



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**“ADHERENCIA ENTRE EL MORTERO Y EL LADRILLO
MACIZO AL INVERTIR SU CARA DE ASIENTO”.**

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

César David Mamani Gutiérrez

Asesor:

Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga

Cajamarca – Perú

2017

APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el Bachiller **César David Mamani Gutiérrez**, denominada:

**“ADHERENCIA ENTRE EL MORTERO Y EL LADRILLO MACIZO AL INVERTIR SU
CARA DE ASIENTO”**

Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga
ASESOR

Ing. Gerson Quispe Rodríguez
JURADO
PRESIDENTE

Ing. Anita Elizabeth Alva Sarmiento
JURADO
SECRETARIA

Ing. Roger Cerquín Quispe
JURADO
VOCAL

DEDICATORIA

A Jehová.

Por ser ejemplo de sabiduría, y también por haber permitido que logre mis objetivos en mi vida profesional.

A mi familia.

Con mucho cariño lo dedico esta tesis a mis padres, quienes me han formado como una persona de bien. A mis hermanas y hermano por sus interminables consejos y preocupación constante en mi vida cotidiana.

AGRADECIMIENTO

Doy gracias siempre a Jehová por permitir la realización de esta investigación y por ser guía y ejemplo de la sabiduría. A mis padres por su apoyo incondicional

Un agradecimiento especial por la ayuda desinteresada y tolerante al Ing. Orlando Aguilar Aliaga, quien me ha ayudado en la elaboración de esta tesis, con indeclinable paciencia, como asesor del mismo.

Al Ing. Gabriel Cachi Cerna, quien ha oficiado de corrector de estilo de esta tesis. Asimismo, me ha aconsejado de forma paciente en el transcurso de la elaboración de esta tesis.

Por último, quiero dar gracias a mis familiares y amigos que de alguna manera formaron parte del desarrollo de esta tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xi
ÍNDICE DE ECUACIONES	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1. Realidad problemática	15
1.2. Formulación del problema.....	16
1.3. Justificación.....	16
1.4. Limitaciones - delimitaciones	17
1.5. Alcances.....	17
1.6. Objetivos	18
1.6.1. <i>Objetivo General</i>	18
1.6.2. <i>Objetivos Específicos</i>	18
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	19
2.1. Antecedentes	19
2.2. Bases Teóricas	19
2.2.1. <i>Unidad sólida o ladrillo macizo</i>	19
2.2.1.1. <i>Materia prima</i>	20
2.2.1.2. <i>Partes de un ladrillo</i>	20
2.2.1.3. <i>Clasificación para fines estructurales</i>	21
2.2.1.4. <i>Limitaciones en su aplicación</i>	21
2.2.1.5. <i>Proceso de asentado de las unidades</i>	22
2.2.2. <i>El Mortero</i>	23
2.2.2.1. <i>Adhesión del mortero</i>	23
2.2.2.2. <i>Propiedades del mortero</i>	24
2.2.2.3. <i>Características de los materiales del mortero</i>	25
2.2.2.4. <i>Componentes del mortero</i>	26
2.2.2.5. <i>Proporciones</i>	27
2.2.2.6. <i>Clasificación del mortero</i>	27
2.2.3. <i>Descripción y procedimiento de ensayos</i>	28

2.2.3.1.	<i>Ensayo de variación dimensional</i>	28
2.2.3.2.	<i>Variación de dimensiones</i>	30
2.2.3.3.	<i>Ensayo de alabeo</i>	31
2.2.3.4.	<i>Ensayo de succión</i>	33
2.2.3.5.	<i>Ensayo de absorción</i>	33
2.2.3.6.	<i>Ensayos a compresión de la unidad de albañilería</i>	34
2.2.3.7.	<i>Ensayo a compresión de cubos de mortero (ASTM C-579)</i>	35
2.2.3.8.	<i>Ensayo de compresión en pilas</i>	36
2.2.3.9.	<i>Norma E 0.70 albañilería</i>	37
2.2.3.10.	<i>Ensayo de adhesión por tracción directa</i>	38
2.3.	Hipótesis	39
CAPÍTULO 3. METODOLOGIA		40
3.1.	Operacionalización de variables.	40
3.2.	Diseño de investigación.	41
3.3.	Unidad de estudio.	41
3.4.	Población.	41
3.5.	Muestra.	41
3.6.	Técnicas, instrumentos y procedimiento de recolección de datos	41
3.7.	Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos.	42
CAPÍTULO 4. RESULTADOS		55
4.1.	Variación de la dimensión o variación dimensional del ladrillo macizo	55
4.2.	Absorción del ladrillo	56
4.3.	Succión del ladrillo	56
4.4.	Compresión axial del ladrillo	58
4.5.	Análisis granulométrico	69
4.6.	Resultado de contenido de humedad y grado de absorción del agregado	70
4.7.	Compresión axial del mortero	71
4.8.	Compresión axial de las pilas	77
4.9.	Adhesión por tracción directa con testigos de ladrillos cruzados efectuado en máquina de compresión - Norma: ASTM C952-12.....	88
CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN		90
CONCLUSIONES		91
RECOMENDACIONES		92
REFERENCIAS		93
ANEXOS		95
PANEL FOTOGRÁFICO		95
FORMATO DE ENSAYOS		99
NTG 41051 h7		131

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Clase de ladrillos artesanales para fines constructivos	21
Tabla N° 2: Limitaciones en el uso de ladrillos artesanales para fines constructivos.....	21
Tabla N° 3: Granulometría de la arena para mortero.....	27
Tabla N° 4: Tipos de mortero	28
Tabla N° 5: Coeficientes de variación representativos de materiales de ingeniería	30
Tabla N° 6: Factores de corrección de $f'm$ por esbeltez	37
Tabla N° 7: Resistencia característica de la albañilería MPa (Kg/cm^2)	38
Tabla N° 8: Operacionalización de variable independiente.	40
Tabla N° 9: Operacionalización de variable dependiente.	40
Tabla N° 10: Número de ensayos	41
Tabla N° 11: Cantidad de materiales por metro cúbico de mortero	46
Tabla N° 12: Cálculo de volumen para elevación de mortero.....	47
Tabla N° 13: Dimensionamiento del ladrillo macizo.....	55
Tabla N° 14: Absorción del ladrillo macizo.....	56
Tabla N° 15: Succión del ladrillo macizo	57
Tabla N° 16: Cuadro resumen de resistencia a compresión del ladrillo	68
Tabla N° 17: Composición granulométrica.....	69
Tabla N° 18 Ensayo de contenido de humedad del agregado	70
Tabla N° 19: Ensayo de Absorción del agregado	70
Tabla N° 20: Cuadro resumen de resistencia a compresión del mortero	76
Tabla N° 21: Cuadro resumen de resistencia a compresión de las pilas con cara de asiento convencional.....	87
Tabla N° 22: Cuadro resumen de resistencia a compresión de las pilas con cara de asiento invertido	87
Tabla N° 23: Resultado de adherencia entre el mortero y el ladrillo al invertir su cara de asiento .	88
Tabla N° 24: Resultado de adherencia entre el mortero y el ladrillo teniendo como cara de asiento de la manera convencional.	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Material de paredes predominante en Cajamarca.....	15
Figura N° 2 Análisis del asentado convencional del ladrillo macizo.	16
Figura N° 3: Partes de un ladrillo.	20
Figura N° 4: Mecánica de Adhesión.....	24
Figura N° 5: Granulometría de la Arena.....	26
Figura N° 6: Variación dimensional	28
Figura N° 7: Determinación de la altura de la Hilada.....	31
Figura N° 8: Medición de alabeo en la unidad de albañilería	33
Figura N° 9: Disposición para el ensayo de succión.....	33
Figura N° 10 Ubicación de la ladrillera “El Cerrillo” y la cantera “Roca Fuerte”	43
Figura N° 11: Asentado de los ladrillos cruzados	53
Figura N° 12: Aplicación de carga en las probetas de ladrillos cruzados	53

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía N° 1: Ensayo a compresión de cubos de morteros	36
Fotografía N° 2: Equipo en el ensayo a compresión.....	37
Fotografía N° 3: Ensayo de adhesión por tracción directa con testigos de ladrillos cruzados efectuado en máquina de compresión	39
Fotografía N° 4: Dimensionamiento de ladrillo artesanal, utilizando vernier	43
Fotografía N° 5: Ensayo de alabeo (concavidad y convexidad del ladrillo macizo).	44
Fotografía N° 6: Secado de los ladrillos macizos en el horno durante 24 horas	44
Fotografía N° 7: Ensayo de succión del ladrillo macizo.....	45
Fotografía N° 8: Ladrillos macizo sumergidos en agua	45
Fotografía N° 9: Tamices para realizar la clasificación de la arena (agregado fino)	46
Fotografía N° 10: Preparación de la mezcla del mortero	47
Fotografía N° 11: Cubos de mortero con dimensión de 5cm por lado.....	48
Fotografía N° 12: Ensayo a compresión de cubos de mortero con dimensión de 5cm por lado.....	48
Fotografía N° 13: Fracturas de los cubos de mortero	49
Fotografía N° 14: Nivelación con plomada para la pila de ladrillo macizo con cara de asiento invertido	49
Fotografía N° 15: Probeta de ladrillo macizo cruzado con cara de asiento de la manera invertida	50
Fotografía N° 16: Refrentado de probetas en ladrillos macizos que han sido sometidos a ensayos a compresión.....	50
Fotografía N° 17: Refrentado de probetas en pilas de ladrillos macizos que han sido sometidos a ensayos a compresión.	51
Fotografía N° 18: Ensayo a compresión y tipo de falla en la probeta 03.....	51
Fotografía N° 19: Vista frontal de la pila N° 8 después del ensayo a compresión.....	52
Fotografía N° 20: Vista posterior de la pila N° 8 después del ensayo a compresión.....	52
Fotografía N° 21: Ensayo de adherencia por tracción directa de la probeta Lc – 03 ensayo con cara de asiento invertida.	54
Fotografía N° 22: Ensayo de adherencia por tracción directa de la probeta Lc - 06 ensayadas con cara de asiento convencional.....	54
Fotografía N° 23: Realizando el dimensionamiento del ladrillo macizo	95

Fotografía N° 24: Realizando las pilas de ladrillo macizo	95
Fotografía N° 25: Ensayo de alabeo	96
Fotografía N° 26: Ladrillos sumergidos totalmente	96
Fotografía N° 27: Realizando el refrentado de las pilas de ladrillo junto al ingeniero Gabriel Cachi Cerna.....	97
Fotografía N° 28: Realizando el ensayo de compresión axial a los cubos de mortero	97
Fotografía N° 29: Realizando el ensayo de compresión axial de pilas	98
Fotografía N° 30: Realizando el ensayo de adherencia por tracción directa en la maquina a compresión	98

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Esfuerzo Vs deformación en el ladrillo macizo 01	58
Gráfico N° 2: Esfuerzo Vs deformación en el ladrillo macizo 02.....	59
Gráfico N° 3: Esfuerzo Vs deformación en el ladrillo macizo 03.....	60
Gráfico N° 4: Esfuerzo Vs deformación en el ladrillo macizo 04.....	61
Gráfico N° 5: Esfuerzo Vs deformación en el ladrillo macizo 05.....	62
Gráfico N° 6: Esfuerzo Vs deformación en el ladrillo macizo 06.....	63
Gráfico N° 7: Esfuerzo Vs deformación en el ladrillo macizo 07.....	64
Gráfico N° 8: Esfuerzo Vs deformación en el ladrillo macizo 08.....	65
Gráfico N° 9: Esfuerzo Vs deformación en el ladrillo macizo 09.....	66
Gráfico N° 10: Esfuerzo Vs deformación en el ladrillo macizo 10.....	67
Gráfico N° 11: Curva granulométrica del agregado fino	69
Gráfico N° 12: Esfuerzo Vs Deformación del mortero 01.....	71
Gráfico N° 13: Esfuerzo Vs Deformación del mortero 02.....	72
Gráfico N° 14: Esfuerzo Vs Deformación del mortero 03.....	73
Gráfico N° 15: Esfuerzo Vs Deformación del mortero 04.....	74
Gráfico N° 16: Esfuerzo Vs Deformación del mortero 05.....	75
Gráfico N° 17: Esfuerzo Vs Deformación de la Pila 01	77
Gráfico N° 18: Esfuerzo Vs Deformación de la Pila 02.....	78
Gráfico N° 19: Esfuerzo Vs Deformación de la Pila 03.....	79
Gráfico N° 20: Esfuerzo Vs Deformación de la Pila 04.....	80
Gráfico N° 21: Esfuerzo Vs Deformación de la Pila 05.....	81
Gráfico N° 22: Esfuerzo Vs Deformación de la Pila 06.....	82
Gráfico N° 23: Esfuerzo Vs Deformación de la Pila 07.....	83
Gráfico N° 24: Esfuerzo Vs Deformación de la Pila 08.....	84
Gráfico N° 25: Esfuerzo Vs Deformación de la Pila 09.....	85
Gráfico N° 26: Esfuerzo Vs Deformación de la Pila 10.....	86
Gráfico N° 27: Comparación de resultados en la Adherencia del mortero	90

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación N° 1. Variación dimensional.....	28
Ecuación N° 2. Promedio de una muestra.....	29
Ecuación N° 3. Desviación estándar.....	29
Ecuación N° 4. Coeficiente de variación.....	29
Ecuación N° 5. Valor característico.....	29
Ecuación N° 6. Ensayo de succión.....	33
Ecuación N° 7. Coeficientes de relación entre la resistencia a la compresión de unidades de albañilería enteras y medias unidades.....	34
Ecuación N° 8. Resistencia a compresión de la unidad de albañilería.....	35
Ecuación N° 9 Ensayo de adhesión por tracción directa.....	39

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo determinar la adherencia entre el mortero y el ladrillo macizo al invertir su cara de asiento. Para ello, apoyado por la Norma Técnica de Guatemala NTG 41051 h7, el cual está basado en la ASTM C952-12, se ha calculado la adherencia por tracción directa con testigos de ladrillos cruzados efectuados en máquina de compresión con muestras de ladrillos con cara de asiento invertido y de la manera convencional. Por otro lado, también se realizó los ensayos clasificatorios de acuerdo a la NTP E 0.70, por ser ensayos que se relacionan con la investigación. Con respecto a estos ensayos clasificatorios el cual está comprendido por el dimensionamiento máximo, el alabeo y la resistencia característica a compresión del ladrillo macizo, se obtuvo valores de 5.74, 4 y 31.00 Kg/cm² respectivamente. Luego se han realizado los ensayos de resistencia característica tanto para el mortero como para las pilas de ladrillo macizo con caras de asiento de la manera convencional he invertido y se obtuvo valores de 140 kg/cm², 43 kg/cm², y 27 kg/cm² respectivamente. Finalmente, se realizó los ensayos de adherencia por tracción directa en la maquina a compresión, donde se obtuvo valores de 1.08 kg/cm² al invertir su cara de asiento, y de 1.10 kg/cm² al no invertir su cara de asiento del ladrillo macizo.

ABSTRACT

The objective of the present investigation is to determine the adherence between the mortar and the solid brick when inverting its seating face. For this, supported by the Technical Norm of Guatemala NTG 41051 h7, which is based on ASTM C952-12, has been calculated the adhesion by direct traction with witnesses of crossed bricks made in compression machine with samples of bricks with face of seat inverted and in the conventional manner. On the other hand, the qualifying trials were also carried out according to the NTP E 0.70, because they are tests related to the research. With respect to these classificatory tests which is comprised by the maximum dimensioning, the roll and the characteristic resistance to compression of the solid brick, values of 5.74, 4 and 31.00 Kg/cm² respectively were obtained. Then the characteristic resistance tests have been carried out both for the mortar and for the solid brick piles with seat faces in the conventional way I have inverted and values of 140 kg/cm², 43 kg/cm², and 27 kg/cm² were obtained respectively. Finally, adhesion tests were carried out by direct traction in the compression machine, where values of 1.08 kg/cm² were obtained by inverting its seat face, and by 1.10 kg/cm² by not inverting its solid brick seat face.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

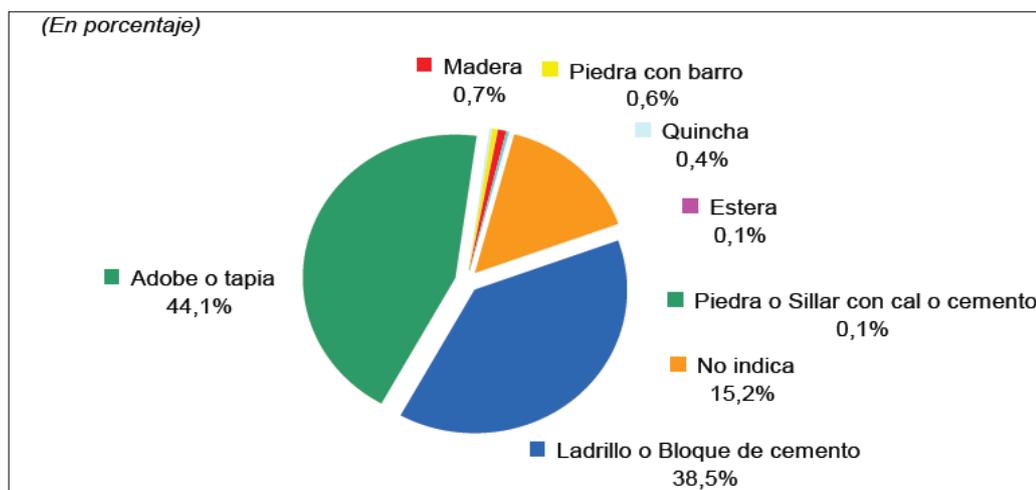
Los informes de los daños observados en las construcciones de albañilería durante los sismos que han afectado a los países sísmicos de Latinoamérica en los últimos 100 años, destacan la necesidad de mejorar la calidad de los materiales usados en la construcción de los edificios de albañilería, y en particular de los morteros para lograr una buena adherencia. Un ejemplo es el informe del terremoto del 6 de agosto de 1996, donde se indica que la mala calidad de los ladrillos chilenos y de los morteros fabricados con cal y arena fueron factores determinantes en los daños observados en los edificios de albañilería, ubicado en la ciudad de Valparaíso (Muñoz & Astroza, 2008).

Las edificaciones de mediana altura son las que más abundan en nuestro medio, son estructuras de muros de albañilería confinada, el comportamiento sísmico de estas edificaciones depende mucho de la calidad de los materiales empleados y de la técnica constructiva empleada (San Bartolomé, 2011).

La interfase del mortero con la unidad inferior tiene, por la naturaleza misma del proceso de asentado, mayor densidad y profundidad de incrustación de cristales que la interfase con la unidad superior. Esto mismo ocurre en todas las interfases, ya que la unidad que recibe primero el mortero tiende a ser privilegiada con mayor adhesión. Esta diferencia de adhesión es exacerbada por insuficiente retentividad del mortero y presión de asentado (Gallegos & Casabonne, 2005).

En el caso de las paredes, las que predominan en primer lugar son las casas de adobe o tapia en el 44,1% de los casos y en segundo lugar las paredes de ladrillo con un 38,5% de las viviendas de la ciudad de Cajamarca; ver la figura N° 1 (Fondo MIVIVIENDA, 2009).

Figura N° 1: Material de paredes predominante en Cajamarca

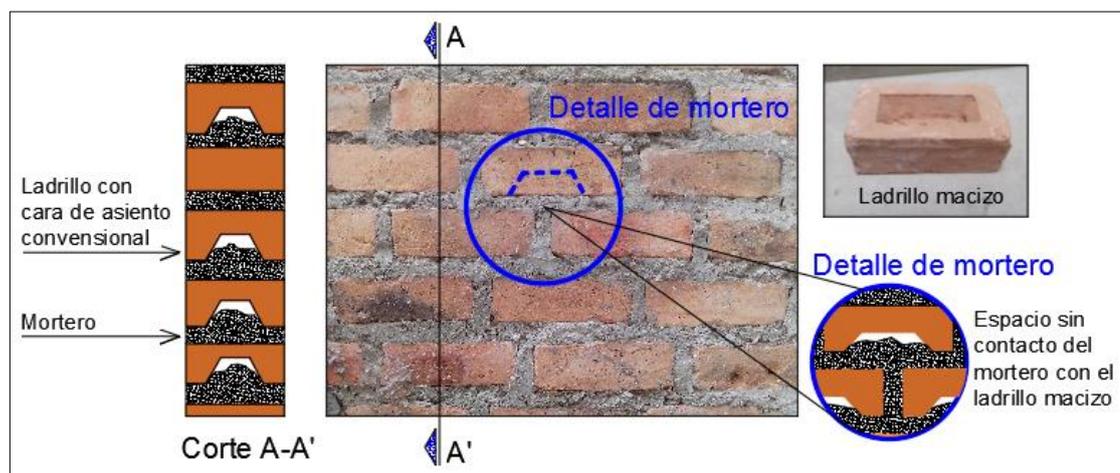


Fuente: INEI, 2007.

En la ciudad de Cajamarca, las construcciones de albañilería presentan muchas deficiencias, principalmente, debido a la baja calidad de los materiales, a la inadecuada selección de los mismos o la mala disposición del refuerzo, configuraciones defectuosas y a los no adecuados procesos constructivos (Mosqueira, 1997).

La manera convencional o tradicional de asentar el ladrillo macizo en un muro de albañilería, es teniendo en cuenta que la cavidad del ladrillo macizo se encuentre sobre el mortero. Esta manera convencional de asentar el ladrillo macizo, genera que en su cavidad quede un espacio vacío y menor área de asentado del ladrillo superior en cada hilada de mortero (ver figura N° 2), así como también una falla estructural en las edificaciones de albañilería en muros portantes con ladrillo macizo, debido a la falta de adherencia entre el mortero y el ladrillo macizo en las juntas horizontales y verticales, tal como lo muestra Héctor Gallegos en su libro de “Albañilería estructural”.

Figura N° 2 Análisis del asentado convencional del ladrillo macizo.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Por tal motivo en esta tesis se propone invertir su cara de asiento del ladrillo macizo de tal manera que el mortero quede sobre la cavidad del ladrillo macizo y permita el llenado completo de mortero en toda su cara de asiento del ladrillo macizo.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la adherencia entre el mortero y el ladrillo macizo al invertir su cara de asiento, respecto a la manera convencional?

1.3. Justificación

- Justificación teórica.

La Norma Técnica Peruana E 0.70, 2014, no especifica valores y/o parámetros de diseño referente a la adherencia del mortero con el ladrillo macizo. Sin embargo Arango en su libro ACI-Perú indica que la magnitud del valor unitario de la adhesión es

medible, entre otras formas, mediante un ensayo de tracción directa en dos ladrillos pegados con mortero. En este ensayo se rompe una de las interfases mortero - unidad de albañilería, generalmente la interfase superior (la del ladrillo colocado último), por ser la más débil, y este menor valor es el valor medido, es por eso que en esta investigación se buscó obtener valores de la adherencia del ladrillo macizo con el mortero al invertir su cara de asiento.

- Justificación aplicativa o práctica.

Actualmente, en la ciudad de Cajamarca de acuerdo a la figura N° 1 se puede observar que uno de los materiales más utilizados son los ladrillos, lo que indica que las edificaciones están construidas con muros de albañilería. Sin embargo, no se cuenta con mucha investigación referido a la adherencia del mortero con el ladrillo macizo. Es por ello, que esta investigación se realizó con la intención de generar información acerca de la adherencia del ladrillo macizo con el mortero mediante ensayos de adhesión por tracción directa con testigos de ladrillos cruzados.

1.4. Limitaciones - delimitaciones

Por cuestiones de tiempo, solo se realizó el estudio de la adherencia entre el mortero y el ladrillo macizo al invertir su cara de asiento, con ladrillos macizos de la fábrica artesanal el Cerrillo del departamento de Cajamarca.

Para los ensayos de pilas, se realizó con cuatro ladrillos y con un espesor de mortero 1.5 cm, debido a que la máquina a compresión de la UPN – Cajamarca actualmente no permite pilas de mayor tamaño.

1.5. Alcances

Los ladrillos macizos utilizados son de fabricación artesanal de la ladrillera: El Cerrillo, debido a que produce la mayor cantidad de ladrillos que se utilizan en las viviendas del departamento de Cajamarca.

Todos los ensayos se llevaron a cabo de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) E-070, 2014, así como también con los procedimientos que explica Héctor Gallegos y Ángel San Bartolomé en sus libros “Albañilería Estructural” y “Diseño y construcción de estructuras sismoresistentes de albañilería” respectivamente.

Para la elaboración de las pilas y los ladrillos cruzados en el laboratorio se ha tenido en cuenta en realizar ensayos con la cara de asiento invertida, así como también con la cara de asiento de la manera convencional.

Debido a que en esta tesis estamos estudiando la adherencia del mortero con el ladrillo macizo, solo se utilizó una proporción de mortero 1:4 (en volumen) y una relación de a/c 0.72 tal como lo indica la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO).

Dado que los ladrillos macizos son de fabricación artesanal y presentan concavidad y convexidad se realizó el refrentado con yeso, para uniformizar el área de contacto donde se aplica la carga del esfuerzo al tiempo de someter las muestras en la máquina de compresión.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Determinar la adherencia entre el mortero y el ladrillo macizo al invertir su cara de asiento.

1.6.2. Objetivos Específicos

1. Determinar las propiedades físico – mecánicas del ladrillo macizo.
2. Determinar la resistencia a compresión axial del mortero.
3. Determinar la resistencia a compresión axial de las pilas de ladrillo macizo al invertir su cara de asiento.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

En el artículo científico titulado “Estudio sobre la resistencia de adherencia de la albañilería en Chile”, Astroza, (2008), publicado por Jornadas sudamericanas de ingeniería estructural, en Santiago, Chile, demostró a través de un estudio sobre la resistencia de adherencia de la albañilería en Chile empleando 17 ensayos de tracción directa, que la adherencia entre el ladrillo hecho a mano (ladrillo macizo) y el mortero es baja (menor a 0.2 MPa). Y con respecto a la resistencia a compresión de los ladrillos hechos a mano han obtenido valores entre 1.2Mpa (12Kg/cm²) a 3.9MPa (40Kg/cm²), con una absorción de 33%. De este antecedente se sabe que en otros países como en Chile también realizan investigaciones acerca de la adherencia entre el mortero y el ladrillo macizo.

En el artículo científico titulado “La adherencia en los morteros de albañilería”, Cabrera, (1995), publicado por el centro técnico para el desarrollo de los materiales de construcción, en Cuba, manifiesta que, la resistencia a la adherencia que alcanzan los morteros de albañilería a los 28 días, con dosificaciones de mortero de cuatro tipos de cemento, dos tipos de arena y cuatro tipos de agregados, logrando realizar 23 dosificaciones, obtuvo valores de hasta 0.7MPa (7Kg/cm²) a los 28 días. También indica que al aumentar las cantidades de arenas o agregados en las dosificaciones hay siempre una disminución de la resistencia a la adherencia, independientemente del cemento empleado. El antecedente contribuye así a mejorar la adherencia del mortero empleando dosificaciones diferentes, la cual presenta relación con la presente investigación debido a que en esta tesis se pretende determinar la adherencia del mortero con el ladrillo macizo al invertir su cara de asiento.

Según Gallegos, (2005), en su libro denominado “Albañilería Estructural” manifiesta que, la adhesión por tracción directa con testigos de ladrillos cruzados que son efectuados en máquina a compresión entre el mortero y el ladrillo macizo son valores unitarios muy reducidos, típicamente de no más de 0.3Mpa (3Kg/cm²) a 0.4MPa (4Kg/cm²), las fuerzas de rotura son pequeñas, no excediendo los 3 a 4 KN. Este antecedente nos da un aporte acerca de la resistencia de la adherencia entre el mortero y el ladrillo macizo en Perú, y son valores que en esta tesis también se determinarán a través de ensayos por tracción directa en la máquina de compresión.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Unidad sólida o ladrillo macizo.

Los ladrillos se caracterizan por tener dimensiones (particularmente el ancho) y pesos que los hacen manejables con una sola mano en el proceso de asentado. El ladrillo

tradicional es una pieza pequeña que usualmente no tiene un ancho mayor de 12 a 14 cm, y cuyo peso no excede los cuatro kilos (Arango, 2002).

Las unidades sólidas son las que no tienen huecos o, en todo caso, presentan ranuras o perforaciones perpendiculares a la superficie de asiento, que ocupan un área no mayor al 30% del área bruta. Cuando se excede este porcentaje, la unidad se clasifica como hueca. La Norma de Albañilería anterior exigía que las perforaciones no cubran un área mayor que el 25%, para que las unidades se clasifiquen como sólidas, similar a lo que establece la mayoría de las normas internacionales (San Bartolomé, 2011).

2.2.1.1. Materia prima

Las arcillas empleadas como materia prima para 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 amarillo; en las segundas, predomina el silicato de alúmina con un 5% de óxido de hierro, que le proporciona un tono rojizo (San Bartolomé, 2011).

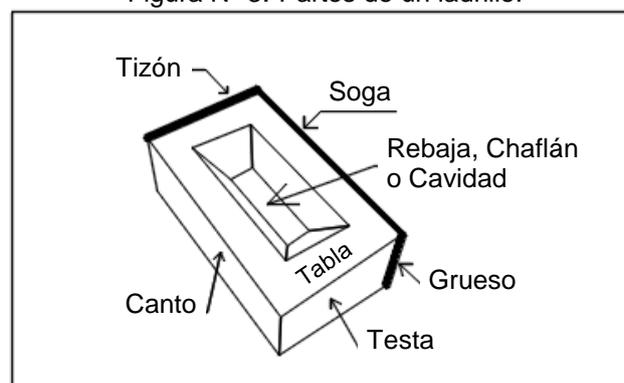
Las mejores arcillas tienen arena y limo; es necesario que contengan arena para reducir los efectos de contracción por secado de la arcilla que podría generar fisuras en los ladrillos (San Bartolomé, 2011).

2.2.1.2. Partes de un ladrillo

Las aristas y caras de un ladrillo reciben la denominación siguiente:

Soga	: Arista mayor
Tizón	: Arista media
Grueso	: Arista menor
Tabla	: Cara mayor - Soga por tizón
Canto	: Cara media - soga por grueso
Testa	: Cara menor - tizón por grueso

Figura N° 3: Partes de un ladrillo.



Fuente: Ministerio de la Producción, 2010.

2.2.1.3. Clasificación para fines estructurales

De acuerdo al Reglamento nacional de edificaciones (RNE) el ladrillo se clasificará en cinco tipos de acuerdo a sus propiedades (Ver Tabla N° 1).

Tabla N° 1: Clase de ladrillos artesanales para fines constructivos

CLASE	VARIACIÓN DE DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN $f'b$ mínima en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100mm	Hasta 150mm	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 ⁽¹⁾	± 4	± 3	± 2	4	4,9(50)
Bloque NP ⁽²⁾	± 7	± 6	± 4	8	2,0(20)

⁽¹⁾ Bloque usado en la construcción de muros portantes

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

Fuente: RNE, 2014.

2.2.1.4. Limitaciones en su aplicación

El uso o aplicación de las unidades de albañilería estará condicionado a lo indicado en la tabla N° 2.

Tabla N° 2: Limitaciones en el uso de ladrillos artesanales para fines constructivos

TIPO	ZONAS SISMICAS 2 Y 3		ZONA SISMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido artesanal* Sólido Industrial	No Si	Si, hasta dos pisos Si	Si Si
Alveolar	Si Celdas totalmente llenas con grout	Si Celdas parcialmente llenas con grout	Si Celdas parcialmente llenas con grout
Hueca	No	No	Si
Tubular	No	No	Si hasta 2 pisos

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

Fuente: RNE, 2014.

2.2.1.5. Proceso de asentado de las unidades

Tal como se ha señalado, los ladrillos se manejan con una mano. Los diestros lo hacen con la mano izquierda, mientras que con la derecha manipulan el badilejo. Las unidades se colocan presionando tanto sobre la junta horizontal como sobre la junta vertical, de modo de conseguir la mejor adhesión posible (Arango, 2002).

El asentado implica presión vertical y horizontal, debe evitarse el bamboleo de la unidad o retirarla y volverla a poner para ajustarla al nivel requerido. Esto porque, como la adhesión se logra en el primero contacto, cualquier despegue parcial o total la destruye irremediablemente. El ajuste final se puede hacer golpeándola verticalmente con el mango del badilejo (Arango, 2002).

Colocación de los ladrillos

Antes de ser colocados en obra, los ladrillos deben mojarse. Al reiniciar el trabajo de un día para otro, debe limpiarse el sobrante de mezcla y también mojarse la superficie de la pared ya hecha (Moia, 2012).

Por lo general, las mezclas deben contener, además del agua necesaria, una pequeña cantidad adicional en previsión de que los ladrillos no hayan sido mojados en forma suficiente. Si la mezcla fuera demasiada seca, al absorber el ladrillo parte del agua, el fraguado resultaría incompleto (Moia, 2012).

Según Moia, (2012), El método de asentar los ladrillos a torta y restregón es el más corriente. La operación consta de cinco partes. Para el caso de una pared de media asta es el siguiente:

1. Se eligen los ladrillos de modo que los defectuosos no coincidan con los arranques o esquinas de muros, reservándolos para el interior de la fábrica.
2. Se coloca mezcla en el extremo del ladrillo que ha de adosarse.
3. Se extiende la torta del mortero en suficiente cantidad.
4. Se coloca el ladrillo sobre el lecho, comprimiéndolo y haciéndolo correr a fin de que las juntas verticales quedan llenas de mezcla. Con unos golpes dados con la paleta se fija en la línea y posición correcta.
5. El excedente de mezcla que se escurre por las juntas se toma con la paleta y se reparte en los vacíos que pueden haber quedado en la parte superior de las juntas o se devuelve al cuezo.

2.2.2. El Mortero.

La construcción tradicional de albañilería utiliza unidades asentadas con mortero. El mortero cumple la función de asumir las inevitables irregularidades de las unidades y, sobre todo, la de unir las o adherirlas con relativa estabilidad en el proceso constructivo, dando rigidez en la hilada para admitir el asentado de la siguiente hilada, y para formar, un conjunto durable, impermeable y con resistencia a la tracción (Gallegos & Casabonne, 2005).

Estrictamente, asentar unidades de albañilería es pegarlas o unir las con el adhesivo que es el mortero en una ubicación predeterminada. Si bien se han hecho intentos experimentales y prácticos para asentar unidades de albañilería con polímeros, azufre fundido y algunas otras sustancias el material más empleado sigue siendo el mortero de cemento portland con o sin cal. En algunos países es común también el empleo del mortero de cemento de albañilería, generalmente con la adición de cemento portland cuando se trata de albañilería portante. (Gallegos & Casabonne, 2005).

2.2.2.1. Adhesión del mortero

El proceso por el cual se logra la unión mecánica entre el mortero y la unidad es, de manera simplificada, como sigue: 1) tan pronto el mortero entra en contacto con la unidad, esta absorbe agua de aquel. Este proceso puede durar entre unos minutos y algunas horas de producido el contacto, dependiendo de la estructura de poros de la unidad; 2) el agua transporta materiales cementicios; 3) estos son introducidos en el proceso de absorción del agua en los poros capilares de la unidad; y, 4) al hidratar y cristalizar los materiales cementicios en los poros de la unidad se crea el engrape mecánico entre la unidad y el mortero (Gallegos & Casabonne, 2005).

