



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

TESIS

**“ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL
MORTERO DE JUNTA; TRADICIONAL Y ADICIONANDO CAL EN
MUROS DE ALBAÑILERIA DE LADRILLO Y DE BLOQUETA EN LA
CIUDAD DEL CUSCO”**

PRESENTADO POR:

Br. Liseth Cinthia Gonzales Herrera

PARA OPTAR: TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ASESOR METODOLÓGICO: Mg. Ing. GORKI FEDERICO ASCUE SALAS

ASESOR TECNICO:

Mg. Ing. Civil RAUL APAZA MENESES

CUSCO-PERU

2018

DEDICATORIA

Ante todo a Dios quien me ha dado sabiduría para llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos.

A mis padres ANDRES Y BENY por haberme apoyado en todo momento y por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, por sus consejos sabios, grandes valores, perseverancia y constancia que los caracterizan y que me han infundado siempre, a mis queridos hermanos Nancy, Jaime y Andrea por ser ejemplos de hermanos mayores y de los cuales aprendí aciertos y de momentos difíciles, a mi esposo quien me ha ayudado a lo largo de esta larga jornada brindándome su amor y apoyo constante, a mis amigos que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta ahora contamos con esa gran amistad , finalmente a mis docentes aquellos que marcaron cada etapa de nuestro camino universitario y que me ayudaron en asesorías y dudas presentadas en la elaboración de la tesis para que llegara a la meta con éxito.

El Autor

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por interceder durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de mi vida.

A mis padres, que con su demostración de padres ejemplares me han enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada ni nadie y siempre perseverar a travez de sus sabios consejos.

A mis hermanos por su apoyo incondicional y por demostrarme la gran fe que tienen en mí.

A mi esposo, por acompañarme durante todo este arduo camino y compartir conmigo triunfos y fracasos.

Al Ing. Raul Apaza, por su valiosa guía y asesoramiento a la realización de la tesis.

Finalmente quiero agradecer a mi alma mater, la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Alas Peruanas, por facilitarme el uso del laboratorio de Ingeniería Civil y su biblioteca para el desarrollo de mi tesis.

A todos muchas gracias.

El Autor

RESUMEN

El presente estudio tiene como propósito u objetivo determinar el comportamiento mecánico de los muros de ladrillo y bloquetas construidos con juntas de mortero tradicional y el mortero de cemento, cal y arena. Inicialmente se realizó los ensayos de caracterización de las unidades de ladrillos y bloquetas utilizadas en el presente estudio, los cuales consistieron en pruebas de muestreo, variación dimensional, alabeo, absorción, succión resistencia a la compresión y porcentaje de ranuras los cuales fueron controlados con las especificaciones contenidas en la Norma E.070. Se experimenta y determina la variación de la resistencia a la compresión en pilas, la variación de la resistencia a la adherencia AL CORTE mediante compresión diagonal de muretes y posteriormente se identificó los tipos de falla que presentaron las pilas y muretes de ladrillo y bloquetas.

Finalmente de cuyos ensayos realizados, se concluye que el mortero tradicional tiene un mejor comportamiento mecánico a la compresión simple axial y resistencia a la adherencia diagonal que las juntas con mortero de cemento, cal y arena, tanto en muros de ladrillo como en muros de bloquetas, para lo cual también se realizó la prueba de compresión axial a cubos con mortero tradicional (Cemento: Arena fina+confitillo, **1:3**) y cubos con mortero de cemento:cal:arena+confitillo (**1 : 1/4 : 3**). Asimismo dichos morteros experimentados se encuentran dentro de los parámetros que establecen las normas E.070 y la NTP (Norma Técnica Peruana).

ABSTRACT

The purpose of this study is to determine the mechanical behavior of brick and block walls built with traditional mortar joints and mortar of cement, lime and sand. Initially the characterization tests of the brick and block units used in the present study were carried out, which consisted of sampling tests, dimensional variation, warping, absorption, suction, resistance to compression and percentage of grooves which were contracted with the specifications contained in Standard E.070. The variation of the compressive strength in piles, the variation of the adhesion resistance by means of diagonal compression of walls, were determined and later identified the types of failure that the piles and brick walls and blocks presented.

Finally, of the tests carried out, it is concluded that the traditional mortar has a better mechanical behavior to the simple axial compression and resistance to the diagonal adhesion than the joints with mortar of cement, lime and sand, both in brick walls and in block walls. , for which the axial compression test was also performed on cubes with traditional mortar (Cement: fine sand + confectionery, 1: 3) and cubes with cement mortar: lime: sand + confitillo (1: 1/4: 3). Also said experienced mortars are within the parameters established by the standards E.070 and the NTP (Peruvian Technical Standard).

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación “ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL MORTERO DE JUNTA; TRADICIONAL Y ADICIONANDO CAL EN MUROS DE ALBAÑILERIA DE LADRILLO Y DE BLOQUETA EN LA CIUDAD DEL CUSCO“ que pertenece al área de albañilería dentro de la especialidad de Ingeniería Civil, se realizó en la ciudad del Cusco, con materiales pertenecientes a la región.

La presente investigación tuvo como objetivo principal el de establecer el comportamiento mecánico de las características y propiedades del mortero de junta tradicional y el mortero de cemento, cal y arena, en muros de albañilería de ladrillo y bloquetas en la ciudad del Cusco.

En cuanto al proceso experimental se ensayaron pilas de albañilería simple y muretes a compresión axial y diagonal verificando el cumplimiento con la Norma E.070. El estudio de investigación está compuesta de cinco capítulos: El capítulo I referido la identificación del problema, objetivos, justificación y delimitación. En el capítulo II se describe el marco teórico, antecedentes del estudio, definiciones de términos básicos, hipótesis y variables de la investigación.

El capítulo III hace referencia a la metodología y diseño de la investigación, descripción de la población y muestra, técnicas, instrumentos y plan de recolección de datos.

En el capítulo IV se mencionan los resultados y la discusión de resultados en función a los objetivos planteados, resultados obtenidos y antecedentes mencionadas.

Finalmente el capítulo V constan de las conclusiones, recomendaciones, referencias y anexos.

ÍNDICE GENERAL

Contenido

AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
INTRODUCCIÓN	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE TABLAS	ix
INDICE DE FIGURAS	xi
LISTAS DE GRAFICOS	xi
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	1
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
1.2.1. Problema General	2
1.2.2. Problema Específico	2
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.3.1 Objetivo General:	3
1.3.2. Objetivo Especifico	3
1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO	3
1.4.1. Justificación académica	3
1.4.2. Justificación técnica	3
1.4.3. Justificación social	3
1.4.4. Relevancia	4
1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.6 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.6.1 Delimitación Espacial:	5
1.6.2 Delimitación temporal	6
1.6.3. Delimitación Cuantitativa:	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	7
2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	7
2.2. BASES TEÓRICAS	28
2.2.1. El concreto	28
2.2.2. Tipos de concreto	28
2.2.3. Mortero	32
2.2.4. Resistencia	33

2.2.5.- Albañilería	33
2.2.6.- Limitaciones en su Aplicación	36
2.2.7. Pruebas	37
2.2.9 Resistencia de prismas de Albañilería	38
2.2.9. Granulometría	40
2.2.10. Bloqueta de concreto	42
2.3. DEFINICIONES DE TERMINOS BÁSICOS	44
2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	48
2.4.1 Hipótesis General	48
2.4.2 Hipótesis Específicos	48
2.5 VARIABLE DE ESTUDIO	48
2.5.1 Variable 1	48
2.5.2 Variable 2	48
2.5.3 Operacionalización de las variables	49
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	50
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	50
3.2.- DISEÑO DE LA INVESTIGACION	50
3.3.- MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN	51
3.4.- POBLACIÓN Y MUESTRA	51
3.4.1 Población	51
3.4.2 Muestra	51
3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS	52
3.5.1 Técnicas	52
3.5.2 Técnicas Indirectas	52
3.5.3 Técnicas de Seguridad	53
3.5.4 Técnicas Directas	53
3.5.5 Instrumentos de recolección de datos	53
3.6- VALIDACION Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO	54
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	56
4. PRUEBAS	56
4.1. MUESTREO	56
4.2. VARIACIÓN DIMENSIONAL.	56
4.3.- ALABEO	61
4.4.- ABSORCIÓN	63
4.5.- SUCCIÓN	65
4.6.- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	67

4.7. PORCENTAJE DE RANURAS	69
4.8.- RESUMEN DE RESULTADOS	72
4.9. GRANULOMETRIA	73
4.9.1. Equipo y Materiales	73
4.9.2.- Procedimiento:	73
4.9.3. Aplicaciones del ensayo:	74
4.10. ENSAYO A LA COMPRESIÓN DE CUBOS.	77
4.10.1.- Ensayo de los Cubos	77
4.11. PRISMAS DE ALBAÑILERIA	81
4.11.1.- Pilas	81
4.11.2.- Proceso constructivo de pilas de ladrillo	81
4.11.3.- Proceso constructivo de pilas de Bloquetas	82
4.11.4.- Técnica de Ensayo	83
4.11.5.- Cálculo de la Resistencia a Compresión Axial	84
4.11.6 Resultado de la resistencia a compresión axial de pilas de ladrillo y Bloquetas.	85
4.11.7.- Forma de falla de pilas de albañilería	87
4.11.8. Tipos de falla	87
4.12.- RESISTENCIA AL CORTANTE DE ALBAÑILERIA (v'm)	92
4.12.1.- Muretes	92
4.12.2 Procedimiento de Construcción	92
4.12.3.- Técnica de Ensayo	95
4.12.4.- Cálculo de la Resistencia al Corte	95
4.12.5.- Tipos de falla	98
4.12.6.- Tipos de fallas de los muretes de ladrillo.	99
4.12.7.- Tipos de fallas de los muretes de bloquetas	101
4.13. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	103
CAPITULO V: PROPUESTA	105
CONCLUSIONES	105
RECOMENDACIONES	106
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	107

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Delimitación de la investigación	5
Tabla 02: Delimitación cuantitativa.	6
Tabla 03: Composición química del cemento portland.	30
Tabla 04: Granulometría de Agregado Grueso.	30
Tabla 05: Granulometría de Arena Fina	31
Tabla 06: Componentes del Mortero Tendrán las proporciones volumétricas (en estado suelto)	33
Tabla 07: Clases de unidad de albañilería para fines estructurales.	35
Tabla 08: Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales.	36
Tabla 09: Métodos para determinar f'm y v'm.	39
Tabla 10: Incremento de f'm y v'm por Edad.	39
Tabla 11: Resistencia características de la albañilería Mpa (kg/cm ²)	40
Tabla 12: Factores de corrección de f'm por Esbeltez.	40
Tabla 13: Operacional de la variable.	49
Tabla 14: Características de los ladrillos.	57
Tabla 15: Variación Dimensional del Ladrillo.	58
Tabla 16: Alabeo de ladrillos	62
Tabla 17: Absorción de unidades de Ladrillo.	65
Tabla 18: Succión de unidades de albañilería.	67
Tabla 19: Resistencia a la Compresión (f'b) en ladrillos.	68
Tabla 20: Porcentaje de Ranuras del ladrillo.	70
Tabla 21: Resumen de los resultados de los ensayos al ladrillo.	72
Tabla 22: Granulometría de arena gruesa confitillo (Vicho)	75
Tabla 23: Granulometría de arena fina (Cunyac)	76
Tabla 24: Compresión de cubos con mortero tradicional (Cemento: Arena fina+confitillo, 1:3)	78
Tabla 25: Compresión de cubos con mortero de cemento: cal: arena+confitillo (1: ½: 3)	79
Tabla 26: Factores de corrección según Norma E. 070.	85
Tabla 27: Resultado de pilas de ladrillo con mortero tradicional (Cemento: Arena fina+confitillo, 1:3)	85

Tabla 28 : Resultado de pilas de ladrillo con mortero de cemento: cal: arena+confitillo (1 : 1/4 : 3).	86
Tabla 29: Resultado de pilas de bloqueta con mortero tradicional (Cemento: Arena fina+confitillo, 1:3)	86
Tabla 30: Resultado de pilas de bloquetas con mortero de cemento: cal: arena+confitillo (1: 1/4 : 3).	87
Tabla 31: Resultado de Muretes con ladrillo con mortero tradicional (Cemento: Arena fina+confitillo,1:3)	96
Tabla 32: Resultado de Muretes con ladrillo con mortero cemento, cal, arena fina +confitillo, (1:1/4:3)	97
Tabla 33: Resultado de Muretes con bloquetas con mortero tradicional (Cemento: Arena fina+confitillo,1:3)	97
Tabla 34: Resultado de Muretes con bloquetas con con mortero cemento, cal, arena fina +confitillo, (1:1/4:3)	98

INDICE DE FIGURAS

Figura 01: Delimitación de la Investigación	5
Figura 02: Factores de zona en Cusco	37
Figura 03: Variación Dimensional	38
Figura 06: Instrumentos de ingeniería	54
Figura 07: ladrillos de arcilla King Kong de 18 huecos	58
Figura 08: Medición de los ladrillos milimétricamente	58
Figura 09: Alabeo de ladrillos	62
Figura 10: Proceso prueba de Absorción	64
Figura 11: Proceso de prueba de succión	66
Figura 12: Ensayo de granulometría	74
Figura 13: Procedimiento de elaboración de cubos de mortero tradicional y adicionando cal	77
Figura 14: Materiales utilizados en los Muretes y Pilas	79
Figura 15: Proceso constructivo de pilas de ladrillo	82
Figura 16: Proceso Constructivo de Pilas Bloquetas.	83
Figura 17: Maquina para compresión axial	84
Figura 18: Tipo de falla de las pilas de ladrillo.	88
Figura 19: Tipo de falla de las pilas de bloquetas	90
Figura 20: Proceso Constructivos de Muretes de ladrillo	93
Figura 21: Proceso Constructivos de Muretes con bloquetas	94
Figura 22: Maquina de Compresión Diagonal	95
Figura 23: Fallas de Muretes de ladrillo	99
Figura 24: Fallas de Muretes de bloquetas	101

LISTAS DE GRAFICOS

Grafico 01: gráficos de variación dimensional en ladrillos	59
Grafico 02: Curva Granulométrico arena gruesa confitillo (Vicho)	75
Grafico 03: Curva Granulometría de arena fina (Cunyac).	76

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

En los procesos constructivos el mortero es utilizado para unir mampostería (ladrillo de arcilla y bloques de concreto), para reparar las fisuras e imperfecciones de las paredes proporcionando un acabado liso o áspero en las superficies al ser repelladas.

Actualmente los muros presentan fallas, fisuras en las fachadas de las viviendas, entre ellas fallas por aplastamiento, falla por corte, falla por deslizamiento, falla por flexión horizontal, falla por flexión con agrietamientos verticales y/o horizontales, etc. estas fallas, en muros de albañilería se debe a: problemas de humedad, problemas de estabilidad y asentamientos, muros no aporricados, juntas de dilatación de diferentes espesores. También por falta de adherencia entre el ladrillo y el mortero adhesivo, consecuencia de no haber liberado el polvo de los ladrillos antes de colocarlos, y en otros casos los poros que se presentan en los ladrillos. Asimismo, la alta de resistencia del mortero debido a una deficiente preparación de la mezcla, y la poca plasticidad, consecuencia de una dosificación incorrecta, incorrecto asentamiento del ladrillo en los muros, a menor esfuerzo de compresión produce una fisura y falla. (Arquitectura I. D., 2015)

En el Cusco las investigaciones relacionadas a los morteros de mampostería son muy escasas. Las pruebas en los laboratorios respecto a morteros se limitan solo a la compresión de cubos y cilindros cuya geometría y tamaño influyen en los resultados de los ensayos que demanda el mortero.

El mortero forma solamente entre el 10 y 20% del volumen total de material de una pared de mampostería. Sin embargo, su efecto en el comportamiento de la pared es mucho mayor que lo que indica ese porcentaje. Funcionalmente, el mortero liga las unidades de mampostería y sirve de sello para impedir la penetración de aire y agua.

A través del presente estudio de investigación se pretende dar a conocer la importancia que ejerce el mortero de mampostería en la construcción, con el propósito que se puedan hacer otras investigaciones relacionadas a los morteros de mampostería y se pueda mejorar sus propiedades.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.2.1. Problema General

¿En qué medida varía el análisis del comportamiento mecánico de las características del mortero de junta; tradicional y adicionando cal en muros de albañilería de ladrillo y bloqueta en la ciudad del Cusco?.

1.2.2. Problema Específico

- ¿Cuál es la variación de la resistencia a la adherencia en los muros de albañilería de ladrillo y bloqueta, construidos con juntas de mortero tradicional y adicionando cal en ciudad del Cusco?
- ¿Cuál es la variación de la resistencia a la compresión axial de los muros de albañilería de ladrillo y bloqueta, construidos con juntas de mortero tradicional y adicionando cal en la ciudad del Cusco?
- ¿Cuáles son los tipos de falla que experimenta los muros de albañilería de ladrillo y bloqueta, construidos con juntas de mortero tradicional y adicionando cal en la ciudad del Cusco?

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 Objetivo General:

Analizar el comportamiento mecánico de las características del mortero de junta; tradicional y adicionando cal en muros de albañilería de ladrillo y bloqueta en la ciudad del Cusco.

1.3.2. Objetivo Especifico

- Estimar la resistencia a la adherencia en los muros de albañilería de ladrillo y bloqueta, construidos con juntas de mortero; tradicional y adicionando cal la ciudad del Cusco.
- Determinar la variación de la resistencia a la compresión axial de los muros de albañilería de ladrillo y bloqueta, construidos con juntas de mortero; tradicional y adicionando cal la ciudad del Cusco.
- Identificar los tipos de falla que experimenta los muros de albañilería de ladrillo y bloqueta, construidos con juntas de mortero; tradicional y adicionando cal en la ciudad del Cusco.

1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

1.4.1. Justificación académica

La siguiente investigación se justifica académicamente por que permitirá analizar el comportamiento mecanico de los muros de albañilería de ladrillo y bloqueta, construidos con juntas de mortero tradicional y adicionando cal en la ciudad del Cusco.

1.4.2. Justificación técnica

En la presente estudio se realizará los ensayos de resistencia a la compresión axial, resistencia a la adherencia en muros y muretes de ladrillo y bloquetas, construidos con juntas de mortero tradicional y adicionando cal, en el marco de las normas técnicas establecidas para obtener resultados precisos y puntuales.

1.4.3. Justificación social

El estudio es importante para nuestra sociedad ya que nos presentara nuevas alternativas de construcción de muros de albañilería,

considerando juntas de mortero tradicional y adicionando cal. Asimismo tendremos conocimiento de los costos que demandan el utilizar una u otra alternativa.

1.4.4. Relevancia

a) En lo teórico

Servirá como información básica para ampliar conocimientos de otros materiales y procedimientos técnicos para la partida de asentado de ladrillo y bloqueta en muros no portantes y portantes.

b) En lo práctico

Nos permitirá conocer la calidad de materiales que viene encontrándose en el mercado, para la construcción de muros de ladrillos y bloqueta portantes y no portantes.

c) En lo metodológico

Es un aporte importante para ampliar conocimientos e innovar nuevas tecnologías en los procesos constructivos de muros de ladrillos y bloqueta no portantes.

1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

- Los ladrillos usados en esta investigación fueron de fábrica de ladrillos Constructec y bloquetas de la ferretería Maestro, por ser los más utilizados para la construcción de edificaciones en la ciudad de Cusco.
- La Arena fina utilizada fue de Cunyac + confitillo de Vicho de la ciudad de Cusco por la que es la más utilizada en la ejecución de proyectos de edificación.
- Se usó la maquina de compresión diagonal y axial del laboratorio de concreto y suelos de la Universidad Alas Peruanas. Asimismo los laboratorios particulares tienen costos altos por prestar sus servicios y no cuentan con máquina para la prueba de compresión diagonal.

1.6 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1 Delimitación Espacial:

El trabajo de investigación se desarrollará en la ciudad de:

- Departamento : Cusco
- Provincia : Cusco
- Distrito : Cusco

Siendo la procedencia de la arena gruesa de la Canteras de Vicho y de Cunyac, Las unidades de albañilería serán de la ladrillera Constructec ubicado en el distrito de San Jerónimo cuyas dimensiones son 09x12x24cm, y las bloquetas de Maestro cuyas dimensiones son 9x19x39cm.

Figura 01: Delimitación de la Investigación



Fuente: (Decuscoperu.com, 2017)

Tabla 01: Delimitación de la investigación

DESCRIPCION	ZONA	ESTE	SUR	ALTITUD
Cusco	18L	809307	8509643.1	3356
Cantera Vicho	18L	204892.51	8500319.93	3038
Cantera Cunyac	18L	761951.4	8499516.64	1846
Ladrillera Constructec	18L	186465.69	8501508.75	3240
Bloqueta Maestro	18L	186469.78	8501509.78	3240

Fuente: Elaboración propia.

1.6.2 Delimitación temporal

El trabajo de investigación tendrá una duración de 06 meses, en el periodo comprendido entre noviembre a mayo del 2018.

1.6.3. Delimitación Cuantitativa:

Tabla 02: Delimitación cuantitativa.

Junta Espesor: 1.5 cm	Ladrillo		Bloqueta	
	Pila (3 hileras)	Muretes (60 cmX60 cm)	Pila (2 hileras)	Muretes (60 cmX60 cm)
Cemento:Arena fina+confitillo (1:3)	3	3	3	3
Cemento:Cal: Arena fina+confitillo(1:1/4:3)	3	3	3	3
Total	6	6	6	6

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

a) A nivel internacional:

Para el estudio de esta problemática fue necesario ubicar antecedentes siendo a nivel internacional el de (ALAS QUINTEROS, 2012) quien presentó el trabajo de investigación “DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE MORTEROS PARA MAMPOSTERÍA UTILIZANDO ESPECÍMENES CILÍNDRICOS Y CUBOS, CON AGREGADOS DEL BANCO DE ARENA: LAGUNA DE ARAMUACA EN SAN MIGUEL”, en la Universidad de El Salvador para optar el Título de Ingeniero Civil, dicho trabajo de investigación tiene por finalidad dar a conocer la resistencia a compresión de morteros usados en la construcción; utilizando especímenes cilíndricos y cubos, con agregados del banco de Aramuaca (San Miguel), siguiendo las especificaciones de las normas de la American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana para Ensayos y Materiales), cuyas conclusiones son las siguientes:

- Del análisis granulométrico que se realizó al banco de arena: Laguna de Aramuaca, El Carmen, La Pedrera, de estos tres el único que cumple es la Laguna de Aramuaca debido a que su módulo de finura se encuentra dentro de los rangos establecidos por la Norma ASTM C-144.
- Antes de colocar la mezcla del mortero en los moldes cilíndricos y cubos es necesario realizar la prueba de fluidez para obtener una buena

trabajabilidad, manejabilidad, para lo cual es necesario que el diámetro de la mezcla se encuentre dentro del rango de 6" a 12", si este se sobrepasa se reduce la cantidad de agua según la Norma ASTM C-109, ASTM C-1437, ASTM C-6103.

