



FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

COMPARACION DE LA RESISTENCIA MECANICA DE PILAS SOMETIDAS A
COMPRESION AXIAL Y MURETES SOMETIDOS A COMPRESION
DIAGONAL CON Y SIN TARRAJEO, UTILIZANDO UNIDADES DE
ALBAÑILERIA FABRICADOS EN LAS LADRILLERAS DE SAN JERONIMO-
CUSCO ENTRE LOS AÑOS 2014 AL 2015

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO
PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL:

PRESENTADO POR:
BR: MARILUZ SANCHEZ QUECAÑO

ASESOR METODOLOGICO
DR. EDWARDS J. AGUIRRE ESPINOZA

ASESOR TECNICO
ING. DAVID BELTRAN GODOY

CUSCO – PERÚ
2016

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado con mucho cariño a: Dios porque gracias a que él me ha brindado la salud y vida he logrado culminar con éxito el presente trabajo, a mi Madre y a mis hermanos, quienes han sido la guía y el camino para poder llegar a este punto de mi carrera que con su ejemplo, dedicación y palabras de aliento nunca bajaron los brazos para que yo tampoco lo haga aun cuando todo se complicaba.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi cordial agradecimiento a nuestra alma mater la “Universidad Alas Peruanas - Cusco”, en especial a la Facultad de Ingeniería y a toda la plana docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, ya que ellos con sus enseñanzas y sus sabios consejos nos guiaron a no dejarnos vencer y a ser más fuertes ya que al salir de la universidad la vida va a ser distinta.

Agradezco inmensamente a mi asesor Ing. David Beltrán Godoy, a mis dictaminantes Ing. Einerg Román Villegas, Ing. Ambrosio Mamani Cutipa, por sus valiosas recomendaciones, comprensión y tiempo para el desarrollo y culminación de este proyecto.

A las personas que han estado presentes en el transcurso de mi vida, ya que gracias a ellos he aprendido valores, principios y conocimientos que me han servido para llegar a ser la persona que soy hoy en día.

RESUMEN

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

Esta investigación tiene como objetivo general: “Determinar en qué medida el tarrajeo mejora, las propiedades mecánicas que poseen las pilas y muretes de albañilería utilizando Ladrillos King Kong 18 huecos y Bloque de las ladrilleras de San Jerónimo de la Ciudad del Cusco.” Para ello se realizaron los ensayos requeridos en el laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad de San Antonio Abad del Cusco., determinando datos válidos y confiables.

La presente Tesis de investigación presenta la siguiente Hipótesis General: “El tarrajeo de pilas y muretes de albañilería de Ladrillo King Kong 18 huecos y Bloque incrementaría la resistencia a la compresión axial y a la compresión diagonal respectivamente en las ladrilleras de San Jerónimo en la ciudad del Cusco”

La validación de la presente hipótesis ha quedado comprobada y demostrada a través del Modelo Estadístico utilizado, generando la **Conclusión General**, como resultado de la constatación de la hipótesis general mediante el siguiente enunciado:

Esta investigación ha probado que el uso de la técnica de tarrajeo en la albañilería estructural con Ladrillos King Kong de 18 huecos y Bloque incrementa sus propiedades mecánicas, como en la resistencia a la compresión axial y la resistencia a la compresión diagonal, adicionando un 21.28% en Ladrillos King Kong a la compresión axial, adicionando 10.65% en Bloque, adicionando 18.82% en resistencia a la compresión diagonal de Ladrillos King Kong, adicionando 87.80% en Bloque.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis de investigación titulada COMPARACION DE LA RESISTENCIA MECANICA DE PILAS SOMETIDAS A COMPRESION AXIAL Y MURETES SOMETIDOS A COMPRESION DIAGONAL CON Y SIN TARRAJEO, UTILIZANDO UNIDADES DE ALBAÑILERIA FABRICADOS EN LAS LADRILLERAS DE SAN JERONIMO-CUSCO ENTRE LOS AÑOS 2014 AL 2015, tiene como fin demostrar que con el uso de la técnica del tarrajeo en muros construidos con Ladrillos y Bloques de arcilla aumentan su resistencia a la compresión axial y su resistencia a la compresión diagonal.

Las conceptualizaciones, planteamientos, criterios operativos, cuadros, gráficas, que se desarrollen en los capítulos, están orientadas a simplificar, hacer más comprensibles y operativas las partes metodológicas referidas al tratamiento del problema, al planteamiento y contrastación de las hipótesis y de predicciones en tanto que estas últimas son producto de experimentos y explicaciones de Laboratorio que en esta tesis se tratan.

Este trabajo de investigación consta de tres capítulos, los cuales han sido elaborados siguiendo los pasos que recomienda la UAP.

EL CAPITULO I trata sobre el planteamiento metodológico en el cual se desarrollan la descripción de la realidad problemática, delimitación de la investigación, problemas de investigación, objetivos de la investigación, hipótesis de la investigación, diseño de la investigación, población, muestra, técnicas, instrumentos, justificación e importancia de la investigación.

EL CAPITULO II trata sobre el marco teórico, en el cual se desarrollan los antecedentes de la investigación en el mundo y en el Perú, las bases teóricas como: unidades de albañilería, reforzamiento de muros de albañilería, tipos de unidades, clasificación de unidades, mortero, cemento, agregados, entre otros y por ultimo definición de términos básicos.

EL CAPITULO III desarrolla la parte de ensayos de laboratorio, en los cuales se describe en forma detallada la realización de los diferentes ensayos

realizados con las unidades de albañilería (Ladrillos King Kong y Bloques) seleccionados para esta investigación, los cuales fueron en número de 10 para cada prueba, y estos fueron comprados de la ladrillera San Jose, ubicada en San Jerónimo-Cusco; los ensayos realizados con muestras de Ladrillo, pilas de Ladrillo y muretes de Ladrillo fueron: Ensayo de alabeo, succión, absorción, compresión axial, compresión diagonal; también se trata sobre los resultados obtenidos en la investigación que comprende la recolección de datos en laboratorio, análisis e interpretación de resultados haciendo uso de técnicas estadísticas, cuadros, gráficos ilustrativos; evaluación de los resultados. Por último, finaliza este capítulo con la exposición de las conclusiones obtenidas en la investigación, y las recomendaciones sugeridas para la aplicación de este método de reforzamiento económica y sencillos de reforzamiento de muros de albañilería llamado TARRAJEO.

INDICE

CAPITULO I		
PLANTEAMIENTO METODOLOGICO		Pag
1.1	DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	01
1.2	DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	02
1.3	PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN.....	02
1.3.1	PROBLEMA PRINCIPAL.....	02
1.3.2	PROBLEMA SECUNDARIO.....	02
1.4	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.	03
1.4.1	OBJETIVO GENERAL.....	03
1.4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	03
1.5	HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	04
1.5.1	HIPÓTESIS GENERAL.....	04
1.5.2	HIPÓTESIS SECUNDARIO.....	04
1.5.3	IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES	05
1.6	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	05
1.6.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	05
1.6.2	NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	06
1.6.3	MÉTODO.....	06
1.7	UNIDAD Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.....	07
1.8	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	08
1.8.1	TÉCNICAS DE TRATAMIENTO DE LOS DATOS.....	08
1.8.2	INSTRUMENTOS.....	08
1.9	JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	09
1.9.1	JUSTIFICACIÓN.....	09
1.9.2	IMPORTANCIA.....	10
1.9.3	LIMITACIONES.....	10
CAPITULO II		
MARCO TEORICO		
2.1.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	11
a)	En el Mundo.....	11
b)	En el Perú.....	14
2.2.	BASES TEORICAS.....	15
2.2.1	LA ALBAÑILERÍA O MAMPOSTERÍA.....	15
2.2.2	UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	16
2.2.3	CLASIFICACION DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA.....	16
2.2.3.1	Según sus Dimensiones.....	16

2.2.3.2	Según los Tipos de Unidades.....	17
2.2.3.3	Según su Función.....	17
2.2.3.4	Clasificación por la Distribución del Refuerzo.....	19
2.2.3.5	Clasificación de la Unidad para fines estructurales.....	19
2.2.3.6	Limitaciones en su Aplicación.....	20
2.2.4	PROPIEDADES DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA.....	21
2.2.5	RESISTENCIA DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA.....	22
2.2.5.1	Ensayo de Compresión en Pilas.....	23
2.2.5.2	Ensayo de Compresión diagonal en Muretes.....	23
2.2.5.3	Factores de Corrección por Esbeltez.....	24
2.2.6	MATERIALES	25
2.2.6.1	El Cemento.....	25
2.2.6.2	Agregados.....	25
2.2.6.3	El Agua.....	26
2.2.6.4	Cal Hidratada Normalizada.....	26
2.2.6.5	Mortero.....	26
2.2.7	TERMINOLOGÍA DE ALBAÑILERÍA	28

CAPITULO III

PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.1	ENSAYOS DE LABORATORIO.....	31
3.1.1	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA.....	31
3.1.1.1	Ensayos Clasificatorios.....	31
3.1.1.1.1	Variación de dimensiones y Alabeo.....	31
3.1.1.1.2	Resistencia a la Compresión.....	34
3.1.1.2	Ensayos No Clasificatorios.....	37
3.1.1.2.1	Absorción.....	37
3.1.1.2.2	Succión	39
3.1.1.2.3	Porcentajes de Vacíos.....	40
3.1.2	MORTERO	41
3.1.2.1	Resistencia a Compresión de los Cubos de Mortero (f' mortero).....	42
3.1.2.2	Procedimiento para la Elaboración de Cubos de Mortero.....	42
3.1.3	GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO.....	46
3.1.1.3	Herramientas y Materiales.....	46
3.1.1.4	Procedimiento.....	46
3.1.4	ENSAYO DE PILAS A COMPRESIÓN AXIAL.....	47
3.1.4.1	Materiales Equipos y Herramientas.....	50
3.1.4.2	Procedimiento.....	51
3.1.4.3	Datos Cálculos y Resultados de Ensayos de Pilas de unidades .	54

3.1.4.3.1	Ensayos a compresión de Pilas de Ladrillos King Kong.....	54
3.1.4.3.2	Ensayos a compresión de pilas de Bloques.....	59
3.1.5	ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES.....	63
3.1.5.1	Objetivos.....	63
3.1.5.2	Materiales Equipos y Herramientas.....	64
3.1.5.3	Procedimiento.....	65
3.1.5.4	Datos Cálculos y Resultados de Ensayos de Compresión Diagonal en Muretes de albañilería.....	67
3.1.5.4.1	Ensayos a compresión de diagonal en muretes de Ladrillos King Kong.....	67
3.1.5.4.2	Ensayos a compresión diagonal en muretes de Bloques.....	71
3.2	RESULTADOS.....	75
3.2.1	Ensayo de Unidades de Albañilería.....	75
3.2.2	Resultados ensayo a Compresión Axial de cubos de Mortero.....	82
3.2.3	Resultados Granulometría del Agregado.....	83
3.2.4	Resultados ensayos de pilas a compresión axial.....	85
3.2.5	Resultados Ensayos de Compresión Diagonal en Muretes.....	88
3.3	COMPROBACION DE HIPOTESIS.....	91
3.3.1	PRIMERA HIPÓTESIS SECUNDARIA.....	91
3.3.2	SEGUNDA HIPÓTESIS SECUNDARIA.....	92
3.3.3	TERCERA HIPÓTESIS SECUNDARIA	93
	CONCLUSIONES.....	95
	RECOMENDACIONES.....	96
	RERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	97
	ANEXOS.....	98

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.1	Ficha Técnica Ensayo de Compresión de Unidades de Albañilería.....	8
Tabla 1.2	Ficha Técnica Ensayo de Compresión de Axial.....	9
Tabla 1.3	Ficha Técnica Ensayo de Compresión Diagonal.....	9
Tabla 2.1	Clase de Unidad de Albañilería para Fines Electorales.....	20
Tabla 2.2	Limitaciones en el Uso de la Unidad de Albañilería.....	21
Tabla 2.3	Métodos para Determinar f_m y v_m	22
Tabla 2.4	Resistencias Características de la Albañilería Mpa (kg/cm ²).....	24
Tabla 2.5	Factores de Corrección de f_m por Esbeltez.....	25
Tabla 2.6	Tipos de Mortero.....	28
Tabla 2.7	Granulometría de la Arena Gruesa.....	28
Tabla 3.1	Datos y Resultados Variación Dimensional Ladrillos King Kong.....	31
Tabla 3.2	Datos y Resultados Variación Dimensional Bloques.....	33
Tabla 3.3	Datos y Resultados Alabeo Ladrillos King Kong.....	33
Tabla 3.4	Datos y Resultados Alabeo Bloques.....	33
Tabla 3.5	Datos y Resultado Absorción Ladrillos King Kong.....	34
Tabla 3.6	Datos y Resultados Absorción Bloques.....	35
Tabla 3.7	Datos y Resultados Succión Ladrillo King Kong.....	36
Tabla 3.8	Datos y Resultados Succión Bloques.....	38
Tabla 3.9	Porcentaje de Vacíos Ladrillos King Kong.....	38
Tabla 3.10	Porcentaje de Vacíos Bloques.....	39
Tabla 3.11	Datos y Result. de la Resist a la Compres. de Ladrillos King Kong.....	39
Tabla 3.12	Datos y Resultados de la Resistencia a la Compresión de Bloques.....	40
Tabla 3.13	Tipos de Mortero.....	40
Tabla 3.14	Jornada 13 de Octubre del 2015.....	41
Tabla 3.15	Jornada 15 de Octubre del 2015.....	44
Tabla 3.16	Jornada 17 de Octubre del 2015.....	44
Tabla 3.17	Datos de la Arena Gruesa.....	45
Tabla 3.18	Factores de Corrección de f_m por Esbeltez- SENSICO.....	47
Tabla 3.19	Factores de Corrección de f_m por Esbeltez- NORMA ASTM C1314.....	49
Tabla 3.20	Corrección de Esbeltez Tomada de la Norma E-070 de Albañilería.....	50
Tabla 3.21	Dimensiones Pilas de Ladrillo King Kong.....	53
Tabla 3.22	Dimensiones Pilas de Ladrillo King Kong con Tarrajeo.....	54
Tabla 3.23	Calculo de la Resistencia de Pilas - Ladrillo King Kong.....	54
Tabla 3.24	Calculo de la Resistencia de Pilas - Ladrillo King Kong con Tarrajeo.....	55
Tabla 3.25	Calculo Esbeltez y Corrección de la Resist. Ladrillo King Kong sin Tarrajeo.....	56
Tabla 3.26	Calculo Esbeltez y Corrección de la Resist. Ladrillo King Kong con Tarrajeo.....	57
Tabla 3.27	Dimensiones Bloques sin Tarrajeo.....	58
Tabla 3.28	Dimensiones Bloques con Tarrajeo.....	59
Tabla 3.29	Calculo de la Resistencia de Pilas – Bloques sin Tarrajeo.....	59
Tabla 3.30	Calculo de la Resistencia de Pilas – Bloques con Tarrajeo.....	60
Tabla 3.31	Calculo de Esbeltez y Corrección de la Resistencia Bloques sin Tarrajeo.....	61
Tabla 3.32	Calculo de Esbeltez y Corrección de la Resistencia Bloques con Tarrajeo.....	62
Tabla 3.33	Incremento de f_m y v_m por Edad.....	62

Tabla 3.34	Dimensiones – Muretes de Ladrillo King Kong sin Tarrajeo.....	66
Tabla 3.35	Dimensiones – Muretes de Ladrillo King Kong Con Tarrajeo.....	67
Tabla 3.36	Calculo de la Resistencia de Muretes de Ladrillo King Kong Sin Tarrajeo.....	68
Tabla 3.37	Calculo de la Resistencia de Muretes de Ladrillo King Kong Con Tarrajeo.....	69
Tabla 3.38	Dimensiones – Muretes de Bloques sin Tarrajeo.....	70
Tabla 3.39	Dimensiones - Muretes de Bloques con Tarrajeo.....	71
Tabla 3.40	Calculo de la Resistencia de Muretes de Bloques sin Tarrajeo.....	71
Tabla 3.41	Calculo de la Resistencia de Muretes de Bloques con Tarrajeo.....	72
Tabla 3.42	Variación Dimensional Ladrillo King Kong.....	73
Tabla 3.43	Variación Dimensional Bloques.....	75
Tabla 3.44	Alabeo Ladrillo King Kong.....	75
Tabla 3.45	Alabeo Bloques.....	76
Tabla 3.46	Absorción Ladrillo King Kong.....	76
Tabla 3.47	Absorción Bloques.....	77
Tabla 3.48	Succión Ladrillo King Kong.....	77
Tabla 3.49	Succión Bloques.....	78
Tabla 3.50	Porcentaje de Vacíos Ladrillo King Kong.....	78
Tabla 3.51	Porcentaje de Vacíos Bloques.....	79
Tabla 3.52	Clase de Unidad de Albañilería para Fines Estructurales.....	79
Tabla 3.53	Análisis de Result de la Resistencia a Compresión De Ladrillos King Kong.....	80
Tabla 3.54	Análisis de Resultados de la Resistencia a la Compresión de Bloques.....	81
Tabla 3.55	Result. de Resist. a Compresión de Cubos de Mortero (13 octubre 2015).....	81
Tabla 3.56	Result. de Resist. a Compresión de Cubos de Mortero (15 octubre 2015).....	82
Tabla 3.57	Result. de Resist. a Compresión de Cubos de Mortero (17 octubre 2015).....	82
Tabla 3.58	Resistencia Característica de la Albañilería Mpa.....	83
Tabla 3.59	Result.de Resistencia a la Compresión de Pilas de Ladrillo King Kong.....	83
Tabla 3.60	Result. de Resist. a la Compresión Pilas Ladrillo King Kong con Tarrajeo.....	85
Tabla 3.61	Result. de Resist. a la Compresión de Pilas de Bloques.....	86
Tabla 3.62	Result. de Resist. a la Compresión de Pilas de Bloques con Tarrajeo.....	86
Tabla 3.63	Resistencia Característica de la Albañilería Mpa.....	87
Tabla 3.64	Result. de Resist. a Compresión Muretes Ladrillo King Kong sin Tarrajeo.....	87
Tabla 3.65	Result. de Resist. a Compresión Muretes Ladrillo King Kong con Tarrajeo.....	88
Tabla 3.66	Result. de Resist. a Compresión de Muretes de Bloques sin Tarrajeo.....	89
Tabla 3.67	Result. de Resistencia a Compresión de Muretes de Bloques con Tarrajeo.....	89
Tabla 3.68	Resistencia a la Compresión del Mortero.....	90
Tabla 3.69	Resistencia a la Compresión de la Unidad de Albañilería ($F^{\prime}B$).....	90
Tabla 3.70	Resistencia a la Compresión de Pilas (f_m).....	91
Tabla 3.71	Resumen de la Resistencia a la Compresión Diagonal de Muretes.....	92

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1	Tomando Medidas de Unidades de Albañilería	32
Figura 3.2	Realizando Ensayo de Alabeo	32
Figura 3.3	Gráfico de Ensayo de Compresión Ladrillos King.....	35
Figura 3.4	Ladrillos King Kong ubicadas en la máquina de rotura.....	36
Figura 3.5	Gráfico de Ensayo de Compresión Bloques.....	36
Figura 3.6	Bloques ubicadas en la máquina de rotura.....	37
Figura 3.7	Se observa la mezcla del cemento con la arena gruesa.....	42
Figura 3.8	Cubo de mortero al momento de ser ensayado en la máquina universal.....	42
Figura 3.9	Procedimiento de tamizado manual.....	44
Figura 3.10	Máquina de Compresión Universal.....	45
Figura 3.11	Prisma de Ladrillo King Kong.....	45
Figura 3.12	Gráfico de Ensayo de Pilas de Ladrillo King Kong.....	47
Figura 3.13	Ensayo de Rotura de Pilas de Ladrillo King Kong.....	51
Figura 3.14	Gráfico de Ensayo de Pilas de Ladrillo king kong.....	53
Figura 3.15	Ensayo de rotura de pilas de ladrillos King Kong con tarrajeo.....	56
Figura 3.16	Gráfico de Ensayo de Pilas de Bloques.....	57
Figura 3.17	Procedimiento de rotura de Pila de Bloques.....	58
Figura 3.18	Gráfico de Ensayo de Pilas de Bloques con Tarrajeo.....	58
Figura 3.19	Procedimiento de Rotura de Pila de Bloques con Tarrajeo.....	60
Figura 3.20	Máquina de Compresión Universal.....	61
Figura 3.21	Ensayo de rotura de muretes de Ladrillos Kink Kong.....	62
Figura 3.22	Ensayo de Rotura de Muretes de Ladrillos King Kong con Tarrajeo.....	63
Figura 3.23	Ensayo de rotura de muretes de Bloques.....	65
Figura 3.24	Ensayo de rotura de muretes de Bloques con Tarrajeo.....	69
Figura 3.25	Ensayo de Rotura de Muretes de Ladrillos King Kong con Tarrajeo.....	70
Figura 3.26	Ensayo de rotura de muretes de Bloques.....	73
Figura 3.27	Ensayo de rotura de muretes de Bloques con tarrajeo.....	74
Figura 3.28	Curva Granulométrica Cantera Cunyac.....	84

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Desde hace varias generaciones, la fabricación del Ladrillo común ha sido, en la región del cusco, una práctica habitual, generadora de puestos de trabajo no estables, y a la vez, productora de cantidades considerables, de uno de los materiales más utilizados en la construcción tradicional de edificios. En la región, hoy en día, el Ladrillo es el material de mayor aceptación en el mercado, pero lamentablemente, en la actualidad en su producción no se han adoptado criterios técnicos para su producción en serie, el origen de los problemas tiene su raíz en la repetición durante décadas de las mismas técnicas de fabricación, combinado con la mínima introducción de nuevos conocimientos y desarrollos tecnológicos para producirlos con una calidad básica.