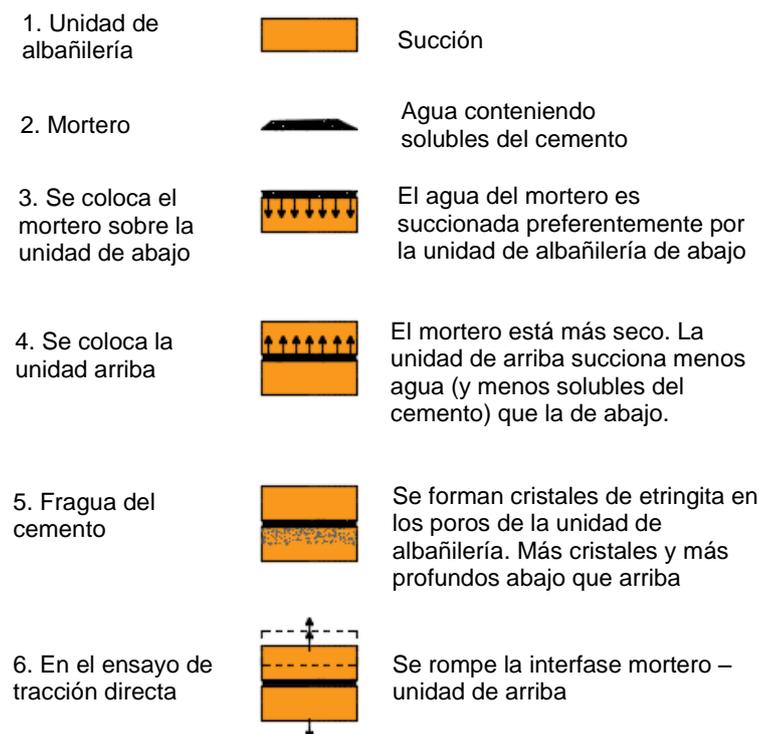
La cantidad, penetración y grado de hidratación del material cementicio en los poros de la unidad dependientes todos del proceso de flujo del agua durante el contacto de la unidad y el mortero definen la tensión de adhesión. El temple del mortero y la calidad de la mano de obra controlan la extensión del área de contacto (Gallegos & Casabonne, 2005).

Cuando, como ocurre en la realidad, no se trata de la adhesión del mortero con una sola unidad sino con todas las que integran la obra de albañilería interviene otro factor para definir la adhesión: su uniformidad en las múltiples interfaces (Gallegos & Casabonne, 2005).

En la figura N° 4 se muestra esquemáticamente como ocurre el proceso de adhesión cuando se asientan dos unidades. Se puede notar que la interfase del

mortero con la unidad inferior tiene, por la naturaleza misma del proceso de asentado, mayor densidad y profundidad de incrustación de cristales que la interfase con la unidad superior. Esto mismo ocurre en todas las interfases, ya que la unidad que recibe primero el mortero tiende a ser privilegiada con mayor adhesión. Esta diferencia de adhesión es exacerbada por insuficiente retentividad del mortero y presión del asentado (Gallegos & Casabonne, 2005).

Figura N° 4: Mecánica de Adhesión



Fuente: Gallegos y Casabonne, 2005.

La fuerza de adhesión es mensurable mediante el ensayo de tracción directa en dos unidades pegadas con mortero como se muestra en la figura N° 4. En este ensayo se rompe siempre la interfase superior ella es, por tener menos cristales engrapados, la más débil y este valor, menor que el de la interfase inferior, es el valor que se mide. Este no es sólo el resultado del ensayo, sino que define el límite de la competencia resistente de la albañilería cuando es sometida a tracción (Gallegos & Casabonne, 2005).

2.2.2.2. Propiedades del mortero

Se debe distinguir entre las propiedades del mortero en su estado plástico y en su estado endurecido.

En el estado plástico la propiedad esencial del mortero es su trabajabilidad, es decir, la cualidad de poder ser manipulado con el badilejo, de ser esparcido con

facilidad de las superficies de las unidades, de adherirse a superficies verticales de las unidades y de lograr contacto íntimo y completo con las irregularidades de esta. La trabajabilidad de un mortero es una compleja propiedad reológica y no existe un ensayo para cuantificarla. Cohesión, plasticidad y consistencia (ésta si es susceptible de medición) en conjunto, podría definir la trabajabilidad. Lo que se hace en la práctica es “medir” la trabajabilidad indirectamente en base a ensayos que cuantifican la consistencia del mortero y su retentividad (Arango, 2002).

Se llama consistencia o temple a la habilidad del mortero de fluir, y retentividad a su capacidad para mantener su consistencia durante el proceso de asentado, cuando entra en contacto con superficies absorbentes. En la construcción de retentividad se evidencia por la capacidad del mortero de permanecer trabajable después del contacto con la primera unidad de albañilería, permitiendo el asentado cómodo de la unidad superior. Los morteros con reducida retentividad, en contraposición ceden agua con facilidad y, consecuentemente, pierden trabajabilidad rápidamente, dificultando el asentado (Arango, 2002).

Las propiedades del mortero endurecido son la adhesión con las unidades de albañilería y su resistencia a la compresión. La primera es esencial; la segunda, a pesar de ser exigida en muchas normas, incidental. En la adhesión hay que distinguir el valor unitario de la adhesión y la extensión del área de contacto de la adhesión. La adhesión resulta del producto del valor unitario y de la extensión (Arango, 2002).

2.2.2.3. Características de los materiales del mortero

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 uniones contra la entrada del aire y de la humedad, Cuando el muro de albañilería es portante la carga vertical, el mortero cumple además una función resistente, por lo que es conveniente que la resistencia a compresión de las unidades y del mortero sean parecidas (Somen, 2015).

El mortero generalmente está compuesto por cemento portland tipo I o pusilánimo IP, arena gruesa y agua. El uso de cal hidratada es recomendable, pero optativo. Sin embargo, para unidades que deben asentarse 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 va a plastificar la mezcla y previene que se endurezca rápidamente. El cemento y la cal funcionan como aglomerantes, mientras que la arena es un aglomerado inerte (San Bartolomé, 2011).

2.2.2.4. Componentes del mortero

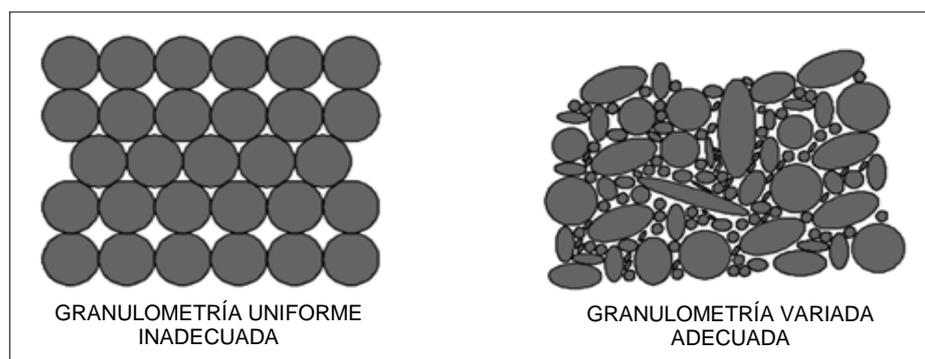
a. Cemento

Se utiliza básicamente cemento normalizado Portland tipo I y cemento adicionado (puzolánico); excepcionalmente se emplea el cemento portland tipo II (resistencia a los sulfatos). El peso volumétrico del cemento es de 1500 kg/m³, y se comercializa en bolsas de 1 pie cúbico (0.0283m³) con 42 kg de peso (San Bartolomé, 2011).

b. Arena gruesa

Es ideal que se use arena gruesa, con granos redondeados y de una granulometría completa (con variedad en el tamaño de las partículas), que permitan llenar los espacios vacíos (figura N° 5) con el material cementante, formando un mortero denso y resistencia a la intemperie. La norma E.070 indica en la tabla N° 3 la granulometría requerida, similar a la de la norma ASTM D-75, caracterizada por la variedad en el tamaño de las partículas (San Bartolomé, 2011).

Figura N° 5: Granulometría de la Arena



Fuente: San Bartolomé, 2011

La norma E.070 indica que no debe quedar retenido más del 50% de la arena entre dos mallas ASTM E-11 consecutivas; y que el módulo de finesa (suma de los porcentajes retenidos por las mallas N° 100, N° 50, N° 30, N° 16, N° 8 y N° 4, dividido entre 100) debe estar comprendido entre 1.6 y 2.5. Finalmente, no debe usarse arena de playas marinas, en vista de que las sales que ellas contienen producirán la eflorescencia del mortero y la corrosión del refuerzo (San Bartolomé, 2011).

En general, todas las arenas son aplicables en la elaboración de morteros en la medida en que satisfagan los requisitos físicos de la granulometría que se señalan en la tabla N° 3, o de otra granulometría que pueda resultar

accesible, siempre y cuando se verifique su satisfactoria adecuación a las características deseables del mortero (Gallegos & Casabonne, 2005).

Tabla N° 3: Granulometría de la arena para mortero

MALLA ASTM	% QUE PASA
Nº 4 (4.75mm)	100
Nº 8 (2.36mm)	95 - 100
Nº 16 (1.18mm)	70 - 100
Nº 30 (0.60mm)	40 - 75
Nº 50 (0.30mm)	10 - 35
Nº 100 (0.15mm)	2 - 15
Nº 200 (0.075mm)	Menos de 2

Fuente: Gallegos y Casabonne, 2005

c. 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 contiene y la corrosión del refuerzo en caso este existente (San Bartolomé, 2011).

2.2.2.5. Proporciones

El objetivo que condiciona la determinación de las proporciones de los morteros es la obtención de un material poroso, pegajoso y retentivo, que sea trabajable con el badilejo y que provea adhesión fuerte, completa y durable con las unidades de albañilería.

Las mezclas usuales de mortero, en volumen, se indican en la tabla N° 4. Las características básicas de los morteros se pueden relacionar con estas mezclas – tipo de modo siguiente:

2.2.2.6. Clasificación del mortero

En la tabla N° 4 de la Norma E-070, se especifica las proporciones volumétricas de la mezcla, clasificándola con las siglas “P” para su utilización en muros portantes y NP para los muros no portantes, y se deja como una posibilidad para emplear cal en el mortero (San Bartolomé, 2011).

Tabla N° 4: Tipos de mortero

COMPONENTES				USOS
TIPO	CEMENTO	CAL	ARENA	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 1/2	Muros portantes
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	Muros portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros no portantes

Fuente: San Bartolomé, 2011.

2.2.3. Descripción y procedimiento de ensayos

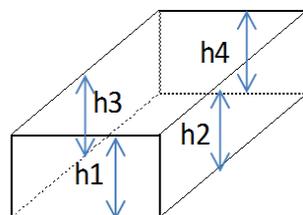
2.2.3.1. Ensayo de variación dimensional

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 10mm), la resistencia a compresión de la albañilería disminuye en un 15%; asimismo, disminuye la resistencia al corte (San Bartolomé, 2011).

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

- La dimensión de cada arista del espécimen (D = L, b, h) se toma como el promedio de 4 medidas (en mm) en la parte media de cada cara.
- Luego, por cada arista, se calcula el valor promedio (Dp) de toda la muestra; esta dimensión se resta de la dimensión especificada por el fabricante (De) y luego se divide entre (De):

Figura N° 6: Variación dimensional



Altura de la unidad

$$h = \frac{(h1+h2+h3+h4)}{4}$$

Fuente: San Bartolomé, 2011.

$$V(\%) = \frac{100 \times (De - Dp)}{De} \dots\dots \text{Ecuación N° 1}$$

Existe dispersión de valores en las medidas de todas las propiedades de los materiales usados en ingeniería. Esta dispersión depende de los diferentes

ingredientes, componentes y procesos que se requieren para su elaboración (Arango, 2002).

En estadística, el valor de un ensayo individual está dado por una simple x y n representa la cantidad de ensayos. El promedio está designado por \bar{x} , y es igual a:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum x}{n} \dots \dots \text{Ecuación N}^\circ 2$$

La desviación estándar (σ) da una indicación de cuán cerca están agrupados, alrededor del promedio, los resultados de los ensayos individuales. Si la desviación estándar es grande los resultados están muy esparcidos, y la curva es más bien ampulosa. Si la desviación estándar es pequeña indica más uniformidad, y la curva de distribución normal será tanto más aguzada cuanto menor sea dicha desviación estándar (Arango, 2002).

Matemáticamente, la desviación estándar (σ) se expresa de la siguiente manera:

$$\sigma = \frac{\sqrt{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}}{\sqrt{(n-1)}} \dots \dots \text{Ecuación N}^\circ 3$$

El coeficiente de variación (V) relaciona la desviación estándar con el valor promedio, y se expresa en porcentaje:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} (100) \dots \dots \text{Ecuación N}^\circ 4$$

La evaluación estadística conduce al valor característico de una propiedad determinada; este se puede definir como el límite de aceptación del valor de una determinada propiedad admitiendo que puede ocurrir un determinado porcentaje de valores defectuosos. El valor característico se define de:

$$\text{Valor característico} = \bar{x} \left(1 \pm \frac{mV}{100} \right) \dots \dots \text{Ecuación N}^\circ 5$$

Donde m es un factor cuya magnitud depende del porcentaje de valores defectuosos aceptables. Si este porcentaje es 10 %, m es 1.3; si es 5 %, m es 1.6.

El valor característico con la indicación del valor de m , que lleva implícito (como se ha dicho) la aceptación de un porcentaje de defectuosos, se especifica, normalmente, en los documentos del proyecto. El valor característico debe ser verificado y obtenido en el proceso constructivo sobre la base de controlar el coeficiente de variación (V). La tabla con los coeficientes de variación (V) correspondiente a los materiales principales se muestra en la hoja siguiente (Arango, 2002).

La albañilería tiene coeficientes de variación elevados (ver Tabla N° 5). Esto se debe a que, los componentes de albañilería son particularmente variables.

Asimismo, el mortero dada su forma artesanal tradicional de dosificación y mezclado, tiende a producir características variables. Más aún: la mayoría de los responsables de la albañilería tienen escaso conocimiento de ella, y en muchos casos la consideran no como el material estructural que es sino como un material simple de construcción (Arango, 2002).

Finalmente, la construcción de la albañilería no se hace en operaciones concentradas, fáciles de supervisar y controlar, sino más bien en actividades simultáneas y dispersas en las que cada operario tiene a su cargo la ejecución de una pequeña cantidad de muro. Este hecho consolida el problema de la elevada variabilidad de la albañilería cuando la mano de obra no está debidamente capacitada (Arango, 2002).

Tabla N° 5: Coeficientes de variación representativos de materiales de ingeniería

Material	Comentario	Coefficiente de variación
Unidad de albañilería	Resistencia:	
	a. Artesanales	25
	b. Industriales	8
	Dimensiones: largo	
	a. Artesanales	5
	b. Industriales	1
Dimensiones: Alto	a. Artesanales	8
	b. Industriales	3
	Mortero	Adhesión

Fuente: Arango, 2002

Dado que los coeficientes de variación altos no son inherentes a la albañilería, si no que se deben a las faltas de conocimientos y de control en las diferentes etapas del proceso, desde la elaboración de unidades hasta la construcción, una de las tareas esenciales para el correcto desarrollo de la albañilería es corregir estas situaciones (Arango, 2002).

2.2.3.2. Variación de dimensiones

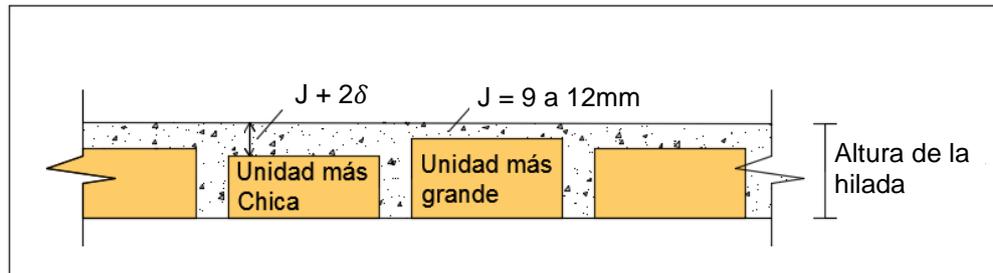
La variabilidad dimensional define la altura de las hiladas, ya que se manifiesta, con mayores variaciones, en la necesidad de aumentar el espesor de la junta del mortero (ver figura N° 6) por encima de lo estrictamente necesario por adhesión,

que es de 9 a 12 mm, conduciendo a una albañilería menos resistente en compresión (Arango, 2002).

J = Espesor mínimo de la junta de mortero para obtener buena adhesión.

δ = Variación de las alturas de las unidades con relación a la unidad promedio

Figura N° 7: Determinación de la altura de la Hilada



Fuente: Arango, 2002.

2.2.3.3. Ensayo de alabeo

El mayor alabeo (concavidad o convexidad) del ladrillo conduce a un mayor espesor de la junta. Así mismo 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 diagonalmente opuestos de la unidad, para después introducir la cuña en el punto de mayor deflexión. El resultado promedio se expresa en milímetros (San Bartolomé, 2011).

Especímenes: Usar como especímenes las 10 unidades seleccionadas para determinar el tamaño (NTP 399-613, 2005).

Preparación de los especímenes: Los especímenes se ensayarán tal cual se los recibe, únicamente se elimina con una brocha el polvo adherido a las superficies (NTP 399-613, 2005).

Procedimiento:

Superficies cóncavas: En los casos en que la distorsión a ser medida corresponda a una superficie cóncava, se colocará la varilla de borde recto longitudinal o diagonalmente a lo largo de la superficie a ser medida, adoptándose la ubicación que da la mayor desviación de la línea recta. Escoger la distancia

mayor de la superficie del espécimen a la varilla de borde recto. Usando la regla de acero o cuña medir esta distancia con una aproximación de 1 mm y registrarla como la distorsión cóncava de la superficie (NTP 399-613, 2005).

Bordes cóncavos: Cuando la distorsión a ser medida es la de un borde y es cóncava, colocar la varilla de borde recto entre los extremos del borde cóncavo a ser medido. Seleccionar la distancia más grande desde el borde del espécimen a la varilla con borde recto. Usando la regla de acero o cuña, medir esta distancia con una aproximación de 1mm, y registrarla como la distorsión cóncava del borde (NTP 399-613, 2005).

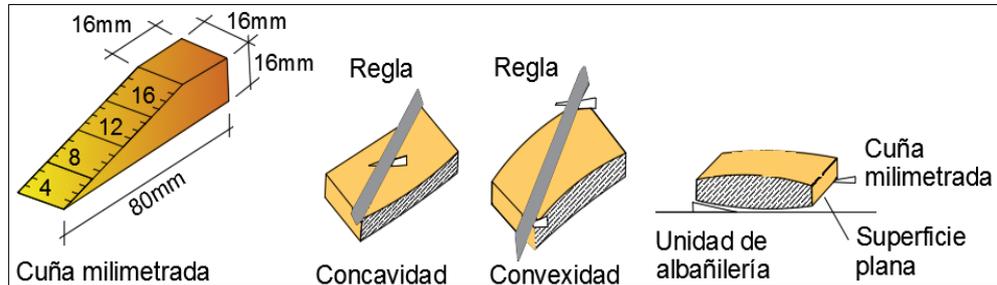
Superficies convexas: cuando la distorsión a ser medida es la de una superficie convexa, colocar el espécimen con la superficie convexa en contacto con una superficie plana y con las esquinas aproximadamente equidistantes de la superficie plana. Usando la regla de acero o cuña, medir la distancia con una aproximación de 1 mm de cada una de las 4 esquinas desde la superficie plana. Registrar el promedio de las 4 medidas como la distorsión convexa del espécimen (NTP 399-613, 2005).

Bordes convexos: Cuando la distorsión a ser medida es la de un borde convexo, colocar la varilla de bordes rectos entre los extremos de borde convexo. Seleccionar la distancia más grande del borde del espécimen a la varilla. Usando la regla de acero o cuña, medir esta distancia con una aproximación de 1 mm y registrarla como la distorsión convexa del borde (NTP 399-613, 2005).

Aparatos: Para medir la longitud del espécimen se usará un micrómetro o un dispositivo de medida apropiado, graduado para leer con incrementos de 0.001 mm, fijado sobre un apoyo adecuado para sostener el espécimen de tal manera que se pueda obtener resultados reproducibles. Deben tomarse previsiones para permitir el cambio de posición del micrómetro sobre su varilla montante, a fin de dar cabida a grandes variaciones en el tamaño del espécimen. La base del soporte y el extremo del micrómetro deberán tener una depresión cónica que acepte una bolsa de acero de 6,35mm. Debe proveerse un instrumento referencial apropiado, para verificar el dispositivo de medida (NTP 399-613, 2005).

La concavidad y convexidad se miden con una regla y una cuña graduada (figura N°8) (Gallegos & Casabonne, 2005).

Figura N° 8: Medición de alabeo en la unidad de albañilería



Fuente: Gallegos, 2005.

2.2.3.4. Ensayo de succión

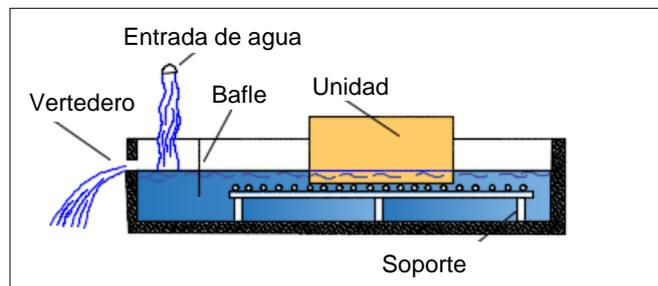
El ensayo de succión emplea testigos secados al horno cuando se trata de ensayos de investigación, y unidades en su estado natural cuando se trata de ensayos para evaluar la succión para un proceso constructivo (Gallegos & Casabonne, 2005).

La disposición del ensayo se muestra en la figura N° 8. El espécimen, después de pesado (P_s), se coloca sobre los soportes durante un minuto; luego se retira, se seca la superficie con un paño y se pesa (P_m). La succión se obtiene de (Gallegos & Casabonne, 2005).

$$\text{Succión} = \frac{(P_m - P_s) \times 200}{A} \dots\dots \text{Ecuación N° 6}$$

Donde P_m y P_s son los pesos antes indicados en gramos y A es el área de contacto de la unidad con el agua en centímetros cuadrados. La succión se expresa en gramos/200 cm²/minuto o simplemente en gramos (Gallegos & Casabonne, 2005).

Figura N° 9: Disposición para el ensayo de succión



Fuente: Gallegos, 2005.

2.2.3.5. Ensayo de absorción

En el ensayo de absorción se miden la absorción de la unidad sumergida en agua fría durante veinticuatro horas, la absorción máxima de la unidad que corresponde al hervido de esta durante cinco horas, y el coeficiente de saturación, que es la

relación entre la absorción y la absorción máxima. Para efectuar el ensayo las unidades se secan, se pesan y se someten al tratamiento antes dicho, y luego de eso se vuelven a pesar. Se llama absorción y absorción máxima a la diferencia de peso entre la unidad mojada y la unidad seca (Gallegos & Casabonne, 2005).

2.2.3.6. Ensayos a compresión de la unidad de albañilería

El ensayo de compresión se realiza usualmente en testigos de medias unidades secas, aunque algunas normas proponen o aceptan el ensayo de unidades enteras e incluso de dos medias unidades unidas separadas por una junta de mortero, La carga de compresión se aplica perpendicularmente a la cara de asiento (Gallegos & Casabonne, 2005).

Si el testigo es muy irregular, es rellenado o aislado con pasta de cemento portland poco antes de colocar el recubrimiento – normalmente de azufre, para lograr el contacto uniforme con los cabezales de la máquina de compresión. El ensayo se realiza hasta la rotura (Gallegos & Casabonne, 2005).

El espécimen de prueba se obtendrá por cualquier método de corte que produzca un espécimen con extremos aproximadamente planos y paralelos, sin astillas ni rajaduras. Se deberá ensayar como mínimo cinco especímenes (NTP 399-613, 2005).

Eventualmente se podrá utilizar para el ensayo de compresión, unidades enteras, en cuyo caso deberá efectuarse la corrección en el valor promedio de resistencia, mediante un coeficiente que responda a la correlación obtenida en investigaciones de laboratorio (NTP 399-613, 2005).

Coeficientes de relación entre la resistencia a la compresión de unidades de albañilería enteras y medias unidades.

Según NTP 399-613, (2015), los resultados de investigaciones experimentales realizadas en el laboratorio de estructuras de la Pontificia Universidad Católica del Perú, a partir de unidades provenientes de diversas fábricas ubicadas en el área de Lima Metropolitana, se corregirá la resistencia a la compresión obtenida del ensayo en unidades enteras mediante la siguiente relación:

$$R_{ue} = 0.92 \times R_{mu} \dots\dots \text{Ecuación N}^\circ 7$$

Donde:

R_{ue} = Resistencia a la compresión en unidades enteras

R_{mu} = Resistencia a la compresión en media unidad.

La resistencia a compresión (f'_b) se determina dividiendo la carga de rotura (P_u) entre el área bruta (A) de la unidad cuando esta es sólida o tubular y el área neta (A) cuando es hueca o perforada; la norma Peruana, sin embargo, considera siempre como divisor el área bruta, para evitar errores y poder comparar valores de resistencia directamente. Así, se obtiene el valor (Gallegos & Casabonne, 2005).

$$f'_b = \frac{P_u}{A} \dots\dots \text{Ecuación N}^\circ 8$$

Usualmente la prueba consiste en dos o tres ensayos. Las pruebas se evalúan estadísticamente para obtener el valor característico que, generalmente, está referido a la aceptación de 10% de resultados de pruebas defectuosas (Gallegos & Casabonne, 2005).

Refrentado del espécimen

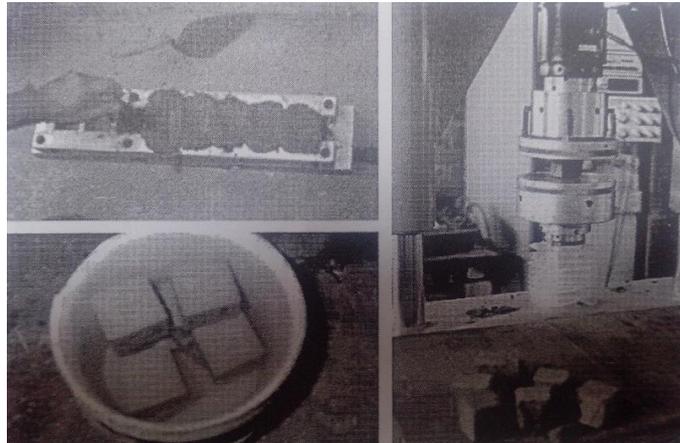
Si las superficies de contacto del espécimen son ahuecadas o apaneladas, llenar las depresiones con un mortero compuesto por una parte, en peso, de mortero de cemento Portland y dos partes, en peso, de área, incorpore un aditivo o cloruro de calcio en porcentaje no mayor de 2%. Dejar reposar los especímenes por lo menos 48 horas antes de aplicar el refrentado. Cuando las cavidades excedan 13 mm usar un fragmento de ladrillo o una sección de teja o placa metálica como relleno en el núcleo (NTP 399-613, 2005).

Refrentado con yeso: Cubrir las caras opuestas de contacto del espécimen con goma laca. Una vez completamente secos, cubrir una de las superficies con una capa delgada de yeso calcinado (yeso hemihidratado), que ha sido distribuida sobre una placa no absorbente y aceitada, tal como vidrio o metal procesado. La placa para la superficie de refrentado debe ser plana con margen de 0.08 mm en 400 mm, y superficialmente rígida y apoyada de tal manera que no tenga deformación detectable durante el proceso (NTP 399-613, 2005).

2.2.3.7. Ensayo a compresión de cubos de mortero (ASTM C-579)

Consiste en preparar probetas cúbicas de 5cm de lado, vaciadas en moldes metálicos (figura N° 9) y curados durante 28 días en agua. El ensayo se realiza a una velocidad 1.25 mm por minuto entre los cabezales de la maquina universal, y solo tienen el fin de controlar la calidad del mortero, medida a través de la dispersión de resultados, ya que la adherencia unidad – mortero es más importante, aparte que los esfuerzos de compresión producidos por la carga de gravedad en los edificios de mediana altura son pequeños (San Bartolomé, 2011).

Fotografía N° 1: Ensayo a compresión de cubos de morteros



Fuente: San Bartolomé, 2011

Es conveniente que la resistencia a compresión del mortero y la unidad sean semejantes, a fin de evitar su falla por aplastamiento y tratar de dar homogeneidad a la albañilería, por esta razón, se recomienda utilizar mortero 1:3 o 1:4 para edificios de 4 a 5 pisos (con unidades de alta resistencia), mientras que para edificios de 1 a 3 pisos puede usarse mortero 1:5, de otro lado, el uso de cal en el mortero disminuye ligeramente la resistencia a compresión del mortero, aunque en Gallegos y Casabonne, (2005), se indica que una reducción del 69% en la resistencia del mortero solo afecta en 10% a la resistencia a compresión de la albañilería (San Bartolomé, 2011).

2.2.3.8. Ensayo de compresión en pilas

El ensayo de compresión en las pilas de albañilería sirven para determinar la resistencia a compresión axial ($f'm$) requerida al área bruta de la sección transversal, eventualmente si se instrumente y registra la deformación axial en la pila, se puede determinar el módulo de elasticidad (E_m) (San Bartolomé, 2011).

Las pilas pueden ensayarse en una maquina universal o en una máquina de ensayo similar (figura N° 10), el ensayo debe realizarse a velocidad uniforme, sin producir impactos, de modo que su duración esté comprendida entre 3 y 4 minutos, si el ensayo se ejecuta controlando la velocidad de aplicación de carga, esta puede ser de 5ton/min, cuando existe la posibilidad de medir el desplazamiento entre los cabezales del equipo de ensayo se puede adoptar una velocidad de 1mm/min (San Bartolomé, 2011).

Fotografía N° 2: Equipo en el ensayo a compresión



Fuente: San Bartolomé, 2011

Esbeltez de la Pila

La esbeltez se define como la relación entre la altura de la pila y su espesor (la menor dimensión de las seccion transversal). Este valor debe estar comprendido entre 2 y 5, aunque los valores más representativos del comportamiento de la albañilería oscilan entre 4 y 5. La Norma E 0.70 odopta como esbeltez estándar el valor de 5 (San Bartolomé, 2011).

En pilas pequeñas, los valores de resistencia a compresión son mayores que los valores que arrojarían las pilas esbeltas, debido a la mayor restricción al desplazamiento lateral inducida por los cabezales del equipo de ensayo en las pilas de poca esbeltez. Por esta razón, la tabla N° 6 de la Norma E 0.70 proporciona factores de correccion por esbeltez (San Bartolomé, 2011).

Tabla N° 6: Factores de corrección de $f'm$ por esbeltez

Esbeltez	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0
Factor	0.73	0.80	0.91	0.95	0.98	1.00

Fuente: RNE E 0.70, 2014.

2.2.3.9. Norma E 0.70 albañilería

En la Norma E 0.70, el capítulo 5, “Resistencia de prismas de albañilería” se proporciona la tabla N° 7, que permite determinar para ciertos casos, los valores de $f'm$ y $v'm$. Esta tabla está basada en los resultados de muchos ensayos realizados en pilas y muretes, y debería ser empleada específicamente con fines de diseño estructural, mientras que con el objetivo de controlar en obra la calidad

de la albañilería deben hacerse las pruebas indicadas por la Norma. Cabe además mencionar que, aunque se realicen ensayos, para fines de diseño $v'm$ no debe exceder de $\sqrt{f'm}$, ambos en kg/cm^2

Tabla N° 7: Resistencia característica de la albañilería MPa (Kg/cm²)

Materia prima	Denominación	Unidad f'b	Pilas f'm	Muretes v'm
Arcilla	King Kong Artesanal	5.4(55)	3.4(35)	0.5(5.1)
	King Kong Industrial	14.2(145)	6.4(65)	0.8(8.1)
	Rejilla Industrial	21.1(215)	8.3(85)	0.9(9.2)
Sílice-cal	King Kong Normal	15.7(160)	10.8(85)	1.0(9.7)
	Débalo	14.2(145)	9.3(110)	1.0(9.7)
	Estándar y mecano	14.2(145)	10.8(95)	0.9(9.2)
Concreto	Bloque Tipo P(*)	4.9(50)	7.3(74)	0.8(8.6)
		6.4(65)	8.3(85)	0.9(9.2)
		7.4(75)	9.3(95)	1.0(9.7)
		8.3(85)	11.8(120)	1.1(10.9)

(*) Utilizados para la construcción de muros armados

Fuente: San Bartolome, 2011.

2.2.3.10. Ensayo de adhesión por tracción directa

Este método de ensayo proporciona un procedimiento para la medición de la resistencia de adherencia por tracción del mortero de pega y las unidades de mampostería, usando un espécimen de unidades cruzadas (NTG, 2014).

a. Equipo.

El equipo de ensayo consiste básicamente en una máquina de ensayo a compresión, con espacio apropiado para acomodar el ensamblaje de ladrillos cruzados, y en un juego de aplicadores de carga al espécimen de ladrillos cruzados, como el ilustrado en la figura 11. El juego de aplicadores de carga debe tener las medidas compatibles con el tamaño de los ladrillos de barro o de concreto que se van a ensayar (NTG, 2014).

b. Procedimiento de ensayo

Se coloca y se centra el espécimen entre los aplicadores de carga superior e inferior y se coloca el ensamble en la máquina de ensayos centrado respecto al eje vertical de los cabezales. El espécimen se carga a una velocidad de 2.7 KN (60lb) por minuto o a una velocidad de carga suficiente para causar la falla del mismo en 1 o 2 minutos. Se debe anotar y registrar la máxima carga aplicada y el tipo de falla (NTG, 2014).

c. Cálculos

Se calcula la resistencia de adherencia por tracción máxima como sigue:

Resistencia de adherencia por tracción = $\frac{A}{B}$; TN/m² (kg/cm²)..... Ecuación N° 9

A = Carga total aplicada, N (lb-f)

B = Área de la sección transversal de adherencia, m² (pulg²)

d. Precisión y sesgo

En algunas investigaciones usando este método en los EEUU, se han reportado coeficientes de variación entre 15 y 35%.

Según Gallegos, (2005), menciona, cuando se dispone de máquina para ensayos en compresión el modelo más usado es el que aparece en la figura 10. Como este ensayo mide un valor unitario muy reducido, típicamente de no más de 0.3 a 0.4MPa, las fuerzas de rotura son pequeñas, no excediendo los 3 a 4 KN; y como, de otro lado, los testigos son muy delicados y el ensayo requiere de gran precisión para asegurar que la fuerza aplicada pase efectivamente por el centro de la interface ensayada y no cause efectos de flexión, los resultados tienden a ser dispersos, por lo que es usual tener coeficientes de variación muy elevados (de 30 a 40%)

Fotografía N° 3: Ensayo de adhesión por tracción directa con testigos de ladrillos cruzados efectuado en máquina de compresión



Fuente: Gallegos, 2005.

2.3. Hipótesis

Al invertir la cara de asiento del ladrillo macizo presenta una adherencia de 1% mayor que al hacerlo de la manera convencional.

CAPÍTULO 3. METODOLOGIA

3.1. Operacionalización de variables.

Tabla N° 8: Operacionalización de variable independiente.

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD
Cara de asiento.	Superficie de la unidad de albañilería en contacto con la junta horizontal del mortero (Gallegos & Casabonne, 2005).	Ladrillo con cara de asiento en sentido invertido.	Ladrillo	Und
			Mortero	m ³
			Proceso constructivo	-
		Ladrillo con cara de asiento en sentido convencional.	Ladrillo	Und
			Mortero	m ³
			Proceso constructivo	-

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla N° 9: Operacionalización de variable dependiente.

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD
Adherencia entre el mortero y el ladrillo macizo.	Es la unión de materiales inertes que se da a través de un proceso mecánico (Gallegos & Casabonne, 2005).	Absorción del ladrillo macizo	Menor a 22	%
		Succión del ladrillo macizo	Entre 10 y 20	gr/200cm ² -min
		Resistencia a compresión del ladrillo macizo	50	Kg/cm ²
		Resistencia a compresión de la Pila del ladrillo macizo	Mayor a 35	Kg/cm ²
		Resistencia a la adherencia del mortero con el ladrillo	Menor a 3 o 4	Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.2. Diseño de investigación.

Experimental aplicada.

3.3. Unidad de estudio.

Ladrillos macizos cruzados con cara de asiento invertido.

3.4. Población.

Para esta investigación la población será idéntica a la muestra de estudio asumido, siendo un total de 55 ensayos en total.

3.5. Muestra.

Para el número de la muestra se realizará a través de un muestreo no probabilístico, por lo que el investigador ha asumido la muestra por conveniencia en tiempo y costo. La cual está distribuida de la siguiente manera:

Tabla N° 10: Número de ensayos

TIPO DE ENSAYO	CANTIDAD
Para ladrillos con cara de asiento invertida	
Adhesión por tracción directa con testigos de ladrillos cruzados	5
Compresión de pilas de ladrillos	5
Para ladrillos con cara de asiento convencional	
Adhesión por tracción directa con testigos de ladrillos cruzados	5
Pilas de ladrillos	5
Ensayos con relación directa al cálculo de la adherencia del mortero	
Dimensionamiento del ladrillo	10
Compresión de ladrillo	10
Compresión de mortero	5
Grado de absorción del ladrillo	5
Succión del ladrillo	5
TOTAL DE ENSAYOS :	55

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.6. Técnicas, instrumentos y procedimiento de recolección de datos

- Para la selección de los ladrillos se ha tenido en cuenta los procedimientos que indica la NTP 399.613.
- Los ensayos para los agregados se ha realizado teniendo en cuenta los procedimientos que indica la NTP 400.012.