- La arena utilizada en las pruebas de laboratorio y campo la obtuvimos del banco de arena de la empresa PÉTREOS S.A. DE C.V. Debido a que esta es lavada y está libre de impurezas tales como materia orgánica y tierra según los lineamientos de la Norma ASTM C-136.
- El Cemento para mortero debe de estar libre de grumos para obtener una mezcla homogénea de los materiales y una resistencia adecuada según la utilidad del mortero, cumpliendo con la Norma ASTM C- 91.
- El mortero para mampostería por su resistencia a compresión y contenido de aire, cumple con las especificaciones de la norma ASTM C-270, para un mortero tipo M.
- La cantidad de agua utilizada y las condiciones ambientales durante la elaboración del mortero elaborado en campo, fueron determinantes para que dichos morteros sufrieran diferencia con los resultados obtenidos en el laboratorio.
- Se deben seguir las especificaciones técnicas que establecen las Normas ASTM referentes a mortero para evitar problemas en la construcción de Obras Civiles.
- El uso de mano de obra no capacitada y técnicas constructivas irregulares, contribuyen a la reducción de la resistencia a compresión del mortero elaborado en campo, de acuerdo a la investigación, el uso del contenido óptimo del agua, se considera como el más adecuado a partir de la comparación de su comportamiento, que se asemeja a las condiciones de laboratorio, en el caso de la resistencia a compresión.
- De la hipótesis planteada que consiste en la comparación de los cubos de mortero con los especímenes cilíndricos, se establece que tanto la elaboración de estos en laboratorio y campo, el cubo es el que obtiene la mayor resistencia a compresión según las especificaciones técnicas que establece la Norma ASTM C-270.

Asimismo formula las siguientes recomendaciones:

- Se debe explorar el lugar por medio de un mapeo geológico detallado para confirmar las reservas de material.
- Considerar un plan de manejo de explotación racional del banco de Materiales.
- Realizar ensayos a los agregados, periódicamente, por parte del propietario, para controlar la calidad del agregado que se vende.
- Las empresas encargadas de la extracción de arena deben seguir los lineamientos que establece el Medio Ambiente para evitar la erosión del suelo y así evitar la destrucción de la flora y fauna.
- Realizar otros trabajos de investigación con respecto a la adherencia, utilizando prismas de mampostería.
- En general, para trabajos de investigación que se desarrollen posteriormente y relacionados al área de mampostería, se recomienda utilizar otros tipos diferentes de materiales, que podrían ser artesanales o industriales para observar sus distintas variaciones.
- Se sugiere al ISCYC ampliar la investigación, utilizando arena de diferentes bancos de materiales que sean representativos en el ámbito de la construcción en El Salvador.
- Se sugiere a la Universidad de El Salvador mejorar las instalaciones del laboratorio de materiales y suelos; Así como actualizar la maquinaria y materiales para investigaciones futuras, tanto de concreto como de mortero.

También se tiene como antecedente internacional el de (Monreal, 2006), quien presentó el estudio intitulado “ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE MORTERO DE JUNTA PARA ALBAÑILERÍA FABRICADO EN OBRA Y MORTERO PREMEZCLADO HÚMEDO PARA ALBAÑILERÍA”, en la Universidad Austral de Chile, para optar el Título de Ingeniero Constructor, dicha investigación tuvo como objetivo analizar las diferencias que existen en calidad y costos entre los morteros de junta para albañilería fabricados en obra y los provenientes de una central hormigonera, donde arribó a las siguientes conclusiones:

- A partir del estudio se puede concluir que de las propiedades de los morteros las que mayor relevancia presentan son la Trabajabilidad, Retentividad y Resistencia a la Compresión, ya que afectan al proceso de colocación de ladrillo y el resultado final de la albañilería.
- Si analizamos el cumplimiento de los requisitos de estas propiedades podemos ver que la trabajabilidad de los morteros fabricados en obra depende de la calidad de la arena, que no siempre cumple con lo establecido en la norma NCh2256/1 y de la rigurosidad con que se cumpla la dosificación establecida. Por otra parte Pegamix Ladrillo presenta una trabajabilidad que se mantiene por 4 horas, sin necesidad de agregarle agua, lo que facilita el proceso de colocación de albañilería. En el caso de la Retentividad y la Resistencia a la Compresión para los morteros fabricados en obra, el cumplimiento de los requisitos establecidos en la norma NCh2256/1, queda restringido a no ocupar dosificaciones mayores que 1:3 (cemento:arena) y del uso de arenas que cumplan con lo establecido en la norma NCh2256/1, en cambio Pegamix Ladrillo ofrece el cumplimiento de estos requisitos.
- Además cabe destacar la calidad homogénea y buena trabajabilidad que presenta Pegamix Ladrillo, lo que facilita su colocación, mejor terminación de canterías y reducción de pérdidas, situándose por sobre el mortero fabricado en obra, teniendo como consideración el control sistemático del producto para garantizar así el cumplimiento de sus propiedades.
- Desde el punto de vista económico, aun cuando el valor de Pegamix Ladrillo presenta un costo superior al mortero fabricado en obra en sus costos directos, la utilización de este elimina los costos por logística de adquisición de materiales, pérdidas de mortero por transporte, fraguado y reparaciones de albañilería por malas terminaciones de canterías, lo que disminuye la brecha de costos entre este y el mortero fabricado en obra, que lo convierte en un producto altamente competitivo frente a los productos tradicionales.

b) A nivel nacional

- Como antecedente nacional se tiene el presentado por (cieza, 2012); el estudio de investigación “COMPORTAMIENTO SÍSMICOS DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA TIPO HAITÍ, ENSAYO DE CARGA LATERAL Y VERTICAL”, en la Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de ciencias e ingeniería, para optar el título profesional de Ingeniero Civil donde construyó dos muros confinados a escala natural con las mismas dimensiones y características las cuales fueron sometidas a ensayos cíclicos incrementales. Uno de ellos se sometió a ensayos de carga lateral cíclica, mientras el otro se le aplicó adicionalmente una carga vertical constante que represente la carga de una vivienda de dos pisos y en paralelo la carga lateral cíclica, lo cual le permitió arribar a las siguientes conclusiones:

UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

A pesar de ser elaborada con una mezcla pobre en cemento, la resistencia que alcanzó la unidad fue mayor a la mínima exigida por la Norma E.070; teniendo un valor de $f'b = 9.21$ MPa aproximadamente. Dentro de las características adicionales del bloque está su elevado peso (20 kilos aprox.), lo cual lo hace muy rígido y difícil de transportar, más aún con los alveolos llenos.

MORTERO

La resistencia alcanzada por el mortero luego de hacerse ensayos de compresión axial en cubitos de mortero con la mezcla del proyecto (1:8), fue en promedio 5 MPa.

Con este resultado se concluye que su resistencia a compresión es aproximadamente el 50% de las unidades de albañilería.

CONCRETO

Del resultado de los ensayos de probetas por cada vaciado de elementos estructurales tales como vigas y columnas, el f_c experimental resultó ser mayor al de diseño.

Concluyéndose que se le confirió mayor resistencia y rigidez a los elementos estructurales de confinamiento del muro.

PRISMAS DE ALBAÑILERÍA-PILAS

RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL (f'_m)

Por el momento hay poca investigación con respecto a bloques hechos de mortero con dosificación pobre. Se comparó los resultados de resistencia a compresión axial con algunas investigaciones pasadas.

La resistencia a compresión axial de la pila con alveolos rellenos fue de 3.92 MPa, este resultado es mayor a la investigación de “San Bartolomé, A. Ramírez (1984)” y “Moscol, San Bartolomé (1987)”, donde las resistencias fueron de 1.01 MPa y 2.3 MPa respectivamente.

MÓDULO DE ELASTICIDAD (E)

El módulo experimental se halló de los resultados de la gráfica P (KN) vs D (mm), en la parte elástica; resultando un $E = 2744$ MPa.

Este resultado se pudo predecir con la fórmula $E_m = 700 f'_m$, lo cual resulta lo mismo. Además, comparando este resultado con investigaciones pasadas, el E resultó menor.

TIPO DE FALLA

La falla óptima para pilas se presenta con una línea vertical en la cara de menor dimensión; sin embargo, en este caso la falla fue por aplastamiento de los bloques y se presentaron pequeñas fisuras verticales.

PRISMAS DE ALBAÑILERIA-MURETES

RESISTENCIA A CORTE PURO ($v'm$)

Los muretes tuvieron una resistencia al corte $v'm$ de 0.45 MPa, la cual fue mayor a la hallada en la investigación de “Moscol y San Bartolomé (1987)”, con un $v'm = 0.4$ MPa; pero menor a la de “San Bartolomé y A. Ramírez (1984)”, con un $v'm = 0.6$ MPa.

Además, el $v'm$ hallado no cumple la Norma E.070, siendo la mínima permisible $v'm = 0.8$ MPa.

MÓDULO DE CORTE (G)

Según la Norma E.070, el módulo de corte (G) se halla experimentalmente, aunque se puede predecir con la siguiente fórmula: $G_m = 0.4 E_m$.

De manera experimental, el G fue de 1.17 GPa, el cual fue la cuarta parte del hallado con la expresión de la Norma E.070.

TIPO DE FALLA

Debido a la pobre calidad del mortero, no hubo buena adherencia, por lo que la falla de los muretes ante la acción de la compresión diagonal, se presentó a través de la junta.

CONSTRUCCIÓN DE MUROS

El proceso constructivo fue a través del confinamiento de la albañilería, es decir, primero se hizo el asentado de los bloques, controlándose su horizontalidad con el cordel y la verticalidad con la plomada; y luego se prosiguió con la construcción de las columnas y viga solera y la construcción de los muros se realizó en dos jornadas por cada uno.

Se siguió la indicación de la Norma E.070, es decir, la primera jornada de asentado se alcanzó una altura máxima de 1.30m; el segundo día se culminó con el asentado de las hiladas restantes.

Se logró una perfecta adherencia entre las columnas y vigas de confinamiento con el muro de bloques, esto se refleja en mejoras

sustantivas del comportamiento sísmico de los muros confinados, con respecto a los pórticos rellenos con mampostería.

RIGIDEZ LATERAL (K)

Para el caso del M2-66%, la rigidez lateral experimental fue un 19% que la rigidez teórica; sin embargo, para el caso del M3-66%-CV, el K Real fue un 52% mayor que la K Teórica.

Para el caso del rango inelástico, la caída de rigidez en ambos muros fue similar, con una pendiente de caída parecida.

MÓDULO DE CORTE (G)

El módulo de corte obtenido del ensayo de los muretes (G_m) fue de 11200 Kg/cm². Se observa que para el M3-66%-CV, el G es muy parecido al teórico; sin embargo, el M2-66%, es casi el triple del valor teórico.

Esto es debido que para desplazamientos menores a 0.1 mm de los LVDT D6 y D7, se induce a un error porque está fuera del grado de precisión.

ROTURA DIAGONAL ($V'm$)

La resistencia a la rotura diagonal para el M2-66% fue 1% mayor al valor teórico de la Norma. Para el caso del M3-66%-CV, el valor experimental fue un 9% mayor al valor teórico.

Además, se observa que el $V'm$ teórico del M3-66%-CV es mayor al M2- 66%, con lo que se concluye que el M3-66%-CV tiene una mayor resistencia al corte que el M2-66%-CV, gracias al aporte de la carga vertical aplicada.

CARGA MÁXIMA SOPORTADA

La fuerza máxima para el M2-66% fue de 16.13ton produciéndose en la Fase 9 y para un desplazamiento de 12.5mm.

Para el M3-66%-CV, la fuerza máxima fue de 19.62ton en la Fase 7 con un desplazamiento de 7.5 mm.

De los datos se puede concluir, que la fuerza asociada al máximo momento nominal $V_f = 19.3$ ton es menor a las fuerzas halladas experimentalmente del M3-66%-CV y mayor que la fuerza del M2-66%, pero la resistencia al corte del muro con carga vertical M3-CV-66% es mayor a la resistencia del muro sin carga vertical M2-66%.

COMPORTAMIENTO DE LOS MUROS

El patrón del tipo de falla para el M2-66% fue el mismo que el del M3-66%-CV, en ambos casos fue del tipo escalonado pasando las grietas por la junta entre bloque y bloque.

Para el caso de los daños estructurales, el M3-66%-CV tuvo mayores daños y grietas que el M2-66% y esto se debió a que el muro M3-66%-CV presentó una mayor rigidez y resistencia que el primer muro por lo que absorbió mayores cargas laterales.

El patrón de ambos muros fue el mismo, cumpliéndose el tipo de falla de teórico, el cual fue por Corte.

PESO VOLUMÉTRICO

El peso volumétrico de la albañilería del M2-66%(3.27 ton/m³) fue muy similar al del M3-66%-CV (3.26 ton/m³).

Si se toma como referencia el peso volumétrico del concreto (2.4 ton/m³), el que resulta de la albañilería es mucho mayor y excesivo.

Se debe tomar precauciones con el uso de este muro, ya que al aumentar el peso de la vivienda construida con este tipo de albañilería, se incrementaría la fuerza cortante sísmica.

- Se encontró también el antecedente a nivel nacional el de FREUD EDISON MEZA HIJAR que presentó la tesis “ESTUDIO DE MORTERO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA DE CEMENTO, CON ADICIÓN DE CAL AÉREA”, en la Universidad Nacional de Ingeniería, para optar el Título de Ingeniero Civil, cuyo objetivo es proponer un mortero ideal desde el punto de vista Tecnológico y Económico, es decir incentivar los aglomerantes naturales como "la Cal", cuyo origen se remonta desde hace mucho tiempo, es por

su naturaleza y versatilidad uno de los materiales más nobles que ha empleado la arquitectura histórica, formulando las siguientes conclusiones:

- La Cal Aérea es un aglomerante ecológico, posee comportamiento mecánico armónico con el de otros materiales: piedra, tápiales, azulejos, etc.
- Los morteros de Cal Aérea no producen sales nocivas, su lento fraguado y elasticidad, evitan que se presente fisuras o cuarteos, utilizando este tipo de morteros ya no necesitan aditivos plastificantes.
- Los morteros con adición de cal incrementan su trabajabilidad y disminuyen su peso unitario, lográndose morteros más livianos.
- Los morteros con adición de cal retardan su tiempo de fragua, según el porcentaje de cal adicionado. En el estudio de la tesis las variaciones observadas fueron desde 22% hasta 100% con respecto al mortero patrón, observándose también que la temperatura y humedad del ambiente, influye en este comportamiento.
- Los morteros con adición de cal, contribuye en la mejora de la trabajabilidad de la mezcla eliminándose así proceso de retemplado.
- A la edad de 28 días y habiéndose adicionado 25 % de cal en la mezcla se obtuvieron los mejores comportamientos mecánicos de este material tales como: resistencia a compresión, tracción y flexión.
- En los morteros con 50%, 60%, 75% y 80% de cal en reemplazo del cemento, para edades mayores a 28 días las propiedades mecánicas presentan una tendencia al ascenso hasta alcanzar su máximo valor; según avance el proceso de carbonatación.
- Las combinaciones más óptimas para revestimientos de superficies sumergidas o en contacto temporal con el agua, se obtuvieron con 25% y 60% de adición de cal en la mezcla.

- A edades mayores de 90 días se observa, según resultado de ensayos, que el porcentaje de absorción disminuye debido al avance de la carbonatación.
- La permeabilidad de los morteros con adición de cal disminuye obteniéndose así un material que tienden a ser hidrófugo.
- El mortero con 25% de cal en reemplazo del cemento a edad de 28 días, desarrolla una óptima adherencia inicial.
- Según el Análisis Estadístico se espera que los morteros con adición de cal para edades mayores a 90 días, adquieran una buena adherencia y aumenten conforme se completa el proceso de carbonatación.
- Cuanto mayor es la proporción de cal en el mortero menor es la retracción. El mortero con 60% de cal en reemplazo del cemento solo se contrae 0.5% en volumen, mientras que el mortero patrón se contrae el 1% en volumen.
- Los morteros con adición de cal presentan mayor resistencia a los sulfatos y soluciones dañinas que pudiese estar en el medio ambiente o terreno.
- Los morteros con adición de cal, incrementan sus propiedades elásticas.
- Del Análisis Económico de Costos se observa que en los morteros con adición de cal se puede lograr minorar los costos desde 40% hasta 85% con respecto al mortero tradicional.

También formuló las siguientes recomendaciones:

- Habiéndose tenido como base las Normas E070, ASTM y RNC, además resultados obtenidos en Laboratorio de Ensayo de Material recomendando utilizar Normas ASTM-C270 para el uso de este tipo de mortero, debido a que estas Normas son más específicas para la utilización del mortero tradicional en las distintas áreas de la albañilería.

- La cal a emplearse en obras de construcción, deberá ser previamente hidratada preferiblemente a la salida del horno, ya que la cal hidratada es mucho más fácil de guardar y transportar.
- Debe almacenarse la cal en bolsas plásticas, en lugares seco y resguardado de las corrientes de aire, ya que podría iniciarse el proceso de carbonatación.
- Debe señalarse la incompatibilidad de morteros ricos en cal sobre superficies ricas en cemento. Por ejemplo revoques de cal sobre superficies de una estructura de hormigón armado u otros revoques ricos en cemento, debido a diferencias de elasticidad y dilatación los morteros de cal colocados de esa manera se fisurarán al poco tiempo de ser aplicados. El mismo problema se presenta en el caso inverso: morteros ricos en cemento no deben aplicarse sobre superficies hechas con morteros ricos en cal.
- En climas muy fríos se recomienda especial cuidado en el tiempo de fraguado, debido al comportamiento como retardante de fragua de la cal.
- Fomentar las investigaciones en el área de morteros adicionados (ceniza de cáscara de arroz, ceniza volátil, residuos de alto horno, etc.).
- Se debería fomentar la producción masiva de la cal en todas las provincias del interior de país que tengan yacimientos, desarrollando así una actividad económica para su beneficio propio del lugar, de la misma manera se aprovecharía el material natural de región y así aumentar la producción de obras en provincia, mejorando la calidad de la vivienda y aun bajo costo.
- Proliferar una mayor difusión de información y asesoría a los productores locales de cal para que construyan hornos de cal más eficientes (en términos de consumo de combustible y calidad de producción de la cal) y así estandarizar el proceso.
- Como antecedente a nivel nacional también se tiene el (Pari, 2008), quien presento la tesis “COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO

A CARGA LATERAL CÍCLICA DE UN MURO CONFINADO CON LADRILLOS DE CONCRETO Y OTROS CON LADRILLOS DE ARCILLA” en la Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de ciencias e ingeniería, para optar el título profesional de ingeniero civil, tuvo como objetivo principal comparar el comportamiento sísmico de un muro confinado hecho con ladrillos de arcilla y otro muro confinado construido con ladrillos de concreto vibrado, para ello se construyó a escala natural un muro confinado por cada tipo de ladrillo, con las mismas dimensiones y refuerzo de acero en los elementos de confinamiento. El ensayó consistió en aplicar a los muros una carga lateral cíclica con desplazamiento controlado, por lo que arriba a las conclusiones:

UNIDADES

Según la referencia 1, el uso de las unidades de albañilería está limitado de acuerdo al uso o aplicación.

En esta investigación se ha contemplado el uso de albañilería confinada en edificios de 5 pisos, ubicados en la Zona 3 (Zonificación de la Norma Sismo resistente E.030), donde las unidades deben ser sólidas, es decir, el porcentaje del área de huecos no debe ser mayor que el 30% del área bruta de la cara de asentado.

De acuerdo a los resultados, los ladrillos de concreto y de arcilla calificaron como unidades sólidas aptas para ser utilizadas en muros portantes.

Para fines estructurales, los ladrillos de arcilla clasificaron como tipo V (de alta durabilidad y resistencia), en cambio los ladrillos de concreto clasificaron como tipo IV, debido a que su resistencia a compresión ($f'c$) no superó la mínima resistencia especificada en la Ref.1 para clasificar como tipo V.

Sin embargo, esto no es condicionante como para que los ladrillos de concreto puedan ser empleados en edificios de 5 pisos en la zona sísmica 3.

PRISMAS DE ALBAÑILERÍA

La resistencia a compresión ($f'm$) fue similar tanto para las pilas construidas con ladrillos de arcilla como para las hechas con ladrillos de concreto.

La resistencia a corte puro ($v'm$) de muretes construidos con ladrillos de arcilla fue 69% mayor que los hechos con ladrillos de concreto.

Sin embargo, para el caso de los muretes con ladrillos de arcilla, esta resistencia tuvo que limitarse a $\sqrt{f'm}$ (Ref.1), para fines de diseño, con lo cual la diferencia en $v'm$ se redujo de 69% a 12%.

CONSTRUCCIÓN DE LOS MUROS

La conexión a ras mejoró la conexión columna – albañilería en los dos muros confinados, evitándose problemas que muchas veces se presentan en la conexión dentada tradicional: cangrejas bajos los dientes, rotura de dientes al compactar el concreto de las columnas. Adicionalmente, los chicotes colocados en los extremos de la albañilería, cada dos hiladas, permitieron que el desplazamiento en la conexión columna – albañilería, sea menor de 1mm.

La técnica de asentado de ladrillo aplicando mortero máximo en una extensión de 80cm, resultó efectivo, ya que se originaron muy pocas fisuras horizontales.

RIGIDEZ LATERAL

La rigidez lateral elástica (K) del muro MC (ladrillos de concreto) fue 32% mayor que la rigidez lateral del muro MA (ladrillos de arcilla), esta rigidez pudo predecirse con menos de 17% de error aplicando el criterio de la sección transformada (Ref.1).

Por otro lado, en el rango inelástico, la degradación de rigidez fue similar en ambos muros.

RESISTENCIA A TRACCIÓN POR FLEXIÓN

La resistencia a tracción por flexión del muro MC (ladrillos de concreto) fue 12% mayor que la de MA (ladrillos de arcilla).

Ambas resistencias pudieron predecirse con 17% de error, aplicando el criterio de la sección transformada no agrietada y admitiéndose que la resistencia a tracción por flexión del concreto de las columnas es: $f't = 2\sqrt{f'c}$, en kg/cm².

CARGA DE AGRIETAMIENTO DIAGONAL (V'm)

La resistencia al agrietamiento diagonal del muro MA (ladrillos de arcilla) fue 8% mayor que la del muro MC (ladrillos de concreto), debido a la mayor adherencia que tuvieron los ladrillos de arcilla con el mortero.

Esta resistencia pudo predecirse con la fórmula de la Ref.1 ($V'm = 0.5 v'm \alpha t L + 0.23 P$) con menos de 4% de error.

CARGA MÁXIMA

La máxima carga soportada por los muros MA y MC fue similar, e indicó que el refuerzo de las columnas ingresó en la etapa de endurecimiento, lo que pudo verificarse con los instrumentos empleados.

