidos en laboratorio después de realizados los ensayos.
- **Economía:** se hace uso de ladrillos King Kong 18 huecos y que son el tipo de unidades más usadas en construcciones por su bajo costo y sus características como unidad de albañilería estructural.
- **Equipos:** si bien es cierto la Universidad Andina del Cusco no cuenta con una prensa hidráulica para ensayar pilas a compresión axial, los tesisistas gestionamos el uso de una prensa (de similares condiciones a la normalizada) de un establecimiento ubicado en el distrito de San Jerónimo.

1.2.4. Justificación por relevancia

La obtención de Coeficientes de Corrección de la resistencia axial de pilas de albañilería por efectos de esbeltez con características constructivas de la provincia del Cusco será de gran utilidad para el diseño de edificaciones de albañilería estructural. Mejorando la precisión de los resultados de los diseños y las respuestas reales de la estructura ante cargas axiales.

1.3. Limitaciones de la investigación

1.3.1. Limitaciones geográficas

Departamento	:	Cusco
Provincia	:	Multiprovincial
Distrito	:	Multidistrital

FIGURA N° 1: Ubicación geográfica de la investigación

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 1: Coordenadas UTM

Descripción	Zona	Este (m)	Sur (m)	Altitud (msnm)
Universidad Andina del Cusco	19L	185681.80	8501508.75	3252
Ladrilleras San Jerónimo	19L	186465.69	8500031.13	3240
Cantera Vichos	19L	204892.51	8500319.93	3038
Cantera Cunyac	18L	761951.40	8499516.64	1846

Fuente: Elaboración propia

1.3.2. Limitaciones en los componentes de la albañilería

1.3.2.1. Unidades de albañilería

- La tesis se limita al estudio de pilas elaboradas con ladrillo tipo King Kong 18 huecos de dimensiones 9x14x24 cm.
- La presente investigación se limita al uso de unidades fabricadas con materia prima de la zona de Sucso Aucaylle ubicada en el distrito de San Jerónimo.
- El estudio se limita al uso de unidades de albañilería que satisfagan los criterios de aceptación según el ítem 5.5, artículo 5, capítulo 3 de la Norma Técnica E.070 – Albañilería.



- La tesis se limita al uso de unidades de albañilería que tengan un área neta mayor o igual al 70% del área bruta en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento.
- Se limita al uso de unidades de albañilería provenientes de la fabricación semi industrial en la ciudad de Cusco, distrito de San Jerónimo con una resistencia mínima de 100kg/cm².
- Se limita el estudio de unidades de albañilería que cumplan la clasificación para fines estructurales según la Tabla 1 de la Norma Técnica E.070 – Albañilería.

1.3.2.2. Mortero

- Se limita al uso de arena gruesa producto de la mezcla de arena fina y confitillo, de la cantera de Cunyac y Vichos respectivamente.
- Para la presente investigación se ciñe al uso de cemento tipo Portland tipo IP y agua potable de la red pública de la ciudad del Cusco.
- La tesis se ciñe al empleo de mortero tipo P2 con dosificación volumétrica (1:4 - cemento: arena gruesa).
- La investigación se orienta exclusivamente al estudio de pilas con espesor de junta de mortero de 1.5 cm.

1.3.2.3. Mano de obra

- La tesis se restringe a la mano de obra calificada (albañil u operario especialista en asentado de muros)
- El curado del mortero de las pilas de albañilería se realizó por vía húmeda, con una frecuencia de 5 veces por día, impregnando agua directamente a la superficie de las juntas.

1.3.2.4. Ensayos de laboratorio

- Velocidad de carga de rotura de pilas de albañilería: 5 ton/min.
- Tiempo de rotura de unidades de albañilería: entre 2 y 5 minutos.



- Capping de neopreno de 5 mm de espesor para los ensayos a compresión axial de unidades y pilas de albañilería.

1.3.2.5. Análisis de resultados de investigación

- En la tabla N°9 de la Norma Técnica E.070 – Albañilería establece como resistencia mínima para unidades industriales y artesanales de 145 y 55kg/cm² respectivamente, para efectos de la tesis se adoptó el promedio de dichos valores (100kg/cm²) como resistencia mínima para unidades semi industriales.

1.4. Objetivo de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Determinar la variación de los coeficientes de corrección por efectos de esbeltez de la resistencia a compresión axial, obtenidos al ensayar pilas de albañilería elaboradas con mortero tipo P2 y ladrillo King Kong 18 huecos semi industrial, del distrito de San Jerónimo - Cusco, respecto a los parámetros establecidos en la Norma Técnica E.070 - Albañilería.

1.4.2. Objetivos Específicos

- **Objetivo Especifico N°1:** Determinar la cantidad de productoras semi industriales del distrito de San Jerónimo - Cusco que fabrica ladrillo King Kong 18 huecos con propiedades físico mecánicas aptas para construir albañilería estructural.
- **Objetivo Especifico N°2:** Establecer una dosificación de agregados, provenientes de las canteras Cunyac y Vicho, para mortero tipo P2 que cumpla las especificaciones de la Norma Técnica E.070 para muro portante.



- **Objetivo Específico N° 3:** Establecer la relación entre la resistencia característica a compresión axial de unidades (f'_{b}) y la resistencia característica a compresión axial de pilas de albañilería (f'_{m}) elaboradas con mortero tipo P2 y ladrillo King Kong 18 huecos semi industrial.
- **Objetivo Específico N° 4:** Determinar en qué medida la resistencia característica a compresión axial de pilas de albañilería (f'_{m}) elaboradas con mortero tipo P2 y ladrillo King Kong 18 huecos semi industrial depende de su esbeltez.
- **Objetivo Específico N° 5:** Determinar el valor de la resistencia a compresión axial nominal de pilas de albañilería (f'_{m}) elaboradas con mortero tipo P2 y ladrillo King Kong 18 huecos semi industrial.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

Los coeficientes de corrección por efectos de esbeltez de la resistencia a compresión axial, obtenidos al ensayar pilas de albañilería elaboradas con mortero tipo P2 y ladrillo King Kong 18 huecos semi industrial del distrito de San Jerónimo - Cusco, varían en un rango de 0% a $\pm 10\%$, respecto a los Coeficientes establecidos en la Norma Técnica E. 070-Albañilería.

1.5.2. Sub hipótesis

- **Sub Hipótesis N° 1:** La cantidad de productoras semi industriales del distrito de San Jerónimo - Cusco que fabrica ladrillo King Kong 18 huecos con propiedades físico mecánicas aptas para construir albañilería estructural, corresponde a un 50% de la población total de ladrilleras.



- **Sub Hipótesis N° 2:** La dosificación de agregados para mortero tipo P2 que cumple las especificaciones de la Norma Técnica E.070 para muro portante es de 50% de la cantera Cunyac y 50% de la de Vicho.
- **Sub Hipótesis N° 3:** La resistencia característica a compresión axial de unidades (f'_{b}) y la resistencia característica a compresión axial de pilas de albañilería (f'_{m}) elaboradas con mortero tipo P2 y ladrillo King Kong 18 huecos semi industrial varían en forma directamente proporcional.
- **Sub Hipótesis N° 4:** La resistencia característica a compresión axial de pilas de albañilería (f'_{m}) elaboradas con mortero tipo P2 y ladrillo King Kong 18 huecos semi industrial depende de su esbeltez en un rango de 95% a 100%.
- **Sub Hipótesis N° 5:** La resistencia a compresión axial nominal de pilas de albañilería (f'_{m}) elaboradas con mortero tipo P2 y ladrillo King Kong 18 huecos semi industrial es de 50kg/cm².

1.6. Definición de Variables

1.6.1. Variables Independientes

VI 1. Propiedades físico mecánicas de la unidad de albañilería.

VI 2. Resistencia característica a compresión axial de unidades (f'_{b})

VI 3. Esbeltez de pilas

1.6.2. Indicadores de variables independientes

- Largo de la unidad (cm)
- Ancho de la unidad (cm)
- Altura de la unidad (cm)
- Alabeo de la unidad (mm)
- Fuerza (kg)
- Área bruta de unidad(cm²)



- Altura de pila (cm)
- Espesor de pila (cm)

1.6.3. Variables Dependientes

VD 1. Coeficientes de corrección de f_m por efectos de esbeltez de la resistencia a compresión axial

VD 2. Productoras semi industriales de unidades de albañilería

VD 3. Resistencia característica a compresión axial de pilas (f'_m)

1.6.4. Indicadores de variables dependientes

- Coeficientes de corrección por efectos de esbeltez (adimensional)
- Cantidad de productoras (adimensional)
- Fuerza (kg)
- Área de contacto de pila (cm²)



1.6.5. Cuadro de operacionalización de variables

TABLA Nº 2: Operacionalización de Variables

TIPO	NOMBRE	DEFINICIÓN	INDICADOR	UND.	HERRAMIENTA
INDEPENDIENTE (X)	Propiedades físico mecánicas de la unidad	Características de la unidad de albañilería, que dependen del proceso de fabricación, susceptibles a ser medidas mediante ensayos de laboratorio. Entre las características físicas tenemos la variación dimensional, alabeo, absorción, porcentaje de área hueca y como característica mecánica se tiene la resistencia a compresión axial.	<ul style="list-style-type: none"> • Largo • Ancho • Altura • Alabeo • Absorción • Fuerza • Área 	<ul style="list-style-type: none"> • cm • cm • cm • mm • % • kg • cm² 	<ul style="list-style-type: none"> • Guías de laboratorio
	Resistencia característica a compresión axial de unidades (f' b)	Es la resistencia a la rotura ante carga axial por unidad de área de contacto, que ofrecen las unidades de albañilería ladrillo king kong 18 huecos de procedencia semi industrial fabricadas en el distrito de San Jerónimo - Cusco.	<ul style="list-style-type: none"> • Fuerza • Área 	<ul style="list-style-type: none"> • kg • cm² 	<ul style="list-style-type: none"> • Guías de laboratorio
	Esbeltez de pilas de albañilería	Es la relación entre la altura y el espesor de pilas de albañilería.	<ul style="list-style-type: none"> • Altura • Espesor 	<ul style="list-style-type: none"> • cm • cm 	<ul style="list-style-type: none"> • Guía de laboratorio

Fuente: Elaboración propia



TIPO	NOMBRE	DEFINICIÓN	INDICADOR	UND.	HERRAMIENTA
DEPENDIENTE (Y)	Coeficientes de corrección por efectos de esbeltez de la resistencia a compresión axial	Para esta investigación coeficientes de corrección se entiende como, valores numéricos adimensionales, que son multiplicadas a la resistencia a compresión axial de pilas de albañilería a diferentes esbelteces obtenidas en laboratorio, para aproximar dicha resistencia a la que obtendría una pila con una esbeltez nominal igual a 5.	Valor del coeficiente	Adimensional	<ul style="list-style-type: none"> • Formato de Cálculo • Archivo fotográfico • Norma Técnica E.070 Albañilería
	Productoras semi industriales de unidades	Cantidad de productoras del distrito de San Jerónimo que fabriquen, bajo procedimiento semi industrial, unidades de albañilería que clasifiquen como estructurales según los parámetros establecidos en la Norma Técnica E.070 – Albañilería.	Porcentaje de productoras	• %	<ul style="list-style-type: none"> • Formato de encuesta • Ficha de empadronamiento
	Resistencia característica a compresión axial de pilas (f'm)	Es la resistencia a la rotura ante carga axial por unidad de área de contacto, que ofrecen las pilas de albañilería elaboradas con ladrillo king kong 18 huecos de procedencia semi industrial fabricadas en el distrito de San Jerónimo - Cusco.	<ul style="list-style-type: none"> • Fuerza • Área 	<ul style="list-style-type: none"> • kg • cm² 	<ul style="list-style-type: none"> • Guías de laboratorio
INTERVINIENTE	Dosificación de agregados	Proporciones en peso de arena fina y confitillo que cumplan la granulometría para agregado de mortero, establecida en la Norma Técnica E.070 – Albañilería.	<ul style="list-style-type: none"> • Peso de arena fina • Peso de confitillo 	<ul style="list-style-type: none"> • Kg • Kg 	<ul style="list-style-type: none"> • Guías de laboratorio

Fuente: Elaboración propia



CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Tesis o Investigación Actual

2.1.1. Antecedentes a Nivel Nacional

Antecedente N° 1

Por : Dante Eddo Bonilla Mancilla

Título : “Factores de corrección de la resistencia en compresión de prismas de albañilería por efectos de esbeltez”

Institución : Pontificia Universidad Católica del Perú.

Resumen :

El material más usado en la construcción de viviendas en el Perú es la albañilería y una de sus propiedades estructurales más importante es la resistencia a compresión. Para conocer la resistencia a compresión de la albañilería (f_m) se construyen prismas o pilas, asentando unidades de albañilería una sobre otra con mortero, para después someterlas a ensayos de compresión axial.

Las pilas pueden tener diferentes alturas, dependiendo del número de unidades de albañilería que se use en su construcción; por este motivo se tienen diferentes relaciones altura – espesor del prisma (esbeltez). La Norma Técnica E.070 Albañilería (norma peruana) usa para fines estructurales pilas que tengan una esbeltez estándar igual a 5, como es imposible que todos los prismas tengan esta esbeltez, la norma establece coeficientes de corrección de f'_m por esbeltez (C_{ce}) para pilas que tengan esbelteces mayores que 2 y menores que 5.

Utilizando materiales, mano de obra y técnicas de construcción peruanas se hallaron de manera experimental los coeficientes de corrección de f'_m por esbeltez (C_{ce}). Para esto, se ensayaron a compresión axial 72 pilas hechas con ladrillos de arcilla.

Conclusión :

Estos coeficientes fueron comparados con los coeficientes de las normas peruanas, extranjeras y con los coeficientes hallados de forma analítica usando el método de elementos finitos.

Se concluyó, finalmente, que los valores C_{ce} dados por la norma E.070 son muy parecidos a los coeficientes hallados en esta investigación.

**Antecedente Nº 2**

Por : San Bartolomé, A., Quiun, D., Mendoza H. G.

Título : “Estudio experimental del factor de corrección por esbeltez en pilas de Albañilería”

Institución : Pontificia Universidad Católica del Perú.

Resumen :

Se presenta una investigación experimental para la determinación de los factores de corrección por esbeltez de la resistencia a compresión (f_m) en pilas de albañilería simple. Según la Norma de Albañilería E.070, el valor de f_m de los ensayos de laboratorio debe corregirse por un factor que tome en cuenta la esbeltez del espécimen. Para ello, se construyeron y ensayaron 60 pilas usando distintas unidades. La esbeltez se varió cambiando el número de hiladas. Los resultados indicaron que los factores de corrección especificados en la Norma se ajustan más a los valores experimentales que otras propuestas.

Conclusiones:

Al tener los valores que estipulan las distintas normas, sobre todo en la discrepancia de que valor de la esbeltez considerar como la nominal, se concluyó en la tesis que la esbeltez nominal igual a 5 estipulada por la **(Norma Técnica E.070 - Albañilería, 2006)** es la más adecuada. Puesto que se comprobó que los valores de los coeficientes de corrección muestran variaciones muy pequeñas para esbelteces menores que 3. En consecuencia se recomienda asumir una esbeltez nominal de 5 y que las pilas estén compuestas, por lo menos por 3 unidades de albañilería.

2.1.2. Antecedentes a Nivel Internacional

No se ha encontrado investigación a nivel internacional en cuanto a compresión axial de muretes y pilas de albañilería.

2.2. Aspectos Teóricos pertinentes

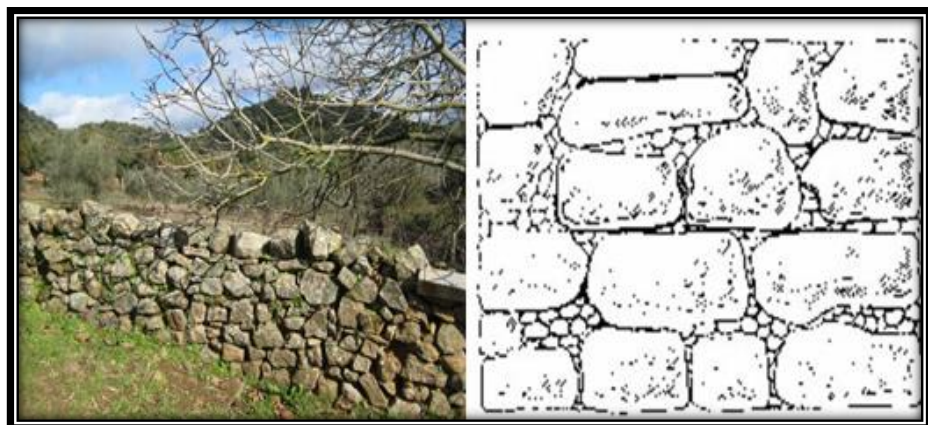
2.2.1. Albañilería y Mampostería

2.2.1.1. Definición

Se define como un conjunto de unidades trabadas o adheridas entre sí con algún material, como el mortero de barro o de cemento. Las unidades pueden ser naturales (piedras) o artificiales (adobes, tapias, ladrillos y bloques). Este sistema fue creado por el hombre a fin de satisfacer sus necesidades, principalmente de vivienda.

Bajo esta definición, se incluye que la albañilería existió desde tiempos remotos y que su forma inicial podría haber sido los muros hechos con piedras naturales trabadas o adheridas con barro lo que actualmente en nuestro medio se denomina “pirca”. (San Bartolomé, Quiun, & Silva, 2011)

FIGURA N° 2: Mampostería en la cultura inca



Fuente: (Gallegos & Casabonne, 2005)

2.2.2. Tipos de Albañilería

2.2.2.1. Clasificación por la función estructural

2.2.2.1.1. Muros no portantes

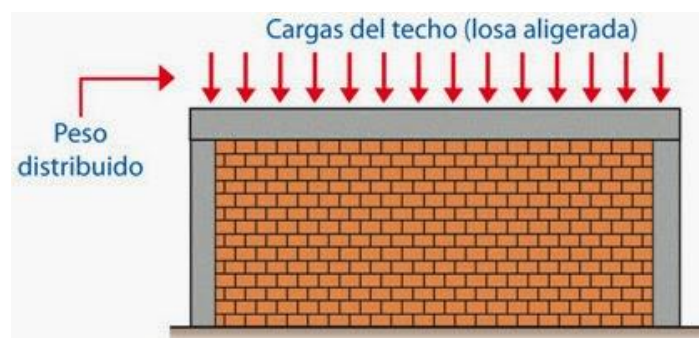
Son los que no reciben carga vertical, son por ejemplo los cercos, parapetos y tabiques. Estos muros deben diseñarse básicamente para cargas perpendiculares a su plano, originadas por el viento, sismos u otras cargas de empuje. No se diseñan para acciones sísmicas coplanares porque su masa es pequeña y genera fuerzas de inercia mínimas en comparación con su resistencia a compresión diagonal. (San Bartolomé, Quiun, & Silva, 2011)

2.2.2.1.2. Muros portantes

Son los que se emplean como elementos estructurales de un edificio. Estos muros están sujetos a todo tipo de sollicitación, tanto contenida en un plano como perpendicular al mismo, tanto vertical como lateral, así como permanente o eventual. (San Bartolomé, Quiun, & Silva, 2011)

Muros diseñados y construidos en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior o a la cimentación. Estos muros componen la estructura de un edificio de albañilería y deberán tener continuidad vertical. (Ministerio de Vivienda, 2006)

FIGURA Nº 3: Diagrama de carga actuante sobre muro portante



Fuente: (Mayer, 2014)

2.2.2.2. Clasificación por la distribución del refuerzo

2.2.2.2.1. Muros no reforzados o de albañilería simple

Albañilería que carece de refuerzo o que teniéndolo no cumple con las especificaciones mínimas del reglamento.

De acuerdo a la Norma E.070, este tipo de edificación no debe emplearse, por el carácter frágil de su falla ante los terremotos.

FIGURA N° 4: Asentado de ladrillo en albañilería simple



Fuente: (Arqhys, 2017)

2.2.2.2.2. Muros reforzados de acuerdo a la disposición del refuerzo

A. Muros de albañilería armada

Albañilería reforzada interiormente con varillas de acero distribuidas vertical y horizontalmente a lo largo de su altura y en toda su longitud respectivamente, e integrada mediante concreto líquido con la albañilería, de tal manera que los diferentes componentes actúen conjuntamente para resistir los esfuerzos.

B. Muros de albañilería confinada

Albañilería reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción de la albañilería. La cimentación de concreto se considerará como confinamiento horizontal para los muros del primer nivel.

FIGURA Nº 5: Secuencia de construcción de albañilería confinada

Fuente: (San Bartolomé, Comentario a la Norma Técnica E.070-Albañilería)

2.2.3. Unidad de albañilería

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. (Gallegos & Casabonne, 2005)

Se pueden asignar la geometría de la unidad empleando diferentes métodos de forma independiente o combinándolos, entre los métodos usados tenemos: el moldeo, la compactación y la extrusión. Su fabricación se puede dar en condiciones diversas, ya sea en sofisticadas fábricas bajo un estricto control de calidad o también en precarias áreas con procedimientos rudimentarios y sin ningún control de calidad; es por ello que la variedad de formas, tipos, dimensiones y demás propiedades son casi ilimitadas.