- Los ensayos de dimensionamiento, grado de absorción, succión y compresión del ladrillo se ha desarrollado teniendo en cuenta los procedimientos que indica el RNE E0.70.
- Los ensayos de compresión de cubos de mortero se realizó de acuerdo a los procedimientos de la NTP 334.051.
- El ensayo de compresión de pilas de ladrillo macizo se ha realizado de acuerdo a los procedimientos del RNE E0.70.
- EL ensayo de Adhesión por tracción directa con testigos de ladrillos cruzados se ha realizado de acuerdo a los procedimientos que indica la NTG 41051 h7, el cual está basado en la norma ASTM C952-12.

3.7. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos.

Selección de los ladrillos

Los ladrillos han sido adquiridos de la fábrica artesanal “El Cerrillo”, debido a que cuenta con mayor edad de fundación y actualmente produce la mayor cantidad de ladrillos que son utilizados en las construcciones de la ciudad de Cajamarca.

La fábrica artesanal “El Cerrillo”, se encuentra ubicado en el centro poblado de Cerrillo, distrito de Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca.

Para llegar a la fábrica artesanal “El Cerrillo”, partiendo de la plaza de Armas de la ciudad de Cajamarca se sigue la siguiente ruta: hacia el cruce de Otuzco en auto por una carretera pavimentada con longitud de 5.8 km, y del cruce de Otuzco a la fábrica artesanal “El Cerrillo” con una distancia aproximada de 1.8 km mediante una trocha carrosable (ver figura N° 10).

Geográficamente la fábrica artesanal “El Cerrillo” se encuentra ubicado en la zona 17S, con coordenadas UTM 777170.09 m y 9211323.00 m a una altitud de 2706 msnm.

Selección del agregado

La cantera elegida para la selección del agregado fino fue una cantera de río denominada “Roca Fuerte”, la cual está ubicada en el distrito de Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca.

Para llegar a la cantera “Roca Fuerte”, partiendo de la plaza de Armas de Baños del Inca se sigue la siguiente ruta: hacia el puente de Baño del Inca en auto por una carretera pavimentada con longitud de 220 m, y del puente de Baños del Inca a la cantera con una distancia aproximada de 600 m mediante una trocha carrosable (ver figura N° 10).

Geográficamente la cantera “Roca Fuerte” se encuentra ubicado en la zona 17S, con coordenadas UTM 779621.94 m y 9207570.12 m a una altitud de 2663 msnm.

Figura N° 10 Ubicación de la ladrillera “El Cerrillo” y la cantera “Roca Fuerte”



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Dimensionamiento de los ladrillos

Para realizar el dimensionamiento de los ladrillos macizos, se ha utilizado un vernier, una regla metálica, un lapicero y un formato de apuntes (ver fotografía N° 4).

Fotografía N° 4: Dimensionamiento de ladrillo artesanal, utilizando vernier

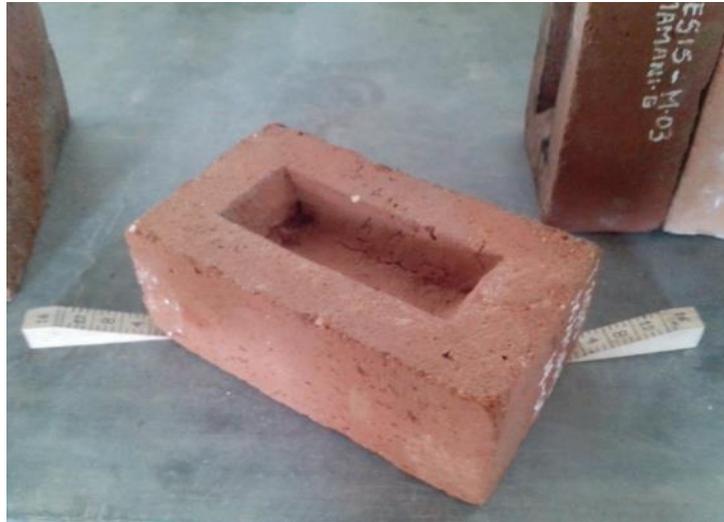


Fuente: Elaboración Propia, 2015

El dimensionamiento del ladrillo macizo estuvo comprendido por un número de ladrillos de 10 unidades enteras y secas, tal como indica la NTP 339.613 (ver fotografía N° 4); Cabe indicar que para la dimensión de cada arista se ha tomado como el promedio de haber realizado cuatro medidas a cada arista.

Nota: Los ladrillos macizos son de fabricación artesanal, (fabrica el Cerrillo), y estas a su vez presentan una cavidad en uno de sus caras de asiento (ver fotografía N° 5).

Fotografía N° 5: Ensayo de alabeo (concavidad y convexidad del ladrillo macizo).



Fuente: Elaboración propia, 2015

Secado del ladrillo macizo

El secado de los ladrillos macizos se los realizó en un horno a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, durante un tiempo de 24 horas, luego se ha sacado los ladrillos y dejado enfriar al aire libre para proceder a pesar y obtener el peso seco (ver fotografía N° 6).

Fotografía N° 6: Secado de los ladrillos macizos en el horno durante 24 horas



Fuente: Elaboración Propia, 2015

Succión del ladrillo macizo

Para obtener el valor del peso del agua succionada, se han puesto las muestras en un recipiente, donde el ladrillo se encuentra sumergido parcialmente con 3 mm en altura con respecto a su área de contacto, durante un minuto. Este valor ha sido registrado teniendo en

cuenta que el ladrillo macizo antes de haber sido puesto en el recipiente ha estado seco, es decir ha estado en el horno, y luego secado al aire libre por unos minutos, este procedimiento se empleó para todos los ladrillos que fueron utilizados en el ensayo de dimensionamiento, luego de la toma de datos se reemplazó en la ecuación N° 6 para determinar la succión (ver fotografía N° 7).

Fotografía N° 7: Ensayo de succión del ladrillo macizo



Fuente: Elaboración propia, 2015

Absorción del ladrillo macizo

Para determinar la absorción del ladrillo macizo se han utilizado 10 unidades (las mismas que se han utilizado en el ensayo de succión).

Luego de haber determinado la succión, estas mismas muestras (ladrillo macizo) han sido sumergidas totalmente en agua durante 24 horas (ver fotografía N° 8), para luego determinar su peso de los ladrillos macizos saturados y seguidamente calcular la absorción.

Fotografía N° 8: Ladrillos macizo sumergidos en agua



Fuente: Elaboración propia, 2015

Clasificación del agregado fino

Para este ensayo de análisis granulométrico, se ha tenido en cuenta que el material (agregado fino) se encuentre superficialmente seco, así como también limpio de impurezas, para evitar problemas de pérdida de peso al tiempo de tamizar.

En una balanza se pesó una muestra de 2000 gr de agregado fino, luego se ha procedido a pasar el agregado fino a través de los tamices N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100 y N° 200 (ver fotografía N° 9).

Seguidamente, se pesó el agregado fino retenido en cada tamiz en una balanza para observar el uso granulométrico establecido por el ASTM, así como también para determinar el módulo de finura del agregado fino.

Fotografía N° 9: Tamices para realizar la clasificación de la arena (agregado fino)



Fuente: Elaboración propia, 2015

Preparación del mortero

Según CAPECO, (2012), recomienda un aporte unitario de materiales para morteros con una dosificación de 1:4 la siguiente relación de materiales.

Tabla N° 11: Cantidad de materiales por metro cúbico de mortero

Proporción	Relación a/c	Cantidad de materiales por m ³ de mortero		
		Cemento (bolsa)	Arena (m ³)	Agua (litros)
1 : 4	0.72	8.9	1.0	272

Fuente: CAPECO, 2012

Cálculo de la cantidad de material para 1 m³ de mortero en kilogramos.

Cemento (c)	= 8.9 x 42.5	= 378.25 Kg
Arena (A)	= 4 x c	= 1513.00 Kg
Agua (a)	= 0.72 x c	= 272.34 Kg

Cálculo de la cantidad de material para la elaboración del mortero en laboratorio

Se ha elaborado mortero para los ensayos de Adherencia, compresión de pilas y para los cubos de mortero, las medidas del ladrillo macizo de acuerdo al ensayo de dimensionamiento son de 212.09 mm x 123.75 mm x 76.84 mm.

Tabla N° 12: Cálculo de volumen para elevación de mortero

Muestra	Área (mm ²)	espesor (mm)	Nº Veces	Vol1 (mm ³)	Cavidad 2xVol1	Volumen (m ³)
E. Adherencia	15313.44	15	10	2297016.56	4594033.13	0.004594
E. Pilas (3int)	78736.82	15	10	11810523.30	23621046.5	0.023621
Cubos de mortero	2500.00	50	5	625000.00	-	0.000625
						0.029875

Fuente: Elaboración propia, 2017

Cemento = 0.029875 x 378.25 = 10.91 Kg

Arena = 0.029875 x 1513.00 = 43.64 Kg

Agua = 0.029875 x 272.34 = 7.85 kg

Para la preparación del mortero se ha realizado siguiendo el procedimiento de la norma NTP 334.051 (ver fotografía N° 10).

El mortero ha sido preparado en poca cantidad, en una carretilla impermeable para que no pierda agua con facilidad, la cantidad de agua a echar en el proceso de la mezcla seca ha sido teniendo en cuenta la trabajabilidad de la mezcla.

La cantidad de mezcla preparado fue mediante una palana hasta obtener una mezcla homogénea, en el procedimiento de mezclado se realizó primero los materiales secos (arena y cemento), debido a que se realizó una mezcla de manera manual.

Fotografía N° 10: Preparación de la mezcla del mortero



Fuente: Elaboración propia, 2015

Los cubos de mortero que se elaboraron fueron de 5 probetas, cada uno de estos miden 5cm por cada lado, es decir son cubos de (5cm x 5cm x5cm), tal como se muestra en la fotografía N° 11.

Fotografía N° 11: Cubos de mortero con dimensión de 5cm por lado.



Fuente: Elaboración propia, 2015

Con respecto a su proceso de curación de los cubos de mortero se los ha mantenido sumergidos en agua durante 28 días, pasado este tiempo se procedió a secar las muestras por 5 horas al aire libre, y finalmente, se los sometió al ensayo compresión (fotografía N° 12).

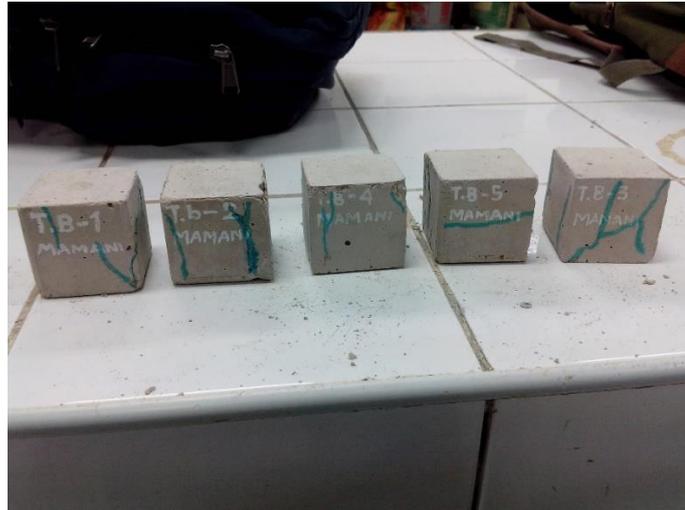
Fotografía N° 12: Ensayo a compresión de cubos de mortero con dimensión de 5cm por lado.



Fuente: Elaboración propia, 2015

La siguiente imagen muestra las rajaduras o tipo de fallas que se generaron en cada probeta de mortero después de haber sido ensayados en la máquina a compresión. El orden de cada probeta está dado de acuerdo a como se muestra en la fotografía N° 13.

Fotografía N° 13: Fracturas de los cubos de mortero



Fuente: Elaboración propia, 2015

Asentado de los ladrillos en las pilas y ladrillos cruzados:

Para realizar el asentado de los ladrillos macizos en las pilas y en los ladrillos cruzados se ha considerado un espesor de 1.5 cm, y con respecto a la nivelación de pilas se lo ha realizado con una plomada (ver fotografía N° 14), mientras que para los ladrillos cruzados con un nivel de mano (ver fotografía N° 15).

Fotografía N° 14: Nivelación con plomada para la pila de ladrillo macizo con cara de asiento invertido



Fuente: Elaboración propia, 2015

Fotografía N° 15: Probeta de ladrillo macizo cruzado con cara de asiento de la manera invertida



Fuente: Elaboración propia, 2015

Refrentado de las muestras

Para la elaboración de todas las probetas con ensayos destructivos (ensayos de compresión axial en los ladrillos macizos y en las pilas) se ha tenido en consideración en realizar el refrentado con yeso, debido a la concavidad y convexidad de los ladrillos macizos, y a su alabeo que fue determinado por el ensayo de dimensionamiento (ver fotografía N° 16 y N° 17).

El Refrentado para las muestras fue realizado un día antes de ser ensayadas a compresión, la nivelación de la superficie de Refrentado se realizó con un nivel de mano.

Fotografía N° 16: Refrentado de probetas en ladrillos macizos que han sido sometidos a ensayos a compresión.



Fuente: Elaboración propia, 2015

Fotografía N° 17: Refrentado de probetas en pilas de ladrillos macizos que han sido sometidos a ensayos a compresión.



Fuente: Elaboración propia, 2015

Ensayo a compresión de las Pilas de ladrillo macizo

En la fotografía N° 18 se muestra el tipo falla que se produjo en la pila 03. Y según Arango a partir de aproximadamente el 70% de la carga última comienzan a parecer grietas verticales en los ladrillos, hacia el centro del prisma tal como se puede apreciar en la pila 03 con cara de asiento de la manera convencional.

Fotografía N° 18: Ensayo a compresión y tipo de falla en la probeta 03.



Fuente: Elaboración propia, 2015

En la fotografía N° 19 y N° 20, se puede observar claramente que ha fallado el primer ladrillo macizo, de la parte inferior de la pila, el mortero en su parte externa ha sufrido una pequeña grieta que ha ocasionado que el ladrillo que le sigue falle en esa zona tal como se muestra en la fotografía N° 20.

Fotografía N° 19: Vista frontal de la pila N° 8 después del ensayo a compresión



Fuente: Elaboración propia, 2015

Fotografía N° 20: Vista posterior de la pila N° 8 después del ensayo a compresión

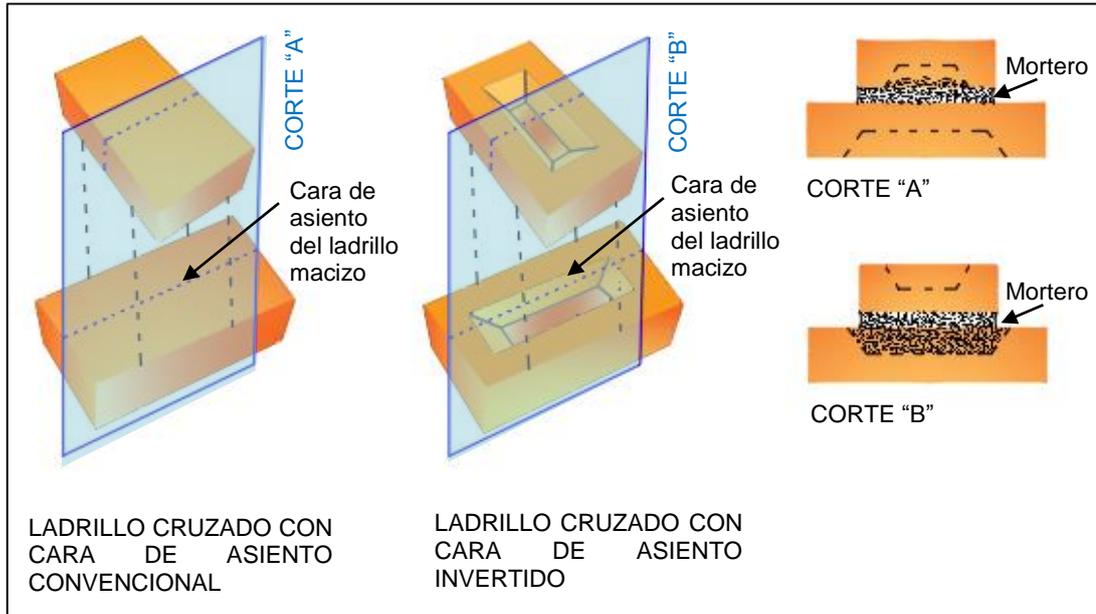


Fuente: Elaboración propia, 2015

Ensayo de adhesión por tracción directa con testigos de ladrillos cruzados efectuado en máquina de compresión

Elaboración de probetas (10 Und).- Se han realizado 5 probetas de ladrillos cruzados con cara de asiento invertido y 5 probetas de ladrillos cruzados con cara de asiento de la manera convencional (ver figura 11). En ambos casos se ha tenido en consideración la nivelación del ladrillo, y un espesor de mortero de 1.5 cm.

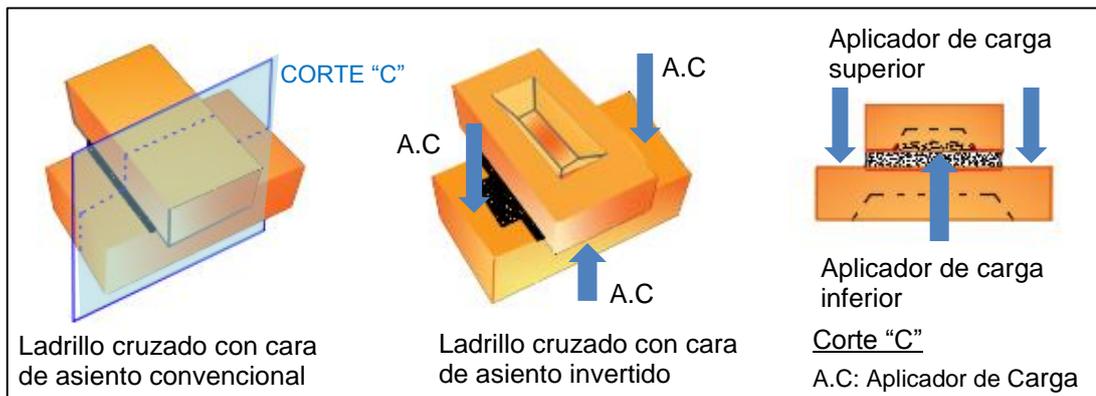
Figura N° 11: Asentado de los ladrillos cruzados



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Proceso del ensayo.- El ensayo será sometido en la maquina a compresión, mediante unos aplicadores de carga que se acoplan en la maquina a compresión (Ver anexo NTG 41051 h7), estos aplicadores de carga han sido acomodados a la ubicación de los ladrillos macizos cruzados de tal manera que se pueda determinar la carga ultima con la que falla la probeta (ver figura 12).

Figura N° 12: Aplicación de carga en las probetas de ladrillos cruzados



Fuente: Elaboración propia, 2017.

La fotografía N° 21 pertenece a una muestra de ladrillos cruzados con cara de asiento invertido (Lc-03), el cual fue sometido al ensayo de adherencia por tracción directa, y se pudo apreciar que el ladrillo macizo ha fallado, mientras que la zona del mortero con el ladrillo macizo se ha mantenido intacta.

Fotografía N° 21: Ensayo de adherencia por tracción directa de la probeta Lc – 03 ensayo con cara de asiento invertida.



Fuente: Elaboración propia, 2015

En la muestra de ladrillos cruzados con cara de asiento convencional (Lc-06), sometido al ensayo de adherencia por tracción directa, se pudo apreciar que se generó un desprendimiento del mortero con el ladrillo macizo superior, exactamente en su área de contacto, y tanto el mortero como el ladrillo macizo no sufrieron rajaduras y/o fallas, tal como se muestra en la figura N° 22.

Fotografía N° 22: Ensayo de adherencia por tracción directa de la probeta Lc - 06 ensayadas con cara de asiento convencional



Fuente: Elaboración propia, 2015

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

4.1. Variación de la dimensión o variación dimensional del ladrillo macizo

Tabla N° 13: Dimensionamiento del ladrillo macizo.

DIMENSIONAMIENTO (mm)											
LADRILLO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	PROM.
LARGO (mm)	218.50	215.50	212.50	212.00	213.90	209.00	212.90	212.00	218.00	213.00	212.09
	218.00	214.00	212.00	214.50	215.50	210.00	211.50	212.10	218.00	212.00	
	209.00	209.50	209.00	213.50	211.00	208.00	208.10	209.50	209.00	215.00	
	208.50	209.00	218.00	209.50	211.00	208.00	211.00	209.10	209.00	214.00	
D.Prom:	213.50	212.00	212.88	212.38	212.85	208.75	210.88	210.68	213.50	213.50	
ANCHO (mm)	122.20	121.40	121.50	121.70	124.00	123.50	125.80	124.10	121.40	121.70	123.75
	122.50	123.10	123.10	122.90	126.00	127.20	127.20	125.30	123.70	124.20	
	122.30	121.20	122.20	120.80	124.50	125.00	128.80	123.30	120.90	122.50	
	122.40	123.40	121.60	123.10	128.00	127.40	130.20	123.80	123.20	122.80	
D.Prom:	122.35	122.28	122.10	122.13	125.63	125.78	128.00	124.13	122.30	122.80	
ALTO (mm)	79.00	77.80	76.10	77.10	74.00	74.70	76.50	76.90	77.30	78.60	76.85
	78.00	77.40	77.10	76.60	75.60	76.50	75.60	76.10	77.10	77.30	
	77.40	77.90	77.80	77.50	76.50	75.40	77.40	76.80	77.20	76.80	
	78.60	76.20	77.70	77.50	76.40	77.60	76.20	75.90	76.40	75.30	
D.Prom:	78.25	77.33	77.18	77.18	75.63	76.05	76.43	76.43	77.00	77.00	

ALABEO (mm)											
CONCAVIDAD	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2
CONVEXIDAD	4	4	2	2	2	4	2	2	4	1	

Dimensión especificada por la ladrillera el Cerrillo (Dimensión nominal) L = 225.00 mm A = 125.00 mm H = 70.00 mm

	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTURA (mm)
DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO	212.09	123.75	76.85
DIMENSIONAMIENTO NOMINAL	225.00	125.00	70.00
V(%)	5.74	1.00	-9.78

DIMENSIONAMIENTO MÁXIMO (mm)	5.74
ALABEO MÁXIMO (mm)	4.00

La manera como se calcula la variación dimensional es:

$$V (\%) = 100(D_e - D_p) / D_e$$

Donde: V (%) = Variación dimensional
D_e = Dimensión nominal
D_p = Dimensión promedio

Fuente: Elaboración propia, 2017.

4.2. Absorción del ladrillo

La absorción se halla mediante la siguiente expresión:

$$\text{Absorción} = \frac{(W_a - W_s)}{W_s} \times 100$$

Dónde: W_a = Peso de la unidad de albañilería saturado luego de 24 horas de inmersión (gr)

W_s = Peso seco de la unidad de albañilería mínimo 24 horas en horno (gr)

Tabla N° 14: Absorción del ladrillo macizo

ESPECIMEN	PESO		ABSORCION (A%)
	PESO SECO (gr)	SATURADO 24 HRS (gr)	
1	2704	3396	25.59
2	2808	3458	23.15
3	2749	3436	24.99
4	2734	3422	25.16
5	2915	3635	24.70
6	2960	3706	25.20
7	2946	3636	23.42
8	2936	3642	24.05
9	2714	3350	23.43
10	2884	3482	20.74
Absorción promedio (A%)			24.04 %

Fuente: Elaboración propia, 2017

4.3. Succión del ladrillo

La succión se halla mediante la siguiente expresión:

$$\text{Succión} = \frac{(W_h - W_s)}{A} \times 200 ; \text{ gr}/200\text{cm}^2 - \text{min}$$

Dónde: W_s = Peso seco de la unidad de albañilería (gr)

W_h = Peso después del ensayo (gr)

A = Área de contacto de la unidad con el agua (cm²)

Tabla N° 15: Succión del ladrillo macizo

ESPECIMEN	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	AREA (cm ²)	PESO (gr)		SUCCIÓN (gr)
				SECO	HUMEDO	
1	213.50	122.35	261.22	2704	2826	93.41
2	212.00	122.28	259.22	2808	2915	82.55
3	212.88	122.10	259.92	2749	2869	92.34
4	212.38	122.13	259.36	2734	2856	94.08
5	212.85	125.63	267.39	2915	3039	92.75
6	208.75	125.78	262.56	2960	3116	118.83
7	210.88	128.00	269.92	2946	3074	94.84
8	210.68	124.13	261.50	2936	3090	117.78
9	213.50	122.30	261.11	2714	2824	84.26
10	213.50	122.80	262.18	2884	2988	79.34

SUCCIÓN PROMEDIO	95.02 gr/cm²-min
------------------	------------------------------------

Fuente: Elaboración propia, 2017

Interpretación del resultado de absorción y succión del ladrillo macizo

De acuerdo al RNE E0.70, (2014), la Absorción no debe ser mayor a 22%, y con respecto a la succión recomienda que debe estar comprendida entre 10 y 20 gr/(200cm²-min). Sin embargo, Angel San Bartolomé, en su libro denominado “Diseño y construcción de estructuras sismorresistentes de albañilería”, indica que para los ladrillos artesanales (ladrillo macizo) que superen estos valor necesitan un tratamiento previo antes de ser asentados. Es por ello, que de acuerdo a los datos obtenidos en esta investigación se ha tenido por conveniente sumergir en agua los ladrillos macizos por unos 30 minutos; 10 horas antes de ser ensayadas.

4.4. Compresión axial del ladrillo

DIMENSIONAMIENTO DEL LADRILLO

MUESTRAS		DIMENSIONES (mm)	AREA RESISTENTE cm ²
M-01	LARGO (l)	213.50	261.22
	ANCHO (a)	122.35	
	ALTO (H)	78.25	

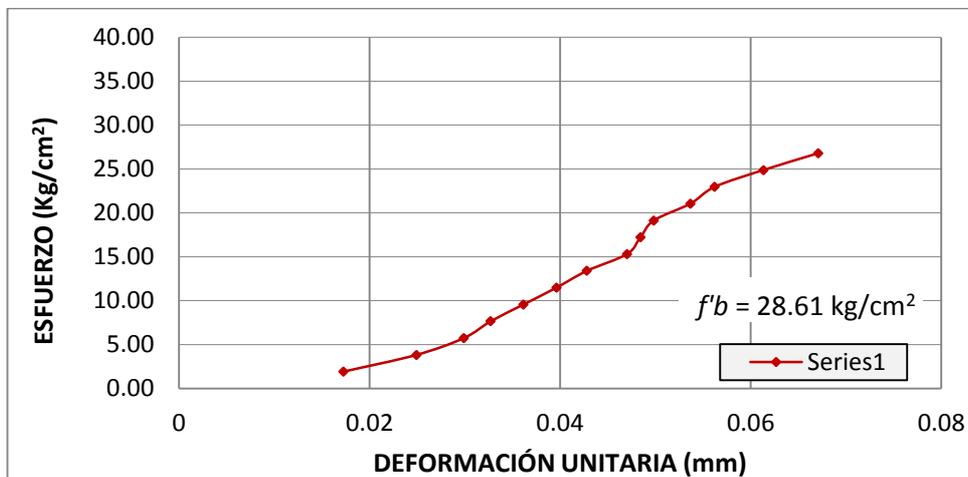
RESULTADO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/H$ (mm/mm)
1	500	1.91	1.35	0.017252
2	1000	3.83	1.95	0.024920
3	1500	5.74	2.34	0.029904
4	2000	7.66	2.56	0.032716
5	2500	9.57	2.83	0.036166
6	3000	11.48	3.10	0.039617
7	3500	13.40	3.35	0.042812
8	4000	15.31	3.68	0.047029
9	4500	17.23	3.79	0.048435
10	5000	19.14	3.90	0.049840
11	5500	21.06	4.20	0.053674
12	6000	22.97	4.40	0.056230
13	6500	24.88	4.80	0.061342
14	7000	26.80	5.25	0.067093
15				
16				
17				
18				

Tiempo : 2 min 56 seg

Carga ultima : 7473 kg-f

Gráfico N° 1: Esfuerzo Vs deformación en el ladrillo macizo 01



Fuente: Elaboración propia, 2017.

DIMENSIONAMIENTO DEL LADRILLO

MUESTRAS		DIMENSIONES (mm)	AREA RESISTENTE cm ²
M-02	LARGO (l)	212.00	259.22
	ANCHO (a)	122.28	
	ALTO (H)	77.33	

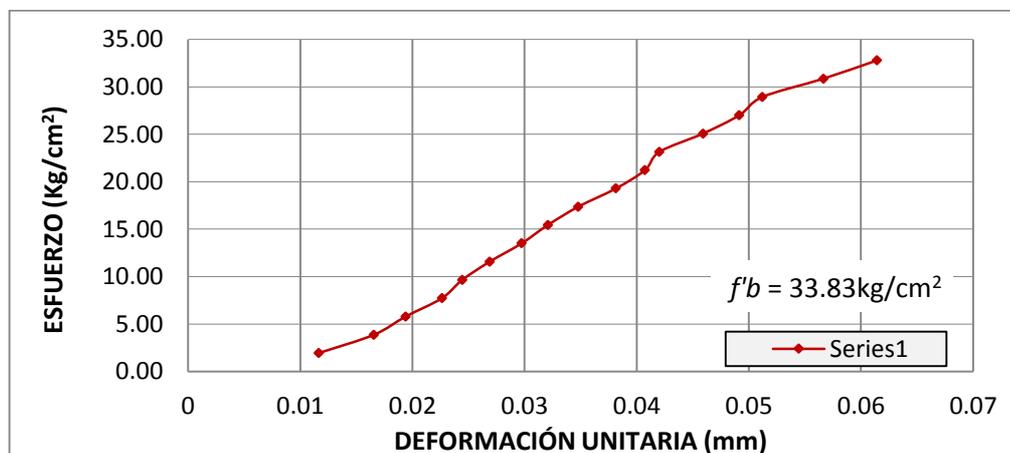
RESULTADO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/H$ (mm/mm)
1	500	1.93	0.90	0.011639
2	1000	3.86	1.28	0.016554
3	1500	5.79	1.50	0.019399
4	2000	7.72	1.75	0.022632
5	2500	9.64	1.89	0.024442
6	3000	11.57	2.08	0.026899
7	3500	13.50	2.30	0.029745
8	4000	15.43	2.48	0.032072
9	4500	17.36	2.69	0.034788
10	5000	19.29	2.95	0.038151
11	5500	21.22	3.15	0.040737
12	6000	23.15	3.25	0.042030
13	6500	25.07	3.55	0.045910
14	7000	27.00	3.80	0.049143
15	7500	28.93	3.96	0.051212
16	8000	30.86	4.38	0.056644
17	8500	32.79	4.75	0.061429
18				
19				

Tiempo : 1 min 44 seg

Carga ultima : 8770 kg-f

Gráfico N° 2: Esfuerzo Vs deformación en el ladrillo macizo 02



Fuente: Elaboración propia, 2017.

DIMENSIONAMIENTO DEL LADRILLO

MUESTRAS		DIMENSIONES (mm)	AREA RESISTENTE cm ²
M-03	LARGO (l)	212.88	259.92
	ANCHO (a)	122.10	
	ALTO (H)	77.18	

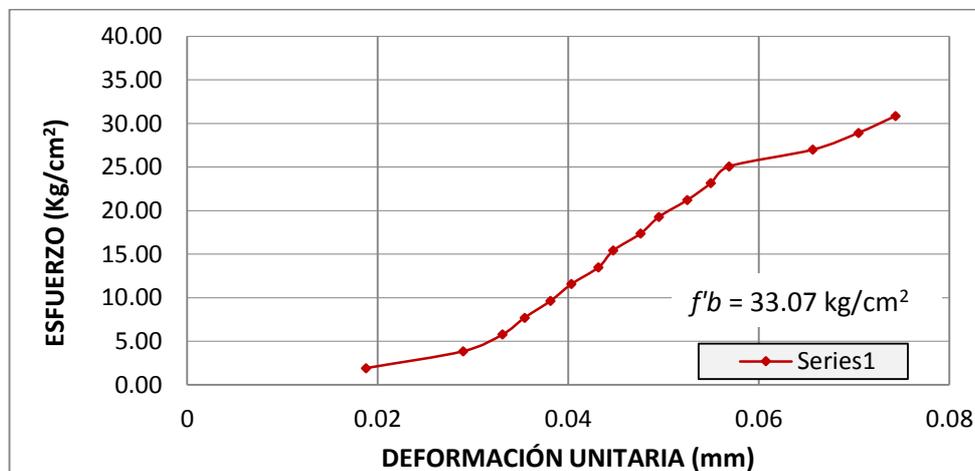
RESULTADO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/H (mm/mm)
1	500	1.92	1.45	0.018788
2	1000	3.86	2.24	0.028969
3	1500	5.79	2.56	0.033107
4	2000	7.72	2.74	0.035435
5	2500	9.64	2.95	0.038151
6	3000	11.57	3.12	0.040349
7	3500	13.50	3.34	0.043194
8	4000	15.43	3.46	0.044746
9	4500	17.36	3.68	0.047591
10	5000	19.29	3.83	0.049531
11	5500	21.22	4.06	0.052506
12	6000	23.15	4.25	0.054963
13	6500	25.07	4.40	0.056903
14	7000	27.00	5.08	0.065697
15	7500	28.93	5.45	0.070482
16	8000	30.86	5.75	0.074361
17				
18				
19				

Tiempo : 2 min 5 seg

Carga ultima : 8335 kg-f

Gráfico N° 3: Esfuerzo Vs deformación en el ladrillo macizo 03



Fuente: Elaboración propia, 2017.

DIMENSIONAMIENTO DEL LADRILLO

MUESTRAS		DIMENSIONES (mm)	AREA RESISTENTE cm ²
M-04	LARGO (l)	212.38	259.36
	ANCHO (a)	122.13	
	ALTO (H)	77.18	

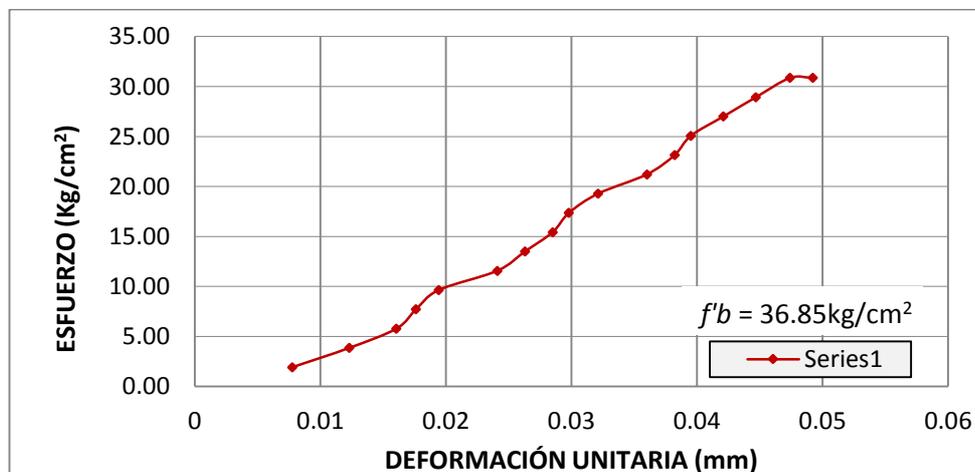
RESULTADO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN LADRILLO

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/H (mm/mm)
1	500	1.93	0.60	0.007775
2	1000	3.86	0.95	0.012310
3	1500	5.79	1.24	0.016067
4	2000	7.72	1.36	0.017622
5	2500	9.64	1.50	0.019436
6	3000	11.57	1.86	0.024101
7	3500	13.50	2.03	0.026304
8	4000	15.43	2.20	0.028507
9	4500	17.36	2.30	0.029802
10	5000	19.29	2.48	0.032135
11	5500	21.22	2.78	0.036022
12	6000	23.15	2.95	0.038225
13	6500	25.07	3.05	0.039521
14	7000	27.00	3.25	0.042112
15	7500	28.93	3.45	0.044704
16	8000	30.86	3.66	0.047425
17	8001	30.87	3.80	0.049239
18				
19				

Tiempo : 1 min 34 seg

Carga ultima : 9558 kg-f

Gráfico N° 4: Esfuerzo Vs deformación en el ladrillo macizo 04



Fuente: Elaboración propia, 2017.