En el Perú el método de construcción más utilizado es a base de muros portantes de albañilería confinada en viviendas y edificios de hasta 5 pisos; pero debido a la informalidad de nuestro medio, la falta de criterio técnico y el bajo costo en comparación con Ladrillos sólidos, estos muros son construidos generalmente con Ladrillos de arcilla que tienen más de 30% de área de huecos y en otros casos extremos son construidos con Bloques, lo que está prohibido por la Norma Técnica E.070, debido a su mal desempeño ante los sismos.

Todos estos factores han derivado en la importancia que se debe dar a la industria de la construcción, considerando aspectos de seguridad y economía. Es aquí donde empiezan a aparecer alternativas de mejoramiento de la calidad de la construcción, de tal manera que se incremente la seguridad de las construcciones ante sollicitaciones de fuerzas sísmica dada la fragilidad de estos materiales, Ante este

Problema, se necesita tomar medidas de prevención y así evitar pérdidas humanas y materiales (colapso de estas viviendas y vida útil mínima de la edificación)

Esta investigación pretende demostrar que la técnica del tarrajeo en pilas y muretes de Ladrillos King Kong 18 huecos y Bloques, incrementa considerablemente la resistencia a la compresión axial y compresión diagonal, frente a pilas y muretes sin tarrajeo, de unidades de albañilería fabricadas en las ladrilleras de San Jerónimo de la Ciudad del Cusco.

1.2 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Espacial.- Ladrilleras del distrito de San Jerónimo-Cusco

Temporal.- 2015 a 2016.

Social.- Población de los distritos del Cusco

1.3 PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN

1.3.1 PROBLEMA PRINCIPAL

¿En qué medida el tarrajeo mejora con respecto a una sin tarrajeo, las propiedades mecánicas (compresión axial y compresión diagonal) que poseen las pilas y muretes de albañilería utilizando: Ladrillo King Kong 18 huecos y Bloque de las ladrilleras de San Jerónimo de la Ciudad del Cusco?

1.3.2 PROBLEMAS SECUNDARIOS

Primer Problema

¿De qué manera, la resistencia a la compresión del mortero utilizado en el asentado de Ladrillos influye en las propiedades físico-mecánicas de las pilas y de los muretes de Ladrillos King Kong 18 huecos y Bloques?

Segundo Problema

¿En cuánto, el tarrajeo incrementa, la resistencia a la compresión axial de pilas de albañilería, utilizando Ladrillo King Kong 18 huecos y Bloque,

en comparación de pilas sin tarrajeo, utilizando unidades fabricadas en las ladrilleras del distrito de San Jerónimo de la Ciudad del Cusco?

Tercer Problema

¿En cuánto, el tarrajeo incrementa, la resistencia a la compresión diagonal de muretes de albañilería, utilizando Ladrillo King Kong 18 huecos y Bloque, en comparación de muretes sin tarrajeo, utilizando unidades fabricadas en las ladrilleras del distrito de San Jerónimo de la Ciudad del Cusco?

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Comparar y determinar que el tarrajeo mejora las propiedades mecánicas que poseen las pilas y muretes de albañilería utilizando Ladrillos King Kong 18 huecos y Bloques, en comparación de pilas y muretes sin tarrajeo, utilizando unidades de albañilería de las ladrilleras de San Jerónimo de la Ciudad del Cusco, entre los años 2014 y 2015.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Primer Objetivo Específico

Establecer la resistencia a la compresión del mortero utilizado en el asentado de los Ladrillos, y su influencia en las propiedades mecánicas de las pilas y muretes de Ladrillos King Kong 18 huecos y Bloque.

Segundo Objetivo Específico

Establecer el incremento de la resistencia a la compresión axial de las pilas de albañilería, empleando el tarrajeo, sobre Ladrillos King Kong 18 huecos y Bloques, en comparación de pilas sin tarrajeo, utilizando unidades de albañilería fabricados en las ladrilleras del distrito de San Jerónimo de la Ciudad del Cusco.

Tercer Objetivo Específico

Establecer el incremento de la resistencia a la compresión diagonal de muretes de albañilería, empleando el tarrajeo, sobre Ladrillos King Kong

18 huecos y Bloques, en comparación de muretes sin tarrajeo, utilizando unidades de albañilería fabricados en las ladrilleras del distrito de San Jerónimo de la Ciudad del Cusco.

1.5 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1 HIPÓTESIS GENERAL

El tarrajeo de pilas y muretes de albañilería de Ladrillo King Kong de 18 huecos y Bloque incrementara la resistencia a la compresión axial y a la compresión diagonal, en comparación de pilas y muretes sin tarrajeo, en los Ladrillos de las ladrilleras de San jerónimo en la ciudad del Cusco.

1.5.2 HIPÓTESIS SECUNDARIAS

1ra. Hipótesis Secundaria

La resistencia a la compresión del mortero utilizado en el asentado de Ladrillos influiría en las propiedades mecánicas (compresión axial y compresión diagonal) de las pilas y muretes de Ladrillos King Kong 18 huecos y Bloques de las ladrilleras del distrito de San Jerónimo de la Ciudad del Cusco.

2da. Hipótesis Secundaria

La técnica del tarrajeo incrementaría, la resistencia a la compresión de las pilas de albañilería, utilizando Ladrillos King Kong de 18 huecos y Bloques, en comparación de pilas sin tarrajeo, de unidades fabricados en las ladrilleras del distrito de San Jerónimo de la Ciudad del Cusco.

3ra. Hipótesis Secundaria

La técnica del tarrajeo incrementaría, la resistencia a la compresión diagonal de muretes de albañilería, utilizando Ladrillos King Kong de 18 huecos y Bloques, en comparación de muretes sin tarrajeo, de unidades fabricados en el distrito de San Jerónimo de la Ciudad del Cusco.

1.5.3 IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES

Variable independiente

Dosificación del mortero (cemento: arena gruesa; 1:4)

Ladrillos King Kong con 18 huecos.

Bloques

Indicadores:

- Resistencia a la compresión axial de cubos del mortero.
- Propiedades físicas y propiedades mecánicas de los Ladrillos King Kong de 18 huecos
- Propiedades físicas y propiedades mecánicas de los Bloques

Variable dependiente

Resistencia a la compresión axial de pilas fabricados con Ladrillos

Resistencia a la compresión diagonal de muretes fabricados con Ladrillos

Indicadores:

- Resistencia a la compresión axial de Ladrillos
- Resistencia a la compresión diagonal de Ladrillos

1.6 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación presente titulada: "COMPARACION DE LA RESISTENCIA MECANICA DE PILAS SOMETIDAS A COMPRESION AXIAL Y MURETES SOMETIDOS A COMPRESION DIAGONAL CON Y SIN TARRAJEO, UTILIZANDO UNIDADES DE ALBAÑILERIA FABRICADOS EN LAS LADRILLERAS DE SAN JERONIMO-CUSCO ENTRE LOS AÑOS 2014 AL 2015" es una INVESTIGACION APLICADA, porque intenta resolver un problema práctico y además hace uso de conocimiento existente actualmente para lograr este objetivo.

También es una Investigación cuantitativa, porque el estudio se realizó utilizando los siguientes pasos: la observación de datos, registro de datos y análisis de las variables independientes y dependientes de la investigación.

1.6.2 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

La investigación presente tiene como nivel de investigación el CAUSAL – EXPLICATIVO, porque se busca determinar o establecer el porqué de un fenómeno (COMPRESION AXIAL Y COMPRESION DIAGONAL) explicando este mediante otro fenómeno (TARRAJEO CON MORTERO).

La investigación presente es una investigación CAUSAL – MULTIVARIADO

La investigación tiene como nivel descriptivo-correlacional, porque permitió describir los hechos como son observados, estudiando las relaciones entre variables dependientes e independientes, es decir se estudió la correlación entre dos variables.

Para la presente investigación se busca describir las características físico-mecánicas que poseen pilas y muretes de albañilería simple con y sin tarrajeo utilizando: Ladrillo King Kong de 18 huecos y Bloques. Esto ante sollicitaciones de compresión axial y compresión diagonal.

1.6.3 Método

El método que se usó en la presente investigación es SEMI-EXPERIMENTAL, porque manipula la variable y busca medir el efecto de la variable independiente (pila sin tarrajeo, pila con tarrajeo, blocker con tarrajeo, blocker sin tarrajeo, murete con tarrajeo, murete sin tarrajeo) sobre la variable dependiente (incremento de la resistencia a compresión axial simple, incremento de la resistencia diagonal y mejora en las propiedades mecánicas de los Ladrillos).

El Método es HIPOTÉTICO-DEDUCTIVO porque permitió que proponga una hipótesis como consecuencia de inferencias o deducciones del conjunto de datos empíricos o de principios y leyes más generales. En el primer caso llegue a la hipótesis mediante procedimientos inductivos y en segundo caso mediante procedimientos deductivos. Es la vía primera de inferencias lógico deductivo para arribar a conclusiones particulares a partir de la hipótesis y que después se puedan comprobar experimentalmente.

1.7 UNIDAD Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

Unidad

Constituyen todas las pilas y muretes de albañilería hechos con Ladrillos King Kong de 18 huecos y Bloques de las ladrilleras del distrito de San Jerónimo de la Ciudad del Cusco.

Para efectos de alcanzar los objetivos de la presente investigación, la unidad correspondiente a este estudio está conformada por las pilas y muretes fabricados con Ladrillo King Kong de 18 huecos y Bloques en el distrito de san Jerónimo de la ciudad del Cusco.

Muestra

La muestra de Ladrillos representativa que se construyó las pilas y los muretes es la siguiente en cantidad y calidad:

- 5 Muretes fabricados con Ladrillo King Kong de 18 huecos sin tarrajeo.
- 5 Muretes fabricados con Ladrillo King Kong de 18 huecos con tarrajeo.
- 5 Muretes fabricados con Bloques sin tarrajeo.
- 5 Muretes fabricados con Bloques con tarrajeo.
- 5 Pilas fabricados con Ladrillo King Kong de 18 huecos sin tarrajeo
- 5 Pilas fabricados con Ladrillo King Kong de 18 huecos con tarrajeo.
- 5 Pilas fabricados con Bloques sin tarrajeo.
- 5 Pilas fabricados con Bloques con tarrajeo.

1.8 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE LA RECOLECCIÓN DE DATOS

1.8.1 TÉCNICAS DE TRATAMIENTO DE LOS DATOS.

El procedimiento que se usará será el de observación.

1.8.2 INSTRUMENTOS

El instrumento que se usara será la ficha de observación. (Formato de laboratorio para toma de datos)

Los instrumentos que se utilizaron son los formatos de laboratorio para toma de datos, formato de los resultados de los ensayos de laboratorio y en algunos casos se está considerando el procedimiento para la obtención de los resultados en el mismo formato.

Los instrumentos utilizados principalmente para nuestra recolección de datos son:

- Fichas técnicas de laboratorio.
- Registro de observación.
- Registro de resultados de laboratorio.

Tabla 1.1 Ficha Técnica Ensayo de Compresión de Unidades de Albañilería

INGEOMA		- CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.						
INGENIERIA DE PROYECTOS Y MATERIALES E.I.R.L.		- LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.						
		- Urb. El Eden Lote C-3, San Sebastian - Cusco, Tlf: 084 -270342, Claro: 084-974279249, RPM: 4998990111.						
SOLICITADO : BACH: MARILUZ SANCHEZ QUECAÑO								
PROYECTO : TESIS								
TESIS								
ENSAYO: UNIDADES DE ALBAÑILERIA LADRILLO KING KONG 18 HUECOS		L	A	H				
UBICACIÓN : CUSCO		Dn =		24	14	9		
FECHA : 24/01/1900								
P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128589								
N° de Unidad de Albañilería	Estructura y elemento	Dimensiones			Dial (Ton)	Fuerza (Kgf)	Area (cm2)	Resistencia (kg/cm2)
		L	A	H				
1	UNIDAD KING KONG 18 HUECOS	24.20	14.10	9.10	7.660 Ton	7660.00 Kgf	341.22	22.45 Kg/cm2
2	UNIDAD KING KONG 18 HUECOS	24.00	13.90	9.00	7.380 Ton	7380.00 Kgf	333.60	22.12 Kg/cm2
3	UNIDAD KING KONG 18 HUECOS	23.90	13.80	9.10	7.360 Ton	7360.00 Kgf	329.82	22.32 Kg/cm2
4	UNIDAD KING KONG 18 HUECOS	24.10	14.00	9.00	7.720 Ton	7720.00 Kgf	337.40	22.88 Kg/cm2
5	UNIDAD KING KONG 18 HUECOS	24.00	14.20	9.00	7.530 Ton	7530.00 Kgf	340.80	22.10 Kg/cm2

Tabla 1.2 Ficha Técnica Ensayo de Compresión de Axial

Nº de Unidad de Albañilería		Estructura y elemento	Dimensiones			Dial (Ton)	Fuerza (Kgf)	Area (cm ²)	Resistencia (Kg/cm ²)	Estbeloz E=Hb	Coef. Correc por estbeloz	Resistencia Corregida
			L	A	H							
1		PILAS KING KONG S-T	23,9	13,8	30,3	5,310 Ton	5310,35 Kgf	329,82	16,10 Kg/cm ²	2,20	0,80	12,88 Kg/cm ²
2		PILAS KING KONG S-T	24	13,8	29,7	5,719 Ton	5718,83 Kgf	331,20	17,27 Kg/cm ²	2,15	0,80	13,81 Kg/cm ²
3		PILAS KING KONG S-T	24,1	14	29,4	5,310 Ton	5310,35 Kgf	337,40	15,74 Kg/cm ²	2,10	0,80	12,59 Kg/cm ²
4		PILAS KING KONG S-T	23,9	14,1	30	5,719 Ton	5718,83 Kgf	336,99	16,97 Kg/cm ²	2,13	0,80	13,58 Kg/cm ²
5		PILAS KING KONG S-T	24,2	14	30,3	5,310 Ton	5310,35 Kgf	338,80	15,67 Kg/cm ²	2,16	0,80	12,54 Kg/cm ²

Tabla 1.3 Ficha Técnica Ensayo de Compresión Diagonal

Nº de Unidad de Albañilería		Estructura y elemento	Dimensiones				Dial (Ton)	Fuerza (Kgf)	Area (cm ²)	Resistencia (Kg/cm ²)
			L	A	H	D				
1		MURETES LADRILLO KING KONG S-T	62	14	61,5	87,33	3,431 Ton	3431,30 Kgf	1222,60	2,81 Kg/cm ²
2		MURETES LADRILLO KING KONG S-T	61,5	13,9	62	87,33	3,023 Ton	3022,81 Kgf	1213,86	2,49 Kg/cm ²
3		MURETES LADRILLO KING KONG S-T	61,8	14,1	62,5	87,89	2,614 Ton	2614,32 Kgf	1239,32	2,11 Kg/cm ²
4		MURETES LADRILLO KING KONG S-T	61,9	14	61,8	87,47	3,186 Ton	3186,21 Kgf	1224,57	2,60 Kg/cm ²
5		MURETES LADRILLO KING KONG S-T	62	13,85	61,9	87,61	3,350 Ton	3349,60 Kgf	1213,41	2,76 Kg/cm ²

1.9 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

1.9.1. JUSTIFICACIÓN.

En lo social la investigación se justifica por contribuir a que las edificaciones construidas con albañilería se mantengan aptas (evita el deterioro prematuro de la edificación) para el uso seguro, que beneficiaría al poblador de la zona por vivir en una edificación construida con Ladrillos que garanticen su seguridad, por lo tanto mejoraría su calidad de vida.

En lo académico la investigación se justifica por contribuir al conocimiento científico y además por generar nuevas alternativas de investigación, como usar otras unidades de albañilería y otras proporciones de mortero para el tarrajeo y además motiva a la

Ampliación de la investigación utilizando otros indicadores como resistencia del Ladrillo o muro de Ladrillo sometidas a fuerzas sísmicas en modelos a escala.

En lo económico la investigación se justifica por ser una alternativa económica de tarrajear o no un muro, a cambio de mejorar su resistencia a la compresión axial y diagonal

En lo ambiental la investigación se justifica por ser una alternativa que no contamina en grado sumo

1.9.2. IMPORTANCIA.

El presente estudio de investigación es importante por lo siguiente:

- Es una nueva alternativa que existe pero que no se usa por desconocimiento
- Es generador de nuevas investigaciones, utilizando otros unidades de albañilería, otras proporciones de mortero de cemento y otros materiales como cal, yeso, puzolana, etc
- Motiva a la ampliación de la investigación, mediante la realización de ensayos que midan la resistencia a compresión de las unidades de albañilería y obteniendo otros parámetros relacionados con las propiedades químicas, físicas y mecánicas de los suelos.

1.9.3. LIMITACIONES.

El estudio de investigación solo pretende resaltar la importancia que tiene el tarrajeo en muros de albañilería, que es una alternativa económica con una considerable mejora en la resistencia a la compresión axial y compresión diagonal de muros construidos con Ladrillos King-Kong y Bloques fabricados en el distrito de san jerónimo de la ciudad del Cusco.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

a) En el mundo:

AUTOR : BACH. JOSE LUIS HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

TÍTULO : EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TABIQUE ROJO DE LA REGIÓN DE XALAPA EN BASE A LA NORMA NMX-C-036-ONNCCE-2004

UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD VERACRUZANA – MEXICO

- La presente investigación tiene como objetivo la comprobación de la resistencia a compresión para distintas muestras de tabiques seleccionado aleatoriamente en tres sitios de producción
- La determinación de la resistencia a compresión se realiza con base en las normas mexicanas ONNCCE “Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación.”
- La ONNCCE establece en la norma NMX-C-404-ONNCCE-2005 que los blocks, tabiques y tabicones deben cumplir los valores de la resistencia a la compresión mínima de 60 kg/cm².
- De esta investigación se concluye que, si bien los ladrillos o tabiques son fabricados de manera artesanal, estos cumplen con los requisitos estructurales establecidos por la norma NMX-C-036-ONNCCE sobre resistencia a la compresión. Por tanto la totalidad de los especímenes analizados soportan perfectamente la resistencia especificada por la norma NMX-C-404-ONNCCE-1997 de 60 kg/cm².

AUTOR : FERNÁNDEZ BAQUEIRO, L., MARÍN GÓMEZ, F., VARELA RIVERA, J. Y VARGAS MARÍN, G.

TITULO : DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL Y EL MÓDULO DE CORTANTE DE LA MAMPOSTERÍA DE BLOQUES HUECOS DE CONCRETO.

UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD AUTONOMA DE YUCATAN - MEXICO

RESUMEN : La Ciudad de Mérida no cuenta con normas técnicas para el diseño y construcción de estructuras de mampostería, que estén basadas en las características y propiedades de los materiales y en los procedimientos constructivos de la región. Esto ha motivado el desarrollo de un proyecto de investigación, cuyo objetivo es proponer dichas normas técnicas. Este artículo presenta los resultados de 18 muretes de mampostería sujetos a una carga de compresión diagonal en su plano. Los muretes de mampostería fueron construidos con bloques huecos de concreto y mortero representativo de la práctica constructiva de la ciudad de Mérida. Con base en los resultados de dichos muretes se determina que la resistencia a compresión diagonal de la mampostería depende de la adherencia bloque-mortero. La falla típica de los muretes fue en la junta bloquemortero, en ocasiones la falla fue sobre la diagonal y en otras por deslizamiento sobre las juntas horizontales.