2.2.3.1. Tipo de fabricación

Las unidades de albañilería pueden ser fabricadas bajo los siguientes procedimientos: artesanal, semi industrial e industrial. Existen algunos tipos de unidades que admiten todos los procedimientos de fabricación, aunque en otros casos como las unidades sílico-calcáreas son únicamente de fabricación industrial.

2.2.3.1.1. Artesanal

Es el tipo de fabricación en el que predominan los procedimientos manuales. El moldeado es hecho a mano o con maquinaria elemental que en ciertos casos extruye la pasta de arcilla. El procedimiento de moldeado 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. (INDECOPI, 1978)

FIGURA N° 6: Fabricación artesanal de ladrillos de arcilla



Fuente: (Somos TV, 2013)

2.2.3.1.2. Semi Industrial

Es el ladrillo fabricado adoptando procedimientos manuales y mecanizados donde el proceso de moldeado se realiza con maquinaria elemental que en ciertos casos extruye, a baja presión, la pasta de arcilla. Se caracteriza por presentar una superficie lisa.

FIGURA Nº 7: Moldeo de unidades de albañilería semi industriales

Fuente: (Castillo, 2008)

2.2.3.1.3. Industrial

Es el ladrillo fabricado con maquinaria que realiza el amasado, moldeado y prensado o extruido de la pasta de arcilla. En este tipo de fabricación predomina la uniformidad de la producción.

FIGURA Nº 8: Producción industrial de ladrillos de arcilla

Fuente: (Áreas Globales, 2013)



2.2.3.2. Propiedades de las unidades de albañilería

Según (San Bartolomé, Quiun, & Silva, 2011)

Conocer las propiedades de las unidades es necesario, básicamente para tener una idea sobre la resistencia de la albañilería, así como de su durabilidad ante la intemperie. Sin embargo, no se puede afirmar que la mejor unidad proporcione necesariamente la mejor albañilería.

Las propiedades de la unidad asociadas con la resistencia de la albañilería son:

- Resistencia a la compresión y tracción
- Variabilidad dimensional y alabeo.
- Succión.

Las propiedades de la unidad relacionados con la durabilidad de la albañilería son:

- Resistencia a la compresión y densidad.
- Eflorescencia, absorción y coeficiente de saturación.

La norma E. 070 indica que por cada lote compuesto por hasta 50 millares de unidades se seleccione al azar una muestra de 10 unidades, sobre las que se efectuaran las pruebas de variación de dimensiones y alabeo. Luego cinco de estas unidades se ensayaran a compresión y las otras cinco a absorción. La norma E.070 define en su tabla las características para el diseño estructural, las que dependen de: 1) la variación de dimensiones; 2) el alabeo y 3) la resistencia a compresión de la unidad.

A continuación se indicará, la manera como se hacen estos ensayos. Lo importante es saber cómo repercuten los resultados sobre el comportamiento de la albañilería. Al respecto, INDECOPI (Norma NTP), entidad encargada de velar por la calidad de los productos, clasifica a las unidades desde el punto de vista cualitativo, usando solo la resistencia a compresión, sin contemplar el producto final que es la albañilería.



Cabe además indicar que para clasificar a una unidad de acuerdo a la tabla N° 4 se utiliza el criterio más desfavorable; por ejemplo, que de acuerdo a los ensayos de compresión un ladrillo clasifique como clase V, pero si este ladrillo presentase alta variabilidad dimensional que lo lleve a la clase IV y grandes alabeos que lo conduzcan a la clase III, entonces ese ladrillo se clasificará como clase III.

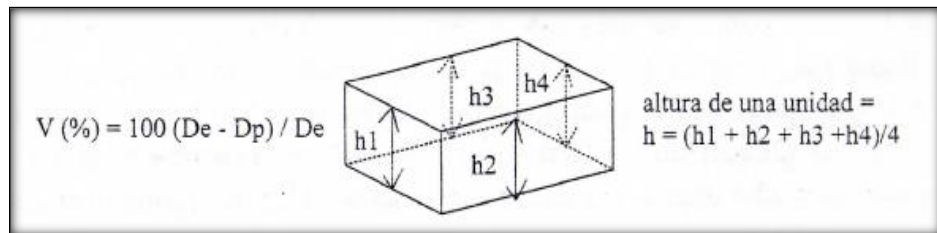
2.2.3.2.1. Variación dimensional

La prueba de variación dimensional es necesario efectuarla para determinar el espesor de las juntas de la albañilería. Debe hacerse notar que por cada incremento de 3mm en el espesor de las juntas horizontales (adicionales al mínimo requerido de 10 mm), la resistencia a compresión de la albañilería disminuye en un 15 %; asimismo, disminuye la resistencia al corte. (San Bartolomé, Quiun, & Silva, 2011)

En la unidad se miden las tres dimensiones: largo x ancho x altura (L x B x H), en milímetros. El largo y el ancho se refieren a la superficie de asiento.

La manera como se calcula la variación dimensional (V) es:

- La dimensión de cada arista espécimen (largo, ancho y altura) se toma como el promedio de cuatro medidas en mm en la parte media de cada cara.
- Luego, por cada arista, se calcula el valor promedio (D_p) de toda la muestra; este valor se resta de la dimensión especificada por el fabricante (D_e) y luego se divide entre “ D_e ”, el resultado se muestra en porcentaje.

FIGURA Nº 9: Método de ensayo de variación dimensional

Fuente: (San Bartolomé, Quiun, & Silva, 2011)

2.2.3.2.2. Alabeo

El mayor alabeo (concauidad o convexidad) del ladrillo conduce a un mayor espesor de la junta. Asimismo, puede disminuir el área de contacto con el mortero al formarse vacíos en las zonas más alabeadas; o incluso, puede producir fallas de tracción por flexión en la unidad por el peso existente en las hiladas superiores de la albañilería. Esta prueba se realiza 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 diagonales opuestos de la unidad, para después introducir la cuña en el punto de mayor deflexión. El resultado promedio se expresa en milímetros.

FIGURA Nº 10: Prueba de alabeo en ladrillo de arcilla

Fuente: (Diamani, 2010)



2.2.3.2.3. Resistencia a compresión

Según (San Bartolomé, Quiun, & Silva, 2011)

En el cálculo de la resistencia a compresión antiguamente (ININVI de 1982) se trabajaba con el área neta de la unidad. Ello daba cabida a que las fábricas produzcan ladrillos huecos, lo cual elevaba la resistencia a compresión. Actualmente, la resistencia se calcula con el área bruta, con lo cual esas unidades huecas se clasifican en un rango inferior. Debe remarcarse que las unidades huecas son muy frágiles.

Los especímenes para medir la resistencia a compresión son medias unidades secas, sobre cuyas superficies de asiento se coloca capping de yeso (si la unidad tiene mucho alabeo, debe colocarse un capping de cemento). Luego, se aplica la carga axial a una velocidad de desplazamiento entre los cabezales de la máquina de ensayos de 1.25 mm/min; o, en todo caso, se controla la velocidad de carga de manera que se llegue a la rotura en 2 o 5 minutos. La resistencia unitaria se expresa como el valor de la carga de rotura dividida entre el área bruta para todo tipo de unidad (sólida o hueca). De acuerdo a la norma E. 070, la resistencia característica (f'_b) es resultado promedio menos una desviación estándar. El quitarle una desviación estándar al valor promedio estadísticamente significa que por lo menos el 84 % de las unidades ensayadas tendrán una resistencia mayor al valor característico (f'_b) o que es aceptable tener hasta un 16 % de unidades defectuosas.

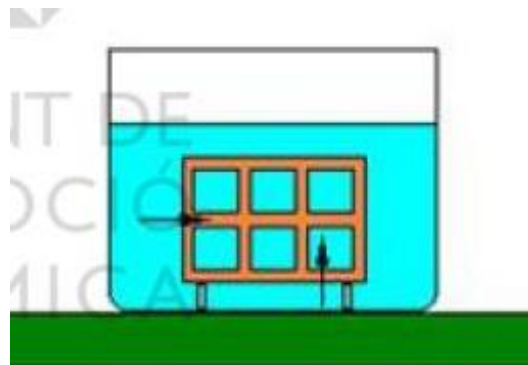
FIGURA Nº 11: Compresión axial de ladrillo King Kong 18 huecos

Fuente: Elaboración propia

2.2.3.2.4. Absorción

Según (Gallegos & Casabonne, 2005)

En el ensayo de absorción se miden la absorción de la unidad sumergida en agua fría durante veinticuatro horas. Para llevar a cabo el ensayo las unidades deben estar completamente secas, se pesan y se someten al tratamiento antes dicho, posteriormente se vuelven a pesar.

FIGURA Nº 12: Ensayo de absorción para unidades de albañilería

Fuente: (Institut de Promoció Ceràmica, 2010)



2.2.3.3. Aceptación de unidad de albañilería

Según (Ministerio de Vivienda, 2006)

- a) Si la muestra presentase más de 20% de dispersión en los resultados (coeficiente de variación), para unidades producidas industrialmente, o 40 % para unidades producidas artesanalmente, se ensayará otra muestra y de persistir esa dispersión de resultados, se rechazará el lote.
- b) La absorción de las unidades de arcilla y sílice calcáreas no será mayor que 22%. El bloque de concreto clase, tendrá una absorción no mayor que 12% de absorción. La absorción del bloque de concreto NP, no será mayor que 15%.
- c) La unidad de albañilería no tendrá materias extrañas en sus superficies o en su interior, tales como guijarros, conchuelas o nódulos de naturaleza calcárea.
- d) La unidad de albañilería de arcilla estará bien cocida, tendrá un color uniforme y no presentará vitrificaciones. Al ser golpeada con un martillo, u objeto similar, producirá un sonido metálico.
- e) La unidad de albañilería no tendrá resquebrajaduras, fracturas, hendiduras grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad o resistencia.
- f) La unidad de albañilería no tendrá manchas o vetas blanquecinas de origen salitroso o de otro tipo.



2.2.3.4. Clasificación

2.2.3.4.1. Por sus dimensiones

Las unidades de albañilería se denominan ladrillos o bloques, existiendo entre ambos términos características distintas.

A. Ladrillos

Según (Gallegos & Casabonne, 2005)

Se caracterizan por tener dimensiones, particularmente el ancho, y pesos que los hacen manejables con una sola mano en el proceso de asentado. Usualmente no tiene un ancho mayor de 10 a 12cm, y cuyo peso no excede de cuatro kilos.

Una segunda característica de los ladrillos es que normalmente el fabricante solo forma la pieza estándar; el resto de las piezas necesarias para la construcción, tales como terminales, cartabones y esquineros, tienen que ser cortados en obra. Este corte lo hace el albañil con sus herramientas tradicionales.

FIGURA N° 13: Manipuleo del ladrillo



Fuente: (Escarpa Reparaciones, 2015)

B. Bloques

En muchas ocasiones las industrias del ladrillo han decidido dimensiones y pesos de las unidades mayores, haciendo que su manipulación durante el asentado se complique.

Justamente los bloques son las unidades que por sus dimensiones corresponde que sean manipulados con las dos manos, los bloques pueden llegar a pesar hasta unos quince kilos y por lo que en algunos casos están provistos de alveolos o huecos aprovechados para albañilería estructural con refuerzo interno.

FIGURA N° 14: Asentado de bloque de concreto



Fuente: (Mendoza Mena, 2014)

2.2.3.4.2. Por su área neta en la cara de asiento

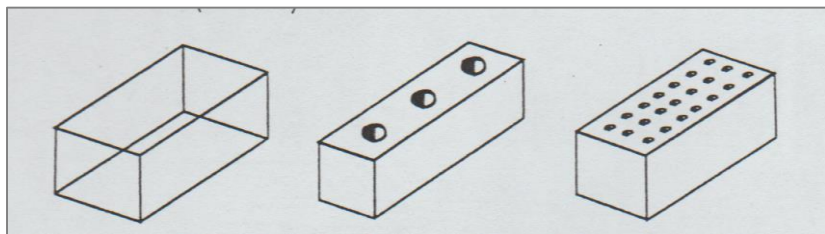
El área bruta es el área total de la cara de asiento como resultado de la multiplicación su largo por su ancho, por otro lado, el área neta es el área bruta menos el área de los vacíos o alveolos.

A. Unidades Sólidas o Macizas

Las perforaciones perpendiculares a la cara de asiento que presenta la unidad no deben alcanzar más del 30% del área bruta. De lo anterior, es necesario aclarar que las unidades sólidas no son solo aquellas que no tienen alveolos, sino que son las que las presentan pero hasta cierto límite.

Dicho límite de 30% no es arbitrario sino que responde al comportamiento estructural dúctil de las unidades en compresión, es decir, que no presentan fallas explosivas.

FIGURA Nº 15: Ejemplo de unidades sólidas



Fuente: (Gallegos & Casabonne, 2005)

B. Unidades huecas

La característica de este tipo de unidad es opuesta a la de las unidades sólidas, es decir, el área alveolar excede el 30% del área bruta (Ministerio de Vivienda, 2006) y los alveolos tienen dimensiones tales que pueden llenarse con concreto líquido. En caso que los alveolos de estas unidades, en su aplicación, se llenan con concreto líquido, la albañilería pasa a ser tratada como sólida.

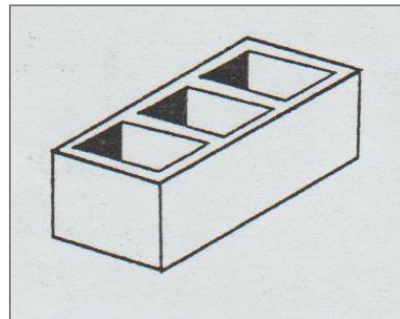
Las unidades de este tipo presentan falla frágil (explosiva) ya sea como elemento individual o como parte de un muro, el concreto líquido con el que se rellenan tiene un efecto ductilizador de la unidad y/o del muro.



En la norma anterior (ININVI, 1982) se estipula que las perforaciones no cubran más del 25% del área bruta, para calificar la unidad como sólida.

Por ello, en la Norma E.070 se especifica que las unidades sólidas o macizas son las que se deben emplear para la construcción de muros portantes confinados. (San Bartolomé, Quiun, & Silva, 2011)

FIGURA N° 16: Ejemplo de unidad de albañilería hueca

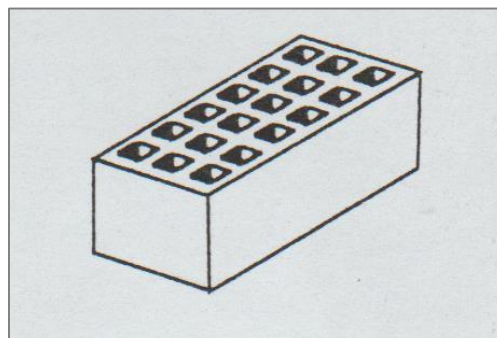


Fuente: (Gallegos & Casabonne, 2005)

C. Unidades perforadas

Al igual que las unidades huecas, el área alveolar excede el 30% del área bruta de la cara de asiento, la diferencia es que dichos alveolos poseen dimensiones reducidas (menores a 20cm²), por lo tanto no pueden ser rellenos con concreto líquido.

FIGURA N° 17: Ejemplo de unidad de albañilería perforada

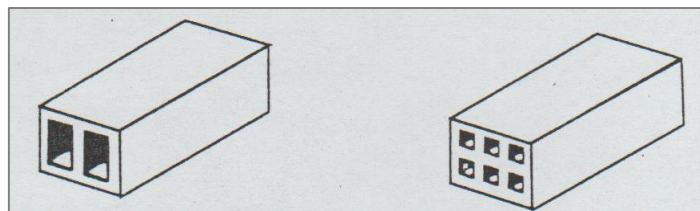


Fuente: (Gallegos & Casabonne, 2005)

D. Unidades tubulares

La característica fundamental de este tipo de unidades de albañilería es la orientación de los alveolos que presenta, los alveolos que presentan las unidades tubulares son paralelas a la cara de asiento. Sus propiedades resistentes se determinan y consideran como si la unidad fuera sólida. Este tipo de unidades de albañilería no son admitidas para la construcción de muros portantes, particularmente en zonas sísmicas. (Gallegos & Casabonne, 2005)

FIGURA Nº 18: Ejemplo de unidades de albañilería tubulares



Fuente: (Gallegos & Casabonne, 2005)

TABLA Nº 3: Uso de unidades de albañilería según el tipo

Tipo	Posibilidad de aplicación			
	Muro en zona sísmica		Muro en zona no sísmica	
	Portante	No portante	Portante	No portante
Sólida	Óptima	Aplicable, pero muy pesada y costosa	Óptima para cargas elevadas	Aplicable, pero muy costosa
Hueca	No aplicable tal cual. Óptima si se llenan alveolos con concreto líquido.	Óptima	Aplicable	Óptima
Perforada	No aplicable salvo que el área alveolar sea 30% o menos que el área bruta	Óptima	Aplicable	Óptima
Tubular	No aplicable	Óptima	No aplicable	Óptima

Fuente: (Gallegos & Casabonne, 2005)



2.2.3.4.3. Por la materia prima

La industria de unidades de albañilería en la actualidad está muy diversificada, así entre las materias primas usadas para la fabricación de unidades tenemos: arcilla, concreto, sílice-cal y sillar.

A. Unidades de arcilla

También se les llama ladrillos cerámicos. Se fabrican en la actualidad ladrillos sólidos, perforados y tubulares. Se forman por moldeo asistido por presión y por extrusión; no es posible el moldeo asistido por vibración.

- Materia prima

Las arcillas empleadas como materia prima la fabricación de los ladrillos se clasifican en calcáreas y no calcáreas. Las primeras contienen un 15% de carbonato de calcio, que da lugar a unidades de color amarillento; en las segundas, predomina el silicato de alúmina con un 5% de óxido de hierro, que le proporciona un todo rojizo. (San Bartolomé, Quiun, & Silva, 2011)

En general, las mejores arcillas para fabricar ladrillos son las impuras, con alrededor de un 33% de arena y limo pues reducen las contracción y agrietamientos en el momento de secado y la quema. (Gallegos & Casabonne, 2005)

En general la arcilla debe ser plástica al mezclarse con agua, susceptible de ser moldeada y mantenerse estable después del formado; con todo ello el producto terminado no debe mostrar agrietamiento.

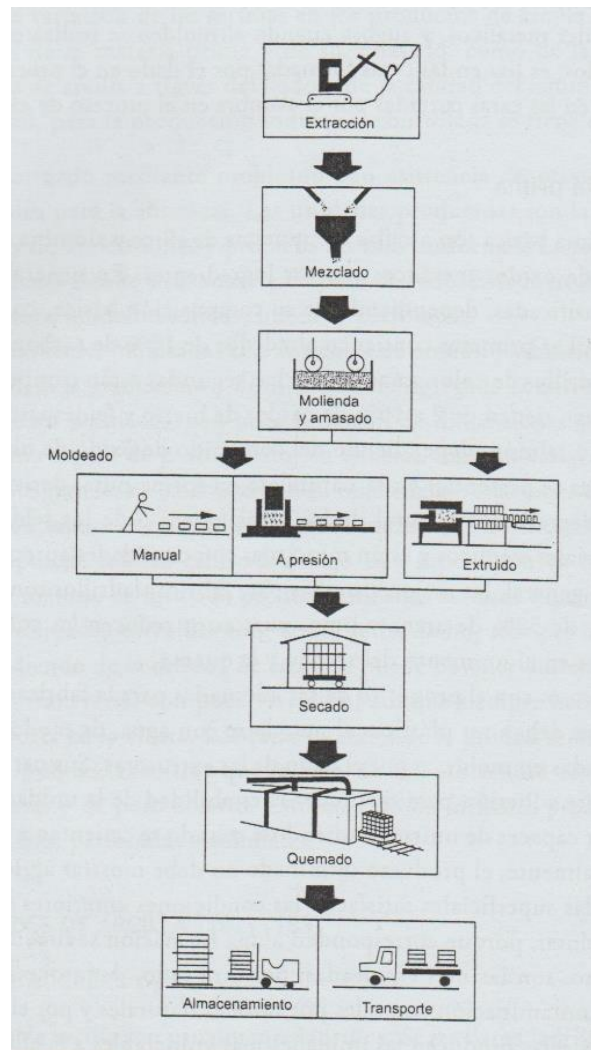


- **Fabricación**

Según (Gallegos & Casabonne, 2005)

Algunos aspectos importantes para la fabricación de estas unidades son los siguientes:

- Si las unidades serán formadas por moldeo a presión elevada se debe añadir agua, como máximo 10% en peso, para producir una consistencia seca y tiesa. En caso se forma por extrusión se añadirá entre 12 y 15% en peso de agua. En consecuencia con el método de moldeo se producirán unidades con menos vacíos y mayor resistencia.
- Hay que tener en cuenta que las unidades, al secarse, se contraerán entre 4 y 16% en volumen, por lo que en estado crudo son hechas de un tamaño mayor. Sin embargo, es difícil evaluar de antemano la contracción de las arcillas, ello explica la variabilidad dimensional del producto final.
- Inmediatamente después del formado las unidades presentan exceso de agua que debe ser removida lentamente antes del secado para no generar agrietamiento excesivo por contracción. Se suele realizar este procedimiento en hornos de secado a 200°C, o simplemente secándolos al aire libre.
- El quemado pueden ser artesanales o muy sofisticados. La quema se efectúa a temperaturas entre 900 y 1300°C y dura entre dos y cinco días, dependiendo del tipo de arcilla, tipo de unidad y las especificaciones del producto terminado.
- Finalmente, el proceso de enfriado debe ser controlado, pues de ocurrir con rapidez causa el agrietamiento de las unidades.