DIMENSIONAMIENTO DEL LADRILLO

MUESTRAS		DIMENSIONES (mm)	AREA RESISTENTE cm ²
M-05	LARGO (l)	212.85	267.39
	ANCHO (a)	125.63	
	ALTO (H)	75.63	

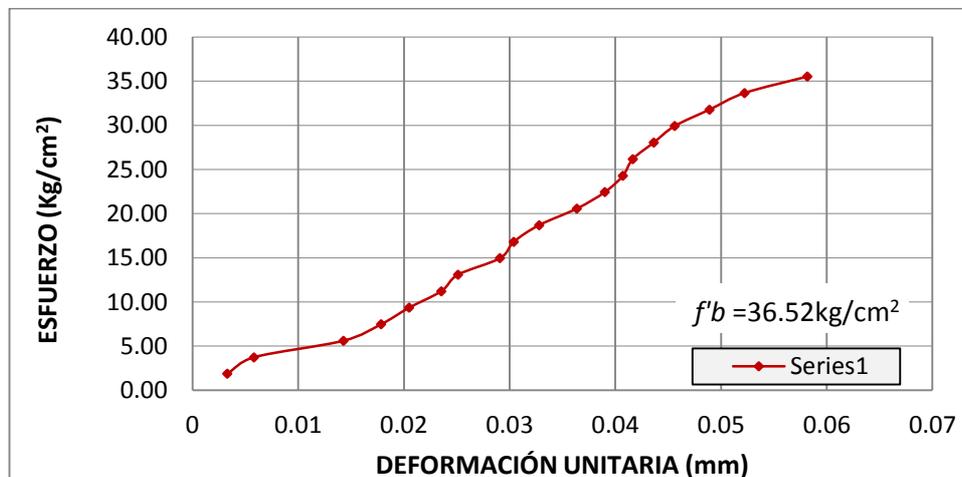
RESULTADO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/H$ (mm/mm)
1	500	1.87	0.25	0.003306
2	1000	3.74	0.44	0.005818
3	1500	5.61	1.08	0.014281
4	2000	7.48	1.35	0.017851
5	2500	9.35	1.55	0.020496
6	3000	11.22	1.78	0.023537
7	3500	13.09	1.90	0.025124
8	4000	14.96	2.20	0.029091
9	4500	16.83	2.30	0.030413
10	5000	18.70	2.48	0.032793
11	5500	20.57	2.75	0.036364
12	6000	22.44	2.95	0.039008
13	6500	24.31	3.08	0.040727
14	7000	26.18	3.15	0.041653
15	7500	28.05	3.30	0.043636
16	8000	29.92	3.45	0.045620
17	8500	31.79	3.70	0.048926
18	9000	33.66	3.95	0.052231
19	9500	35.53	4.40	0.058182

Tiempo : 1 min 38 seg

Carga ultima : 9764 kg-f

Gráfico N° 5: Esfuerzo Vs deformación en el ladrillo macizo 05



Fuente: Elaboración propia, 2017.

DIMENSIONAMIENTO DEL LADRILLO

MUESTRAS		DIMENSIONES (mm)	AREA RESISTENTE cm ²
M-06	LARGO (l)	208.75	262.56
	ANCHO (a)	125.78	
	ALTO (H)	76.05	

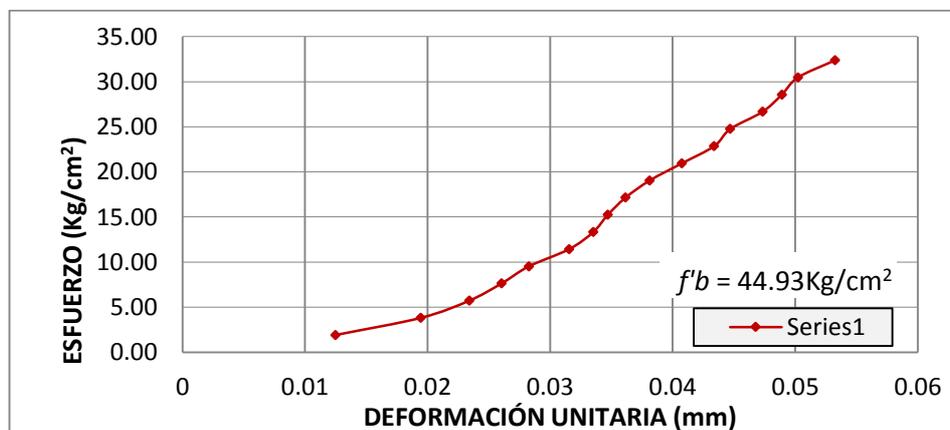
RESULTADO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/H (mm/mm)
1	500	1.90	0.95	0.012492
2	1000	3.81	1.48	0.019461
3	1500	5.71	1.78	0.023406
4	2000	7.62	1.98	0.026036
5	2500	9.52	2.15	0.028271
6	3000	11.43	2.40	0.031558
7	3500	13.33	2.55	0.033531
8	4000	15.23	2.64	0.034714
9	4500	17.14	2.75	0.036160
10	5000	19.04	2.90	0.038133
11	5500	20.95	3.10	0.040763
12	6000	22.85	3.30	0.043393
13	6500	24.76	3.40	0.044707
14	7000	26.66	3.60	0.047337
15	7500	28.57	3.72	0.048915
16	8000	30.47	3.82	0.050230
17	8500	32.37	4.05	0.053254
18	9000	34.28	4.35	0.057199
19	9500	36.18	4.55	0.059829
20	10000	38.09	4.68	0.061538
21	10500	39.99	4.76	0.062590
22	11000	41.90	4.83	0.063511
23	11500	43.80	4.95	0.065089

Tiempo : 1 min 42 seg

Carga ultima : 11796 kg-f

Gráfico N° 6: Esfuerzo Vs deformación en el ladrillo macizo 06



Fuente: Elaboración propia, 2017.

DIMENSIONAMIENTO DEL LADRILLO

MUESTRAS		DIMENSIONES (mm)	AREA RESISTENTE cm ²
M-07	LARGO (l)	210.88	269.92
	ANCHO (a)	128.00	
	ALTO (H)	76.43	

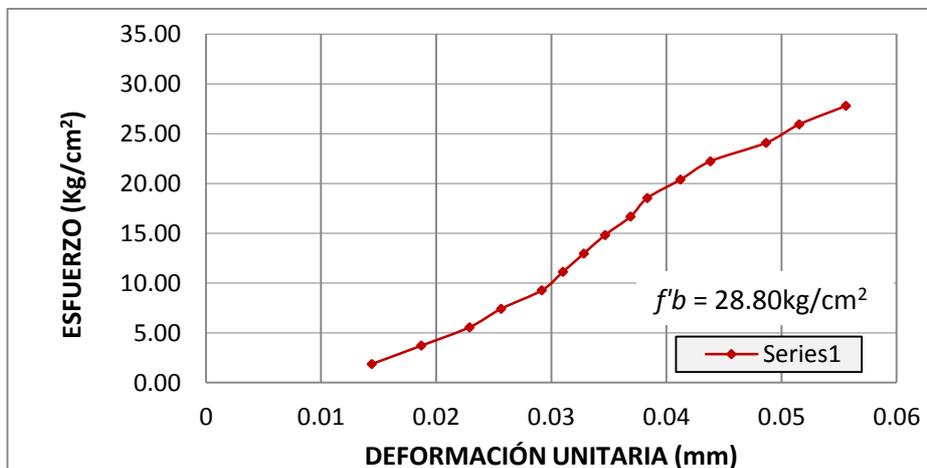
RESULTADO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/H (mm/mm)
1	500	1.85	1.10	0.014393
2	1000	3.70	1.43	0.018711
3	1500	5.56	1.75	0.022898
4	2000	7.41	1.96	0.025646
5	2500	9.26	2.23	0.029179
6	3000	11.11	2.37	0.031011
7	3500	12.97	2.51	0.032843
8	4000	14.82	2.65	0.034675
9	4500	16.67	2.82	0.036899
10	5000	18.52	2.93	0.038338
11	5500	20.38	3.15	0.041217
12	6000	22.23	3.35	0.043834
13	6500	24.08	3.72	0.048675
14	7000	25.93	3.94	0.051554
15	7500	27.79	4.25	0.055610
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				

Tiempo : 1 min 29 seg

Carga ultima : 7775 kg-f

Gráfico N° 7: Esfuerzo Vs deformación en el ladrillo macizo 07



Fuente: Elaboración propia, 2017.

DIMENSIONAMIENTO DEL LADRILLO

MUESTRAS		DIMENSIONES (mm)	AREA RESISTENTE cm ²
M-08	LARGO (l)	210.68	261.50
	ANCHO (a)	124.13	
	ALTO (H)	76.43	

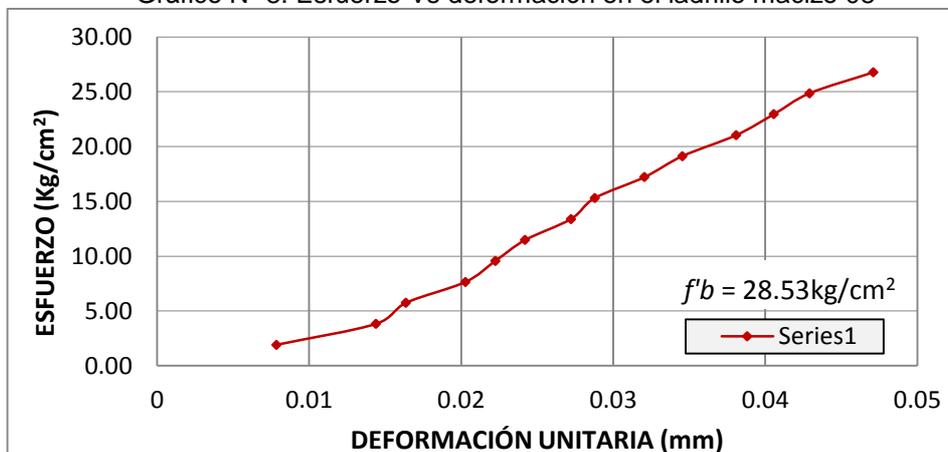
RESULTADO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/H$ (mm/mm)
1	500	1.91	0.60	0.007851
2	1000	3.82	1.10	0.014393
3	1500	5.74	1.25	0.016356
4	2000	7.65	1.55	0.020281
5	2500	9.56	1.70	0.022244
6	3000	11.47	1.85	0.024207
7	3500	13.38	2.08	0.027216
8	4000	15.30	2.20	0.028786
9	4500	17.21	2.45	0.032058
10	5000	19.12	2.64	0.034544
11	5500	21.03	2.91	0.038077
12	6000	22.94	3.10	0.040563
13	6500	24.86	3.28	0.042918
14	7000	26.77	3.60	0.047105
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				

Tiempo : 1 min 19 seg

Carga ultima : 7460 kg-f

Gráfico N° 8: Esfuerzo Vs deformación en el ladrillo macizo 08



Fuente: Elaboración propia, 2017.

DIMENSIONAMIENTO DEL LADRILLO

MUESTRAS		DIMENSIONES (mm)	AREA RESISTENTE cm ²
M-09	LARGO (l)	213.50	261.11
	ANCHO (a)	122.30	
	ALTO (H)	77.00	

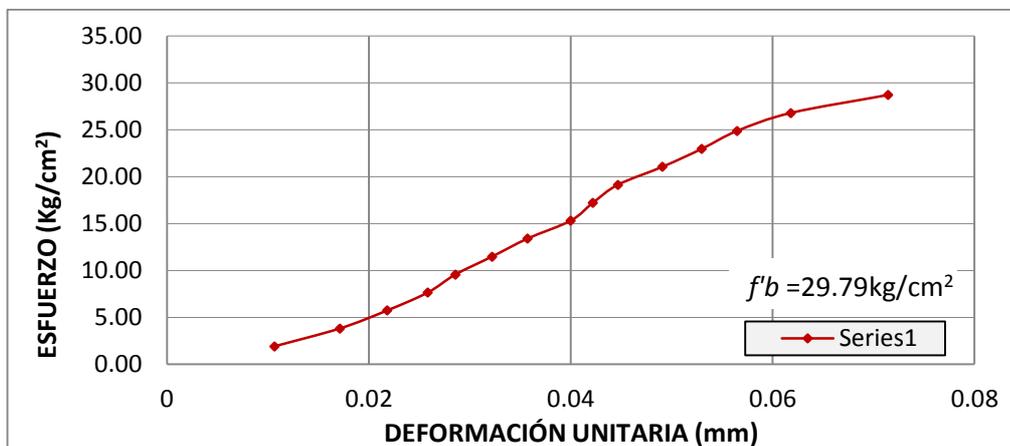
RESULTADO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/H (mm/mm)
1	500	1.91	0.82	0.010649
2	1000	3.83	1.32	0.017143
3	1500	5.74	1.68	0.021818
4	2000	7.66	1.99	0.025844
5	2500	9.57	2.20	0.028571
6	3000	11.49	2.48	0.032208
7	3500	13.40	2.75	0.035714
8	4000	15.32	3.08	0.040000
9	4500	17.23	3.25	0.042208
10	5000	19.15	3.44	0.044675
11	5500	21.06	3.78	0.049091
12	6000	22.98	4.08	0.052987
13	6500	24.89	4.35	0.056494
14	7000	26.81	4.76	0.061818
15	7500	28.72	5.50	0.071429
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				

Tiempo : 1 min 42 seg

Carga ultima : 7518 kg-f

Gráfico N° 9: Esfuerzo Vs deformación en el ladrillo macizo 09



Fuente: Elaboración propia, 2017.

DIMENSIONAMIENTO DEL LADRILLO

MUESTRAS		DIMENSIONES (mm)	AREA RESISTENTE cm ²
M-10	LARGO (l)	213.50	262.18
	ANCHO (a)	122.80	
	ALTO (H)	77.00	

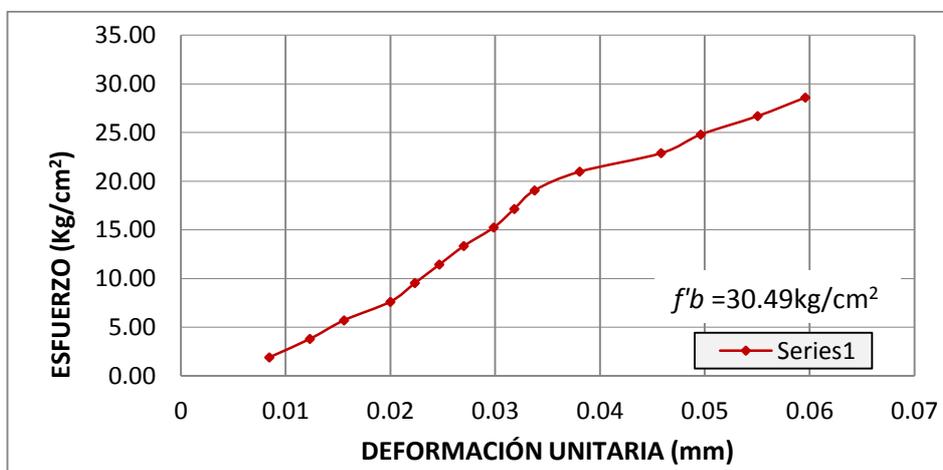
RESULTADO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/H (mm/mm)
1	500	1.91	0.65	0.008442
2	1000	3.81	0.95	0.012338
3	1500	5.72	1.20	0.015584
4	2000	7.63	1.54	0.020000
5	2500	9.54	1.72	0.022338
6	3000	11.44	1.90	0.024675
7	3500	13.35	2.08	0.027013
8	4000	15.26	2.30	0.029870
9	4500	17.16	2.45	0.031818
10	5000	19.07	2.60	0.033766
11	5500	20.98	2.93	0.038052
12	6000	22.89	3.53	0.045844
13	6500	24.79	3.82	0.049610
14	7000	26.70	4.24	0.055065
15	7500	28.61	4.59	0.059610
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				

Tiempo : 1 min 35 seg

Carga ultima : 7995 kg-f

Gráfico N° 10: Esfuerzo Vs deformación en el ladrillo macizo 10



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla N° 16: Cuadro resumen de resistencia a compresión del ladrillo

Nº	AREA (cm ²)	CARGA MÁXIMA (kg)	ESF. COMP (Kg/cm ²)	TIEMPO (seg)	VELOCIDAD (Kg/seg)
1	261.22	7473	28.61	176	42.46
2	259.22	8770	33.83	104	84.33
3	259.92	8335	32.07	125	66.68
4	259.36	9558	36.85	94	101.68
5	267.39	9764	36.52	98	99.63
6	262.56	11796	44.93	102	115.65
7	269.92	7775	28.80	89	87.36
8	261.50	7460	28.53	79	94.43
9	261.11	7518	28.79	102	73.71
10	262.18	7995	30.49	95	84.16
Promedio: x			32.94 kg/cm ²		85.01 kg/seg
DS: σ			5.29 kg/cm ²		20.55 kg/seg
CV:			16.06 %		24.17 %

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Debido a que los ladrillos macizos ensayados en esta investigación son enteras, la NTP 399.613 indica que se debe realizar una corrección por coeficientes de relación entre la resistencia a la compresión de unidades de albañilería enteras y medias unidades mediante la ecuación N°7.

$$Rue = 0.92 \times Rmu$$

$$Rmu = Rue / 0.92$$

Dónde: Rue = Resistencia a la compresión en unidades enteras.

Rmu = Resistencia a la compresión en media unidad.

Reemplazando tenemos:

$$Rmu = 32.94 / 0.92 = 35.85 \text{ Kg/cm}^2$$

Por tanto la Resistencia característica ($f'b$) = $Rmu - DS = 31 \text{ kg/cm}^2$

De acuerdo a la RNE E0.70 para unidades artesanales (ladrillos macizos) el coeficiente de variación no debe superar el 40%, en caso supere este valor se deberá ensayar otra muestra, y de persistir esa dispersión de resultados se deberá rechazar el lote.

Para esta investigación el coeficiente de variación (CV) calculado fue de 16,06%.

La clasificación del ladrillo macizo de acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio es:

- Por el ensayo de dimensionamiento máximo (5,74) es de clase I.
- Por el ensayo de alabeo (4) es de clase IV.
- Y por el ensayo de resistencia característica a la compresión (31 kg/cm^2) es de clase I.

Cabe indicar que para clasificar el ladrillo macizo se utiliza el valor más desfavorable, por lo que el ladrillo utilizado en esta tesis es de **clase I**.

4.5. Análisis granulométrico

Tabla N° 17: Composición granulométrica

TAMIZ ASTM		PESO RETENIDO		% ACUMULADO	
MALLA	mm	gr	%	RETENIDO	PASA
N° 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.36	88.80	4.44	4.44	95.56
N° 16	1.18	408.80	20.46	24.90	75.10
N° 30	0.60	516.52	25.85	50.75	49.25
N° 50	0.30	700.72	35.07	85.82	14.18
N° 100	0.15	226.36	11.33	97.15	2.85
N° 200	0.08	36.07	1.81	98.95	1.05
Bandeja		20.95	1.05	100.00	0.00
TOTAL		1998.22	100.00		

REQUISITO GRANULOMÉTRICO	
100	100
95	100
70	100
40	75
10	35
2	15
0	2

Fuente: Gallegos, 2005

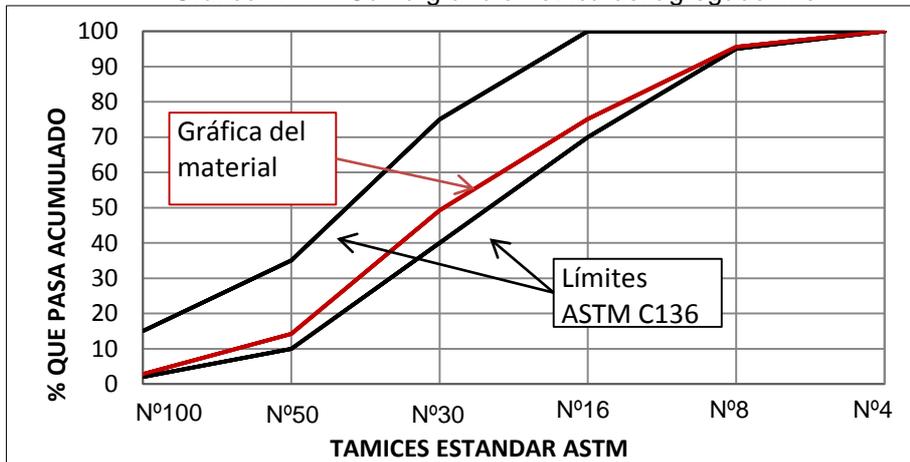
Fuente: Elaboración propia, 2017.

Modulo de finura (M.F) se halla mediante la siguiente expresion.

$$M.F = \frac{\sum (\% \text{ Retenido acumulado})}{100}$$

$\sum (\% \text{ A. Retenido malla N°4-N°100})$: 263.06
Módulo de Fineza	: 2.63

Gráfico N° 11: Curva granulométrica del agregado fino



Tamiz N°	N°4	N°8	N°16	N°30	N°50	N°100
% Que Pasa	100.00	95.56	75.10	49.25	14.18	2.85

Fuente: Elaboracion propia, 2017.

De acuerdo a la gráfica N° 11 se puede observar que el agregado fino empleado en el mortero se encuentra dentro del huso granulométrico establecido por el ASTM. Y con respecto al modulo de finura del agregado fino Enrique Lopez en su libro de diseño de mezclas recomienda valores entre 2.35 y 3,15. Y para esta investigación el modulo de finura es de 2.63.

4.6. Resultado de contenido de humedad y grado de absorción del agregado

Contenido de humedad del agregado fino empleado en el mortero

Tabla N° 18 Ensayo de contenido de humedad del agregado

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD	
ENSAYO	PESO EN (gr)
A. Peso de la arena húmeda	1000.00
B. Peso de la arena seca	975.60
C. Peso del agua (A - B)	24.40
D. Contenido de humedad (C/B) x100	2.50

CONTENIDO DE HUMEDAD = 2.50 %

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Absorción del agregado fino empleado en el mortero

Tabla N° 19: Ensayo de Absorción del agregado

ENSAYO DE ABSORCIÓN	
ENSAYO	PESO EN (gr)
A. Peso de arena superficialmente seca	998.2
B. Peso de la arena seca	975.6
C. Absorción (A - B)/100	0.226

ABSORCIÓN = 0.23 %

Fuente: Elaboración propia, 2017.

4.7. Compresión axial del mortero

DIMENSIONAMIENTO DEL MORTERO 01

MUESTRAS		DIMENSIONES (mm)
M-01	LARGO (l)	50.00
	ANCHO (a)	49.50
	ALTO (H)	50.00

AREA RESISTENTE cm ²
24.75

DATOS DEL MORTERO:
- Elaborado de acuerdo a la Norma NTP 334.051.
- Mortero con dosificación 1:4

RESULTADO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL MORTERO

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/H (mm/mm)
1	0	0.00	0.00	0.000000
2	200	8.08	0.08	0.001600
3	400	16.16	0.09	0.001800
4	600	24.24	0.10	0.002000
5	800	32.32	0.12	0.002400
6	1000	40.40	0.15	0.003000
7	1200	48.48	0.18	0.003600
8	1400	56.57	0.20	0.004000
9	1600	64.65	0.31	0.006200
10	1800	72.73	0.35	0.007000
11	2000	80.81	0.37	0.007400
12	2200	88.89	0.39	0.007800
13	2400	96.97	0.41	0.008200
14	2600	105.05	0.45	0.009000
15	2800	113.13	0.50	0.010000
16	3000	121.21	0.55	0.011000
17	3200	129.29	0.66	0.013200
18	3400	137.37	0.73	0.014600
19	3600	145.45	0.81	0.016200

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/H (mm/mm)
20	3800	153.54	0.96	0.019200
21	4000	161.62	1.30	0.026000
22				
23				

Tiempo :	3 min	5 seg
Carga ultima :	4012	kg-f

Gráfico N° 12: Esfuerzo Vs Deformación del mortero 01



Fuente: Elaboración propia, 2017.

DIMENSIONAMIENTO DEL MORTERO 02

MUESTRAS		DIMENSIONES (mm)
M-02	LARGO (l)	50.75
	ANCHO (a)	49.75
	ALTO (H)	51.00

AREA RESISTENTE cm ²
25.25

DATOS DEL MORTERO:
- Elaborado de acuerdo a la Norma NTP 334.051.
- Mortero con dosificación 1:4

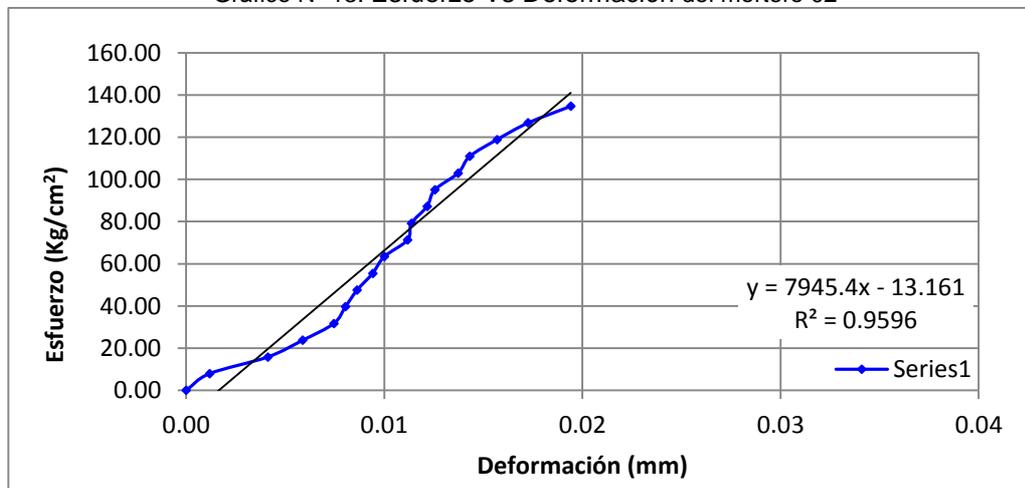
RESULTADO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL MORTERO

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/H (mm/mm)
1	0	0.00	0.00	0.000000
2	200	7.92	0.06	0.001176
3	400	15.84	0.21	0.004118
4	600	23.76	0.30	0.005882
5	800	31.69	0.38	0.007451
6	1000	39.61	0.41	0.008039
7	1200	47.53	0.44	0.008627
8	1400	55.45	0.48	0.009412
9	1600	63.37	0.51	0.010000
10	1800	71.29	0.57	0.011176
11	2000	79.21	0.58	0.011373
12	2200	87.14	0.62	0.012157
13	2400	95.06	0.64	0.012549
14	2600	102.98	0.70	0.013725
15	2800	110.90	0.73	0.014314
16	3000	118.82	0.80	0.015686
17	3200	126.74	0.88	0.017255
18	3400	134.66	0.99	0.019412
19				

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/H (mm/mm)
20				
21				
22				
23				

Tiempo :	2 min	1 seg
Carga ultima :	3480	kg-f

Gráfico N° 13: Esfuerzo Vs Deformación del mortero 02



Fuente: Elaboracion propia, 2017.

DIMENSIONAMIENTO DEL MORTERO 03

MUESTRAS		DIMENSIONES (mm)
M-03	LARGO (l)	49.75
	ANCHO (a)	50.00
	ALTO (H)	50.50

AREA RESISTENTE cm ²
24.88

DATOS DEL MORTERO:
- Elaborado de acuerdo a la Norma NTP 334.051.
- Mortero con dosificación 1:4

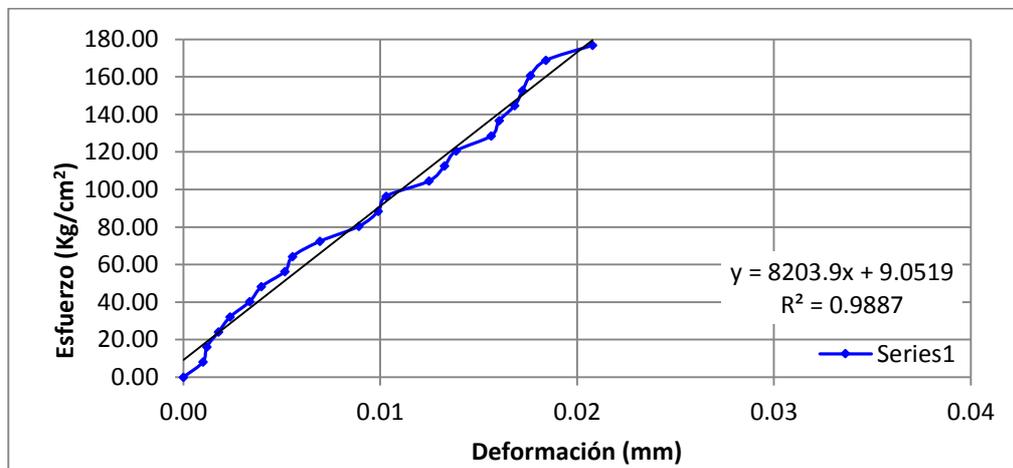
RESULTADO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL MORTERO

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/H (mm/mm)
1	0	0.00	0.00	0.000000
2	200	8.04	0.05	0.000990
3	400	16.08	0.06	0.001188
4	600	24.12	0.09	0.001782
5	800	32.16	0.12	0.002376
6	1000	40.20	0.17	0.003366
7	1200	48.24	0.20	0.003960
8	1400	56.28	0.26	0.005149
9	1600	64.32	0.28	0.005545
10	1800	72.36	0.35	0.006931
11	2000	80.40	0.45	0.008911
12	2200	88.44	0.50	0.009901
13	2400	96.48	0.52	0.010297
14	2600	104.52	0.63	0.012475
15	2800	112.56	0.67	0.013267
16	3000	120.60	0.70	0.013861
17	3200	128.64	0.79	0.015644
18	3400	136.68	0.81	0.016040
19	3600	144.72	0.85	0.016832

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/H (mm/mm)
20	3800	152.76	0.87	0.017228
21	4000	160.80	0.89	0.017624
22	4200	168.84	0.93	0.018416
23	4400	176.88	1.05	0.020792

Tiempo :	2 min 45 seg
Carga ultima :	4496 kg-f

Gráfico N° 14: Esfuerzo Vs Deformación del mortero 03



Fuente: Elaboración propia, 2017.

DIMENSIONAMIENTO DEL MORTERO 04

MUESTRAS		DIMENSIONES (mm)	AREA RESISTENTE cm ²	DATOS DEL MORTERO:
M-04	LARGO (l)	50.25	25.38	- Elaborado de acuerdo a la Norma NTP 334.051. - Mortero con dosificación 1:4
	ANCHO (a)	50.50		
	ALTO (H)	50.25		

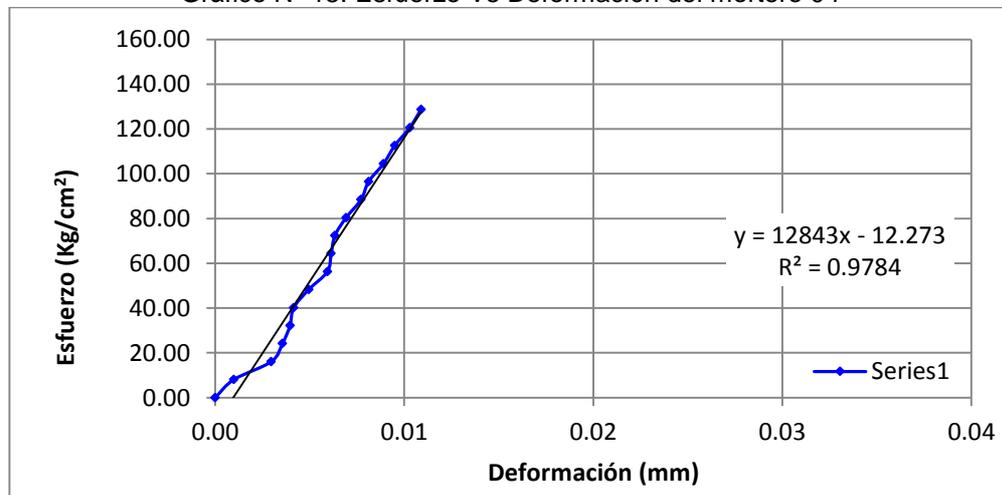
RESULTADO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL MORTERO

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/H (mm/mm)
1	0	0.00	0.00	0.000000
2	200	8.04	0.05	0.000990
3	400	16.08	0.15	0.002970
4	600	24.12	0.18	0.003564
5	800	32.16	0.20	0.003960
6	1000	40.20	0.21	0.004158
7	1200	48.24	0.25	0.004950
8	1400	56.28	0.30	0.005941
9	1600	64.32	0.31	0.006139
10	1800	72.36	0.32	0.006337
11	2000	80.40	0.35	0.006931
12	2200	88.44	0.39	0.007723
13	2400	96.48	0.41	0.008119
14	2600	104.52	0.45	0.008911
15	2800	112.56	0.48	0.009505
16	3000	120.60	0.52	0.010297
17	3200	128.64	0.55	0.010891
18				
19				

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg- f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/H (mm/mm)
20				
21				
22				
23				

Tiempo :	1 min	5 seg
Carga ultima :	3741	kg-f

Gráfico N° 15: Esfuerzo Vs Deformación del mortero 04



Fuente: Elaboracion propia, 2017.

DIMENSIONAMIENTO DEL MORTERO 05

MUESTRAS		DIMENSIONES (mm)
M-05	LARGO (l)	50.75
	ANCHO (a)	50.50
	ALTO (H)	50.00

AREA RESISTENTE cm ²
25.63

DATOS DEL MORTERO:
- Elaborado de acuerdo a la Norma NTP 334.051.
- Mortero con dosificación 1:4

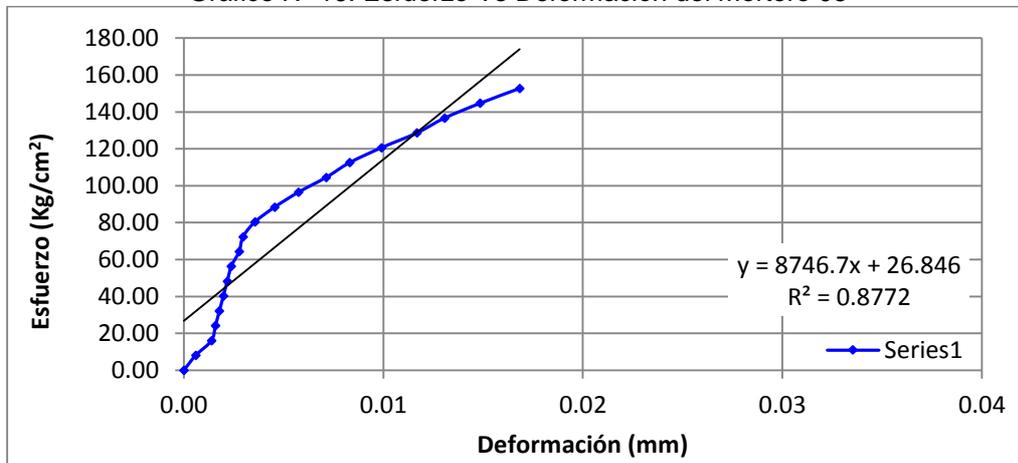
RESULTADO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL MORTERO

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/H (mm/mm)
1	0	0.00	0.00	0.000000
2	200	8.04	0.03	0.000594
3	400	16.08	0.07	0.001386
4	600	24.12	0.08	0.001584
5	800	32.16	0.09	0.001782
6	1000	40.20	0.10	0.001980
7	1200	48.24	0.11	0.002178
8	1400	56.28	0.12	0.002376
9	1600	64.32	0.14	0.002772
10	1800	72.36	0.15	0.002970
11	2000	80.40	0.18	0.003564
12	2200	88.44	0.23	0.004554
13	2400	96.48	0.29	0.005743
14	2600	104.52	0.36	0.007129
15	2800	112.56	0.42	0.008317
16	3000	120.60	0.50	0.009901
17	3200	128.64	0.59	0.011683
18	3400	136.68	0.66	0.013069
19	3600	144.72	0.75	0.014851

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/H (mm/mm)
20	3800	152.76	0.85	0.016832
21				
22				
23				

Tiempo :	4 min 10 seg
Carga ultima :	3867 kg-f

Gráfico N° 16: Esfuerzo Vs Deformación del mortero 05



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla N° 20: Cuadro resumen de resistencia a compresión del mortero

Nº	AREA (cm ²)	CARGA MÁXIMA (kg)	ESF. COMP (Kg/cm ²)	TIEMPO (seg)	VELOCIDAD (Kg/seg)
1	24.75	4012	162.10	185	21.69
2	25.25	3480	137.83	121	28.76
3	24.88	4496	180.74	165	27.25
4	25.38	3741	147.42	65	57.55
5	25.63	3867	150.89	250	15.47
Promedio: x			156 kg/cm ²		30 kg/seg
DS: σ			16 kg/cm ²		16 kg/seg
CV:			11 %		54 %

Fuente: Elaboración propia, 2017.