COMPORTAMIENTO DE LOS MUROS

Las fisuras que aparecieron en el muro MC (ladrillos de concreto), siguieron el mismo patrón que tuvieron los muretes correspondientes: fueron principalmente escalonadas, pasando por la cara lisa del ladrillo (Fig.10.1).

En cambio, en el muro MA (con ladrillos de arcilla), la grieta fue diagonal cortando ladrillos y mortero, con lo cual, la adherencia ladrillo-mortero fue mejor para el caso de los ladrillos de arcilla.

Fig.10.1.- Fisuras patrón en muros con ladrillos de concreto



Fuente: (Pari, 2008)

Ambos muros, MA y MC, tuvieron una falla por corte y su comportamiento fue similar hasta la máxima distorsión angular permitida 0.005 (Fase 7 del ensayo cíclico), donde ambos muros podrían ser reparados.

Luego de la Fase 9, el muro con ladrillos de concreto MC tuvo mayor cantidad de fisuras que el muro MA, así como una mayor cantidad de ladrillos triturados, aunque esto ocurrió para una deriva superior al límite especificado por la Norma Sismo resistente E.030 (0.005).

Los ladrillos triturados, podrían haberse incrementado si el muro estuviese sometido bajo carga vertical.

PESO VOLUMÉTRICO

El peso volumétrico de la albañilería hecha con ladrillos de concreto (2.2 ton/m³) fue 22% mayor que la correspondiente a la albañilería hecha con ladrillos de arcilla (1.8 ton/m³).

Esto debe preverse cuando se opta por usar ladrillos de concreto en una edificación, ya que al aumentar el peso del edificio, se incrementará la fuerza cortante sísmica.

COSTOS

La albañilería con ladrillos de concreto, resulta ser económica a pesar de que las rendijas de las unidades dejan pasar 27 % más del mortero que las perforaciones del ladrillo de arcilla.

Esto se debe a que el precio del millar de ladrillos de concreto es la mitad del correspondiente a los ladrillos de arcilla.

- También se tiene a nivel nacional el trabajo de investigación de (Morante Portocarrero, 2008), presentado en la Pontificia Universidad Católica del Perú para optar el título profesional de Ingeniero civil, donde se buscó mejorar la resistencia a fuerza cortante de la albañilería hecha con ladrillos de concreto. Se utilizaron dos técnicas de construcción distintas a la recomendada por el fabricante, para tratar de incrementar la adherencia entre el mortero y los ladrillos. Como patrón de comparación se adoptó la técnica de construcción especificada

por la empresa fabricante de los ladrillos de concreto y para medir la adherencia mortero-ladrillo se utilizó la prueba de compresión diagonal en muretes de albañilería, arribándose a las siguientes conclusiones:

El propósito de esta tesis fue elevar la adherencia mortero-ladrillo de concreto mediante 3 técnicas de construcción sencillas y económicas: Técnica A (asentando las unidades secas con mortero 1:4, propuesta del fabricante de ladrillos), Técnica B (igual a la técnica A pero curando las juntas) y, Técnica C (igual a la técnica A pero agregando cal al mortero).

Las conclusiones que se indican a continuación, se ven limitadas por la poca cantidad de especímenes ensayados.

LADRILLO DE CONCRETO "KING KONCRETO"

- El ladrillo clasificó como sólido clase IV según la Norma E.070, con $f'b = 162 \text{ Kg/cm}^2$, apto para ser empleado en la construcción de muros portantes confinados.
- La succión del ladrillo fue óptima, encontrándose entre los límites de 10 y 20 gr/200cm²xmin, fijado por la norma E.070 como para no recibir ningún tratamiento antes de asentarlo, excepto su limpieza.
- El ladrillo presenta una cara de asentado lisa y la otra rugosa, observándose en los ensayos una menor adherencia entre la cara lisa y el mortero que la existente entre la cara rugosa y el mortero.
- El ladrillo presenta 5 ranuras, por donde penetró el mortero creando llaves de corte, que al final de cuenta fueron las que proporcionaron la mayor parte de la resistencia al corte en la albañilería.

MORTERO

- El mortero con cal de la Técnica C (1:1/2:4), tuvo una ligera mayor resistencia a compresión (5%) que el mortero sin cal usado en las Técnicas A y B; sin embargo, la cal proporcionó mayor trabajabilidad y retentividad a la mezcla.

PILA DE ALBAÑILERÍA

- La resistencia a compresión axial de la albañilería ($f'm$), no se vio afectada por la técnica de construcción empleada. Se propone utilizar para fines de diseño $f'm = 120 \text{ Kg/cm}^2$
- En su mayor parte las pilas sujetas a compresión tuvieron una forma de falla frágil.

MURETE DE ALBAÑILERÍA

- La resistencia a corte promedio fue prácticamente independiente de la técnica de construcción utilizada; sin embargo, en la Técnica C (mortero con cal) se logró la menor dispersión de resultados, lo cual hizo que la resistencia característica ($v'm$) para la Técnica C sea 9% mayor que la correspondiente a la Técnica A, aunque esta observación no debe tomarse como definitiva, puesto que si tan solo se hubiese eliminado uno de los 4 resultados en cada técnica, entonces, todas ellas hubiesen proporcionado la misma resistencia característica.
- De acuerdo a la Norma E.070, para fines de diseño debe emplearse una resistencia característica a fuerza cortante $v'm \leq (f'm)^{1/2} = (120)^{1/2} \approx 11 \text{ Kg/cm}^2$, este resultado es menor que los valores hallados para la Técnica A (11.19 Kg/cm^2) y C (12.23 Kg/cm^2), por tanto, mandaría $v'm = 11 \text{ Kg/cm}^2$
- La mayor parte de los muretes sujetos a compresión diagonal tuvieron una forma de falla mixta, con grietas que pasaban por las juntas y cortaban el ladrillo.

MÓDULO DE ELASTICIDAD (Em) Y MÓDULO DE CORTE (Gm)

- Los valores de Em hallados experimentalmente en las pilas salieron bastante elevados. Cuando estos valores fueron relacionados con Gm, hallado experimentalmente en los muretes, se obtuvo un módulo de Poisson incoherente ($\nu = 1$).
- Cuando se trabajó con la formulación de la Norma E.070 para unidades de concreto: $E_m = 700 f'm$ y $G_m = E_m/2.5$, se obtuvo un valor de Gm cercano al hallado experimentalmente en los muretes. De esta manera se propone para fines de análisis estructural, trabajar con los valores especificados por la Norma E.070, con cargo a revisarlos en el futuro en ensayos de muros a escala natural.

COSTO - BENEFICIO

- Tomando en consideración el ligero aumento de resistencia a compresión diagonal (9%) y el bajo incremento en el costo (0.13%), se concluye que la técnica de construcción más adecuada es la Técnica C, le sigue la Técnica A y finalmente la Técnica B.

c) A nivel local:

- (Vargas, 2016) Realizo el trabajo de investigación "INFLUENCIA DEL REFORZAMIENTO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO (HS – SIKAFIBER PE) Y EL CÁLCULO ÓPTIMO DEL ESPESOR DEL MORTERO EN EL MÓDULO DE ALBAÑILERÍA (LADRILLO + MORTERO) DE TRES MARCAS CONOCIDAS EN LA CIUDAD DEL CUSCO – 2016". Con la finalidad de obtener el título de ingeniero civil en la Universidad Alas Peruanas quien se propuso lo objetivos:
 - Identificar el nivel de influencia del reforzamiento de fibras de polipropileno (HS – SikaFiber PE) en el módulo de albañilería (ladrillo + mortero) de tres marcas conocidas en la ciudad del Cusco - 2016.

- Describir el cálculo de óptimo espesor del mortero en módulo de albañilería (ladrillo + mortero) de tres marcas comerciales conocidas en la ciudad del Cusco - 2016.
- Determinar la relación entre las dimensiones de la influencia del reforzamiento de fibras de polipropileno (HS – SikaFiber PE) con pre dimensión de prismas y cálculo de óptimo espesor de mortero en el módulo de albañilería (ladrillo + mortero) de tres marcas conocidas en la ciudad del Cusco – 2016.

Arribando a las siguientes conclusiones:

- La única unidad de albañilería recomendable en el estudio fue de la empresa ladrillera Latesa, ya que la resistencia a la compresión fue de 43.17kg/cm², ya que según la Norma E070 (2016), para poder clasificarlo como ladrillo Tipo I, debe llegar a la resistencia característica a compresión de 55kg/cm², aunque no se podría clasificar si vamos hacia tales especificaciones.
- Las empresas ladrilleras El Mirador con una resistencia a compresión de 26.89kg/cm² y la ladrillera Constructec con una resistencia a compresión de 38.34kg/cm², no se puede considerar para el estudio ya que se quiere demostrar unidades de albañilería para muros portantes.
- El ladrillo de la empresa ladrillera Latesa podría clasificarse como King Kong Artesanal tipo I, según Norma E0.70, ya que según venta de fábrica su denominación es King Kong Industrial que debería llegar a 145kg/cm²
- La succión en la empresa ladrillera Latesa es 53.66gr/200cm²xmin, la empresa ladrillera El Mirador es 30.04gr/200cm²xmin, la empresa ladrillera Constructec es 36.38 gr/200cm²xmin; de ninguna de las unidades de albañilería fue óptima, no se encontró entre los límites de 10 a 20gr/200cm²xmin., predispuesto en la Norma E070 (2016), se

debe recibir tratamientos a los ladrillos antes de asentarlos, exceptuando su limpieza.

- Tomando en consideración un aumento considerable en la resistencia a compresión diagonal máxima promedio del 6.71% y el bajo incremento en el costo de 11.49%, se concluye que la adición con fibras de polipropileno es adecuado en tracción.
 - Para el caso de las pilas de albañilería con un aumento del 2.83% y el costo aumentado de 6.35% con las fibras de polipropileno, se concluye para futuras investigaciones con el uso de pilas a compresión axial.
- (SALAS, 2017) Realizo el trabajo de investigación ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ; ELABORADAS CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL KING KONG 18 HUECOS, RESPECTO DE LOS COEFICIENTES ESTABLECIDOS POR LA NORMA TÉCNICA E.070-ALBAÑILERÍA. Con la finalidad de obtener el título de ingeniero civil en la Universidad Andina del Cusco quien se propuso lo objetivos:
 - Determinar la cantidad de productoras semi industriales del distrito de San Jerónimo -Cusco que fabrica ladrillo King Kong 18 huecos con propiedades físico mecánicas aptas para construir albañilería estructural.
 - Establecer una dosificación de agregados, provenientes de las canteras Cunyac y Vícho, para mortero tipo P2 que cumpla las especificaciones de la Norma Técnica E.070 para muro portante.
 - Establecer la relación entre la resistencia característica a compresión axial de unidades (f'_b) y la resistencia característica a compresión axial de pilas de albañilería (f'_m) elaboradas con mortero tipo P2 y ladrillo King Kong 18 huecos semi industrial.
 - Determinar en qué medida la resistencia característica a compresión axial de pilas de albañilería (f'_m) elaboradas con

mortero tipo P2 y ladrillo King Kong 18 huecos semi industrial depende de su esbeltez.

- Determinar el valor de la resistencia a compresión axial nominal de pilas de albañilería (f'm) elaboradas con mortero tipo P2 y ladrillo King Kong 18 huecos semi industrial.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. El concreto

El concreto es la mezcla de cemento, agregados, agua y eventualmente aditivos en proporciones adecuadas, para obtener las resistencias y propiedades predeterminadas.

El material que en nuestro medio es conocido como Concreto, es definido como Hormigón en las Normas del Comité Panamericano de Normas Técnicas (COPANT), adoptadas por el ITINTEC. (Peruana N. T., 2017)

2.2.2. Tipos de concreto

- **Concreto simple:** Concreto que no tiene armadura de refuerzo (veredas, pavimentos).
- **Concreto armado:** Concreto que tiene armadura de refuerzo (fierro) para resistir esfuerzos (columnas, vigas, techo).
- **Concreto ciclópeo:** Concreto simple a cuya masa se agrega grandes piedras o bloques no contiene armadura (cimientos).
- **Concreto premezclado:** concreto que se dosifica en planta, que puede ser mezclado en la misma o en camiones mezcladores y que es transportado a la obra.
- **Concreto prefabricado:** elementos de concreto simple o Armado, fabricados en un lugar diferente a su posición final en la estructura. (Peruana N. T., 2017)

COMPONENTES DEL CONCRETO

CEMENTO

El cemento es un Material pulverizado, conformado fundamentalmente por silicato de calcio y aluminio. Las materias primas usuales a partir de las cuales se fábrica son limonitas que proporcionan el cao (cal libre) y arcillas o esquistos que proveen el SiO₂ (Silicato dicalsico) y el Al₂O₃ o C3A (Aluminio tricalsico) estos materiales se muelen, se mezclan, se calcinan en un horno de 1800° C hasta obtener el llamado Clinker, que a su vez se enfría y se muele hasta lograr la finura requerida. Y alcanzan su resistencia después de los 28 días. (Sonora, 1994)

- Por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire. Quedan excluidas las cales hidráulicas, las cales aéreas y los yesos.
- **Cemento Portland:** Producto obtenido por la pulverización del Clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos que no excedan del 1% en peso del total siempre que la norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el Clinker.
- **Cemento Portland Puzolánico Tipo 1P:**
“Es el cemento portland que presenta un porcentaje adicionado de puzolana entre 15% y 45%” (Peruana N. T., 2017)
- **(Sonora, 1994) afirma:**
La puzolana es un producto formado a alta temperatura, tiene un alto contenido de vidrio principalmente Al₂O₃ + SiO₂, tiene muy poco procesamiento adicional, ejemplos: Ceniza volante, microsilica, puzolanas naturales, cenizas de cascara de arroz, escoria. Una puzolana es un material silico o aluminio que por sí mismo posee poco o ningún valor cementante pero que, en forma finalmente molida y en presencia del agua, reacciona químicamente con el hidróxido de calcio

liberando por la hidratación del cemento Portland para formar compuestos que poseen propiedades cementantes.

Tabla 03: Composición química del cemento portland.

TABLA 03			
NOMBRE QUÍMICO	FÓRMULA	ABREVIATURA COMUN	PORCENTAJE EN PESO
Silicato tricalcico		C3S	50
Silicato Dicalcico		C2S	25
Aluminato Tricalcico		C3A	12
Aluminato Férrico Tetracalcico		C4AF	8
Sulfato de calcio Hidratado (yeso)	2H ₂ O	CSH ₂	3.5

Fuente: (Sonora, 1994)

AGREGADOS

(LÓPEZ, 2003) Afirma:

Los agregados constituyen un factor determinante en la economía, durabilidad y estabilidad en las obras civiles, pues ocupan allí un volumen muy importante. Por ejemplo el volumen de los agregados en el concreto hidráulico es de un 65% a 85%, en el concreto asfáltico es del 92% al 96%, en los pavimentos del 75% al 90%. Por lo anterior el estudio de sus propiedades físicas y mecánicas cobra especial importancia para su adecuada y eficiente utilización.

a) Agregado grueso o grava: "Material retenido en el tamiz No. 4, con un tamaño entre 7.6 cm y 4.76 mm proveniente de la desintegración de las rocas. El agregado grueso será confitillo que cumpla con la granulometría especificada en la Tabla 4 ((Peruana N. T., 2017)

Tabla 04: Granulometría de Agregado Grueso.

TABLA 04		
ABERTURA DE MALLA	% RETENIDO ACUMULADO LIMITE INFERIOR	% RETENIDO ACUMULADO LIMITE SUPERIOR
1"	95	100
3/4"	60	80
1/2"	25	60
3/8"	10	35
No. 4	0	10

Fuente: (LÓPEZ, 2003)

b) Agregado Fino o Arena: “material pasante de la malla N° 4 y retenido en la malla N°200, con tamaños entre 4.76 mm y 0.074 mm.” (LÓPEZ, 2003)

El agregado fino será arena gruesa natural, libre de materia orgánica y sales, con las características indicadas en la Tabla 05.

Tabla 05: Granulometría de Arena Fina

TABLA 05 GRANULOMETRIA DE LA ARENA FINA	
MALLA ASTM	% QUE PASA
N° 4 (4,75 mm)	100
N° 8 (2,36 mm)	95 a 100
N° 16 (1,18 mm)	70 a 100
N° 30 (0,60 mm)	40 a 75
N° 50 (0,30 mm)	10 a 35
N° 100 (0,10 mm)	2 a 15
N° 200 (0,075 mm)	Menos de 2

Fuente: (Peruana N. T., 2017).

- No deberá quedar retenido más del 50% de arena entre dos mallas consecutivas.
 - El módulo de fineza estará comprendido entre 1,6 y 2,5.
 - El porcentaje máximo de partículas quebradizas será: 1% en peso.
 - No deberá emplearse arena de mar.

(LÓPEZ, 2003) Afirma: que existen más componentes de concreto:

- c) Agregado o Árido:** conjunto de materiales de composición mineral, naturales o artificiales, generalmente inertes, usados en la construcción de obras civiles.
- d) Finos:** son partículas pasantes del tamiz N°200 con tamaños entre 0.074 mm y 0.002 mm.
- e) Sucio de río:** término empleado para denominar en su totalidad el material de arrastre de un río sin separación de tamaños, y tal como se puede extraer de un depósito natural. En algunas regiones del país a este material se llama Champurriado.

- f) **Gravilla:** material de río o de cantera, separado en la fuente en tamaños pasantes del tamiz 3/4" y retenido en el N°4, con tamaños entre 19.1 mm y 4.76 mm.
- g) **Arenón:** arena natural de río o de veta, con tamaños pasantes del tamiz 3/8" y retenidos en el tamiz N°40, es decir con tamaños entre 9.51 mm y 0.420 mm.
- h) **Cascajo:** hace referencia exclusivamente al agregado rodado pasante del tamiz 1 1/2" y retenido en el tamiz N°4, con tamaños entre 38.1 mm y 4.76 mm.

AGUA

“El agua empleada para la preparación del concreto deberá de ser potable está prohibido emplear agua que contenga residuos químicos, minerales y sulfatos, ya que estos retrasan la fragua o la impiden”.
(Peruana N. T., 2017)

2.2.3. Mortero

El mortero estará constituido por una mezcla de aglomerantes y agregado fino a los cuales se añadirá la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado. Para la elaboración del mortero destinado a obras de albañilería, se tendrá en cuenta lo indicado en las Normas NTP 399.607 y 399.610. (Peruana N. T., 2017)

Clasificación para fines Estructurales. Los morteros se clasifican en: tipo P, empleado en la construcción de los muros portantes; y NP, utilizado en los muros no portantes (ver la Tabla 06).

Proporciones.

Tabla 06: Componentes del Mortero Tendrán las proporciones volumétricas (en estado suelto)

TABLA 06 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: (Peruana N. T., 2017)

2.2.4. Resistencia

El concreto líquido tendrá una resistencia mínima a Compresión $f'c = 13,72 \text{MPa}$ ($140 \text{kg} / \text{cm}^2$) =. La Resistencia a compresión $f'c$ será obtenida promediando los resultados de 5 probetas, ensayadas a una velocidad de carga de 5 toneladas/minutos, menos 1,3 veces la desviación estándar. Las probetas tendrán una esbeltez igual a 2 y serán fabricadas en la obra empleando como moldes a las unidades de albañilería a utilizar en la construcción, recubiertas con papel filtro. Estas probetas no serán curadas y serán mantenidas en sus moldes hasta cumplir 28 días de edad. (Peruana N. T., 2017)

2.2.5.- Albañilería

UNIDADES DE ALBAÑILERIA

“son Ladrillos (se maneja con una sola mano) y bloques (se maneja con la dos manos) de arcilla cocida, de concreto o de sílice-cal, como materia prima. Estas unidades Puede ser sólida, hueca, alveolar o tubular y podrán ser fabricados de manera artesanal o industrial”. (Peruana N. T., 2017) pag 12.

“Un buen ladrillo no tiene fisuras, rajaduras, porosidad excesiva, ni materiales extraños como paja, piedra, etc. Si en una ruma de ladrillos algunos de parten, significa que estos son frágiles”. (Castillo, 2012)

Algunas recomendaciones a tener en cuenta al momento de comprar nuestros ladrillos:

- No deben tener materias extrañas en su superficie o interior

- Deben estar bien cocidos, no quemados.
- Deben emitir un sonido metálico al golpearlo con un martillo.
- No deben estar agrietados
- No deben presentar manchas blanquecinas de origen salitroso.

(Ricardo Medina Cruz)

TIPOS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA.

Al respecto, (ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, Febrero de 2011) ofrece una descripción práctica sobre las aplicaciones de las unidades de albañilería.

Tipo I: Estos ladrillos tienen una resistencia y durabilidad muy bajas; son aptos para ser empleados bajo condiciones de exigencia mínimas (viviendas de 1 o 2 pisos), evitando el contacto directo con la lluvia o el suelo.

Tipo II: En esta categoría clasifican los ladrillos que tienen baja resistencia y durabilidad; son aptos para usarse en condiciones de servicio moderadas (no deben estar en contacto directo con lluvia, agua o el suelo).

Tipo III: Son ladrillos de mediana resistencia y durabilidad; aptos para ser usados en construcciones sujetas a condiciones de bajo interperismo.

Tipo IV: Estos ladrillos son de alta resistencia y durabilidad; aptos para ser usados bajo condiciones de servicio moderado. Pueden estar sujetos a condiciones de servicio moderado, en contacto con lluvias intensas, suelo y agua.

Tipo V: Estos ladrillos son de muy alta resistencia y durabilidad; aptos para ser usados bajo condiciones de servicio rigurosas. Pueden estar sujetos a condiciones de servicio riguroso, en contacto con lluvias intensas, suelo y agua.

Tabla 07: Clases de unidad de albañilería para fines estructurales.

TABLA 07 CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACION DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERISTICA A COMPRESION mínimo en Mpa) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	8	6	4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	7	6	4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	5	4	3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	4	3	2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	3	2	1	2	17,6 (180)
Bloque P	4	3	2	4	4,9 (50)
Bloque NP	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: (Peruana N. T., 2017)

TIPOS DE ALBAÑILERÍA Albañilería o Mampostería: Material estructural compuesto por "unidades de albañilería" asentadas con mortero o por "unidades de albañilería" apiladas, en cuyo caso son integradas con concreto líquido.

- **Albañilería Armada:** Albañilería reforzada interiormente con varillas de acero distribuidas vertical y horizontalmente e integrada mediante concreto líquido, de tal manera que los diferentes componentes actúen conjuntamente para resistir los esfuerzos. A los muros de Albañilería Armada también se les denomina Muros Armados.
- **Albañilería Confinada:** Albañilería reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción de la albañilería. La cimentación de concreto se considerará Como confinamiento horizontal para los muros Del primer nivel.
- **Albañilería no Reforzada:** Albañilería sin refuerzo (Albañilería Simple) o con refuerzo que no cumple con los requisitos mínimos de esta Norma.