FIGURA Nº 19: Proceso de fabricación de las unidades de albañilería de arcilla

Fuente: (Gallegos & Casabonne, 2005)

B. Unidades de concreto

La materia prima de estas unidades es la mezcla de cemento, arena y piedra chancada de $\frac{1}{4}$ ", que de acuerdo a la dosificación de dichos componentes es posible lograr distintas resistencias a la compresión. La consistencia de la pasta de concreto debe ser seca con revenimiento cercano a 1 pulgada, así es posible desmoldar casi de inmediato las unidades.

2.2.3.4.4. Por sus fines estructurales

Para efectos del diseño estructural, las unidades de albañilería se clasifican de acuerdo a dos de sus propiedades físicas y la propiedad mecánica más importante como es la resistencia característica a compresión axial.

TABLA Nº 4: Clasificación de unidades de albañilería para fines estructurales

CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (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 150mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4.9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6.9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9.3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12.7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17.6 (180)
Bloque P	± 4	± 3	± 2	4	4.9 (50)
Bloque NP	± 7	± 4	± 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: (Ministerio de Vivienda, 2006)

2.2.4. Cemento

El cemento puede definirse como una sustancia que solidifica y endurece debido a las reacciones químicas que ocurren en contacto con agua. Los cementos, por tanto, son conglomerantes hidráulicos obtenidos por pulverización de mezclas de Clinker, yeso, escorias o puzolanas. El cemento Portland es el más importante hoy día. (Fernández, 2010)



2.2.4.1. Tipos de cemento

2.2.4.1.1. Cemento tipo I

De uso común y corriente en construcciones de concreto y trabajos de albañilería donde no se requieren propiedades especiales.

2.2.4.1.2. Cemento tipo IP

Cemento al que se ha añadido puzolana hasta en un 15 %, material que le da un color rojizo y que se obtiene de arcillas calcinadas, de cenizas volcánicas o de ladrillos pulverizados. Las ventajas de reemplazar parte del cemento por este material, es que permite retener agua, por lo que se obtiene una mayor capacidad de adherencia.

Esto retrasa, además, el tiempo de fraguado y es conveniente cuando se necesita de más tiempo de trabajo, por ejemplo, para frotachar un piso de concreto.

2.2.5. Agregados

Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas, de origen natural o artificial, cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la Norma NTP 400.011 - Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones. Los agregados son la fase discontinua de concreto. Ellos son materiales que están embebidos en la pasta (concreto y morteros), ocupan entre el 62% y 78% de la unidad cubica del concreto. (Rivva Lopez, 2000)

2.2.5.1. Clasificación de los agregados**2.2.5.1.1. Por su tamaño****A. Agregado fino**

Se define como agregado fino a aquel que pasa íntegramente el tamiz de 3/8" y como mínimo en un 95% el tamiz N°4, quedando retenido en el tamiz N° 200. Se recomienda para el agregado los siguientes límites:

TABLA N° 5: Granulometría del agregado fino

MALLA	PORCENTAJE QUE PASA
3/8" (9.50mm)	100
N° 4 (4.75 mm)	95 a 100
N°8 (2.36 mm)	80 a 100
N° 16 (1.18 mm)	50 a 85
N° 30 (600 micrones)	25 a 60
N° 50 (300 micrones)	10 a 30
N° 100 (150 micrones)	2 a 10

Fuente: (Rivva Lopez, 2000)

B. Agregado grueso

Se define como agregado grueso a aquel que queda retenido, como mínimo, en un 95% en el tamiz N°4.

La granulometría seleccionada no deberá tener más del 5% del agregado retenido en la malla de 1 1/2" y no más del 6% del agregado que pasa la malla de 1/4". (Rivva Lopez, 2000).

FIGURA N° 20: Extracción de agregado grueso en lecho de río

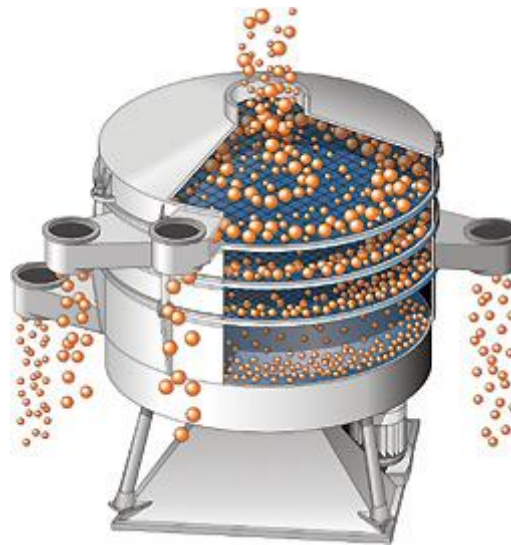


Fuente: (Huarcaya, 2016)

2.2.5.2. Granulometría

Se define como granulometría de un agregado a la distribución por tamaño de las partículas de mismo, la que se logra por separación mediante el empleo de tamices de aberturas determinadas.

La granulometría seleccionada para los agregados finos y grueso deberá permitir obtener mezclas de máxima densidad, con una adecuada trabajabilidad en función de las condiciones de colocación y acabado de la mezcla fresca, y con la obtención de las propiedades deseadas para el concreto endurecido. La granulometría deberá cumplir con los requisitos de la Norma ASTM C33 o de la Norma NTP 400.037.

FIGURA N° 21: Metodología del ensayo de granulometría de agregados

Fuente: (Noriega, 2013)

2.2.5.3. Módulo de fineza

El análisis granulométrico de la arena se complementa calculando su módulo de finura, que es igual a la centésima parte de la suma de los porcentajes retenidos acumulados en cada una de las mallas de la serie estándar.

$$MF = \frac{\sum \% \text{Retenido Acumulado desde el tamiz N}^\circ 4 \text{ al N}^\circ 100}{100}$$

2.2.6. Agua

El agua deberá ser potable, libre de materias orgánicas y de sustancias deletéreas (aceite, ácidos, etc.). El uso de agua de mar debe evitarse pues produce eflorescencia en el mortero por las sales que contenga y la corrosión del refuerzo en caso este existiese. (San Bartolomé, Quiun, & Silva, 2011)



2.2.7. Mortero

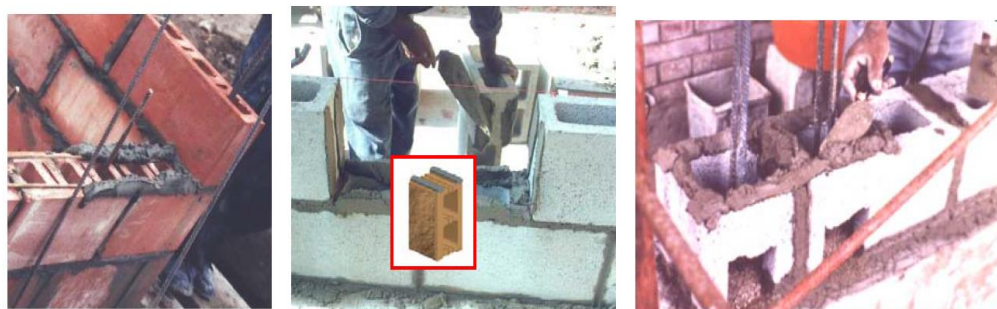
Según (San Bartolomé, Quiun, & Silva, 2011)

La función principal del mortero en la albañilería es adherir las unidades, corrigiendo las irregularidades geométricas de altura que estas tienen, así como sellar las juntas contra la penetración del aire y de la humedad. Cuando el muro de albañilería es portante de carga vertical, el mortero cumple además una función resistente, por lo que es conveniente que las resistencias a compresión de las unidades y del mortero sean parecidas.

Para unidades que deben asentar en su estado natural (secas), como las de concreto y de sílice-cal, es conveniente emplear cal ya que ella actúa como un aditivo que plastifica la mezcla y evita que se endurezca rápidamente. El cemento y la cal funcionan como conglomerantes, mientras que la arena es un agregado inerte.

En cuanto a la adherencia unidad-mortero, esta se logra cuando los solubles del cemento (básicamente la etringida) son absorbidos por la unidad, cristalizándose (como agujas) en sus poros. La adherencia del agua se ve favorecida cuando el mortero penetra en las perforaciones de la unidad, formando una especie de llave de corte entre las hiladas; al respecto, ensayos realizados en la PUCP sobre muretes en compresión diagonal, indicaron que cuando el mortero se compacto especialmente en cada una de las 18 perforaciones de la unidad (lo que no es posible realizaren obra), la resistencia al corte se incrementó en 50%.

FIGURA N° 22: Especificaciones de mortero



Fuente: (San Bartolomé, Comentario a la Norma Técnica E.070-Albañilería)

2.2.7.1. Especificaciones de los componentes del mortero**A. Cemento**

Se utiliza básicamente cemento portland tipo I, excepcionalmente se emplea cemento portland tipo II.

La función del cemento es proporcionar resistencia a la mezcla.

B. Cal hidratada normalizada

Debe ser normalizada debido a que pueden existir partículas muy finas, que en vez de funcionar como conglomerante lo hace como residuos inertes.

La función de la cal es proporcionar trabajabilidad y retentividad (retarda la evaporación del agua).

C. Arena gruesa

El agregado fino será arena gruesa natural, libre de materia orgánica y sales, con las características indicadas en la Tabla N° 6. Se aceptarán otras granulometrías siempre que los ensayos de pilas y muretes proporcionen resistencias según lo especificado en los planos.

TABLA N° 6: Granulometría de la arena gruesa

GRANULOMETRÍA DE LA ARENA GRUESA	
MALLA ASTM	% QUE PASA
N° 4 (4,75 mm)	100
N° 8 (2,36 mm)	95 a 100
N° 16 (1,18 mm)	70 a 100
N° 30 (0,60 mm)	40 a 75
N° 50 (0,30 mm)	10 a 35
N° 100 (0,15 mm)	2 a 15
N° 200 (0,075 mm)	Menos de 2

Fuente: (Ministerio de Vivienda, 2006)

- No deberá quedar retenido más del 50% de arena entre dos mallas consecutivas.
- El módulo de fineza estará comprendido entre 1,6 y 2,5.



- El porcentaje máximo de partículas quebradizas será: 1% en peso.
- No deberá emplearse arena de mar.

D. Agua

Debe cumplir las especificaciones del ítem N° 2.2.6.

2.2.7.2. Clasificación por la preparación del mortero

Según (San Bartolomé, Quiun, & Silva, 2011)

2.2.7.2.1. Morteros artesanales

Son aquellos que se preparan a mano en obra sobre una superficie limpia, revolviendo la misma mezcla seca cemento - arena (opcionalmente se adiciona cal) hasta lograr un color uniforme, para después echarle agua a criterio del albañil, hasta obtener una mezcla trabajable.

2.2.7.2.2. Morteros industriales

En el Perú, los morteros industriales vienen en 2 modalidades embolsados (en seco) y premezclados (incluido el agua).

El cuidado del mortero embolsado es el mismo que el dado al cemento embolsado: debe colocarse en rumas de no más de 10 bolsas sobre una tarima de madera, protegerlos de la lluvia y no debe pasar de 6 meses de edad. En este caso, el albañil le agrega agua de acuerdo a su criterio.

2.2.7.3. Clasificación para fines estructurales

Según (Ministerio de Vivienda, 2006)

Los morteros se clasifican en: tipo P, empleado en la construcción de los muros portantes; y NP, utilizado en los muros no portantes (ver la Tabla N°7).

TABLA N° 7: Dosificación de morteros

TIPOS DE MORTERO				
COMPONENTES				USOS
TIPO	CEMENTO	CAL	ARENA	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 ½	Muros Portantes
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros No Portantes

Fuente: (Ministerio de Vivienda, 2006)

- Se podrán emplear otras composiciones de morteros, morteros con cementos de albañilería, o morteros industriales (embolsado o pre-mezclado), siempre y cuando los ensayos de pilas muretes proporcionen resistencias iguales o mayores a las especificadas en los planos.
- De no contar con cal hidratada normalizada, se podrá utilizar mortero sin cal respetando las proporciones cemento-arena indicadas en la Tabla N°7.

2.2.7.4. Retentividad

La retentividad o poder de retención de agua es la capacidad del mortero de retener el agua de amasado ante sollicitaciones externas de absorción o succión por parte de las unidades de albañilería. Esto permite que el mortero mantenga su plasticidad para que las unidades puedan ser cuidadosamente alineadas y niveladas sin romper el enlace, lo que hace que esta propiedad esté íntimamente relacionada con la trabajabilidad, y por lo tanto sea uno de los factores de mayor incidencia en la adherencia entre mortero y unidades. (De La Sotta Monreal, 2010).

La retentividad se define como la capacidad que tiene la mezcla para mantener su consistencia (temple o fluidez), o de continuar siendo trabajable después de un tiempo. (San Bartolomé, Quiun, & Silva, 2011)



2.2.7.5. Resistencia a compresión axial de testigos de mortero

Consiste en preparar probetas cúbicas de 5cm de lado, vaciados en moldes metálicos, y curadas durante 28 días en agua. El ensayo se realizará a una velocidad de 1.25 mm por minuto entre los cabezales de la maquina universal, y solo tiene de controlar la calidad del mortero, medida a través de la dispersión de resultados, ya que la adherencia unidad - mortero es más importante, a aparte que los esfuerzos de compresión producidos por la carga de gravedad en los edificios de mediana altura son pequeños.

2.2.7.6. Clases de mortero según el módulo de fineza

- **Morteros finos:** este tipo de mortero tiene un módulo de fineza de la arena comprendido entre 1.8 y 2.3, y se usa generalmente para pañetes y cielo rasos.
- **Morteros medios:** con un módulo de fineza comprendido entre 2.3 y 2.7, su uso va destinado para mampostería.
- **Morteros gruesos:** posee un agregado con un módulo de fineza entre 2.7 y 3.2, este mortero se hace uso en pisos y rellenos para mampostería.

FIGURA N° 23: Ensayo de resistencia a compresión axial de testigo de mortero



Fuente: (Ruiz & Vidal, 2011)



2.2.8. Curado del concreto

Es el mantenimiento de un contenido de humedad satisfactorio y temperatura adecuada en el concreto durante su etapa inicial, a fin de lograr que los espacios originalmente ocupados por el agua en la pasta fresca se llenen con los productos de hidratación del cemento (Rivva López, 2010), de esta manera se logra reducir la porosidad y permitir que el material alcance las propiedades deseadas.

2.2.9. Proceso constructivo de prismas de albañilería

La mano de obra empleada en las construcciones de albañilería será calificada, debiéndose supervisar el cumplimiento de las siguientes exigencias básicas:

- Los muros se construirán a plomo y en línea. No se atentará contra la integridad del muro recién asentado.
- En la albañilería con unidades asentadas con mortero, todas las juntas horizontales y verticales quedarán completamente llenas de mortero. El espesor de las juntas de mortero será como mínimo 10 mm y el espesor máximo será 15 mm o dos veces la tolerancia dimensional en la altura de la unidad de albañilería más 4 mm, lo que sea mayor. En las juntas que contengan refuerzo horizontal, el espesor mínimo de la junta será 6 mm más el diámetro de la barra.
- Se mantendrá el temple del mortero mediante el reemplazo del agua que se pueda haber evaporado, por una sola vez. El plazo del reemplazo no excederá al de la fragua inicial del cemento.
- Las unidades de albañilería se asentarán con las superficies limpias de polvo y sin agua libre. El asentado se realizará presionando verticalmente las unidades, sin bambolearlas. El tratamiento de las unidades de albañilería previo al asentado será el siguiente:
 - a) Para concreto y sílico-calcáreo: pasar una brocha húmeda sobre las caras de asentado o rociarlas.



- b) Para arcilla: de acuerdo a las condiciones climatológicas donde se encuentra ubicadas la obra, regarlas durante media hora, entre 10 y 15 horas antes de asentarlas. Se recomienda que la succión al instante de asentarlas esté comprendida entre 10 a 20 gr/200 cm²-min.
- Para el asentado de la primera hilada, la superficie de concreto que servirá de asiento (losa o sobrecimiento según sea el caso), se preparará con anterioridad de forma que quede rugosa; luego se limpiará de polvo u otro material suelto y se la humedecerá, antes de asentar la primera hilada.
 - No se asentará más de 1,30 m de altura de muro en una jornada de trabajo. En el caso de emplearse unidades totalmente sólidas (sin perforaciones), la primera jornada de trabajo culminará sin llenar la junta vertical de la primera hilada, este llenado se realizará al iniciarse la segunda jornada. En el caso de la albañilería con unidades apilables, se podrá levantar el muro en su altura total y en la misma jornada deberá colocarse el concreto líquido.
 - Las juntas de construcción entre jornadas de trabajos estarán limpias de partículas sueltas y serán previamente humedecidas.
 - El tipo de aparejo a utilizar será de sogá, cabeza o el amarre americano, traslapándose las unidades entre las hiladas consecutivas.
 - El procedimiento de colocación y consolidación del concreto líquido dentro de las celdas de las unidades, como en los elementos de concreto armado, deberá garantizar la ocupación total del espacio y la ausencia de cangrejeras. No se permitirá el vibrado de las varillas de refuerzo.

2.2.9.1. Almacenamiento de prismas

Los prismas serán almacenados a una temperatura no menor de 10°C durante 28 días. Los prismas podrán ensayarse a menor edad que la nominal de 28 días pero no menor de 14 días; en este caso, la resistencia característica se obtendrá incrementándola por los factores mostrados en la Tabla N°8. (Ministerio de Vivienda, 2006)

TABLA N° 8: Factores de corrección de f'_m y v'_m en prismas de albañilería por edad de ensayo

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

Fuente: (Ministerio de Vivienda, 2006)

2.2.9.2. Curado de pilas de albañilería

El término curado se utiliza para describir las acciones tomadas por el constructor para mantener el concreto húmedo y dentro de un rango de temperatura adecuada, de tal manera que se promueva la hidratación del cemento. (Solís & Eric, 2005)

Para el caso del curado de las juntas de mortero en pilas de albañilería se cuenta con dos procedimientos, el primero que es un curado realizado automáticamente por el agua retenida en el núcleo de las unidades después de ser regadas previo al asentado. (San Bartolomé, Quiun, & Silva, 2011)

Por otro lado, se tiene el curado externo impregnando agua a las juntas de mortero con ayuda de una brocha. Este último tipo de curado se ha utilizado en anteriores investigaciones generalmente en pilas de bloques de concreto vibrado.

Sin embargo, según (Gallegos & Casabonne, 2005) asevera que los prismas de albañilería en general no se curan, solo se



protegen con una tela húmeda durante 24 horas y posteriormente se colocan bajo techo hasta que son ensayados.

FIGURA N° 24: Curado de juntas de mortero en albañilería



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 25: Curado de muro de albañilería



Fuente: (San Bartolomé, Comentario a la Norma Técnica E.070-Albañilería)

2.2.9.3. Capping o refrentado

El “capping”, capeado o refrentado, para el caso de ensayos de prismas de albañilería, es el acto de aplicar mortero sobre las caras de la albañilería que estarán en contacto directo con cabezales de los equipos de ensayo; se realiza con el objetivo de nivelar la superficie de la albañilería y mejorar la distribución de carga aplicada a todo el prisma.

El mortero que se aplica sobre la albañilería puede ser de distintos materiales, generalmente yeso y/o cemento, en un espesor aproximado de 3mm. (San Bartolomé, Quiun, & Silva, 2011)

FIGURA N° 26: Capping de ladrillos King Kong con mortero de yeso cemento

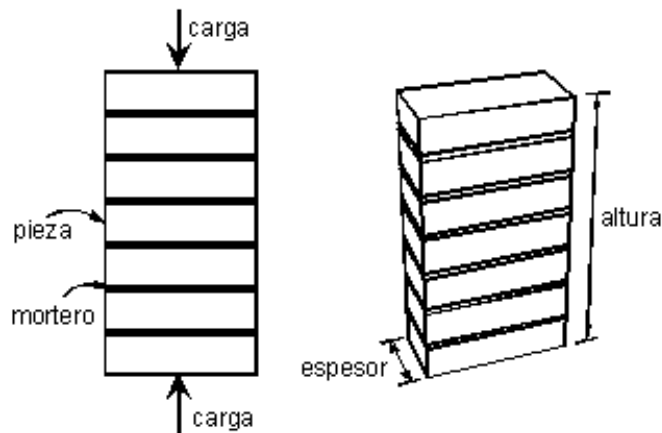


Fuente: Elaboración propia

2.2.10. Resistencia a compresión axial de prismas de albañilería (fm)

La Resistencia a Compresión Axial de la Albañilería (f_m) constituye una propiedad mecánica de los prismas de albañilería que no debe ser confundido con la Resistencia Característica a Compresión Axial de la Albañilería (f'_m).