$f'c$ característica = 156 Kg/cm² – 16 Kg/cm²

$f'c$ característica = 140 Kg/cm²

De acuerdo al RNE E 0.70 el mortero por su dosificación (1:4) sin incorporar cal es del tipo P2, y de uso para muros portantes.

4.8. Compresión axial de las pilas

DIMENSIONAMIENTO DE LA PILA 01

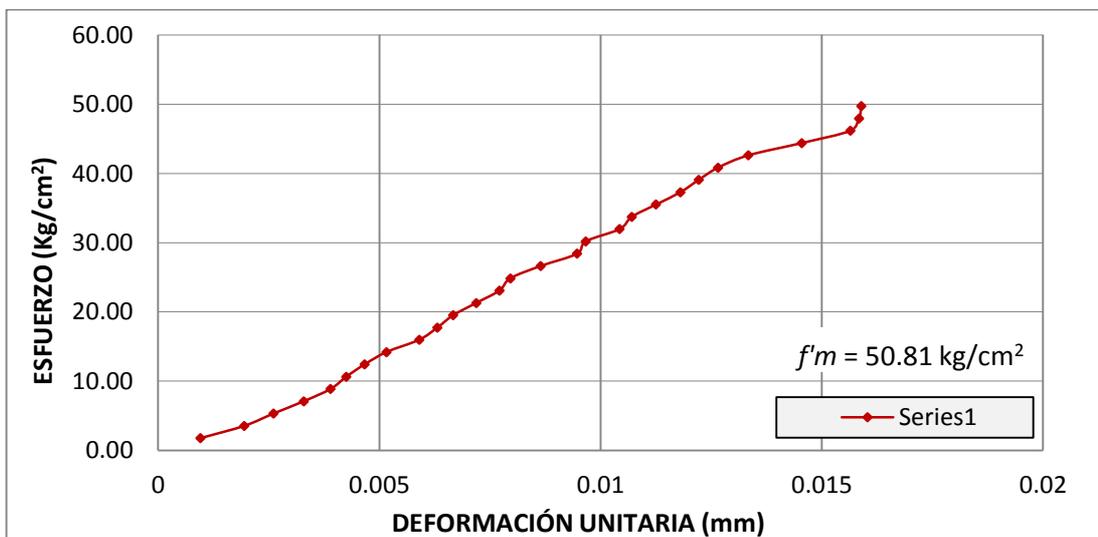
MUESTRAS		DIMENSIONES (mm)	AREA RESISTENTE cm ²
P-01	LARGO (l)	225.25	281.56
	ANCHO (a)	125.00	
	ALTO (H)	364.25	

RESULTADO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LA PILA

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/H (mm/mm)
1	500	1.78	0.35	0.000961
2	1000	3.55	0.71	0.001949
3	1500	5.33	0.95	0.002608
4	2000	7.10	1.20	0.003294
5	2500	8.88	1.42	0.003898
6	3000	10.65	1.55	0.004255
7	3500	12.43	1.70	0.004667
8	4000	14.21	1.88	0.005161
9	4500	15.98	2.15	0.005903
10	5000	17.76	2.30	0.006314
11	5500	19.53	2.43	0.006671
12	6000	21.31	2.62	0.007193
13	6500	23.09	2.81	0.007714
14	7000	24.86	2.90	0.007962
15	7500	26.64	3.15	0.008648
16	8000	28.41	3.45	0.009472
17	8500	30.19	3.52	0.009664
18	9000	31.96	3.80	0.010432
19	9500	33.74	3.90	0.010707
20	10000	35.52	4.10	0.011256
21	10500	37.29	4.30	0.011805
22	11000	39.07	4.45	0.012217
23	11500	40.84	4.61	0.012656
24	12000	42.62	4.86	0.013342
25	12500	44.40	5.30	0.014550
26	13000	46.17	5.70	0.015649
27	13500	47.95	5.77	0.015841
28	14000	49.72	5.79	0.015896
29				
30				
31				
32				

Tiempo : 2 min 42 seg
Carga ultima : 14307 kg-f

Gráfico N° 17: Esfuerzo Vs Deformación de la Pila 01



Fuente: Elaboracion propia, 2017.

DIMENSIONAMIENTO DE LA PILA 02

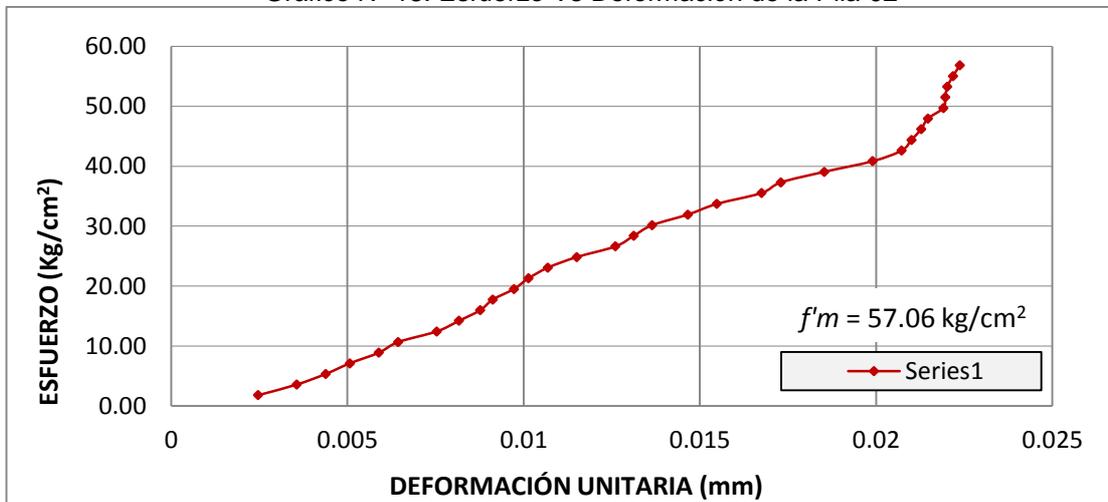
MUESTRAS		DIMENSIONES (mm)	AREA RESISTENTE cm ²
P-02	LARGO (l)	225.50	281.88
	ANCHO (a)	125.00	
	ALTO (H)	365.00	

RESULTADO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LA PILA

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/H (mm/mm)
1	500	1.77	0.90	0.002466
2	1000	3.55	1.30	0.003562
3	1500	5.32	1.60	0.004384
4	2000	7.10	1.85	0.005068
5	2500	8.87	2.15	0.005890
6	3000	10.64	2.35	0.006438
7	3500	12.42	2.75	0.007534
8	4000	14.19	2.98	0.008164
9	4500	15.96	3.20	0.008767
10	5000	17.74	3.33	0.009123
11	5500	19.51	3.55	0.009726
12	6000	21.29	3.70	0.010137
13	6500	23.06	3.90	0.010685
14	7000	24.83	4.20	0.011507
15	7500	26.61	4.60	0.012603
16	8000	28.38	4.79	0.013123
17	8500	30.16	4.98	0.013644
18	9000	31.93	5.35	0.014658
19	9500	33.70	5.65	0.015479
20	10000	35.52	6.10	0.016747
21	10500	37.29	6.30	0.017296
22	11000	39.07	6.75	0.018531
23	11500	40.84	7.25	0.019904
24	12000	42.62	7.55	0.020728
25	12500	44.40	7.65	0.021002
26	13000	46.17	7.75	0.021277
27	13500	47.95	7.82	0.021469
28	14000	49.72	7.98	0.021908
29	14500	51.50	8.00	0.021963
30	15000	53.27	8.02	0.022018
31	15500	55.05	8.08	0.022183
32	16000	56.83	8.15	0.022375

Tiempo :	3 min 35 seg
Carga ultima :	16083 kg-f

Gráfico N° 18: Esfuerzo Vs Deformación de la Pila 02



Fuente: Elaboracion propia, 2017.

DIMENSIONAMIENTO DE LA PILA 04

MUESTRAS		DIMENSIONES (mm)	AREA RESISTENTE cm ²
P-04	LARGO (l)	225.00	282.38
	ANCHO (a)	125.50	
	ALTO (H)	366.25	

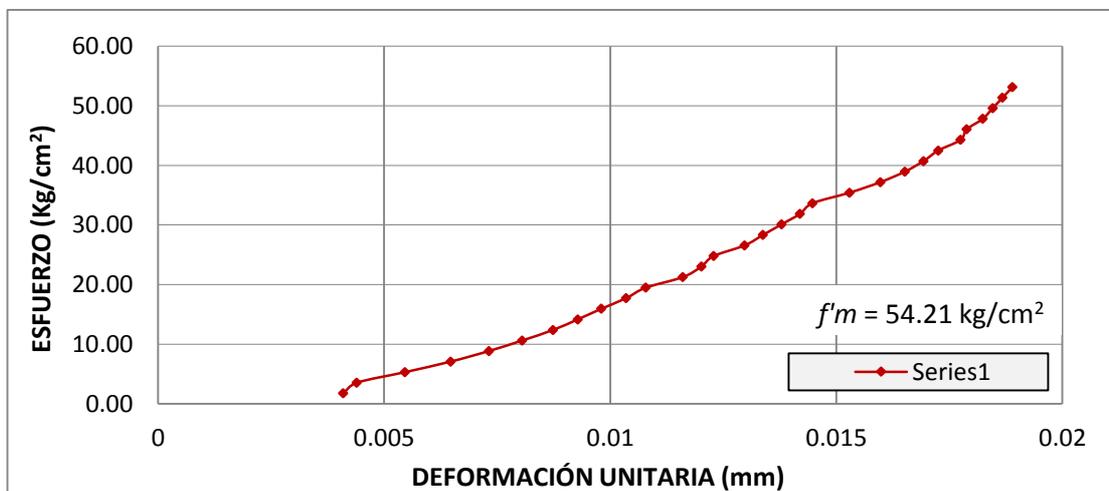
RESULTADO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LA PILA

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/H (mm/mm)
1	500	1.77	1.50	0.004096
2	1000	3.54	1.61	0.004396
3	1500	5.31	2.00	0.005461
4	2000	7.08	2.37	0.006471
5	2500	8.85	2.68	0.007317
6	3000	10.62	2.95	0.008055
7	3500	12.39	3.20	0.008737
8	4000	14.17	3.40	0.009283
9	4500	15.94	3.59	0.009802
10	5000	17.71	3.79	0.010348
11	5500	19.48	3.95	0.010785
12	6000	21.25	4.25	0.011604
13	6500	23.02	4.40	0.012014
14	7000	24.79	4.50	0.012287
15	7500	26.56	4.75	0.012969
16	8000	28.33	4.90	0.013379
17	8500	30.10	5.05	0.013788
18	9000	31.87	5.20	0.014198

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/H (mm/mm)
19	9500	33.64	5.30	0.014471
20	10000	35.41	5.60	0.015290
21	10500	37.18	5.85	0.015973
22	11000	38.96	6.05	0.016519
23	11500	40.73	6.20	0.016928
24	12000	42.50	6.32	0.017256
25	12500	44.27	6.50	0.017747
26	13000	46.04	6.55	0.017884
27	13500	47.81	6.68	0.018239
28	14000	49.58	6.76	0.018457
29	14500	51.35	6.84	0.018676
30	15000	53.12	6.92	0.018894
31				
32				

Tiempo : 2 min 59 seg
Carga ultima : 15308 kg-f

Gráfico N° 20: Esfuerzo Vs Deformación de la Pila 04



Fuente: Elaboracion propia, 2017.

DIMENSIONAMIENTO DE LA PILA 05

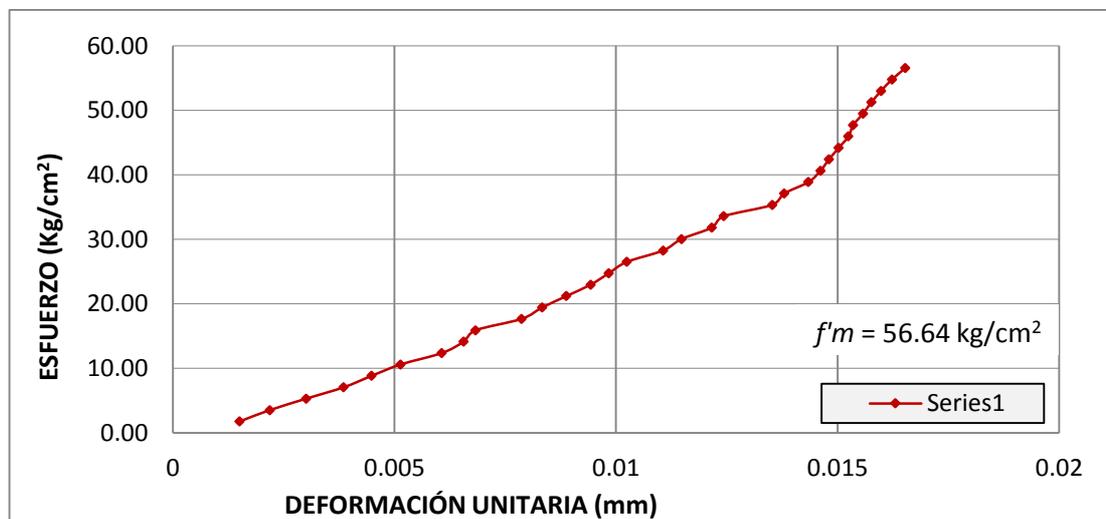
MUESTRAS		DIMENSIONES (mm)	AREA RESISTENTE cm ²
P-05	LARGO (l)	225.50	283.00
	ANCHO (a)	125.50	
	ALTO (H)	366.00	

RESULTADO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LA PILA

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/H (mm/mm)
1	500	1.77	0.55	0.001503
2	1000	3.53	0.80	0.002186
3	1500	5.30	1.10	0.003005
4	2000	7.07	1.41	0.003852
5	2500	8.83	1.64	0.004481
6	3000	10.60	1.88	0.005137
7	3500	12.37	2.22	0.006066
8	4000	14.13	2.40	0.006557
9	4500	15.90	2.50	0.006831
10	5000	17.67	2.88	0.007869
11	5500	19.43	3.05	0.008333
12	6000	21.20	3.25	0.008880
13	6500	22.97	3.45	0.009426
14	7000	24.73	3.60	0.009836
15	7500	26.50	3.75	0.010246
16	8000	28.27	4.05	0.011066
17	8500	30.04	4.20	0.011475
18	9000	31.80	4.45	0.012158
19	9500	33.57	4.55	0.012432
20	10000	35.34	4.95	0.013525
21	10500	37.10	5.05	0.013798
22	11000	38.87	5.25	0.014344
23	11500	40.64	5.35	0.014617
24	12000	42.40	5.42	0.014809
25	12500	44.17	5.50	0.015027
26	13000	45.94	5.58	0.015246
27	13500	47.70	5.62	0.015355
28	14000	49.47	5.70	0.015574
29	14500	51.24	5.77	0.015765
30	15000	53.00	5.85	0.015984
31	15500	54.77	5.94	0.016230
32	16000	56.54	6.05	0.016530

Tiempo : 3 min 20 seg
Carga ultima : 16030 kg-f

Gráfico N° 21: Esfuerzo Vs Deformación de la Pila 05



Fuente: Elaboración propia, 2017.

DIMENSIONAMIENTO DE LA PILA 06

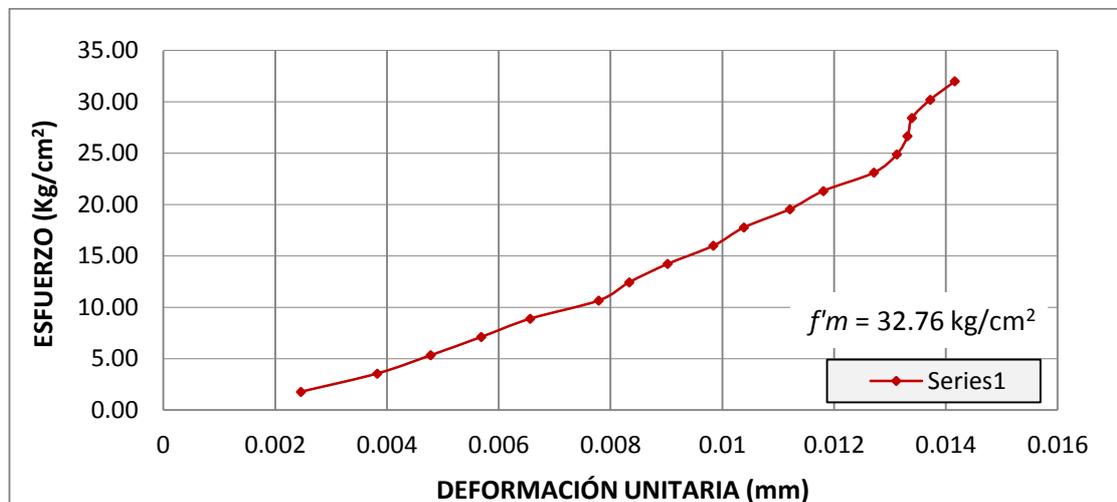
MUESTRAS		DIMENSIONES (mm)	AREA RESISTENTE cm ²
P-06	LARGO (l)	225.00	281.25
	ANCHO (a)	125.00	
	ALTO (H)	365.75	

RESULTADO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LA PILA

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/H (mm/mm)
1	500	1.78	0.90	0.002461
2	1000	3.56	1.40	0.003828
3	1500	5.33	1.75	0.004785
4	2000	7.11	2.08	0.005687
5	2500	8.89	2.40	0.006562
6	3000	10.67	2.85	0.007792
7	3500	12.44	3.05	0.008339
8	4000	14.22	3.30	0.009023
9	4500	16.00	3.60	0.009843
10	5000	17.78	3.80	0.010390
11	5500	19.56	4.10	0.011210
12	6000	21.33	4.32	0.011811
13	6500	23.11	4.65	0.012714
14	7000	24.89	4.80	0.013124
15	7500	26.67	4.87	0.013315
16	8000	28.44	4.90	0.013397
17	8500	30.22	5.02	0.013725
18	9000	32.00	5.18	0.014163
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				

Tiempo :	2 min 59 seg
Carga ultima :	9215 kg-f

Gráfico N° 22: Esfuerzo Vs Deformación de la Pila 06



Fuente: Elaboracion propia, 2017.

DIMENSIONAMIENTO DE LA PILA 07

MUESTRAS		DIMENSIONES (mm)	AREA RESISTENTE cm ²
P-07	LARGO (l)	223.75	280.81
	ANCHO (a)	125.50	
	ALTO (H)	365.00	

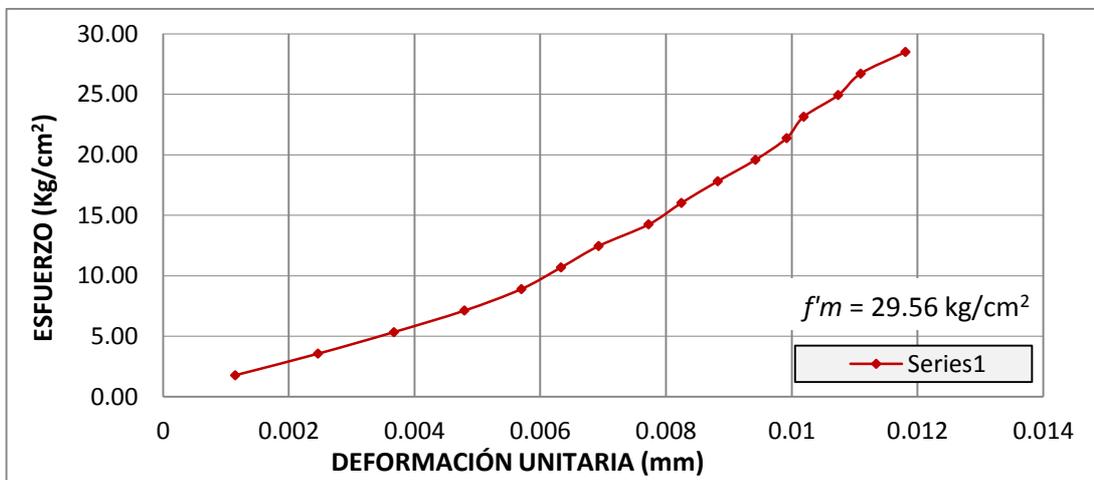
RESULTADO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LA PILA

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/H (mm/mm)	Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/H (mm/mm)
1	500	1.78	0.42	0.001151	19				
2	1000	3.56	0.90	0.002466	20				
3	1500	5.34	1.34	0.003671	21				
4	2000	7.12	1.75	0.004795	22				
5	2500	8.90	2.08	0.005699	23				
6	3000	10.68	2.31	0.006329	24				
7	3500	12.46	2.53	0.006932	25				
8	4000	14.24	2.82	0.007726	26				
9	4500	16.03	3.01	0.008247	27				
10	5000	17.81	3.22	0.008822	28				
11	5500	19.59	3.44	0.009425	29				
12	6000	21.37	3.62	0.009918	30				
13	6500	23.15	3.72	0.010192	31				
14	7000	24.93	3.92	0.010740	32				
15	7500	26.71	4.05	0.011096					
16	8000	28.49	4.31	0.011808					
17									
18									

Tiempo : 2 min 44 seg

Carga ultima : 8302 kg-f

Gráfico N° 23: Esfuerzo Vs Deformación de la Pila 07



Fuente: Elaboracion propia, 2017.

DIMENSIONAMIENTO DE LA PILA 08

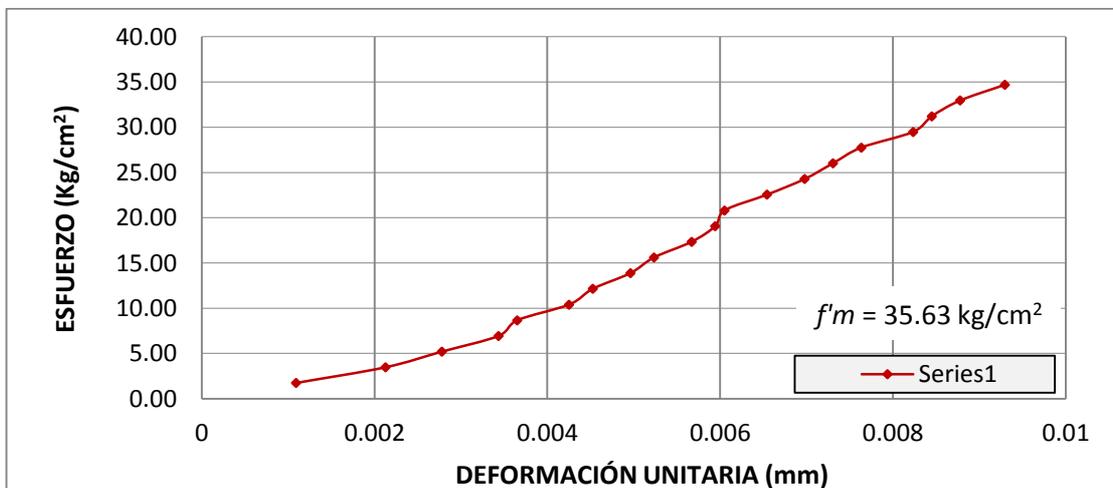
MUESTRAS		DIMENSIONES (mm)	AREA RESISTENTE cm ²
P-08	LARGO (l)	226.50	288.22
	ANCHO (a)	127.25	
	ALTO (H)	366.75	

RESULTADO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LA PILA

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/H (mm/mm)
1	500	1.73	0.40	0.001091
2	1000	3.47	0.78	0.002127
3	1500	5.20	1.02	0.002781
4	2000	6.94	1.26	0.003436
5	2500	8.67	1.34	0.003654
6	3000	10.41	1.56	0.004254
7	3500	12.14	1.66	0.004526
8	4000	13.88	1.82	0.004963
9	4500	15.61	1.92	0.005235
10	5000	17.35	2.08	0.005671
11	5500	19.08	2.18	0.005944
12	6000	20.82	2.22	0.006053
13	6500	22.55	2.40	0.006544
14	7000	24.29	2.56	0.006980
15	7500	26.02	2.68	0.007307
16	8000	27.76	2.80	0.007635
17	8500	29.49	3.02	0.008234
18	9000	31.23	3.10	0.008453
19	9500	32.96	3.22	0.008780
20	10000	34.70	3.41	0.009298
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				

Tiempo :	2 min 20 seg
Carga ultima :	10270 kg-f

Gráfico N° 24: Esfuerzo Vs Deformación de la Pila 08



Fuente: Elaboracion propia, 2017.

DIMENSIONAMIENTO DE LA PILA 09

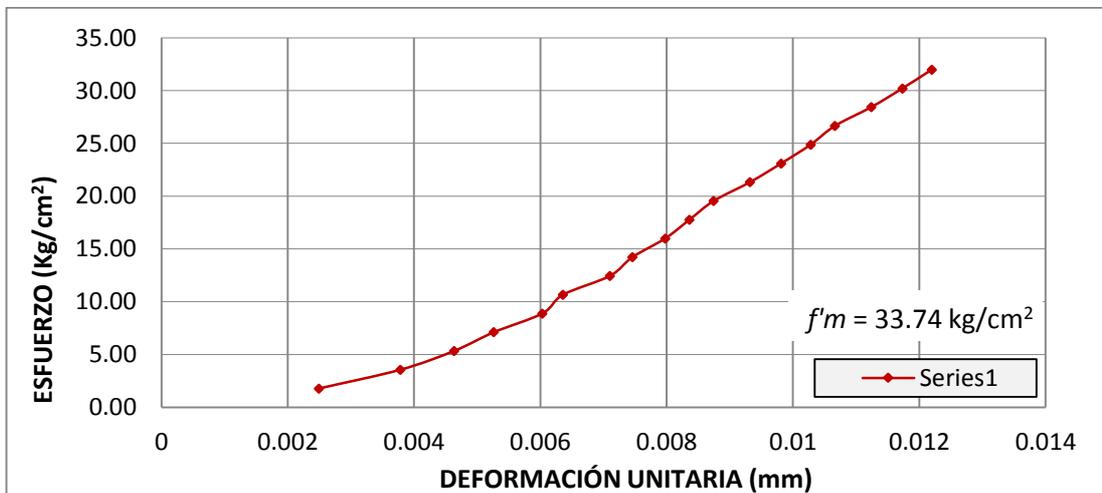
MUESTRAS		DIMENSIONES (mm)	AREA RESISTENTE cm ²
P-09	LARGO (l)	225.50	281.31
	ANCHO (a)	124.75	
	ALTO (H)	364.75	

RESULTADO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LA PILA

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/H (mm/mm)	Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/H (mm/mm)
1	500	1.78	0.91	0.002495	19				
2	1000	3.55	1.38	0.003783	20				
3	1500	5.33	1.69	0.004633	21				
4	2000	7.11	1.92	0.005264	22				
5	2500	8.89	2.20	0.006032	23				
6	3000	10.66	2.32	0.006361	24				
7	3500	12.44	2.59	0.007101	25				
8	4000	14.22	2.72	0.007457	26				
9	4500	16.00	2.91	0.007978	27				
10	5000	17.77	3.05	0.008362	28				
11	5500	19.55	3.19	0.008746	29				
12	6000	21.33	3.40	0.009321	30				
13	6500	23.11	3.58	0.009815	31				
14	7000	24.88	3.75	0.010281	32				
15	7500	26.66	3.89	0.010665					
16	8000	28.44	4.10	0.011241					
17	8500	30.22	4.28	0.011734					
18	9000	31.99	4.45	0.012200					

Tiempo :	3 min 43 seg
Carga ultima :	9492 kg-f

Gráfico N° 25: Esfuerzo Vs Deformación de la Pila 09



Fuente: Elaboracion propia, 2017.

DIMENSIONAMIENTO DE LA PILA 10

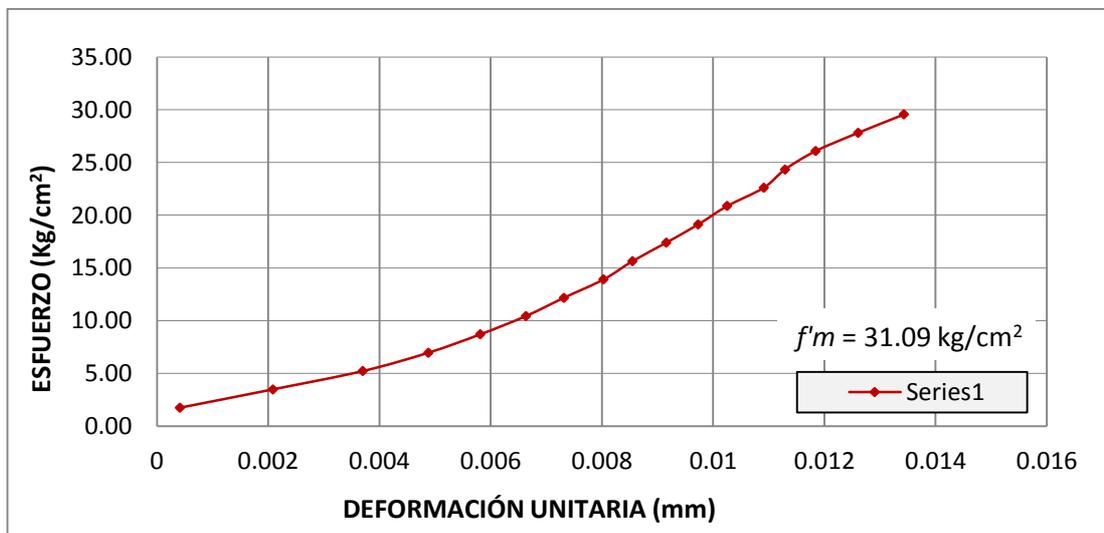
MUESTRAS		DIMENSIONES (mm)	AREA RESISTENTE cm ²
P-10	LARGO (l)	226.00	287.59
	ANCHO (a)	127.25	
	ALTO (H)	364.75	

RESULTADO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LA PILA

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/H (mm/mm)	Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/H (mm/mm)
1	500	1.74	0.15	0.000411	19				
2	1000	3.48	0.76	0.002084	20				
3	1500	5.22	1.35	0.003701	21				
4	2000	6.95	1.78	0.004880	22				
5	2500	8.69	2.12	0.005812	23				
6	3000	10.43	2.42	0.006635	24				
7	3500	12.17	2.67	0.007320	25				
8	4000	13.91	2.93	0.008033	26				
9	4500	15.65	3.12	0.008554	27				
10	5000	17.39	3.34	0.009157	28				
11	5500	19.12	3.55	0.009733	29				
12	6000	20.86	3.74	0.010254	30				
13	6500	22.60	3.98	0.010912	31				
14	7000	24.34	4.12	0.011295	32				
15	7500	26.08	4.32	0.011844					
16	8000	27.82	4.60	0.012611					
17	8500	29.56	4.90	0.013434					
18									

Tiempo :	3 min 56 seg
Carga ultima :	8940 kg-f

Gráfico N° 26: Esfuerzo Vs Deformación de la Pila 10



Fuente: Elaboracion propia, 2017.

Factores de corrección de $f'm$ por esbeltez de acuerdo a la Norma E 0.70

Esbeltez	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0
Factor	0.73	0.80	0.91	0.95	0.98	1.00

Fuente: RNE E 0.70, 2014.

RESUMEN DE PILAS DE LADRILLO CON CARA DE ASIENTO CONVENCIONAL

Tabla N° 21: Cuadro resumen de resistencia a compresión de las pilas con cara de asiento convencional

Nº	Área (cm ²)	Carga última (kg)	$f'm$ (Kg/cm ²)	Alt. Pila (mm)	Esbeltez	Factor	$f'm$ caract. (Kg/cm ²)	
1	281.56	14307	50.81	364.25	2.91	0.88	44.71	
2	281.88	16083	57.06	365.00	2.92	0.89	50.78	
3	282.19	13264	47.00	364.50	2.92	0.89	41.83	
4	282.38	15308	54.21	366.25	2.92	0.89	48.25	
5	283.00	16030	56.64	366.00	2.92	0.89	50.41	
Promedio: \bar{x}			53.14	kg/cm ²	Promedio: \bar{x}			47.20
DS: σ			4.24	kg/cm ²	DS: σ			3.85
CV:			7.98	%	CV:			8.16

Fuente: Elaboración propia, 2017.

$f'm$ característica = 47.20 kg/cm² – 3.85 kg/cm²

$f'm$ característica = 43 kg/cm²

RESUMEN DE PILAS DE LADRILLO CON CARA DE ASIENTO INVERTIDO

Tabla N° 22: Cuadro resumen de resistencia a compresión de las pilas con cara de asiento invertido

Nº	Área (cm ²)	Carga última (kg)	$f'm$ (Kg/cm ²)	Alt. Pila (mm)	Esbeltez	Factor	$f'm$ caract. (Kg/cm ²)	
6	281.25	9215	32.76	365.75	2.93	0.89	29.16	
7	280.81	8302	29.56	365.00	2.91	0.89	26.31	
8	288.22	10270	35.63	366.75	2.88	0.88	31.35	
9	281.31	9492	33.74	364.75	2.92	0.89	30.03	
10	287.59	8940	31.09	364.75	2.87	0.88	27.36	
Promedio: \bar{x}			32.56	kg/cm ²	Promedio: \bar{x}			28.84
DS: σ			2.35	kg/cm ²	DS: σ			2.03
CV:			7.21	%	CV:			7.03

Fuente: Elaboración propia, 2017.

$f'm$ característica = 28.84 kg/cm² – 2.03 kg/cm²

$f'm$ característica = 27 kg/cm²

De acuerdo al RNE E0.70, (2014), la resistencia característica a compresión en pilas de ladrillos macizos de arcilla debe ser de 35kg/cm². En esta investigación se obtuvo un valor de 43 kg/cm² al asentar el ladrillo de la manera convencional, y de 27 kg/cm² al invertir su cara de asiento del ladrillo macizo.