Para explicar los diferentes tipos de falla observados se desarrolla un modelo numérico de un murete de mampostería utilizando el Método de los Elementos Finitos y se analiza la distribución de esfuerzos que se obtiene. Finalmente, se propone un valor de diseño para la resistencia a compresión diagonal de 1.8 kg/cm² y se determina que la relación promedio entre los módulos de cortante y de elasticidad de la mampostería es igual a 0.42.

TITULO: ESTIMACIÓN ANALITICA DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA MEDIANTE EL MODELO CRISAFULLI.

AUTOR: BACH. FRANCISCO JAVIER CABEZAS MOLINA.

UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD DE CHILE

- El objetivo específico es analizar la posibilidad de utilizar el modelo propuesto por Crisafulli para determinar la resistencia al corte de muros de albañilería confinada, aplicándolo a una muestra de 22 muros sometidos a una fuerza lateral alternada aplicada en forma cuasi-estática en ensayos realizados en Chile.
- El modelo de Crisafulli se basa en un modelo macro del tipo puntal-tensor y en la teoría de falla propuesta por Mann y Müller con la que se establece la capacidad resistente del puntal de compresión que representa la presencia del paño de albañilería.
- De los resultados obtenidos al aplicar el modelo se comprueba que se obtiene una buena estimación de la carga de agrietamiento diagonal por corte del paño de albañilería cuando no hay aplicada una carga vertical externa, resultando el valor promedio de la relación entre la carga calculada y la carga experimental igual a 0,92 con un coeficiente de variación de 0,16. En el caso de los muros sometidos a una carga vertical, el modelo subestima el valor de la resistencia al corte de los muros, debido a que no incluye el efecto benéfico de la fuerza axial de compresión sobre esta resistencia, entregando una relación entre carga calculada y carga experimental igual a 0,55.
- Otra bondad del modelo es la posibilidad de identificar el modo de falla que controla la resistencia al corte, comprobándose teóricamente que predominan las fallas por adherencia y tracción diagonal, que la falla por compresión diagonal queda descartada salvo en aquellos muros construidos con unidades con baja resistencia a la compresión y que en los muros con esbeltez igual a 2 la falla está controlada por

la fluencia de las armaduras longitudinales de los pilares de confinamiento.

- Teniendo en cuenta los resultados de esta memoria, se recomienda continuar con esta investigación concentrándose en la determinación del ancho del puntal de compresión en función de la carga vertical aplicada y del coeficiente de reducción de la resistencia a la compresión en función de la orientación de la junta horizontal de mortero para muros con unidades con baja resistencia a la compresión o muros construidos con ladrillo fiscal.

b) En el Perú:

TITULO: “COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO A CARGA LATERAL CÍCLICA DE UN MURO CONFINADO CON LADRILLOS DE CONCRETO Y OTRO CON LADRILLOS DE ARCILLA”

AUTOR: BACH PAOLA DIANA ANGLES PARI

UNIVERSIDAD: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

- Esta investigación tiene 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.
- Se realizaron pruebas tales como: resistencia a compresión, variación dimensional, alabeo, succión y absorción en ladrillos y resistencia a compresión axial y diagonal en prismas de albañilería.
- De los ensayos realizados se pudo determinar que ambos tipos de ladrillo no cumplieron con las especificaciones proporcionados por el fabricante, pero calificaron como unidades sólidas aptas para ser empleadas en la constitución de muros portantes de acuerdo a la Norma E.070.

- Por otro lado los muros confinados son más rígidos al emplear ladrillos de concreto, debido a que los orificios de la unidad son más grandes y permiten el ingreso del mortero, sin embargo, ambos muros degradan su rigidez de manera similar y los muros con ladrillos de arcilla se fisuran menos al término de la fase 7, cuyo desplazamiento corresponde a la máxima distorsión angular (0.005), especificado por la Norma Técnica Peruana E.030, lo que implicaría un mayor gasto en la reparación post sismo.
- 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.

2.2. BASES TEORICAS

2.2.1 LA ALBAÑILERÍA O MAMPOSTERÍA.

La albañilería es un sistema de construcción que resulta de la superposición de unidades de albañilería unidas entre si por un mortero formando un conjunto monolítico llamado muro. El mortero está conformado por cemento, arena, cal y agua. Este sistema fue creado por el hombre a fin de satisfacer sus necesidades, principalmente de vivienda.

Bajo esta definición, se incluye que la albañilería existió desde tiempos remotos y que su forma inicial podría haber sido los muros hechos con piedras naturales trabadas o adheridas con barro lo que actualmente en nuestro medio se denomina "pirca".

(ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, Febrero de 2011)

2.2.2 UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

La unidad de albañilería conocido como ladrillo o bloque, es el componente básico para la construcción de la albañilería. Se denomina ladrillo a aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano y bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo. Las unidades de albañilería se elabora de materias primas diversas: arcilla, de concreto de cemento portland, y la mezcla de sílice y cal.

Las unidades de albañilería pueden ser sólidas, huecas o tubulares. Todas las unidades de albañilería no deberán tener una edad mínima de 28 días antes de ser usadas.

2.2.3 CLASIFICACION DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA

2.2.3.1 Según sus Dimensiones

Las unidades de albañilería se pueden fabricar de diferentes formas y tamaños. Sus características dependerán exclusivamente del molde utilizado, de allí que la variedad es muy grande. De acuerdo con la Normas Técnicas Peruanas 399.601, 399.600 y 399.602 las unidades de albañilería se clasifican en:

a) Ladrillos

Unidad de albañilería de dimensiones modulares fabricado con arcilla, sílice-cal o concreto que puede ser manipulada con una sola mano durante la operación de asentado.

De acuerdo con la NTP 399.601 las dimensiones máximas de los ladrillos serán:

Largo: 290mm (máx.)

Ancho: 190mm (máx.)

Alto: 190mm (máx.)

b) Bloques

Se denomina bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipulación durante la operación de asentado.

De acuerdo con las NTP 399.600 y 399.602 las dimensiones mínimas de los bloques serán:

Largo: 290mm (min.)

Ancho: 190mm (min.)

Alto: 190mm (min.)

2.2.3.2 Según los Tipos de Unidades

a) Unidades sólidas

Son ladrillos macizos tradicionales o con alvéolos perpendiculares a la cara de asiento, que no alcanzan más del 30% del área de la sección bruta.

b) Unidades huecas.

En ellas el área alveolar excede al 30% del área bruta y los alvéolos tienen dimensiones, tales que pueden llenarse con concreto líquido.

c) Unidades perforadas

Como con las unidades huecas, tiene más del 30% del área bruta ocupada por los alvéolos; pero estos son tan reducidos que no pueden llenarse con concreto líquido.

2.2.3.3 Según su Función

A continuación se presenta una clasificación de la mampostería como conjunto, según sus funciones estructurales y arquitectónicas.

a) Estructural

La función estructural está ligada a la capacidad del muro para soportar o no carga, diferente a la de su propio peso, para lo cual se tendrán los siguientes tipos de mampostería:

- **No portante.-** es aquella cuya función principal es la conformar muros que sirvan para dividir espacios, sin tener una función expresa o tácita de soportar techo o niveles superiores este tipo de mampostería conforma las particiones o fachadas en edificios con sistemas portantes en pórticos de concreto, acero o, incluso madera.
- **Portante.-** La mampostería portante impone, adicionalmente a las características enunciadas anteriormente de acuerdo al tipo de exposición, la necesidad de una resistencia superior en los elementos, suficiente para soportar las cargas que debe soportar, o que tenga una resistencia tal que se diseñe la estructura para ella. Esto en cuanto a las unidades, pero como conjunto, aparece la participación del refuerzo, lo que ha dado la dimensión que posee la mampostería en la actualidad, dentro de los sistemas estructurales.

b) Arquitectónica

Los numerales anteriores han hecho referencia a la función estructural de la mampostería, la cual puede estar o no ligada a su función arquitectónica de acuerdo tan solo a la forma física que se la haya dado a las unidades. Entre las cuales tenemos: sencilla y con acabados.

2.2.3.4 Clasificación por la Distribución del Refuerzo.

De acuerdo a la distribución del refuerzo, los muros se clasifican en:

a) Muros no reforzados o de albañilería Simple.

Albañilería sin refuerzo (Albañilería Simple) o con refuerzo que no cumple con los requisitos mínimos de la Norma.

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

b) Muros Reforzados.

De acuerdo a la disposición del refuerzo, los muros se clasifican en:

- **Muros de 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.

- **Muros de albañilería confinada.**

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

2.2.3.5 Clasificación de la Unidad para fines estructurales

Para efectos del diseño estructural, las unidades de albañilería tendrán las características indicadas en la tabla 2.1

Tabla 2.1

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

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes

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

Fuente: RNE-2006

El ladrillo se clasificará en los siguientes tipos de acuerdo a sus propiedades. Tipo I: Resistencia y durabilidad muy bajas. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio con exigencias mínimas.

Tipo II: Resistencia y durabilidad bajas. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio moderado. Tipo III: Resistencia y durabilidad media. Aptos para construcciones de albañilería de uso general.

Tipo IV: Resistencia y durabilidad alta. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio riguroso. Tipo V: Resistencia y durabilidad muy altas. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio particularmente rigurosas.

2.2.3.6 Limitaciones en su Aplicación

El uso o aplicación de las unidades de albañilería estará condicionado a lo indicado en la Tabla 2.2. Las zonas sísmicas son las indicadas en la NTE E.030 Diseño Sismo resistente.

Tabla 2.2

LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES			
TIPO	ZONA SÍSMICA 2 Y 3		ZONA SÍSMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios 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 totalmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

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

Fuente: RNE-2006

2.2.4 PROPIEDADES DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA:

Propiedades Físicas: que tiene que ver con la resistencia de la albañilería serán:

- Resistencia a la Compresión.
- A la Tracción medida como tracción por flexión.
- Variabilidad dimensional
- Alabeos
- Succión
- y Textura de la cara de asiento.

Propiedades Mecánicas: que tiene que ver con la durabilidad de la albañilería serán:

- Resistencia a la Compresión.
- Densidad
- Absorción.
- Coeficiente de Saturación.

Las unidades de albañilería deben de cumplir con los requisitos y exigencias mínimas especificados por la Norma E.0.70 de Albañilería.

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. Limitaciones en su aplicación El uso o aplicación de unidades de albañilería está condicionado a lo indicado

2.2.5 RESISTENCIA DE PRISMAS DE ALBAÑILERIA

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 2.3

Tabla 2.3

MÉTODOS PARA DETERMINAR f_m y v_m									
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
(f_m)	A	A	A	B	B	A	B	B	B
(v_m)	A	A	A	B	A	A	B	B	A

Fuente: RNE-2006

- 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.

2.2.5.1 Ensayo de Compresión en Pilas.

El ensayo de compresión en las pilas de albañilería sirve para determinar la resistencia a compresión axial ($f'm$) referida al área bruta de la sección transversal. Eventualmente si se instrumenta y registra la deformación axial en la pila, se puede determinar el módulo de elasticidad de la albañilería (E_m).

2.2.5.2 Ensayo de Compresión diagonal en Muretes

El ensayo más utilizado para determinar la resistencia al corte o resistencia a la tracción diagonal es, probablemente, el de corte o compresión diagonal. Seguramente por la similitud de la forma de falla del ensayo con la forma de falla de cierto muros de edificaciones ante acciones sísmicas.

La prueba consiste en aplicar compresión en una de las diagonales de un muro de dimensiones aproximadamente cuadradas, en las que su longitud mínima está dada por la equivalente a una y media piezas. En este ensayo, en el muro se produce un estado de esfuerzos de compresión a lo largo de la diagonal en la cual se aplica la carga, pero al mismo tiempo se produce un estado de esfuerzos de tensión a lo largo de la diagonal perpendicular a la que se produce la compresión. En la figura 6, se muestra un esquema de este ensayo.

Tabla 2.4

RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA Mpa (kg / cm ²)				
Materia Prima	Denominación	UNIDAD f'_s	PILAS f'_m	MURETES v'_m
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
Silice-cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
	Estándar y mecano (*)	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto	Bloque Tipo P (*)	4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

(*) Utilizados para la construcción de Muros Armados.

(**) El valor f'_s 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 $f'_c = 13,72 \text{ MPa}$ (140 kg/cm²). El valor f'_m ha sido obtenido contemplando los coeficientes de corrección por esbeltez del prisma que aparece en la Tabla 10.

Fuente: RNE-2006

2.2.5.3 Factores de Corrección por Esbeltez

Los factores de corrección por esbeltez (altura de la pila dividida entre su menor dimensión transversal) que aparecen en la Tabla 2.5, corresponden a los especificados en la Norma de Albañilería del año 1982. En esa ocasión, se consideró pertinente adoptar una esbeltez nominal de 5, con la finalidad de que los platos de carga del equipo de ensayo no influyan en la zona central de la albañilería restringiendo su expansión lateral.

Tabla 2.5

FACTORES DE CORRECCIÓN DE f_m POR ESBELTEZ						
Esbeltez	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	5,0
Factor	0,73	0,80	0,91	0,95	0,98	1,00

Fuente: RNE-2006

2.2.6 MATERIALES

2.2.6.1 El Cemento.

Es un aglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse al contacto con el agua. Hasta este punto la molienda entre estas rocas es llamada clinker, esta se convierte en cemento cuando se le agrega yeso, este le da la propiedad a esta mezcla para que pueda fraguar y endurecerse.

El cemento se vende en bolsas de un pie cúbico que pesan 42.5 kg. Existen diferentes marcas y variedades, siendo los más usados los tipos I e IP; todas las características se encuentran impresas en sus respectivas bolsas.

2.2.6.2 Agregados.

El agregado es el material granular, generalmente inerte, resultante de la desintegración natural, desgaste o trituración de rocas, de escorias siderúrgicas convenientemente preparadas para tal fin o de otros materiales suficientemente duros, que permiten obtener partículas de forma y tamaños estables, destinadas a ser empleadas en concreto.

Los agregados fino y grueso ocupan alrededor del 60 % al 75 % del volumen del hormigón (70 % a 85 % de la masa) e influyen fuertemente en las propiedades tanto en estado fresco como endurecido, en las proporciones de la mezcla.

2.2.6.3 El Agua.

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

2.2.6.4 Cal Hidratada Normalizada.

De emplearse cal en el mortero, esta debe ser hidratada y normalizada. La razón por la cual la cal debe ser normalizada obedece a que pueden existir partículas muy finas, que en vez de funcionar como aglomerante lo hacen como residuos inertes. El peso volumétrico de la cal es del orden de 640 kg/m³.

La cal viva se obtiene como resultado de la calcinación de las rocas (calizas o dolomías), quemado a temperaturas del orden de 1000°C.

(ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, Febrero de 2011)

2.2.6.5 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 399.61

Componentes

Los materiales aglomerantes del mortero pueden ser:

- Cemento Portland o cemento adicionado normalizado y cal hidratada normalizada de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas correspondientes.

Función

La función principal del mortero es pegar o unir entre si las unidades de albañilería; es decir, actuando como un adhesivo siendo su propiedad más importante

A mayor adhesividad mayor será la resistencia a la tracción del muro de albañilería.

La cantidad adecuada de agua de amasado de las mezclas para asentado de ladrillos es aquella que asegura la efectiva adherencia entre el mortero y las unidades de albañilería, y a la vez confiera al montero la necesaria trabajabilidad.

Para lograr una adhesión óptima es necesario que:

- a. El agregado fino será arena gruesa natural, libre de materia orgánica y sales.

Se aceptarán otras granulometrías siempre que los ensayos de pilas y muretes proporcionen resistencias según lo especificado en los planos.

- 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.

- b. El agua será potable y libre de sustancias deletéreas, ácidos, álcalis y materia orgánica.

Tabla 2.6

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

Fuente: RNE-2006

Clasificación para Fines Estructurales

Los morteros se clasifican en : tipo P, empleado en la construcción de muros portantes; y NP, utilizado en los muros no portantes (Ver Tabla 2.7)

Los componentes del mortero tendrán las proporciones volumétricas (en estado suelto).

Tabla 2.7

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

Fuente: RNE-2006

2.2.7 TERMINOLOGIA DE ALBAÑILERIA

a) Unidad de Albañilería

Ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto o de sílice-cal Las unidades de albañilería pueden ser sólidas, huecas o tubulares. Todas las unidades de albañilería no deberán tener una edad mínima de 28 días antes de ser usadas.

b) 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.

c) 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.

d) Albañilería No Reforzada.

Albañilería sin refuerzo (Albañilería Simple) o con refuerzo que no cumple con los requisitos mínimos de esta Norma.

e) Dimensiones Nominales

Es la dimensión real más una junta de mortero, establecidas en la Norma Técnica Peruana para designar el tamaño del bloque.

f) Dimensiones Efectivas

Son las dimensiones reales que se obtiene por medición directa efectuada sobre el bloque.

g) Dimensiones de Fabricación

Son aquellas dimensiones adoptadas por el fabricante.

h) Área Bruta

Es el área nominal al eje de los huecos sin descontar el ocupado por estos. Se obtiene de multiplicar sus dimensiones: largo por ancho.

i) Área Neta

Es el área bruta, descontando el área de huecos.

j) Unidad de Albañilería Alveolar

Unidad de albañilería sólida o hueca con alvéolos o celdas de tamaño suficiente como para alojar el refuerzo vertical. Estas unidades son empleadas en la **construcción** de los muros armados.

k) Unidad de Albañilería Sólida o Maciza

Unidad de albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área equivalente igual o mayor que el 70% del área bruta en el mismo plano.

l) Unidad de Albañilería Hueca

Unidad de albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo o la superficie de asiento tiene un área equivalente menor que el 70% del área bruta en el mismo plano.

m) Unidad de Albañilería Tubular (o Pandereta)

Unidad de albañilería con huecos paralelos a la superficie del asiento.

n) Paredes Exteriores y Tabiques

Son los distintos elementos que conforman las cavidades del bloque hueco. Las paredes exteriores son las que se corresponden con las caras del bloque, siendo el resto, los tabiques. Estos últimos pueden ser longitudinales (paralelos a las paredes exteriores longitudinales) y transversales (perpendiculares a aquellas).

CAPÍTULO III

PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.1 ENSAYOS DE LABORATORIO

3.1.1 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

Para investigar las unidades de albañilería de arcilla se utilizó ladrillos King Kong de 18 huecos, denominado INFES, producidos en las ladrilleras del distrito de San Jerónimo

Tabla 3.1

Características	Valor
Tipo	Ladrillo King Kong 18 huecos - Bloques
Dimensiones	King Kong (24 x 14 x x 9 cm) Bloques (30 x 12 x 20 cm)

Fuente: Elaboración Propia

3.1.1.1 Ensayos Clasificatorios

3.1.1.1.1 Variación de dimensiones y Alabeo

Para ambos ensayos de tomaron 05 unidades. En el ensayo de variación dimensional se midió cada espécimen, de las unidades de albañilería Ladrillo King Kong y Bloque, longitudes de (largo, ancho y altura), con precisión de 1 mm.

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

En la siguiente tabla se presentan los resultados promedios y la dispersión de los mismos obtenidos en las pruebas de variación de dimensiones y de alabeo según las NTP 399.613 y 399.604. Además se observa que los Ladrillos King Kong y Bloques presentan dimensiones que varían ligeramente respecto a las dimensiones nominales.

$$\% V = \frac{(DN - DP)X100}{DN}$$

Donde

- % V Variacion de dimensiones en porcentale
- DN Dimension Nominal
- DP = Dimencion Promedio de cada dimension

Figura 3.1: Tomando Medidas de Unidades de Albañilería



Figura 3.2: Realizando Ensayo de Alabeo



En las siguientes tablas se presentan los resultados de los ensayos de variación dimensional y alabeo hechas en Ladrillos King Kong y Bloques.