Se obtiene dividiendo la carga de rotura de la pila durante el ensayo correspondiente, entre el área bruta de la sección transversal, dicha área será utilizada para ladrillos o bloques calificados como huecos o solidos sin excepción. Este valor debe ser corregido por los coeficientes respectivos dependiendo de la esbeltez y edad a la que la pila fue ensayada. (San Bartolomé, Quiun, & Silva, 2011)

FIGURA Nº 27: Metodología del ensayo de resistencia a compresión axial de pilas de albañilería

Fuente: (Contraloría General de la Ciudad de México, 2010)

2.2.10.1. Esbeltez de pilas

La relación de esbeltez se define como la relación entre la altura de la pila y su espesor. La Norma Técnica E.070 adopta como esbeltez estándar de esbeltez igual a 5, lo que implica que la resistencia a compresión axial de una pila con esbeltez diferente deberá ser corregida por un coeficiente adimensional.

Está comprobado que a menores esbelteces en pilas arrojan mayores valores de resistencia a compresión axial, según (San Bartolomé, Quiun, & Silva, 2011) esto sucede debido a que presentan mayor restricción al desplazamiento lateral inducida por los cabezales del equipo en ensayo en pilas de poca esbeltez.

2.2.10.2. Técnica de ensayo a compresión axial en pilas de albañilería

Este ensayo sirve para determinar la resistencia característica a compresión axial (f'_m) referida al área bruta de la sección transversal, además a través de este ensayo puede determinarse el módulo de elasticidad de la albañilería (E_m).



El ensayo debe realizarse a velocidad uniforme, sin producir impactos, de modo que su duración este comprendida entre 3 y 4 minutos. La velocidad de aplicación de carga debe ser de 5 ton/min o 1mm/min de desplazamiento entre los cabezales del equipo de ensayo.

2.2.10.3. Resistencia característica a compresión axial de albañilería ($f'm$)

La Resistencia Característica a Compresión Axial de la Albañilería ($f'm$) se obtiene de la resta de la Resistencia a Compresión Axial de la Albañilería (f_m) y la desviación estándar (σ) de la muestra ensayada. (Ministerio de Vivienda, 2006)

$$f'm = f_m - \sigma$$

El restar la desviación estándar al promedio de resistencia implica que el 84% de las pilas ensayadas tendrán una resistencia mayor que el valor característico. (San Bartolomé, Quiun, & Silva, 2011)

2.2.10.4. Coeficientes de corrección de resistencia a compresión axial para pilas de albañilería

Son valores numéricos adimensionales que se aplican a la resistencia de la pila ensayada a una esbeltez distinta (dependiendo la norma sobre la que se analice) a la estándar, para de este modo estimar la resistencia que se obtendría con la esbeltez nominal.

Para el caso de la Norma E.070 Albañilería (Ministerio de Vivienda, 2006), los coeficientes que estipula no tiene un respaldo experimental con unidades de albañilería peruanas. (San Bartolomé & Quiun, 2007)

TABLA N° 9: Factores de corrección de $f'm$ por efectos de esbeltez

FACTORES DE CORRECCIÓN DE $f'm$ POR EFECTOS DE ESBELTEZ						
Esbeltez	2.00	2.50	3.00	4.00	4.50	5.00
Factor	0.73	0.80	0.91	0.95	0.98	1.00

Fuente: (Ministerio de Vivienda, 2006)

Existen coeficientes de corrección en otras normas como la INDECOPI 2003 o normas de otros países, que establecen valores distintos, con lo que se obtienen resistencias diferentes.

2.2.10.5. Formas de falla

Según (San Bartolomé, Quiun, & Silva, 2011)

El tipo de falla de las pilas ante cargas axiales está influenciados por la interacción desarrollada entre las caras de asiento de las unidades y el mortero. Debido a la diferencia de rigideces de las unidades y el mortero, las primeras restringen las deformaciones transversales del mortero, introduciéndole esfuerzos de compresión en la dirección transversal, que se traducen en tracciones laterales sobre la unidad, que dan lugar a las grietas verticales.

Por tanto, si se considera que el mortero y las unidades deben actuar como un solo material, la falla ideal debe ser una grieta vertical en la cara de menor dimensión, que corta unidades y mortero. Lo anterior se produce debido al efecto Poisson causada por la compresión aplicada.

Las fallas en pilas se producen en su mayoría de forma brusca, debido a que se trata de materiales frágiles sin ningún refuerzo. En el caso de pilas con unidades de baja resistencia la falla ocurre generalmente por aplastamiento local de las unidades.



También se pueden dar fallas por pandeo de la pila, provocado por imperfecciones en la construcción reflejada en la configuración geométrica del espécimen o falta de alineamiento del eje de carga y el eje longitudinal de la pila.

2.2.11. Aspectos estadísticos

2.2.11.1. Desviación Estándar

2.2.11.1.1. Desviación Estándar de una muestra

Medida de variación de los valores con respecto a la media o promedio. Por lo general, es la medida de variación más importante y útil (Triola, 2004). Se calcula a partir de la siguiente formula:

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Donde:

s : Desviación estándar muestral

x : Dato muestral

\bar{x} : Media o promedio

n : Número o cantidad de datos muestrales

A continuación se enuncian otras características de la desviación estándar:

- El valor de la desviación es siempre positivo a menos que todos los valores de los datos sean el mismo número.
- El valor de la desviación puede incrementar con la inclusión de datos numéricamente distantes al grupo original.
- Las unidades de la desviación son las mismas que el conjunto de datos con el que se calcula.



2.2.11.1.2. Desviación Estándar de una población

Para el cálculo de la desviación estándar (σ) de una población se utiliza una fórmula ligeramente diferente a la de una muestra (Triola, 2004).

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x - \mu)^2}{N}}$$

Donde:

σ : Desviación estándar poblacional

x : Dato muestral

μ : Media o promedio

N : Numero o cantidad de datos muestrales

2.2.11.2. Coeficiente de correlación lineal (r)

Según (Triola, 2004).

Es un valor estadístico que mide la fuerza de la relación lineal entre los valores cuantitativos apareados, es decir, x e y en una muestra. El valor de coeficiente de correlación lineal se calcula con la siguiente formula:

$$r = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \sqrt{n(\sum y^2) - (\sum y)^2}}$$

Donde:

x : Dato muestral de la variable cuantitativa independiente

y : Dato muestral de la variable cuantitativa dependiente



2.2.11.2.1. Interpretación del coeficiente de correlación lineal (r)

El valor de dicho coeficiente debe estar comprendido entre -1 y $+1$. Si r se acerca a 0 , quiere decir que no existe una correlación lineal significativa entre x e y . pero si r se a -1 o $+1$, la correlación lineal es relevante entre los dos valores cuantitativos.

2.2.11.2.2. Interpretación del cuadrado del coeficiente de correlación lineal (r^2)

Añadido al valor del coeficiente de correlación lineal r , se debe considera el cálculo de su valor elevado al cuadrado, este último se interpreta como la proporción de la variación de y que se explica por la relación lineal entre x e y . (Triola, 2004)

Implícitamente el valor de r^2 implica el porcentaje de confianza de las predicciones que se hagan con la ecuación de curva de tendencia.

Si por ejemplo el valor de r^2 es igual a 0.85 , se infiere que el 85% de la variación del valor cuantitativo y se explica por su relación con x , y el 15% restante se produce por factores externos a x e y .

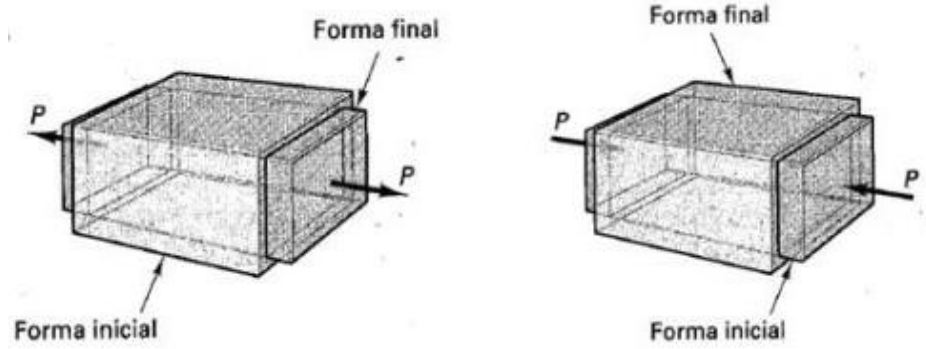
2.2.11.3. Efecto Poisson

Según (Pytel & Ferdinand, 2011)

Hecho en el cual las deformaciones de tensión y compresión axial, le acompaña una variación de las dimensiones transversales de un cuerpo cuando se le somete a alguna carga. Dicho efecto se comprueba experimentalmente al someter a tracción axial una barra metálica, naturalmente se genera una elongación, añadido a ello, por la relación de Poisson se genera la reducción de su área transversal.

Poisson comprobó en el año 1811 que la relación entre las deformaciones unitarias en las dos direcciones es constante, por debajo del límite plástico.

FIGURA N° 28: Deformaciones axiales y laterales ante cargas de compresión y tracción



Fuente: (Gonzales, 2002)



CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

TABLA Nº 10: Cuadro Metodológico

TIPO DE INVESTIGACIÓN	CUANTITATIVA	<ul style="list-style-type: none"> • Medir la resistencia a compresión axial de pilas de albañilería a diferentes esbelteces a los 28 días de edad • Medir las características físico mecánicas (variación dimensional, resistencia a compresión axial, absorción, alabeo) de las unidades de albañilería. • Medir la resistencia a compresión axial de testigos de mortero tipo P2, a los 28 días de edad. • Analizar los coeficientes de esbeltez estadísticamente mediante la interpolación. • Evaluar la influencia de la variación de la magnitud de la esbeltez, en la variación de la resistencia a compresión axial de pilas de albañilería.
NIVEL O ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	CORRELACIONAL	La presente investigación tiene como propósito determinar la relación numérica entre la variación de la esbeltez y la resistencia a compresión axial de pilas de albañilería; una vez obtenida dichos valores serán comparados con los factores de corrección por efectos de esbeltez establecidos por la Norma E.070-Albañilería.
MÉTODO	HIPOTÉTICO-DEDUCTIVO	El método consiste en un procedimiento que parte de unas aseveraciones en calidad de hipótesis y busca refutar o corroborar tales hipótesis, deduciendo de ellas conclusiones que deben confrontarse con los hechos. (Bernal, 2006)
DISEÑO METODOLÓGICO	EXPERIMENTAL	Se ensayaran pilas de albañilería en condiciones de laboratorio, es decir, con el control de las principales condiciones de elaboración y parámetros constructivos.
TIPO DE DISEÑO	CUASI EXPERIMENTAL	Los coeficientes de corrección por efectos de esbeltez de resistencia a compresión axial de pilas de albañilería obtenidas experimentalmente serán comparados con los valores establecidos en la norma E070-Albañilería.

Fuente: Elaboración propia



3.1. Metodología de la investigación

3.1.1. Tipo de investigación

La investigación se considera de **tipo Cuantitativa** puesto que se realiza:

- Medición de la resistencia a compresión axial de pilas de albañilería a diferentes esbelteces a los 28 días de edad
- Medición de las características físico mecánicas (variación dimensional, resistencia a compresión axial, absorción, alabeo) de las unidades de albañilería.
- Medición de la resistencia a compresión axial de testigos de mortero tipo P2, a los 28 días de edad.
- Analisis de los coeficientes de esbeltez estadísticamente mediante la interpolación.
- Evaluacion de la influencia de la variación de la magnitud de la esbeltez, en la variación de la resistencia a compresión axial de pilas de albañilería.

3.1.2. Nivel de la investigación

La presente investigación tiene como propósito determinar la relación numérica entre la variación de la esbeltez y la resistencia a compresión axial de pilas de albañilería; una vez obtenida dichos valores serán comparados con los factores de corrección por efectos de esbeltez establecidos por la Norma E.070-Albañilería. Por ello se considera la investigación con un nivel y **alcance Correlacional**.

3.1.3. Método de investigación

La presente investigación se realiza mediante el **método Hipotético-Deductivo**. El método consiste en un procedimiento que parte de unas aseveraciones en calidad de hipótesis y busca refutar tales hipótesis, deduciendo de ellas conclusiones que deben confrontarse con los hechos. **(Bernal, 2006)**



3.2. Diseño de la Investigación

3.2.1. Diseño metodológico

Se ensayaran pilas de albañilería en condiciones de laboratorio, es decir, con el control de las principales condiciones de elaboración y parámetros constructivos. Puesto que la realidad se ve modificada se considera el **diseño Experimental**.

3.2.2. Tipo de diseño

Los coeficientes de corrección por efectos de esbeltez de resistencia a compresión axial de pilas de albañilería obtenidas experimentalmente serán comparados con los valores establecidos en la norma E070-Albañilería, por lo tanto, el tipo de diseño corresponde a una investigación **Cuasiexperimental**.

3.2.3. Diseño de Ingeniería







3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población

3.3.1.1. Descripción de la población

Con motivos de alcanzar los objetivos trazados, la presente investigación incluye el estudio de dos poblaciones:

- La primera, denominada en adelante como población A, constituida por ladrilleras del distrito de San Jerónimo que producen unidades de albañilería semi industriales de tipo King Kong 18 huecos en dimensiones de 9x14x24cm.
- La segunda población, población B, es la que consta de pilas de albañilería elaboradas con unidades de ladrillo semi industrial King Kong 18 huecos 9x14x24cm de tipo estructural, con uso de mortero tipo P2; las cuales se ensayaron a 28 días de edad.

3.3.1.2. Cuantificación de la población

A continuación se describe la cuantificación de elementos evaluados:

- **Población A.** Constituida por 26 ladrilleras (ver Tabla N° 34 y Anexo N°02) productoras de unidades de albañilería semi industriales de tipo King Kong 18 huecos en dimensiones de 9x14x24cm.
- **Población B.** Constituida por 144 pilas de albañilería elaboradas con unidades de ladrillo semi industrial King Kong 18 huecos 9x14x24cm provenientes de ladrilleras que cumplan con la clasificación estructural establecida en la Norma Técnica E.070 – Albañilería y uso de mortero tipo P2; las cuales se ensayaron a 28 días de edad.



3.3.2. Muestra

3.3.2.1. Descripción de la muestra

Para el particular de la presente investigación se cuentan con dos muestras correspondientes a las dos poblaciones descritas en el ítem 3.3.1.1.

- **Muestra A.** La constituyen ladrilleras productoras de unidades de albañilería semi industriales de tipo King Kong 18 huecos en dimensiones de 9x14x24cm.
- **Muestra B.** La muestra de estudio está constituida por pilas de albañilería elaboradas con unidades de ladrillo semi industrial King Kong 18 huecos 9x14x24cm provenientes de ladrilleras que cumplan con los criterios de clasificación estructural y aceptación de la unidad establecidos en la Norma Técnica E.070 – Albañilería y uso de mortero tipo P2; las cuales se ensayaron a 28 días de edad.

3.3.2.2. Cuantificación de la muestra

- **Muestra A.** Consta de 26 ladrilleras (ver Tabla N° 34 y Anexo N°02) productoras de unidades de albañilería semi industriales de tipo King Kong 18 huecos en dimensiones de 9x14x24cm.
- **Muestra B.** En la tabla N° 11 se muestra la cuantificación detallada de la muestra de estudio.

TABLA N° 11: Cuantificación de la muestra B

UNIDAD	N° HILADAS	ALTURA (cm)	ESPESOR (cm)	ESBELTEZ	CANTIDAD
KING KONG SEMI INDUSTRIAL (9x14x24cm)	2	19.50	14.00	1.39	24
	3	30.00	14.00	2.14	24
	4	40.50	14.00	2.89	24
	5	51.00	14.00	3.64	24
	6	61.50	14.00	4.39	24
	7	72.00	14.00	5.14	24
TOTAL					144



3.3.2.3. Método de muestreo

Los muestreos A y B son de tipo **censal**, que permiten tener la misma cuantificación de población y de muestra.

3.3.2.4. Criterios de evaluación de muestra

Para considerar los criterios de evaluación de la muestra se hizo uso de las normas que constan en la tabla N° 12.

TABLA N° 12: Ensayos realizadas para unidades y pilas de albañilería

PRUEBA	NORMA
Variación Dimensional	NTP 399.604 ITINTEC 331.018
Absorción	NTP 399.604 ITINTEC 331.018
Alabeo	NTP 399.604 ITINTEC 331.018
Porcentaje de área hueca	Norma Técnica E.070 - Albañilería
Resistencia a compresión axial de unidades	NTP 399.604 ITINTEC 331.018
Resistencia a compresión axial de pilas	Norma Técnica E.070 - Albañilería

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3. Criterio de inclusión

3.3.3.1. Materiales

Para realizar esta investigación, es necesario contar con las unidades de albañilería tipo King Kong 9x14x24cm semi industriales y materiales que se mencionan a continuación.



- Ladrillo King Kong 18 huecos de procedencia semi industrial (fabricados en la ciudad del Cusco, en el distrito de San Jerónimo)
- Agregado Fino (cantera Cunyac y Vichos)
- Cemento (cemento Portland IP)
- Agua (potable, de la red pública de la ciudad de Cusco)

Los materiales mencionados son indispensables para la elaboración y el ensayo a compresión axial de pilas de albañilería simple.

Cabe resaltar que el agregado debe cumplir una granulometría especificada por la norma, para que el mortero tenga una adecuada resistencia; este debe cumplir con la dosificación especificada en la Norma Técnica E.070 Albañilería como mortero tipo P2.

En cuanto al cemento, se elige el tipo más usado en la provincia del Cusco, que es el tipo de cemento es portland IP, altamente recomendable por desarrollar gran adherencia con las unidades de albañilería.

El agua es necesaria para la mezcla de los materiales cemento y arena gruesa. El agua que utilizaremos será potable, proveniente de la red pública de la provincia del Cusco.

3.3.3.2. Características de las pilas de albañilería

- Unidad de albañilería : King Kong 18 huecos (9x14x24cm)
- Tipo de mortero : P2 (cemento: agregado, 1:4)
- Espesor de junta de mortero : 1.5 cm
- Edad de ensayo : 28 días
- Tipo de curado : Vía húmeda
- Frecuencia de curado : 5 veces por día
- Refuerzo : Ninguno
- Altura : Variable
- Espesor : 14 cm



3.3.3.3. Ensayos

Para la investigación se tienen dos etapas de ensayos: ensayos de pruebas de calidad de los materiales y, por otro lado, ensayos de recolección de datos de investigación.

Dentro de los ensayos de pruebas de calidad de los materiales se tienen:

- Variación dimensional
- Alabeo
- Absorción
- Verificación de área hueca
- Resistencia a compresión axial de especímenes de mortero tipo P2
- Resistencia a compresión axial de unidades de albañilería

Dentro de los ensayos de recolección de datos de investigación se tienen:

- Resistencia a la compresión axial de pilas de albañilería

3.4. Instrumentos

3.4.1. Instrumentos metodológicos o Instrumentos de Recolección de Datos

Los instrumentos utilizados fueron los formatos de laboratorio, donde se anotaron de manera organizada los datos recabados en el proceso de ensayo que sirvieron para llegar a los resultados que se muestran en la presente investigación. Dichos formatos mejoraron la posibilidad de análisis de datos y resultados.

Como instrumentos metodológicos se emplearon textos especializados en teoría de Metodología de la Investigación de diversos autores, así como otros especializados en la rama de albañilería, como las Normas Técnicas Peruanas.



Es así que los instrumentos usados para la recolección de datos en la investigación fueron:

- Formatos de datos de ensayos de laboratorios
- Encuestas de campo tipo cuestionario



3.4.1.1. Formato N°01 Ficha de encuesta

MODELO DE ENCUESTA REALIZADA - LADRILLERAS

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ; ELABORADAS CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL KING KONG 18 HUECOS, RESPECTO DE LOS COEFICIENTES ESTABLECIDOS POR LA NORMA TÉCNICA PERUANA E.070-ALBAÑILERÍA

ENTREVISTA N°: _____ FECHA: _____

NOMBRE DE LA LADRILLERA : _____

DIRECCIÓN : _____

PROPIETARIO Y/O RESPONSABLE : _____

¿Qué tipo de unidades produce?

Cantidad de unidades producidas

Tipo de Unidad	Frecuencia de producción	Cantidad (und)	Precio (\$/.)
Tejas			
Ladrillos refractarios			
Ladrillo blocker 10x20x30cm			
Ladrillo blocker 12x20x30cm			
Ladrillo King kong 9x14x24cm			
Ladrillo sólido			
Ladrillo caseton			
Ladrillo pandereta			

¿Qué tipo de procedimiento de fabricación cree Ud. que emplea? ¿Por qué?
Industrial ()
Semi industrial ()
Artesanal ()

¿Cuál es la procedencia de su materia prima?