- **Albañilería Reforzada o Albañilería Estructural.** Albañilería armada o confinada, cuyo refuerzo cumple con las exigencias de esta Norma. (Peruana N. T., 2017)

2.2.6.- Limitaciones en su Aplicación

“El uso o aplicación de albañilería de las unidades de albañilería estará condicionado a lo indicado en la tabla 08. Las zonas sísmicas son las indicadas”. (NTE E.030 diseño sismoresistente).

Tabla 08: Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales.

TABLA 08			
LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES			
TIPO	ZONA SÍSMICA 2 Y 3		ZONA SÍSMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificio de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal*	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Alveolar	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta dos 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: (Peruana N. T., 2017)

Figura 02: Factores de zona en Cusco



ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Fuente: (Peruana N. t., 2017)

2.2.7. Pruebas

- a) **Muestreo.-** El muestreo será efectuado a pie de obra. Por cada lote compuesto por hasta 50 millares de unidades se seleccionará al azar una muestra de 10 unidades, sobre las que se efectuarán las pruebas de variación de dimensiones y de alabeo. Cinco de estas unidades se Ensayarán a compresión y las otras cinco a absorción.
- b) **Resistencia a la Compresión.-** Para la determinación de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, se efectuará los ensayos de laboratorio correspondientes, de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.613 y 339.604.
La resistencia característica a compresión axial de la unidad de albañilería (f'_{b}) se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra.
- c) **Variación Dimensional.-** Para la determinación de la variación dimensional de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604.15.

- d) **Alabeo.**- Para la determinación del alabeo de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicada en la Norma NTP 399.613.

Figura 03: Variación Dimensional

CUADRO 5.1.1. VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA		
▪ Largo	▪ Ancho	▪ Altura
		

Fuente: (Bonilla, 2006) pag 27

- e) **Absorción.**- Los ensayos de absorción se harán de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.604 y 399.613. es la cantidad absorbida por un ladrillo sumergido en agua mantiene su ebullición durante 5 horas, a mayor absorción máxima menos impermeabilidad.

2.2.9 Resistencia de prismas de Albañilería

La resistencia de la albañilería a compresión axial ($f'm$) y a corte ($v'm$) se determinará de manera empírica (recurriendo a tablas o registros históricos de resistencia de las unidades) o mediante ensayos de prismas, de acuerdo a la importancia de la edificación y a la zona sísmica donde se encuentre, según se indica en la Tabla 09.

Tabla 09: Métodos para determinar f'm y v'm.

TABLA 09 METODOS PARA DETERMINAR Y									
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA	EDIFICIOS DE 1 A 2 PISOS			EDIFICIOS DE 3 A 5 PISOS			EDIFICIOS DE MAS DE 5 PISOS		
	Zona Sísmica			Zona Sísmica			Zona Sísmica		
	3	2	1	3	2	1	3	2	1
	A	A	A	B	B	A	B	B	B
()	A	A	A	B	A	A	B	B	A

Fuente: (ALBAÑILERIA)

- A:** Obtenida de manera empírica conociendo la calidad del ladrillo y del mortero.
- B:** Determinadas de los ensayos de compresión axial de pilas y de compresión diagonal de muretes mediante ensayos de laboratorio de acuerdo a lo indicado en las NTP 399.605 y 399.621.

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

Tabla 10: Incremento de f'm y v'm por Edad.

TABLA 10 INCREMENTO DE Y POR EDAD			
Edad		14 días	21 días
Muretes	Ladrillos de arcilla	1,15	1,05
	Bloques de concreto	1,25	1,05
Pilas	Ladrillos de arcilla y Bloques de concreto	1,10	1,00

Fuente: (ALBAÑILERIA)

La resistencia característica (f'm) en pilas y (v'm) en muretes se obtendrá como el valor promedio de la muestra ensayada menos una vez la desviación estándar.

El valor de (v'm) para diseño $0,319\sqrt{f_m}$ MPa ($\sqrt{f_m}$ Kg/cm²) no será mayor de

En el caso de no realizarse ensayos de prismas, podrá emplearse los valores mostrados en la Tabla 11, correspondientes a pilas y

muretes construidos con mortero 1:4 (cuando la unidad es de arcilla) y 1: ½ : 4 (cuando la materia prima es sílice-cal o concreto), para otras unidades u otro tipo de mortero se tendrá que realizar los ensayos respectivos.

Tabla 11: Resistencia características de la albañilería Mpa (kg/cm²)

TABLA 11 (**) RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA Mpa)				
Materia Prima	Denominación	UNIDAD	PILAS	MURETES
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)
	Rejila Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
Sílice - cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
	Estándar y mecano (*)	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto	Bloque Tipo P (*)	4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

Fuente: (ALBAÑILERIA)

- Utilizados para la construcción de Muros Armados.
- El valor f'_b se proporciona sobre área bruta en unidades vacías (sin grout), mientras que las celdas de las pilas y muretes están totalmente rellenas con grout de $f'_c = 13,72$ Mpa (140 kg/cm²). El valor f'_m ha sido obtenido contemplando los coeficientes de corrección por esbeltez del prisma que aparece en la Tabla 12.

Tabla 12: Factores de corrección de f'_m por Esbeltez.

TABLA 12 FACTORES DE CORRECIÓN DE 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: (ALBAÑILERIA)

2.2.9. Granulometría

La granulometría es la distribución de los tamaños de partículas de un agregado tal como se determina por análisis granulométrico (NMX-77-87). El tamaño de partícula del agregado se determina por medio de tamices de malla de alambre con abertura cuadrada. Los siete tamices

para agregado fino, tienen aberturas que varían desde la malla N°.4 hasta la N°.200, los trece tamices estándar para agregado grueso tienen aberturas que varían desde 378" hasta 4".

La granulometría y los límites de ella se expresan usualmente como porcentaje del material que pasa cada malla. (Sonora, 1994)

MÓDULO DE FINURA

Es un valor que permite estimar el grosor o finura de un material; se define como la centésima parte del número obtenido al sumar los porcentajes retenidos acumulados en los siguientes tamices, empleados al efectuar un análisis granulométrico: N°. 100, 50, 30, 16, 8, 4 3/8", 3/4", 1 1/2" y los tamices siguientes cuya relación de abertura sea de 1 a 2.

- Entre mayor sea el módulo de finura más grueso será el agregado.
- El uso del módulo de finura se ha restringido al agregado fino y según este módulo las arenas se clasifican en: $MF = \frac{1}{100} \sum_{k=0}^{M*00} \% \text{ UMUL D.}$

El rango del modulo de finura del agregado fino

- Arenas finas Módulo de finura entre 0.5-1.5
- Arenas medias Módulo de finura entre 1.5-2.5
- Arenas gruesas Módulo de finura entre 2.5 - 3.5

Cuando la arena está mezclada con grava se obtienen módulos de finura mayor y a mayor proporción de grava en la arena mayor es el módulo de finura, en este caso la clasificación se hace así:

- Arenas finas Módulo de finura entre 2.2 - 2.6
- Arenas medias Módulo de finura entre 2.6-2.9
- Arenas gruesas Módulo de finura entre >2.9

Porcentaje de Finos

Se define como el % que pasa el tamiz Icontec N°. 200 (0.074 mm.) (LÓPEZ, 2003)

2.2.10. Bloqueta de concreto

El bloque de concreto es una unidad de albañilería hueca o perforada (% de vacíos mayor a 30%) fabricada con cemento, arena, piedra, agua, aditivos y eventualmente pigmentos colorantes basados en óxidos de hierro. Las proporciones de los materiales varían de acuerdo al tipo de bloque que se requiera fabricar y del acabado deseado (Arquitectura I. D., 2015)

Figura: Bloqueta de concreto



Fuente: (Arquitectura I. D., 2015)

TIPOS DE BLOQUES DE CONCRETO

Actualmente existen dos grupos de normas que nos especifican los requisitos mínimos de los bloques de concreto; las Normas Técnicas Peruanas NTP y la Norma Técnica de Edificación E-070 de Albañilería. Ambas especifican distintas características para los bloques de concreto y por esa razón vamos a referirnos a ambas. Es recomendable consultar las normas indicadas para ver requisitos complementarios, ya que en el presente documento solamente vamos a indicar la propiedad más relevante que es la resistencia a la compresión del bloque $f'b$. (ALBAÑILERIA)

- Bloque P

Resistencia a la compresión $f'b = 4,9 \text{ MPa}$ (50 kg/cm^2)

Bloque usado en la construcción de muros “Portantes”.

- Bloque NP

Resistencia a la compresión $f'b = 2,0 \text{ MPa}$ (20 kg/cm²)

Bloque usado en la construcción de muros “No Portantes”.

Unicon fabrica los bloques para conformar las Normas Técnicas Peruanas NTP, que son mas rigurosas en lo que a especificaciones de refiere, que la (ALBAÑILERIA)

CARACTERÍSTICAS DE LOS MUROS CON BLOQUES DE CONCRETO

- Excelente durabilidad y bajo mantenimiento.
- Buena resistencia al fuego.
- Buen aislamiento acústico.
- Gran aislamiento térmico.
- Mínima posibilidad de eflorescencia, y si por alguna razón esta ocurriera, no causa daño a la unidad.

VENTAJAS DE LOS MUROS CON BLOQUES DE CONCRETO

1. Alta rapidez en la construcción de los muros.
2. Menor consumo de mortero de asentado.
3. Alojamiento de las tuberías de instalaciones eléctricas y/o sanitarias en los alvéolos verticales evitando el picado y posterior resane de los muros.
4. Excelente acabado caravista y si se desea un acabado liso solo se necesita solaquear el muro.
5. En caso de querer tarrajearse el muro se requerirá, como máximo, 1cm. de espesor de tarrajeo.
6. Al estar la armadura vertical y horizontal incorporada en los alvéolos y cavidades de los bloques, se eliminan el encofrado de las columnas y vigas de confinamiento.
7. Optimización de la cantidad del acero de refuerzo y facilidad en la colocación de la armadura de muros.

8. Al trabajar el muro y el refuerzo integralmente su comportamiento ante solicitaciones sísmicas es adecuado.
9. Dado que la albañilería armada con bloques de concreto es un sistema modular los desperdicios de los materiales son mínimos o nulos.
10. Al combinar las características estructurales y arquitectónicas de la albañilería de concreto se obtienen estructuras de gran apariencia.

Tabla: Especificaciones técnicas bloques de concreto

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS "KINGBLOCK"					
TIPO DE UNIDAD	BLOQUE DE CONCRETO / UNIDAD HUECA O PERFORADA				
FORMATO		9x20x40	12x20x40	14x20x40	19x20x40
DIMENSIONES	ANCHO(mm)	90	120	140	190
	ALTO (mm)	190			
	LARGO (mm)	390			
VACÍOS	%	33.0%	41.5%	46.5%	47.9%
PESO POR UNIDAD	Kg	10.4	11.8	12.3	16.5
PESO DEL MURO (SIN CONCRETO LÍQUIDO)	Kg/m ²	138	158	168	223
VARIACIÓN DIMENSIONAL	ANCHO, ALTO Y LARGO < ± 2.0 mm				
ABSORCIÓN	MENOR AL 12% DEL PESO SECO				
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (respecto al área bruta o total)	TIPO III	71.4 kg/cm ²		7 Mpa	
	TIPO IV	102.0 kg/cm ²		10 Mpa	
DENSIDAD	MAYOR A 2,100 kg/m ³				
RENDIMIENTO (CONSUMO)	12.5 Und/m ²				
COLORES	GRIS(NATURAL), ROJO, NEGRO, AMARILLO Y OTROS BAJO PEDIDO				
ACABADOS	LISO Y TEXTURADO (RUGOSO)				
NORMAS	TODAS LAS CARACTERÍSTICAS DEL KINGBLOCK ESTÁN DE ACUERDO A LA N.T.P. 399.602.2002 "BLOQUES DE CONCRETO PARA USO ESTRUCTURAL, Requisitos".				

Fuente: (Arquitectura I. D., 2015)

2.3. DEFINICIONES DE TERMINOS BÁSICOS

- Mortero: mezcla constituida por cemento, arena y eventualmente otro material conglomerante que con adición de agua reacciona y adquiere resistencia.
- Mortero de junta: mortero que se emplea para unir monolíticamente las unidades de albañilería de piedras, ladrillos o bloques de hormigón.

- Mortero de relleno: mortero que se emplea para llenar los huecos de la unidad de albañilería definido en NCh1928.
- Conglomerante: producto que al reaccionar químicamente con agua, generalmente en forma estable e irreversible, endurece y adquiere resistencia (por ejemplo: cemento hidráulico, cemento de albañilería, cales hidráulicas).
- Aglomerante: producto que en presencia de agua une mediante cambios físicos, generalmente en forma reversible (por ejemplo: material arcilloso, cales hidratadas).
- Central de mortero: planta en la cual se miden, pesan y mezclan los componentes del mortero en seco o en húmedo.
- Mortero industrial: mortero premezclado en una central de mortero.
- Mortero premezclado en seco (predosificado): mortero dosificado y mezclado en seco y al que el agua se le añade en el momento de su uso.
- Mortero premezclado en húmedo: mortero dosificado en una central de mortero, mezclado en la misma central o en un camión mezclador, transportado a un lugar predeterminado y entregado en el sitio de descarga.
- Cemento de albañilería: conglomerante hidráulico para uso sólo en morteros de albañilería, conteniendo uno o más de los siguientes materiales: cemento pórtland, cemento pórtland puzolánico, cemento pórtland siderúrgico, cemento pórtland con cenizas volantes, cemento puzolánico, cemento siderúrgico, cemento de cenizas volantes, cal hidráulica y, adicionalmente, puede contener uno o más materiales tales como: cal hidratada, caliza, tiza, conchas marinas, talco, escoria o arcilla.
- Cal: producto obtenido por descomposición térmica (calcinación) de minerales calcáreos.
- Cal viva: cal compuesta principalmente de óxido de calcio, libre de agua de hidratación.
- Cal hidratada (cal apagada): cal compuesta principalmente de hidróxido de calcio obtenido de cal viva combinada con agua suficiente para obtener un polvo seco hidratado.

- Cal aérea hidratada: cal compuesta principalmente de hidróxido de calcio que en presencia de humedad endurece lentamente al aire por la acción del anhídrido carbónico atmosférico.
- Cal hidráulica: producto cementicio compuesto de cal hidratada y cantidades apropiadas de compuestos hidráulicos sílico-aluminosos cálcicos que aseguren su endurecimiento bajo agua.
- Cal hidráulica natural: cal hidráulica en la que predominan los productos de la calcinación de calizas arcillosas.
- Cal hidráulica artificial: cal hidráulica obtenida por mezclado de hidróxido cálcico con compuestos adecuados.
- Aditivo: material activo agregado al mortero en pequeñas cantidades para modificar alguna de sus propiedades por acción física, química o físico-química.
- Adición: material activo agregado en cantidades considerables para modificar alguna de las propiedades del mortero por acción física, química o físico química.
- Consistencia: grado de fluidez del mortero fresco que depende fundamentalmente de la fase líquida y del contenido y características de los componentes sólidos y que se mide como Extendido en la Mesa de Sacudidas según NCh2257/1.
- Consistencia normal del mortero: extendido de 210 mm +/- 5 mm según NCh2256/1.
- Retentividad: capacidad del mortero de retener el agua de amasado ante sollicitaciones externas de absorción o succión.
- Retentividad normal: retentividad de un mortero de consistencia normal determinada según NCh2259.
- Absorbencia: acción de ejercer atracción de una sustancia sólida sobre un fluido con el que está en contacto, de modo que las moléculas de éste penetren en ella.
- Altura Efectiva: Distancia libre vertical que existe entre elementos horizontales de arriostre. Para los muros que carecen de arriostres en su parte superior, la altura efectiva se considerará Como el doble de su altura real.

- Arriostre: Elemento de refuerzo (horizontal o vertical) o muro transversal que cumple la función de proveer estabilidad y Resistencia a los muros portantes y no portantes sujetos a cargas perpendiculares a su Plano.
- Borde Libre: Extremo horizontal o vertical no arriostrado de un muro.
- Concreto Líquido o Grout: Concreto con o sin agregado grueso, de consistencia fluida.
- Confinamiento: Conjunto de elementos de concreto armado, horizontales y verticales, cuya función es la de proveer ductilidad a un muro portante.
- Construcciones de Albañilería: Edificaciones cuya estructura está constituida predominantemente por muros portantes de albañilería.
- Espesor Efectivo: Es igual al espesor del muro sin tarrajeo u otros revestimientos descontando la profundidad de bruñas u otras indentaciones. Para el caso de los muros de albañilería armada parcialmente rellenos de concreto líquido, el espesor efectivo es igual al área neta de la sección transversal dividida entre la longitud del muro.
- Muro: Elemento estructural, generalmente vertical empleado para encerrar o separar ambientes, resistir cargas axiales de gravedad y resistir cargas perpendiculares a su plano proveniente de empujes laterales de suelos o líquido.
- Muro de Corte: Elemento estructural usado básicamente para proporcionar rigidez lateral y absorber porcentajes importantes del cortante horizontal sísmico.
- Muro Arriostrado: Muro provisto de elementos de arriostre.
- Muro de Arriostre: Muro portante transversal al muro al que provee estabilidad y resistencia lateral.
- Muro No Portante: Muro diseñado y construido en forma tal que sólo lleva cargas provenientes de su peso propio y cargas transversales a su plano. Son, por ejemplo, los parapetos y los cercos.
- Muro Portante: Muro diseñado y construido en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior o a la cimentación. Estos muros componen la estructura de un edificio de albañilería y deberán tener continuidad vertical. (ALBAÑILERIA)

2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.4.1 Hipótesis General

El comportamiento mecánico de los muros de albañilería de ladrillo y bloqueta con juntas de mortero tradicional con adición de cal, mejora significativamente su comportamiento mecánico en junta tradicional en la ciudad del Cusco.

2.4.2 Hipótesis Específicos

- No existe variación de la resistencia a la adherencia en los muros de albañilería de ladrillo y bloqueta, construidos con juntas de mortero tradicional con los muros de albañilería de ladrillo y bloqueta construidos con mortero tradicional con adición de cal en la ciudad del Cusco.
- El comportamiento a compresión axial de los muros de albañilería de ladrillo y bloqueta, construidos con juntas de mortero tradicional es mejor con respecto a los muros de albañilería de ladrillo y bloqueta construidos con mortero tradicional con adición de cal en la ciudad del Cusco.
- Los tipos de falla que experimentan los muros de albañilería de ladrillo y bloqueta, construidos con juntas de mortero tradicional, son iguales a las fallas producidas en muros de albañilería de ladrillo y bloqueta construidos con mortero tradicional con adición de cal en la ciudad del Cusco.

2.5 VARIABLE DE ESTUDIO

2.5.1 Variable 1

Variable Independiente:

Comportamiento mecánico del mortero de junta tradicional y adicionando cal en muros de albañilería.

2.5.2 Variable 2

Variable Dependiente:

Junta tradicional y adicionando cal.

2.5.3 Operacionalización de las variables

Tabla 13: Operacional de la variable.

Objetivo General	Variable	Dimensiones	Indicadores
<p>Analizar el comportamiento mecánico de las características del mortero de junta tradicional y adicionando cal en muros de albañilería de ladrillo y bloqueta en la ciudad del Cusco.</p>	<p>Variable Independiente: Comportamiento mecánico del mortero de junta tradicional y adicionando cal en muros de albañilería.</p>	<p>Propiedades físicas del agregado fino.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ensayo de Granulometria - Modulo de Fineza - Resistencia a comprsion axial Kg/cm2.
	<p>Variable Dependiente: Junta tradicional y adicionando cal.</p>	<p>Resistencia a la compresión axial.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Determinacion del área, carga axial y esfuerzo mediante ensayo de compresión axial en Kg/cm2.
		<p>Resistencia a la adherencia en los muros de albañilería.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Determinacion del área, carga diagonal y esfuerzo mediante ensayo de compresión diagonak en Kg/cm2.

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación, según su finalidad es una “Investigación Aplicada”, porque intenta resolver el problema planteado en la investigación y según su naturaleza es un “Investigación cuantitativa” analítico –experimental porque se observa y recolecta datos numéricos.

El trabajo de investigación tiene un “Nivel Experimental”, porque responderá a las preguntas ¿Cuál es la variación de la resistencia a la adherencia en los muros de albañilería de ladrillo y bloqueta, construidos con juntas de mortero tradicional y adicionando cal en la ciudad del Cusco?, ¿Cuál es la variación de la resistencia a la compresión axial de los muros de albañilería de ladrillo y bloqueta, construidos con juntas de mortero tradicional y adicionando cal en la ciudad del Cusco?, ¿Cuáles son los tipos de falla que experimenta los muros de albañilería de ladrillo y bloqueta, construidos con juntas de mortero tradicional y adicionando cal en la ciudad del Cusco?.

3.2.- DISEÑO DE LA INVESTIGACION

El ámbito del presente estudio de investigación, está representada por los proyectos de edificaciones que contienen partida específica de construcción de muros de ladrillo y bloqueta que se ejecutan en la región Cusco.

3.3.- MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología de investigación que se emplea para este tipo de trabajo de investigación es del tipo experimental.

3.4.- POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1 Población

La población del presente estudio abarcará a las construcciones de la ciudad del Cusco, porque se realizará el estudio experimental a los prismas (muretes de ladrillo y bloqueta) elaborados en la ciudad del Cusco.

3.4.2 Muestra

Selección:

Muestreo no probabilístico e intencionado.

Tamaño:

Para establecer la cantidad de Ensayos en Pilas, según (PERUANA, 2016) la cantidad mínima representativa debe ser por lo menos tres pilas iguales, construidas usando la misma unidad de albañilería, mortero y mano de obra.

- 3 prismas de ladrillo para el ensayo de Compresión Axial en Prismas (3 hileras), con un espesor de 1.5 cm de mortero tradicional
Cemento: Arena fina+confitillo, 1:3.
- 3 prismas de ladrillo para el ensayo de Compresión Axial en Prismas (3 hileras), con un espesor de 1.5 cm de mortero de cemento: cal: arena+confitillo, 1: 1/4: 3 con adición del 50% de cal aérea u ordinaria.
- 3 prismas de bloquetas para el ensayo de Compresión Axial en Prismas (2 hileras), con un espesor de 1.5 cm de mortero tradicional
Cemento: Arena fina+confitillo, 1:3.
- 3 prismas de bloquetas para el ensayo de Compresión Axial en Prismas (2 hileras), con un espesor de 1.5 cm de mortero de cemento: cal: arena+confitillo, 1: 1/4: 3 con adición del 50% de cal aérea u ordinaria.