4.9. Adhesión por tracción directa con testigos de ladrillos cruzados efectuado en máquina de compresión - Norma: ASTM C952-12

DATOS DE LABORATORIO PARA LADRILLOS CRUZADOS CON CARA DE ASIENTO INVERTIDO

MUESTRAS	DIMENSIONES				PROMEDIO (mm)	Tiempo de ensayo (seg)	ΔL (mm)	Carga (kg-f)
	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)				
Lc- 01	LARGO	125	126	125	126	125.50	102	251
	ANCHO	125	125	125	125			
Área resistente (mm²) :					15687.50			

MUESTRAS	DIMENSIONES				PROMEDIO (mm)	Tiempo de ensayo (seg)	ΔL (mm)	Carga (kg-f)
	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)				
Lc- 02	LARGO	127	125	127	126	126.25	114	324
	ANCHO	126	125	126	125			
Área resistente (mm²) :					15844.38			

MUESTRAS	DIMENSIONES				PROMEDIO (mm)	Tiempo de ensayo (seg)	ΔL (mm)	Carga (kg-f)
	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)				
Lc- 03	LARGO	126	128	126	127	126.75	95	161
	ANCHO	126	125	125	125			
Área resistente (mm²) :					15875.44			

MUESTRAS	DIMENSIONES				PROMEDIO (mm)	Tiempo de ensayo (seg)	ΔL (mm)	Carga (kg-f)
	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)				
Lc- 04	LARGO	125	127	125	127	126.00	97	183
	ANCHO	125	125	125	125			
Área resistente (mm²) :					15750.00			

MUESTRAS	DIMENSIONES				PROMEDIO (mm)	Tiempo de ensayo (seg)	ΔL (mm)	Carga (kg-f)
	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)				
Lc- 05	LARGO	126	126	127	126	126.25	106	264
	ANCHO	125	126	125	126			
Área resistente (mm²) :					15844.38			

Tabla N° 23: Resultado de adherencia entre el mortero y el ladrillo al invertir su cara de asiento

Muestra N°	Área de contacto (cm ²)	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	Espesor de mortero L(mm)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)	Velocidad. (Kg/seg)
Lc- 01	156.88	251	1.600	150	2.12	0.0141	2.46
Lc- 02	158.44	324	2.045	150	2.36	0.0157	2.84
Lc- 03	158.75	161	1.014	150	1.98	0.0132	1.69
Lc- 03	157.50	183	1.162	150	2.02	0.0135	1.89
Lc- 05	158.44	264	1.666	150	2.20	0.0147	2.49
Promedio: x			1.497	kg/cm ²			2.27
DS: σ			0.414	kg/cm ²			0.47
CV:			27.63	%			20.74

Fuente: Elaboración propia, 2017

f'm característica = 1.08 kg/cm²

**DATOS DE LABORATORIO PARA LADRILLOS CRUZADOS CON CARA DE ASIENTO DE
LA MANERA CONVENCIONAL**

MUESTRAS	DIMENSIONES				PROMEDIO (mm)	Tiempo de ensayo (seg)	ΔL (mm)	Carga (kg-f)
	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)				
Lc- 06	LARGO	126	126	125	125.50	104	2.16	254
	ANCHO	125	125	125	125.00			
Área resistente (mm²) :					15687.50			

MUESTRAS	DIMENSIONES				PROMEDIO (mm)	Tiempo de ensayo (seg)	ΔL (mm)	Carga (kg-f)
	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)				
Lc- 07	LARGO	126	126	126	126.00	98	2.05	214
	ANCHO	125	125	125	125.00			
Área resistente (mm²) :					15750.00			

MUESTRAS	DIMENSIONES				PROMEDIO (mm)	Tiempo de ensayo (seg)	ΔL (mm)	Carga (kg-f)
	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)				
Lc- 08	LARGO	127	126	127	126.50	148	3.08	396
	ANCHO	125	125	125	125.00			
Área resistente (mm²) :					15812.50			

MUESTRAS	DIMENSIONES				PROMEDIO (mm)	Tiempo de ensayo (seg)	ΔL (mm)	Carga (kg-f)
	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)				
Lc- 09	LARGO	124	125	124	124.50	101	2.10	229
	ANCHO	126	125	126	125.50			
Área resistente (mm²) :					15624.75			

MUESTRAS	DIMENSIONES				PROMEDIO (mm)	Tiempo de ensayo (seg)	ΔL (mm)	Carga (kg-f)
	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)				
Lc- 10	LARGO	125	125	124	124.75	91	1.90	180
	ANCHO	125	127	125	125.75			
Área resistente (mm²) :					15687.31			

Tabla N° 24: Resultado de adherencia entre el mortero y el ladrillo teniendo como cara de asiento de la manera convencional.

Muestra N°	Área de contacto (cm ²)	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	Espesor de mortero L(mm)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)	Velocidad. (Kg/seg)
Lc- 06	156.88	254	1.619	150	2.16	0.0144	2.44
Lc- 07	157.50	214	1.359	150	2.05	0.0137	2.18
Lc- 08	158.13	396	2.504	150	3.08	0.0205	2.68
Lc- 08	156.25	229	1.466	150	2.10	0.0140	2.27
Lc- 10	156.87	180	1.147	150	1.90	0.0127	1.98
Promedio: x			1.619	kg/cm ²			2.31
DS: σ			0.524	kg/cm ²			0.26
CV:			32.35	%			11.44

Fuente: Elaboración propia, 2017

f'm característica = 1.10 kg/cm²

CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN

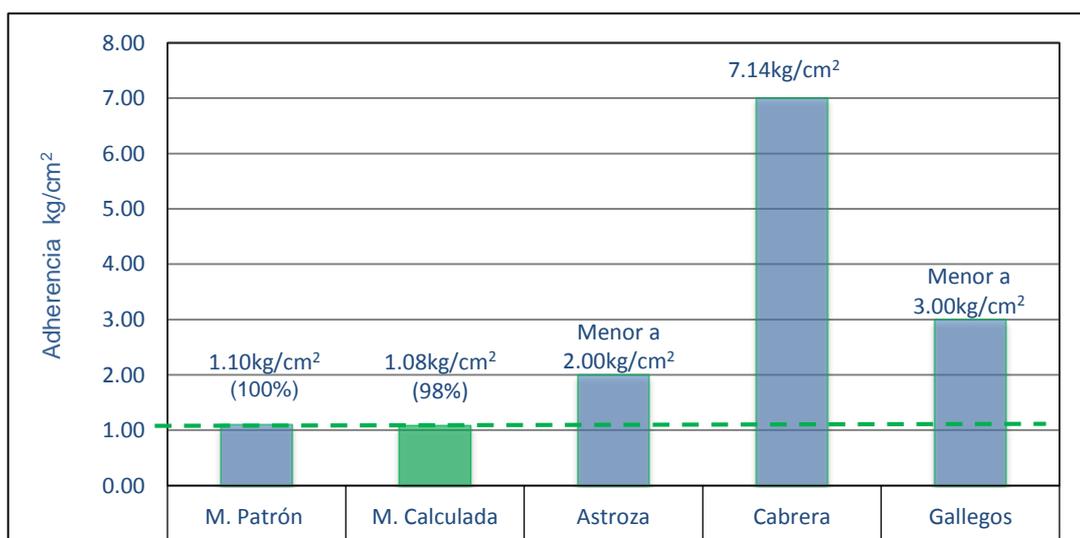
La adherencia entre el mortero y el ladrillo macizo al invertir su cara de asiento, obtenido en el laboratorio por tracción directa con testigos de ladrillos cruzados que han sido efectuados en la maquina a compresión fue de 1.08kg/cm^2 , mientras que la adherencia entre el mortero y el ladrillo macizo al tener su cara de asiento de la manera convencional (Muestra patrón) fue de 1.10kg/cm^2 . Lo cual indica que la adherencia al invertir su cara de asiento del ladrillo macizo ha disminuido en un 0.02Kg/cm^2 (Ver Gráfico N°1).

Con respecto a los valores obtenidos por Astroza, quien ha considerado ladrillo hecho a mano, los valores calculados en esta tesis son muy parecidos, debido a que en ambas investigaciones se obtuvo valores menores a 0.2MPa (2Kg/cm^2). Cabe mencionar que debido a la elaboración artesanal de los ladrillos, este antecedente es el que más se aproxima a tener las mismas condiciones, en la que se elaboró esta tesis.

Los valores que establece Cabrera son altos con respecto a lo que se calculó en esta tesis, ya que él obtuvo valores de hasta 0.7MPa (7.14kg/cm^2) a los 28 días de curado de sus probetas.

Héctor Gallegos, es un investigador peruano en el área de albañilería, y nos indica que la adherencia entre el mortero y el ladrillo macizo son valores unitarios muy reducidos, típicamente no excediendo de 0.3MPa (3kg/cm^2). Por lo que de acuerdo a los valores obtenidos en esta investigación guardan relación, debido a que la adherencia calculada al invertir su cara de asiento del ladrillo macizo fue un valor bajo y además guardan concordancia en sus resultados.

Gráfico N° 27: Comparación de resultados en la Adherencia del mortero



Fuente: Elaboración propia, 2017.

CONCLUSIONES

1. De acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio, para la muestra patrón, la cual está comprendida por la adherencia entre el mortero y el ladrillo macizo al no invertir su cara de asiento se obtuvo un valor de 1.10 kg/cm^2 , mientras que para la adherencia entre el mortero y el ladrillo macizo al invertir su cara de asiento fue de 1.08 kg/cm^2 . Lo cual nos indica que no ha cumplido con la hipótesis, debido a que la adherencia ha disminuido en un 2%.
2. En el ensayo clasificatorio el cual está dado por las propiedades físicas – mecánico del ladrillo macizo se obtuvo un valor de 5.74 para el dimensionamiento máximo, de 4 en alabeo máximo y de 31 kg/cm^2 como resistencia característica a la compresión del ladrillo macizo. Lo cual hace que el ladrillo sea de una clase I.
3. La resistencia característica a la compresión del mortero que se determinó en esta investigación es de 140 kg/cm^2 , y se ubica por su dosificación (1:4) de acuerdo a la tabla N°4, en un mortero portante tipo P2.
4. La resistencia característica a compresión axial de las pilas de ladrillo macizo al invertir su cara de asiento es de 27 Kg/cm^2 , mientras que al no invertir su cara de asiento se obtuvo un valor de 43 Kg/cm^2 .

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda evaluar la adherencia entre el mortero y el ladrillo macizo al invertir su cara de asiento con diferentes espesores de mortero para determinar el óptimo espesor del mortero en la adherencia.
2. Evaluar la adherencia en pilas de ladrillo macizo al invertir su cara de asiento con diferentes espesores de mortero para determinar el óptimo espesor del mortero en la resistencia a compresión.
3. Determinar la adherencia del mortero con el ladrillo macizo de otras fábricas de producción artesanal de ladrillo macizo.

REFERENCIAS

1. Abanto, F. (2010). *Análisis y diseño de edificaciones de albañilería*. Lima, Perú: San Marcos.
2. Arango, O. (2002). *Análisis, Diseño y Construcción en Albañilería (1ra Edición ed.)*. Lima, Perú. ACI-Perú.
3. Azkárate, I. (2006). *Morteros de Rebestimiento*. Madrid, España. AFAMM.
4. Cabrera, J. (1995). *Adherencia en los morteros de albañilería*. Cuba.
5. Díaz, B. (2012). *Comportamiento sísmico de edificios de manpostería no reforzada*. Mexico. www.tdx.cat/bitstream/10803/6230/7/07capitulo6.pdf. 203.
6. RNE E.070, (2014). *Norma técnica peruana*. Recuperado el 2015, Lima, Perú.
7. Flores, S. (2007). *Estudio del espesor del mortero en muros de albañilería de arcilla cocida*. <http://blog.pucp.edu.pe/blog/albanileria/2007/04/24/investigaciones-en-alba-iler-a/>
8. Fondo MIVIVIENDA, (2009). *Estudio de Mercado de la vivienda social en la ciudad de Cajamarca*. INEI. Cajamarca, Perú. https://www.academia.edu/10464270/municipalidad_de_centro_poblado_nuestra_se%c3%91ora_de_las_mercedes_de_mi_peru_concejo_municipal_alcalde
9. Gallegos & Casabonne. (2005). *Albañilería estructural*. Lima, Perú. https://www.academia.edu/10643669/ensayos_a_la_unidad_de_alba%c3%91ileria_a_
10. López, E. (2013). *Diseño de mezclas*. Lima, Perú.
11. Moia, J. L. (2012). *Cómo se construye una vivienda*. Buenos Aires, Argentina. Gustavo Gili.
12. Morante, P. A. (2008). *DocSlide*. Recuperado el 26 de Octubre de 2015, de DocSlide: <http://myslide.es/documents/tesismejora-de-la-cia-mortero-ladrillo-de-concreto.html>
13. Mosqueira, R. (1997). *Comportamiento estático de la albañilería confinada en muros portantes*. Trujillo, Perú.
14. Muñoz, & Astroza, (2008). *Estudio sobre la resistencia de adherencia de la albañilería en Chile*. San Tiago, Chile. <http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/82/2008/06/Adherencia-Astroza-Munoz.pdf>
15. NTG 41051 h7. (2014). *Determinación de la resistencia de adherencia por tracción del mortero de pega y las unidades de mampostería*. Guatemala.
16. NTP 399-613. (2005). *Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en la albañilería*. Lima, Perú.

17. San Bartolomé. (2011). *Diseño sísmico de edificaciones de albañilería confinada*. Lima, Perú, PUCP.
18. SENCICO. (2005). *Comentarios a la Norma Técnica de Edificación E.070 albañilería*. Lima, Perú.
<http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/82/2008/01/C05-Prismas.pdf>
19. SENCICO. (2014). *Comentarios a la NTP E 0.70*. Lima, Perú
<http://es.slideshare.net/JulioCesarMeyhueyTrinidad/20080107-c03componentes>
20. Somen, N. (2015). *Ensayos a la Unidad de Albañilería*.
https://www.academia.edu/10643669/ensayos_a_la_unidad_de_alba%c3%91ileria_a_

ANEXOS

PANEL FOTOGRÁFICO

Fotografía N° 23: Realizando el dimensionamiento del ladrillo macizo



FUENTE: Elaboración propia, 2015

Fotografía N° 24: Realizando las pilas de ladrillo macizo



FUENTE: Elaboración propia, 2015

Fotografía N° 25: Ensayo de alabeo



FUENTE: Elaboración propia, 2015

Fotografía N° 26: Ladrillos sumergidos totalmente



FUENTE: Elaboración propia, 2015

Fotografía N° 27: Realizando el refrentado de las pilas de ladrillo junto al ingeniero Gabriel Cachi Cerna



FUENTE: Elaboración propia, 2015

Fotografía N° 28: Realizando el ensayo de compresión axial a los cubos de mortero



FUENTE: Elaboración propia, 2015

Fotografía N° 29: Realizando el ensayo de compresión axial de pilas



FUENTE: Elaboración propia, 2015

Fotografía N° 30: Realizando el ensayo de adherencia por tracción directa en la maquina a compresión

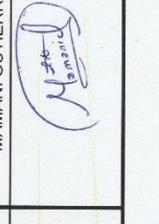


FUENTE: Elaboración propia, 2015

FORMATO DE ENSAYOS

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA, FORMATO Nº01

ENSAYO DE DIMENSIÓN Y ALABEO NORMA NTP 339.613											
LADRILLO MACIZO CON CAVIDAD DE LA FÁBRICA LADRILLERA "EL CERRILLO" - CAJAMARCA - CAJAMARCA											
NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN: "ADHERENCIA ENTRE EL MORTERO Y EL LADRILLO MACIZO AL INVERTIR SU CARA DE ASIENTO DEL LADRILLO MACIZO".											
INVESTIGADOR: MAMANI GUTIERREZ CESAR DAVID FECHA: 10/02/2015 HORAS DE TRABAJO: 2 horas											
Dimensión especificada por el fabricante (Dimensión nominal) L = 225.00 cm A = 125.00 cm H = 80.00 cm											
DIMENSIONAMIENTO (mm)											
LADRILLO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	PROMEDIO
LARGO (mm)	218.50	215.50	212.50	212.00	213.90	209.00	212.90	212.00	218.00	213.00	212.09
	218.00	214.00	212.00	214.50	215.50	210.00	211.50	212.10	218.00	212.00	
	209.00	209.50	209.00	213.50	211.00	208.00	208.10	209.50	209.00	215.00	
	208.50	209.00	218.00	209.50	211.00	208.00	211.00	209.10	209.00	214.00	
D.P	213.50	212.00	212.88	212.38	212.85	208.75	210.88	210.68	213.50	213.50	123.75
	122.20	121.40	121.50	121.70	124.00	123.50	125.80	124.10	121.40	121.70	
	122.50	123.10	123.10	122.90	126.00	127.20	127.20	125.30	123.70	124.20	
	122.30	121.20	122.20	120.80	124.50	125.00	128.80	123.30	120.90	122.50	
D.P	122.40	123.40	121.60	123.10	128.00	127.40	130.20	123.80	123.20	122.80	76.85
	122.35	122.28	122.10	122.13	125.63	125.78	128.00	124.13	122.30	122.80	
	79.00	77.80	76.10	77.10	74.00	74.70	76.50	76.90	77.30	78.60	
	78.00	77.40	77.10	76.60	75.60	76.50	75.60	76.10	77.10	77.30	
ALTO (mm)	77.40	77.90	77.80	77.50	76.50	75.40	77.40	76.80	77.20	76.80	76.85
	78.60	76.20	77.70	77.50	76.40	77.60	76.20	75.90	76.40	75.30	
	78.25	77.33	77.18	77.18	75.63	76.05	76.43	76.43	77.00	77.00	
ALABEO (mm)											
CONCAVIDAD	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2
CONVEXIDAD	4	4	2	2	2	4	2	2	4	4	1

APROBADO POR:		
COORDINADOR DE LABORATORIO LAB. GUZGO-MINCHAN, Víctor	ASESOR ING. CACHI CERNA, Gabriel	INVESTIGADOR MAMANI GUTIERREZ, César D.
		
<small>VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO COORDINADOR LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL</small>		DIRECTOR DE CARRERA Ing. AGUILAR ALIAGA, Orlando.
		

TESISTA. MAMANI GUTIERREZ CESAR D.

FORMATO N°02

	ENSAYO DE ABSORCION
	NORMA: NORMA: NTP 339.613

LADRILLO MACIZO CON CAVIDAD DE LA FÁBRICA LADRILLERA EL CERRILLO - CAJAMARCA - CAJAMARCA	
NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	: "ADHERENCIA ENTRE EL MORTERO Y EL LADRILLO MACIZO AL INVERTIR SU CARA DE ASIENTO DEL LADRILLO MACIZO".
INVESTIGADOR	: MAMANI GUTIERREZ CESAR D.
FECHA	: 10/05/2015
HORAS DE TRABAJO	: 5 Días

PARA LOS LADRILLOS MACIZOS CON CAVIDAD Y CON CARA DE ASIENTO EN SENTIDO INVERTIDO			
ESPEC.	PESO SECO (gr)	P. SATURADO 24 HRS (gr)	ABSORCION (A%)
1	2704	3396	25.59
2	2808	3458	23.15
3	2749	3436	24.99
4	2734	3422	25.16
5	2915	3635	24.70
ABSORCION :		24.72	%

PARA LOS LADRILLOS MACIZOS CON CAVIDAD DE CARA DE ASIENTO EN SENTIDO CONVENCIONAL			
ESPEC.	PESO SECO (gr)	P. SATURADO 24 HRS (gr)	ABSORCION (A%)
1	2960	3706	25.20
2	2946	3636	23.42
3	2936	3642	24.05
4	2714	3350	23.43
5	2884	3482	20.74
ABSORCION :		23.37	%

La Absorción se halla mediante la expresión

$$\text{Absorción} = \frac{(W_a - W_s)}{W_s} \times 100$$

Donde:

- W_a : Peso de la unidad de albañilería saturado luego de 24 horas de inmersión (gr)
W_s : Peso seco de la unidad de albañilería mínimo 24 horas en horno (gr)

APROBADO POR:			
Coordinador de Laboratorio	Asesor de Tesis	Investigador	Director de Carrera
CUZCO MINCHAN, Victor	Ing. CACHI CERNA, Gabriel	MAMANI GUTIERREZ, César David.	Ing. AGUILAR ALIAGA, Orlando
 <small>Coordinador Laboratorio de Ingeniería Civil</small>			
FIRMA	FIRMA	FIRMA	FIRMA

FORMATO N°03

ENSAYO DE SUCCIÓN O CAPILARIDAD DEL LADRILLO
NORMA: NORMA: NTP 399.613

LADRILLO MACIZO CON CAVIDAD DE LA FÁBRICA LADRILLERA EL CERRILLO - CAJAMARCA - CAJAMARCA - PERÚ	
NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	: "ADHERENCIA ENTRE EL MORTERO Y EL LADRILLO MACIZO AL INVERTIR SU CARA DE ASIENTO DEL LADRILLO MACIZO".
INVESTIGADOR	: MAMANI GUTIERREZ CESAR D.
FECHA	: 10/09/2015
HORAS DE TRABAJO	: 5Días

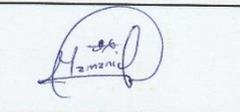
PARA LOS LADRILLOS MACIZOS CON CAVIDAD Y CON CARA DE ASIENTO EN SENTIDO INVERTIDO						
ESPEC.	PESO INICIAL SECO (gr)	PESO FINAL (gr)	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	AREA (cm2)	SUCCION gr/200cm2-min
1	2704	2826	213.50	122.35	261.22	93.41
2	2808	2915	212.00	122.28	259.22	82.55
3	2749	2869	212.88	122.10	259.92	92.34
4	2734	2856	212.38	122.13	259.36	94.08
5	2915	3039	212.85	125.63	267.39	92.75
SUCCION						91.02 gr/cm3

LADRILLO MACIZO CON CAVIDAD Y CON CARA DE ASIENTO EN SENTIDO CONVENCIONAL						
ESPEC.	PESO INICIAL SECO (gr)	PESO FINAL (gr)	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	AREA (cm2)	SUCCION gr/200cm2-min
1	2960	3116	208.75	125.78	262.56	118.83
2	2946	3074	210.88	128.00	269.92	94.84
3	2936	3090	210.68	124.13	261.50	117.78
4	2714	2824	213.50	122.30	261.11	84.26
5	2884	2988	213.50	122.80	262.18	79.34
SUCCION						99.01 gr/cm3

La succion se halla mediante la siguiente expresión

$$\text{Succión} = \frac{(W_h - W_s)}{A} \times 200 ; \text{gr}/200\text{cm}^2\text{-min}$$

Donde :
 Ws : Peso seco de la unidad de albañilería (gr)
 Wh : Peso despues del ensayo (gr)
 A : Área de contacto de la unidad con el agua (cm²)

APROBADO POR:			
Coordinador de Laboratorio	Asesor de Tesis	Investigador	Director de Carrera
CUZCO MINCHAN, Victor	Ing. CACHI CERNA, Gabriel	MAMANI GUTIERREZ, César David.	Ing. AGUILAR ALIAGA, Orlando
			
FIRMA	FIRMA	FIRMA	FIRMA

FORMATO N°04

ENSAYO DE COMPRESION AXIAL
NORMA: NTP 399.613

LADRILLO MACIZO CON CAVIDAD DE LA FÁBRICA LADRILLERA EL CERRILLO - CAJAMARCA - CAJAMARCA - PERÚ

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN : "ADHERENCIA ENTRE EL MORTERO Y EL LADRILLO MACIZO AL INVERTIR SU CARA DE ASIENTO DEL LADRILLO MACIZO".

INVESTIGADOR : MAMANI GUTIERREZ CESAR D. HORAS DE TRABAJO : 6 Dias (incluye el refrentado)

FECHA : 11/17/2015

DIMENSIONAMIENTO DEL LADRILLO

MUESTRAS	DIMENSIONES (mm)
M-01 LARGO (l)	213.50
ANCHO (a)	122.35
ALTO (H)	78.25

AREA RESISTENTE (cm ²)
261.22



Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
1	500	1.91	1.35	0.0173
2	1000	3.83	1.95	0.0249
3	1500	5.74	2.34	0.0299
4	2000	7.66	2.56	0.0327
5	2500	9.57	2.83	0.0362
6	3000	11.48	3.10	0.0396
7	3500	13.40	3.35	0.0428
8	4000	15.31	3.68	0.047
9	4500	17.23	3.79	0.0484
10	5000	19.14	3.90	0.0498
11	5500	21.06	4.20	0.0537
12	6000	22.97	4.40	0.0562
13	6500	24.88	4.80	0.0613
14	7000	26.80	5.25	0.0671
15				
16				
17				
18				
19				

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				

Tiempo : 2 min 56 seg

Carga ultima : 7473 kg-f

Observaciones:

APROBADO POR:			
Coordinador de Laboratorio	Asesor de Tesis	Investigador	Director de Carrera
CUZCO MINCHAN, Victor	Ing. CACHI CERNA, Gabriel	MAMANI GUTIERREZ, César David.	Ing. AGUILAR ALIAGA, Orlando
FIRMA	FIRMA	FIRMA	FIRMA

FORMATO N°04

	ENSAYO DE COMPRESION AXIAL
	NORMA: NTP 399.613

LADRILLO MACIZO CON CAVIDAD DE LA FÁBRICA LADRILLERA EL CERRILLO - CAJAMARCA - CAJAMARCA - PERÚ	
NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	: "ADHERENCIA ENTRE EL MORTERO Y EL LADRILLO MACIZO AL INVERTIR SU CARA DE ASIENTO DEL LADRILLO MACIZO".
INVESTIGADOR	: MAMANI GUTIERREZ CESAR D.
FECHA	: 11/17/2015
HORAS DE TRABAJO	: 6 Dias (incluye el refrentado)

DIMENSIONAMIENTO DEL LADRILLO

MUESTRAS	DIMENSIONES (mm)	
M-02	LARGO (l)	212.00
	ANCHO (a)	122.28
	ALTO (h)	77.33

AREA RESISTENTE (cm ²)
259.22



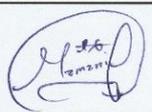
Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
1	500	1.93	0.90	0.0116
2	1000	3.86	1.28	0.0166
3	1500	5.79	1.50	0.0194
4	2000	7.72	1.75	0.0226
5	2500	9.64	1.89	0.0244
6	3000	11.57	2.08	0.0269
7	3500	13.50	2.30	0.0297
8	4000	15.43	2.48	0.0321
9	4500	17.36	2.69	0.0348
10	5000	19.29	2.95	0.0382
11	5500	21.22	3.15	0.0407
12	6000	23.15	3.25	0.042
13	6500	25.07	3.55	0.0459
14	7000	27.00	3.80	0.0491
15	7500	28.93	3.96	0.0512
16	8000	30.86	4.38	0.0566
17	8500	32.79	4.75	0.0614
18				
19				

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				

Tiempo : 1 min 44 seg

Carga ultima : 8770 kg-f

Observaciones:

APROBADO POR:			
Coordinador de Laboratorio	Asesor de Tesis	Investigador	Director de Carrera
CUZCO MINCHAN, Victor	Ing. CACHI CERNA, Gabriel	MAMANI GUTIERREZ, César David.	Ing. AGUILAR ALIAGA, Orlando
 FIRMA	 FIRMA	 FIRMA	 FIRMA

FORMATO N°04

	ENSAYO DE COMPRESION AXIAL
	NORMA: NTP 399.613

LADRILLO MACIZO CON CAVIDAD DE LA FÁBRICA LADRILLERA EL CERRILLO - CAJAMARCA - CAJAMARCA - PERÚ	
NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN : “ADHERENCIA ENTRE EL MORTERO Y EL LADRILLO MACIZO AL INVERTIR SU CARA DE ASIENTO DEL LADRILLO MACIZO”.	
INVESTIGADOR : MAMANI GUTIERREZ CESAR D.	HORAS DE TRABAJO : 6 Dias (incluye el refrentado)
FECHA : 11/17/2015	

DIMENSIONAMIENTO DEL LADRILLO

MUESTRAS	DIMENSIONES (mm)	
M-03	LARGO (l)	212.88
	ANCHO (a)	122.10
	ALTO (h)	77.18

AREA RESISTENTE (cm ²)
259.92



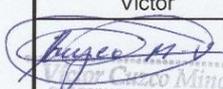
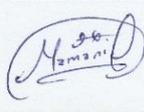
Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
1	500	1.92	1.45	0.0188
2	1000	3.85	2.24	0.029
3	1500	5.77	2.56	0.0332
4	2000	7.69	2.74	0.0355
5	2500	9.62	2.95	0.0382
6	3000	11.54	3.12	0.0404
7	3500	13.47	3.34	0.0433
8	4000	15.39	3.46	0.0448
9	4500	17.31	3.68	0.0477
10	5000	19.24	3.83	0.0496
11	5500	21.16	4.06	0.0526
12	6000	23.08	4.25	0.0551
13	6500	25.01	4.4	0.057
14	7000	26.93	5.08	0.0658
15	7500	28.85	5.45	0.0706
16	8000	30.78	5.75	0.0745
17				
18				
19				

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				

Tiempo : 2 min 5 seg

Carga ultima : 8335 kg-f

Observaciones:

APROBADO POR:			
Coordinador de Laboratorio	Asesor de Tesis	Investigador	Director de Carrera
CUZCO MINCHAN, Victor	Ing. CACHI CERNA, Gabriel	MAMANI GUTIERREZ, César David.	Ing. AGUILAR ALIAGA, Orlando
			
FIRMA	FIRMA	FIRMA	FIRMA

FORMATO N°04

ENSAYO DE COMPRESION AXIAL
NORMA: NTP 399.613

LADRILLO MACIZO CON CAVIDAD DE LA FÁBRICA LADRILLERA EL CERRILLO - CAJAMARCA - CAJAMARCA - PERÚ

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN : “ADHERENCIA ENTRE EL MORTERO Y EL LADRILLO MACIZO AL INVERTIR SU CARA DE ASIENTO DEL LADRILLO MACIZO”.

INVESTIGADOR : MAMANI GUTIERREZ CESAR D. HORAS DE TRABAJO : 6 Dias (incluye el refrentado)

FECHA : 11/17/2015

DIMENSIONAMIENTO DEL LADRILLO

MUESTRAS	DIMENSIONES (mm)	
M-04	LARGO (l)	212.38
	ANCHO (a)	122.13
	ALTO (h)	77.18

AREA RESISTENTE (cm ²)
259.36



Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
1	500	1.93	0.6	0.0078
2	1000	3.86	0.95	0.0123
3	1500	5.78	1.24	0.0161
4	2000	7.71	1.36	0.0176
5	2500	9.64	1.5	0.0194
6	3000	11.57	1.86	0.0241
7	3500	13.49	2.03	0.0263
8	4000	15.42	2.2	0.0285
9	4500	17.35	2.3	0.0298
10	5000	19.28	2.48	0.0321
11	5500	21.21	2.78	0.036
12	6000	23.13	2.95	0.0382
13	6500	25.06	3.05	0.0395
14	7000	26.99	3.25	0.0421
15	7500	28.92	3.45	0.0447
16	8000	30.84	3.66	0.0474
17	8500	32.77	3.8	0.0492
18				
19				

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				

Tiempo : 1 min 34 seg

Carga ultima : 9558 kg-f

Observaciones:

APROBADO POR:			
Coordinador de Laboratorio	Asesor de Tesis	Investigador	Director de Carrera
CUZCO MINCHAN, Victor	Ing. CACHI CERNA, Gabriel	MAMANI GUTIERREZ, César David.	Ing. AGUILAR ALIAGA, Orlando
FIRMA	FIRMA	FIRMA	FIRMA

FORMATO N°04

	ENSAYO DE COMPRESION AXIAL
	NORMA: NTP 399.613

LADRILLO MACIZO CON CAVIDAD DE LA FÁBRICA LADRILLERA EL CERRILLO - CAJAMARCA - CAJAMARCA - PERÚ	
NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	: "ADHERENCIA ENTRE EL MORTERO Y EL LADRILLO MACIZO AL INVERTIR SU CARA DE ASIENTO DEL LADRILLO MACIZO".
INVESTIGADOR	: MAMANI GUTIERREZ CESAR D.
FECHA	: 11/17/2015
HORAS DE TRABAJO	: 6 Dias (incluye el refrentado)

DIMENSIONAMIENTO DEL LADRILLO

MUESTRAS	DIMENSIONES (mm)	
M-05	LARGO (l)	212.85
	ANCHO (a)	125.63
	ALTO (h)	75.63

AREA RESISTENTE (cm ²)
267.39



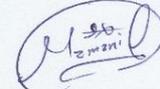
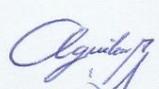
Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
1	500	1.87	0.25	0.0033
2	1000	3.74	0.44	0.0058
3	1500	5.61	1.08	0.0143
4	2000	7.48	1.35	0.0179
5	2500	9.35	1.55	0.0205
6	3000	11.22	1.78	0.0235
7	3500	13.09	1.90	0.0251
8	4000	14.96	2.20	0.0291
9	4500	16.83	2.30	0.0304
10	5000	18.70	2.48	0.0328
11	5500	20.57	2.75	0.0364
12	6000	22.44	2.95	0.039
13	6500	24.31	3.08	0.0407
14	7000	26.18	3.15	0.0417
15	7500	28.05	3.30	0.0436
16	8000	29.92	3.45	0.0456
17	8500	31.79	3.70	0.0489
18	9000	33.66	3.95	0.0522
19	9500	35.53	4.40	0.0582

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				

Tiempo : 1 min 38 seg

Carga ultima : 9764 kg-f

Observaciones:

APROBADO POR:			
Coordinador de Laboratorio	Asesor de Tesis	Investigador	Director de Carrera
CUZCO MINCHAN, Víctor	Ing. CACHI CERNA, Gabriel	MAMANI GUTIERREZ, César David.	Ing. AGUILAR ALIAGA, Orlando
 COORDINADOR LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE			
FIRMA	FIRMA	FIRMA	FIRMA

ENSAYO DE COMPRESION AXIAL
NORMA: NTP 399.613

LADRILLO MACIZO CON CAVIDAD DE LA FÁBRICA LADRILLERA EL CERRILLO - CAJAMARCA - CAJAMARCA - PERÚ	
NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	: "ADHERENCIA ENTRE EL MORTERO Y EL LADRILLO MACIZO AL INVERTIR SU CARA DE ASIENTO DEL LADRILLO MACIZO".
INVESTIGADOR	: MAMANI GUTIERREZ CESAR D.
FECHA	: 11/17/2015
HORAS DE TRABAJO	: 6 Dias (incluye el refrentado)

DIMENSIONAMIENTO DEL LADRILLO

MUESTRAS	DIMENSIONES (mm)
M-06 LARGO (l)	208.75
ANCHO (a)	125.78
ALTO (h)	76.05

AREA RESISTENTE (cm ²)
262.56



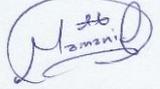
Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
1	500	1.90	0.95	0.0125
2	1000	3.81	1.48	0.0195
3	1500	5.71	1.78	0.0234
4	2000	7.62	1.98	0.026
5	2500	9.52	2.15	0.0283
6	3000	11.43	2.4	0.0316
7	3500	13.33	2.55	0.0335
8	4000	15.23	2.64	0.0347
9	4500	17.14	2.75	0.0362
10	5000	19.04	2.9	0.0381
11	5500	20.95	3.1	0.0408
12	6000	22.85	3.3	0.0434
13	6500	24.76	3.4	0.0447
14	7000	26.66	3.6	0.0473
15	7500	28.57	3.72	0.0489
16	8000	30.47	3.82	0.0502
17	8500	32.37	4.05	0.0533
18	9000	34.28	4.35	0.0572
19	9500	36.18	4.55	0.0598

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
20	10000	38.09	4.68	0.0615
21	10500	39.99	4.76	0.0626
22	11000	41.90	4.83	0.0635
23	11500	43.80	4.95	0.0651
24				
25				
26				
27				

Tiempo : 1 min 42 seg

Carga ultima : 11796 kg-f

Observaciones:

APROBADO POR:			
Coordinador de Laboratorio	Asesor de Tesis	Investigador	Director de Carrera
CUZCO MINCHAN, Victor	Ing. CACHI CERNA Gabriel	MAMANI GUTIERREZ, César David.	Ing. AGUILAR ALIAGA, Orlando
			
FIRMA	FIRMA	FIRMA	FIRMA

	ENSAYO DE COMPRESION AXIAL
	NORMA: NTP 399.613

LADRILLO MACIZO CON CAVIDAD DE LA FÁBRICA LADRILLERA EL CERRILLO - CAJAMARCA - CAJAMARCA - PERÚ	
NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	: “ADHERENCIA ENTRE EL MORTERO Y EL LADRILLO MACIZO AL INVERTIR SU CARA DE ASIENTO DEL LADRILLO MACIZO”.
INVESTIGADOR	: MAMANI GUTIERREZ CESAR D.
FECHA	: 11/17/2015
HORAS DE TRABAJO	: 6 Dias (incluye el refrentado)

DIMENSIONAMIENTO DEL LADRILLO

MUESTRAS		DIMENSIONES (mm)
M-07	LARGO (l)	210.88
	ANCHO (a)	128.00
	ALTO (h)	76.43

AREA RESISTENTE (cm ²)
269.92



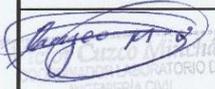
Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
1	500	1.85	1.1	0.0144
2	1000	3.70	1.43	0.0187
3	1500	5.56	1.75	0.0229
4	2000	7.41	1.96	0.0256
5	2500	9.26	2.23	0.0292
6	3000	11.11	2.37	0.031
7	3500	12.97	2.51	0.0328
8	4000	14.82	2.65	0.0347
9	4500	16.67	2.82	0.0369
10	5000	18.52	2.93	0.0383
11	5500	20.38	3.15	0.0412
12	6000	22.23	3.35	0.0438
13	6500	24.08	3.72	0.0487
14	7000	25.93	3.94	0.0516
15	7500	27.79	4.25	0.0556
16				
17				
18				
19				

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				

Tiempo : 1 min 29 seg

Carga ultima : 7775 kg-f

Observaciones:

APROBADO POR:			
Coordinador de Laboratorio	Asesor de Tesis	Investigador	Director de Carrera
CUZCO MINCHAN, Victor	Ing. CACHI CERNA, Gabriel	MAMANI GUTIERREZ, César David.	Ing. AGUILAR ALIAGA, Orlando
			
FIRMA	FIRMA	FIRMA	FIRMA

ENSAYO DE COMPRESION AXIAL
NORMA: NTP 399.613

LADRILLO MACIZO CON CAVIDAD DE LA FÁBRICA LADRILLERA EL CERRILLO - CAJAMARCA - CAJAMARCA - PERÚ

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN : "ADHERENCIA ENTRE EL MORTERO Y EL LADRILLO MACIZO AL INVERTIR SU CARA DE ASIENTO DEL LADRILLO MACIZO".