Tabla 3.2 Datos y Resultados Variación Dimensional Ladrillos King Kong

	L	H	A
Dn =	24	9	14

Muestra	L (cm)		L Prom	V. D.	H (cm)				H Prom	V. D.	A (cm)		A Prom	V. D.
	1	2			1	2	3	4			1	2		
1	24.1	23.9	24.20	-0.833	8.88	8.95	8.96	8.79	8.90	1.167	14.25	14.2	14.23	-1.607
2	23.8	24.2	24.00	0.000	8.85	8.90	8.95	9.00	8.93	0.833	14.15	14.25	14.20	-1.429
3	23.7	23.6	23.63	1.563	9.03	8.80	8.85	9.00	8.92	0.889	14.2	14.5	14.35	-2.500
4	24.1	23.7	23.90	0.417	9.00	9.05	8.93	8.90	8.97	0.333	14.1	14.15	14.13	-0.893
5	23.5	24.2	23.85	0.625	8.95	8.95	9.00	8.85	8.94	0.694	14.0	14.1	14.05	-0.357
				0.354						0.783				-1.357

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.3: Datos y Resultados Variación Dimensional Bloques

	L	H	A
Dn =	30	20	12

Muestra	L (cm)		L Prom	V. D.	H (cm)				H Prom	V. D.	A (cm)		A Prom	V. D.
	1	2			1	2	3	4			1	2		
1	30	30	29.98	0.083	19.90	20.00	20.10	19.50	19.88	0.625	11.9	12	11.95	0.417
2	30	30.1	30.05	-0.167	20.00	19.80	19.90	19.80	19.88	0.625	11.8	11.8	11.80	1.667
3	29.9	30	29.95	0.167	20.00	19.90	20.10	19.85	19.96	0.188	11.9	12.2	12.05	-0.417
4	30	30.1	30.05	-0.167	19.85	20.00	20.10	20.20	20.04	-0.188	12.0	12.1	12.05	-0.417
5	30.0	30.1	30.03	-0.083	20.00	20.10	20.10	20.10	20.08	-0.375	12.2	11.8	12.00	0.000
				-0.033						0.175				0.250

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.4: Datos y Resultados Alabeo Ladrillos King Kong

Muestra	Cara Superior mm		Prom C. Sup (mm)	Cara Inferior mm		Prom C. Inf (mm)
	1	2		1	2	
1	3	2.5	2.75	2	1.5	1.75
2	2	1.5	1.75	0	0	0
3	0	0	0	1	1.5	1.25
4	1.5	2	1.75	2	1.5	1.75
5	2	1	1.5	0	1	0.5
	Promedio		1.55	Promedio		1.05

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.5: Datos y Resultados Alabeo Bloques

Muestra	Cara Superior mm		Prom C. Sup (mm)	Cara Inferior mm		Prom C. Inf (mm)
	1	1.5	1	1.25	0	0
2	1	1.5	1.25	1	1	1
3	1	1	1	2	1.5	1.75
4	0	1	0.5	2	1.5	1.75
5	1	2	1.5	1	0	0.5
	Promedio		1.1	Promedio		1

Fuente: Elaboración Propia

3.1.1.1.2 Resistencia a la Compresión

Para el desarrollo de este ensayo se coloca el espécimen con una de sus caras mayores sobre el apoyo de la máquina y se hace descender el vástago solidario al cabezal, maniobrando suavemente la rótula hasta obtener un contacto perfecto sobre la cara superior del espécimen, asegurando que el eje de la misma coincida con el eje longitudinal del espécimen.

- Cálculos:
 - Medida de dimensiones de Unidades: Para obtener las dimensiones de las unidades, se utilizó un vernier como instrumento de medida.
 - Área de las unidades: Se considera área bruta de la unidad (24 X 14 King Kong y 30 X 12 en bloque, en promedio) cuando esta es sólida o tubular y el área neta cuando es hueca o perforada; la norma peruana, sin embargo, considera siempre como divisor el área bruta, para evitar errores y poder comparar valores de resistencia directamente
 - Calculo de la resistencia f'_{b} : Para obtener la resistencia de las unidades de Ladrillo se utilizara la siguiente formula.

$$f' b = \frac{P}{A} (Kg/cm^2)$$

Donde

P = Carga Aplicable en Kg

A = Area Bruta de la unidad

f' b= Resistencia a la compresion

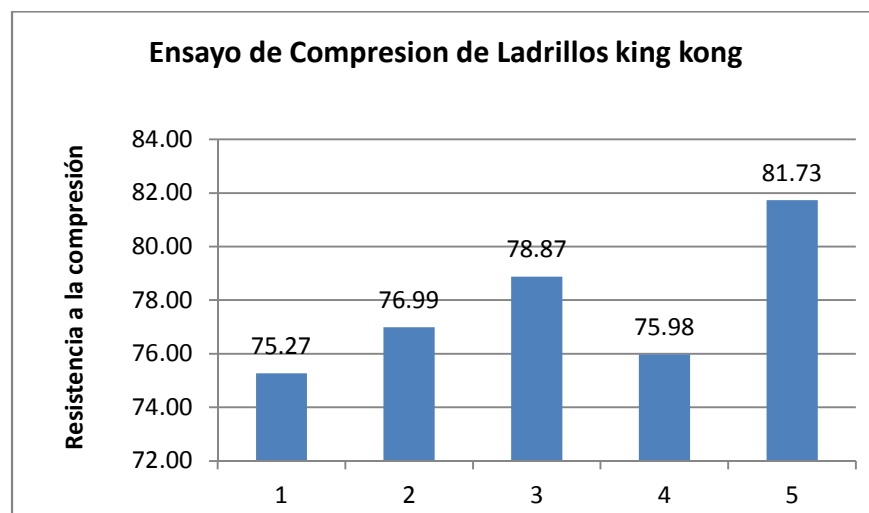
- Resultados

Tabla 3.6: Datos y Resultados de la Resistencia a la Compresión de Ladrillos King Kong

N° de Unidad de Albañilería	Estructura y elemento	Dimensiones			Dial (Ton)	Fuerza (Kgf)	Area (cm ²)	Resistencia (kg/cm ²)
		L	A	H				
1	UNIDAD KING KONG 18 HUECOS	24.20	14.10	9.10	25.685 Ton	25685.00 Kgf	341.22	75.27 Kg/cm ²
2	UNIDAD KING KONG 18 HUECOS	24.00	13.90	9.00	25.685 Ton	25685.00 Kgf	333.60	76.99 Kg/cm ²
3	UNIDAD KING KONG 18 HUECOS	23.90	13.80	9.10	26.014 Ton	26014.00 Kgf	329.82	78.87 Kg/cm ²
4	UNIDAD KING KONG 18 HUECOS	24.10	14.00	9.00	25.634 Ton	25634.00 Kgf	337.40	75.98 Kg/cm ²
5	UNIDAD KING KONG 18 HUECOS	24.00	14.20	9.00	27.854 Ton	27854.00 Kgf	340.80	81.73 Kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3.3: Grafico de Ensayo de Compresión Ladrillos King Kong



Fuente: Elaboración Propia

Figura 3.4: Ladrillos King Kong ubicadas en la máquina de rotura

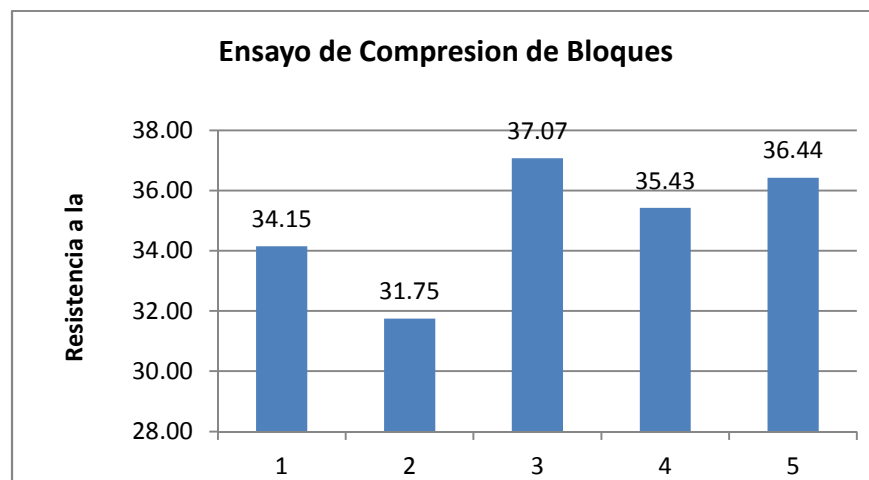


Tabla 3.7: Datos y Resultados de la Resistencia a la Compresión de Bloques

N° de Unidad de Albañilería	Estructura y elemento	Dimensiones			Dial (Ton)	Fuerza (Kgf)	Area (cm2)	Resistencia (kg/cm2)
		L	A	H				
1	UNIDAD BLOCKER	30.10	12.20	20.10	12.542 Ton	12542.00 Kgf	367.22	34.154 Kg/cm2
2	UNIDAD BLOCKER	30.00	12.10	20.00	11.524 Ton	11524.00 Kgf	363.00	31.747 Kg/cm2
3	UNIDAD BLOCKER	29.90	12.20	19.80	13.524 Ton	13524.00 Kgf	364.76	37.074 Kg/cm2
4	UNIDAD BLOCKER	29.80	11.90	19.90	12.564 Ton	12564.00 Kgf	354.62	35.429 Kg/cm2
5	UNIDAD BLOCKER	30.20	11.80	20.20	12.984 Ton	12984.00 Kgf	356.36	36.435 Kg/cm2

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3.5: Grafico de Ensayo de Compresión Bloques



Fuente: Elaboración Propia

Figura 3.6: Bloques ubicadas en la máquina de rotura



3.1.1.2 Ensayos No Clasificatorios

3.1.1.2.1 Absorción

La Prueba de Absorción se basó en la NTP 399.613 y tiene por objetivo conocer la capacidad de absorción de las muestras a ser ensayadas cuando alcanzan un estado de saturación, en otras palabras obtendremos un índice que refleje la capacidad de absorción de agua de los especímenes ante 24 horas de inmersión en agua.

Las unidades designadas para la muestra se someten a un secado uniforme en un horno entre 110°C y 115°C y se pesan luego de enfriarlos a temperatura ambiente. Se repite el tratamiento hasta que no se tenga variaciones en el peso, obteniéndose de esta forma un resultado basado únicamente en la absorción de agua producto de la inmersión de las muestras.

Seguidamente, se procede a pesar las muestras con una aproximación de 1 gr. Se preparan los recipientes en los cuales se sumergirán los especímenes, con la finalidad de que todas las caras del espécimen estén en contacto directo con el agua.

Se introducen los especímenes secos en un recipiente lleno de agua limpia, manteniéndolos completamente sumergidos durante 24 h,

Asegurando que la temperatura del baño esté comprendida entre 15°C y 30°C.

Calculamos la absorción de cada espécimen con la siguiente expresión

$$\text{Absorción}\% = 100 \frac{(W_s - W_d)}{W_d}$$

Donde

Wd = Peso seco del espécimen

Ws = Peso del espécimen saturado, después de la inmersión en agua fría durante 24 horas

Finalmente se calcula el promedio de la absorción de todos los especímenes ensayados, con aproximación a 0,001 %.

En la siguiente tabla mostramos los resultados con el contenido de agua absorbida:

Tabla 3.8: Datos y Resultado Absorción Ladrillos King Kong

ABSORCION DE UNIDADES KING KONG				
Unidad	Especimen Seco (gr)	Especimen Saturado (gr)	Contenido de Agua	Promedio (%)
1	4145	4690	13.148	13.62
2	3985	4495	12.798	
3	4160	4705	13.101	
4	4084	4652	13.908	
5	4102	4723	15.139	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.9: Datos y Resultados Absorción Bloques

ABSORCION DE UNIDADES BLOCKER				
Unidad	Especimen Seco (gr)	Especimen Saturado (gr)	Contenido de Agua	Promedio (%)
1	5095.50	5950.60	16.781	16.87
2	5100.10	5965.20	16.962	
3	5110.60	5960.25	16.625	
4	5089.50	5970.10	17.302	
5	5105.10	5955.47	16.657	

Fuente: Elaboración Propia

3.1.1.2.2 Succión

Es la medida de la rapidez del agua a adherirse a la unidad en la cara de asiento y es la característica fundamental para definir la relación de mortero – unidad en la inter fase de contacto y por lo tanto la resistencia a la tracción de la albañilería.

Puesto que cuando la unidad tiene demasiada succión, al colocar el mortero esta absorbe el agua de él haciendo que se deforme y se endurezca lo que impide el contacto total con la siguiente unidad.

$$Succion = \frac{(P_{su} - P_{se}) \times 200}{A}$$

Donde

P_{su} = Peso de unidad en succión

P_{se} = Peso de unidad en seco

A = Area de contacto de la Unidad

Tabla 3.10: Datos y Resultados Succión Ladrillo King Kong

Muestra	Ancho cm		A. Prom	Largo cm		L. Prom	Area cm ²	W seco Kg	W succión Kg	Succión
	a1	a2		l1	l2					
1	13.7	13.8	13.75	24.1	24.0	24.05	342.46	3.64	3.75	68.91
2	13.9	13.6	13.75	24.1	23.9	23.98	329.66	3.63	3.75	72.80
3	13.6	13.9	13.75	24.0	23.7	23.85	327.94	3.61	3.76	91.48
4	14.0	14.1	14.05	23.7	24.2	23.95	336.50	3.61	3.76	89.15
5	14.1	13.9	13.98	23.9	24.0	24.10	336.80	3.62	3.70	50.48

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.11: Datos y Resultados Succión Bloques

Muestra	Ancho cm		A. Prom	Largo cm		L. Prom	Area cm ²	W seco Kg	W succión Kg	Succión
	a1	a2		l1	l2					
1	12.1	12.0	12.05	30.2	30.0	30.10	362.71	5.10	5.21	63.96
2	12.0	11.8	11.90	30.0	30.0	30.00	357.00	5.10	5.21	61.85
3	11.9	11.8	11.85	29.9	30.1	30.00	355.50	5.11	5.22	59.02
4	12.0	12.0	12.00	29.8	29.7	29.75	357.00	5.09	5.21	67.79
5	12.2	12.1	12.15	29.9	29.8	24.10	292.82	5.11	5.21	72.74

Fuente: Elaboración Propia

3.1.1.2.3 Porcentajes de Vacíos

Para clasificar las unidades de albañilería de acuerdo al % de vacíos, tenemos las siguientes definiciones:

1. Unidad de Albañilería Hueca. Unidad de Albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área equivalente menor que el 70% del área bruta en el mismo plano.
2. Unidad de Albañilería Sólida (o Maciza) Unidad de Albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área igual o mayor que el 70% del área bruta en el mismo plano.

Tabla 3.12: Porcentaje de Vacíos Ladrillos King Kong

MUESTRA	1	2	3	4	5
Area Bruta (cm2)	336.00	324.30	336.99	335.58	332.58
Area de Vavios (cm2)	106.91	106.91	106.91	106.91	106.91
Area Neta (cm2)	229.09	217.39	230.08	228.67	225.67
Area Neta (%)	68%	67%	68%	68%	68%
Clasif. Unidad	Hueca	Hueca	Hueca	Hueca	Hueca

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.13: Porcentaje de Vacíos Bloques

MUESTRA	1	2	3	4	5
Area Bruta (cm2)	354.00	366.00	351.05	352.11	356.40
Area de Vavios (cm2)	134.70	134.70	134.70	134.70	134.70
Area Neta (cm2)	219.30	231.30	216.35	217.42	221.70
Area Neta (%)	61.95%	63.20%	61.63%	61.75%	62.21%
Clasif. Unidad	Hueca	Hueca	Hueca	Hueca	Hueca

Fuente: Elaboración Propia

3.1.2 MORTERO

El mortero está constituido por una mezcla de aglomerantes y agregado fino, a los cuales se añade la máxima cantidad de agua para que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin que se produzca segregación del agregado. El mortero cumple la función de adherir y corregir las imperfecciones de las unidades de albañilería en el proceso constructivo, para que al final se forme un conjunto durable denominado albañilería.

El mortero tiene propiedades en su estado plástico y en su estado endurecido. En el estado plástico la propiedad esencial del mortero es su trabajabilidad, que es la cualidad de poder ser manipulado con el badilejo y de adherirse a las superficies de las unidades de albañilería, logrando un contacto íntimo y completo que corrige las irregularidades de las unidades de albañilería. En su estado endurecido las propiedades principales son la adhesión con las unidades de albañilería y la resistencia a compresión.

Se utilizó mortero en proporción volumétrica 1:4 (cemento: arena); el cemento utilizado fue Pórtland tipo I (Cemento Yura) y la arena fue gruesa, natural, y libre de materia orgánica y sales.

Según la NTE E.070 Albañilería; nuestro mortero es del tipo P2, que es empleado para la construcción de muros portantes.

Tabla 3.14

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

Fuente: RNE-2006

Figura 3.7: Se observa la mezcla del cemento con la arena gruesa.



3.1.2.1 Resistencia a Compresión de los Cubos de Mortero (f'_{mortero})

Se tomaron 5 probetas cúbicas de mortero de 5 cm de arista, por cada jornada de construcción de las pilas. Estas probetas fueron curadas en agua y después de 28 días de edad fueron ensayadas a compresión axial (Figura 3.8) a una velocidad de desplazamiento entre los cabezales de la maquina universal de 1 mm /min.

Figura 3.8: Cubo de mortero al momento de ser ensayado en la máquina universal.



3.1.2.2 Procedimiento para la Elaboración de cubos de mortero

- Se toma una muestra del mortero que es usado en la construcción de las pilas.

- Después de limpiar y engrasar las celdas del molde metálico, se vierte el mortero hasta que llegue a cubrir aproximadamente las 2/3 de altura de cada una de las 5 celdas.
- Con la ayuda de un pisón se procede a dar golpes perpendiculares al molde en cada celda, dando 32 golpes, en 2 series de 16.
- Se vierte una segunda capa de mortero en cada celda, hasta que rebase su altura, después se apisonar dándole 32 golpes. Entre los pasos 3 y 4 se dan 64 golpes, con lo cual se logra compactar el mortero.
- Después de unos minutos se engrasa la superficie para darle la forma de cubos al mortero. En el molde se dejan las probetas por 24 horas, para después desmoldarlas y sumergirlas en una poza de agua hasta la fecha de ensayo.
- Luego de 28 días, las probetas de mortero se retiran del agua para ser medidas y ensayadas.

La resistencia a compresión del mortero (f' mortero), se halla restando una desviación estándar (σ) al promedio de la muestra. La resistencia de cada probeta prismática se calcula dividiendo la carga de rotura entre el área bruta de la superficie de asiento.

Para hallar la resistencia a compresión del mortero se usa las siguientes fórmulas:

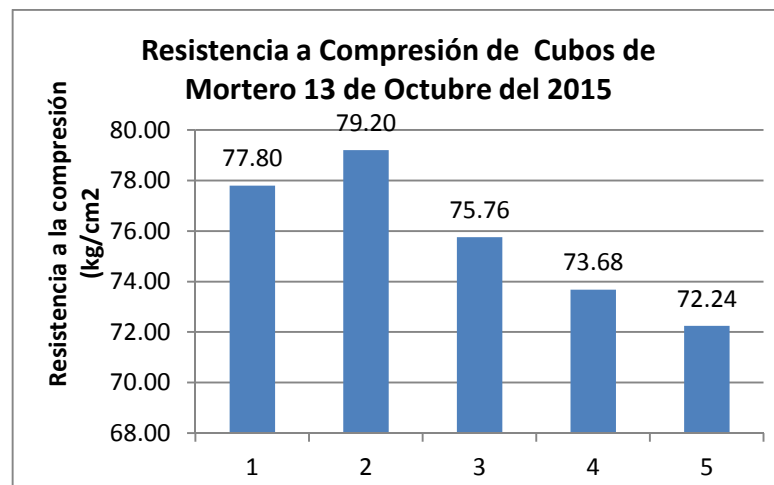
$$\text{Resistencia de la probeta del mortero } (R_{\text{mortero}}) = \frac{\text{Carga de rotura}}{\text{Area}}$$

Los resultados promedios obtenidos de los ensayos a compresión hecha en diferentes jornadas se muestran en las tablas siguientes.