Para establecer la cantidad de Ensayos en Muretes, según Norma (INDECOPI - NTP 399.621, 2004), la cantidad mínima debe ser por lo menos tres muretes iguales, contruidos usando la misma unidad de albañilería, mortero y mano de obra.

- 3 muretes de ladrillo para el ensayo de Compresión Diagonal en (0.60 cm X 0.60 cm), con un espesor de 1.5 cm de mortero tradicional Cemento: Arena fina+confitillo, 1:3.
- 3 muretes de ladrillo para el ensayo de Compresión Diagonal en Muretes (0.60 cm X 0.60 cm), con un espesor de 1.5 cm de mortero de cemento: cal: arena+confitillo, 1: 1/4: 3 con adición del 50% de cal aérea u ordinaria.
- 3 muretes de bloquetas para el ensayo de Compresión Diagonal en (0.60 cm X 0.60 cm), con un espesor de 1.5 cm de mortero tradicional Cemento: Arena fina+confitillo, 1:3.
- 3 muretes de bloquetas para el ensayo de Compresión Diagonal en (0.60 cm X 0.60 cm), con un espesor de 1.5 cm de mortero de cemento: cal: arena+confitillo, 1: 1/4: 3 con adición del 50% de cal aérea u ordinaria.
- 5 especímenes cúbicos de 50 mm de lado Cemento: Arena fina+confitillo, 1:3 (3 cubos para rotura a los 28 días.
- 5 especímenes cúbicos de 50 mm de lado cemento: cal: arena+confitillo, 1: 1/4: 3 con adición del 50% de cal aérea u ordinaria para rotura a los 28 días.

3.5 TÉCNICASE INSTRUMENTOS PARARECOLECCIÓNDE DATOS

3.5.1 Técnicas

El procedimiento que se usará será la observación de los resultados de las pruebas sometidas a los prismas (muretes de ladrillo y bloquetas)

3.5.2 Técnicas Indirectas

Mediante la información existente en fuentes bibliográficas y también tesis afines al tema de investigación; estadísticas y hemerográficas; recurriendo en lo posible a las fuentes originales en la brevedad, como: libros, tesis, Informativos especializados y páginas web.

3.5.3 Técnicas de Seguridad

Este ítem se creó con el fin del transporte de muestras hacia laboratorio optado en la Universidad Alas Peruanas - Filial Cusco, en el cual se evitará golpes movimientos bruscos para así no dar variación a los resultados de los ensayos.

Para lo cual, en la elaboración de los testigos, se usara los instrumentos de seguridad correspondientes como: casco, mascara de polvo, lentes de seguridad, guantes para las mezclas del mortero.

En el caso de la Instrumentación de testigos, se usará: guantes de protección, lentes de seguridad, cascos y zapatos punta de acero.

3.5.4 Técnicas Directas

La información se obtendrá mediante las empresas ladrilleras y bloqueteras consideradas, de las cuales se seguirá el método de recolección de datos:

- Pruebas de compresión a las unidades de albañilería.
- Diseño de mortero para las medidas de espesor de junta de 1.50 cm.
- Diseño de prismas y muretes para pruebas.
- Construcción de prismas de 3 hileras 0.24 X0.30 y muretes de 0.60 x 0.60 m
- El formato usado para la observación de laboratorio de la facultad de Ingeniería Civil de la UAP-Filial Cusco, es de fuente propia.

3.5.5 Instrumentos de recolección de datos

- Investigación Bibliográfica

Se refiere principalmente a la información obtenida en los archivos obtenidos para la constatación de la veracidad de datos obtenidos por otras fuentes respecto a investigaciones ejecutadas anteriormente

- Entrevista a Docentes.

Este método se aplicó a Docentes de la facultad de Ingeniería Civil en el Área de Estructuras del cual las preguntas hechas se tomaron

en práctica con anterioridad, que están vinculados con el tema de investigación dado y muestran este tipo de actividades relacionadas.

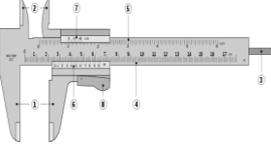
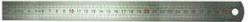
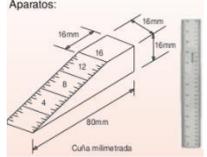
- Observación Directa.

Este método permite al observador ver la influencia del reforzamiento y el cálculo de óptimo espesor de mortero en módulo de albañilería (ladrillo + mortero) de tres marcas comerciales conocidas en la ciudad del Cusco – 2016 y repercute en la disminución de desastres de las unidades familiares en zonas urbanas y rurales

3.6- VALIDACION Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO

Los datos recabados, se procesarán en el software Excel, a partir de codificación de las unidades de estudio y los datos brindados; a partir del cual los datos se presentarán a través de tablas, gráficos y figuras los que serán interpretados y analizados.

Figura 04: Instrumentos de ingeniería

			
Balanza digital	Zarandas	Horno eléctrico	Cucharon y recipiente
			
Vernier 1 mm.	Regla metálico 1 mm.	Wincha 1 mm.	Cuña de Alabeo 1 mm.

			
Plomada	Nivel de mano	Badilejo	Bruña de centro
			
Pala	Molde madera	Máquina de compresión diagonal	Máquina de compresión axial

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. PRUEBAS

4.1. MUESTREO

El muestreo fue ejecutado en la ladrillera Constructec y la bloqueta de Maestro. Por cada lote compuesto por hasta 50 millares de unidades se seleccionó al azar una muestra de 10 unidades, sobre las que se efectuaron las pruebas de variación de dimensiones y de alabeo. Cinco de estas unidades se ensayarán a compresión y las otras cinco a absorción. El mismo procedimiento se realizó para las muestras de bloquetas de concreto.

4.2. VARIACIÓN DIMENSIONAL.

Para la prueba de variación dimensional se utilizó 10 unidades de ladrillos King Kong sólido y bloqueta, este consistió en medir con una regla graduada las tres dimensiones de la unidad de albañilería (largo, ancho y Altura) en mm, a la mitad de las aristas de cada cara.

Se eliminaron las unidades que tenían fisuras o esquinas dañadas, para optimizar las medidas de los especímenes para los ensayos.

Se realizan 03 mediciones en cada arista y finalmente se promedia cada arista de la unidad y se obtiene los resultados Tabla 15.

Para la determinación de la variación dimensional de las unidades de albañilería se utiliza la siguiente formula que se expresa en porcentaje:

$$V (\%) = \frac{(De - Dp)}{De} * 100$$

Donde:

V = Variabilidad dimensional (%)

De = Medida nominal especificada por el fabricante (mm)

Dp = Medida promedio (mm)

“Cuando un muro de albañilería está compuesto de ladrillos que tienen mucha variabilidad de dimensiones, el espesor de la junta de mortero aumenta, dando lugar a la reducción de la resistencia a compresión del muro”. (Pari, 2008)

Este ensayo depende del espesor de la junta a mayor variación, mayor espesor de junta y mientras mayor sea el espesor de la junta, menor será la resistencia a compresión y la fuerza cortante del muro de albañilería.

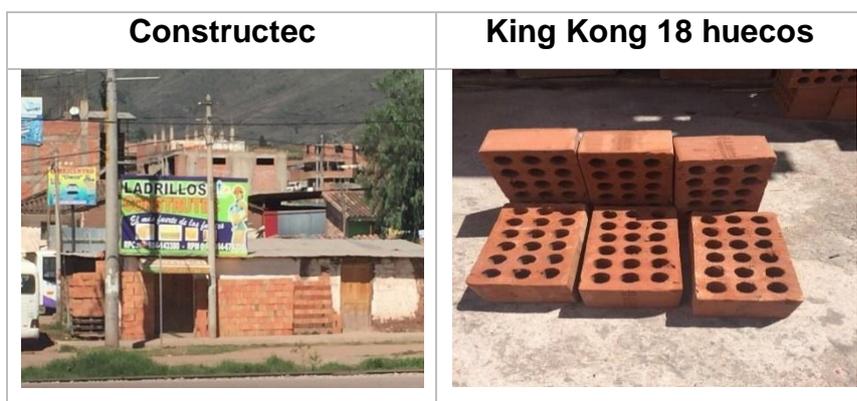
Las especificaciones técnicas obtenidos de los ensayos se aprecian en la Tabla 14.

Tabla 14: Características de los ladrillos.

CARACTERISTICAS	VALOR
Tipo	King Kong sólido de 18 huecos Industrial
% huecos	29.76%
Dimensiones	9 x 12 x 24 cm
Peso	3.46 kg
Resistencia característica a la compresión	41.53 kg

Fuente: Elaboración Propia

Figura 05: ladrillos de arcilla King Kong de 18 huecos



Fuente: Elaboración Propia

Estos ladrillos de arcilla King Kong de 18 huecos producidos industrialmente de la fábrica Constructec.

Figura 06: Medición de los ladrillos milimétricamente

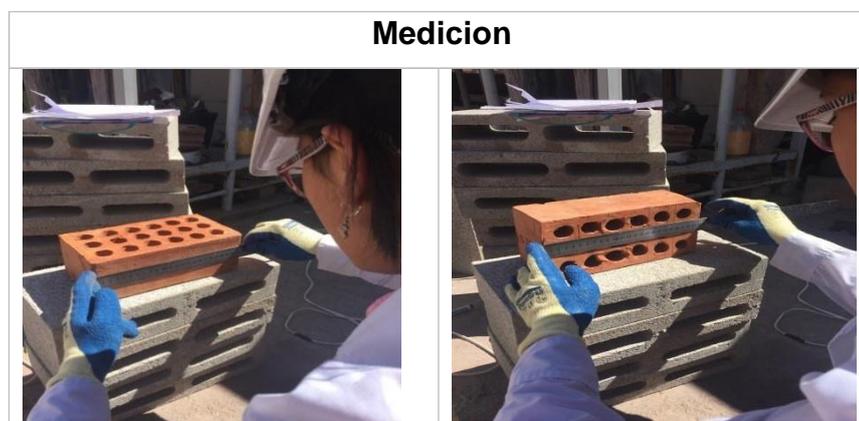


Tabla 15: Variación Dimensional del Ladrillo.

Especimen	Ladrillo											
	Largo (mm)				Ancho (mm)				Altura (mm)			
	L1	L2	L3	Lprom	A1	A2	A3	Aprom	H1	H2	H3	Hprom
U1	238.30	238.00	238.10	238.13	117.50	117.00	117.20	117.23	88.90	89.20	89.00	89.03
U2	237.20	237.00	237.50	237.23	118.50	118.20	118.40	118.37	90.00	89.80	89.60	89.80
U3	238.10	237.80	238.50	238.13	120.20	120.10	120.00	120.10	87.50	87.70	87.90	87.70
U4	240.00	239.70	240.20	239.97	117.80	117.50	117.70	117.67	88.50	88.20	88.80	88.50
U5	238.20	238.50	238.40	238.37	118.80	118.50	118.20	118.50	87.80	87.40	87.20	87.47
U6	237.20	237.80	237.50	237.50	119.20	120.30	119.80	119.77	88.20	88.50	88.00	88.23
U7	238.00	237.60	237.50	237.70	118.00	118.20	117.80	118.00	90.20	90.00	90.00	90.07
U8	237.50	237.80	237.20	237.50	120.10	119.50	120.20	119.93	89.00	89.20	88.80	89.00
U9	240.00	239.80	240.20	240.00	117.50	117.80	117.20	117.50	87.80	87.50	87.60	87.63
U10	237.00	237.20	237.50	237.23	118.20	118.00	118.50	118.23	90.00	89.50	89.70	89.73
	PROMEDIO			238.18	PROMEDIO			118.53	PROMEDIO			88.72
	VARIANZA DE DATOS			0.98	VARIANZA DE DATOS			1.04	VARIANZA DE DATOS			0.92
	COEFICIENTE DE VARIACION			0.95%	COEFICIENTE DE VARIACION			0.80%	COEFICIENTE DE VARIACION			0.82%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla: Variabilidad dimensional del ladrillo

	Ladrillera Constructec		
	Largo	Ancho	Altura
Dimesion Promedio (mm)	238.18	118.53	88.72
Dimencion Nominal (mm)	240.00	120.00	90.00
V (%)	0.76	1.22	1.43

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 01: gráficos de variación dimensional en ladrillos

Fuente: Elaboración Propia

Como se aprecia en la tabla 15, la variación dimensional que se obtuvo fue bastante baja ya que ninguna de sus aristas llegó a alcanzar más de 2% esto se debe a que el proceso de fabricación industrial de estas unidades es muy riguroso.

Se aprecia en la unidad muestral de la ladrillera Constructec, los datos de las mediciones de largo una varianza de 0.98 mm, para ancho una varianza de 1.04 mm y para altura una varianza de 0.92 mm y los coeficientes de variación son mínimos y no tienen muchos datos dispersos y son para largo de 0.95 %, para ancho 0.80 % y para altura 0.82%.

La (ALBAÑILERIA) admite ladrillos clase I una variación dimensional de hasta +-4% para dimensiones mayores a 150mm y de hasta +- 6 % para dimensiones entre 100 y 150mm.

El mismo procedimiento se realizó para las bloquetas cuyos resultados son:

Tabla: Variación dimensional de la bloqueta

Especimen	Bloquetas											
	Largo (mm)				Altura (mm)				Ancho (mm)			
	L1	L2	L3	Lprom	H1	H2	H3	H prom	A1	A2	A3	A prom
U1	386.50	386.00	387.00	386.50	190.00	190.50	189.50	190.00	88.00	88.50	89.00	88.50
U2	390.00	390.50	391.00	390.50	187.50	187.00	186.50	187.00	90.00	89.50	89.00	89.50
U3	388.50	389.00	387.80	388.43	186.00	186.50	187.00	186.50	87.00	87.50	88.00	87.50
U4	387.00	387.50	387.00	387.17	191.00	190.00	190.50	190.50	88.50	88.00	89.00	88.50
U5	388.50	389.00	388.00	388.50	186.50	186.00	187.00	186.50	90.00	90.50	91.00	90.50
U6	386.50	387.00	386.00	386.50	190.00	190.50	190.00	190.17	88.00	88.70	89.00	88.57
U7	391.00	390.00	390.50	390.50	188.00	189.00	188.50	188.50	89.50	90.00	90.40	89.97
U8	389.00	388.00	388.50	388.50	189.50	189.00	188.50	189.00	89.00	89.50	88.50	89.00
U9	386.50	386.00	387.00	386.50	190.70	190.90	190.50	190.70	87.50	87.00	87.50	87.33
U10	387.00	386.50	386.00	386.50	187.00	186.50	186.00	186.50	89.00	89.50	89.70	89.40
	PROMEDIO			387.96	PROMEDIO			188.54	PROMEDIO			88.88
	VARIANZA DE DATOS			2.47	VARIANZA DE DATOS			3.32	VARIANZA DE DATOS			1.12
	COEFICIENTE DE VARIACION			2.05%	COEFICIENTE DE VARIACION			2.60%	COEFICIENTE DE VARIACION			0.90%

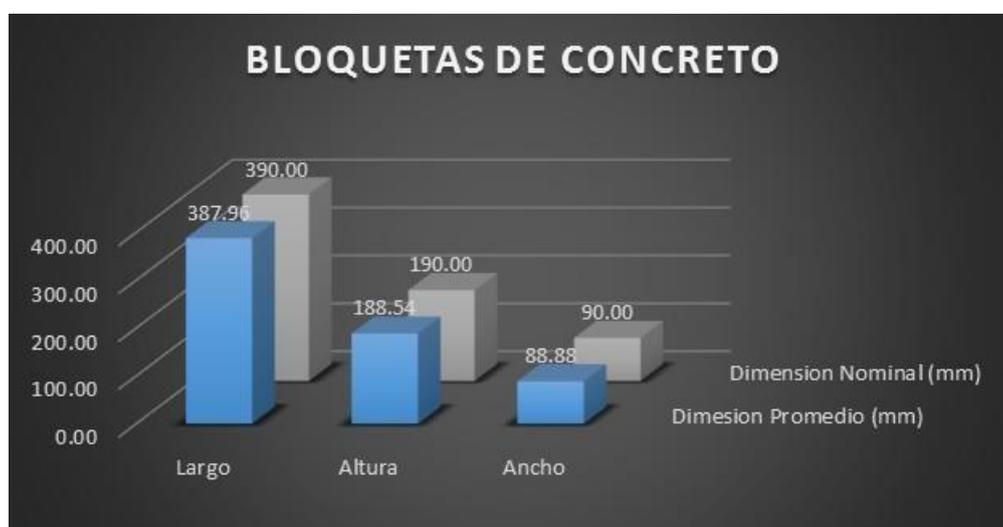
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla: Variabilidad dimensional de la bloqueta

	Ladrillera Constructec		
	Largo	Altura	Ancho
Dimesion Promedio (mm)	387.96	188.54	88.88
Dimension Nominal (mm)	390.00	190.00	90.00
V (%)	0.52	0.77	1.25

Fuente: Elaboración Propia

Grafico: Gráficos de variación dimensional en bloquetas



Fuente: Elaboración Propia

Se aprecia en los resultados del ensayo en las bloquetas, en las mediciones de largo una varianza de 2.47 mm, para ancho una varianza de 1.12 mm y para altura una varianza de 3.32 mm y los coeficientes de variación son mínimos y no tienen muchos datos dispersos y son para largo de 2.05 %, para ancho 0.90 % y para altura 2.60 %, con lo que cumple los requisitos de la Norma E 070 “Bloques de concreto no portantes”, en el cual se admite una variación dimensional de $\pm 6\%$.

4.3.- ALABEO

El alabeo es la forma deformada de la sección transversal de la unidad de albañilería de arcilla (ladrillo) relacionadas con el cálculo de tensiones en caso de flexión, torsión y cortante combinados.

Para realizar esta prueba de alabeo fue necesario tener una regla metálica y una cuña graduada.

Procedimiento:

Medición de concavidad:

Se coloca el borde recto de la regla ya sea longitudinalmente o sobre una diagonal de una de las caras mayores del ladrillo. Se introduce la cuña en el punto correspondiente a la flecha máxima. Se efectúa la lectura con el vernier a una precisión de 1 mm y se registra el valor obtenido.

Medición de convexidad:

Se emplea alternativamente uno de los procedimientos siguientes:

- Se coloca al borde recto de la regla sea sobre una diagonal o bien sobre dos aristas opuestas de una de las caras mayores de ladrillo. Se introduce en cada vértice una cuña y se busca el punto de apoyo de la regla sobre la diagonal, para el cual en ambas cuñas se obtenga la misma medida.
- Se apoya el ladrillo por la cara a medir sobre una superficie plana, se introduce cada una de las cuñas en dos vértices opuestos diagonalmente o en dos aristas, buscando el punto para el cual en ambas cuñas se obtenga la misma medida.

La mayor concavidad o convexidad del ladrillo produce un aumento en el espesor de la junta y disminuye la adherencia mortero ladrillo al formarse vacíos en las zonas más alabeadas. Este procedimiento se efectuó en las dos caras de asiento rugoso de los ladrillos sobre una superficie plana. Los resultados se promediaron en milímetros enteros, tal como se muestra en las Tabla 16.

Figura 07: Alabeo de ladrillos



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16: Alabeo de ladrillos

ESPECIMEN	Alabeo de ladrillos Constructec											
	A.Largo (mm)				A.Ancho (mm)				A.Altura (mm)			
	A.L1	A.L2	A.L3	A.Lprom	A.A1	A.A2	A.A3	Aprom	A.H1	A.H2	A.H3	A.Hprom
PA-01	-2.10	-1.50	-2.20	-1.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PA-02	2.10	2.00	0.00	1.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PA-03	1.10	0.80	0.00	0.63	-1.00	0.00	0.00	-0.33	-0.50	-0.40	-0.20	-0.37
PA-04	1.20	1.40	0.00	0.87	-0.50	-0.50	0.00	-0.33	0.00	0.00	0.00	0.00
PA-05	0.00	1.00	0.50	0.50	0.60	0.50	0.00	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00
PA-06	0.75	0.40	0.00	0.38	0.00	-0.30	0.00	-0.10	0.00	0.00	-0.20	-0.07
PA-07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.50	-0.17	0.00	0.00	0.00	0.00
PA-08	1.00	1.20	1.00	1.07	-2.10	-2.10	0.00	-1.40	-1.50	-1.00	-1.50	-1.33
PA-09	0.20	0.50	1.00	0.57	0.00	-0.30	-0.60	-0.30	-0.20	0.00	0.00	-0.07
PA-10	0.50	0.60	1.00	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	PROMEDIO			0.42	PROMEDIO			-0.23	PROMEDIO			-0.18
	VARIANZA DE DATOS			1.01	VARIANZA DE DATOS			0.50	VARIANZA DE DATOS			0.16
	COEFIC. DE VARIACION			0.13%	COEFIC. DE VARIACION			0.19%	COEFIC. DE VARIACION			0.15%

Fuente: Elaboración Propia

Aquí apreciamos que los datos obtenidos en la empresa ladrillera Constructec, se tiene para la medición del largo una varianza de 1.01 mm, para ancho una varianza de 0.50 mm y para altura una varianza de 0.16

mm, y los coeficientes de variación son mínimos y no tienen muchos datos dispersos y son para largo de 0.13%, para ancho 0.19% y para altura 0.15%. Según norma E 070 el alabeo máximo para ladrillo clase I es de 10 mm.

En muros de albañilería, el alabeo puede causar que las juntas horizontales presenten vacíos perjudicando la adherencia del mortero y la resistencia a la compresión.

El mismo procedimiento se utilizó para en ensayo en bloqueta, cuyos resultados son:

Tabla: Alabeo de bloquetas

ESPECIMEN	Alabeo de bloquetas											
	A.Largo (mm)				A.Ancho (mm)				A.Altura (mm)			
	A.L1	A.L2	A.L3	A.Lprom	A.A1	A.A2	A.A3	Aprm	A.H1	A.H2	A.H3	A.Hprom
PAB-01	-2.10	-1.50	-2.20	-1.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PAB-02	2.10	2.00	1.80	1.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PAB-03	1.10	0.80	1.00	0.97	-1.00	-1.00	1.50	-0.17	-0.50	-0.40	-1.00	-0.63
PAB-04	1.20	1.40	1.50	1.37	-0.50	-0.50	-1.00	-0.67	0.00	0.00	0.00	0.00
PAB-05	0.80	1.00	1.50	1.10	0.60	0.50	1.00	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00
PAB-06	0.75	1.00	0.50	0.75	-0.50	-0.30	-0.70	-0.50	-1.00	-1.50	-1.00	-1.17
PAB-07	-1.00	-1.50	-1.00	-1.17	0.00	0.00	-0.50	-0.17	0.00	0.00	0.00	0.00
PAB-08	1.00	1.20	1.00	1.07	-2.10	-1.80	-2.00	-1.97	-1.50	-1.00	-1.50	-1.33
PAB-09	0.70	0.50	1.00	0.73	0.00	-0.30	-0.60	-0.30	-0.50	-0.50	-1.00	-0.67
PAB-10	1.50	0.80	1.00	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.50	1.20	1.23
	PROMEDIO			0.60	PROMEDIO			-0.31	PROMEDIO			-0.26
	VARIANZA DE DATOS			1.37	VARIANZA DE DATOS			0.46	VARIANZA DE DATOS			0.51
	COEFIC. DE VARIACION			0.59%	COEFIC. DE VARIACION			0.42%	COEFIC. DE VARIACION			0.48%

Fuente: Elaboración Propia

Se puede verificar que para la medición del largo se tiene una varianza de 1.37 mm, para ancho una varianza de 0.46 mm y para altura una varianza de 0.51 mm, y los coeficientes de variación son mínimos y no tienen muchos datos dispersos y son para largo de 0.59%, para ancho 0.42% y para altura 0.48%.