INVESTIGADOR : MAMANI GUTIERREZ CESAR D. HORAS DE TRABAJO : 6 Dias (incluye el refrentado)

FECHA : 11/17/2015

DIMENSIONAMIENTO DEL LADRILLO

MUESTRAS	DIMENSIONES (mm)
M-08	
LARGO (l)	210.68
ANCHO (a)	124.13
ALTO (h)	76.43

AREA RESISTENTE (cm2)
261.50



Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
1	500	1.91	0.6	0.0079
2	1000	3.82	1.1	0.0144
3	1500	5.74	1.25	0.0164
4	2000	7.65	1.55	0.0203
5	2500	9.56	1.7	0.0222
6	3000	11.47	1.85	0.0242
7	3500	13.38	2.08	0.0272
8	4000	15.30	2.2	0.0288
9	4500	17.21	2.45	0.0321
10	5000	19.12	2.64	0.0345
11	5500	21.03	2.91	0.0381
12	6000	22.94	3.1	0.0406
13	6500	24.86	3.28	0.0429
14	7000	26.77	3.6	0.0471
16				
17				
18				
19				

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				

Tiempo : 1 min 19 seg

Carga ultima : 7460 kg-f

Observaciones:

APROBADO POR:			
Coordinador de Laboratorio	Asesor de Tesis	Investigador	Director de Carrera
CUZCO MINCHAN, Victor	Ing. CACHI CERNA, Gabriel	MAMANI GUTIERREZ, César David.	Ing. AGUILAR ALIAGA, Orlando
FIRMA	FIRMA	FIRMA	FIRMA

ENSAYO DE COMPRESION AXIAL
NORMA: NTP 399.613

LADRILLO MACIZO CON CAVIDAD DE LA FÁBRICA LADRILLERA EL CERRILLO - CAJAMARCA - CAJAMARCA - PERÚ

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN : "ADHERENCIA ENTRE EL MORTERO Y EL LADRILLO MACIZO AL INVERTIR SU CARA DE ASIENTO DEL LADRILLO MACIZO".

INVESTIGADOR : MAMANI GUTIERREZ CESAR D. HORAS DE TRABAJO : 6 Dias (incluye el refrentado)

FECHA : 11/17/2015

DIMENSIONAMIENTO DEL LADRILLO

MUESTRAS		DIMENSIONES (mm)
M-09	LARGO (l)	213.50
	ANCHO (a)	122.30
	ALTO (h)	77.00

AREA RESISTENTE (cm ²)
261.11



Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
1	500	1.91	0.82	0.0106
2	1000	3.83	1.32	0.0171
3	1500	5.74	1.68	0.0218
4	2000	7.66	1.99	0.0258
5	2500	9.57	2.2	0.0286
6	3000	11.49	2.48	0.0322
7	3500	13.40	2.75	0.0357
8	4000	15.32	3.08	0.04
9	4500	17.23	3.25	0.0422
10	5000	19.15	3.44	0.0447
11	5500	21.06	3.78	0.0491
12	6000	22.98	4.08	0.053
13	6500	24.89	4.35	0.0565
14	7000	26.81	4.76	0.0618
15	7500	28.72	5.5	0.0714
16				
17				
18				

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				

Tiempo : 1 min 42 seg

Carga ultima : 7518 kg-f

Observaciones:

APROBADO POR:			
Coordinador de Laboratorio	Asesor de Tesis	Investigador	Director de Carrera
CUZCO MINCHAN, Víctor	Ing. CACHI CERNA, Gabriel	MAMANI GUTIERREZ, César David.	Ing. AGUILAR ALIAGA, Orlando
FIRMA	FIRMA	FIRMA	FIRMA

	<h2 style="margin: 0;">ENSAYO DE COMPRESION AXIAL</h2> <p style="margin: 0;">NORMA: NTP 399.613</p>
---	---

LADRILLO MACIZO CON CAVIDAD DE LA FÁBRICA LADRILLERA EL CERRILLO - CAJAMARCA - CAJAMARCA - PERÚ			
NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	: “ADHERENCIA ENTRE EL MORTERO Y EL LADRILLO MACIZO AL INVERTIR SU CARA DE ASIENTO DEL LADRILLO MACIZO”.		
INVESTIGADOR	: MAMANI GUTIERREZ CESAR D.	HORAS DE TRABAJO	: 6 Dias (incluye el refrentado)
FECHA	: 11/17/2015		

DIMENSIONAMIENTO DEL LADRILLO

	MUESTRAS	DIMENSIONES (mm)
M-10	LARGO (l)	213.50
	ANCHO (a)	122.80
	ALTO (h)	77.00

AREA RESISTENTE (cm ²)
262.18



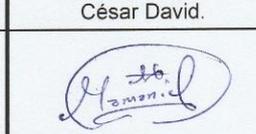
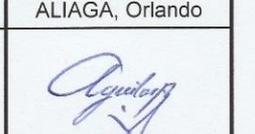
Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
1	500	1.91	0.65	0.0084
2	1000	3.81	0.95	0.0123
3	1500	5.72	1.2	0.0156
4	2000	7.63	1.54	0.02
5	2500	9.54	1.72	0.0223
6	3000	11.44	1.9	0.0247
7	3500	13.35	2.08	0.027
8	4000	15.26	2.3	0.0299
9	4500	17.16	2.45	0.0318
10	5000	19.07	2.6	0.0338
11	5500	20.98	2.93	0.0381
12	6000	22.89	3.53	0.0458
13	6500	24.79	3.82	0.0496
14	7000	26.70	4.24	0.0551
15	7500	28.61	4.59	0.0596
16				
17				
18				
19				

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				

Tiempo : 1 min 35 seg

Carga ultima : 7995 kg-f

Observaciones:

APROBADO POR:			
Coordinador de Laboratorio	Asesor de Tesis	Investigador	Director de Carrera
CUZCO MINCHAN, Victor	Ing. CACHI CERNA, Gabriel	MAMANI GUTIERREZ, César David.	Ing. AGUILAR ALIAGA, Orlando
 <small>Victor Cuzco Minchan COORDINADOR LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL</small> FIRMA	 FIRMA	 FIRMA	 FIRMA

FORMATO N°05

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DE LA ARENA
NORMA: NORMA: ASTM C136 - NTP 400.012

ARENA PARA ASENTAR LADRILLO DE LA CANTERA LA BANDA - CAJAMARCA - CAJAMARCA - PERÚ			
NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	: "ADHERENCIA ENTRE EL MORTERO Y EL LADRILLO MACIZO AL INVERTIR SU CARA DE ASIENTO DEL LADRILLO MACIZO".		
INVESTIGADOR	: MAMANI GUTIERREZ CESAR D.	HORAS DE TRABAJO	: 4horas
FECHA	: 10/02/2015		

CUADRO N°5 COMPOSICION GRANULOMETRICA				
TAMIZ ASTM	PESO RETENIDO		% ACUMULADO	
	gr	%	RETENIDO	PASA
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	88.80	4.44	4.44	95.56
N° 16	408.80	20.46	24.90	75.10
N° 30	516.52	25.85	50.75	49.25
N° 50	700.72	35.07	85.82	14.18
N° 100	226.36	11.33	97.15	2.85
N° 200	36.07	1.81	98.95	1.05
Bandeja	20.95	1.05	100.00	0.00
TOTAL	1998.22	100.00		

Módulo de Fineza : **2.63**

El Modulo de finura se halla mediante la expresión

$$M.F = \frac{\sum(\% \text{ Retenido acumulado})}{100}$$

Donde:

M.F : Módulo de Fineza

Figuar N° F05: Tamices



APROBADO POR:			
Coordinador de Laboratorio	Asesor de Tesis	Investigador	Director de Carrera
CUZCO MINCHAN, Victor	Ing. CACHI CERNA, Gabriel	MAMANI GUTIERREZ, César David.	Ing. AGUILAR ALIAGA, Orlando
<i>[Firma]</i>	<i>[Firma]</i>	<i>[Firma]</i>	<i>[Firma]</i>
FIRMA	FIRMA	FIRMA	FIRMA

FORMATO N°06

	ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD Y ABSORCION
	NORMA: NORMA: ASTM C91

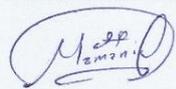
ARENA PARA ASENTAR LADRILLO DE LA CANTERA LA BANDA - CAJAMARCA - CAJAMARCA - PERÚ	
NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	: "ADHERENCIA ENTRE EL MORTERO Y EL LADRILLO MACIZO AL INVERTIR SU CARA DE ASIENTO DEL LADRILLO MACIZO".
INVESTIGADOR	: MAMANI GUTIERREZ CESAR D.
FECHA	: 10/02/2015
HORAS DE TRABAJO	: 26 horas

CUADRO N°6A. ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD	
ENSAYO	PESO EN (gr)
A. PESO DE LA ARENA HUMEDA	1000.00
B. PESO DE LA ARENA SECA	975.60
C. PESO DEL AGUA (A - B)	24.40
D. CONTENIDO DE HUMEDAD (C/B) x100	2.50

CONTENIDO DE HUMEDAD = 2.50 %

CUADRO N°6B. ENSAYO DE ABSORCION	
ENSAYO	PESO EN (gr)
A. PESO DE ARENA SUPERFICIALMENTE SECA	998.2
B. PESO DE LA ARENA SECA	975.6
C. ABSORCION (A - B)/100	0.226

ABSORCION = 0.23 %

APROBADO POR:			
Coordinador de Laboratorio	Asesor de Tesis	Investigador	Director de Carrera
CUZCO MINCHAN, Victor	Ing. Gabriel Cachi Cerna	MAMANI GUTIERREZ, César David.	Ing. AGUILAR ALIAGA, Orlando
 <small>Coordinador Laboratorio de Ingeniería Civil</small> FIRMA	 FIRMA	 FIRMA	 FIRMA

FORMATO N°7

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE CUBOS DE MORTERO SIN CAL
NORMA: NORMA: ASTM C109

MORTERO CON DOSIFICACION DE 1:4

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN : “ADHERENCIA ENTRE EL MORTERO Y EL LADRILLO MACIZO AL INVERTIR SU CARA DE ASIENTO DEL LADRILLO MACIZO”.

INVESTIGADOR : MAMANI GUTIERREZ CESAR D. HORAS DE TRABAJO : 30 Dias

FECHA : 11/17/2015

DIMENSIONAMIENTO DEL MORTERO

MUESTRAS	DIMENSIONES				
	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)	PROMEDIO(mm)
M- 01 LARGO (l)	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
ANCHO (a)	49.00	49.00	50.00	50.00	49.50
ALTO (h)	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00



Área resistente (mm2) : 2475

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
1	0	0.000	0.00	0.0000
2	200	0.081	0.08	0.0016
3	400	0.162	0.09	0.0018
4	600	0.242	0.10	0.0020
5	800	0.323	0.12	0.0024
6	1000	0.404	0.15	0.0030
7	1200	0.485	0.18	0.0036
8	1400	0.566	0.20	0.0040
9	1600	0.646	0.31	0.0062
10	1800	0.727	0.35	0.0070
11	2000	0.808	0.37	0.0074
12	2200	0.889	0.39	0.0078
13	2400	0.970	0.41	0.0082
14	2600	1.051	0.45	0.0090
15	2800	1.131	0.50	0.0100
16	3000	1.212	0.55	0.0110
17	3200	1.293	0.66	0.0132

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
18	3400	1.374	0.73	0.0146
19	3600	1.455	0.81	0.0162
20	3800	1.535	0.96	0.0192
21	4000	1.616	1.30	0.0260
22				
23				
24				
25				

Tiempo = 3 min 5 seg
Carga ultima = 4012 Kg-f

Observaciones:

APROBADO POR:			
Coordinador de Laboratorio	Asesor de Tesis	Investigador	Director de Carrera
CUZCO MINCHAN, Víctor	Ing. CACHI CERNA, Gabriel	MAMANI GUTIERREZ, César David.	Ing. AGUILAR ALIAGA, Orlando
FIRMA	FIRMA	FIRMA	FIRMA

FORMATO N°7

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE CUBOS DE MORTERO SIN CAL
NORMA: NORMA: ASTM C109

MORTERO CON DOSIFICACION DE 1:4

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	"ADHERENCIA ENTRE EL MORTERO Y EL LADRILLO MACIZO AL INVERTIR SU CARA DE ASIENTO DEL LADRILLO MACIZO".		
INVESTIGADOR	MAMANI GUTIERREZ CESAR D.	HORAS DE TRABAJO	30 Dias
FECHA	11/17/2015		

Dimensionamiento del cubo de mortero

MUESTRAS	DIMENSIONES					
	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)	PROMEDIO(mm)	
M- 02	LARGO (l)	51	51	51	50	50.75
	ANCHO (a)	50	49	50	50	49.75
	ALTO (h)	51	52	50	51	51.00



Área resistente (mm²) : 2525

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
1	0	0.000	0.00	0.0000
2	200	0.079	0.06	0.0012
3	400	0.158	0.21	0.0041
4	600	0.238	0.30	0.0059
5	800	0.317	0.38	0.0075
6	1000	0.396	0.41	0.0080
7	1200	0.475	0.44	0.0086
8	1400	0.554	0.48	0.0094
9	1600	0.634	0.51	0.0100
10	1800	0.713	0.57	0.0112
11	2000	0.792	0.58	0.0114
12	2200	0.871	0.62	0.0122
13	2400	0.951	0.64	0.0125
14	2600	1.030	0.70	0.0137
15	2800	1.109	0.73	0.0143
16	3000	1.188	0.80	0.0157
17	3200	1.267	0.88	0.0173

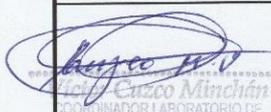
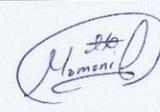
Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
18	3400	1.374	0.99	0.0198
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				

Tiempo = 2 min 1 seg

Carga ultima = 3480 Kg-f

Observaciones:

APROBADO POR:

Coordinador de Laboratorio	Asesor de Tesis	Investigador	Director de Carrera
CUZCO MINCHAN, Victor	Ing. CACHI CERNA Gabriel	MAMANI GUTIERREZ, César David.	Ing. AGUILAR ALIAGA, Orlando
 COORDINADOR LABORATORIO DE INVESTIGACIONES UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FIRMA	 FIRMA	 FIRMA	 FIRMA

FORMATO N°7

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE CUBOS DE MORTERO SIN CAL
NORMA: NORMA: ASTM C109

MORTERO CON DOSIFICACION DE 1:4

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN : “ADHERENCIA ENTRE EL MORTERO Y EL LADRILLO MACIZO AL INVERTIR SU CARA DE ASIENTO DEL LADRILLO MACIZO”.

INVESTIGADOR : MAMANI GUTIERREZ CESAR D. HORAS DE TRABAJO : 30 Dias

FECHA : 11/17/2015

Dimensionamiento del cubo de mortero

MUESTRAS	DIMENSIONES					
	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)	PROMEDIO(mm)	
M- 03	LARGO (l)	50	49	50	50	49.75
	ANCHO (a)	50	50	50	50	50.00
	ALTO (h)	50	50	51	51	50.50



Área resistente (mm²) : 2488

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
1	0	0.000	0.00	0.0000
2	200	0.080	0.05	0.0010
3	400	0.161	0.06	0.0012
4	600	0.241	0.09	0.0018
5	800	0.322	0.12	0.0024
6	1000	0.402	0.17	0.0034
7	1200	0.482	0.20	0.0040
8	1400	0.563	0.26	0.0051
9	1600	0.643	0.28	0.0055
10	1800	0.724	0.35	0.0069
11	2000	0.804	0.45	0.0089
12	2200	0.884	0.50	0.0099
13	2400	0.965	0.52	0.0103
14	2600	1.045	0.63	0.0125
15	2800	1.126	0.67	0.0133
16	3000	1.206	0.70	0.0139
17	3200	1.286	0.79	0.0156

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
18	3400	1.367	0.81	0.0160
19	3600	1.447	0.85	0.0168
20	3800	1.528	0.87	0.0172
21	4000	1.608	0.89	0.0176
22	4200	1.688	0.93	0.0184
23	4400	1.769	1.05	0.0208
24				
25				

Tiempo = 2 min 45 seg
Carga ultima = 4496 Kg-f

Observaciones:

APROBADO POR:

Coordinador de Laboratorio	Asesor de Tesis	Investigador	Director de Carrera
CUZCO MINCHAN, Victor	Ing. CACHI CERNA Gabriel	MAMANI GUTIERREZ, César David.	Ing. AGUILAR ALIAGA, Orlando
FIRMA	FIRMA	FIRMA	FIRMA

FORMATO N°7

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE CUBOS DE MORTERO SIN CAL
NORMA: NORMA: ASTM C109

MORTERO CON DOSIFICACION DE 1:4

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN : "ADHERENCIA ENTRE EL MORTERO Y EL LADRILLO MACIZO AL INVERTIR SU CARA DE ASIENTO DEL LADRILLO MACIZO".

INVESTIGADOR : MAMANI GUTIERREZ CESAR D. HORAS DE TRABAJO : 30 Dias

FECHA : 11/17/2015

Dimensionamiento del cubo de mortero

MUESTRAS	DIMENSIONES					
	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)	PROMEDIO(mm)	
M- 04	LARGO (l)	50	50	51	50	50.25
	ANCHO (a)	50	51	51	50	50.50
	ALTO (h)	51	50	50	50	50.25



Área resistente (mm²) : 2538

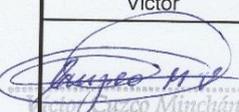
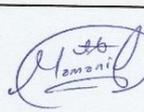
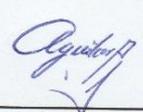
Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
1	0	0.000	0	0
2	200	0.079	0.05	0.001
3	400	0.158	0.15	0.003
4	600	0.236	0.18	0.0036
5	800	0.315	0.2	0.004
6	1000	0.394	0.21	0.0042
7	1200	0.473	0.25	0.005
8	1400	0.552	0.3	0.006
9	1600	0.631	0.31	0.0062
10	1800	0.709	0.32	0.0064
11	2000	0.788	0.35	0.007
12	2200	0.867	0.39	0.0078
13	2400	0.946	0.41	0.0082
14	2600	1.025	0.45	0.009
15	2800	1.103	0.48	0.0096
16	3000	1.182	0.52	0.0103
17	3200	1.261	0.55	0.0109

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				

Tiempo = 1 min 5 seg
Carga ultima = 3741 Kg-f

Observaciones:

APROBADO POR:

Coordinador de Laboratorio	Asesor de Tesis	Investigador	Director de Carrera
CUZCO MINCHAN, Víctor	Ing. CACHI CERNA, Gabriel	MAMANI GUTIERREZ, César David.	Ing. AGUILAR ALIAGA, Orlando
 FIRMA	 FIRMA	 FIRMA	 FIRMA

FORMATO N°7

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE CUBOS DE MORTERO SIN CAL
NORMA: NORMA: ASTM C109

MORTERO CON DOSIFICACION DE 1:4			
NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN :	"ADHERENCIA ENTRE EL MORTERO Y EL LADRILLO MACIZO AL INVERTIR SU CARA DE ASIENTO DEL LADRILLO MACIZO".		
INVESTIGADOR :	MAMANI GUTIERREZ CESAR D.	HORAS DE TRABAJO :	30 Dias
FECHA :	11/17/2015		

Dimensionamiento del cubo de mortero

MUESTRAS	DIMENSIONES					PROMEDIO(mm)
	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)		
M-05	LARGO (l)	50	52	50	51	50.75
	ANCHO (a)	50	51	50	51	50.50
	ALTO (h)	50	50	50	50	50.00



Área resistente (mm²) : 2563

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
1	0	0.000	0	0.0000
2	200	0.078	0.03	0.0006
3	400	0.156	0.07	0.0014
4	600	0.234	0.08	0.0016
5	800	0.312	0.09	0.0018
6	1000	0.390	0.10	0.0020
7	1200	0.468	0.11	0.0022
8	1400	0.546	0.12	0.0024
9	1600	0.624	0.14	0.0028
10	1800	0.702	0.15	0.0030
11	2000	0.780	0.18	0.0036
12	2200	0.858	0.23	0.0046
13	2400	0.936	0.29	0.0058
14	2600	1.014	0.36	0.0072
15	2800	1.093	0.42	0.0084
16	3000	1.171	0.50	0.0100
17	3200	1.249	0.59	0.0118

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
18	3400	1.327	0.66	0.0132
19	3600	1.405	0.75	0.0150
20	3800	1.483	0.85	0.0170
21				
22				
23				
24				
25				

Tiempo = 4 min 10 seg
Carga ultima = 3867 Kg-f

Observaciones:

APROBADO POR:			
Coordinador de Laboratorio	Asesor de Tesis	Investigador	Director de Carrera
CUZCO MINCHAN, Victor	Ing. CACHI CERNA, Gabriel	MAMANI GUTIERREZ, César David.	Ing. AGUILAR ALIAGA, Orlando
FIRMA	FIRMA	FIRMA	FIRMA

FORMATO N°08

ENSAYO DE COMPRESION AXIAL DE PILAS
NORMA: NTP 399.613

LADRILLO MACIZO CON CAVIDAD DE LA FÁBRICA LADRILLERA EL CERRILLO - CAJAMARCA - CAJAMARCA - PERÚ

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN : "ADHERENCIA ENTRE EL MORTERO Y EL LADRILLO MACIZO AL INVERTIR SU CARA DE ASIENTO DEL LADRILLO MACIZO".

INVESTIGADOR : MAMANI GUTIERREZ CESAR D. HORAS DE TRABAJO : 30Dias

FECHA : 11/17/2015

DIMENSIONAMIENTO DE LA PILA

MUESTRAS	DIMENSIONES				
	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)	PROMEDIO(mm)
LARGO (l)	225	226	225	225	225.25
ANCHO (a)	125	125	125	125	125.00
ALTO (h)	364	364	365	364	364.25
Área resistente (mm²) : 28156					



Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
1	500	1.37	0.35	0.001
2	1000	2.75	0.71	0.002
3	1500	4.12	0.95	0.003
4	2000	5.49	1.20	0.003
5	2500	6.87	1.42	0.004
6	3000	8.24	1.55	0.004
7	3500	9.62	1.70	0.005
8	4000	10.99	1.88	0.005
9	4500	12.36	2.15	0.006
10	5000	13.74	2.30	0.006
11	5500	15.11	2.43	0.007
12	6000	16.48	2.62	0.007
13	6500	17.86	2.81	0.008
14	7000	19.23	2.90	0.008
15	7500	20.60	3.15	0.009
16	8000	21.98	3.45	0.009
17	8500	23.35	3.52	0.010
18	9000	24.73	3.80	0.010
19	9500	26.10	3.90	0.011

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
20	10000	27.47	4.10	0.011
21	10500	28.85	4.30	0.012
22	11000	30.22	4.45	0.012
23	11500	31.59	4.61	0.013
24	12000	32.97	4.86	0.013
25	12500	34.34	5.30	0.015
26	13000	35.71	5.70	0.016
27	13500	37.09	5.77	0.016
28	14000	38.46	5.79	0.016
29				
30				
31				
32				

Tiempo : 2 min 42 seg
Carga ultima : 14307 kg-f
Observaciones:

APROBADO POR:			
Coordinador de Laboratorio	Asesor de Tesis	Investigador	Director de Carrera
CUZCO MINCHAN, Víctor	Ing. CACHI CERNA, Gabriel	MAMANI GUTIERREZ, César David.	Ing. AGUILAR ALIAGA, Orlando
FIRMA	FIRMA	FIRMA	FIRMA

FORMATO N°04

	ENSAYO DE COMPRESION AXIAL
	NORMA: NTP 399.613

LADRILLO MACIZO CON CAVIDAD DE LA FÁBRICA LADRILLERA EL CERRILLO - CAJAMARCA - CAJAMARCA - PERÚ	
NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	: “ADHERENCIA ENTRE EL MORTERO Y EL LADRILLO MACIZO AL INVERTIR SU CARA DE ASIENTO DEL LADRILLO MACIZO”.
INVESTIGADOR	: MAMANI GUTIERREZ CESAR D.
FECHA	: 11/17/2015
HORAS DE TRABAJO	: 30Dias

DIMENSIONAMIENTO DE LA PILA

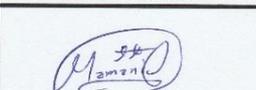
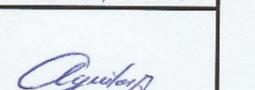
MUESTRAS	DIMENSIONES					
	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)	PROMEDIO(mm)	
P-02	LARGO (l)	226	226	225	225	225.50
	ANCHO (a)	125	125	125	125	125.00
	ALTO (h)	365	365	365	365	365.00
Área resistente (mm²) :		28188				



Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
1	500	1.37	0.90	0.0025
2	1000	2.75	1.30	0.0036
3	1500	4.12	1.60	0.0044
4	2000	5.49	1.85	0.0051
5	2500	6.87	2.15	0.0059
6	3000	8.24	2.35	0.0065
7	3500	9.62	2.75	0.0075
8	4000	10.99	2.98	0.0082
9	4500	12.36	3.20	0.0088
10	5000	13.74	3.33	0.0091
11	5500	15.11	3.55	0.0097
12	6000	16.48	3.70	0.0102
13	6500	17.86	3.90	0.0107
14	7000	19.23	4.20	0.0115
15	7500	20.60	4.60	0.0126
16	8000	21.98	4.79	0.0132
17	8500	23.35	4.98	0.0137
18	9000	24.73	5.35	0.0147
19	9500	26.10	5.65	0.0155

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
20	10000	27.47	6.10	0.0167
21	10500	28.85	6.30	0.0173
22	11000	30.22	6.75	0.0185
23	11500	31.59	7.25	0.0199
24	12000	32.97	7.55	0.0207
25	12500	34.34	7.65	0.021
26	13000	35.71	7.75	0.0213
27	13500	37.09	7.82	0.0215
28	14000	38.46	7.98	0.0219
29	14500	39.84	8.00	0.022
30	15000	41.21	8.02	0.022
31	15500	42.58	8.08	0.0222
32	16000	43.96	8.15	0.0224

Tiempo :	3 min 35 seg
Carga ultima :	16083 kg-f
Observaciones:	

APROBADO POR:			
Coordinador de Laboratorio	Asesor de Tesis	Investigador	Director de Carrera
CUZCO MINCHAN, Victor	Ing. CACHI CERNA, Gabriel	MAMANI GUTIERREZ, César David.	Ing. AGUILAR ALIAGA, Orlando
			
FIRMA	FIRMA	FIRMA	FIRMA

FORMATO N°04

	ENSAYO DE COMPRESION AXIAL
	NORMA: NTP 399.613

LADRILLO MACIZO CON CAVIDAD DE LA FÁBRICA LADRILLERA EL CERRILLO - CAJAMARCA - CAJAMARCA - PERÚ	
NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	: “ADHERENCIA ENTRE EL MORTERO Y EL LADRILLO MACIZO AL INVERTIR SU CARA DE ASIENTO DEL LADRILLO MACIZO”.
INVESTIGADOR	: MAMANI GUTIERREZ CESAR D.
FECHA	: 11/17/2015
HORAS DE TRABAJO	: 30Dias

DIMENSIONAMIENTO DE LA PILA

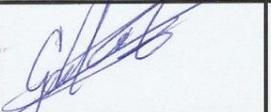
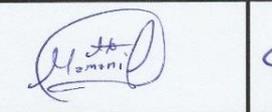
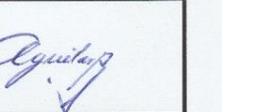
MUESTRAS	DIMENSIONES					
	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)	PROMEDIO(mm)	
P- 03	LARGO (l)	226	226	226	225	225.75
	ANCHO (a)	125	125	125	125	125.00
	ALTO (h)	365	364	365	364	364.50
Área resistente (mm²) :		28219				



Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
1	500	1.37	0.50	0.0014
2	1000	2.75	1.05	0.0029
3	1500	4.12	1.15	0.0032
4	2000	5.49	1.45	0.004
5	2500	6.87	1.71	0.0047
6	3000	8.24	1.95	0.0054
7	3500	9.62	2.30	0.0063
8	4000	10.99	2.65	0.0073
9	4500	12.36	2.84	0.0078
10	5000	13.74	3.05	0.0084
11	5500	15.11	3.20	0.0088
12	6000	16.48	3.41	0.0094
13	6500	17.86	3.80	0.0104
14	7000	19.23	3.90	0.0107
15	7500	20.60	4.05	0.0111
16	8000	21.98	4.30	0.0118
17	8500	23.35	4.50	0.0124
18	9000	24.73	4.60	0.0126
19	9500	26.10	4.85	0.0133

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
20	10000	27.47	5.10	0.014
21	10500	28.85	5.25	0.0144
22	11000	30.22	5.45	0.015
23	11500	31.59	5.62	0.0154
24	12000	32.97	6.01	0.0165
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				

Tiempo :	2 min 1 seg
Carga ultima :	13264 kg-f
Observaciones:	

APROBADO POR:			
Coordinador de Laboratorio	Asesor de Tesis	Investigador	Director de Carrera
CUZCO MINCHAN, Víctor	Ing. CACHI CERNA, Gabriel	MAMANI GUTIERREZ, César David.	Ing. AGUILAR ALIAGA, Orlando
			
FIRMA	FIRMA	FIRMA	FIRMA

FORMATO N°04

	ENSAYO DE COMPRESION AXIAL
	NORMA: NTP 399.613

LADRILLO MACIZO CON CAVIDAD DE LA FÁBRICA LADRILLERA EL CERRILLO - CAJAMARCA - CAJAMARCA - PERÚ	
NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	: “ADHERENCIA ENTRE EL MORTERO Y EL LADRILLO MACIZO AL INVERTIR SU CARA DE ASIENTO DEL LADRILLO MACIZO”.
INVESTIGADOR	: MAMANI GUTIERREZ CESAR D.
FECHA	: 11/17/2015
HORAS DE TRABAJO	: 30Dias

DIMENSIONAMIENTO DE LA PILA

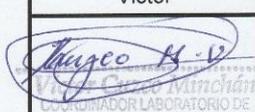
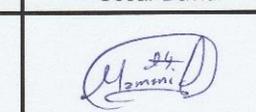
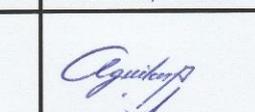
MUESTRAS	DIMENSIONES				
	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)	PROMEDIO(mm)
P- 04 LARGO (l)	225	225	225	225	225.00
ANCHO (a)	125	126	125	126	125.50
ALTO (h)	366	366	367	366	366.25
Área resistente (mm²) : 28238					



Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
1	500	1.37	1.50	0.0041
2	1000	2.75	1.61	0.0044
3	1500	4.12	2.00	0.0055
4	2000	5.49	2.37	0.0065
5	2500	6.87	2.68	0.0074
6	3000	8.24	2.95	0.0081
7	3500	9.62	3.20	0.0088
8	4000	10.99	3.40	0.0093
9	4500	12.36	3.59	0.0099
10	5000	13.74	3.79	0.0104
11	5500	15.11	3.95	0.0108
12	6000	16.48	4.25	0.0117
13	6500	17.86	4.40	0.0121
14	7000	19.23	4.50	0.0124
15	7500	20.60	4.75	0.013
16	8000	21.98	4.90	0.0135
17	8500	23.35	5.05	0.0139
18	9000	24.73	5.20	0.0143
19	9500	26.10	5.30	0.0146

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
20	10000	27.47	5.60	0.0154
21	10500	28.85	5.85	0.0161
22	11000	30.22	6.05	0.0166
23	11500	31.59	6.20	0.017
24	12000	32.97	6.32	0.0174
25	12500	34.34	6.50	0.0178
26	13000	35.71	6.55	0.018
27	13500	37.09	6.68	0.0183
28	14000	38.46	6.76	0.0186
29	14500	39.84	6.84	0.0188
30	15000	41.21	6.92	0.019
31				
32				

Tiempo :	2 min 59 seg
Carga ultima :	15308 kg-f
Observaciones:	

APROBADO POR:			
Coordinador de Laboratorio	Asesor de Tesis	Investigador	Director de Carrera
CUZCO MINCHAN, Víctor	Ing. CACHI CERNA, Gabriel	MAMANI GUTIERREZ, César David.	Ing. AGUILAR ALIAGA, Orlando
			
FIRMA	FIRMA	FIRMA	FIRMA

FORMATO N°04

ENSAYO DE COMPRESION AXIAL
NORMA: NTP 399.613

LADRILLO MACIZO CON CAVIDAD DE LA FÁBRICA LADRILLERA EL CERRILLO - CAJAMARCA - CAJAMARCA - PERÚ

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN : "ADHERENCIA ENTRE EL MORTERO Y EL LADRILLO MACIZO AL INVERTIR SU CARA DE ASIENTO DEL LADRILLO MACIZO".

INVESTIGADOR : MAMANI GUTIERREZ CESAR D. HORAS DE TRABAJO : 30Dias

FECHA : 11/17/2015

DIMENSIONAMIENTO DE LA PILA

MUESTRAS	DIMENSIONES				
	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)	PROMEDIO(mm)
P- 05 LARGO (l)	226	226	225	225	225.50
ANCHO (a)	125	126	125	126	125.50
ALTO (h)	366	366	366	366	366.00
Área resistente (mm2) :		28300			



Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
1	500	1.37	0.55	0.0015
2	1000	2.75	0.80	0.0022
3	1500	4.12	1.10	0.003
4	2000	5.49	1.41	0.0039
5	2500	6.87	1.64	0.0045
6	3000	8.24	1.88	0.0052
7	3500	9.62	2.22	0.0061
8	4000	10.99	2.40	0.0066
9	4500	12.36	2.50	0.0069
10	5000	13.74	2.88	0.0079
11	5500	15.11	3.05	0.0084
12	6000	16.48	3.25	0.0089
13	6500	17.86	3.45	0.0095
14	7000	19.23	3.60	0.0099
15	7500	20.60	3.75	0.0103
16	8000	21.98	4.05	0.0111
17	8500	23.35	4.20	0.0115
18	9000	24.73	4.45	0.0122
19	9500	26.10	4.55	0.0125

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
20	10000	27.47	4.95	0.0136
21	10500	28.85	5.05	0.0139
22	11000	30.22	5.25	0.0144
23	11500	31.59	5.35	0.0147
24	12000	32.97	5.42	0.0149
25	12500	34.34	5.50	0.0151
26	13000	35.71	5.58	0.0153
27	13500	37.09	5.62	0.0154
28	14000	38.46	5.70	0.0156
29	14500	39.84	5.77	0.0158
30	15000	41.21	5.85	0.0161
31	15500	42.58	5.94	0.0163
32	16000	43.96	6.05	0.0166

Tiempo : 3 min 20 seg

Carga ultima : 16030 kg-f

Observaciones:

APROBADO POR:

Coordinador de Laboratorio	Asesor de Tesis	Investigador	Director de Carrera
CUZCO MINCHAN, Victor	Ing. CACHI CERNA, Gabriel	MAMANI GUTIERREZ, César David.	Ing. AGUILAR ALIAGA, Orlando
FIRMA	FIRMA	FIRMA	FIRMA

FORMATO N°04

N **ENSAYO DE COMPRESION AXIAL**
NORMA: NTP 399.613

LADRILLO MACIZO CON CAVIDAD DE LA FÁBRICA LADRILLERA EL CERRILLO - CAJAMARCA - CAJAMARCA - PERÚ

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN : "ADHERENCIA ENTRE EL MORTERO Y EL LADRILLO MACIZO AL INVERTIR SU CARA DE ASIENTO DEL LADRILLO MACIZO".