Tabla 3.15: Jornada 13 de Octubre del 2015

N° de Probetas	Estructura y elemento	Dimensiones			Dial [Ton]	Fuerza [Kgf]	Area [cm ²]	Resistencia [Kg/cm ²]
		L	A	H				
1	Probeta 01	5	5	5	1.620 Ton	1620.00 Kgf	25.00	64.80 Kg/cm ²
2	Probeta 02	5	5	5	1.590 Ton	1590.00 Kgf	25.00	63.60 Kg/cm ²
3	Probeta 03	5	5	5	1.526 Ton	1526.00 Kgf	25.00	61.04 Kg/cm ²
4	Probeta 04	5	5	5	1.507 Ton	1507.00 Kgf	25.00	60.28 Kg/cm ²
5	Probeta 05	5	5	5	1.497 Ton	1497.00 Kgf	25.00	59.88 Kg/cm ²

Figura 3.9: Grafico de Ensayo de Compresión de cubos de mortero 13-10-2015



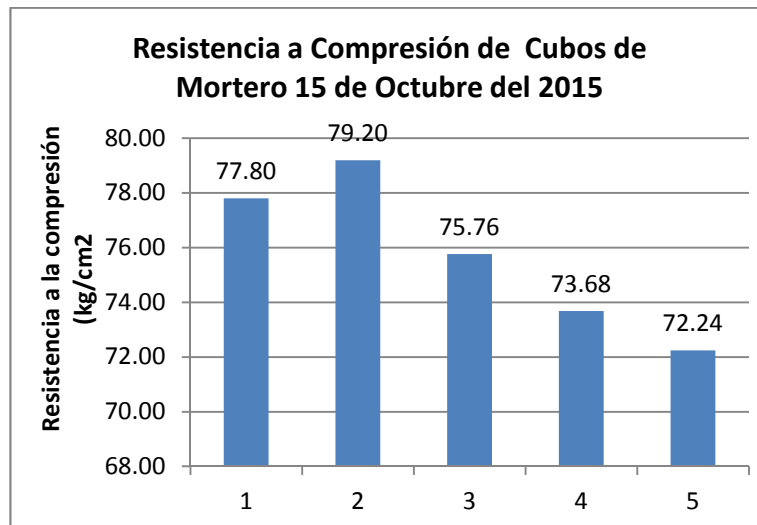
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.16: Jornada 15 de Octubre del 2015

N° de Probetas	Estructura y elemento	Dimensiones			Dial [Ton]	Fuerza [Kgf]	Area [cm ²]	Resistencia [Kg/cm ²]
		L	A	H				
1	Probeta 01	5	5	5	2.650 Ton	2650.00 Kgf	25.00	106.00 Kg/cm ²
2	Probeta 02	5	5	5	2.500 Ton	2500.00 Kgf	25.00	100.00 Kg/cm ²
3	Probeta 03	5	5	5	2.450 Ton	2450.00 Kgf	25.00	98.00 Kg/cm ²
4	Probeta 04	5	5	5	2.574 Ton	2574.00 Kgf	25.00	102.96 Kg/cm ²
5	Probeta 05	5	5	5	2.605 Ton	2605.00 Kgf	25.00	104.20 Kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3.10: Grafico de Ensayo de Compresión de cubos de mortero
 15-10-2015



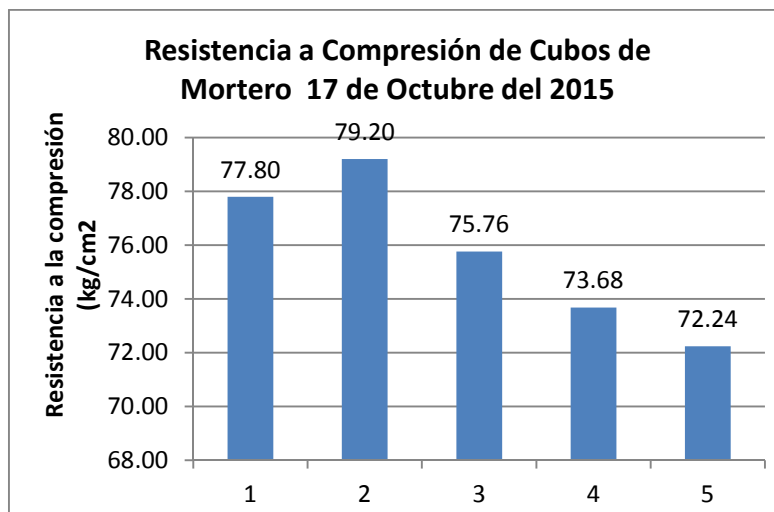
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.17: Jornada 17 de Octubre del 2015

Nº de Pruebas	Estructura y elemento	Dimensiones			Dial (Ton)	Fuerza (Kgf)	Area (cm ²)	Resistencia (Kg/cm ²)
		L	A	H				
1	Probeta 01	5	5	5	1.945 Ton	1945.00 Kgf	25.00	77.80 Kg/cm ²
2	Probeta 02	5	5	5	1.980 Ton	1980.00 Kgf	25.00	79.20 Kg/cm ²
3	Probeta 03	5	5	5	1.894 Ton	1894.00 Kgf	25.00	75.76 Kg/cm ²
4	Probeta 04	5	5	5	1.842 Ton	1842.00 Kgf	25.00	73.68 Kg/cm ²
5	Probeta 05	5	5	5	1.806 Ton	1806.00 Kgf	25.00	72.24 Kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3.11: Grafico de Ensayo de Compresión de cubos de mortero
 17-10-2015



Fuente: Elaboración Propia

3.1.3 Granulometría del Agregado

3.1.3.1 Herramientas y Materiales.

- ~ Balanza de precisión.
- ~ Brocha.
- ~ Recipiente.
- ~ Serie de tamices.
- ~ Horno.
- ~ Arena gruesa muestreada.

3.1.3.2 Procedimiento.

- Seleccione un grupo de tamices de tamaños adecuados para cumplir con las especificaciones del material que se va a ensayar. Colóquense los tamices en orden decreciente, por tamaño de abertura. Efectúese la operación de tamizado a mano o por medio de un tamizador mecánico, durante un periodo adecuado.
- Límitese la cantidad de material en un tamiz dado, de tal forma que todas las partículas tengan la oportunidad de alcanzar las aberturas del tamiz varias veces durante la operación del tamizado.
- Tómese individualmente cada tamiz, con su tapa y un fondo que se ajuste sin holgura, con la mano en una posición ligeramente inclinada. Se golpea secamente el lado del tamiz, con un movimiento hacia arriba contra la palma de otra mano, a razón de 150 veces por minuto, girando el tamiz aproximadamente 1/6 de vuelta en cada intervalo de 25 golpes.
- Finalmente se pesa cada tamiz para saber peso retenido en cada tamiz.

Figura 3.12: Procedimiento de tamizado manual.



Tabla 3.18: Datos de la Arena Gruesa.

Tamiz N°	Diam.(mm)	Peso Retenido
3/8 pulg	9.375	0.00
1/4 pulg	6.350	0.00
4	4.750	26.13
8	3.360	51.96
16	1.180	98.26
30	0.600	114.86
50	0.300	165.88
100	0.150	78.47
bandeja	0.000	12.21
		547.77

Fuente: Elaboración Propia

3.1.4 ENSAYO DE PILAS A COMPRESIÓN AXIAL

Luego de que las pilas de Ladrillos King Kong y bloque, cumpliesen 28 días de edad, fueron ensayadas a compresión axial de acuerdo a los procedimientos de:

- RNE E-070 ALBAÑILERIA, Capitulo 5: Resistencia de Prismas de Albañilería
- NTP 399.605 (Referencia 5), UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería

Estas pilas consisten en prismas de unidades asentadas una sobre otra. La junta de concreto también debe ser controlada, la norma permite una junta de promedio 1.5 cm.

El ensayo se realiza en una máquina universal de compresión, aplicando un ritmo de carga controlado, hasta que el espécimen no admite más carga. El resultado del ensayo se obtiene de dividir esta carga última entre el área del testigo. Esta área será la bruta para prismas de unidades sólidas o de unidades huecas rellenas con concreto líquido o de unidades tubulares. El área será la neta para unidades huecas (sin relleno de concreto líquido) o perforadas.

La resistencia característica a compresión axial de las pilas (f^m) depende de la esbeltez, que es la relación que existe entre la altura y el espesor del prisma (figura 3.11). La norma anterior de albañilería E.070 (ININVI 1982) y la actual Norma Técnica de Edificación E.070 Albañilería (SENCICO 2004), establecen un valor nominal de esbeltez igual a 5. Además establecen coeficientes de corrección para esbelteces menores que cinco. Estos coeficientes son los mismos en ambas normas y se aplican multiplicando a la resistencia a compresión axial obtenida del ensayo, para de este modo estimar la resistencia que se obtendría con la esbeltez nominal.

Entonces para poder comparar los coeficientes de corrección de f^m por esbeltez de las diferentes normas, se normalizará a una esbeltez igual a 5. A continuación se presentan los coeficientes dados por las diversas normas de albañilería.

- **NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN E.070 ALBAÑILERÍA**

La norma peruana NTE E.070 establece que las pilas de albañilería no tendrán menos de 3 hiladas o 40 cm de altura (lo que sea mayor) y tendrán una relación altura entre espesor (esbeltez) no menor de 2 ni mayor que 5, de preferencia se debe utilizar una esbeltez igual a 5. Para corregir el valor de f'_m se debe multiplicar por un coeficiente que depende de la esbeltez del prisma que se muestra a continuación.

Tabla 3.19

FACTORES DE CORRECCIÓN DE f'_m POR ESBELTEZ – SENCICO 2004						
Esbeltez	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0
Factor (*)	0.73	0.80	0.86	0.95	0.98	1.00

Fuente: RNE-2006

- **NORMA TÉCNICA PERUANA 339.613:2003 MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA**

Esta norma peruana adopta los mismos coeficientes de corrección de f'_m por esbeltez, la misma esbeltez nominal, el mismo número de prismas a ensayar y el mismo rango de esbelteces que la norma ASTM C1314 que se verá posteriormente.

- **STANDARD TEST METHOD FOR CONSTRUCTING AND TESTING MASONRY PRISMS USED TO DETERMINE COMPLIANCE WITH SPECIFIED COMPRESSIVE STRENGTH OF MASONRY.**

En esta norma se establece que el número mínimo de pilas a ensayar para obtener el valor de f'_m , es 3. Además, cada prisma debe tener una altura mínima de 2 unidades, con una relación altura-espesor comprendida entre 1.3 y 5.0. Los valores de corrección por esbeltez según la norma ASTM C1314, están normalizados a una esbeltez de 2, por lo que se procedió a normalizarlos hacia una esbeltez de 5, para compararlos con los valores de la norma peruana E.070.

Tabla 3.20

FACTORES DE CORRECCIÓN DE f'_m POR ESBELTEZ - NORMA ASTM C1314							
Esbeltez	1.3	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
Factor	0.75	0.86	1.00	1.04	1.07	1.15	1.22
Factor Normalizado(*)	0.61	0.70	0.82	0.85	0.88	0.94	1.00

Fuente: Norma ASTM C1314

3.1.4.1 Materiales Equipos y Herramientas

- **Ladrillos de Arcilla :**

- Ladrillo de arcilla King Kong Industrial con perforaciones circulares perpendiculares a la cara de asiento, dimensiones nominales 10*14*24 cm, 18 huecos
- Bloques Industrial con perforaciones hexagonales, dimensiones nominales 30*20*12.

- **Mortero**

Para asentar las unidades de las pilas se utilizó mortero en proporción volumétrica cemento-arena 1 : 4. Para elaborar el mortero se utilizaron los siguientes materiales:

Cemento : Cemento Puzolanico Portland Tipo IP

Arena : Arena Gruesa Cantera Kunyac

- **Herramientas**

Vernier : Instrumento es utilizado para tomar las medidas exactas de las pilas que van a ser ensayadas.

Cinta Métrica: Utilizada para tomar medidas más grandes específicamente la altura de las pilas y el largo.

- **Máquina para ensayos a compresión**

El equipo de ensayo consistió de una máquina de compresión universal, la cual consta de perfiles metálicos, sobre los que se montan una gata hidráulica en la parte central superior (Figura 3.10). La carga se aplicó hasta la rotura del murete, luego la carga última fue dividida entre el área bruta de la diagonal cargada, para así obtener la resistencia a compresión diagonal de cada murete ($v'm$). Esta carga máxima fue registrada en el manómetro de la máquina de compresión universal.

Figura 3.13: Maquina de Compresión Universal



3.1.4.2 Procedimiento

Con el fin de determinar la resistencia a compresión axial de la albañilería ($f'm$) se construyeron y ensayaron los especímenes denominados pilas de Ladrillo King Kong y Bloques

- **Proceso constructivo de la Pilas**

- Se rego con agua los Ladrillos 15 horas antes de la construcción de los prismas de albañilería, este procedimiento se realizó durante media hora.

- La construcción se realizó de acuerdo al procedimiento estándar, controlando el alineamiento horizontal mediante el cordel, la altura con el escantillón y la verticalidad con un nivel y plomada. Las juntas son de 1.5cm.
- Las unidades se asentaron una sobre otra con las superficies limpias de polvo y sin agua libre. El asentado se realizó presionando verticalmente las unidades sin bambolearlas.
- Los prismas fueron almacenadas en un lugar techado para protegerlas del sol y la lluvia.

- **Procedimiento del Ensayo de Compresión Axial**

Transporte de pilas: Con todos los prismas se tuvo mucho cuidado al momento de transportarlos, solo se movieron para el proceso de “capear” una semana antes del ensayo y el mismo día del ensayo, teniendo cuidado de no causar daños.

Toma de medidas para el ensayo: Las pilas de albañilería antes de ser ensayadas fueron medidas. Se tomó la medida la altura, ya que el ancho y el largo de las pilas son iguales al ancho y largo de los Ladrillos. La altura es la medida comprendida entre los bordes de la cara superior e inferior del prisma. Para determinar la altura se promediaron cuatro medidas provenientes de medir la altura en cada cara lateral del prisma.

Figura 3.14: Prisma de Ladrillo King Kong

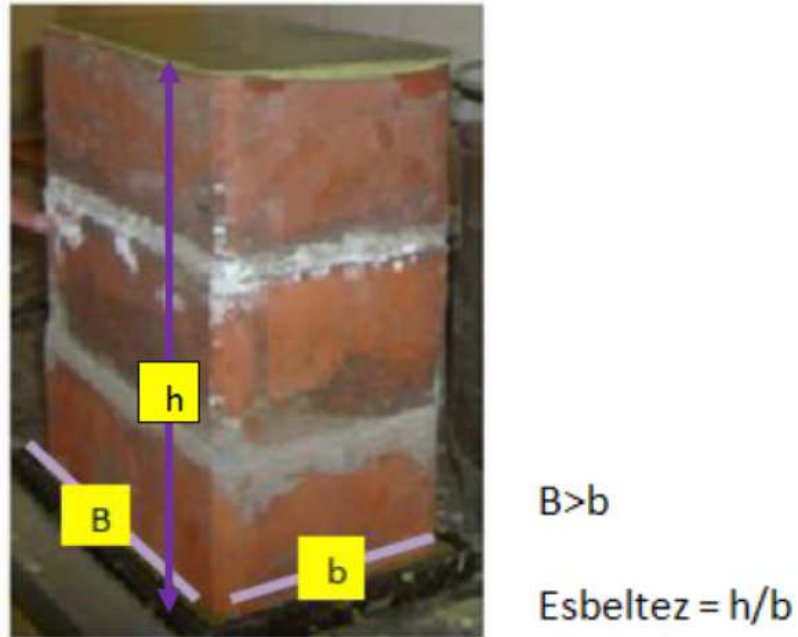


Tabla 3.21: Corrección de Esbeltez Tomada de la Norma E-070 de Albañilería

FACTORES DE CORRECCIÓN DE f'_m POR ESBELTEZ						
Esbeltez	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	5,0
Factor	0,73	0,80	0,91	0,95	0,98	1,00

Fuente: RNE-2006

- **Ensayo de las pilas en la Máquina de Compresión**

Se procedió a una última limpieza de las pilas de albañilería con una brocha para retirar el polvo, luego fueron trasladadas hacia el lugar del ensayo.

Luego se limpiaron los platos de carga superior e inferior para eliminar posibles residuos de otros ensayos, para colocar el prisma encima del plato de carga inferior, después, se alineó los ejes centroidales del espécimen con el centro de la máquina de ensayo.

El ensayo debe realizarse a velocidad uniforme, sin producir impactos, su duración debe estar comprendida entre 3 y 4 min o puede ejecutarse mediante el control de carga. En este procedimiento se efectuó el ensayo de pilas mediante control de cargas.

3.1.4.3 Datos Cálculos y Resultados de Ensayos de Pilas de unidades de albañilería

Datos: En las tablas siguientes se presentan los datos obtenidos en el laboratorio, se tomaron las dimensiones de los prismas (largo ancho y altura) y la carga máxima soportada por las pilas expresadas en toneladas (Tn).

3.1.4.3.1 Ensayos a compresión de Pilas de Ladrillos King Kong

Cálculos:

- Dimensiones de la pila de ladrillo King Kong y Lectura de la carga aplicada.

Tabla 3.22: Dimensiones Pilas de Ladrillo King Kong.

N° de Unidad de Albañilería	Estructura y elemento	Dimensiones		
		L	A	H
1	PILAS KING KONG S-T	23.9	13.8	30.3
2	PILAS KING KONG S-T	24	13.8	29.7
3	PILAS KING KONG S-T	24.1	14	29.4
4	PILAS KING KONG S-T	23.9	14.1	30
5	PILAS KING KONG S-T	24.2	14	30.3

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.23: Dimensiones Pilas de Ladrillo King Kong con Tarrajeo

N° de Unidad de Albañilería	Estructura y elemento	Dimensiones		
		L	A	H
1	PILAS KING KONG C-T	24.1	17.1	30.2
2	PILAS KING KONG C-T	23.8	17	30.2
3	PILAS KING KONG C-T	23.9	17	30
4	PILAS KING KONG C-T	24	17.2	30.1
5	PILAS KING KONG C-T	24.1	16.9	29.9

Fuente: Elaboración Propia

- Área de las Pilas: Esta área será la bruta para prismas de unidades sólidas o de unidades huecas rellenas con concreto líquido o de unidades tubulares. El área será la neta para unidades huecas (sin relleno de concreto líquido) o perforadas.
- Calculo de la resistencia $f'm$: Para obtener la resistencia de las pilas se utilizara la siguiente formula.

$$f'm = \frac{P}{A} (Kg/cm^2)$$

Donde

P = Carga Aplicable en Kg

A = Area del Prisma

$f'm$ = Esfuerzo a compresion axial del prisma

Tabla 3.24: Calculo de la Resistencia de Pilas - Ladrillo King Kong

Dial (Ton)	Fuerza (Kgf)	Area (cm ²)	Resistencia (Kg/cm ²)
15.243 Ton	15243.00 Kgf	329.82	46.22 Kg/cm ²
15.426 Ton	15426.00 Kgf	331.20	46.58 Kg/cm ²
14.998 Ton	14998.00 Kgf	337.40	44.45 Kg/cm ²
15.042 Ton	15042.00 Kgf	336.99	44.64 Kg/cm ²
14.985 Ton	14985.00 Kgf	338.80	44.23 Kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3.15: Ensayo de Rotura de Pilas de Ladrillo King Kong



Tabla 3.25: Calculo de la Resistencia de Pilas - Ladrillo King Kong con Tarrajeo

Dial (Ton)	Fuerza (Kgf)	Area (cm ²)	Resistencia (Kg/cm ²)
21.054 Ton	21054.00 Kgf	412.11	51.09 Kg/cm ²
20.900 Ton	20900.00 Kgf	404.60	51.66 Kg/cm ²
21.564 Ton	21564.00 Kgf	406.30	53.07 Kg/cm ²
21.950 Ton	21950.00 Kgf	412.80	53.17 Kg/cm ²
22.056 Ton	22056.00 Kgf	407.29	54.15 Kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3.16: Ensayo de rotura de pilas de Ladrillos King Kong con tarrajeo



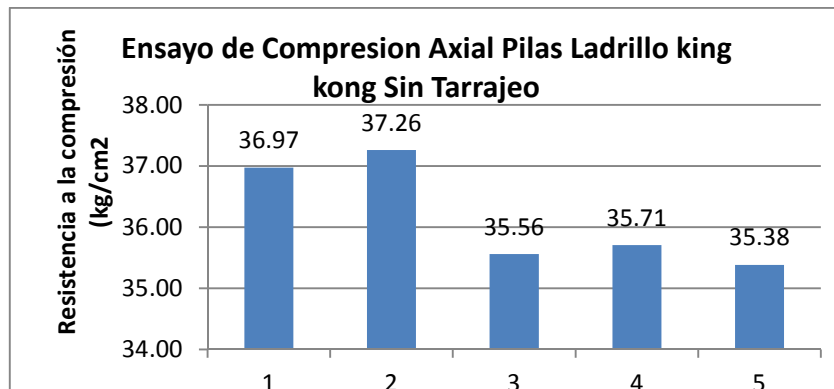
- Calculo de Esbeltez y Correcciones de f_{cm}

Tabla 3.26: Calculo de Esbeltez y Corrección de la Resistencia Ladrillo King Kong sin Tarrajeo

Resistencia (Kg/cm ²)	Esbeltez $E=h/b$	Coef. Correc por esbeltez	Resistencia Corregida
46.22 Kg/cm ²	2.20	0.80	36.97 Kg/cm ²
46.58 Kg/cm ²	2.15	0.80	37.26 Kg/cm ²
44.45 Kg/cm ²	2.10	0.80	35.56 Kg/cm ²
44.64 Kg/cm ²	2.13	0.80	35.71 Kg/cm ²
44.23 Kg/cm ²	2.16	0.80	35.38 Kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3.17: Grafico de Ensayo de Pilas de Ladrillo King Kong sin tarrajeo



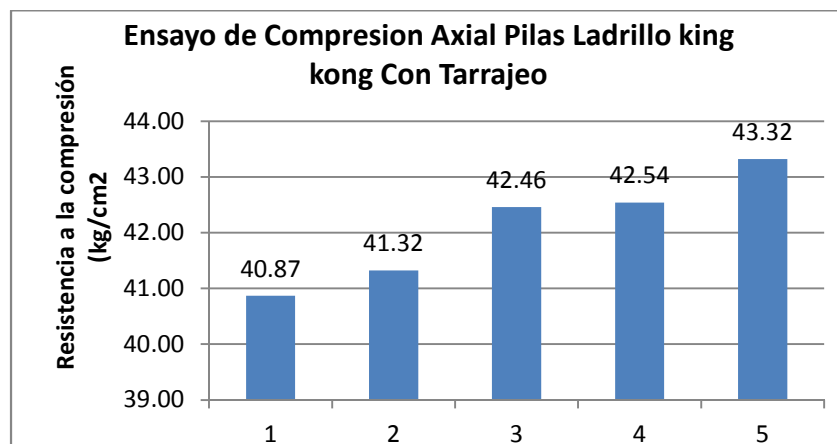
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.27: Calculo de Esbeltez y Corrección de la Resistencia Ladrillo King Kong con Tarrajeo

Resistencia (Kg/cm ²)	Esbeltez E=H/A	Coef. Correc por esbeltez	Resistencia Corregida
51.09 Kg/cm ²	1.77	0.80	40.87 Kg/cm ²
51.66 Kg/cm ²	1.78	0.80	41.32 Kg/cm ²
53.07 Kg/cm ²	1.76	0.80	42.46 Kg/cm ²
53.17 Kg/cm ²	1.75	0.80	42.54 Kg/cm ²
54.15 Kg/cm ²	1.77	0.80	43.32 Kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3.18: Grafico de Ensayo de Pilas de Ladrillo King Kong. con Tarrajeo



Fuente: Elaboración Propia

3.1.4.3.2 Ensayos a compresión de pilas de Bloques

Cálculos:

- Dimensiones de la pila de Bloques y Lectura de la carga aplicada.