Según norma E 070 el alabeo máximo para bloquetas no portantes es de 8 mm, por lo que los resultados son menores al máximo permisible.

4.4.- ABSORCIÓN

Se realizó el ensayo de absorción para obtener la durabilidad de las unidades de albañilería, si la unidad tiene un alto índice de absorción, quiere decir que es más porosa, por ende la resistencia será menor. Según la

Norma E.070 el límite máximo de absorción, para unidades de arcilla es de 22%.

Procedimiento:

- Las unidades de albañilería se secaron en el horno a una temperatura de 110 °C durante 24 horas, se sacaron del horno y se pesaron.
- Se dejó enfriar los ladrillos durante 4 horas y se introdujeron en un recipiente lleno con agua destilada, se dejó reposar durante 24 horas.
- posteriormente se pesó las unidades saturadas.

Los resultados están expresados en porcentaje según la siguiente fórmula:

$$A = \frac{P_{\text{sat}} - P_{\text{seco}}}{P_{\text{seco}}} * 100$$

Donde:

A = Absorción (%)

P_{sat} = Peso saturado (gr)

P_{seco} = Peso seco (gr)

Figura 8: Proceso prueba de Absorción



Secado en horno a una T° de 110 °
saturado



Peso de ladrillo seco



Peso del ladrillo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17: Absorción de unidades de Ladrillo.

Ladrillo			
Especimen	Peso (gr.)		Absorción (%)
	Seco	24 H. Inmersión	
ABS-01	3425.00	3844.00	12.23
ABS-02	3580.00	4095.00	14.39
ABS-03	3537.00	4019.00	13.63
ABS-04	3465.00	3875.00	11.83
ABS-05	3410.00	3930.00	15.25
Absorción Promedio (%)			13.47

Fuente: Elaboración propia

La absorción de ladrillos cumple con lo establecido en la Norma E.070, para:

Ladrillo de Arcilla = 13.47 % < 22% OK

El mismo procedimiento se realizó para las bloquetas cuyos resultados son:

Tabla: Absorción en unidades de bloquetas

Bloqueta			
Especimen	Peso (gr.)		Absorción (%)
	Seco	24 H. Inmersión	
ABS-01	9890.00	10845.00	9.66
ABS-02	9955.00	10925.00	9.74
ABS-03	10050.00	11035.00	9.80
ABS-04	9915.00	10955.00	10.49
ABS-05	10025.00	11015.00	9.88
Absorción Promedio (%)			9.91

Fuente: Elaboración propia.

La absorción de bloquetas cumple con lo establecido en la Norma E.070 "Bloques de concreto no portante", en el cual el requisito es se admite una absorción menor al 15%.

Absorción bloquetas = 9.91% < 15% **OK**

4.5.- SUCCIÓN

Es la medida de la rapidez con la que la unidad de albañilería absorbe agua del mortero y su principal característica es definir la adherencia mortero-unidad en la albañilería, por lo tanto la succión excesiva no logra la adherencia adecuada, entre el mortero y la unidad de albañilería. Asimismo

esta propiedad interviene en la resistencia a tracción como la resistencia a fuerza cortante de la albañilería.

Procedimiento:

- Las unidades de albañilería se secaron en el horno a una temperatura de 110° C durante las 24 horas.
- Pasado el tiempo se registró el peso seco reiteradas veces hasta no obtener variaciones.
- Se tomaron las medidas con precisión milimétrica del largo y ancho de las caras de las unidades.
- Por otro lado se preparó una bandeja nivelada con agua y se colocó sobre ésta, dos barras que sirvieron de apoyo para el ladrillo y se tomó el tiempo durante 1min.
- Luego de esto se retira, se seca e inmediatamente la unidad húmeda se registró su peso.Fig.11.4.
- La succión esta expresada en gramos por minuto en un área normalizada de 200 cm².

Figura 9: Proceso de prueba de succión



Ladrillos en el horno a 110 °C Peso de ladrillo seco Succión de ladrillos de arcilla



Peso de la unidad húmeda

Fuente: Elaboración Propia

La succión se calculó mediante la siguiente Fórmula:

$$S = \frac{200 \times (P_{succ} - P_{seco})}{\text{Area bruta}}$$

Donde:

S = Succión

P_{succ} = Peso (gr) de la unidad luego de ser sumergido en agua durante 1 min

P_{seco} = Peso (gr) de la unidad luego de permanecer en el horno.

Área Bruta = Ancho x Largo (cm²)

Tabla 18: Succión de unidades del ladrillo.

ESPECIMEN	SUCCIÓN					
	L (mm)	A (mm)	Area (cm ²)	Peso (gr)		Succión (gr)
				Seco	Humedo	
SUCC-01	239.00	118.00	282.02	3345.00	3385.00	28.37
SUCC-02	238.00	119.00	283.22	3475.00	3530.00	38.84
SUCC-03	238.50	120.00	286.20	3535.00	3580.00	31.45
SUCC-04	239.50	120.00	287.40	3565.00	3630.00	45.23
SUCC-05	242.00	119.00	287.98	3430.00	3475.00	31.25
					Promedio	35.03

Fuente: Elaboración propia

$$\text{SUCCION PROMEDIO (Cara Rugosa)} = \frac{35.03 \text{ gr}}{200 \text{ cm}^2 \times \text{min}}$$

La Norma E.070 especifica que la succión de los ladrillos debe estar comprendida entre los 10 y 20 gr/200 cm²-min, caso contrario se regaran los ladrillos durante 30min, el valor de la succión obtenida en los ensayos es de 35.03 gr/ (200cm²xmin) por lo que se regaron los ladrillos el día anterior durante media hora, antes del asentado.

Según la Norma NTP 399.602.2002 "Bloques de concreto para uso no estructural", respecto a los requisitos NO APLICA EL ENSAYO DE SUCCION en bloquetas.

4.6.- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Este ensayo nos permite conocer la durabilidad y la calidad de las unidades de albañilería que utilizaremos en la investigación.

Procedimiento:

Para realizar este ensayo se eligieron al azar 5 unidades de ladrillos secos y se les colocó capping de mortero cemento: arena (1:3) en la superficie inferior y superior. El capping se utilizó para uniformizar el contacto entre las unidades y los cabezales de la máquina de compresión.

Se colocó el espécimen en la prensa de compresión, haciendo que los ejes coincidan con los ejes de apoyo, para ello se usó 2 placas de acero de 5/8", para que la carga se distribuya uniformemente por toda el área de la unidad de albañilería ensayada.

La resistencia de las unidades a compresión axial se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$F'b = \frac{P}{A}$$

F'b = Resistencia a compresión del ladrillo, en kg/cm²

P = Carga de rotura, en kg

A = Promedio de las áreas brutas superior e inferior, en cm²

La resistencia a compresión característica $f'b$ se obtiene restando una desviación estándar al promedio de los resultados.

$$f'b = F'b - \sigma$$

Tabla 19: Resistencia a la Compresión ($f'b$) en ladrillos.

Especimen	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN($F'b$) EN LADRILLOS										
	Largo (mm)			Ancho (mm)			Area (cm ²)	Carga Maxima		F'b (Kg/cm ²)	
	L1	L2	Lprom	A1	A2	Aprom		KN	Kg		
LAD-1	240.00	239.00	239.50	118.00	120.00	119.00	285.01	135.82	13850.00	48.60	
LAD-2	238.00	239.00	238.50	119.00	120.00	119.50	285.01	118.37	12070.00	42.35	
LAD-3	241.00	240.00	240.50	120.00	119.00	119.50	287.40	118.76	12110.00	42.14	
LAD-4	239.00	240.00	239.50	119.00	120.00	119.50	286.20	121.90	12430.00	43.43	
LAD-5	238.00	239.00	238.50	119.00	120.00	119.50	285.01	134.94	13760.00	48.28	
F'b Promedio										44.96	kg/cm²
Desviacion Estandar										3.22	kg/cm²
Coficiente de Variacion										8	%
f'b caracteristica										41.74	kg/cm²
Según Norma E070-f'b Minima										50.00	kg/cm²

Fuente: Elaboración propia

La resistencia característica ($f'b$) es de 41.74 kg/cm², por lo que de acuerdo a la Norma técnica E=0.70, los ladrillos se clasifican como clase I del tipo solida (con 29.74 % de huecos).

El mismo procedimiento se realizo para las bloquetas cuyos resultados son:

Tabla: Resistencia a la Compresión ($f'b$) en bloquetas.

Especimen	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN($f'b$) EN BLOQUETAS									
	Largo (mm)			Ancho (mm)			Area (cm ²)	Carga Maxima		F'b (Kg/cm ²)
	L1	L2	Lprom	A1	A2	Aprom		KN	Kg	
BLO-1	388.50	389.00	388.75	88.50	88.70	88.60	344.43	141.02	14380.00	41.75
BLO-2	387.00	387.50	387.25	90.00	90.50	90.25	349.49	113.02	11525.00	32.98
BLO-3	388.50	389.00	388.75	88.40	88.70	88.55	344.24	123.96	12640.00	36.72
BLO-4	390.50	391.00	390.75	90.20	90.00	90.10	352.07	122.19	12460.00	35.39
BLO-5	391.00	391.70	391.35	89.00	89.50	89.25	349.28	144.50	14735.00	42.19
F'b Promedio										37.80 kg/cm ²
Desviacion Estandar										4.03 kg/cm ²
Coefficiente de Variacion										13 %
f'b caracteristica										33.77 kg/cm ²
Según Norma E070-f'b Minima										20.00 kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia

La resistencia característica ($f'b$) es de 33.77 kg/cm², por lo que de acuerdo a la Norma técnica E=0.70, la resistencia a la compresión mínima para los ladrillos de uso no estructural es > 20 Kg/cm², por lo tanto las bloquetas utilizadas cumplen con la norma técnica.

4.7. PORCENTAJE DE RANURAS

Para este ensayo se utilizaron 05 ladrillos entero y el procedimiento fue el siguiente:

Usando un vernier y regla metálica se midió el ancho y el largo de la superficie de asiento, así también el diámetro de la ranura o hueco.

Para los cálculos se usó la siguiente formula

$$R (\%) = \frac{100 A_r}{A_b}$$

A_b = área de la superficie de asiento

A_r = Área de ranuras

$R (\%) = \text{Porcentaje de ranuras}$

Solución R-2

$$Ab = (((3.14159 \cdot (24.50 \cdot 24.50)) / 4) / 100)$$

$$Ab = 4.71 \text{ cm}^2$$

$$Ar = 18 \cdot Ab$$

$$Ar = 18 \cdot 4.71$$

$$Ar = 84.86 \text{ cm}^2$$

$$\text{Área} = ((\text{Largo} \cdot \text{Ancho}) / 100)$$

$$\text{Área} = ((238.50 \cdot 119) / 100)$$

$$\text{Área} = 283.82 \text{ cm}^2$$

$$R (\%) = ((100 \cdot Ar) / \text{Área})$$

$$R (\%) = ((100 \cdot 84.86) / 283.82)$$

$$R (\%) = 29.90$$

$$\text{Rta de R- 1} = 28.18$$

$$\text{Rta de R- 2} = 29.90$$

$$\text{Rta de R- 3} = 30.32$$

$$\text{Rta de R- 4} = 29.36$$

$$\text{Rta de R- 5} = 30.93$$

Tabla 20: Porcentaje de Ranuras del ladrillo.

Especimen	Ensayo de Ranuras LADRILLO						
	Ladrillo			Ranuras			Ranuras (%)
	L (mm)	A (mm)	Area (cm ²)	Diámetro ranura (mm)	Area de 1 ranura (cm ²)	Area ranuras (cm ²)	
R- 1	240.40	120.20	288.96	24.00	4.52	81.43	28.18
R- 2	238.50	119.00	283.82	24.50	4.71	84.86	29.90
R- 3	239.00	120.00	286.80	24.80	4.83	86.95	30.32
R- 4	238.50	120.20	286.68	24.40	4.68	84.17	29.36
R- 5	241.00	119.50	288.00	25.10	4.95	89.07	30.93
% de Ranuras Promedio							29.74

Fuente: Elaboración Propia

Promedio de % de Ranuras = 29.74%

En cuanto, al tener un porcentaje de ranuras que no sobrepasa el 30% máximo del área bruta, la unidad de albañilería se clasifica como solida según la norma E.070, por lo tanto, puede ser utilizado en la construcción de muros portantes confinados.

Para el caso de la bloqueta con un vernier y regla metálica se midió el ancho y el largo de la superficie de asiento, así también el diámetro y el largo de la ranura o hueco.

Tabla: Porcentaje de Ranuras de la bloqueta

Especimen	Ensayo de Ranuras BLOQUETA								
	Bloqueta				Ranuras				Ranuras (%)
	L (mm)	A (mm)	esp (cm)	Area (cm ²)	Diámetro ranura (cm)	Largo ranura (cm)	Area de 1 ranura (cm ²)	Area ranuras (cm ²)	
R- 1	390.00	90.00	2.60	351.00	3.80	15.60	56.18	112.36	32.01
R- 2	388.00	90.50	2.60	351.14	3.80	15.50	55.80	111.60	31.78
R- 3	389.00	89.50	2.60	348.16	3.80	15.70	56.56	113.12	32.49
R- 4	391.00	90.00	2.60	351.90	3.80	15.60	56.18	112.36	31.93
R- 5	389.00	89.50	2.60	348.16	3.80	15.50	55.80	111.60	32.06
% de Ranuras Promedio									32.05

Fuente: Elaboración Propia

Solución R-1

$$\text{Area 1 ranura} = ((15.6 \times 3.8) - ((3.8 \times 3.8) - (3.14159 \times (3.8 \times 3.8 / 4))))$$

$$\text{Area 1 ranura} = 56.18 \text{ cm}^2$$

$$\text{Ar} = 2 \times \text{Area de 1 ranura}$$

$$\text{Ar} = 2 \times 56.18$$

$$\text{Ar} = 112.36 \text{ cm}^2$$

$$\text{Área} = ((\text{Largo} \times \text{Ancho}) / 100)$$

$$\text{Área} = ((390 \times 90) / 100)$$

$$\text{Área} = 351 \text{ cm}^2$$

$$R (\%) = ((100 \times \text{Ar}) / \text{Área})$$

$$R (\%) = ((100 \times 112.36) / 351)$$

$$R (\%) = 32.01$$

4.8.- RESUMEN DE RESULTADOS

Tabla 21: Resumen de los resultados de los ensayos al ladrillo.

CARACTERISTICA	RESULTADO	
TIPO DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA	Super King Kong	
MEDIDAS	Largo:	24cm
	Ancho:	12cm
	Alto:	9cm
VARIABILIDAD DIMENCIONAL	Largo:	0.76 %
	Ancho:	1.22 %
	Alto:	1.43 %
ALABEO	Largo:	1.01 mm
	Ancho:	0.50 mm
	Alto:	0.16 mm
SUCCIÓN	35.03	gr 200 cm ² x min
ABSORCIÓN	13.47%	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Medida sobre el Area bruta)	41.74	kg/cm ²
PORCENTAJE DE RANURAS	29.74%	

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a (ALBAÑILERIA), el ladrillo clasifico como clase I, se debe humedecer antes de su utilización, la absorción es menor al 22%, el alabeo es menor a 10 mm y el porcentaje de ranuras no sobrepasa el 30% y es clasificado como sólida.

Tabla: Resumen de los resultados de los ensayos a la bloqueta

CARACTERISTICA	RESULTADO	
TIPO DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA	Bloque No Portante	
MEDIDAS	Largo:	39 cm
	Ancho:	9 cm
	Alto:	19 cm
VARIABILIDAD DIMENCIONAL	Largo:	0.52 %
	Ancho:	1.25 %
	Alto:	0.77
ALABEO	Largo:	1.37 mm
	Ancho:	0.46 mm
	Alto:	0.51 mm
SUCCIÓN	No aplica	
ABSORCIÓN	9.91%	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Medida sobre el Area bruta)	33.77	kg/cm ²
PORCENTAJE DE RANURAS	32.05%	

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la Norma E.070, la bloqueta es clasificada como Bloque usado en la construcción de muros no portantes, la absorción es menor al 15%, el alabeo es menor a 8 mm y el porcentaje de ranuras sobrepasa el 30% y es clasificado como hueco.

4.9. GRANULOMETRIA

Se determinó la granulometría de la arena gruesa que es una mezcla de confitillo de la cantera de Vicho (Se encuentra en el km 9 de la ruta Cusco – San Salvador) y arena fina de Cunyac (Cercano al puente Cunyac), libres de materia orgánica, los cuales se utilizó para la dosificación del mortero utilizado en la construcción de los muros de labrillo y bloquetas.

4.9.1. Equipo y Materiales

Herramientas:

- Pala
- Carretilla
- Escoba y recogedor
- Badilejo
- Materiales:
- Agregado Grueso
- Equipos

Tamices:

- Tamiz 1/2"
- Tamiz 3/8"
- Tamiz N°4"
- Tamiz N°8"
- Tamiz N°16"
- Tamiz N° N°200"
- Bandeja
- Balanza electrónica

4.9.2.- Procedimiento:

- Se seleccionó la muestra de confitillo (Vicho) y de arena fina (Cunyac).
- Una vez obtenida la muestra se procedió a realizar el cuarteo de la muestra en tres oportunidades.
- Se levantó y depositó en un recipiente la cuarta parte de la muestra.
- Se tamiza con las mallas en orden decreciente como indica el equipamiento y las normas de ensayo. El vibrado es manual.
- Se procedió a pesar las muestras retenidas en los tamices, tratando de evitar el desperdicio para no alterar los resultados.
- En un formato se registró los datos resultantes al pesar cada Tamiz 1/2" 3/8" N°4" N°8" N°16" N°200".

4.9.3. Aplicaciones del ensayo:

Se usó 2600 gr de arena gruesa y 250 gr de arena fina , para ser sometida al ensayo de granulometría, obteniéndose el módulo de fineza y la curva granulométrica.

Figura 10: Ensayo de granulometría

		
<p>Cuarteo</p>	<p>Peso de la muestra</p>	<p>Tamizado</p>
		
<p>Tamiz en forma decreciente</p>	<p>Peso de muestra tamizada</p>	<p>Registro de datos</p>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 22: Granulometría de arena gruesa confitillo (Vicho)

Peso de la muestra seca + recipiente (grs):	3035
Peso del recipiente (grs):	435
Peso de la muestra seca, Ws (grs):	2600
Modulo de fineza	3.68%

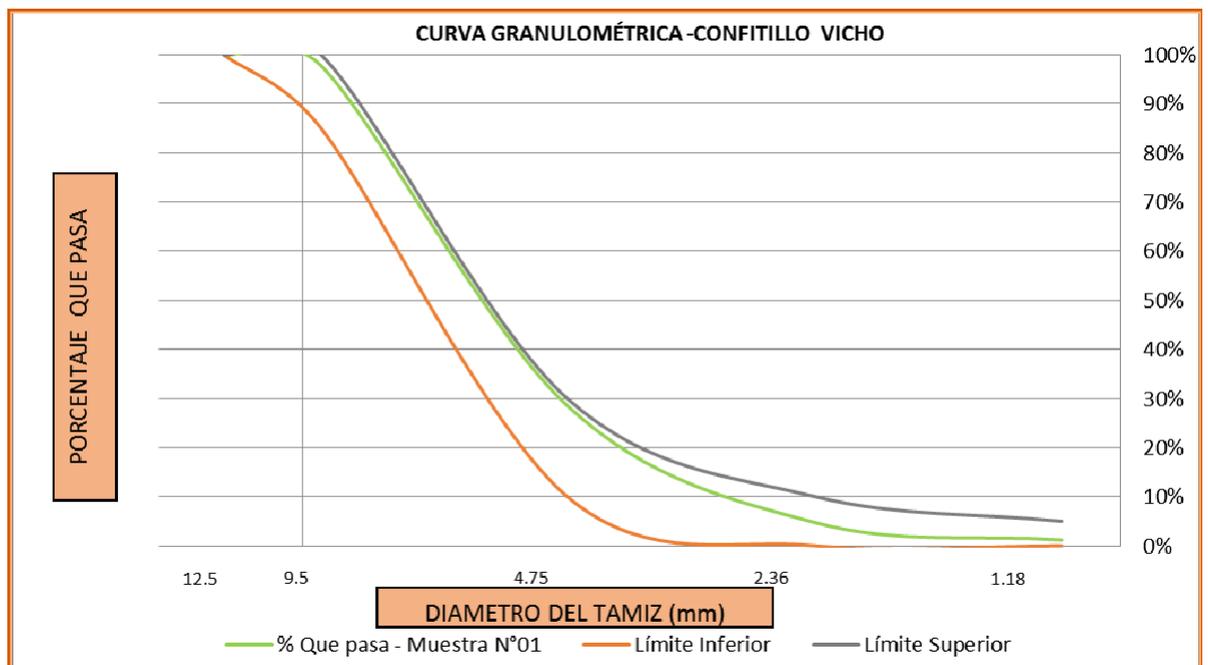
TAMIZ N°	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO (grs)	% RETENIDO	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	Norma E070 Granulometria del confitillo	
N°1/2	12.500	0.06	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
N°3/8	9.500	58.00	2.23%	2.23%	97.77%	85.00%	100.00%
N°4	4.750	1,800.00	69.22%	71.46%	28.54%	10.00%	30.00%
N°8	2.360	620.00	23.84%	95.30%	4.70%	0.00%	10.00%
N°16	1.180	92.00	3.54%	98.84%	1.16%	0.00%	5.00%
Base		30.22	1.16%	100.00%	0.00%		
	Σ	2,600					

Fuente: Elaboración Propia

$$\text{Modulo de Fineza} = (\text{SUMA}(2.23+71.46+95.30+98.84+100)/100)$$

$$\text{Modulo de Fineza} = 3.68 \%$$

Grafico 02: Curva Granulométrico arena gruesa confitillo (Vicho)



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23: Granulometría de arena fina (Cunyac)