¿Hacen uso de algún reglamento o norma técnica para el proceso de producción?

¿Realizan algún control de calidad en la producción? ¿Cuál?

¿Su producción a qué mercado va destinado mayoritariamente?
Obras estatales ()
Obras para empresas privadas ()
Obras para personas naturales ()

Fuente: Elaboración Propia.



3.4.1.2. Formato N° 02 Empadronamiento de ladrilleras:

TABLA N° 13: Formato de empadronamiento de ladrilleras

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO							
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL							
TESIS:		ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ; ELABORADAS CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL KING KONG 18 HUECOS, RESPECTO DE LOS COEFICIENTES ESTABLECIDOS POR LA NORMA TÉCNICA E.070-ALBAÑILERÍA							
		FORMATO DE TESIS N° 01							
RESPONSABLES:		Luz Nadia Huisa Cuito Edwin Salas Rios					FECHA:		
ENSAYO:		EMPADRONAMIENTO DE LADRILLERAS							
N°	DENOMINACIÓN DE PRODUCTORA	PROPIETARIO	TIPO DE UNIDADES PRODUCIDAS						
			TEJAS	REFRACTARIOS	BLOCKER (10X20X30)	BLOCKER (12X20X30)	KING KONG (9X14X24)	SÓLIDO	CASETÓN
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
()									
()									
()									
()									

Fuente: Elaboración Propia.



3.4.1.3. Formato N° 03 Variación dimensional

TABLA N° 14: Formato para ensayo de variación dimensional



		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO											
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL											
TESIS:		ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ; ELABORADAS CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL KING KONG 18 HUECOS, RESPECTO DE LOS COEFICIENTES ESTABLECIDOS POR LA NORMA TÉCNICA E.070-ALBAÑILERÍA											
FORMATO DE TESIS N° 03													
RESPONSABLES:		Luz Nadia Huisa Cuito Edwin Salas Rios								FECHA:			
ENSAYO:		VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA KING KONG 18 HUECOS											
LADRILLERA	N°	ALTURA (cm)				ANCHO (cm)				LONGITUD (cm)			
		h1	h2	h3	h4	a1	a2	a3	a4	L1	L2	L3	L4
A	1												
	2												
	3												
	4												
	5												
B	1												
	2												
	3												
	4												
	5												
C	1												
	2												
	3												
	4												
	5												
()	1												
	2												
	3												
	4												
	5												

Fuente: Elaboración Propia.



3.4.1.4. Formato N° 04 Alabeo

TABLA N° 15: Formato para ensayo de alabeo

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 									
TESIS:	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ; ELABORADAS CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL KING KONG 18 HUECOS, RESPECTO DE LOS COEFICIENTES ESTABLECIDOS POR LA NORMA TÉCNICA E.070-ALBAÑILERÍA								
FORMATO DE TESIS N° 04									
RESPONSABLES:	Luz Nadia Huisa Cuito Edwin Salas Rios								
	FECHA:								
ENSAYO:	ALABEO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA KING KONG 18 HUECOS								
LADRILLERA	N°	ALABEO (mm)							
		CÓNCAVO (-)				CONVEXO (+)			
A	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
B	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
C	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
()	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
()	6								
	7								
	8								
	9								
	10								
()	11								
	12								
	13								
	14								
	15								

Fuente: Elaboración Propia.



3.4.1.5. Formato N° 05 Absorción en unidades de albañilería:

TABLA N° 16: Formato de ensayo de absorción

LADRILLERA		N°	PESO SECO (kg)	PESO SATURADO (kg)
A		1		
		2		
		3		
		4		
		5		
B		1		
		2		
		3		
		4		
		5		
C		1		
		2		
		3		
		4		
		5		
D		1		
		2		
		3		
		4		
		5		
()		1		
		2		
		3		
		4		
		5		
()		1		
		2		
		3		
		4		
		5		

Fuente: Elaboración Propia.

3.4.1.6. Formato N° 06 Porcentaje de área hueca en unidades de albañilería

TABLA N° 17: Formato de ensayo de porcentaje de área hueca

LADRILLERA		N°	Ø de Orificio (cm)	LADRILLERA		N°	Ø de Orificio (cm)	LADRILLERA		N°	Ø de Orificio (cm)
A		1		E		1		()		1	
		2				2				2	
		3				3				3	
		4				4				4	
		5				5				5	
B		1		F		1		()		1	
		2				2				2	
		3				3				3	
		4				4				4	
		5				5				5	
C		1		G		1		()		1	
		2				2				2	
		3				3				3	
		4				4				4	
		5				5				5	
D		1		H		1		()		1	
		2				2				2	
		3				3				3	
		4				4				4	
		5				5				5	

Fuente: Elaboración Propia.



3.4.1.7. Formato N° 07 Resistencia a compresión axial de unidades de albañilería:

TABLA N° 18: Formato de ensayo de resistencia a compresión axial de unidades de albañilería

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
TESIS:		ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ; ELABORADAS CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL KING KONG 18 HUECOS, RESPECTO DE LOS COEFICIENTES ESTABLECIDOS POR LA NORMA TÉCNICA E.070-ALBAÑILERÍA							
FORMATO DE TESIS N° 07									
RESPONSABLES:		Luz Nadia Huisa Cuito Edwin Salas Rios					FECHA:		
ENSAYO:		RESISTENCIA COMPRESIÓN AXIAL DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA KING KONG 18 HUECOS							
LADRILLERA	N°	FUERZA (kgf)	PROMEDIO		LADRILLERA	N°	FUERZA (kgf)	PROMEDIO	
			Largo (cm)	Ancho (cm)				Largo (cm)	Ancho (cm)
A	1				}	1			
	2					2			
	3					3			
	4					4			
	5					5			
B	1				}	1			
	2					2			
	3					3			
	4					4			
	5					5			
C	1				}	1			
	2					2			
	3					3			
	4					4			
	5					5			
D	1				}	1			
	2					2			
	3					3			
	4					4			
	5					5			
E	1				}	1			
	2					2			
	3					3			
	4					4			
	5					5			
F	1				}	1			
	2					2			
	3					3			
	4					4			
	5					5			

Fuente: Elaboración Propia.

3.4.1.8. Formato N°08 Análisis granulométrico:

TABLA N° 19: Formato de ensayo de análisis granulométrico

	<p>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</p> <p>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</p>	
TESIS:	ANALISIS COMPARATIVO DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCION DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ; ELABORADAS CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL KING KONG 18 HUECOS, RESPECTO DE LOS COEFICIENTES ESTABLECIDOS POR LA NORMA TÉCNICA E.070-ALBAÑILERÍA	
FORMATO DE TESIS N° 08		
RESPONSABLES:	Luz Nadia Huisa Cuito Edwin Salas Rios	FECHA:
ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	

DATOS DE MUESTRA				TAMICES		Peso Retenido (gr)
Cantera	Agregado	%	peso (gr)	Ø	(mm)	
Vichos	Confitillo			N° 4	4.750	
Cunyaq	Arena fina			N° 8	2.360	
				N° 16	1.180	
				N° 30	0.600	
				N° 50	0.300	
				N° 100	0.150	
				N° 200	0.075	
				FONDO	-	
				PERDIDA		
CURVA GRANULOMÉTRICA						

Fuente: Elaboración Propia.



3.4.1.9. Formato N° 09 Resistencia a compresión axial de pilas de albañilería

TABLA N° 20: Formato de ensayo de resistencia a compresión axial de pilas de albañilería

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
TESIS:		ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ; ELABORADAS CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL KING KONG 18 HUECOS, RESPECTO DE LOS COEFICIENTES ESTABLECIDOS POR LA NORMA TÉCNICA E.070-ALBAÑILERÍA			
FORMATO DE TESIS N° 09					
RESPONSABLES:		Luz Nadia Huisa Cuito Edwin Salas Rios		FECHA:	
ENSAYO:		RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA			

MUESTRA	ALTURA (cm)	ESPESOR (cm)	ANCHO (cm)	PRESIÓN (psi)
() : 2 : 1				
() : 2 : 2				
() : 2 : 3				
() : 2 : 4				
() : 3 : 1				
() : 3 : 2				
() : 3 : 3				
() : 3 : 4				
() : 4 : 1				
() : 4 : 2				
() : 4 : 3				
() : 4 : 4				
() : 5 : 1				
() : 5 : 2				
() : 5 : 3				
() : 5 : 4				
() : 6 : 1				
() : 6 : 2				
() : 6 : 3				
() : 6 : 4				
() : 7 : 1				
() : 7 : 2				
() : 7 : 3				
() : 7 : 4				

LEYENDA DE CÓDIGO DE MUESTRA
 código ladrillera : N° hiladas : N° muestra

Fuente: Elaboración Propia.

3.4.1.10. Formato N°10 Resistencia a compresión axial de testigos de mortero

TABLA N° 21: Formato de ensayo de resistencia a compresión axial de testigos de mortero

<p>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>	
TESIS:	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ; ELABORADAS CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL KING KONG 18 HUECOS, RESPECTO DE LOS COEFICIENTES ESTABLECIDOS POR LA NORMA TÉCNICA E.070-ALBAÑILERÍA
FORMATO DE TESIS N° 10	
RESPONSABLES:	Luz Nadia Huisa Cuito Edwin Salas Rios
	FECHA:
ENSAYO:	RESISTENCIA COMPRESIÓN AXIAL DE TESTIGOS DE MORTERO

TESTIGO	FUERZA (KgF)	Largo (cm)	Ancho (cm)
M 1			
M 2			
M 3			
M 4			
M 5			
M 6			
M 7			
M 8			
M 9			
M 10			
M 11			
M 12			
M 13			
M 14			
M 15			
M ()			
M ()			
M ()			
M ()			
M ()			

Fuente: Elaboración Propia.

3.4.2. Instrumentos de Ingeniería:

Para los ensayos de variación dimensional, alabeo, absorción, granulometría, compresión axial de unidades y pilas se hicieron uso de los siguientes equipos:

TABLA Nº 22: Instrumentos de Ingeniería

INSTRUMENTO	DEFINICIÓN O ESPECIFICACIONES	IMAGEN REFERENCIAL
Vernier	Instrumento de medida con aproximación de 1 mm.	
Regla metálica	Con aproximación de 1 mm.	
Wincha	Con aproximación de 1 mm.	
Cuña de Alabeo	Cuñas de acero o madera graduadas a un milímetro	
Recipiente	Pueden ser metálicos o plásticos, con asa y de fondo parejo.	

INSTRUMENTO	DEFINICIÓN O ESPECIFICACIONES	IMAGEN REFERENCIAL
<p>Balanza</p>	<p>Instrumento con precisión de 0.1gr -0.5 gr.</p>	
<p>Tamices</p>	<p>Los tamices se montaron uno sobre otro, de tal manera que evite la perdida de material; se hizo uso de los siguientes tamices: N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y N° 200.</p>	
<p>Horno Eléctrico</p>	<p>Equipo capaz de mantener una temperatura uniforme de 110°C ±5°</p>	
<p>Cucharon</p>	<p>De suficiente capacidad de poder transportar agregados.</p>	

INSTRUMENTO	DEFINICIÓN O ESPECIFICACIONES	IMAGEN REFERENCIAL
Molde Metálico	Para los cubos de mortero de 50 mm de arista, no deben tener más de tres compartimentos, estarán dotados de dispositivos que aseguren una perfecta y rígida unión, para no producir ensanchamientos o pandeos en los especímenes.	
Máquina de compresión	Máquina para ensayo de resistencia a compresión axial de unidades de albañilería King Kong 18 huecos.	
Prensa hidráulica	Máquina para ensayo de resistencia a compresión axial de pilas de albañilería.	

Fuente: Elaboración propia



3.5. Procedimientos de Recolección de Datos

3.5.1. Encuesta a productores de unidades de albañilería

3.5.1.1. Equipos y materiales

- Ficha de encuesta
- Materiales de escritorio (bolígrafos, hojas, etc)

3.5.1.2. Procedimiento

Toma de muestra

Para la aplicación del cuestionario se seleccionó a los fabricantes de unidades de albañilería de arcilla de la zona de San Jerónimo – Sucso Aucaylle, teniendo en cuenta que es el sector que atiende la mayor parte de la demanda en la provincia del Cusco.

Aplicación de la Encuesta

Las preguntas fueron formuladas de manera verbal a la persona que se encontraba trabajando en dicho momento en cada ladrillera, cabe aclarar que las personas tenían conocimiento que la encuesta era para fundamentar la tesis de investigación.

FIGURA N° 29: Aplicación de encuesta a ladrilleras de San Jerónimo



Fuente: Elaboración propia

Datos relevantes recabados

Las preguntas de la encuesta aplicada fueron formuladas pensando en recabar datos relevantes para la investigación, los cuales se mencionan a continuación:

- Tipo de unidades de albañilería que producen
- Cantidad de producción y demanda
- Tipo de proceso de fabricación (industrial, semi industrial o artesanal)
- Aplicación de controles de calidad
- Mercado al que, en su mayoría, va destinada su producción.

FIGURA N° 30: Banda transportadora en ladrillera semi industrial – distrito San Jerónimo



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 31: Moldeo de ladrillo King Kong 18 huecos – distrito San Jerónimo



Fuente: Elaboración propia

3.5.1.3. Toma de datos de la encuesta

TABLA N° 23: Empadronamiento de ladrilleras

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 											
TESIS:	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ; ELABORADAS CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL KING KONG 18 HUECOS, RESPECTO DE LOS COEFICIENTES ESTABLECIDOS POR LA NORMA TÉCNICA E.070-ALBAÑILERÍA										
FORMATO DE TESIS N° 02											
RESPONSABLES:	Luz Nadia Huisa Cuito Edwin Salas Rios										
	FECHA: 17 -19 AGOSTO 2016										
ENSAYO:	EMPADRONAMIENTO DE LADRILLERAS										
N°	DENOMINACIÓN DE PRODUCTORA	PROPIETARIO	TIPO DE UNIDADES PRODUCIDAS								
			TEJAS	REFRACTARIOS	BLOCKER (10X20X30)	BLOCKER (12X20X30)	KING KONG (9X14X24)	SÓLIDO	CASETÓN	PANDERETA	
1	Ladrillera s/n	Nilton Gamarra	X	X							
2	Ladrillera Hualpa	no identificado			X						
3	Ladrillera Umbrales	no identificado						X			
4	Ladrillera s/n	Teodoro Mamani Concha									
5	Ladrillera s/n	Josefina Mamani			X	X	X				
6	Ladrillera s/n	Juan Huaman Mamani			X						
7	Ladrillera Río Mapacho	no identificado			X	X					
8	Ladrillera s/n	Ramiro Lazo				X					
9	Ladrillera Mi Perú	no identificado				X	X	X			
10	Ladrillera s/n	no identificado				X					

Fuente: Elaboración Propia.



N°	DENOMINACIÓN DE PRODUCTORA	PROPIETARIO	TIPO DE UNIDADES PRODUCIDAS							
			TEJAS	REFRACTARIOS	BLOCKER (10X20X30)	BLOCKER (12X20X30)	KING KONG (9X14X24)	SÓLIDO	CASETÓN	PANDERETA
11	Ladrillera s/n	Rolando Cansaya Condori					X			
12	Ladrillera Suni	Josefa Suni				X				
13	Ladrillera s/n	no identificado			X	X				
14	Ladrillera s/n	Jose Mansilla				X			X	X
15	Ladrillera s/n	Johan Rios			X	X				
16	Ladrillera s/n	no identificado			X					
17	Ladrillera s/n	Pavel Flores Bustamante			X	X				
18	Ladrillera Cerámica Champions	no identificado				X				X
19	Ladrillera s/n	Braulio Quispe Mamani			X					
20	Ladrillera Mirador	Hnos. Quispe Atayupanqui			X	X	X			
21	Ladrillera Latesan	Ascensión Auccupure			X	X	X		X	X
22	Ladrillera Paucartambina	Estela Quispe	X		X	X	X		X	
23	Ladrillera Latesa	Ascensión Auccupure			X	X	X		X	X
24	Ladrillera s/n	Antony Quispe Boza			X	X	X			
25	Ladrillera J&E	Victor Quispe			X	X	X			
26	Ladrillera s/n	Carmen Coayla Quispe			X	X				
27	Ladrillera s/n	no identificado			X	X				
28	Ladrillera s/n	Jose Villavicencio			X	X				
29	Ladrillera s/n	Jose Luis Tapia			X	X				
30	Ladrillera s/n	Hugo Condori			X	X	X			
31	Ladrillera s/n	Eleuterio Mescco			X	X				
32	Ladrillera s/n	César Quispe			X	X	X			
33	Ladrillera s/n	no identificado			X	X				
34	Ladrillera Pachacutec	Crisóstomo Meza			X	X				

Fuente: Elaboración Propia.



N°	DENOMINACIÓN DE PRODUCTORA	PROPIETARIO	TIPO DE UNIDADES PRODUCIDAS							
			TEJAS	REFRACTARIOS	BLOCKER (10X20X30)	BLOCKER (12X20X30)	KING KONG (9X14X24)	SÓLIDO	CASETÓN	PANDERETA
35	Ladrillera Gómez	Rolando Gómez			X	X				
36	Ladrillera s/n	Francisco Ojeda			X	X				
37	Ladrillera Inca	no identificado			X	X				
38	Ladrillera s/n	no identificado			X	X				
39	Ladrillera Tomy	no identificado			X	X				
40	Ladrillera TM	Nestor Roca Huaman			X	X				
41	Ladrillera s/n	no identificado			X	X				
42	Ladrillera s/n	Samuel Mendoza	X			X				
43	Ladrillera s/n	Elvira Conde			X	X				
44	Ladrillera Gallos	no identificado				X				
45	Ladrillera s/n	Yolanda Quito				X				
46	Ladrillera Acuña	no identificado			X	X				
47	Ladrillera s/n	no identificado			X	X				
48	Ladrillera Líderes	no identificado			X	X				
49	Ladrillera Champi	Wilber Champi			X	X				
50	Ladrillera s/n	Elvira Macedo				X				
51	Ladrillera Titán	no identificado				X				
52	Ladrillera s/n	Eusebio Mamani				X				
53	Ladrillera s/n	Wilfredo Mamani				X				
54	Ladrillera Gato	no identificado				X				X
55	Ladrillera s/n	Eloy Condori				X				
56	Ladrillera s/n	no identificado				X				
57	Ladrillera Camala	no identificado				X				
58	Ladrillera s/n	Ismael Rosas				X				

Fuente: Elaboración Propia.



N°	DENOMINACIÓN DE PRODUCTORA	PROPIETARIO	TIPO DE UNIDADES PRODUCIDAS							
			TEJAS	REFRACTARIOS	BLOCKER (10X20X30)	BLOCKER (12X20X30)	KING KONG (9X14X24)	SÓLIDO	CASETÓN	PANDERETA
59	Ladrillera s/n	Federico Cañari				X				
60	Ladrillera s/n	no identificado				X				
61	Ladrillera s/n	Miriam Quispe						X		
62	Ladrillera s/n	no identificado			X	X				
63	Ladrillera s/n	Ángela Manrique						X		
64	Ladrillera s/n	Rocío Quispe			X	X				
65	Ladrillera s/n	Cornelia Hanco		X		X	X			X
66	Ladrillera s/n	Erasmus Pilla			X		X			
67	Ladrillera s/n	no identificado			X	X				
68	Ladrillera Originales	no identificado			X	X				
69	Ladrillera s/n	Rubén Jarandilla Condori			X					
70	Ladrillera El Chelas	no identificado					X			
71	Ladrillera s/n	Gloria Rivera			X	X				
72	Ladrillera s/n	Rubén Huallpamayta				X	X			
73	Ladrillera s/n	no identificado			X					
74	Ladrillera Cortez	no identificado			X	X				
75	Ladrillera Maranura	no identificado	X		X	X				
76	Ladrillera s/n	no identificado			x	x				
77	Ladrillera Dorado	Teófilo Concha			X	X				
78	Ladrillera s/n	Armando Carpio			X					
79	Ladrillera s/n	no identificado			X	X				
80	Ladrillera El Monumental	no identificado			X	X				
81	Ladrillera Imperial	no identificado			X	X				
82	Ladrillera s/n	no identificado			X	X				

Fuente: Elaboración Propia.