Tabla 3.28: Dimensiones Bloques sin Tarrajeo

N° de Unidad de Albañilería	Estructura y elemento	Dimensiones		
		L	A	H
1	PILAS BLOCKER S-T	30.1	11.85	63
2	PILAS BLOCKER S-T	30	11.9	63.1
3	PILAS BLOCKER S-T	30.2	11.9	63.2
4	PILAS BLOCKER S-T	29.9	12	62.9
5	PILAS BLOCKER S-T	30	11.8	63

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.29: Dimensiones Bloques con Tarrajeo

N° de Unidad de Albañilería	Estructura y elemento	Dimensiones		
		L	A	H
1	PILAS BLOCKER C-T	30.1	15	63.5
2	PILAS BLOCKER C-T	30	14.8	63.2
3	PILAS BLOCKER C-T	30.2	14.9	63
4	PILAS BLOCKER C-T	29.9	15.2	62.9
5	PILAS BLOCKER C-T	30	15.3	63

Fuente: Elaboración Propia

- Área de las Pilas: Esta área será la bruta para prismas de unidades sólidas o de unidades huecas rellenas con concreto líquido o de unidades tubulares. El área será la neta para unidades huecas (sin relleno de concreto líquido) o perforadas.
- Calculo de la resistencia f'_m : Para obtener la resistencia de las pilas se utilizara la siguiente formula.

$$f'm = \frac{P}{A} (Kg/cm^2)$$

Donde

P = Carga Aplicable en Kg

A = Area del Prisma

f'm = Esfuerzo a compresion axial del prisma

Tabla 3.30: Calculo de la Resistencia de Pilas – Bloques sin Tarrajeo

Dial (Ton)	Fuerza (Kgf)	Area (cm ²)	Resistencia (Kg/cm ²)
14.520 Ton	14520.00 Kgf	356.69	40.71 Kg/cm ²
14.253 Ton	14253.00 Kgf	357.00	39.92 Kg/cm ²
14.150 Ton	14150.00 Kgf	359.38	39.37 Kg/cm ²
13.900 Ton	13900.00 Kgf	358.80	38.74 Kg/cm ²
14.010 Ton	14010.00 Kgf	354.00	39.58 Kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3.19: Procedimiento de rotura de Pila de Bloques



Tabla 3.31: Calculo de la Resistencia de Pilas – Bloques con Tarrajeo

Dial (Ton)	Fuerza (Kgf)	Area (cm ²)	Resistencia (Kg/cm ²)
19.980 Ton	19980.00 Kgf	451.50	44.25 Kg/cm ²
19.800 Ton	19800.00 Kgf	444.00	44.59 Kg/cm ²
20.100 Ton	20100.00 Kgf	449.98	44.67 Kg/cm ²
19.790 Ton	19790.00 Kgf	454.48	43.54 Kg/cm ²
19.875 Ton	19875.00 Kgf	459.00	43.30 Kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3.20: Procedimiento de Rotura de Pila de Bloques con Tarrajeo



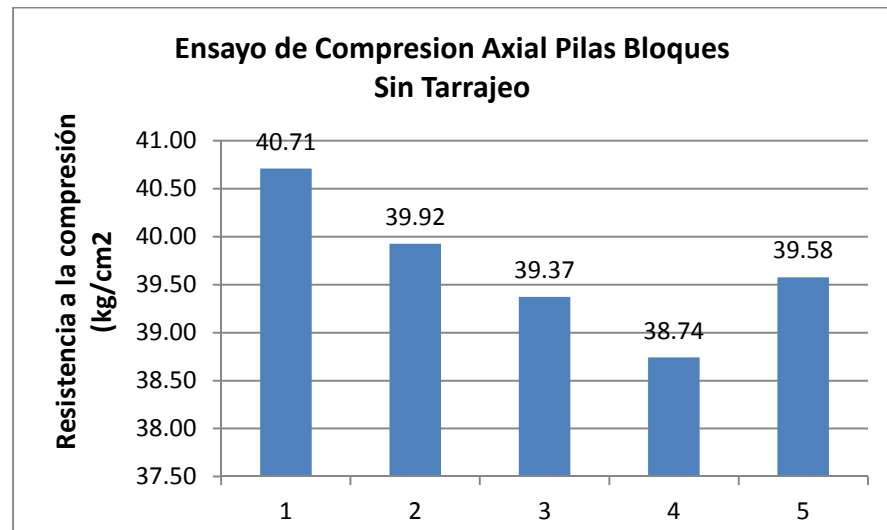
- Calculo de Esbeltez y Correcciones de $f_{c,m}$

Tabla 3.32: Calculo de Esbeltez y Corrección de la Resistencia
Bloques sin Tarrajeo

Resistencia (Kg/cm ²)	Esbeltez E=H/A	Coef. Correc por esbeltez	Resistencia Corregida
40.71 Kg/cm ²	5.32	1.00	40.71 Kg/cm ²
39.92 Kg/cm ²	5.30	1.00	39.92 Kg/cm ²
39.37 Kg/cm ²	5.31	1.00	39.37 Kg/cm ²
38.74 Kg/cm ²	5.24	1.00	38.74 Kg/cm ²
39.58 Kg/cm ²	5.34	1.00	39.58 Kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3.21: Grafico de Ensayo de Pilas de Bloques sin Tarrajeo



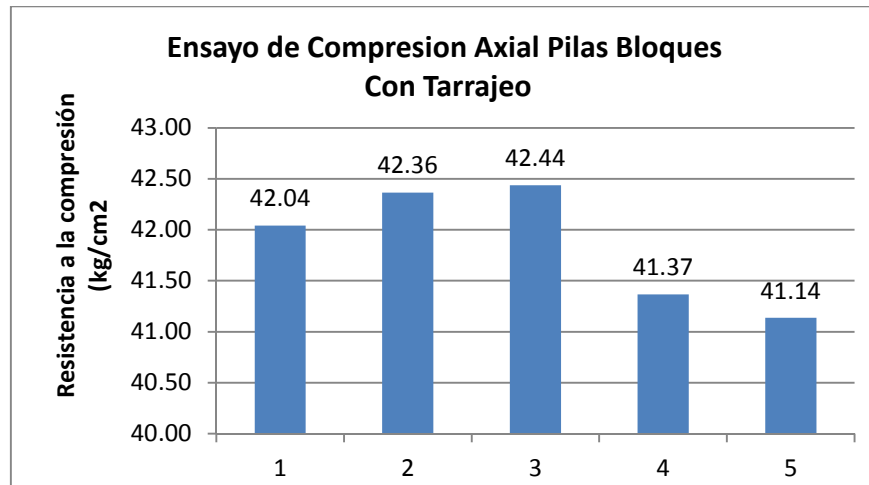
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.33: Calculo de Esbeltez y Corrección de la Resistencia Bloques con Tarrajeo

Resistencia (Kg/cm ²)	Esbeltez E=H/A	Coef. Correc por esbeltez	Resistencia Corregida
44.25 Kg/cm ²	4.23	0.95	42.04 Kg/cm ²
44.59 Kg/cm ²	4.27	0.95	42.36 Kg/cm ²
44.67 Kg/cm ²	4.23	0.95	42.44 Kg/cm ²
43.54 Kg/cm ²	4.14	0.95	41.37 Kg/cm ²
43.30 Kg/cm ²	4.12	0.95	41.14 Kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3.22: Grafico de Ensayo de Pilas de Bloques con Tarrajeo



Fuente: Elaboración Propia

3.1.5 ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES

Luego que los muretes construidos cumpliesen 28 días de edad, estos fueron ensayados a compresión diagonal de acuerdo a los procedimientos de:

- RNE E-070 ALBAÑILERIA, Capitulo 5: Resistencia de Prismas de Albañilería
- NTP 399.621 Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de muretes de albañilería

3.1.5.1 Objetivos

1. Elaborar 5 especímenes con una junta de 1.5cm
2. Realizar el ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión diagonal (corte), en muretes de albañilería de dimensión mínima 600mm x 600mm.
3. Observar el tipo de falla producido por la compresión diagonal
4. Comparar los resultados del ensayo con lo que especifica la norma.

3.1.5.2 Materiales Equipos y Herramientas

- **Ladrillos de Arcilla :**

- Ladrillo de arcilla King Kong Industrial con perforaciones circulares perpendiculares a la cara de asiento, dimensiones nominales 9*14*24 cm
- Bloque Industrial con perforaciones hexagonales, dimensiones nominales 30*20*12.

- **Mortero**

Para asentar las unidades de las pilas se utilizó mortero en proporción volumétrica cemento-arena 1 : 4. Para elaborar el mortero se utilizaron los siguientes materiales:

Cemento : Cemento Puzolanico Portland Tipo IP

Arena : Arena Gruesa Cantera Kunyac

- **Herramientas**

Vernier : Instrumento es utilizado para tomar las medidas exactas de las pilas que van a ser ensayadas.

Cinta Métrica: Utilizada para tomar medidas más grandes específicamente la altura de los muretes.

- **Máquina para ensayos a compresión**

El equipo de ensayo consistió de una máquina de compresión universal, la cual consta de perfiles metálicos, sobre los que se montan una gata hidráulica en la parte central superior (Figura3.20). La carga se aplicó hasta la rotura del murete, luego la carga última fue dividida entre el área bruta de la diagonal cargada, para así obtener la resistencia a compresión diagonal de cada murete (v'm). Esta carga máxima fue registrada en el manómetro de la máquina de compresión universal.

Fig 3.23: Maquina de Compresión Universal



3.1.5.3 Procedimiento

Con el fin de determinar la resistencia a compresión axial de la albañilería (f'm) se construyeron y ensayaron los especímenes denominados pilas de Ladrillo King Kong y Bloques.

- **Proceso constructivo de la Muretes**

- Se rego con agua los Ladrillos 15 horas antes de la construcción de los muretes de albañilería, este procedimiento se realizó durante media hora.
- La construcción se realizó de acuerdo al procedimiento estándar, controlando el alineamiento horizontal mediante el cordel, la altura con el escantillón y la verticalidad con un nivel y plomada. Las longitudes serán como mínimo de 60 x 60 y un máximo de 68 x 68 aproximadamente, colocados en 6 hiladas de 2.5 Ladrillos por hilada aproximadamente con una junta de 1.5 cm.
- Las unidades se asentaron una sobre otra con las superficies limpias de polvo y sin agua libre. El asentado se realizó presionando verticalmente las unidades sin bambolearlas.

- Los muretes fueron almacenadas en un lugar techado para protegerlas del sol y la lluvia. Después de la construcción, los muretes no deberán ser movidos por lo menos durante 7 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

Tabla 3.34

TABLA 8			
INCREMENTO DE f'_m y v'_m POR EDAD			
Edad		14 días	21 días
Muretes	Ladrillos de arcilla	1,15	1,05
	Bloques de concreto	1,25	1,05
Pilas	Ladrillos de arcilla y Bloques de concreto	1,10	1,00

Fuente: RNE-2006

- **Procedimiento del Ensayo de Compresión Axial**

Transporte de muretes: Con todos los prismas se tuvo mucho cuidado al momento de transportarlos, solo se movieron para el proceso de “capear” una semana antes del ensayo y el mismo día del ensayo, teniendo cuidado de no causar daños.

Toma de medidas para el ensayo: Las pilas de albañilería antes de ser ensayadas fueron medidas. Se tomó la medida la altura, ya que el ancho y el largo de las pilas son iguales al ancho y largo de los Ladrillos. La altura es la medida comprendida entre los bordes de la cara superior e inferior del prisma. Para determinar la altura se promediaron cuatro medidas provenientes de medir la altura en cada cara lateral del prisma.

3.1.5.4 Datos Cálculos y Resultados de Ensayos de Compresión Diagonal en Muretes de albañilería

Datos: En las tablas siguientes se presentan los datos obtenidos en el laboratorio, se tomaron la dimensiones de cada prisma (largo ancho y altura) y la carga máxima soportada por los muretes expresadas en toneladas (Tn).

3.1.5.4.1 Ensayos a compresión de diagonal en muretes de Ladrillos King Kong

Cálculos:

- Dimensiones de los muretes de ladrillo King Kong: Para el cálculo de la diagonal del prisma se aplicó la fórmula de Pitágoras.

$$D = \sqrt{L_p^2 + H_p^2}$$

Donde

D = Dimension Diagonal

Lp, Hp= Lados de los muretes

Tabla 3.35: Dimensiones – Muretes de Ladrillo King Kong sin Tarrajeo

Nº de Unidad de Albañilería	Estructura y elemento	Dimensiones			
		L	A	H	D
1	MURETES LADRILLO KING KONG S-T	62	14	61.5	87.33
2	MURETES LADRILLO KING KONG S-T	61.5	13.9	62	87.33
3	MURETES LADRILLO KING KONG S-T	61.8	14.1	62.5	87.89
4	MURETES LADRILLO KING KONG S-T	61.9	14	61.8	87.47
5	MURETES LADRILLO KING KONG S-T	62	13.85	61.9	87.61

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.36: Dimensiones – Muretes de Ladrillo King Kong Con Tarrajeo

N° de Unidad de Albañilería	Estructura y elemento	Dimensiones			
		L	A	H	D
1	MURETES LADRILLO KING KONG C-T	62.1	17.5	61.8	87.61
2	MURETES LADRILLO KING KONG C-T	62	17.4	61.5	87.33
3	MURETES LADRILLO KING KONG C-T	61.8	17.2	61.9	87.47
4	MURETES LADRILLO KING KONG C-T	61.8	17.4	62	87.54
5	MURETES LADRILLO KING KONG C-T	62.3	17.5	62.1	87.96

Fuente: Elaboración Propia

- Calculo de la resistencia V_m : La resistencia a compresión diagonal de cada murete (V_m) se obtuvo dividiendo la carga de rotura entre el área de la diagonal:

$$v_m = \frac{P}{A} (Kg/cm^2)$$

$$A = D * tp$$

Donde

P = Carga de rotura en Kg

tp= Espesor del murete

D = Dimension Diagonal

A = Area de la Diagonal

V_m = Resistencia a la compresión diagonal en kg/cm2.

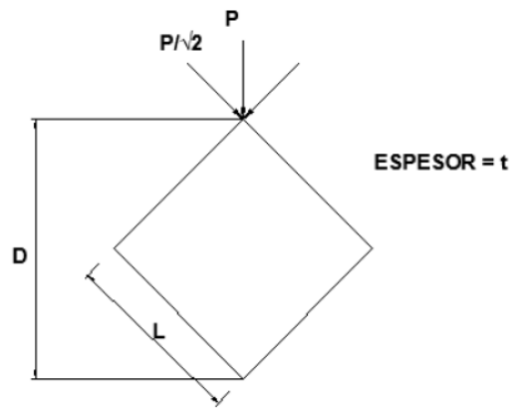


Tabla 3.37: Calculo de la Resistencia de Muretes de Ladrillo King Kong Sin Tarrajeo

Dial (Ton)	Fuerza (Kgf)	Area (cm ²)	Resistencia (Kg/cm ²)
5.241 Ton	5241.00 Kgf	1222.60	4.29 Kg/cm ²
4.990 Ton	4990.00 Kgf	1213.86	4.11 Kg/cm ²
5.060 Ton	5060.00 Kgf	1239.32	4.08 Kg/cm ²
5.500 Ton	5500.00 Kgf	1224.57	4.49 Kg/cm ²
5.250 Ton	5250.00 Kgf	1213.41	4.33 Kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3.24 Ensayo de rotura de muretes de Ladrillos Kink Kong:



Tabla 3.38: Calculo de la Resistencia de Muretes de Ladrillo King Kong Con Tarrajeo

Dial (Ton)	Fuerza (Kgf)	Area (cm ²)	Resistencia (Kg/cm ²)
7.950 Ton	7950.00 Kgf	1533.19	5.19 Kg/cm ²
8.000 Ton	8000.00 Kgf	1519.51	5.26 Kg/cm ²
8.100 Ton	8100.00 Kgf	1504.47	5.38 Kg/cm ²
7.850 Ton	7850.00 Kgf	1523.19	5.15 Kg/cm ²
8.245 Ton	8245.00 Kgf	1539.37	5.36 Kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3.25 Ensayo de Rotura de Muretes de Ladrillos King Kong con Tarrajeo



3.1.5.4.2 Ensayos a compresión diagonal en muretes de Bloques

Cálculos:

- Dimensiones de los muretes de Bloque: Para el cálculo de la diagonal del prisma se aplicó la fórmula de Pitágoras.

$$D = \sqrt{L_p^2 + H_p^2}$$

Donde

D = Dimension Diagonal

Lp, Hp= Lados de los muretes

Tabla 3.39: Dimensiones – Muretes de Bloques sin Tarrajeo

Nº de Unidad de Albañilería	Estructura y elemento	Dimensiones			
		L	A	H	D
1	MURETES LADRILLO BLOCKER S-T	63.5	12.1	63.9	90.09
2	MURETES LADRILLO BLOCKER S-T	63	12.2	63.9	89.73
3	MURETES LADRILLO BLOCKER S-T	63.9	11.8	63.5	90.09
4	MURETES LADRILLO BLOCKER S-T	63.9	12	63.7	90.23
5	MURETES LADRILLO BLOCKER S-T	63.6	12.1	63.9	90.16

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.40: Dimensiones - Muretes de Bloques con Tarrajeo

Nº de Unidad de Albañilería	Estructura y elemento	Dimensiones			
		L	A	H	D
1	MURETES LADRILLO BLOCKER C-T	63.4	15	63.8	89.94
2	MURETES LADRILLO BLOCKER C-T	63.9	14.9	63.5	90.09
3	MURETES LADRILLO BLOCKER C-T	63.5	15.2	63.6	89.87
4	MURETES LADRILLO BLOCKER C-T	63.8	15.3	63.9	90.30
5	MURETES LADRILLO BLOCKER C-T	63.5	15.5	63.5	89.80

Fuente: Elaboración Propia

- Calculo de la resistencia Vm: La resistencia a compresión diagonal de cada murete (V_m) se obtuvo dividiendo la carga de rotura entre el área de la diagonal:

$$v_m = \frac{P}{A} (Kg/cm^2)$$

$$A = D * tp$$

Donde

$P =$ Carga de rotura en Kg

$tp =$ Espesor del murete

$D =$ Dimension Diagonal

$A =$ Area de la Diagonal

$V_m =$ Resistencia a la compresión diagonal en kg/cm².