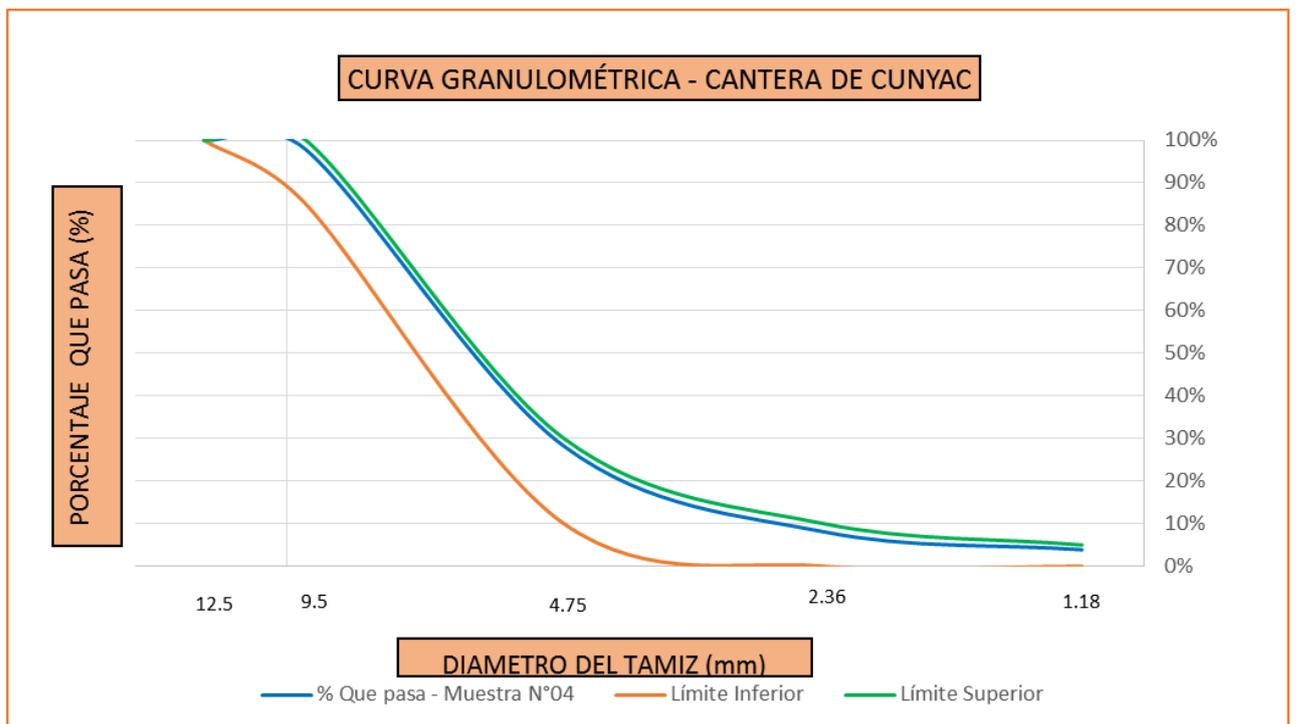
Peso de la muestra seca + recipiente (grs):	680.00
Peso del recipiente (grs):	430.00
Peso de la muestra seca, Ws (grs):	250.00
Modulo de fineza	3.62%

TAMIZ N°	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO (grs)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	Norma E070 Granulometría del Cant. Cunyac	
N°4	4.750	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
N°8	2.360	5.50	2.20%	2.20%	97.80%	95.00%	100.00%
N°16	1.180	174.00	69.60%	71.80%	28.20%	70.00%	100.00%
N°30	0.600	50.30	20.12%	91.92%	8.08%	40.00%	75.00%
N°50	0.300	10.50	4.20%	96.12%	3.88%	10.00%	35.00%
N°100	0.150	9.00	3.60%	99.72%	0.28%	2.00%	15.00%
N°200	0.075	0.70	0.28%	100.00%	0.00%	0.00%	2.00%
Σ		250.00					

Fuente: Elaboración Propia

Modulo de Fineza = $(SUMA(0+2.2+71.8+91.92+96.12+99.72))/100$

Modulo de Fineza = 3.62 %

Grafico 03: Curva Granulometría de arena fina (Cunyac).

Fuente: Elaboración Propia

4.10. ENSAYO A LA COMPRESIÓN DE CUBOS.

- Se sometieron a compresión 5 cubos con mortero tradicional (Cemento: Arena fina+confitillo, **1:3**) y 5 cubos con mortero de cemento: cal: arena+confitillo (**1: 1/4: 3**), sus medidas fueron de (5 cm) de lado.
- Se limpió el molde de madera y se le aplicó petróleo en las superficies internas del molde.
- Se le colocó una primera capa a mitad del molde y se le compactó con un pisón metálico 16 veces. Luego se colocó la segunda capa hasta llenar el molde con mortero, compactando continuamente más 16 golpes y finalmente se niveló los cubos de mortero.
- Después de las 24 horas se desencofraron la madera y se retiraron los cubos de mortero tradicional y cubos con mortero de cemento: cal: arena+confitillo.
- Seguidamente los 10 cubos se sumergieron en agua limpia durante 28 días.

Figura 11: Procedimiento de elaboración de cubos de mortero tradicional y adicionando cal



Fuente: Elaboración Propia

4.10.1.- Ensayo de los Cubos

El ensayo de compresión se realizó a los 28 días, para lo cual los cubos estarán centrados y en contacto con los cabezales de la máquina de compresión axial.

Finalmente se registró la carga máxima indicada por la máquina.

Para calcular la resistencia a compresión se usó la siguiente formula:

$$\sigma_u = \frac{P_u}{A}$$

Donde:

P_u = carga máxima registrada

A = Área de la sección transversal del cubo

σ_u = Resistencia a compresión.

Tabla 24: Compresión de cubos con mortero tradicional (Cemento: Arena fina+confitillo, 1:3)

ESPECIMEN	L (cm)	A (cm)	H (cm)	AREA (cm ²)	P _u		f'm (kg/cm ²)
					KN	Kg	
Cub-1	5.1	5.0	5.0	25.5	23.05	2350.00	92.16
Cub-2	5.0	5.1	5.1	25.6	25.99	2650.00	103.58
Cub-3	5.1	5.0	4.9	25.7	28.24	2880.00	111.93
Cub-4	5.0	4.9	5.0	24.5	19.42	1980.00	80.82
Cub-5	4.9	5.0	5.0	24.5	23.78	2425.00	98.98
Media	5.0	5.0	5.0	25.2	24.09	2457.00	97.49

f'm Promedio	=	97.49	kg/cm²
Desviacion Estandar	=	11.77	kg/cm²
Coficiente de Variacion	=	110.87	%
F'm caracteristico	=	85.72	kg/cm²

Fuente: Elaboración Propia

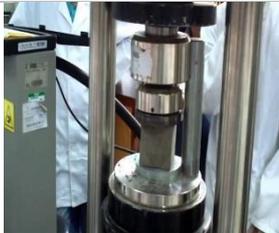
Tabla 25: Compresión de cubos con mortero de cemento: cal: arena+confitillo (1: ½: 3)

ESPECIMEN	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm ²)	Pu		f'm (kg/cm ²)
					KN	Kg	
Cub-1	5.0	4.9	5.0	24.5	21.33	2175.00	88.78
Cub-2	5.0	5.1	5.0	25.6	31.09	3170.00	123.90
Cub-3	5.1	5.0	5.0	25.7	30.35	3095.00	120.29
Cub-4	5.0	4.9	5.0	24.5	23.05	2350.00	95.92
Cub-5	5.0	5.0	5.1	25.0	27.26	2780.00	111.20
Media	5.0	5.0	5.0	25.1	26.62	2714.00	108.02

f'm Promedio	=	108.02	kg/cm ²
Desviacion Estandar	=	15.25	kg/cm ²
Coefficiente de Variacion	=	185.93	%
F'm caracteristico	=	92.77	kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia

Figura 13.1: cubos después del ensayo.

			
Cubo de mortero	Ensayo del cubo	Grietas en el cubo	Falla por aplastamiento

Fuente: Elaboración Propia

Materiales

Figura 12: Materiales utilizados en los Muretes y Pilas

	Ladrillo: Es adquirido de la ladrillera constructec de dimensiones 9x12x24 cm denominado super King Kong.
---	--

	<p>Arena: Proveniente de Cunyac y vicho</p> <p>La Arena grueso es una mezcla de arena fina de Cunyac y confitillo de la cantera de Vicho (Se encuentra en el km 9 de la ruta Cusco – San Salvador).</p>
	<p>Mortero:</p> <p>Mortero en proporción en volumen mortero tradicional (Cemento: Arena fina+confitillo,1:3) y cemento:cal:arena+confitillo (1 : 1/4 : 3). La mezcla se realizó con agua proveniente de los servicios públicos, que cumplía con los requisitos salubres de ser limpia, libre de ácidos, álcalis y de materias orgánicas</p>
	<p>Cemento :</p> <p>El cemento usado fue Portland IP Tipo I de alta Durabilidad de Cemento Yura.</p>
	<p>Cal:</p> <p>La Cal utilizada fue de tipo cal de obra adquirida en la ferretería Maestro ubicado en San Jeronimo</p>
	<p>Bloquetas de concreto:</p> <p>Es adquirido de ferretería Maestro ubicado en el distrito de San Jerónimo sus dimensiones son 9x19x39 cm denominado No Portante.</p>

Fuente: Elaboración propia

4.11. PRISMAS DE ALBAÑILERIA

En esta investigación se tiene el objetivo de encontrar la resistencia a la compresión axial ($f'm$) y el grado de adherencia ($V'm$ = Resistencia al corte) del mortero en los muros de albañilería de ladrillo y bloquetas, construidos con juntas de mortero tradicional y el mortero de cemento, cal y arena.

4.11.1.- Pilas

4.11.2.- Proceso constructivo de pilas de ladrillo

Se construyeron 6 pilas de ladrillo King Kong cuyas características y procedimiento fueron:

- 3 pilas con junta de cemento, agua, arena fina +confitillo, (1:3), espesor 1.5 cm.
- 3 pilas con junta de cemento: cal: arena+confitillo (1: 1/4: 3) espesor 1.5 cm.
- Dimensiones 0.24 m de ancho, 0.12 m de espesor y 0.315 m de altura.
- Se seleccionaron los ladrillos eliminados los que tenían esquinas defectuosas o rajaduras, y se limpiaron los polvos.
- Se humedeció las unidades por un tiempo de media hora, antes de su utilización.
- La proporción volumétrica cemento: arena +confitillo del mortero para el asentado de las unidades fue (1:3) con un espesor de 1.5 cm. Ya que según norma E 070 "En la albañilería con unidades asentadas con mortero, todas las juntas horizontales y verticales quedarán completamente llenas de mortero. El espesor de las juntas de mortero será como mínimo 10 mm y el espesor máximo será 15 mm o dos veces la tolerancia dimensional en la altura de la unidad de albañilería más 4 mm, lo que sea mayor".
- Se le colocó la mezcla de concreto a la primera hilada para recibir juntas horizontales y juntas verticales.
- La altura de las hiladas fue controlada con un escantillón, la verticalidad de la albañilería fue controlada con una plomada y nivel.

- Finalmente se curaron las juntas durante los 07 días para el buen fraguado y endurecido del mortero.
- Las pilas estuvieron conformadas por 03 hiladas de ladrillo (h= 31.5 m)
- Para evitar errores de excentricidad de la carga en los ensayos de compresión axial, se controló la verticalidad de pilas mediante una plomada y nivel. así también, se controló el grosor de las juntas con un escantillón.
- Finalmente, se colocó capping del mismo mortero en la superficie inferior y superior de la pila, para eliminar imperfecciones en las superficies de contacto de los cabezales de la prensa de compresión axial.

Figura 13: Proceso constructivo de pilas de ladrillo



Fuente: Elaboración Propia

4.11.3.- Proceso constructivo de pilas de Bloquetas

Se construyeron 6 pilas de bloquetas cuyas características y procedimiento fueron:

- 3 pilas con junta de cemento, agua, arena fina +confitillo, (1:3), espesor 1.5 cm.
- 3 pilas con junta de cemento: cal: arena+confitillo (1 : 1/4 : 3) espesor 1.5 cm.
- Dimensiones 0.39 m de ancho, 0.09 m de espesor y 0.425 m de altura.
- Se realizó los pasos similares descritos en el ítem para ladrillos.

Figura 14: Proceso Constructivo de Pilas Bloquetas.

			
Limpieza de polvo	Aplicación del mortero	Plomeado	Nivelado

Fuente: Elaboración Propia

Figura 16.1: pilas de ladrillo King Kong y bloquetas

	
Mortero fresco se curó durante 07 días	Cumplieron los 28 días de edad en laboratorio

Fuente: Elaboración Propia

El tiempo de fraguado antes de ser sometidos al ensayo de compresión axial fue a los 28 días de edad.

4.11.4.- Técnica de Ensayo

La máquina de compresión cumple la Norma ASTM C-1314-03b, se trasladó los prismas del lugar de construcción, evitando sacudidas, saltos y movimientos bruscos, hacia el lugar ubicado donde se encuentra la máquina de compresión. Se usó una máquina de compresión de testigos de concreto, el dial de carga es digital y una gata hidráulica en la parte superior. Se colocó la pila en forma vertical y se tomó como valor representativo de la compresión el especificado en la (Norma E070, 2017).

Para registrar los datos se usó una laptop y una hoja de Excel programado, los datos de carga se tomaron en kilogramos. El cabezal de la máquina de ensayo tiene un rotulo que permite la aplicación de la carga axial y entre cada pila en la parte superior e inferior. Se aplicó la carga a una velocidad de 300 kg/min, luego se aplicó la carga final a una velocidad adecuada en no menos de 3 minutos. Los resultados del ensayo de compresión se presentaran en la tabla 26, 27, 28,29.

Figura 15: Maquina para compresión axial



4.11.5.- Cálculo de la Resistencia a Compresión Axial

Para obtener la resistencia a compresión axial de las pilas ($f'm$) se utiliza la siguiente formula:

$$f'm = \frac{pmax}{Area}$$

Donde:

$f'm$ = Resistencia a compresión axial (Kg/cm²) o Mpa

$pmax$ = Fuerza máxima que resiste la pila (Kg)

Área = Área bruta transversal a la fuerza (cm²)

Luego el valor se corrigió según el factor de corrección por esbeltez de la pila. Este factor resultó de interpolar la esbeltez en la Tabla 30 que proporciona la Norma E.070.

Tabla 26: Factores de corrección según Norma E. 070.

Factor de corrección de $f'm$ por esbeltez					
Esbeltez	2.0	2.5	3.0	4.5	5.0
Factor	0.73	0.80	0.91	0.98	1.00

Fuente: (ALBAÑILERIA)

Tabla : Dimensiones de pilas.

La resistencia característica se obtiene al restar la desviación estándar a la resistencia promedio.

$$f'm \text{ caract} = f'm \text{ prom} - \sigma$$

Donde:

$f'm \text{ caract}$ = Resistencia a compresión característica (Kg/cm²)

$f'm \text{ prom}$ = Resistencia promedio a compresión (Kg/cm²)

σ = desviación estándar.

4.11.6 Resultado de la resistencia a compresión axial de pilas de ladrillo y Bloquetas.

Tabla 27: Resultado de pilas de ladrillo con mortero tradicional (Cemento: Arena fina+confitillo, 1:3)

PILAS MORTERO TRADICIONAL CEMENTO: ARENA FINA+CONFITILLO (1:3)									
PILAS DE LADRILLO	MEDIDAS (cm)			Area (cm ²)	Pu (kg)	E	f' m (kg/cm ²)	FE	f' m (kg/cm ²) CORREGIDO
	H	L	A						
P1	31.50	23.80	12.00	285.60	18120.00	2.63	63.45	0.83	52.57
P2	31.50	24.10	12.00	289.20	15265.00	2.63	52.78	0.83	43.74
P3	31.00	24.00	12.00	288.00	17425.00	2.58	60.50	0.82	49.47

f' m PROMEDIO = 48.59 kg/cm²

Desviacion Estandar = 4.48 kg/cm²

Coficiente de Variación = 13.39 %

f' m Característica = 44.11 kg/cm²

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 28 : Resultado de pilas de ladrillo con mortero de cemento: cal:
arena+confitillo (1 : 1/4 : 3).

PILAS MORTERO CEMENTO:CAL:ARENA FINA+CONFITILLO (1:1/4:3)									
PILAS DE LADRILLO	MEDIDAS (cm)			Area (cm ²)	Pu (kg)	E	f' m (kg/cm ²)	FE	f' m (kg/cm ²) CORREGIDO
	H	L	A						
P4	30.00	24.00	12.00	288.00	21165.00	2.50	73.49	0.80	58.79
P5	31.00	24.00	12.00	288.00	16855.00	2.58	58.52	0.82	47.85
P6	31.50	24.10	12.00	289.20	19585.00	2.63	67.72	0.83	56.11

f' m PROMEDIO = 54.25 kg/cm²

Desviacion Estandar = 5.70 kg/cm²

Coefficiente de Variación = 21.69 %

f' m Característica = 48.55 kg/cm²

Fuente: Elaboración Propia

Según (ALBAÑILERIA) para pilas de ladrillo estipula una resistencia a la compresión axial mínima de 65.00kg/cm², los resultados alcanzados son f' m característico de 44.11 Kg/cm² y 48.55 Kg/cm² lo cual incumple con la resistencia a la compresión mínima requerida.

Tabla 29: Resultado de pilas de bloqueta con mortero tradicional
(Cemento: Arena fina+confitillo, 1:3)

PILAS MORTERO TRADICIONAL CEMENTO: ARENA FINA+CONFITILLO (1:3)									
PILAS DE BLOQUETA	MEDIDAS (cm)			Area (cm ²)	Pu (kg)	E	f' m (kg/cm ²)	FE	f' m (kg/cm ²) CORREGIDO
	H	L	A						
P1	42.50	39.00	9.00	351.00	13550.00	4.72	38.60	0.99	38.17
P2	42.00	39.50	9.00	355.50	15285.00	4.67	43.00	0.99	42.43
P3	41.80	39.00	9.00	351.00	12675.00	4.64	36.11	0.99	35.59

f' m PROMEDIO = 38.73 kg/cm²

Desviacion Estandar = 3.45 kg/cm²

Coefficiente de Variación = 7.95 %

f' m Característica = 35.28 kg/cm²

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 30: Resultado de pilas de bloquetas con mortero de cemento: cal: arena+confitillo (1: 1/4 : 3).

PILAS MORTERO CEMENTO:CAL:ARENA FINA+CONFITILLO (1:1/4:3)									
PILAS DE BLOQUETA	MEDIDAS (cm)			Area (cm ²)	Pu (kg)	E	f' m (kg/cm ²)	FE	f' m (kg/cm ²) CORREGIDO
	H	L	A						
P4	41.80	39.50	9.00	355.50	16095.00	4.64	45.27	0.99	44.62
P5	42.50	39.00	9.00	351.00	13825.00	4.72	39.39	0.99	38.95
P6	42.00	39.00	9.00	351.00	14335.00	4.67	40.84	0.99	40.30

f' m PROMEDIO = 41.29 kg/cm²

Desviacion Estandar = 2.96 kg/cm²

Coefficiente de Variación = 5.86 %

f' m Característica = 38.33 kg/cm²

Fuente: Elaboración Propia

Según (ALBAÑILERIA) para pilas de bloquetas no portantes no estipula una resistencia a la compresión axial mínima, los resultados alcanzados son $f' m$ característico de 35.28 Kg/cm² y 38.33 Kg/cm².

4.11.7.- Forma de falla de pilas de albañilería

La falla ideal de las pilas de albañilería es una grieta vertical en la cara menor dimensión contando a las unidades y el mortero, producida por tracción debido a la exiación lateral (efecto poison) causada por la compresión aplicada. En este caso, las pilas fueron hechas de ladrillos de King Kong industrial. (cieza, 2012)

4.11.8. Tipos de falla

Las fallas más comunes son:

- falla vertical o Grieta vertical
- falla explosiva
- falla de aplastamiento
- falla compuesta (falla vertical y falla de aplastamiento)
- Desprendimiento parcial del ladrillo

Tipos de falla de las pilas de ladrillo.

Figura 16: Tipo de falla de las pilas de ladrillo con mortero tradicional



Fuente: Elaboración Propia

Figura 18.2: falla de las pilas 02, mortero tradicional con cal



Fuente: Elaboración Propia

Figura 18.3: falla de las pilas 03, mortero tradicional con cal



Figura 18.4: falla de las pilas 04, mortero tradicional con cal

		
Pila 04	Maquina de compresión axial	Falla compuesta

Figura 18.5: falla de las pilas 05, mortero tracional

		
Pila 05	Maquina de compresión axial	Falla vertical

Figura 18.6: falla de la pilas 06, mortero tracional

		
Pila 06	Maquina de compresión axial	Falla vertical

Tipos de falla de las pilas de bloquetas, mortero tradicional y con cal

Figura 17: falla de la pila 01 de mortero tradicional

		
Pila 01	Maquina de compresión axial	Falla por grieta vertical

Fuente: Elaboración Propia

Figura 19.2: falla de la pila 02 de mortero tradicional

		
Pila 02	Maquina de compresión axial	Falla de grieta vertical con desmoronamiento en la base

Figura 19.3: falla de la pila 03 de mortero tradicional

		
Pila 03	Maquina de compresión axial	Falla por explosión

Figura 19.4: falla de la pila 04 de mortero tradicional con cal



Figura 19.5: falla de las pila 05 de mortero tradicional con cal



Figura 19.6: falla de las pila 06 de mortero tradicional con cal



Fuente: Elaboración Propia

4.12.- RESISTENCIA AL CORTANTE DE ALBAÑILERIA (v'm)

4.12.1.- Muretes

Los muretes ayudan a determinar la resistencia característica a corte puro (v'm), los muretes son especímenes de albañilería simple, que suelen ser de forma cuadrada, en este caso son de 60 cm x 60 cm que vendría a ser lo estándar, de acuerdo (ALBAÑILERIA)

4.12.2 Procedimiento de Construcción

Se construyeron 06 muretes de ladrillo King Kong industrial y 06 muretes de bloquetas, cuyo procedimiento de construcción es de la siguiente manera:

Muretes de ladrillo King Kong industrial

- 3 muretes con junta de cemento, arena fina +confitillo, (1:3), espesor 1.5 cm.
- 3 muretes con junta de cemento: cal: arena+confitillo (1 : 1/4 : 3) espesor 1.5 cm.
- Dimensiones 0.60 m de ancho, 0.12 m de espesor y 0.60 m de altura, según norma E. 070.
- Se verifico las unidades de albañilería, y se eliminó las esquinas defectuosas rajaduras, y se seleccionaron las unidades de albañilería que cumplían los estándares básicos.
- Las unidades utilizadas fueron las mismas utilizaron para la construcción de las pilas (ladrillos King Kong 18 huecos)
- Se Humedecieron las unidades de albañilería King Kong.
- La dosificación del mortero fue el mismo que se utilizó para construir las pilas cemento, agua, arena fina +confitillo, (1:3).
- Para el asentado se colocó la primera capa de mortero y asentar los demás ladrillos.
- Se controló el alineamiento con el cordel, la altura con el escantillón y la verticalidad con un nivel y plomada.