N°	DENOMINACIÓN DE PRODUCTORA	PROPIETARIO	TIPO DE UNIDADES PRODUCIDAS							
			TEJAS	REFRACTARIOS	BLOCKER (10X20X30)	BLOCKER (12X20X30)	KING KONG (9X14X24)	SÓLIDO	CASETÓN	PANDERETA
83	Ladrillera s/n	Viviano Cansaya			X					
84	Ladrillera Durand	no identificado			X					
85	Ladrillera s/n	Plácido Mamani								
86	Ladrillera s/n	Estanislao Champi						X		
87	Ladrillera s/n	Kevin Pochuanca				X	X			
88	Ladrillera del Sur	no identificado			X	X				
89	Ladrillera s/n	David Ninacuro			X	X				
90	Ladrillera s/n	Elvira Conde			X	X				
91	Ladrillera s/n	no identificado			X	X				
92	Ladrillera Tapia	no identificado				X	X			
93	Ladrillera s/n	Washington Huaman			X	X				
94	Ladrillera s/n	Manuel Torres			X	X				
95	Ladrillera s/n	Mario Atayupanqui					X			
96	Ladrillera s/n	no identificado			X	X				
97	Ladrillera Nacional	no identificado			X	X				
98	Ladrillera s/n	no identificado			X	X				
99	Ladrillera Andina	no identificado					X			
100	Ladrillera s/n	Lucio Curo				X			X	
101	Ladrillera s/n	Consuelo Quispe				X			X	
102	Ladrillera Comercio	no identificado				X			X	
103	Ladrillera Jhon Anthony	no identificado			X	X	X			X
104	Ladrillera s/n	Elsa Cruz			X	X	X			
105	Ladrillera Muralla	no identificado		X	X	X	X		X	X
106	Ladrillera Internacional	no identificado			X	X				

Fuente: Elaboración Propia.



N°	DENOMINACIÓN DE PRODUCTORA	PROPIETARIO	TIPO DE UNIDADES PRODUCIDAS							
			TEJAS	REFRACTARIOS	BLOCKER (10X20X30)	BLOCKER (12X20X30)	KING KONG (9X14X24)	SÓLIDO	CASETÓN	PANDERETA
107	Ladrillera s/n	Gonzalo Hirpahuanca			X	X			X	
108	Ladrillera s/n	Salvador Jurado			X	X				X
109	Ladrillera s/n	no identificado				X				
110	Ladrillera s/n	no identificado			X	X			X	
111	Ladrillera s/n	no identificado				X			X	
112	Ladrillera s/n	María del Carmen Solis			X	X			X	X
113	Ladrillera s/n	Carlos Curo Gonzales			X					
114	Ladrillera s/n	Daniela Luna			X				X	
115	Ladrillera s/n	Aurelio Mottocanchi			X					X
116	Ladrillera Montufar	no identificado				X				X
117	Ladrillera s/n	no identificado				X			X	X
118	Ladrillera s/n	Efraín Mescoco Mansilla			X					X
119	Ladrillera Ayar	no identificado			X					X
120	Ladrillera Chávez	Anacleto Chávez			X	X				X
121	Ladrillera Cielo	no identificado			X					X
122	Ladrillera Universal	no identificado			X					
123	Ladrillera s/n	Ángeles Quispe Yupanqui			X	X			X	
124	Ladrillera s/n	Fredy Tarraga			X					
125	Ladrillera s/n	no identificado			X					
126	Ladrillera s/n	Nilo Ccahuana Espinoza			X	X			X	
127	Ladrillera Cesac	no identificado			X	X			X	
128	Ladrillera s/n	no identificado			X	X			X	
129	Ladrillera s/n	Félix Bejarano			X	X				

Fuente: Elaboración Propia.



3.5.2. Ensayo de variación dimensional

3.5.2.1. Equipos utilizados

Se emplearon instrumentos de medición de longitud con divisiones a cada 1mm, como lo estipula **(INDECOPI, 1978)**. Dichos instrumentos se mencionan a continuación:

- Vernier
- Regla metálica
- Wincha

3.5.2.2. Muestra

La muestra estuvo conformada por 5 unidades de albañilería de cada ladrillera productora, dichas unidades fueron seleccionadas de distintos lotes y de forma aleatoria, con la finalidad de obtener la información necesaria que permita apreciar las características de un lote promedio.

Es necesario aclarar que cada productora contaba con un lote promedio de 10 millares de unidades, el muestreo efectuado para la presente investigación supera lo estipulado por **(Ministerio de Vivienda, 2006)**, que sugiere una muestra de 5 unidades por cada 25 millares.

3.5.2.3. Procedimiento

- Se realiza la medición de las dimensiones del largo, ancho y altura de cada unidad de albañilería en la parte media de cada una de sus 4 caras.

**FIGURA Nº 32: Variación dimensional – medición del ancho
de la unidad de albañilería**



Fuente: Elaboración propia



3.5.2.4. Toma de datos

TABLA N° 24: Datos de variación dimensional

LADRILLERA		N°	ALTURA (cm)				ANCHO (cm)				LONGITUD (cm)			
			h1	h2	h3	h4	a1	a2	a3	a4	L1	L2	L3	L4
A	L. UMBRALES	1	8.80	8.70	8.80	9.00	14.20	14.00	14.20	14.30	24.00	23.70	24.10	24.20
		2	8.80	9.00	8.90	8.60	14.00	13.80	14.00	14.20	23.90	24.30	24.10	24.00
		3	8.80	9.00	8.70	8.60	13.90	13.70	13.90	14.00	24.00	23.80	23.80	23.70
		4	8.90	8.60	8.70	8.60	13.90	13.90	13.80	13.90	24.10	24.00	24.10	24.00
		5	8.80	8.70	9.10	8.70	14.10	14.30	14.00	13.90	23.90	24.20	24.20	23.90
B	L. S/N	1	8.60	8.55	8.80	8.50	13.70	13.50	13.60	13.55	23.90	23.30	24.00	23.80
		2	8.61	8.55	8.65	8.50	13.80	13.80	13.79	13.75	24.10	24.10	24.00	24.10
		3	8.65	8.60	8.85	8.50	13.80	13.71	13.65	13.78	23.90	24.10	23.90	24.00
		4	8.85	8.50	8.65	8.50	13.76	13.81	13.85	13.50	24.00	23.90	23.80	24.00
		5	8.45	8.60	8.60	8.50	13.80	13.75	13.80	13.70	24.00	24.00	24.10	24.20
C	L. MIRADOR	1	8.80	8.90	8.90	8.80	13.50	13.40	13.50	13.60	23.90	23.80	23.70	23.70
		2	8.90	8.80	8.80	8.90	13.50	13.60	13.60	13.50	23.80	23.60	23.70	23.80
		3	8.90	9.00	8.70	9.00	13.50	13.60	13.50	13.40	23.70	23.90	23.80	23.60
		4	8.80	8.90	8.80	8.90	13.50	13.50	13.60	13.50	23.70	23.80	23.70	23.80
		5	8.80	8.90	8.70	8.70	13.60	13.40	13.60	13.60	23.70	23.60	23.60	23.90

Fuente: Elaboración Propia.





		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
TESIS:		ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ; ELABORADAS CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL KING KONG 18 HUECOS, RESPECTO DE LOS COEFICIENTES ESTABLECIDOS POR LA NORMA TÉCNICA E.070-ALBAÑILERÍA			
FORMATO DE TESIS N° 03					
RESPONSABLES:		Luz Nadia Huisa Cuito Edwin Salas Rios		FECHA: 8 SEPTIEMBRE 2016	
ENSAYO:		VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA KING KONG 18 HUECOS			

LADRILLERA	N°	ALTURA (cm)				ANCHO (cm)				LONGITUD (cm)				
		h1	h2	h3	h4	a1	a2	a3	a4	L1	L2	L3	L4	
D	L. LATESAN	1	8.50	8.80	8.60	8.80	13.50	13.50	13.60	13.50	24.10	24.00	24.20	24.00
		2	8.50	8.70	8.80	8.60	13.50	13.50	13.60	13.50	24.00	24.00	24.10	23.80
		3	8.50	8.50	8.80	8.00	13.50	13.40	13.60	13.40	23.90	23.90	24.00	23.80
		4	8.60	8.80	9.00	8.60	13.50	13.50	13.50	13.50	24.00	24.10	24.10	24.00
		5	8.60	8.70	8.90	8.80	13.40	13.40	13.50	13.40	23.90	23.80	23.90	23.70
E	L. PAUCARTAMBINA	1	9.00	8.70	8.90	8.90	14.20	14.20	14.20	14.20	24.60	24.50	24.60	24.50
		2	8.90	8.60	8.80	8.50	14.00	14.00	14.00	14.00	24.30	24.30	24.30	24.30
		3	8.80	8.80	8.80	8.70	13.80	13.70	13.50	13.80	23.70	23.80	23.70	23.70
		4	8.90	8.80	8.90	8.70	14.00	14.00	14.00	14.10	24.30	24.40	24.30	24.50
		5	8.90	8.80	8.90	8.60	14.10	14.10	14.00	14.10	24.50	24.40	24.50	24.40
F	L. J&E	1	8.50	8.40	8.80	8.90	13.60	13.50	13.60	13.50	24.00	23.80	24.10	24.20
		2	8.60	8.50	8.50	8.50	13.60	13.40	13.50	13.40	23.80	23.90	23.90	23.70
		3	8.70	8.70	8.60	8.50	13.70	13.50	13.70	13.60	24.00	24.40	24.00	23.70
		4	8.60	8.50	8.60	8.50	13.50	13.50	13.60	13.50	23.90	24.00	24.10	24.20
		5	8.60	8.50	8.70	8.70	13.60	13.60	13.60	13.60	24.10	24.20	23.90	24.00

Fuente: Elaboración Propia.



		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
TESIS:	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ; ELABORADAS CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL KING KONG 18 HUECOS, RESPECTO DE LOS COEFICIENTES ESTABLECIDOS POR LA NORMA TÉCNICA E.070-ALBAÑILERÍA				
FORMATO DE TESIS N° 03					
RESPONSABLES:	Luz Nadia Huisa Cuito Edwin Salas Rios			FECHA: 8 SEPTIEMBRE 2016	
ENSAYO:	VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA KING KONG 18 HUECOS				

LADRILLERA	N°	ALTURA (cm)				ANCHO (cm)				LONGITUD (cm)				
		h1	h2	h3	h4	a1	a2	a3	a4	L1	L2	L3	L4	
G	L. S/N	1	8.60	8.60	8.60	8.50	13.60	13.50	13.70	13.50	24.00	23.80	24.00	23.90
		2	8.60	8.60	8.50	8.70	13.60	13.40	13.50	13.40	24.00	23.80	24.10	23.90
		3	8.70	8.80	8.70	8.70	13.70	13.50	13.70	13.60	24.10	24.00	24.10	24.00
		4	8.60	8.60	8.80	8.70	13.50	13.50	13.60	13.40	24.10	23.90	24.10	24.00
		5	8.80	8.90	8.60	8.70	13.60	13.60	13.70	5.00	24.10	23.90	24.10	23.90
H	L. S/N	1	8.90	8.70	9.00	8.60	14.20	14.30	14.20	14.20	24.30	24.50	24.20	24.40
		2	8.90	8.70	9.00	8.80	14.20	14.30	14.20	14.20	24.40	24.40	24.40	24.40
		3	8.90	8.70	8.90	8.70	14.10	14.20	14.20	14.10	24.30	24.50	24.40	24.40
		4	8.90	8.80	9.00	8.80	14.20	14.30	14.20	14.10	24.40	24.40	24.30	24.30
		5	8.80	8.70	9.00	8.70	14.20	14.10	14.20	14.20	24.30	24.50	24.30	24.40
I	L. S/N	1	8.90	8.70	8.80	8.80	13.90	14.10	13.90	13.90	23.70	23.80	23.60	23.60
		2	9.10	8.80	9.00	8.80	13.90	14.00	14.00	14.10	23.90	24.00	23.90	23.70
		3	8.80	8.70	8.80	8.90	13.90	14.10	13.90	13.90	23.70	23.80	23.60	23.70
		4	8.80	8.90	9.00	8.70	13.90	13.90	13.90	13.90	23.80	23.80	23.60	23.80
		5	9.10	8.80	9.00	8.80	13.80	13.80	13.70	13.80	23.60	23.60	23.50	23.80

Fuente: Elaboración Propia.



		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
TESIS:		ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ; ELABORADAS CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL KING KONG 18 HUECOS, RESPECTO DE LOS COEFICIENTES ESTABLECIDOS POR LA NORMA TÉCNICA E.070-ALBAÑILERÍA			
FORMATO DE TESIS N° 03					
RESPONSABLES:		Luz Nadia Huisa Cuito Edwin Salas Rios			FECHA:
					8 SEPTIEMBRE 2016
ENSAYO:		VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA KING KONG 18 HUECOS			

LADRILLERA	N°	ALTURA (cm)				ANCHO (cm)				LONGITUD (cm)				
		h1	h2	h3	h4	a1	a2	a3	a4	L1	L2	L3	L4	
J	L. JHON ANTHONY	1	8.90	9.00	9.10	9.10	14.00	14.00	14.20	14.10	23.90	24.00	24.20	23.90
		2	8.80	9.10	8.90	8.80	14.30	14.30	14.30	14.20	24.10	24.20	23.80	24.00
		3	9.10	9.00	8.80	9.00	14.20	14.30	14.30	14.00	24.10	23.90	23.90	23.60
		4	8.90	8.80	9.00	8.90	14.00	14.10	14.00	14.20	24.00	24.10	23.80	24.00
		5	9.00	9.10	9.10	8.90	14.20	14.00	13.90	14.00	24.00	23.90	23.80	24.00
K	L. S/N	1	8.80	8.70	8.80	8.90	13.50	13.60	13.70	13.60	23.50	23.70	23.50	23.40
		2	8.70	8.80	8.70	8.90	14.00	13.90	13.80	14.00	23.70	23.90	23.60	23.80
		3	8.90	8.60	8.70	8.80	13.70	13.70	13.70	13.70	23.60	23.60	23.30	23.40
		4	8.60	8.70	8.80	8.80	14.10	13.80	13.80	13.90	23.80	23.60	24.00	23.70
		5	8.60	8.80	8.80	8.60	14.10	14.10	13.80	14.10	23.90	23.90	23.80	23.90
L	L. S/N	1	8.80	8.80	8.80	8.90	13.80	13.50	13.90	13.80	23.50	23.60	23.60	23.60
		2	8.70	8.70	8.90	8.80	13.70	13.60	13.60	13.70	23.90	23.50	23.60	23.70
		3	8.60	8.70	8.70	8.50	13.80	13.80	13.80	13.90	23.70	23.60	23.50	23.60
		4	9.00	8.80	8.80	8.80	13.90	13.80	13.60	13.80	23.60	23.70	23.60	23.60
		5	8.80	8.80	8.80	9.00	13.80	13.90	13.70	13.80	23.50	23.70	23.40	23.40

Fuente: Elaboración Propia.





		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
TESIS:	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ; ELABORADAS CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL KING KONG 18 HUECOS, RESPECTO DE LOS COEFICIENTES ESTABLECIDOS POR LA NORMA TÉCNICA E.070-ALBAÑILERÍA				
FORMATO DE TESIS N° 03					
RESPONSABLES:	Luz Nadia Huisa Cuito Edwin Salas Rios			FECHA: 9 SEPTIEMBRE 2016	
ENSAYO:	VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA KING KONG 18 HUECOS				

LADRILLERA	N°	ALTURA (cm)				ANCHO (cm)				LONGITUD (cm)				
		h1	h2	h3	h4	a1	a2	a3	a4	L1	L2	L3	L4	
M	L. ELCHELAS	1	8.80	8.80	8.60	8.80	14.00	13.80	13.90	14.00	23.70	23.60	24.10	23.70
		2	9.00	8.80	8.70	8.70	13.90	13.80	13.80	13.90	23.70	23.80	23.90	23.60
		3	8.80	8.90	8.70	8.70	14.00	13.70	13.90	13.90	23.80	23.70	23.70	23.60
		4	9.00	9.00	8.70	8.70	14.00	13.80	13.90	14.00	24.00	24.00	24.00	24.00
		5	8.90	8.90	8.80	8.70	13.80	13.60	13.90	13.80	24.00	24.00	23.90	24.00
N	L. S/N	1	9.20	9.60	9.70	9.10	13.90	14.00	14.00	13.90	23.70	24.00	23.70	23.50
		2	9.20	9.00	9.10	9.10	14.10	14.10	13.90	14.00	24.20	24.70	24.10	23.90
		3	9.60	9.40	9.60	9.30	14.20	14.10	14.00	14.10	24.20	24.60	24.10	23.80
		4	9.90	9.60	9.90	9.90	13.80	14.00	13.90	13.90	23.70	23.50	23.60	23.80
		5	10.00	8.80	10.00	9.70	13.90	14.00	14.00	14.00	23.50	23.90	23.60	23.80
O	L. S/N	1	8.80	8.80	8.90	8.90	13.70	13.80	13.70	13.80	23.90	24.00	23.90	24.30
		2	8.80	8.80	9.00	8.70	13.60	13.70	13.60	13.60	24.00	23.90	24.10	24.50
		3	8.90	8.90	8.60	8.70	13.60	13.70	13.70	13.70	23.90	24.50	24.00	23.80
		4	9.10	9.00	9.10	9.20	14.30	14.30	14.10	14.30	24.30	24.50	24.30	24.30
		5	8.70	8.90	8.80	8.70	14.10	14.20	14.00	14.00	23.80	23.80	23.70	23.90

Fuente: Elaboración Propia.



		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
TESIS:	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ; ELABORADAS CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL KING KONG 18 HUECOS, RESPECTO DE LOS COEFICIENTES ESTABLECIDOS POR LA NORMA TÉCNICA E.070-ALBAÑILERÍA				
FORMATO DE TESIS N° 03					
RESPONSABLES:	Luz Nadia Huisa Cuito Edwin Salas Rios			FECHA: 9 SEPTIEMBRE 2016	
ENSAYO:	VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA KING KONG 18 HUECOS				

LADRILLERA	N°	ALTURA (cm)				ANCHO (cm)				LONGITUD (cm)				
		h1	h2	h3	h4	a1	a2	a3	a4	L1	L2	L3	L4	
P	L.S/N	1	8.80	8.80	9.00	8.80	14.20	14.30	14.00	14.20	24.00	24.00	24.20	24.20
		2	8.80	8.80	8.80	8.60	14.10	14.10	14.20	14.20	24.00	24.10	24.00	24.10
		3	9.00	8.80	8.80	8.70	14.20	14.20	14.20	14.20	24.10	24.10	24.10	24.10
		4	8.80	8.70	8.80	8.60	14.90	14.30	14.00	14.40	24.10	24.10	24.10	24.10
		5	8.80	8.70	8.80	8.80	14.10	14.10	14.00	14.10	24.00	23.80	24.00	24.00
Q	L.S/N	1	9.10	9.00	9.00	8.80	13.90	14.00	13.80	13.90	23.80	24.00	23.90	23.90
		2	9.00	8.80	8.90	9.00	14.00	13.80	13.90	13.90	23.90	23.70	23.80	24.10
		3	9.00	9.00	8.90	9.10	14.00	13.90	13.80	13.80	23.90	24.20	23.70	23.60
		4	9.30	8.80	8.90	8.90	13.90	13.80	13.60	13.70	23.70	24.10	23.70	23.70
		5	9.10	8.80	8.90	8.90	13.80	13.70	13.70	13.80	23.60	23.90	23.60	23.60
R	L.ANDINA	1	8.50	8.70	8.70	8.60	13.60	13.90	13.70	13.70	23.40	23.40	23.60	23.90
		2	9.00	8.90	8.90	9.00	14.10	14.10	13.70	14.20	24.10	24.40	24.20	24.20
		3	8.90	8.80	8.90	9.00	14.20	14.10	13.80	14.20	24.10	24.30	24.00	24.00
		4	8.90	8.90	9.00	8.90	14.30	14.10	13.90	14.30	24.20	24.20	24.30	24.70
		5	8.90	8.80	8.90	8.80	14.30	14.30	13.90	14.30	24.30	24.40	24.40	24.70

Fuente: Elaboración Propia.



		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
TESIS:	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ; ELABORADAS CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL KING KONG 18 HUECOS, RESPECTO DE LOS COEFICIENTES ESTABLECIDOS POR LA NORMA TÉCNICA E.070-ALBAÑILERÍA				
FORMATO DE TESIS N° 03					
RESPONSABLES:	Luz Nadia Huisa Cuito Edwin Salas Rios			FECHA: 9 SEPTIEMBRE 2016	
ENSAYO:	VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA KING KONG 18 HUECOS				

LADRILLERA	N°	ALTURA (cm)				ANCHO (cm)				LONGITUD (cm)				
		h1	h2	h3	h4	a1	a2	a3	a4	L1	L2	L3	L4	
S	L. S/N	1	9.00	8.80	9.00	8.80	14.20	14.30	14.20	14.20	24.30	24.30	24.40	24.40
		2	8.90	8.70	8.90	8.80	14.10	14.30	14.20	14.20	24.20	24.40	24.40	24.30
		3	8.80	8.80	8.90	8.60	14.20	14.30	13.50	14.10	24.40	24.50	24.40	24.50
		4	9.00	8.80	9.00	8.90	14.10	14.10	14.00	14.10	24.40	24.40	24.30	24.40
		5	8.80	8.70	8.80	8.70	14.20	14.30	14.20	14.10	24.20	24.40	24.40	24.30
T	L. LATESA	1	8.80	9.00	9.00	9.20	14.00	14.10	14.00	14.10	24.50	24.30	24.30	24.30
		2	8.70	9.00	9.00	9.10	13.90	13.80	13.90	13.90	24.30	24.00	24.20	24.00
		3	8.70	8.80	9.10	8.90	14.40	14.00	14.00	14.20	24.00	24.30	24.00	24.20
		4	8.80	8.90	9.20	9.20	14.00	14.10	14.10	14.00	24.40	24.00	24.50	24.20
		5	8.80	9.00	8.90	9.00	14.10	14.00	14.00	13.90	23.80	23.90	24.00	23.90
U	L. S/N	1	8.80	9.00	9.00	9.00	13.80	13.90	13.80	13.90	24.20	24.20	24.00	24.10
		2	9.10	9.00	9.20	9.00	13.90	14.00	14.00	14.10	24.30	23.70	24.10	24.50
		3	9.00	8.90	8.90	9.10	13.90	14.00	14.00	13.80	24.10	24.10	24.10	23.80
		4	9.10	9.00	9.00	9.00	14.00	14.00	14.00	14.00	24.40	24.00	24.30	24.50
		5	9.10	9.00	8.90	9.00	13.80	13.90	13.90	13.90	24.00	24.30	24.10	23.90

Fuente: Elaboración Propia.