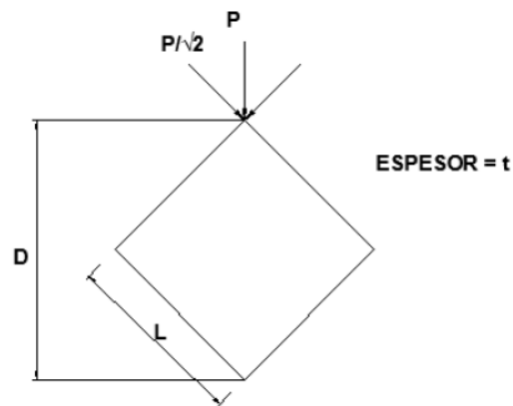


Tabla 3.41: Calculo de la Resistencia de Muretes de Bloques sin Tarrajeo

Dial (Ton)	Fuerza (Kgf)	Area (cm ²)	Resistencia (Kgf/cm ²)
4.520 Ton	4520.00 Kgf	1090.04	4.15 Kg/cm ²
4.400 Ton	4400.00 Kgf	1094.76	4.02 Kg/cm ²
4.500 Ton	4500.00 Kgf	1063.01	4.23 Kg/cm ²
4.510 Ton	4510.00 Kgf	1082.72	4.17 Kg/cm ²
4.360 Ton	4360.00 Kgf	1090.89	4.00 Kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3.26 Ensayo de rotura de muretes de Bloques



Tabla 3.42: Calculo de la Resistencia de Muretes de Bloques con Tarrajeo

Dial (Ton)	Fuerza (Kgf)	Area (cm ²)	Resistencia (Kg/cm ²)
6.250 Ton	6250.00 Kgf	1349.17	4.63 Kg/cm ²
6.450 Ton	6450.00 Kgf	1342.28	4.81 Kg/cm ²
6.360 Ton	6360.00 Kgf	1366.07	4.66 Kg/cm ²
6.555 Ton	6555.00 Kgf	1381.55	4.74 Kg/cm ²
6.600 Ton	6600.00 Kgf	1391.94	4.74 Kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3.27: Ensayo de rotura de muretes de Bloques con tarrajeo



3.2 RESULTADOS

3.2.1 Ensayo de Unidades de Albañilería

- **Variación de Dimensiones y Alabeo**

Se observa que las unidades presentan dimensiones que varían ligeramente respecto a las dimensiones nominales. Así mismo, su alabeo es bajo 1.55mm en Ladrillos King Kong y 1mm en Bloques

Tabla 3.43: Variación Dimensional Ladrillo King Kong

		L	H	A												
Dn =		24	9	14												
Muestra	L (cm)		L Prom	V. D.	H (cm)				H Prom	V. D.	A (cm)		A Prom	V. D.		
	1	2			1	2	3	4			1	2				
1	24.1	23.9	24.20	-0.833	8.88	8.95	8.96	8.79	8.90	1.167	14.25	14.2	14.23	-1.607		
2	23.8	24.2	24.00	0.000	8.85	8.90	8.95	9.00	8.93	0.833	14.15	14.25	14.20	-1.429		
3	23.7	23.6	23.63	1.563	9.03	8.80	8.85	9.00	8.92	0.889	14.2	14.5	14.35	-2.500		
4	24.1	23.7	23.90	0.417	9.00	9.05	8.93	8.90	8.97	0.333	14.1	14.15	14.13	-0.893		
5	23.5	24.2	23.85	0.625	8.95	8.95	9.00	8.85	8.94	0.694	14.0	14.1	14.05	-0.357		
				0.354									0.783			-1.357

Fuente: Elaboración Propia

Tomando en cuenta los cálculos de variación dimensional hechas a las muestras de Ladrillos King Kong, indican que la variación dimensional en ancho = -1.357, altura=0.783 y longitud=0.354; por consiguiente estos se clasifican como Clase Ladrillo V. Como se puede observar, la variación dimensional de cada una de las medidas (largo, ancho y alto) presenta una variación dimensional entre 1% y -2%, lo que nos indica que las unidades de muestra son prácticamente uniformes. Esto favorece a que cuando se construyan los muros estos tengan un aparejo uniforme, y el mortero también será uniforme.

Tabla 3.44: Variación Dimensional Bloques

		L	H	A												
Dn =		30	20	12												
Muestra	L (cm)		L Prom	V. D.	H (cm)				H Prom	V. D.	A (cm)		A Prom	V. D.		
	1	2			1	2	3	4			1	2				
1	30	30	29.98	0.083	19.90	20.00	20.10	19.50	19.88	0.625	11.9	12	11.95	0.417		
2	30	30.1	30.05	-0.167	20.00	19.80	19.90	19.80	19.88	0.625	11.8	11.8	11.80	1.667		
3	29.9	30	29.95	0.167	20.00	19.90	20.10	19.85	19.96	0.188	11.9	12.2	12.05	-0.417		
4	30	30.1	30.05	-0.167	19.85	20.00	20.10	20.20	20.04	-0.188	12.0	12.1	12.05	-0.417		
5	30.0	30.1	30.03	-0.083	20.00	20.10	20.10	20.10	20.08	-0.375	12.2	11.8	12.00	0.000		
				-0.033									0.175			0.250

Fuente: Elaboración Propia

Tomando en cuenta los cálculos de variación dimensional hechas a los Bloques, indican que la variación dimensional en, Ancho=0.250, altura =0.175 longitud= -0.033; por consiguiente estos se clasifican como Clase Bloque P.

Tabla 3.45: Alabeo Ladrillo King Kong

Muestra	Cara Superior mm		Prom C. Sup (mm)	Cara Inferior mm	
	1	3	2.5	2.75	2
2	2	1.5	1.75	0	0
3	0	0	0	1	1.5
4	1.5	2	1.75	2	1.5
5	2	1	1.5	0	1
	Promedio		1.55	Promedio	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.46: Alabeo Bloques

Muestra	Cara Superior mm		Prom C. Sup (mm)	Cara Inferior mm	
	1	1.5	1	1.25	0
2	1	1.5	1.25	1	1
3	1	1	1	2	1.5
4	0	1	0.5	2	1.5
5	1	2	1.5	1	0
	Promedio		1.1	Promedio	

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar el alabeo de las muestras, Ladrillos King Kong = 1.55 mm y Bloques = 1.1 mm, no es muy grande, siendo este menor al alabeo máximo permisible de 2mm.; lo que favorece a las correcta distribución del mortero, pudiéndose clasificar como Ladrillo Tipo V en Ladrillos Kin Kong y Bloque P en bloques, según la Tabla N^o1. De la norma E.070.

- **Absorción (NTP 399.613)**

El porcentaje obtenido fue 13.62% para unidades de King Kong y 16.87 % Bloques

En las siguientes tablas mostramos los resultados individuales del contenido de agua absorbida.

Tabla 3.47: Absorción Ladrillo King Kong

ABSORCION DE UNIDADES KING KONG				
Unidad	Especimen Seco (gr)	Especimen Saturado (gr)	Contenido de Agua	Promedio (%)
1	4145	4690	13.148	13.62
2	3985	4495	12.798	
3	4160	4705	13.101	
4	4084	4652	13.908	
5	4102	4723	15.139	

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa el promedio de las unidades de albañilería Ladrillo King Kong, en lo que se refiere a la absorción es 13.62%, menor al establecido por la norma E.070 (22%), mientras el promedio este dentro del rango, se aseguran que las unidades de albañilería son resistentes al intemperismo

Tabla 3.48: Absorción Bloques

ABSORCION DE UNIDADES BLOCKER				
Unidad	Especimen Seco (gr)	Especimen Saturado (gr)	Contenido de Agua	Promedio (%)
1	5095.50	5950.60	16.781	16.87
2	5100.10	5965.20	16.962	
3	5110.60	5960.25	16.625	
4	5089.50	5970.10	17.302	
5	5105.10	5955.47	16.657	

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa el promedio de las unidades de albañilería Bloque, en lo que se refiere a la absorción es 16.87 %, menor al establecido por la norma E.070 (22%), mientras el promedio este dentro del rango, se aseguran que las unidades de albañilería son resistentes al intemperismo.

- **Succión**

Tabla 3.49: Succión Ladrillo King Kong

Muestra	Ancho cm		A. Prom	Largo cm		L. Prom	Area cm ²	W seco Kg	W succion Kg	Succion
	a1	a2		l1	l2					
1	13.7	13.8	13.75	24.1	24.0	24.05	342.46	3.64	3.75	68.91
2	13.9	13.6	13.75	24.1	23.9	23.98	329.66	3.63	3.75	72.80
3	13.6	13.9	13.75	24.0	23.7	23.85	327.94	3.61	3.76	91.48
4	14.0	14.1	14.05	23.7	24.2	23.95	336.50	3.61	3.76	89.15
5	14.1	13.9	13.98	23.9	24.0	24.10	336.80	3.62	3.70	50.48

Fuente: Elaboración Propia

Realizando el promedio de los resultados en las cinco muestras, se obtiene una succión de 75 gr/200 cm²/min, este resultado está muy por encima de lo normal que es 20 gr/200 cm²/min, por lo tanto se debe humedecer el espécimen antes de usarlo para que este no tome agua del mortero

Tabla 3.50: Succión Bloques

Muestra	Ancho cm		A. Prom	Largo cm		L. Prom	Area cm ²	W seco Kg	W succion Kg	Succion
	a1	a2		l1	l2					
1	12.1	12.0	12.05	30.2	30.0	30.10	362.71	5.10	5.21	63.96
2	12.0	11.8	11.90	30.0	30.0	30.00	357.00	5.10	5.21	61.85
3	11.9	11.8	11.85	29.9	30.1	30.00	355.50	5.11	5.22	59.02
4	12.0	12.0	12.00	29.8	29.7	29.75	357.00	5.09	5.21	67.79
5	12.2	12.1	12.15	29.9	29.8	24.10	292.82	5.11	5.21	72.74

Fuente: Elaboración Propia

Realizando el promedio de los resultados en las cinco muestras, se obtiene una succión de 65.07 gr/200 cm²/min, este resultado está muy por encima de lo normal que es 20 gr/200 cm²/min, por lo tanto se debe humedecer el espécimen antes de usarlo para que este no tome agua del mortero.

- **Porcentaje de Vacíos**

Tabla 3.51: Porcentaje de Vacíos Ladrillo King Kong

MUESTRA	1	2	3	4	5
Area Bruta (cm ²)	336.00	324.30	336.99	335.58	332.58
Area de Vavios (cm ²)	106.91	106.91	106.91	106.91	106.91
Area Neta (cm ²)	229.09	217.39	230.08	228.67	225.67
Area Neta (%)	68%	67%	68%	68%	68%
Clasif. Unidad	Hueca	Hueca	Hueca	Hueca	Hueca

Fuente: Elaboración Propia

- El porcentaje de vacíos en promedio para los Ladrillos King Kong es de 68% por lo que consideramos que estas unidades son Huecas.

Tabla 3.52: Porcentaje de Vacíos Bloques

MUESTRA	1	2	3	4	5
Area Bruta (cm ²)	354.00	366.00	351.05	352.11	356.40
Area de Vavios (cm ²)	134.70	134.70	134.70	134.70	134.70
Area Neta (cm ²)	219.30	231.30	216.35	217.42	221.70
Area Neta (%)	61.95%	63.20%	61.63%	61.75%	62.21%
Clasif. Unidad	Hueca	Hueca	Hueca	Hueca	Hueca

Fuente: Elaboración Propia

- El porcentaje de vacíos en promedio para los Bloques es de 61.75% por lo que consideramos que estas unidades son Huecas.
- **Resultado Ensayo de Resistencia de Compresión de unidades de albañilería (NTP 399.613)**
- Resistencia a la compresión $f^{\prime\prime}b$: La norma nos da unos valores teóricos para el valor $f^{\prime}b$.

Tabla 3.53

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

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes

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

Fuente: RNE-2006

- **Desviación Estándar:** Dado que los especímenes se obtuvieron a partir de una muestra aleatoria, en esta investigación se optó por utilizar el concepto de “desviación estándar de una muestra”, la cual presenta la siguiente formula.

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

↓

Donde x es la media de muestra PROMEDIO (número1;número2;...) y n es el tamaño de la muestra.

- La desviación estándar es restada a la f “m promedio (valor promedio de los 5 prismas ensayados.) y así hallamos f „m característica de los primas.

$$f_m = f_m \text{ promedio} - \delta$$

Tabla 3.54: Análisis de Resultados de la Resistencia a la Compresión
De Ladrillos King Kong

N° de Unidad de Albañilería	Estructura y elemento	Resistencia (kg/cm ²)	Promedio	Desviación Estandar	Resistencia Característica	Dispersión Porcentual
1	UNIDAD KING KONG	75.27 Kg/cm ²	77.77 Kg/cm ²	2.60 Kg/cm ²	75.17 Kg/cm ²	3.34%
2	UNIDAD KING KONG	76.99 Kg/cm ²				
3	UNIDAD KING KONG	78.87 Kg/cm ²				
4	UNIDAD KING KONG	75.98 Kg/cm ²				
5	UNIDAD KING KONG	81.73 Kg/cm ²				

Fuente: Elaboración Propia

- En la tabla se observa la resistencia a la compresión obtenida para cada una de las unidades utilizadas en el ensayo.
- La resistencia característica del ensayo a compresión es de 75.17 kg/cm², de acuerdo a la tabla 3.53 corresponde a la clase Ladrillo II

Tabla 3.55: Análisis de Resultados de la Resistencia a la Compresión
de Bloques

N° de Unidad de Albañilería	Estructura y elemento	Resistencia (kg/cm ²)	Promedio	Desviación Estandar	Resistencia Característica	Dispersión Porcentual
1	UNIDAD BLOCKER	34.15 Kg/cm ²	34.97 Kg/cm ²	2.11 Kg/cm ²	32.86 Kg/cm ²	6.04%
2	UNIDAD BLOCKER	31.75 Kg/cm ²				
3	UNIDAD BLOCKER	37.07 Kg/cm ²				
4	UNIDAD BLOCKER	35.43 Kg/cm ²				
5	UNIDAD BLOCKER	36.44 Kg/cm ²				

Fuente: Elaboración Propia

- En la tabla se observa la resistencia a la compresión obtenida para cada una de las unidades utilizadas en el ensayo.
- La resistencia característica del ensayo a compresión es de 32.86 kg/cm², de acuerdo a la tabla 3.53 corresponde a la clase Bloque NP.

3.2.2 Resultados ensayo a Compresión Axial de cubos de Mortero

- La resistencia característica ($V'm$) de cada técnica se halló restando una desviación estándar (δ) al valor promedio de los 5 muretes ensayados.

$$f'_{mortero} = \bar{R}_{mortero} - \sigma$$

Donde

$f'_{mortero}$ = Resistencia a compresión del mortero (Kg/cm²).

$\bar{R}_{mortero}$ = Promedio de la resistencia a compresión del mortero

σ = Desviación estándar de la muestra (Kg /cm²).

Tabla 3.56: Análisis de Resultados de la Resistencia a la Compresión de Cubos de Mortero (13 octubre 2015)

Nº de Probetas	Estructura y elemento	Resistencia (kg/cm ²)	Promedio	Desviación Estandar	Resistencia Característica	Dispersion Porcentual
1	Probeta 01	64.80 Kg/cm ²	61.92 Kg/cm ²	2.16 Kg/cm ²	59.76 Kg/cm ²	3.50%
2	Probeta 02	63.60 Kg/cm ²				
3	Probeta 03	61.04 Kg/cm ²				
4	Probeta 04	60.28 Kg/cm ²				
5	Probeta 05	59.88 Kg/cm ²				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.57: Análisis de Resultados de la Resistencia a la Compresión de Cubos de Mortero (15 octubre 2015)

Nº de Probetas	Estructura y elemento	Resistencia (kg/cm ²)	Promedio	Desviación Estandar	Resistencia Característica	Dispersion Porcentual
1	Probeta 01	106.00 Kg/cm ²	102.23 Kg/cm ²	3.22 Kg/cm ²	99.01 Kg/cm ²	3.15%
2	Probeta 02	100.00 Kg/cm ²				
3	Probeta 03	98.00 Kg/cm ²				
4	Probeta 04	102.96 Kg/cm ²				
5	Probeta 05	104.20 Kg/cm ²				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.58: Análisis de Resultados de la Resistencia a la Compresión de Cubos de Mortero (17 octubre 2015)

Nº de Probetas	Estructura y elemento	Resistencia (kg/cm ²)	Promedio	Desviación Estandar	Resistencia Característica	Dispersión Porcentual
1	Probeta 01	77.80 Kg/cm ²	75.74 Kg/cm ²	2.86 Kg/cm ²	72.88 Kg/cm ²	3.78%
2	Probeta 02	79.20 Kg/cm ²				
3	Probeta 03	75.76 Kg/cm ²				
4	Probeta 04	73.68 Kg/cm ²				
5	Probeta 05	72.24 Kg/cm ²				

Fuente: Elaboración Propia

- De las tablas mostradas se aprecia que el coeficiente de variación es menor a 20%, límite superior establecido por la NTE E.070 Albañilería.

3.2.3 Resultados Granulometría del Agregado

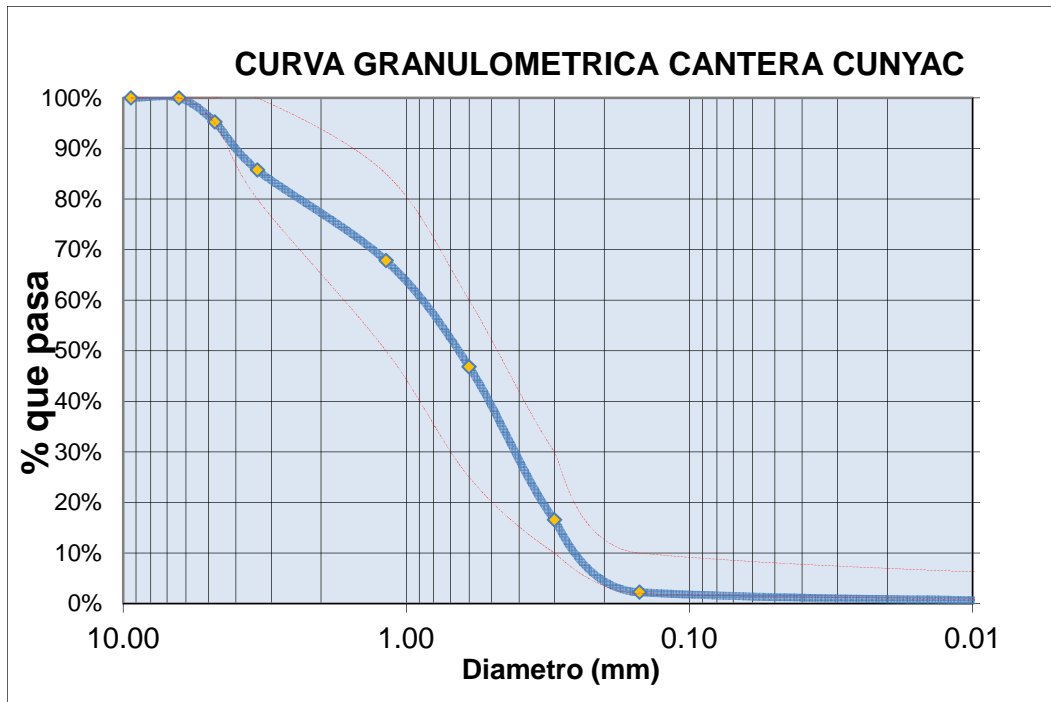
La arena gruesa se utilizó para el asentado de los ladrillos en la construcción de las pilas.

Tabla 3.59: Granulometría de la Arena Gruesa

Tamiz N°	Diam.(mm)	Peso Retenido	%Retenido	%Retenido Acumulado	%que pasa
3/8 pulg	9.375	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
1/4 pulg	6.350	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
4	4.750	26.13	4.77%	4.77%	95.23%
8	3.360	51.96	9.49%	14.26%	85.74%
16	1.180	98.26	17.94%	32.19%	67.81%
30	0.600	114.86	20.97%	53.16%	46.84%
50	0.300	165.88	30.28%	83.45%	16.55%
100	0.150	78.47	14.33%	97.77%	2.23%
bandeja	0.000	12.21	2.23%	100.00%	0.00%
		547.77	100.00%		

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3.28: Curva Granulométrica Cantera Cunyac



Fuente: Elaboración Propia

Módulo de Fineza: Que se define como la suma de los porcentajes acumulativos retenidos en los tamices de la serie estándar. El módulo de finura se puede considerar como el peso promedio de acuerdo con el tamaño del tamiz, en el cual se retiene el material, tomando en cuenta desde el tamiz más fino.

El módulo de finura da un indicio del posible comportamiento de una mezcla de concreto hecha con agregados de cierta granulometría.

$$MF = \frac{\sum \% Ret. Acumulados}{100}$$

MF = 2.86 Arena Media

Los resultados obtenidos de la granulometría del agregado se encuentran dentro de los límites de la curva granulométrica por tanto el material es aceptable con una gradación correcta y esta también es aceptable con el módulo de fineza.