- Finalmente, se colocó capping del mismo mortero en la superficie inferior y superior del murete, para eliminar imperfecciones en las superficies de contacto de los cabezales de la prensa de compresión axial.
- Los muretes están conformados por 06 hiladas de ladrillos en aparejo de soga.
- Luego de construir los muretes se curaron las juntas con brocha con agua después de 08 horas de asentado durante 07 días según Norma E. 070.
- Los muretes se ensayaron cuando cumplieron 28 días de edad.

Figura 18: Proceso constructivos de muretes de ladrillo

		
Humedecer unidades	Preparación del mortero	Asentado
		
Plomeado	Nivelado	Muretes

Fuente: Elaboración Propia

Muretes de Bloquetas

Se construyeron 6 muretes de bloquetas cuyas características y procedimiento fueron:

- 3 muretes con junta de cemento, arena fina +confitillo, (1:3), espesor 1.5 cm.
- 3 muretes con junta de cemento: cal: arena+confitillo (1 : 1/4 : 3) espesor 1.5 cm.
- Dimensiones 0.60 m de ancho, 0.09 m de espesor y 0.60 m de altura, según norma E. 070.
- Se realizó los pasos similares descritos en el ítem para ladrillos.
- También se colocó capping del mismo mortero en la superficie inferior y superior del murete, para eliminar imperfecciones en las superficies de contacto de los cabezales de la prensa de compresión axial.
- Al cumplir los 28 días de edad se llevó al laboratorio para realizar el respectivo ensayo.

Figura 19: Proceso Constructivos de Muretes con bloquetas



Fuente: Elaboración Propia

4.12.3.- Técnica de Ensayo

En la técnica de ensayo de compresión diagonal, se puso el testigo en los cabezales superior e inferior, para controlar la verticalidad en la maquina, se utilizó plomada y nivel de burbuja; se aplicó una carga continua con palanca manual, hasta que se verificó la rotura del murete, momento en el cual se registra la lectural en el dial en unidades de PSI o Bar, cuyas imágenes se presenta a continuación.

Figura 20: Maquina de Compresión Diagonal



Fuente: Elaboración Propia

4.12.4.- Cálculo de la Resistencia al Corte

La resistencia al corte puro resultó de dividir la carga máxima entre el área diagonal

Comprimida.

$$Vm = \frac{Pmax}{Ad}$$

Donde:

V_m = Resistencia al corte (Kg/cm²)

P máx. = Máxima Fuerza que resiste en murete (Kg)

Ad = Área diagonal (diagonal del murete x espesor) en (cm²)

La resistencia característica ($V'm$) es la resistencia al corte promedio menos una

Desviación estándar.

$$V'm = Vm - \sigma$$

Donde:

$V'm$ = Resistencia característica al corte (kg/cm²)

Vm = Resistencia promedio al corte (kg/cm²)

σ = Desviación estándar

Resultados de muretes con ladrillo:

Tabla 31: Resultado de muretes con ladrillo con mortero tradicional

(Cemento: Arena fina+confitillo,1:3)

MURETES CON MORTERO TRADICIONAL CEMENTO: ARENA FINA+CONFITILLO (1:3)							
MURETES DE LADRILLO	MEDIDAS (cm)			Ad (cm ²)	Pu (kgf)	Vm (kg/cm ²)	Vm (kg/cm ²) CORREGIDO POR EDAD
	L	H	T				
T1	61.50	63.50	12.00	1060.80	11436.82	10.78	11.32
T2	61.05	63.00	12.00	1052.73	10148.17	9.64	10.12
T3	62.00	64.00	12.00	1069.28	12725.48	11.90	12.50

Vm PROMEDIO = 11.31 kg/cm²

Desviacion Estandar = 1.19 kg/cm²

Coficiente de Variacion = 0.01 %

V'm Característica = 10.13 kg/cm²

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 32: Resultado de muretes con ladrillo con mortero tradicional con cal (1:1/4:3)

MURETES CON MORTERO CEMENTO:CAL:ARENA FINA+CONFITILLO (1:1/4:3)							
MURETES DE LADRILLO	MEDIDAS (cm)			Ad (cm ²)	Pu (kgf)	Vm (kg/cm ²)	Vm (kg/cm ²) CORREGIDO POR EDAD
	L	H	T				
T4	61.50	63.00	12.00	1056.49	12081.15	11.44	12.01
T5	62.00	63.50	12.00	1064.98	13047.64	12.25	12.86
T6	61.00	64.00	12.00	1060.97	10631.41	10.02	10.52

Vm PROMEDIO	=	11.80 kg/cm ²
Desviacion Estandar	=	1.19 kg/cm ²
Coefficiente de Variacion	=	0.01 %
V'm Característica	=	10.61 kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia

Resultado de muretes con bloquetas:

Tabla 33: Resultado de muretes con bloquetas con mortero tradicional (Cemento: Arena fina+confitillo,1:3)

MURETES CON MORTERO TRADICIONAL CEMENTO: ARENA FINA+CONFITILLO (1:3)							
MURETES DE BLOQUETA	MEDIDAS (cm)			Ad (cm ²)	Pu (kgf)	Vm (kg/cm ²)	Vm (kg/cm ²) CORREGIDO POR EDAD
	L	H	T				
T1	60.00	61.50	9.00	773.28	6926.53	8.96	9.41
T2	61.00	61.00	9.00	776.40	7409.77	9.54	10.02
T3	60.50	62.00	9.00	779.64	7893.02	10.12	10.63

Vm PROMEDIO	=	10.02 kg/cm ²
Desviacion Estandar	=	0.61 kg/cm ²
Coefficiente de Variacion	=	0.00 %
V'm Característica	=	9.41 kg/cm ²

Tabla 34: Resultado de muretes con bloquetas con con mortero tradicional con cal, (1:1/4:3)

MURETES CON MORTERO CEMENTO:CAL:ARENA FINA+CONFITILLO (1:1/4:3)							
MURETES DE BLOQUETA	MEDIDAS (cm)			Ad (cm ²)	Pu (kgf)	Vm (kg/cm ²)	Vm (kg/cm ²) CORREGIDO POR EDAD
	L	H	T				
T4	61.00	61.00	9.00	776.40	7409.77	9.54	10.02
T5	60.00	61.50	9.00	773.28	7731.94	10.00	10.50
T6	61.00	60.50	9.00	773.23	8215.18	10.62	11.16

Vm PROMEDIO	=	10.56 kg/cm ²
Desviacion Estandar	=	0.57 kg/cm ²
Coefficiente de Variacion	=	0.00 %
V'm Característica	=	9.99 kg/cm ²

4.12.5.- Tipos de falla

En los muretes existen 3 tipos de fallas, las cuales son:

- La grieta diagonal que pasa en los ladrillos y bloquetas, esto sucede cuando la resistencia a la tracción de las unidades de albañilería es menor en la adherencia del mortero – ladrillo y bloqueta óptimo.
- La grieta que se produce en las juntas es falla escalonada, esto se produce cuando la resistencia de las unidades de albañilería es mayor a las unidades de alabñileria – mortero; no adecuada.
- La grieta diagonal atraviesa a las unidades de albañilería y las juntas (como falla mixta), se produce cuando la resistencia de las unidades de albañilería es parecida a la adherencia del mortero – unidades de albañilería (intermedia). (Vargas ,2016)
- Falla escalonadas
- Desprendimiento de las unidades de albañilería

4.12.6.- Tipos de fallas de los muretes de ladrillo.

Figura 21: Falla de muretes T1 de ladrillo con mortero tradicional



Figura 23.2: Falla de muretes T2 con mortero tradicional.



Figura 23.3: Falla de murete T3 con mortero tradicional.



Figura 23.4: Falla de muretes T4 mortero tradicional con cal, (1:1/4:3).



Figura 23.5: Falla de murete T5 con mortero tradicional con cal, (1:1/4:3)

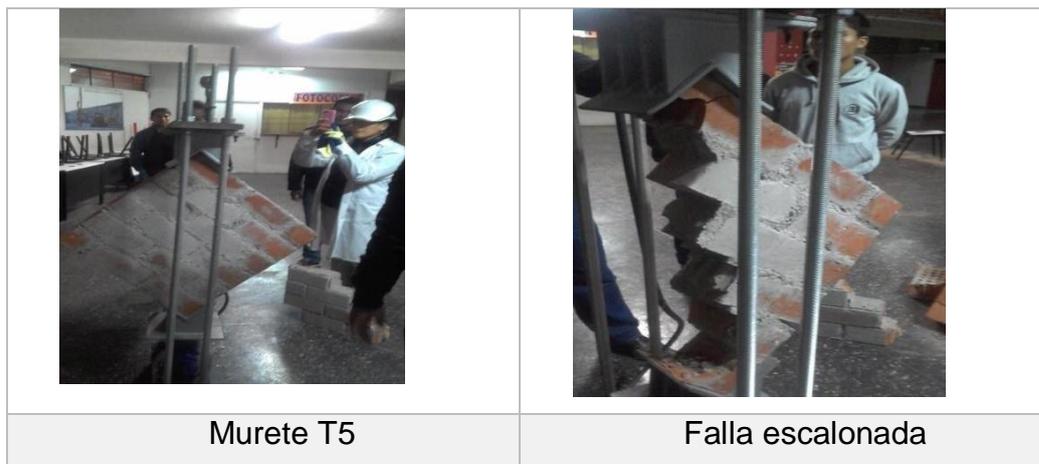


Figura 23.6: Falla de murete T6 con mortero tradicional con cal, (1:1/4:3)



Fuente: Elaboración Propia

4.12.7.- Tipos de fallas de los muretes de bloquetas

Figura 22: Falla de murete T1 con mortero tradicional



Figura 24.2: Falla de murete T2 con mortero tradicional



Figura 24.3: Falla de murete T3 con mortero tradicional



Fuente: Elaboración Propia

Figura 24.4: Falla de muretes T4 con mortero tradicional con cal, (1:1/4:3)



Figura 24.5: Falla de murete T5 con mortero tradicional con cal, (1:1/4:3)



Figura 24.6: Falla de murete T6 con mortero tradicional con cal, (1:1/4:3)



Fuente: Elaboración Propia

4.13. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- Los resultados obtenidos en el presente estudio de investigación “la resistencia a compresión de pila de ladrillo con mortero tradicional fue de 44.11 kg/cm² y se incrementa a 48.55 kg/cm² para el caso de pila de ladrillo con mortero cemento, cal, arena fina +confitillo, (1:1/4:3), lo cual concuerda con las conclusiones formuladas por (Meza Hajar, 2004) quien presento el trabajo de investigación “ESTUDIO DE MORTERO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA DE CEMENTO, CON ADICIÓN DE CAL AEREA”. En el que afirma “A la edad de 28 días y habiéndose adicionado 25 % de cal en la mezcla se obtuvieron los mejores comportamientos mecánicos de este material tales como: resistencia a compresión, tracción y flexión”.
- En el presente estudio de investigación, los resultados de “ la variación de la resistencia a la adherencia en los muretes de ladrillo construidos con juntas de mortero tradicional y mortero cemento, cal, arena fina +confitillo fue mayor que la resistencia mínima especificada de 8.1 kg/cm² según (Norma E.070 para muretes de ladrillo de arcilla King Kong industrial), obteniéndose 10.13 Kg/cm² y 10.61 Kg/cm² respectivamente, aquí se aprecia que la resistencia a la adherencia es ligeramente mayor en muretes de ladrillo construidos con juntas de mortero cemento, cal, arena fina +confitillo que los muretes de ladrillo con juntas con mortero tradicional, lo cual difiere con las conclusiones formuladas (Omar R.chavez lobaton, 2014) Quien presento el trabajo de investigación “COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SISMICO ENTRE UN MURO DE ALBAÑILERIA ARMADA Y OTRO DE ALBAÑILERIA DE JUNTA SECA UTILIZANDO BLOQUES DE CONCRETO VIBRADO” donde concluye “los muretes de albañilería ensayada a compresión diagonal arrojaron los siguientes resultados (V´m) en muretes se obtuvieron valores menores a los establecidos por la norma E=070(9.7 kg/cm²),siendo estos 4.0 kg/cm² y 8.8 kg/cm² en la albañilería armada de junta seca y tradicional respectivamente. En el primer caso se debe a que no hay suficiente adherencia entre las unidades”.

- De los resultados obtenidos en el presente estudio de investigación las fallas que experimenta las pilas de ladrillo son: grieta vertical, falla compuesta, falla explosiva y falla por aplastamiento. Los muretes de ladrillo experimentaron : falla por corte, falla escalonada, falla diagonal, falla por desplazamiento y falla por desprendimiento, lo cual contradice las conclusiones formuladas (Omar R.chavez lobaton, 2014) quien en su trabajo de investigación “COMPARACÓN DEL COMPORTAMIENTO SISMICO ENTRE UN MURO DE ALBAÑILERIA ARMADA Y OTRO DE ALBAÑILERIA DE JUNTA SECA UTILIZANDO BLOQUES DE CONCRETO VIBRADO”, afirma que las fallas de albañilería ensayada a compresión axial y a compresión diagonal arrojaron solamente los siguientes resultados: falla escalonada y falla mixta en la tradicional.

CAPITULO V: PROPUESTA

CONCLUSIONES

El propósito de esta tesis fue determinar el comportamiento de las características mecánicas del mortero de junta tradicional y adicionando cal, en muros de albañilería de ladrillo y de bloqueta en la ciudad del cusco, se tuvo las siguientes conclusiones:

- La resistencia a la adherencia en los muretes de ladrillo construidos con juntas de mortero tradicional y adicionando cal, en muros de albañilería de ladrillo y de bloqueta fue mayor que la resistencia mínima especificada de 8.1 kg/cm² según (Norma E.070 para muretes de ladrillo de arcilla King Kong industrial), obteniéndose 10.13 Kg/cm² y 10.61 Kg/cm² respectivamente. Mientras que la resistencia a la adherencia en los muretes de bloquetas construidos con juntas de mortero tradicional fue de 9.41 Kg/cm² y los muretes de bloquetas con junta de mortero cemento, cal, arena fina +confitillo fue de 9.99 Kg/cm² en ambos casos mayor que la resistencia mínima especificada de 8.6 kg/cm² según (Norma E.070 para muretes de bloqueta portante).
- La resistencia a compresión de pila de ladrillo con mortero tradicional fue de 44.11 kg/cm² y se incrementa a 48.55 kg/cm² para el caso de pila de albañilería con mortero cemento, cal, arena fina +confitillo, (1:1/4:3). Según Norma E. 070 para pilas de ladrillo estipula una resistencia a la compresión axial mínima de 65.00kg/cm², los resultados alcanzados son f'_m característico de 44.11 Kg/cm² y 48.55 Kg/cm² lo cual incumple con la

resistencia a la compresión mínima requerida. La resistencia a compresión de pila de bloqueta con mortero tradicional fue de 35.28 kg/cm² y se incrementa a 38.33 kg/cm² para el caso de pila de albañilería con mortero cemento, cal, arena fina +confitillo, (1:1/4:3). Según Norma E. 070 para pilas de bloquetas no portantes no estipula una resistencia a la compresión axial mínima, los resultados alcanzados son f'_m característico de 35.28 Kg/cm² y 38.33 Kg/cm².

- Las fallas que experimenta las pilas de ladrillo son: grieta vertical, falla compuesta, falla explosiva y falla por aplastamiento, mientras que los muretes de ladrillo experimentaron: falla por corte, falla escalonada, falla diagonal, falla por desplazamiento y falla por desprendimiento. Las fallas que experimenta las pilas de bloquetas son: grieta vertical y falla por aplastamiento, mientras que los muretes de bloquetas experimentaron: falla por corte y falla escalonada.

RECOMENDACIONES

- Los ladrillos clase I experimentados preferentemente deben ser utilizados en muros de albañilería no portante, ya que según los resultados alcanzados en pruebas de resistencia a la compresión axial incumple con la resistencia a la compresión mínima requerida.
- Se recomienda el uso de morteros cemento, cal, arena fina +confitillo, en muros de ladrillo y bloquetas, por experimentar mayor resistencia a la adherencia que los muretes elaborados con junta de mortero tradicional.
- Supervisar el proceso constructivo en la elaboración del muro.
- Se recomienda el control de calidad de la fabricación del ladrillo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

(RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 011-2006, V. (s.f.). (RESOLUCIÓN

MINISTERIAL N° 011-2006,VIVIENDA,2006).

ALAS QUINTEROS, J. A. (2012). "DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE MORTEROS PARA MAMPOSTERÍA UTILIZANDO ESPECÍMENES CILÍNDRICOS Y CUBOS, CON AGREGADOS DEL BANCO DE ARENA: LAGUNA DE ARAMUACA EN SAN MIGUEL". 1-271.

ALBAÑILERIA, N. T. (s.f.).

Ana victoria, a. o. (2011). ESTUDIO DE UN NUEVO LADRILLO DE CONCRETO Y DE LA INFLUENCIA DE LA CAL EN EL MORTE EN EL CPMPORTAMIENTO SISMICO DE MUROS CONFINADOS ". (U. C. PERU, Ed.) 1- 97. Recuperado el 22 de AGOSTO de 2017

ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, D. Q. (Febrero de 2011). DISEÑO Y CONSTRUCCION DE ESTRUCTURA SISMORRESISTENTES Y DE ALBAÑILERIA. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Arquitectura. (2015).

Arquitectura, I. D. (01 de Octubre de 2015). PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓN FISURAS DE MUROS.

<https://www.arquigrafico.com/patologia-de-la-construccion-fisuras-en-muros/>.

Bonilla. (2006). Tesis . Lima: PUC.

Cabezas, J. A. (2010). MORTEROS LARGA VIDA: DISEÑO Y APLICACION. (U. S. QUITO, Ed.) TESIS, 1-121. Recuperado el 08 de 11 de 2017

Castillo, R. (2012). Manual de construccion .

- cieza, Y. L. (2012). Comportamiento sísmico de muros de albañilería confinada tipo Haití, ensayo de carga lateral y vertical.
- Decuscop Peru.com. (15 de 12 de 2017). www.decuscop Peru.com/mapas/mapa-cusco. Obtenido de www.decuscop Peru.com/mapas/mapa-cusco.
- Hernández, M. V. (2015). "INFLUENCIA DEL TIPO DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE LA ALBAÑILERÍA ". (U. P. NORTE, Ed.) TESIS, 1-150. Recuperado el 15 de 08 de 2017
- INDECOPI - NTP 399.621. (2004). Método de ensayo de compresión diagonal de muretes de albañilería. Lima: INDECOPI.
- Julio Kuroiwa Horiuchi, J. S. (2009). MANUAL PARA LA REPARACIÓN Y REFORZAMIENTO DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DAÑADAS POR SISMOS. Lima: Calle los Cedros 269- Lima 27. Recuperado el 10 de Enero de 2018
- LÓPEZ, L. G. (2003). CONCRETO Y OTROS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN. COLOMBIA: Segunda edición. Recuperado el 25 de noviembre de 2017
- Meza Híjar, F. E. (2004). ESTUDIO DE MORTERO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería. Recuperado el 24 de agosto de 2017
- Monreal, J. P. (2006). ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE MORTERO DE JUNTA PARA ALBAÑILERÍA FABRICADO EN OBRA Y MORTERO PREMEZCLADO HUMEDO PARA ALBAÑILERÍA. Santiago de Chile: Universidad Austral de Chile.
- Morante Portocarrero, A. A. (2008). Mejora de la adherencia mortero - ladrillo de concreto. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

- Murales, D. A. (2014). ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO DE MORTERO DE SABIETA TRADICIONAL PARA LEVANTADO DE MAMPOSTERÍA FABRICADO EN OBRA COMPARADO CON MORTERO PREDOSIFICADO. (U. d. Guatemala, Ed.) tesis, 1-103. Recuperado el lunes de agosto de 2017
- Nadia Luz Huisa Cuito, E. S. (2016). ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ; ELABORADAS CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL KING KONG 18 HUECOS, RESPECTO DE LOS COEFICIENTES ESTABLECIDOS POR LA NORM. TESIS , CUSCO. Recuperado el 20 de 09 de 2017
- Omar R.chavez lobaton, & f. (2014). COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO ENTRE UN MURO DE ALBAÑILERIA ARAMADA Y OTRO DE ALBAÑILERIA DE JUNTA SECA UTILIZANDO BLOQUES DE CONCRETO VIBRADO . (U. C. PERU, Ed.) TESIS, 1- 87. Recuperado el 23 de AGOSTO de 20
- Pari, P. D. (2008). "COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO A CARGA LATERAL CÍCLICA DE UN MURO CONFINADO CON LADRILLOS DE CONCRETO Y OTRO CON LADRILLOS DE ARCILLA". TESIS , PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ , LIMA .
- PERUANA, N. T. (2016). NTP 399.605. LIMA: INDECOPI.
- Peruana, N. t. (2017). Norma E-030 Diseño Sismoresistente. Lima: NTP.
- Peruana, N. T. (2017). Norma E-060 Concreto Armado. LIma: NTP.

REVISTA. (2011). REPARACIÓN DE FISURAS, GRIETAS Y RAJADURAS EN MAMPOSTERÍAS.

Ricardo Medina Cruz, A. B. (s.f.). Manual de construcción.

SALAS, H. &. (2016). ANALISIS COMPARATIVO DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCION DE LA RESISTENCIA A COMPRESION AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERIA POR EFECTOS DE ESBELTEZ; ELABORADOS CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL KING KONG 18 HUECOS, RESPECTO DE LOS COEFICIENTES ESTABLECIDOS POR LA NOI. CUSCO: UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS.

SENCICO. (02 de 10 de 2016). Ensayo de pila de albañilería - NTP 399.605.

Obtenido de BLOG PUCP: <http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/82/2008/01/C05-Prismas.pdf>

Sonora, D. d. (1994). Durabilidad del concreto de alto comportamiento.

Recuperado el 24 de 11 de 2017

Vargas, P. C. (2016). Influencia de Reforzamiento con Fibras de Polipropileno (HS-SIKAFIBER PE) y el Cálculo Óptimo del Espesor del Mortero en el Módulo de Albañilería (Ladrillero+Mortero) de Tres Marcas Conocidas en la Ciudad del Cusco-2016. Cusco-Perú: Universidad Alas Peruanas.

PANEL FOTOGRÁFICO

1.- Construcción de muretes y pilas de albañilería con ladrillos sólidos de 18 huecos King Kong, con Juntas de Mortero; tradicional y adicionando cal.



2.-Ensayo Realizados en el laboratorio UNITEST de Alabeo, Absorción, Succión y Granulometría



3.-Ensayo Realizados en el laboratorio de la Universidad Alas Peruanas Filial Cusco - Pilas y Muretes