		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
TESIS:	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ; ELABORADAS CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL KING KONG 18 HUECOS, RESPECTO DE LOS COEFICIENTES ESTABLECIDOS POR LA NORMA TÉCNICA E.070-ALBAÑILERÍA				
FORMATO DE TESIS N° 03					
RESPONSABLES:	Luz Nadia Huisa Cuito Edwin Salas Rios			FECHA: 9 SEPTIEMBRE 2016	
ENSAYO:	VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA KING KONG 18 HUECOS				

LADRILLERA	N°	ALTURA (cm)				ANCHO (cm)				LONGITUD (cm)				
		h1	h2	h3	h4	a1	a2	a3	a4	L1	L2	L3	L4	
V	L. MURALLA	1	8.90	8.90	9.10	9.00	13.80	13.90	13.80	14.00	24.10	24.20	24.00	24.00
		2	8.80	9.00	9.00	8.90	13.80	13.80	13.90	14.20	23.90	23.80	23.80	24.00
		3	9.10	8.90	9.00	9.00	13.90	13.80	14.00	14.10	24.10	24.00	24.10	24.00
		4	8.90	8.80	8.90	9.10	14.00	13.80	13.90	13.80	24.10	23.90	24.00	24.10
		5	9.00	9.00	9.00	9.10	13.80	14.00	14.20	14.10	24.10	24.00	23.90	24.20
W	L. TAPIA	1	9.00	9.10	9.10	9.00	13.90	14.30	14.00	14.10	23.90	23.80	24.00	24.10
		2	8.70	8.90	8.90	9.00	14.00	13.90	13.80	14.10	24.00	23.80	23.80	24.00
		3	8.50	8.80	9.00	9.00	14.00	13.90	14.00	14.10	24.00	24.10	24.10	23.90
		4	9.00	8.90	9.00	9.00	13.80	13.90	14.00	13.90	24.00	24.00	24.30	24.20
		5	9.10	9.00	9.20	9.10	14.00	13.90	13.80	14.00	24.30	24.20	24.10	24.00
X	L. MI PERÚ	1	8.80	8.90	9.00	9.00	13.90	14.00	14.00	14.00	24.30	24.10	24.20	24.00
		2	8.80	8.70	8.90	8.80	14.00	14.00	14.10	14.00	24.10	24.10	24.20	24.10
		3	8.70	8.80	9.00	8.90	14.00	13.90	13.80	13.80	24.20	24.10	24.00	23.80
		4	9.00	9.00	8.90	9.00	14.00	14.20	14.20	13.90	24.00	23.90	23.80	23.90
		5	9.10	9.20	9.00	9.20	13.80	14.00	13.90	14.00	24.20	24.10	24.10	24.00

Fuente: Elaboración propia



		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
TESIS:	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ; ELABORADAS CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL KING KONG 18 HUECOS, RESPECTO DE LOS COEFICIENTES ESTABLECIDOS POR LA NORMA TÉCNICA E.070-ALBAÑILERÍA				
FORMATO DE TESIS N° 03					
RESPONSABLES:	Luz Nadia Huisa Cuito Edwin Salas Rios			FECHA: 9 SEPTIEMBRE 2016	
ENSAYO:	VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA KING KONG 18 HUECOS				

LADRILLERA	N°	ALTURA (cm)				ANCHO (cm)				LONGITUD (cm)				
		h1	h2	h3	h4	a1	a2	a3	a4	L1	L2	L3	L4	
Y	L. S/N	1	9.00	9.00	9.10	9.10	14.20	14.30	14.20	14.20	24.00	24.00	23.90	23.90
		2	9.00	8.90	9.00	9.00	14.10	14.00	14.10	14.10	24.00	24.10	24.00	24.00
		3	8.80	8.90	8.80	8.90	14.00	14.10	14.00	14.00	23.90	23.90	23.90	23.90
		4	8.90	9.00	9.00	9.00	14.00	14.10	14.10	14.00	24.00	23.80	23.80	24.00
		5	9.00	9.00	8.90	8.90	14.00	14.20	14.20	14.10	23.80	23.90	24.00	23.90
Z	L. S/N	1	9.00	9.10	9.10	9.00	13.90	14.00	14.00	13.90	23.90	23.80	23.70	23.70
		2	8.70	8.80	9.00	8.90	13.80	13.90	13.90	14.00	24.00	23.90	23.80	23.90
		3	9.00	9.00	8.90	9.00	14.00	13.90	13.80	13.80	24.00	24.10	24.00	24.00
		4	8.80	8.90	8.80	8.90	13.80	13.90	14.00	13.90	23.90	23.90	24.00	24.00
		5	8.80	9.00	8.90	9.00	13.90	14.00	14.00	14.00	23.80	23.90	23.90	23.90

Fuente: Elaboración propia



3.5.3. Ensayo de alabeo

3.5.3.1. Equipos utilizados

- Regla metálica de 30cm
- Cuña metálica graduada

3.5.3.2. Muestra

La muestra estuvo conformada por 5 unidades de albañilería de cada ladrillera productora, dichas unidades fueron seleccionadas de distintos lotes y de forma aleatoria con la finalidad de obtener la información necesaria que permita apreciar las características de un lote promedio.

Fueron sometidas al ensayo las mismas unidades que se ensayaron en variación dimensional.

3.5.3.3. Procedimiento

- Se coloca la regla metálica sobre la cara de asiento de la unidad uniendo dos extremos. Se coloca la regla en cuatro posiciones: dos diagonales en cada cara de asiento.
- Medición de la máxima flecha de alabeo, se introdujo la cuña graduada en la parte de mayor alabeo de la cara de asiento.

FIGURA N° 33: Alabeo-medición de máxima flecha en cara de asiento



Fuente: Elaboración propia



Toma de datos

TABLA N° 25: Datos de alabeo

LADRILLERA		N°	ALABEO (mm)						
			CÓNCAVO (-)			CONVEXO (+)			
A	L. UMBRALES	1	-0.50	-0.40			0.30	1.00	
		2	-1.00	-1.10			0.10	0.10	
		3	-0.50	-0.40			0.20	0.20	
		4	-0.20	-0.40	-1.20		0.00		
		5	-1.00	-2.00			0.70		
B	L. S/N	1	-0.50	-0.20	-0.10		0.00		
		2	-1.10	-0.80	-0.40	-0.10			
		3	-1.50	-1.10	-0.20		0.00		
		4	-1.20	-2.00			0.30	0.50	
		5	-0.40				0.00	0.00	0.00
C	L. MIRADOR	1	-0.10	-1.00	-0.90		0.10		
		2	-0.10	-0.50	-0.70		0.00		
		3	-0.10	-1.20	-1.00		0.00		
		4	-1.00	-1.10			0.00	0.00	
		5	-0.50	-0.50	-0.01		0.00		

Fuente: Elaboración Propia.



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS:

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ; ELABORADAS CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL KING KONG 18 HUECOS, RESPECTO DE LOS COEFICIENTES ESTABLECIDOS POR LA NORMA TÉCNICA E.070-ALBAÑILERÍA

FORMATO DE TESIS N° 04

RESPONSABLES:

Luz Nadia Huisa Cuito
Edwin Salas Rios

FECHA:

12 SEPTIEMBRE 2016

ENSAYO:

ALABEO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA KING KONG 18 HUECOS

LADRILLERA	N°	ALABEO (mm)								
		CÓNCAVO (-)				CONVEXO (+)				
D	L. LATESAN	1	-1.50	-0.20	-0.50		2.20			
		2	-0.10				0.50	0.30	0.00	
		3	-0.10				1.00	1.00	0.00	
		4	-0.10	-0.50			2.00	1.50		
		5	-0.60	-0.40			1.00	2.00		
E	L. PAUCARTAMBINA	1	-0.50	-1.70			2.00	0.20		
		2	-1.80	-2.60			0.00	0.10		
		3	-1.40	-1.20	-0.30		0.20			
		4	-0.90	-1.00			0.10	0.00		
		5	-1.00	-1.70			0.50	0.40		
F	L. J&E	1	-0.10	-0.10	-0.20		0.20			
		2	-1.50	-1.70			0.00	0.60		
		3	-0.20	-0.10			0.00	0.00		
		4	-0.20	-0.10			0.00	0.00		
		5	-0.20	-0.30			0.30	0.50		

Fuente: Elaboración propia



		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
TESIS:	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ; ELABORADAS CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL KING KONG 18 HUECOS, RESPECTO DE LOS COEFICIENTES ESTABLECIDOS POR LA NORMA TÉCNICA E.070-ALBAÑILERÍA				
FORMATO DE TESIS N° 04					
RESPONSABLES:	Luz Nadia Huisa Cuito Edwin Salas Rios			FECHA: 12 SEPTIEMBRE 2016	
ENSAYO:	ALABEO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA KING KONG 18 HUECOS				

LADRILLERA	N°	ALABEO (mm)							
		CÓNCAVO (-)			CONVEXO (+)				
G	L S/N	1				0.00	0.00	0.20	0.00
		2	-0.10			0.50	0.50	0.00	
		3				0.00	0.00	0.00	0.40
		4				0.00	0.00	0.00	0.00
		5	-0.10			0.00	0.00	0.20	
H	L S/N	1	-1.00	-0.90	-0.10	0.60			
		2	-1.30	-2.30		0.20	0.30		
		3	-1.90	-2.00		0.00	0.80		
		4	-2.20	-1.40		1.70	1.30		
		5	-1.50	-1.00		0.50	0.00		
I	L S/N	1	-0.10	-0.10		0.30	0.20		
		2	-0.10			0.90	0.10	0.10	
		3	-0.10	-2.20	-1.50	0.40			
		4	-0.40	-0.70		0.40	0.10		
		5	-2.80	-2.90		2.00	2.70		

Fuente: Elaboración propia





		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
TESIS:		ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ; ELABORADAS CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL KING KONG 18 HUECOS, RESPECTO DE LOS COEFICIENTES ESTABLECIDOS POR LA NORMA TÉCNICA E.070-ALBAÑILERÍA			
FORMATO DE TESIS N° 04					
RESPONSABLES:		Luz Nadia Huisa Cuito Edwin Salas Rios			FECHA:
					12 SEPTIEMBRE 2016
ENSAYO:		ALABEO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA KING KONG 18 HUECOS			

LADRILLERA	N°	ALABEO (mm)									
		CÓNCAVO (-)				CONVEXO (+)					
J	L. JHON ANTHONY	1	-1.00	-0.80	-1.60		0.60				
		2	-0.80	-1.00	-0.90		0.30				
		3					0.00	0.60	0.50	0.20	
		4	-0.60	-0.90	-1.00	-1.30					
		5	-1.00				0.60	0.20	0.00		
K	L. S/N	1	-0.10	-0.80	-0.80		1.80				
		2	-2.30	-1.30	-0.10		0.90				
		3	-0.60	-0.20	-0.10		0.10				
		4	-0.20	-0.10			0.50	1.60			
		5	-0.20	-0.50	-1.00		0.00				
L	L. S/N	1	-0.80	-1.50	-0.10	-0.30					
		2	-0.20	-0.10	-0.40	-0.30					
		3	-1.10	-0.20	-0.10	-1.20					
		4	-0.50	-0.30	-0.30	-0.80					
		5	-0.10	-0.20	-1.60	-0.60					

Fuente: Elaboración propia



		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
TESIS:		ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ; ELABORADAS CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL KING KONG 18 HUECOS, RESPECTO DE LOS COEFICIENTES ESTABLECIDOS POR LA NORMA TÉCNICA E.070-ALBAÑILERÍA			
FORMATO DE TESIS N° 04					
RESPONSABLES:		Luz Nadia Huisa Cuito Edwin Salas Rios		FECHA: 12 SEPTIEMBRE 2016	
ENSAYO:		ALABEO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA KING KONG 18 HUECOS			

LADRILLERA	N°	ALABEO (mm)								
		CÓNCAVO (-)				CONVEXO (+)				
M	L. EL CHELAS	1	-1.00	-1.10			0.90	0.70		
		2	-0.50	-0.30	-0.40	-0.20				
		3	-1.30	-0.10	-0.10	-0.30				
		4	-1.00	-0.10			0.60	0.00		
		5	-0.10	-0.10	-0.10	-0.80				
N	L. S/N	1	-2.40	-2.80			2.40	1.30		
		2	-2.40	-1.80			1.10	1.70		
		3	-1.20	-1.70			0.60	0.10		
		4	-1.50	-2.20			0.50	0.40		
		5	-2.90				0.50	1.60	1.30	
O	L. S/N	1	-0.50	-0.20	-0.90	-0.10				
		2	-0.90	-1.60	-0.10	-0.20				
		3	-0.30	-0.60	-0.90	-1.60				
		4	-0.90	-0.70			0.10	0.50		
		5	-0.50	-0.50	-1.30		0.10			

Fuente: Elaboración propia





		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
TESIS:	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ; ELABORADAS CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL KING KONG 18 HUECOS, RESPECTO DE LOS COEFICIENTES ESTABLECIDOS POR LA NORMA TÉCNICA E.070-ALBAÑILERÍA				
FORMATO DE TESIS N° 04					
RESPONSABLES:	Luz Nadia Huisa Cuito Edwin Salas Rios			FECHA: 12 SEPTIEMBRE 2016	
ENSAYO:	ALABEO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA KING KONG 18 HUECOS				

LADRILLERA	N°	ALABEO (mm)								
		CÓNCAVO (-)				CONVEXO (+)				
P	L. S/N	1	-1.50	-1.60			2.80	0.20		
		2	-4.00	-1.90			1.50	0.10		
		3	-1.50	-0.50			0.50	0.10		
		4	-2.00	-0.70			4.40	0.20		
		5	-1.30	-1.10			2.10	0.10		
Q	L. S/N	1	-1.50	-1.70			0.80	0.00		
		2	-2.20	-2.10	-0.10		0.00			
		3	-1.50	-2.30			1.00	1.30		
		4	-2.00	-3.20			2.40	0.00		
		5	-0.10	-1.00	-1.30		0.10			
R	L. ANDINA	1	-1.50	-2.00	-0.50	-0.40				
		2	-0.50	-0.90	-0.10	-0.10				
		3	-1.90	-1.50			0.10	0.90		
		4	-1.30	-1.30			0.00	0.00		
		5	-1.60	-2.00			0.00	0.00		

Fuente: Elaboración propia





		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
TESIS:		ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ; ELABORADAS CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL KING KONG 18 HUECOS, RESPECTO DE LOS COEFICIENTES ESTABLECIDOS POR LA NORMA TÉCNICA E.070-ALBAÑILERÍA			
FORMATO DE TESIS N° 04					
RESPONSABLES:		Luz Nadia Huisa Cuito Edwin Salas Rios		FECHA: 13 SEPTIEMBRE 2016	
ENSAYO:		ALABEO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA KING KONG 18 HUECOS			

LADRILLERA	N°	ALABEO (mm)								
		CÓNCAVO (-)				CONVEXO (+)				
S	L. S/N	1	-0.10	-0.10	-1.60	-1.50				
		2	-2.50	-2.20	-0.20	-0.20				
		3	-1.00	-1.70	-1.60		0.00			
		4	-0.90	-1.60	-0.10		0.20			
		5	-0.10	-1.10	-1.20		0.80			
T	L. LATESA	1	-1.80	-0.40	-0.10	-0.70				
		2	-0.40	-0.90	-0.50	-0.50				
		3	-0.80	-0.50	-0.90	-0.70				
		4	-0.10	-0.10	-0.50	-1.00				
		5	-1.00	-0.90	-1.20	-1.50				
U	L. S/N	1	-2.00	-1.40	-0.10	-0.10				
		2	-0.10	-1.10	-0.60		0.00			
		3	-0.20	-0.30	-1.00	-1.00				
		4	-0.10	-0.10	-1.70	-1.40				
		5	-1.60	-1.30			0.00	0.50		

Fuente: Elaboración propia



		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
TESIS:		ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ; ELABORADAS CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL KING KONG 18 HUECOS, RESPECTO DE LOS COEFICIENTES ESTABLECIDOS POR LA NORMA TÉCNICA E.070-ALBAÑILERÍA			
FORMATO DE TESIS N° 04					
RESPONSABLES:		Luz Nadia Huisa Cuito Edwin Salas Rios			FECHA:
					13 SEPTIEMBRE 2016
ENSAYO:		ALABEO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA KING KONG 18 HUECOS			

LADRILLERA	N°	ALABEO (mm)							
		CÓNCAVO (-)				CONVEXO (+)			
V	L. MURALLA	1	-0.90				0.30	0.60	1.30
		2	-0.60	-0.80			0.50	0.90	
		3	-0.60	-0.40	-0.90		0.80		
		4	-0.30	-0.70			0.30	0.50	
		5	-0.50				0.00	0.60	0.20
W	L. TAPIA	1	-0.10	-0.50	-0.90	-0.50			
		2	-0.30	-0.90	-0.70		0.30		
		3	-0.60	-1.20			0.30	0.20	
		4	-0.30				0.90	0.50	0.70
		5	-0.70				0.60	0.50	0.50
X	L. MI PERÚ	1	-0.90	-0.50	-0.60		0.40		
		2	-1.00	-1.00	-1.10		0.30		
		3	-0.60	-0.30	-0.20		0.90		
		4	-0.10				0.30	0.20	0.50
		5	-0.90				0.40	0.30	0.60

Fuente: Elaboración propia



		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
TESIS:	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ; ELABORADAS CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL KING KONG 18 HUECOS, RESPECTO DE LOS COEFICIENTES ESTABLECIDOS POR LA NORMA TÉCNICA E.070-ALBAÑILERÍA				
FORMATO DE TESIS N° 04					
RESPONSABLES:	Luz Nadia Huisa Cuito Edwin Salas Rios			FECHA: 13 SEPTIEMBRE 2016	
ENSAYO:	ALABEO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA KING KONG 18 HUECOS				

LADRILLERA	N°	ALABEO (mm)								
		CÓNCAVO (-)				CONVEXO (+)				
Y	L. S/N	1	-0.40	-0.50			0.50	0.30		
		2	-0.40	-0.30	-0.30		0.30			
		3	-0.20	-0.20			0.30	0.50		
		4	-0.30	-0.70			0.40	0.40		
		5	-0.10	-0.80			0.30	0.50		
Z	L. S/N	1	-0.10	-0.40			0.20	0.30		
		2	-0.60	-0.70	-0.80		0.50			
		3	-0.30	-0.70			0.60	0.50		
		4	-0.60	-1.00	-0.80		0.70			
		5	-1.00	-0.90			0.80	0.70		

Fuente: Elaboración propia

3.5.4. Ensayo de absorción de unidades de albañilería

3.5.4.1. Equipo utilizados

- Contenedor de agua
- Balanza

3.5.4.2. Muestra

La muestra estuvo conformada por 5 unidades de albañilería de cada ladrillera productora, dichas unidades fueron seleccionadas de distintos lotes y de forma aleatoria con la finalidad de obtener la información necesaria que permita apreciar las características de un lote promedio.

3.5.4.3. Procedimiento

- Se realizó el pesaje de todas las unidades secas en su totalidad.

FIGURA N° 34: Absorción-pesaje de unidades de albañilería secas



Fuente: Elaboración propia

- Se sumergió completamente las unidades durante 24 horas.

FIGURA N° 35: Absorción-unidades de albañilería sumergidas



Fuente: Elaboración propia

- Se retiran del agua las unidades y se procede a un secado superficial.

FIGURA N° 36: Término de las 24 horas de absorción



Fuente: Elaboración propia

- Pesaje final de las unidades de albañilería, obteniendo el peso saturado superficialmente seco.