3.2.4 Resultados ensayos de pilas a compresión axial

Evaluación y Análisis de Resultados

- Resistencia a la compresión $f'm$: La norma nos da unos valores teóricos para el valor $f'm$.

Tabla 3.60:

RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA Mpa (kg / cm ²)				
Materia Prima	Denominación	UNIDAD f_b	PILAS f_m	MURETES v_m
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
Sílice-cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
	Estándar y mecano (*)	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto	Bloque Tipo P (*)	4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

Fuente: RNE-2006

- **Desviación Estándar:** Dado que los especímenes se obtuvieron a partir de una muestra aleatoria, en esta investigación se optó por utilizar el concepto de desviación estándar de una muestra, la cual presenta la siguiente formula.

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



Donde \bar{x} es la media de muestra PROMEDIO (número1;número2;...) y n es el tamaño de la muestra.

- La resistencia característica ($f'm$) de cada técnica se halló restando una desviación estándar (δ) al valor promedio de los 5 muretes ensayados.

$$f'm = f'm \text{ promedio} - \delta$$

Tabla 3.61: Análisis de Resultados de la Resistencia a la Compresión de Pilas de Ladrillo King Kong

N° de Unidad de Albañilería	Estructura y elemento	Resistencia Corregida (kg/cm ²)	Promedio	Desviación Estandar	Resistencia Característica	Dispersión Porcentual
1	PILAS KING KONG S-T	36.97 Kg/cm ²	36.18 Kg/cm ²	0.87 Kg/cm ²	35.31 Kg/cm ²	2.41%
2	PILAS KING KONG S-T	37.26 Kg/cm ²				
3	PILAS KING KONG S-T	35.56 Kg/cm ²				
4	PILAS KING KONG S-T	35.71 Kg/cm ²				
5	PILAS KING KONG S-T	35.38 Kg/cm ²				

Fuente: Elaboración Propia

- Por cálculos la resistencia característica de la compresión axial en pilas de Ladrillos King Kong sin tarrajeo es de 35.31 kg/cm².
- La Norma E070, para el ensayo de compresión axial de pilas el mínimo permitido para pilas de Ladrillo King Kong Artesanal o Semi industrial es de 35 kg/cm² (tabla 3.60). Por consiguiente el espécimen si cumple con los requerimientos establecidos por la norma.

Tabla 3.62: Análisis de Resultados de la Resistencia a la Compresión de Pilas de Ladrillo King Kong con Tarrajeo

N° de Unidad de Albañilería	Estructura y elemento	Resistencia Corregida (kg/cm ²)	Promedio	Desviación Estandar	Resistencia Característica	Dispersión Porcentual
1	PILAS KING KONG C-T	40.87 Kg/cm ²	42.10 Kg/cm ²	0.99 Kg/cm ²	41.11 Kg/cm ²	2.35%
2	PILAS KING KONG C-T	41.32 Kg/cm ²				
3	PILAS KING KONG C-T	42.46 Kg/cm ²				
4	PILAS KING KONG C-T	42.54 Kg/cm ²				
5	PILAS KING KONG C-T	43.32 Kg/cm ²				

Fuente: Elaboración Propia

- Por cálculos la resistencia característica de la compresión axial en pilas de Ladrillos King Kong con tarrajeo es de 41.11 kg/cm².
- La Norma E070, para el ensayo de compresión axial de pilas el mínimo permitido para pilas de Ladrillos King Kong Artesanal o semi Industrial es de 35 kg/cm². Por consiguiente la el espécimen si cumple con los requerimientos establecidos por la norma.

Tabla 3.63: Análisis de Resultados de la Resistencia a la Compresión de Pilas de Bloques

Nº de Unidad de Albañilería	Estructura y elemento	Resistencia Corregida (kg/cm ²)	Promedio	Desviación Estandar	Resistencia Característica	Dispersión Porcentual
1	PILAS BLOCKER S-T	40.71 Kg/cm ²	39.66 Kg/cm ²	0.73 Kg/cm ²	38.94 Kg/cm ²	1.83%
2	PILAS BLOCKER S-T	39.92 Kg/cm ²				
3	PILAS BLOCKER S-T	39.37 Kg/cm ²				
4	PILAS BLOCKER S-T	38.74 Kg/cm ²				
5	PILAS BLOCKER S-T	39.58 Kg/cm ²				

Fuente: Elaboración Propia

- Por cálculos la resistencia característica de la compresión axial en pilas de Bloques sin tarrajeo es de 38.94 kg/cm².
- Esta resistencia característica de la compresión axial en pilas Bloques sin tarrajeo es mayor al obtenido en los ensayos de pilas King Kong sin tarrajeo, que tienen un valor de 35.31 kg/cm².

Tabla 3.64: Análisis de Resultados de la Resistencia a la Compresión de Pilas de Bloques con Tarrajeo

Nº de Unidad de Albañilería	Estructura y elemento	Resistencia Corregida (kg/cm ²)	Promedio	Desviación Estandar	Resistencia Característica	Dispersión Porcentual
1	PILAS BLOCKER C-T	42.04 Kg/cm ²	41.87 Kg/cm ²	0.59 Kg/cm ²	41.28 Kg/cm ²	1.41%
2	PILAS BLOCKER C-T	42.36 Kg/cm ²				
3	PILAS BLOCKER C-T	42.44 Kg/cm ²				
4	PILAS BLOCKER C-T	41.37 Kg/cm ²				
5	PILAS BLOCKER C-T	41.14 Kg/cm ²				

Fuente: Elaboración Propia

- Por cálculos la resistencia característica de la compresión axial en pilas de Bloques con tarrajeo es de 41.28 kg/cm².
- Esta resistencia característica de la compresión axial en pilas Bloques con tarrajeo es mayor al obtenido en los ensayos de pilas King Kong sin tarrajeo, que tienen un valor de 35.31 kg/cm²

3.2.5 Resultados Ensayos de Compresión Diagonal en Muretes

Evaluación y Análisis de Resultados

- Resistencia a corte puro $V'm$: La norma nos da unos valores teóricos para el valor $V'm$.

Tabla 3.65

RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA Mpa (kg / cm ²)				
Materia Prima	Denominación	UNIDAD f_b	PILAS f_m	MURETES v_m
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
Sílice-cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
	Estándar y mecano (*)	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto	Bloque Tipo P (*)	4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

Fuente: RNE-2006

- **Desviación Estándar:** Dado que los especímenes se obtuvieron a partir de una muestra aleatoria, en esta investigación se optó por utilizar el concepto de desviación estándar de una muestra, la cual presenta la siguiente formula.

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



Donde x es la media de muestra PROMEDIO (número1;número2;...) y n es el tamaño de la muestra.

- La resistencia característica ($V'm$) de cada técnica se halló restando una desviación estándar (δ) al valor promedio de los 5 muretes ensayados.

$$f_m = f_m \text{ promedio} - \delta$$

Tabla 3.66: Análisis de Resultados de la Resistencia a la Compresión de Muretes de Ladrillo King Kong sin Tarrajeo

N° de Unidad de Albañilería	Estructura y elemento	Resistencia Corregida (kg/cm ²)	Promedio	Desviación Estandar	Resistencia Característica	Dispersión Porcentual
1	MURETES KING KONG S-T	4.29 Kg/cm ²	4.26 Kg/cm ²	0.17 Kg/cm ²	4.09 Kg/cm ²	3.93%
2	MURETES KING KONG S-T	4.11 Kg/cm ²				
3	MURETES KING KONG S-T	4.08 Kg/cm ²				
4	MURETES KING KONG S-T	4.49 Kg/cm ²				
5	MURETES KING KONG S-T	4.33 Kg/cm ²				

Fuente: Elaboración Propia

- Por cálculos la resistencia característica de la Compresión Diagonal en muretes de Ladrillos King Kong sin tarrajeo es de 4.09 kg/cm².
- La Norma E070, para el ensayo de compresión diagonal en muretes el mínimo permitido para muretes de Ladrillos King Kong Artesanal o semi industrial es de 5.1 kg/cm². Por consiguiente el espécimen no cumple por los requerimientos establecidos por la norma.

Tabla 3.67: Análisis de Resultados de la Resistencia a la Compresión de Muretes de Ladrillo King Kong con Tarrajeo

N° de Unidad de Albañilería	Estructura y elemento	Resistencia Corregida (kg/cm ²)	Promedio	Desviación Estandar	Resistencia Característica	Dispersión Porcentual
1	MURETES KING KONG C-T	5.19 Kg/cm ²	5.27 Kg/cm ²	0.10 Kg/cm ²	5.17 Kg/cm ²	1.92%
2	MURETES KING KONG C-T	5.26 Kg/cm ²				
3	MURETES KING KONG C-T	5.38 Kg/cm ²				
4	MURETES KING KONG C-T	5.15 Kg/cm ²				
5	MURETES KING KONG C-T	5.36 Kg/cm ²				

Fuente: Elaboración Propia

- Por cálculos la resistencia característica de la Compresión Diagonal en muretes de Ladrillos King Kong con tarrajeo es de 5.17 kg/cm².

- La Norma E070, para el ensayo de compresión diagonal en muretes el mínimo permitido para muretes de Ladrillo King Kong artesanal o semi Industrial es de 5.1 kg/cm². Por consiguiente el espécimen si cumple por los requerimientos establecidos por la norma.

Tabla 3.68: Análisis de Resultados de la Resistencia a la Compresión de Muretes de Bloques sin Tarrajeo

N° de Unidad de Albañilería	Estructura y elemento	Resistencia Corregida (kg/cm ²)	Promedio	Desviación Estandar	Resistencia Característica	Dispersión Porcentual
1	MURETES BLOCKER S-T	4.15 Kg/cm ²	4.11 Kg/cm ²	0.10 Kg/cm ²	4.01 Kg/cm ²	2.45%
2	MURETES BLOCKER S-T	4.02 Kg/cm ²				
3	MURETES BLOCKER S-T	4.23 Kg/cm ²				
4	MURETES BLOCKER S-T	4.17 Kg/cm ²				
5	MURETES BLOCKER S-T	4.00 Kg/cm ²				

Fuente: Elaboración Propia

- Por cálculos la resistencia característica de la Compresión Diagonal en muretes de Bloques sin tarrajeo es de 4.01 kg/cm².
- Esta resistencia característica de la compresión diagonal en muretes Bloques sin tarrajeo es menor al obtenido en los ensayos de muretes King Kong sin tarrajeo, que tienen un valor de 4.09 kg/cm².

Tabla 3.69: Análisis de Resultados de la Resistencia a la Compresión de Muretes de Bloques con Tarrajeo

N° de Unidad de Albañilería	Estructura y elemento	Resistencia Corregida (kg/cm ²)	Promedio	Desviación Estandar	Resistencia Característica	Dispersión Porcentual
1	MURETES BLOCKER C-T	4.63 Kg/cm ²	4.72 Kg/cm ²	0.07 Kg/cm ²	4.65 Kg/cm ²	1.50%
2	MURETES BLOCKER C-T	4.81 Kg/cm ²				
3	MURETES BLOCKER C-T	4.66 Kg/cm ²				
4	MURETES BLOCKER C-T	4.74 Kg/cm ²				
5	MURETES BLOCKER C-T	4.74 Kg/cm ²				

Fuente: Elaboración Propia.

- Por cálculos la resistencia característica de la Compresión Diagonal en muretes de Bloques con tarrajeo es de 4.65 kg/cm².
- La Norma E070, para el ensayo de compresión diagonal en muretes el mínimo permitido para una muretes de unidad de arcilla – King Kong artesanal o semi Industrial es de 5.1 kg/cm². Por consiguiente la unidad no cumple por los requerimientos establecidos por la norma.

3.3 COMPROBACION DE HIPOTESIS

3.3.1 PRIMERA HIPÓTESIS SECUNDARIA

La resistencia a la compresión del mortero utilizado en el asentado de Ladrillos influiría en las propiedades mecánicas de las pilas y muretes de King Kong 18 huecos y Bloques de las ladrilleras del distrito de San Jerónimo de la Ciudad del Cusco.

El mortero utilizado en las pilas y muretes de esta investigación tiene proporción 1:4 (cemento: arena gruesa), como recomienda la norma E 070 para muros no portantes, la resistencia a la compresión de cubos de 5cm de arista ensayadas a los 28 días dieron los siguientes resultados.

Tabla 3.70: Resistencia a la Compresión del Mortero

	Max (kg/cm ²) Min (kg/cm ²)	PROMEDIO	DESVIACION ESTANDAR	RESISTENCIA CARACTERISTICA	DISPERCION PORCENTUAL
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CUBOS DE MORTERO 1:4	64.80	61.92	2.16	59.76	3.50%
	106.00	102.23	3.22	99.01	3.15%
	79.20	75.74	2.86	72.88	3.78%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.71: Resistencia a la Compresión de la Unidad de Albañilería (F"B)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	PROMEDIO	DESVIACION ESTANDAR	RESISTENCIA CARACTERISTICA	DISPERCION PORCENTUAL
KING KONG	77.77	2.60	75.17	3.34%
BLOCKER	34.97	2.11	32.86	6.04%

Fuente: Elaboración Propia

El mortero y las unidades de albañilería juntas trabajan en forma monolítica, lo que significa que el mortero contribuye a mejorar las propiedades mecánicas de las pilas y muretes de albañilería en la resistencia a la compresión axial y diagonal, lo que demuestra la primera hipótesis secundaria.

3.3.2 SEGUNDA HIPÓTESIS SECUNDARIA

El tarrajeo incrementara la resistencia a la compresión de las pilas de albañilería, utilizando Ladrillos King Kong 18 huecos y Bloque fabricado en el distrito de San Jerónimo de la Ciudad del Cusco.

En la tabla 3.61 y 3.62, se observa que el Ladrillo King Kong sin tarrajeo tiene en promedio una resistencia a la compresión axial de 36.18 kg/cm² en comparación al promedio con tarrajeo de 42.20 kg/cm², resultando un incremento de 5.8 kg/cm², por lo tanto se comprueba la segunda hipótesis.

En la tabla 3.63 y 3.64, se observa que el Bloque sin tarrajeo tiene en promedio una resistencia a la compresión axial de 39.66 kg/cm² en comparación al promedio con tarrajeo de 41.87 kg/cm², resultando un incremento de 2.34 kg/cm², por lo tanto se comprueba la segunda hipótesis.

Tabla 3.72:

		PROMEDIO	DESVIACION ESTANDAR	RESISTENCIA CARACTERISTICA	DISPERSION	INCREMENTO
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS (f'm)	KING KONG SIN TARRAJEO	36.18	0.87	35.31	2.41%	
	KING KONG CON TARRAJEO	42.10	0.99	41.11	2.35%	5.8 (16.42%)
	BLOCKER SIN TARRAJEO	39.66	0.73	38.94	1.83%	
	BLOCKER CON TARRAJEO	41.87	0.59	41.28	1.41%	2.34 (6.00%)

Fuente: Elaboración Propia

3.3.3 TERCERA HIPÓTESIS SECUNDARIA

El tarrajeo incrementara la resistencia a la compresión diagonal de muretes de albañilería, utilizando Ladrillos King Kong 18 huecos y blocker fabricado en el distrito de San Jerónimo de la Ciudad del Cusco.

En la tabla 3.66 y 3.67, se observa que el murete de Ladrillo King Kong sin tarrajeo tiene una resistencia a la compresión diagonal promedio de 4.26 kg/cm² en comparación al murete de Ladrillo King Kong con tarrajeo de 5.27 kg/cm² resultando un incremento de 1.08 kg/cm², por lo tanto se comprueba la tercera hipótesis.

En la tabla 3.68 y 3.69, se observa que el murete de Bloques sin tarrajeo tiene una resistencia a la compresión diagonal promedio de 4.11 kg/cm² en comparación al murete de Bloques con tarrajeo de 4.72 kg/cm² resultando un incremento de 0.64 kg/cm², por lo tanto se comprueba la tercera hipótesis.

Tabla 3.73: Resumen de la Resistencia a la Compresión Diagonal de Muretes

		PROMEDIO	DESVIACION ESTANDAR	RESISTENCIA CARACTERISTICA	DISPERSION	INCREMENTO
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES (V'm)	KING KONG SIN TARRAJEO	4.26	0.17	4.09	3.93%	
	KING KONG CON TARRAJEO	5.27	0.10	5.17	1.92%	1.08 (26.40%)
	BLOCKER SIN TARRAJEO	4.11	0.10	4.01	2.45%	
	BLOCKER CON TARRAJEO	4.72	0.07	4.65	1.50%	0.64 (15.96%)

Fuente: Elaboración Propia

CONCLUSIONES

1. El tarrajeo en la pilas de albañilería construidas con Ladrillos King Kong de 18 huecos incrementan la resistencia a la compresión axial en un promedio de 5.8 kg/cm² en comparación con las pila sin tarrajeo, es decir incrementan su resistencia en un 16.42%
2. El tarrajeo en la pilas de albañilería construidas con Bloques de arcilla (blocker) incrementan la resistencia a la compresión axial en un promedio de 2.34 kg/cm² en comparación con las pila sin tarrajeo, es decir incrementan su resistencia a la compresión axial en un 6.00%
3. El tarrajeo en los muretes de albañilería construidos con Ladrillos King Kong de 18 huecos incrementan la resistencia a la compresión diagonal en un promedio de 1.08 kg/cm² en comparación con los muretes sin tarrajeo, es decir incrementa su resistencia a la compresión diagonal en un 26.40%.
4. El tarrajeo en los muretes de albañilería construidos con Bloques de arcilla (blocker) incrementan la resistencia a la compresión diagonal en un promedio de 0.64 kg/cm² en comparación con los muretes sin tarrajeo, es decir incrementa su resistencia a la compresión diagonal en un 15.96%.

RECOMENDACIONES

5. Se recomienda tarrajear los muros de las viviendas construidas con Ladrillos de arcilla King Kong de 18 huecos, ya que se ha demostrado que el tarrajeo incrementa la resistencia a la compresión axial, es decir resiste mejor un muro tarrajado en comparación de un muro que no está.
6. Se recomienda tarrajear los muros de las viviendas construidas con Bloques de arcilla (blocker), ya que se ha demostrado que el tarrajeo incrementa la resistencia a la compresión axial, es decir resiste la carga mejor un muro tarrajado en comparación de un muro que no está.
7. Se recomienda tarrajear los muros de las edificaciones construidas con Ladrillos de arcilla King Kong de 18 huecos, ya que se ha demostrado que mejora las sollicitaciones sísmicas con el incremento de la resistencia a la compresión diagonal comparando con muros sin tarrajeo.
8. Se recomienda tarrajear los muros de las edificaciones construidas con Bloques de arcilla (blocker) ya que se ha demostrado que mejora las sollicitaciones sísmicas con el incremento de la resistencia a la compresión diagonal comparando con muros sin tarrajeo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Ministerio de Vivienda, Norma Técnica de Edificaciones E.070 Albañilería. Lima-Perú (2006)
2. Ministerio de Vivienda, Norma Técnica de Edificaciones E.030 Diseño Sismo resistente. Lima-Perú (2006)
3. Héctor Gallegos, Carlos Casabone. Albañilería Estructural 3Ed. Fondo Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú (2005).
4. A. San Bartolomé. Construcciones de albañilería. Comportamiento Sísmico y diseño Estructural. Fondo Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú (1998).
5. SAN BARTOLOMÉ, ÁNGEL, Construcciones de albañilería, Fondo editorial Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, 1994.<http://blog.pucp.pe/albanileria> [Consulta: abril 2012).
6. Flavio Abanto Castillo. Analisis y Diseño de Edificaciones de Albañilería 2Ed. Editorial San Marcos. Lima – Perú (2006).
7. Angles Pari, Paola Diana. “Comparación del Comportamiento a Carga Lateral Cíclica de un Muro Confinado con Ladrillos de Concreto y otro con Ladrillos de Arcilla”, Tesis para optar profesional de Ingeniero Civil. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú (2008)
8. Abanto Flores, Peter Yheryes; Akarley Poma, Luis Martin.” Características Físicas y Mecánicas de Unidades de Albañilería Ecológicas Fabricadas con Suelo-Cemento en la Ciudad de Trujillo”, Tesis para optar profesional de Ingeniero Civil. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo – Perú. (2014).
9. Fernández Baqueiro, L. et al. ” Determinación de la resistencia a compresión diagonal y el módulo de cortante de la mampostería de bloques huecos de concreto. Ingeniería, Revista Académica de la FI-UADY. Universidad Autónoma de Yucatán – México (2009).
10. Roberto Carlos Seminario Colán. “Variabilidad de las Propiedades de los Ladrillos Industriales de 18 Huecos en la Ciudad de Piura”. Universidad de Piura. Piura – Perú (2013).