INVESTIGADOR : MAMANI GUTIERREZ CESAR D. HORAS DE TRABAJO : 30Dias

FECHA : 11/17/2015

DIMENSIONAMIENTO DE LA PILA

MUESTRAS	DIMENSIONES				
	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)	PROMEDIO(mm)
P-06 LARGO (l)	225	225	225	225	225.00
ANCHO (a)	125	125	125	125	125.00
ALTO (h)	365	367	365	366	365.75



Área resistente (mm²) : **28125**

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
1	500	1.37	0.90	0.0025
2	1000	2.75	1.40	0.0038
3	1500	4.12	1.75	0.0048
4	2000	5.49	2.08	0.0057
5	2500	6.87	2.40	0.0066
6	3000	8.24	2.85	0.0078
7	3500	9.62	3.05	0.0084
8	4000	10.99	3.30	0.0091
9	4500	12.36	3.60	0.0099
10	5000	13.74	3.80	0.0104
11	5500	15.11	4.10	0.0113
12	6000	16.48	4.32	0.0119
13	6500	17.86	4.65	0.0128
14	7000	19.23	4.80	0.0132
15	7500	20.60	4.87	0.0134
16	8000	21.98	4.90	0.0135
17	8500	23.35	5.02	0.0138
18	9000	24.73	5.18	0.0142
19				

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				

Tiempo : **2 min 59 seg**

Carga ultima : **9215 kg-f**

Observaciones:

APROBADO POR:

Coordinador de Laboratorio	Asesor de Tesis	Investigador	Director de Carrera
CUZCO MINCHAN, Victor	Ing. CACHI CERNA, Gabriel	MAMANI GUTIERREZ, César David.	Ing. AGUILAR ALIAGA, Orlando
 FIRMA	 FIRMA	 FIRMA	 FIRMA

FORMATO N°04

	ENSAYO DE COMPRESION AXIAL
	NORMA: NTP 399.613

LADRILLO MACIZO CON CAVIDAD DE LA FÁBRICA LADRILLERA EL CERRILLO - CAJAMARCA - CAJAMARCA - PERÚ	
NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	: “ADHERENCIA ENTRE EL MORTERO Y EL LADRILLO MACIZO AL INVERTIR SU CARA DE ASIENTO DEL LADRILLO MACIZO”.
INVESTIGADOR	: MAMANI GUTIERREZ CESAR D.
FECHA	: 11/17/2015
HORAS DE TRABAJO	: 30Dias

DIMENSIONAMIENTO DE LA PILA

MUESTRAS	DIMENSIONES					
	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)	PROMEDIO(mm)	
P- 07	LARGO (l)	223	224	223	225	223.75
	ANCHO (a)	126	126	125	125	125.50
	ALTO (h)	364	366	365	365	365.00
Área resistente (mm²) :		28081				



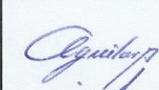
Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
1	500	1.37	0.42	0.0012
2	1000	2.75	0.90	0.0025
3	1500	4.12	1.34	0.0037
4	2000	5.49	1.75	0.0048
5	2500	6.87	2.08	0.0057
6	3000	8.24	2.31	0.0063
7	3500	9.62	2.53	0.0069
8	4000	10.99	2.82	0.0077
9	4500	12.36	3.01	0.0083
10	5000	13.74	3.22	0.0088
11	5500	15.11	3.44	0.0094
12	6000	16.48	3.62	0.0099
13	6500	17.86	3.72	0.0102
14	7000	19.23	3.92	0.0108
15	7500	20.60	4.05	0.0111
16	8000	21.98	4.31	0.0118
17				
18				
19				

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				

Tiempo : 2 min 44 seg

Carga ultima : 8302 kg-f

Observaciones:

APROBADO POR:			
Coordinador de Laboratorio	Asesor de Tesis	Investigador	Director de Carrera
CUZCO MINCHAN, Victor	Ing. CACHI CERNA, Gabriel	MAMANI GUTIERREZ, César David.	Ing. AGUILAR ALIAGA, Orlando
 FIRMA	 FIRMA	 FIRMA	 FIRMA

FORMATO N°04

	ENSAYO DE COMPRESION AXIAL
	NORMA: NTP 399.613

LADRILLO MACIZO CON CAVIDAD DE LA FÁBRICA LADRILLERA EL CERRILLO - CAJAMARCA - CAJAMARCA - PERÚ	
NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	: "ADHERENCIA ENTRE EL MORTERO Y EL LADRILLO MACIZO AL INVERTIR SU CARA DE ASIENTO DEL LADRILLO MACIZO".
INVESTIGADOR	: MAMANI GUTIERREZ CESAR D.
FECHA	: 11/17/2015
HORAS DE TRABAJO	: 30Dias

DIMENSIONAMIENTO DE LA PILA

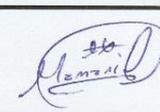
MUESTRAS	DIMENSIONES					PROMEDIO(mm)
	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)		
P-08	LARGO (l)	227	226	227	226	226.50
	ANCHO (a)	128	127	128	126	127.25
	ALTO (h)	367	366	367	367	366.75
Área resistente (mm ²) :		28822				



Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
1	500	1.37	0.40	0.0011
2	1000	2.75	0.78	0.0021
3	1500	4.12	1.02	0.0028
4	2000	5.49	1.26	0.0035
5	2500	6.87	1.34	0.0037
6	3000	8.24	1.56	0.0043
7	3500	9.62	1.66	0.0046
8	4000	10.99	1.82	0.005
9	4500	12.36	1.92	0.0053
10	5000	13.74	2.08	0.0057
11	5500	15.11	2.18	0.006
12	6000	16.48	2.22	0.0061
13	6500	17.86	2.40	0.0066
14	7000	19.23	2.56	0.007
15	7500	20.60	2.68	0.0074
16	8000	21.98	2.80	0.0077
17	8500	23.35	3.02	0.0083
18	9000	24.73	3.10	0.0085
19	9500	26.10	3.22	0.0088

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
20	10000	27.47	3.41	0.0094
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				

Tiempo :	2 min 20 seg
Carga ultima :	10270 kg-f
Observaciones:	

APROBADO POR:			
Coordinador de Laboratorio	Asesor de Tesis	Investigador	Director de Carrera
CUZCO MINCHAN, Victor	Ing. CACHI CERNA, Gabriel	MAMANI GUTIERREZ, César David.	Ing. AGUILAR ALIAGA, Orlando
			
FIRMA	FIRMA	FIRMA	FIRMA

FORMATO N°04

	ENSAYO DE COMPRESION AXIAL
	NORMA: NTP 399.613

LADRILLO MACIZO CON CAVIDAD DE LA FÁBRICA LADRILLERA EL CERRILLO - CAJAMARCA - CAJAMARCA - PERÚ	
NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	: “ADHERENCIA ENTRE EL MORTERO Y EL LADRILLO MACIZO AL INVERTIR SU CARA DE ASIENTO DEL LADRILLO MACIZO”.
INVESTIGADOR	: MAMANI GUTIERREZ CESAR D.
FECHA	: 11/17/2015
HORAS DE TRABAJO	: 30Dias

DIMENSIONAMIENTO DE LA PILA

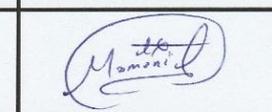
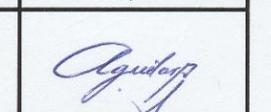
MUESTRAS	DIMENSIONES				
	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)	PROMEDIO(mm)
LARGO (l)	226	226	225	225	225.50
ANCHO (a)	124	125	125	125	124.75
ALTO (h)	366	364	365	364	364.75
Area resistente (mm2) :		28131			



Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
1	500	1.37	0.91	0.0025
2	1000	2.75	1.38	0.0038
3	1500	4.12	1.69	0.0046
4	2000	5.49	1.92	0.0053
5	2500	6.87	2.20	0.006
6	3000	8.24	2.32	0.0064
7	3500	9.62	2.59	0.0071
8	4000	10.99	2.72	0.0075
9	4500	12.36	2.91	0.008
10	5000	13.74	3.05	0.0084
11	5500	15.11	3.19	0.0088
12	6000	16.48	3.40	0.0093
13	6500	17.86	3.58	0.0098
14	7000	19.23	3.75	0.0103
15	7500	20.60	3.89	0.0107
16	8000	21.98	4.10	0.0113
17	8500	23.35	4.28	0.0118
18	9000	24.73	4.45	0.0122
19				

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				

Tiempo :	3 min 43 seg
Carga ultima :	9492 kg-f
Observaciones:	

APROBADO POR:			
Coordinador de Laboratorio	Asesor de Tesis	Investigador	Director de Carrera
CUZCO MINCHAN, Victor	Ing. CACHI CERNA, Gabriel	MAMANI GUTIERREZ, César David.	Ing. AGUILAR ALIAGA, Orlando
			
FIRMA	FIRMA	FIRMA	FIRMA

FORMATO N°04

ENSAYO DE COMPRESION AXIAL
NORMA: NTP 399.613

LADRILLO MACIZO CON CAVIDAD DE LA FÁBRICA LADRILLERA EL CERRILLO - CAJAMARCA - CAJAMARCA - PERÚ

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN : "ADHERENCIA ENTRE EL MORTERO Y EL LADRILLO MACIZO AL INVERTIR SU CARA DE ASIENTO DEL LADRILLO MACIZO".

INVESTIGADOR : MAMANI GUTIERREZ CESAR D. HORAS DE TRABAJO : 30Dias

FECHA : 11/17/2015

DIMENSIONAMIENTO DE LA PILA

MUESTRAS	DIMENSIONES				
	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)	PROMEDIO(mm)
P. 10 LARGO (l)	227.00	226	225	226	226.00
ANCHO (a)	128.00	126	128	127	127.25
ALTO (h)	366.00	364	365	364	364.75
Área resistente (mm²) :		28759			



Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
1	500	1.37	0.15	0.0004
2	1000	2.75	0.76	0.0021
3	1500	4.12	1.35	0.0037
4	2000	5.49	1.78	0.0049
5	2500	6.87	2.12	0.0058
6	3000	8.24	2.42	0.0066
7	3500	9.62	2.67	0.0073
8	4000	10.99	2.93	0.008
9	4500	12.36	3.12	0.0086
10	5000	13.74	3.34	0.0092
11	5500	15.11	3.55	0.0097
12	6000	16.48	3.74	0.0103
13	6500	17.86	3.98	0.0109
14	7000	19.23	4.12	0.0113
15	7500	20.60	4.32	0.0119
16	8000	21.98	4.60	0.0126
17	8500	23.35	4.90	0.0135
18				
19				

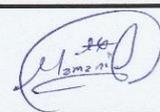
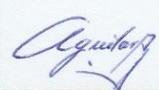
Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				

Tiempo : 3 min 56 seg

Carga ultima : 8940 kg-f

Observaciones:

APROBADO POR:

Coordinador de Laboratorio	Asesor de Tesis	Investigador	Director de Carrera
CUZCO MINCHAN, Victor	Ing. CACHI CERNA, Gabriel	MAMANI GUTIERREZ, César David.	Ing. AGUILAR ALIAGA, Orlando
 FIRMA	 FIRMA	 FIRMA	 FIRMA

FORMATO N°04

N	ENSAYO DE ADHESIÓN POR TRACCIÓN DIRECTA CON TESTIGOS DE LADRILLOS CRUZADOS EFECTUADO EN MÁQUINA DE COMPRESIÓN - NORMA: ASTM C952-12	
	LADRILLO CRUZADO CON ESPESOR DE MORTERO DE 1.5 cm	
NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN : “ADHERENCIA ENTRE EL MORTERO Y EL LADRILLO MACIZO AL INVERTIR SU CARA DE ASIENTO DEL LADRILLO MACIZO”.		
INVESTIGADOR : MAMANI GUTIERREZ CESAR D.		HORAS DE TRABAJO : 30Días
FECHA : 11/17/2015		

TOMA DE DATOS PARA LA MUESTRA DE LADRILLOS CRUZADOS CON LA CARA DE ASIENTO INVERTIDO

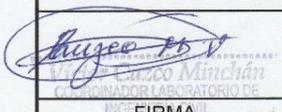
MUESTRAS	DIMENSIONES				PROMEDIO (mm)	Tiempo de ensayo (min)	ΔL (mm)	Carga (kg-f)
	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)				
Lc- 01	LARGO	125	126	125	126	1 min 42 seg	2.12	251
	ANCHO	125	125	125	125			
Área resistente (mm²) :					15687.50			

MUESTRAS	DIMENSIONES				PROMEDIO (mm)	Tiempo de ensayo (min)	ΔL (mm)	Carga (kg-f)
	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)				
Lc- 02	LARGO	127.00	125	127	126	1 min 54 seg	2.36	324
	ANCHO	126.00	125	126	125			
Área resistente (mm²) :					15844.38			

MUESTRAS	DIMENSIONES				PROMEDIO (mm)	Tiempo de ensayo (min)	ΔL (mm)	Carga (kg-f)
	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)				
Lc- 03	LARGO	126.00	128	126	127	1 min 35 seg	1.98	161
	ANCHO	126.00	125	125	125			
Área resistente (mm²) :					15875.44			

MUESTRAS	DIMENSIONES				PROMEDIO (mm)	Tiempo de ensayo (min)	ΔL (mm)	Carga (kg-f)
	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)				
Lc- 04	LARGO	125.00	127	125	127	1 min 37 seg	2.02	183
	ANCHO	125.00	125	125	125			
Área resistente (mm²) :					15750.00			

MUESTRAS	DIMENSIONES				PROMEDIO (mm)	Tiempo de ensayo (min)	ΔL (mm)	Carga (kg-f)
	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)				
Lc- 05	LARGO	126.00	126	127	126	1 min 46 seg	2.20	264
	ANCHO	125.00	126	125	126			
Área resistente (mm²) :					15844.38			

APROBADO POR:			
Coordinador de Laboratorio	Asesor de Tesis	Investigador	Director de Carrera
CUZCO MINCHAN, Victor	Ing. CACHI CERNA, Gabriel	MAMANI GUTIERREZ, César David.	Ing. AGUILAR ALIAGA, Orlando
 FIRMA	 FIRMA	 FIRMA	 FIRMA

FORMATO N°04

	ENSAYO DE ADHESIÓN POR TRACCIÓN DIRECTA CON TESTIGOS DE LADRILLOS CRUZADOS EFECTUADO EN MÁQUINA DE COMPRESIÓN - NORMA: ASTM C952-12		
	LADRILLO CRUZADO CON ESPESOR DE MORTERO DE 1.5 cm		
NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	: "ADHERENCIA ENTRE EL MORTERO Y EL LADRILLO MACIZO AL INVERTIR SU CARA DE ASIENTO DEL LADRILLO MACIZO".		
INVESTIGADOR	: MAMANI GUTIERREZ CESAR D.		HORAS DE TRABAJO : 30Dias
FECHA	: 11/17/2015		

TOMA DE DATOS PARA LA MUESTRA DE LADRILLOS CRUZADOS TENIENDO COMO CARA DE ASIENTO DE LA MANERA TRADICIONAL

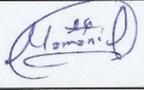
MUESTRAS	DIMENSIONES				PROMEDIO (mm)	Tiempo de ensayo (min)	ΔL(mm)	Carga (kg-f)
	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)				
Lc- 06	LARGO	126	126	125	125	1 min 44 seg	2.16	254
	ANCHO	125	125	125	125			
Área resistente (mm2) :					15687.50			

MUESTRAS	DIMENSIONES				PROMEDIO (mm)	Tiempo de ensayo (min)	ΔL(mm)	Carga (kg-f)
	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)				
Lc- 07	LARGO	126	126	126	126.00	1 min 38 seg	2.05	214
	ANCHO	125	125	125	125.00			
Área resistente (mm2) :					15750.00			

MUESTRAS	DIMENSIONES				PROMEDIO (mm)	Tiempo de ensayo (min)	ΔL(mm)	Carga (kg-f)
	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)				
Lc- 08	LARGO	127	126	127	126.50	2 min 28 seg	3.08	396
	ANCHO	125	125	125	125.00			
Área resistente (mm2) :					15812.50			

MUESTRAS	DIMENSIONES				PROMEDIO (mm)	Tiempo de ensayo (min)	ΔL(mm)	Carga (kg-f)
	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)				
Lc- 09	LARGO	124	125	124	124.50	1 min 41 seg	2.10	229
	ANCHO	126	125	126	125.50			
Área resistente (mm2) :					15624.75			

MUESTRAS	DIMENSIONES				PROMEDIO (mm)	Tiempo de ensayo (min)	ΔL(mm)	Carga (kg-f)
	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)				
Lc- 10	LARGO	125	125	124	124.75	1 min 31 seg	1.90	180
	ANCHO	125	127	125	126			
Área resistente (mm2) :					15687.31			

APROBADO POR:			
Coordinador de Laboratorio	Asesor de Tesis	Investigador	Director de Carrera
CUZCO MINCHAN, Victor	Ing. CACHI CERNA Gabriel	MAMANI GUTIERREZ, César David.	Ing. AGUILAR ALIAGA, Orlando
 FIRMA	 FIRMA	 FIRMA	 FIRMA

NTG 41051 h7

NORMA

TÉCNICA

GUATEMALTECA

Método de ensayo. Determinación de la resistencia de adherencia por tracción del mortero de pega y las unidades de mampostería.

Esta norma está basada en el método de ensayo de adherencia por tracción de ladrillos cruzados indicado en la sección 6 de la norma ASTM C952-12, con las modificaciones de simplificación requeridas para las condiciones de Guatemala y se hace referencia a la designación propia de las normas técnicas guatemaltecas.

Aprobada 2014-06-20

Adoptada Consejo Nacional de Normalización:



Comisión Guatemalteca de Normas

Ministerio de Economía

Edificio Centro Nacional de Metrología Referencia
Calzada Atanasio Tzul 27-32, zona 12

Teléfonos: (502) 2247-2600

Fax: (502) 2247-2687

www.mineco.gob.gt

info-coguanor@mail.mineco.gob.gt

NORMA COGUANOR NTG 41051 h7

Prólogo COGUANOR

La Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) es el Organismo Nacional de Normalización, creada por el Decreto No. 1523 del Congreso de la República del 05 de mayo de 1962. Sus funciones están definidas en el marco de la Ley del Sistema Nacional de la Calidad, Decreto 78-2005 del Congreso de la República.

COGUANOR es una entidad adscrita al Ministerio de Economía, su principal misión es proporcionar soporte técnico a los sectores público y privado por medio de la actividad de normalización.

COGUANOR, preocupada por el desarrollo de la actividad productiva de bienes y servicios en el país, ha armonizado las normas internacionales.

El estudio de esta norma, fue realizado a través del Comité Técnico de Normalización de Concreto (CTN Concreto), con la participación de:

Ing. Emilio Beltranena Matheu
Coordinador de Comité

Ing. Luis Alvarez Valencia
Representante ICCG

Ing. Juan Carlos Galindo
Representante Pisos Casa Blanca

Ing. Victor Nájera
Representante SIKA Guatemala

Sr. Manuel de Jesús Sacrab
Representante Inmobiliaria La Roca, S.A.

Ing. Giovanni Torres
Representante Inmobiliaria La Roca, S.A.

Arq. Jorge Luis Arévalo
Representante PRECÓN

Ing. Xiomara Sapón
Representante ICCG

Arq. Luis Fernando Salazar García
Representante Centro de Investigaciones de Arquitectura-USAC

Ing. Francisco Javier Quiñónez
Representante CONCYT

NORMA COGUANOR NTG 41051 h7

Ing. Max Fernando Schwartz
Representante DAS Arquitectura Contemporánea

Ing. Oscar Sequeira
Representante AGCC

Ing. Orlando Quintanilla
Representante FHA

Ing. Ramiro Callejas
Representante FHA

Sr. Elder Armando Ramos Yoc
Representante CII-USAC

Ing. Dilma Yanet Mejicanos Jol
Representante CII-USAC

Ing. Roberto Chang
Representante AGIES

Ing. Joaquín Rueda
Representante Cementos Progreso, S.A.

Ing. José Vásquez
Representante Mixto Listo

Lic. Rodrigo García
Representante Mixto Listo

Ing. Marlon Portillo Matta
Representante Municipalidad de Guatemala

Ing. Leonel Morales
Representante de CEMEX

Ing. Sergio Quiñónez
Representante PRECÓN

Ing. Sergio Sevilla
Representante CIFA

Ing. Gabriel Granados
Representante PRECSA

NORMA COGUANOR NTG 41051 h7

Índice

	Página
1 Objeto.....	5
2 Documentos citados.....	5
3 Significado y uso.....	6
4 Equipo.....	6
5 Muestreo y ensayo.....	9
6 Espécimen de ensayo.....	9
7 Procedimiento de ensayo.....	9
8 Precisión y Sesgo.....	10
9 Descriptores.....	10

NORMA COGUANOR NTG 41051 h7

5/10

1. OBJETO

1.1 Este método de ensayo proporciona un procedimiento para la medición de la resistencia de adherencia por tracción del mortero de pega y las unidades de mampostería, usando un espécimen de unidades cruzadas.

1.2 Los valores dados en unidades SI (mostrados entre paréntesis) y los dados en unidades SI deben considerarse separadamente como el estándar. Los valores indicados en cada sistema pueden no ser exactamente equivalentes; por eso cada sistema debe ser usado independientemente del otro. La combinación de valores de los dos sistemas puede resultar en una no conformidad con la norma.

1.3 Esta norma no pretende señalar todos los aspectos relacionados con la seguridad si los hubiere, asociados con su uso. Es responsabilidad del usuario, el establecer las prácticas apropiadas de seguridad y salubridad requeridas y determinar la aplicabilidad de limitaciones regulatorias, antes de su uso.

2. DOCUMENTOS CITADOS 2.1 Normas NTG (ASTM)

NTG 41050 (ASTM C 270)	Mortero de pega para unidades de mampostería. Especificaciones.
NTG 41051 h1 (ASTM C 780)	Método de ensayo. Evaluación pre-construcción y durante la construcción de los morteros de pega para la mampostería simple y reforzada.
NTG 41066 (ASTM C 1566)	Guía para el aseguramiento de la calidad de los morteros de pega de mampostería.
NTG 41054	Bloques huecos de concreto para muros. Especificaciones.
NTG 41055	Método de ensayo. Determinación de la resistencia a la compresión de bloques de concreto.
(ASTM C 67)	Método de ensayo para el muestreo y el ensayo de ladrillos y bloques de barro cocido.
(ASTM C 140)	Método de ensayo para el muestreo y el ensayo de unidades de concreto para mampostería y unidades relacionadas.
NTG 41051 h 6 (ASTM E518/E518M)	Método de ensayo. Determinación de la resistencia de adherencia por flexión de la mampostería no reforzada.

2.2 Normas NTG (NTC)

NTG 41051 h 7 (NTC 3691)	Método de ensayo. Determinación de la resistencia de adherencia por flexión en la mampostería.
-----------------------------	--

3. SIGNIFICADO Y USO

3.1 Este procedimiento está basado en la sección 6 de la norma ASTM C952-12. El mismo se considera útil para investigaciones preliminares sobre la resistencia de adherencia por tracción en la mampostería pero no se pretende que sea útil para predecir la resistencia a la adherencia de la mampostería en estructuras construidas comercialmente. La resistencia de adherencia de estas estructuras construidas comercialmente es determinada por muchos factores además de las características del mortero de pega y de las unidades de mampostería y del procedimiento usado en éste método.

NOTA 1 – El método de los ladrillos cruzados mide una resistencia de adherencia en tracción directa entre el mortero de pega y la unidad de mampostería. El mismo no determina la resistencia a la flexión del ensamblaje unidad de mampostería-mortero de pega. Se considera que otros métodos, como el de la norma NTG 41051 h6 (ASTM E 518/E 518 M) la norma NTG 41051 h7 (NTC 3691) o la norma ASTM C 1072, son los apropiados para la determinación de la adherencia por flexión entre el mortero de pega y las unidades de mampostería.

3.2 El ensayo de adherencia por tracción de ladrillos cruzados puede ser usado para determinar:

3.2.1 La adherencia entre un ladrillo específico y un mortero de pega específico.

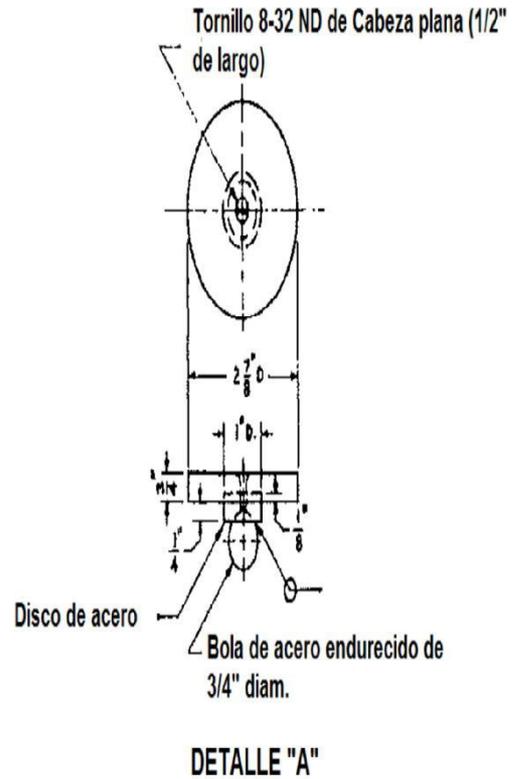
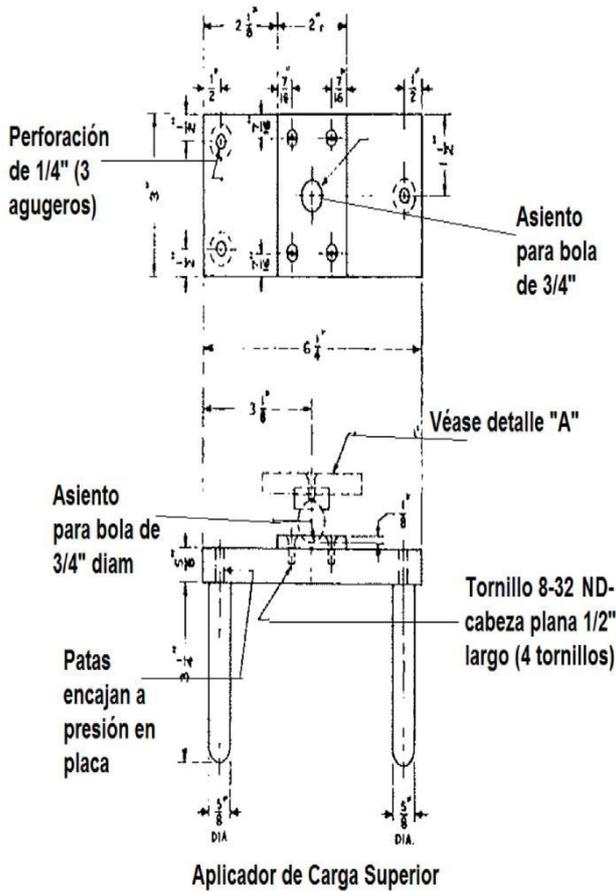
3.2.2 La adherencia relativa entre diferentes ladrillos y un mortero de pega específicos.

3.2.3 La adherencia relativa entre una unidad específica y diferentes tipos de morteros de pega.

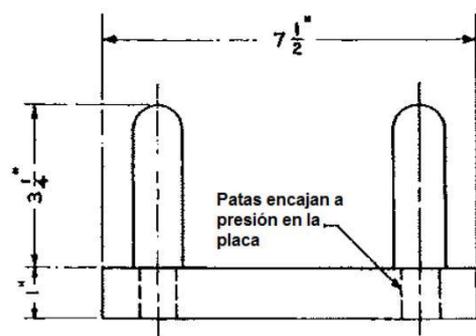
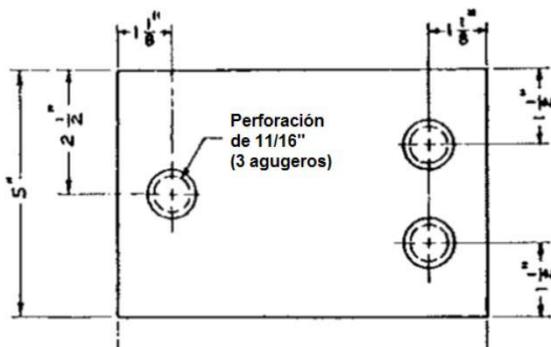
3.2.4 En cada caso se recomienda determinar la velocidad de absorción de los ladrillos de barro de acuerdo con el método indicado en la norma ASTM C 67. Se recomienda que los ladrillos usados para un estudio, cubran el rango de velocidades de absorción aceptables de acuerdo a las especificaciones aceptadas.

4. EQUIPO

4.1 El equipo de ensayo consiste básicamente en una máquina de ensayo a compresión, con espacio apropiado para acomodar el ensamblaje de ladrillos cruzados, y en un juego de aplicadores de carga al espécimen de ladrillos cruzados, como el ilustrado en la Figura 1. El juego de aplicadores de carga debe tener las medidas compatibles con el tamaño de los ladrillos de barro o de concreto que se van a ensayar.



MATERIAL PARA LOS APLICADORES DE CARGA: ACERO



APLICADOR DE CARGA INFERIOR

Figura 1 - Aplicadores de carga para especímenes de ladrillos cruzados

NOTA: Los aplicadores de carga deben ser dimensionados de acuerdo al tamaño de los ladrillos de barro o ladrillos de concreto que se ensayan.

CUADRO 1 – Equivalentes métricos para la Figura 1

Libra-pulgada	Métrico	Libra-pulgada	Métrico
1/8"	3 mm	1 1/2"	38 mm
1/4"	6.4 mm	2"	51 mm
7/16"	11 mm	2 1/8"	54 mm
11/16"	17.4 mm	2 1/2"	64 mm
1/2"	12.7 mm	3 1/8"	79 mm
5/8"	15.8 mm	3 1/4"	82 mm
3/4"	19.0 mm	5"	127 mm
1"	25.0 mm	6 1/4"	159 mm
1 1/8"	28.0 mm	7 1/2"	190 mm

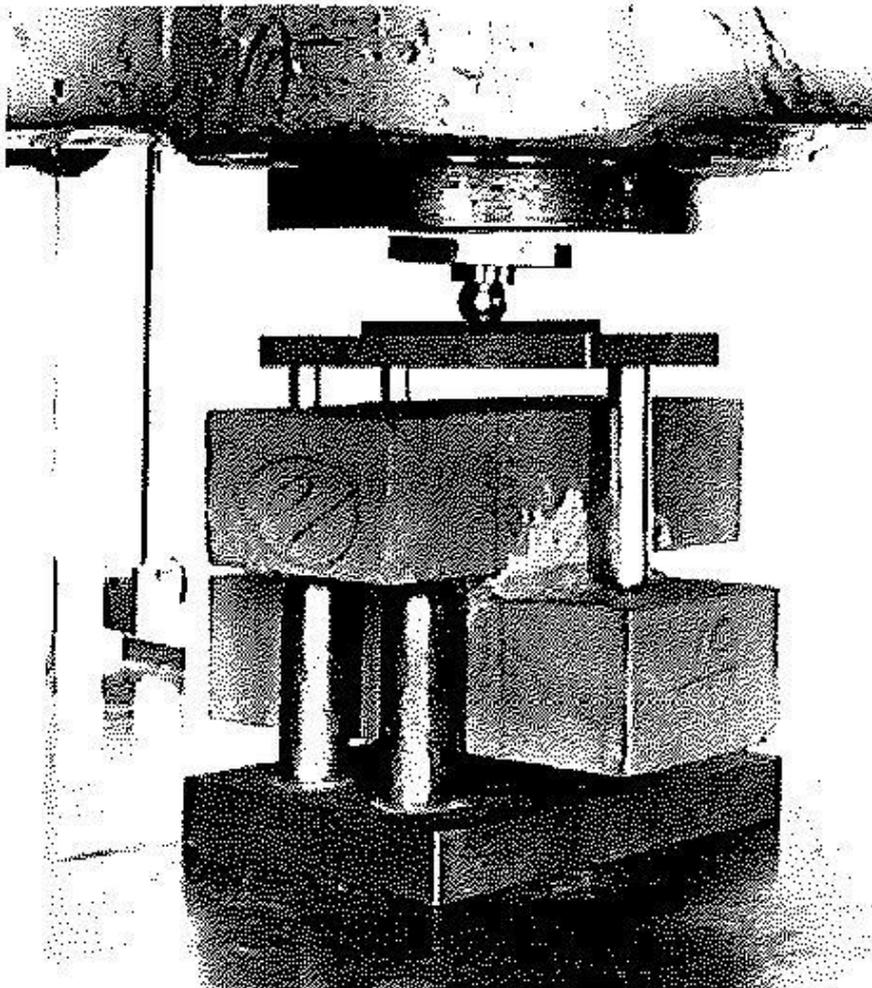


Figura 2 – Ensamblaje de ladrillos cruzados posicionado en la Máquina de ensayo.

NORMA COGUANOR NTG 41051 h7

9/10

5. MUESTREO Y ENSAYO

5.1 Unidades de mampostería de ladrillo de barro cocido. Las unidades de mampostería de ladrillo se deben muestrear y ensayar de acuerdo con la norma ASTM C 67.

NOTA 2 – Las propiedades de los ladrillos de barro que pueden ser de interés son la absorción en agua fría, la velocidad inicial de absorción y la resistencia a la compresión.

5.2 Unidades de mampostería de ladrillos de concreto. Por el momento no se fabrican en Guatemala ladrillos de concreto.

5.3 Mortero de pega – El mortero de pega se debe preparar de acuerdo con las instrucciones de las normas NTG 41050 (ASTM C270) y NTG 41051 h1 (ASTM C 780). Cuando se especifica el ensayo de las propiedades del mortero, se debe determinar la resistencia a la compresión, el contenido de aire, el flujo inicial o la penetración del cono y la retención de agua.

6. ESPECIMEN DE ENSAYO

6.1 El espécimen de ensayo es de dos ladrillos en cruz unidos por el mortero de pega como se ilustra en la Figura 2. Para el curado se recomienda almacenar los especímenes en una bolsa cerrada herméticamente por 7 días. Luego de removerlos de la bolsa se almacenan al aire ambiente del laboratorio a una temperatura de 24°C

± 8°C y una humedad relativa entre 30% y 70% (Véase Nota 3). La temperatura y humedad deben ser registradas y reportadas. Se pueden usar diferentes períodos de tiempo de curado si el efecto del curado y la edad del mortero es el parámetro estudiado.

NOTA 3 – Las condiciones de temperatura y humedad relativa, son las mismas especificadas en la norma NTG 41051 h6 Método de Ensayo. Determinación de la resistencia de adherencia por flexión de la mampostería.

7. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

7.1 Se coloca y se centra el espécimen entre los aplicadores de carga superior e inferior y se coloca el ensamble en la máquina de ensayos centrado respecto al eje vertical de los cabezales, como se ilustra en la Figura 2. El espécimen se carga a una velocidad de 2.7 kN (600lb) por minuto o a una velocidad de carga suficiente para causar la falla del mismo en 1 o 2 minutos. Se debe anotar y registrar la máxima carga aplicada y el tipo de falla.

7.2 Cálculos – Se calcula la resistencia de adherencia por tracción máxima como sigue:

Resistencia Adherencia por Tracción

$$T \text{ N/m}^2 (\text{lb/pulg}^2) = A/B$$

NORMA COGUANOR NTG 41051 h7

10/10

- A =Carga total aplicada, N (lbf), y
- B =Área de la sección transversal de adherencia, m² (pulg²)

8. PRECISIÓN Y SESGO

8.1 En algunas investigaciones usando este método en los EEUU, se han reportado coeficientes de variación entre 15 y 35%.

9. DESCRIPTORES

9.1 Adherencia por tracción; unidad de mampostería de ladrillo, espécimen de ladrillos cruzados.

-- Última línea --