FIGURA Nº 37: Absorción-pesaje de unidades saturadas superficialmente secas



Fuente: Elaboración propia

3.5.4.4. Toma de datos

TABLA N° 26: Datos de absorción

LADRILLERA		N°	PESO SECO (kg)	PESO SATURADO (kg)
A	L. UMBRALES	1	3.279	3.642
		2	3.385	3.823
		3	3.312	3.740
		4	3.290	3.597
		5	3.422	3.805
B	L. S/N	1	3.263	3.820
		2	3.517	3.845
		3	3.252	3.823
		4	3.358	3.700
		5	3.240	3.665
C	L. MIRADOR	1	3.588	3.940
		2	3.521	3.916
		3	3.485	3.945
		4	3.509	3.905
		5	3.545	3.894
D	L. LATESAN	1	3.426	3.805
		2	3.495	3.843
		3	3.451	3.946
		4	3.517	3.895
		5	3.530	3.942
E	L. PAUCARTAMBINA	1	3.338	3.723
		2	3.265	3.645
		3	3.385	3.759
		4	3.342	3.733
		5	3.294	3.684
F	L. J&E	1	3.049	3.407
		2	3.120	3.451
		3	3.040	3.465
		4	3.116	3.500
		5	3.219	3.611
G	L. S/N	1	3.426	3.811
		2	3.451	3.806
		3	3.501	3.849
		4	3.466	3.788
		5	3.487	3.873

Fuente: Elaboración propia



 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 					
TESIS:	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ; ELABORADAS CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL KING KONG 18 HUECOS, RESPECTO DE LOS COEFICIENTES ESTABLECIDOS POR LA NORMA TÉCNICA E.070-ALBAÑILERÍA				
FORMATO DE TESIS N° 05					
RESPONSABLES:	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 60%;">Luz Nadia Huisa Cuito</td> <td style="text-align: center;">FECHA:</td> </tr> <tr> <td>Edwin Salas Rios</td> <td style="text-align: center;">15-16 SEPTIEMBRE 2016</td> </tr> </table>	Luz Nadia Huisa Cuito	FECHA:	Edwin Salas Rios	15-16 SEPTIEMBRE 2016
Luz Nadia Huisa Cuito	FECHA:				
Edwin Salas Rios	15-16 SEPTIEMBRE 2016				
ENSAYO:	ABSORCIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA KING KONG 18 HUECOS				

LADRILLERA	N°	PESO SECO (kg)	PESO SATURADO (kg)	
H	L. S/N	1	3.152	3.644
		2	3.240	3.672
		3	3.310	3.809
		4	3.276	3.811
		5	3.244	3.753
I	L. S/N	1	3.450	3.897
		2	3.491	3.877
		3	3.405	3.860
		4	3.433	3.846
		5	3.507	3.892
J	L. JHON ANTHONY	1	3.343	3.791
		2	3.722	4.265
		3	3.710	4.277
		4	3.659	4.103
		5	3.317	3.843
K	L. S/N	1	3.223	3.766
		2	3.266	3.749
		3	3.299	3.706
		4	3.247	3.740
		5	3.343	3.694
L	L. S/N	1	3.524	3.945
		2	3.501	3.973
		3	3.497	3.980
		4	3.495	4.015
		5	3.533	4.005
M	L. ELCHELAS	1	3.469	3.843
		2	3.511	3.883
		3	3.473	3.809
		4	3.496	3.914
		5	3.509	3.964
N	L. S/N	1	4.217	4.680
		2	4.019	4.413
		3	4.119	4.577
		4	3.942	4.320
		5	4.177	4.583

Fuente: Elaboración propia



		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
TESIS:	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ; ELABORADAS CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL KING KONG 18 HUECOS, RESPECTO DE LOS COEFICIENTES ESTABLECIDOS POR LA NORMA TÉCNICA E.070-ALBAÑILERÍA				
FORMATO DE TESIS N° 05					
RESPONSABLES:	Luz Nadia Huisa Cuito			FECHA:	
	Edwin Salas Rios			15-16 SEPTIEMBRE 2016	
ENSAYO:	ABSORCIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA KING KONG 18 HUECOS				

LADRILLERA	N°	PESO SECO (kg)	PESO SATURADO (kg)	
O	L. S/N	1	3.475	3.904
		2	3.382	3.813
		3	3.391	3.769
		4	3.430	3.828
		5	3.049	3.405
P	L. S/N	1	3.531	3.933
		2	3.451	3.944
		3	3.493	3.937
		4	3.436	3.944
		5	3.517	3.961
Q	L. S/N	1	3.309	3.761
		2	3.269	3.744
		3	3.209	3.609
		4	3.311	3.643
		5	3.094	3.509
R	L. ANDINA	1	3.561	4.064
		2	3.431	3.943
		3	3.490	3.966
		4	3.439	3.843
		5	3.349	3.806
S	L. S/N	1	3.342	3.846
		2	3.491	3.947
		3	3.207	3.816
		4	3.328	3.836
		5	3.403	3.940
T	L. LATESA	1	3.793	4.250
		2	3.581	3.943
		3	3.780	4.225
		4	3.740	4.203
		5	3.625	3.943
U	L. S/N	1	3.909	4.216
		2	3.843	4.361
		3	3.946	4.391
		4	3.767	4.249
		5	3.643	4.129

Fuente: Elaboración propia



 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 					
TESIS:	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ; ELABORADAS CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL KING KONG 18 HUECOS, RESPECTO DE LOS COEFICIENTES ESTABLECIDOS POR LA NORMA TÉCNICA E.070-ALBAÑILERÍA				
FORMATO DE TESIS N° 05					
RESPONSABLES:	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 60%;">Luz Nadia Huisa Cuito</td> <td style="width: 40%; text-align: center;">FECHA:</td> </tr> <tr> <td>Edwin Salas Rios</td> <td style="text-align: center;">15-16 SEPTIEMBRE 2016</td> </tr> </table>	Luz Nadia Huisa Cuito	FECHA:	Edwin Salas Rios	15-16 SEPTIEMBRE 2016
Luz Nadia Huisa Cuito	FECHA:				
Edwin Salas Rios	15-16 SEPTIEMBRE 2016				
ENSAYO:	ABSORCIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA KING KONG 18 HUECOS				

LADRILLERA	N°	PESO SECO (kg)	PESO SATURADO (kg)	
V	L. MURALLA	1	3.612	4.011
		2	3.408	3.830
		3	3.637	4.038
		4	3.644	4.188
		5	3.573	4.164
W	L. TAPIA	1	3.243	3.642
		2	3.344	3.612
		3	3.381	3.722
		4	3.400	3.858
		5	3.358	3.844
X	L. MI PERÚ	1	3.512	3.943
		2	3.605	4.120
		3	3.543	4.050
		4	3.366	3.745
		5	3.471	3.919
Y	L. S/N	1	3.402	3.826
		2	3.373	3.786
		3	3.337	3.747
		4	3.305	3.703
		5	3.272	3.654
Z	L. S/N	1	3.245	3.615
		2	3.216	3.576
		3	3.177	3.533
		4	3.142	3.493
		5	3.111	3.445

Fuente: Elaboración propia



3.5.5. Ensayo de verificación de unidad de albañilería sólida

3.5.5.1. Equipos Utilizados

- Vernier

3.5.5.2. Muestra

La muestra estuvo conformada por 5 unidades de albañilería de cada ladrillera productora, dichas unidades fueron seleccionadas de distintos lotes y de forma aleatoria con la finalidad de obtener la información necesaria que permita apreciar las características de un lote promedio.

3.5.5.3. Procedimiento

- En cada unidad se midió con vernier el diámetro de uno de los 18 huecos.

FIGURA N° 38: Medición del diámetro de huecos de la cara de asiento



Fuente: Elaboración propia



3.5.5.4. Toma de datos

TABLA N° 27: Datos de porcentaje de área hueca

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
TESIS:			ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ; ELABORADAS CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL KING KONG 18 HUECOS, RESPECTO DE LOS COEFICIENTES ESTABLECIDOS POR LA NORMA TÉCNICA E.070-ALBAÑILERÍA						
FORMATO DE TESIS N° 06									
RESPONSABLES:			Luz Nadia Huisa Cuito Edwin Salas Rios				FECHA:		
							19 SEPTIEMBRE 2016		
ENSAYO:			% DE AREA HUECA DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA KING KONG 18 HUECOS						
LADRILLERA	N°	Ø de Orificio (cm)	LADRILLERA	N°	Ø de Orificio (cm)	LADRILLERA	N°	Ø de Orificio (cm)	
A	L. UMBRALES	1	D	L. LATESAN	1	G	L. S/N	1	
		2			2			2	
		3			3			3	
		4			4			4	
		5			5			5	
B	L. S/N	1	E	L. PAUCARTAMBINA	1	H	L. S/N	1	
		2			2			2	
		3			3			3	
		4			4			4	
		5			5			5	
C	L. MIRADOR	1	F	L. J&E	1	I	L. S/N	1	
		2			2			2	
		3			3			3	
		4			4			4	
		5			5			5	

Fuente: Elaboración Propia.



		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ; ELABORADAS CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL KING KONG 18 HUECOS, RESPECTO DE LOS COEFICIENTES ESTABLECIDOS POR LA NORMA TÉCNICA E.070-ALBAÑILERÍA			
TESIS:					
FORMATO DE TESIS N° 06					
RESPONSABLES:		Luz Nadia Huisa Cuito		FECHA:	
		Edwin Salas Rios		19 SEPTIEMBRE 2016	
ENSAYO:		% DE AREA HUECA DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA KING KONG 18 HUECOS			

LADRILLERA	N°	Ø de Orificio (cm)	LADRILLERA	N°	Ø de Orificio (cm)	LADRILLERA	N°	Ø de Orificio (cm)
J	L. JHON ANTHONY	1	M	L. ELCHELAS	1	P	L. S/N	1
		2			2			2
		3			3			3
		4			4			4
		5			5			5
K	L. S/N	1	N	L. S/N	1	Q	L. S/N	1
		2			2			2
		3			3			3
		4			4			4
		5			5			5
L	L. S/N	1	O	L. S/N	1	R	L. ANDINA	1
		2			2			2
		3			3			3
		4			4			4
		5			5			5

Fuente: Elaboración Propia.



		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ; ELABORADAS CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL KING KONG 18 HUECOS, RESPECTO DE LOS COEFICIENTES ESTABLECIDOS POR LA NORMA TÉCNICA E.070-ALBAÑILERÍA			
FORMATO DE TESIS N° 06					
RESPONSABLES:		Luz Nadia Huisa Cuito Edwin Salas Rios		FECHA: 19 SEPTIEMBRE 2016	
ENSAYO:		% DE AREA HUECA DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA KING KONG 18 HUECOS			

LADRILLERA	N°	∅ de Orificio (cm)	LADRILLERA	N°	∅ de Orificio (cm)	LADRILLERA	N°	∅ de Orificio (cm)
S	L. S/N	1	V	L. MURALLA	1	Y	L. S/N	1
		2			2			2
		3			3			3
		4			4			4
		5			5			5
T	L. LATESA	1	W	L. TAPIA	1	Z	L. S/N	1
		2			2			2
		3			3			3
		4			4			4
		5			5			5
U	L. S/N	1	X	L. MI PERÚ	1	/		
		2			2			
		3			3			
		4			4			
		5			5			

Fuente: Elaboración Propia.

3.5.6. Ensayo de resistencia a compresión axial de unidades de albañilería

3.5.6.1. Equipos utilizados

- Prensa Accu-tek digital

3.5.6.2. Muestra

La muestra estuvo conformada por 5 unidades de albañilería de cada ladrillera productora, dichas unidades fueron seleccionadas de distintos lotes y de forma aleatoria con la finalidad de obtener la información necesaria que permita apreciar las características de un lote promedio. Se usaron las mismas unidades que fueron ensayadas en variación dimensional con el fin de aprovechar las mediciones hechas para el cálculo del área de contacto.

3.5.6.3. Procedimiento

- Medición de dimensiones del área de contacto de las unidades de albañilería con los cabezales de la máquina de compresión.
- Aplicación de carga a compresión axial (kilogramos-fuerza) en la prensa Accu-tek hasta generar falla del espécimen del ensayo.

FIGURA N° 39: Compresión axial de unidades de albañilería



Fuente: Elaboración propia



3.5.6.4. Toma de datos

TABLA N° 28: Datos de resistencia a compresión axial de unidades de albañilería

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL											
TESIS:		ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ; ELABORADAS CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL KING KONG 18 HUECOS, RESPECTO DE LOS COEFICIENTES ESTABLECIDOS POR LA NORMA TÉCNICA E.070-ALBAÑILERÍA									
FORMATO DE TESIS N° 07											
RESPONSABLES:		Luz Nadia Huisa Cuito Edwin Salas Rios				FECHA: 20 SEPTIEMBRE 2016					
ENSAYO:		RESISTENCIA COMPRESIÓN AXIAL DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA KING KONG 18 HUECOS									
LADRILLERA	N°	FUERZA (kgf)	PROMEDIO		LADRILLERA	N°	FUERZA (kgf)	PROMEDIO			
			Largo (cm)	Ancho (cm)				Largo (cm)	Ancho (cm)		
A	L. UMBRALES	1	28280.00	24.00	14.18	D	L. LATESAN	1	16040.00	24.08	13.53
		2	27530.00	24.08	14.00			2	11760.00	23.98	13.53
		3	27060.00	23.83	13.88			3	28210.00	23.90	13.48
		4	24610.00	24.05	13.88			4	20260.00	24.05	13.50
		5	17950.00	24.05	14.08			5	22230.00	23.83	13.43
B	L. S/N	1	31200.00	23.75	13.59	E	L. PAUCARTAMBINA	1	32010.00	24.55	14.20
		2	32590.00	24.08	13.79			2	29560.00	24.30	14.00
		3	33170.00	23.98	13.74			3	31690.00	23.73	13.70
		4	28020.00	23.93	13.73			4	24160.00	24.38	14.03
		5	21550.00	24.08	13.76			5	36390.00	24.45	14.08
C	L. MIRADOR	1	41400.00	23.78	13.50	F	L. J&E	1	39130.00	24.03	13.55
		2	41600.00	23.73	13.55			2	37030.00	23.83	13.48
		3	40990.00	23.75	13.50			3	18630.00	24.03	13.63
		4	44190.00	23.75	13.53			4	39760.00	24.05	13.53
		5	39840.00	23.70	13.55			5	32280.00	24.05	13.60

Fuente: Elaboración Propia.



		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
TESIS:	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ; ELABORADAS CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL KING KONG 18 HUECOS, RESPECTO DE LOS COEFICIENTES ESTABLECIDOS POR LA NORMA TÉCNICA E.070-ALBAÑILERÍA				
FORMATO DE TESIS N° 07					
RESPONSABLES:	Luz Nadia Huisa Cuito			FECHA:	
	Edwin Salas Rios			20 SEPTIEMBRE 2016	
ENSAYO:	RESISTENCIA COMPRESIÓN AXIAL DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA KING KONG 18 HUECOS				

LADRILLERA	N°	FUERZA (kgf)	PROMEDIO		LADRILLERA	N°	FUERZA (kgf)	PROMEDIO			
			Largo (cm)	Ancho (cm)				Largo (cm)	Ancho (cm)		
G	L. S/N	1	38550.00	23.93	13.58	J	L. JHON ANTHONY	1	39460.00	24.00	14.08
		2	42100.00	23.95	13.48			2	45165.00	24.03	14.28
		3	33180.00	24.05	13.63			3	41280.00	23.88	14.20
		4	43590.00	24.03	13.50			4	38440.00	23.98	14.08
		5	39080.00	24.00	11.48			5	37090.00	23.93	14.03
H	L. S/N	1	16320.00	24.35	14.23	K	L. S/N	1	19380.00	23.53	13.60
		2	18560.00	24.40	14.23			2	36030.00	23.75	13.93
		3	16380.00	24.40	14.15			3	24530.00	23.48	13.70
		4	17600.00	24.35	14.20			4	21070.00	23.78	13.90
		5	26780.00	24.38	14.18			5	33170.00	23.88	14.03
I	L. S/N	1	34870.00	23.68	13.95	L	L. S/N	1	37260.00	23.58	13.75
		2	40180.00	23.88	14.00			2	37790.00	23.68	13.65
		3	40450.00	23.70	13.95			3	34230.00	23.60	13.83
		4	41260.00	23.75	13.90			4	38910.00	23.63	13.78
		5	31350.00	23.63	13.78			5	36110.00	23.50	13.80

Fuente: Elaboración Propia.



		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
TESIS:	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ; ELABORADAS CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL KING KONG 18 HUECOS, RESPECTO DE LOS COEFICIENTES ESTABLECIDOS POR LA NORMA TÉCNICA E.070-ALBAÑILERÍA				
FORMATO DE TESIS N° 07					
RESPONSABLES:	Luz Nadia Huisa Cuito			FECHA:	
	Edwin Salas Rios			20 SEPTIEMBRE 2016	
ENSAYO:	RESISTENCIA COMPRESIÓN AXIAL DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA KING KONG 18 HUECOS				

LADRILLERA	N°	FUERZA (kgf)	PROMEDIO		LADRILLERA	N°	FUERZA (kgf)	PROMEDIO		
			Largo (cm)	Ancho (cm)				Largo (cm)	Ancho (cm)	
M	L. EL CHELAS	1	22230.00	23.78	P	L. S/N	1	16110.00	24.10	14.18
		2	12780.00	23.75			2	15840.00	24.05	14.15
		3	26370.00	23.70			3	11220.00	24.10	14.20
		4	30320.00	24.00			4	18900.00	24.10	14.40
		5	28110.00	23.98			5	20530.00	23.95	14.08
N	L. S/N	1	25560.00	23.73	Q	L. S/N	1	18150.00	23.90	13.90
		2	17400.00	24.23			2	14750.00	23.88	13.90
		3	12780.00	24.18			3	11080.00	23.85	13.88
		4	28760.00	23.65			4	11900.00	23.80	13.75
		5	13600.00	23.70			5	23790.00	23.68	13.75
O	L. S/N	1	22770.00	24.03	R	L. ANDINA	1	23320.00	23.58	13.73
		2	29650.00	24.13			2	24700.00	24.23	14.03
		3	30790.00	24.05			3	32770.00	24.10	14.08
		4	28760.00	24.35			4	30590.00	24.35	14.15
		5	16040.00	23.80			5	15430.00	24.45	14.20

Fuente: Elaboración Propia.



		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
TESIS:	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ; ELABORADAS CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL KING KONG 18 HUECOS, RESPECTO DE LOS COEFICIENTES ESTABLECIDOS POR LA NORMA TÉCNICA E.070-ALBAÑILERÍA				
FORMATO DE TESIS N° 07					
RESPONSABLES:	Luz Nadia Huisa Cuito			FECHA:	
	Edwin Salas Rios			20 SEPTIEMBRE 2016	
ENSAYO:	RESISTENCIA COMPRESIÓN AXIAL DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA KING KONG 18 HUECOS				

LADRILLERA	N°	FUERZA (kgf)	PROMEDIO		LADRILLERA	N°	FUERZA (kgf)	PROMEDIO		
			Largo (cm)	Ancho (cm)				Largo (cm)	Ancho (cm)	
S	L. S/N	1	33850.00	24.35	W	L. TAPIA	1	30430.00	23.95	14.08
		2	21620.00	24.33			2	33800.00	23.90	13.95
		3	27600.00	24.45			3	37620.00	24.03	14.00
		4	19920.00	24.38			4	33940.00	24.13	13.90
		5	28480.00	24.33			5	33660.00	24.15	13.93
T	L. LATESA	1	43320.00	24.35	X	L. MI PERÚ	1	35130.00	24.15	13.98
		2	44110.00	24.13			2	31520.00	24.13	14.03
		3	42380.00	24.13			3	30190.00	24.03	13.88
		4	40920.00	24.28			4	31550.00	23.90	14.08
		5	41070.00	23.90			5	30870.00	24.10	13.93
U	L. S/N	1	38370.00	24.13	Y	L. S/N	1	34500.00	23.95	14.23
		2	42620.00	24.15			2	36450.00	24.03	14.08
		3	36620.00	24.03			3	33600.00	23.90	14.03
		4	44320.00	24.30			4	32500.00	23.90	14.05
		5	42140.00	24.08			5	29950.00	23.90	14.13
V	L. MURALLA	1	46050.00	24.08	Z	L. S/N	1	25060.00	23.78	13.95
		2	42320.00	23.88			2	24210.00	23.90	13.90
		3	41860.00	24.05			3	23360.00	24.03	13.88
		4	46830.00	24.03			4	22710.00	23.95	13.90
		5	39180.00	24.05			5	22660.00	23.88	13.98

Fuente: Elaboración Propia.

3.5.7. Ensayo de granulometría del agregado para mortero

3.5.7.1. Equipos Utilizados

- Tamices N° 4, 8, 16, 30, 50, 100 y 200
- Balanza

3.5.7.2. Muestra

La cantidad de arena gruesa ensayada fue de 1 kilogramo, entiéndase arena gruesa como la mezcla de arena fina y confitillo. Según **(INDECOPI, 2001)** la cantidad de muestra mínima para agregado fino es de 300 gramos.

3.5.7.3. Procedimiento

- Obtención una muestra representativa del material a ensayar, para la investigación se realizó el método del cuarteo.
- Pesaje la cantidad de muestra obtenida.

FIGURA N° 40: Granulometría-pesaje de muestra inicial



Fuente: Elaboración propia

- Lavado del material a ensayar con agua potable a través de la malla N° 200 con el fin de retirar las partículas finas que se encuentren impregnadas a las partículas más grandes.