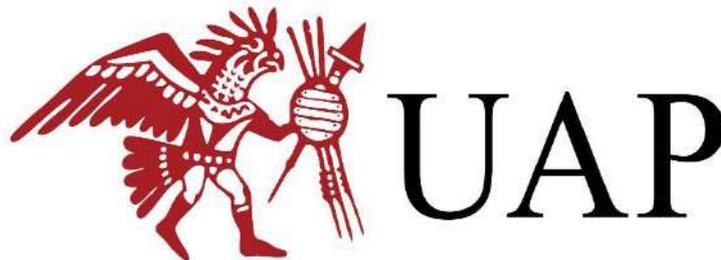


Facultad de Ingenierías y Arquitectura
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS

TESIS:

“Influencia del Reforzamiento con Fibras de Polipropileno (HS – SikaFiber PE) y el cálculo óptimo del espesor del mortero en el Módulo de Albañilería (Ladrillo + Mortero) de tres marcas conocidas en la ciudad del Cusco – 2016”.

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

Juan Pedro Luciano Cortez Vargas

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ASESORES:

Mg. Ing. Daniel Chavarry Morvelí

Dr. Edwards Jesús Aguirre Espinoza

CUSCO - PERÚ

2016

DEDICATORIA

A mi padre Juan Eduardo Cortez Martínez, por su amor, comprensión, opinión y apoyo incondicional.

A mi querido hermano Juan Carlos Alexander Cortez Vargas.

Este comienzo de mi vida profesional es gracias a ustedes, he logrado terminar mi tesis con éxito, aun al parecer un trabajo de dificultad e inacabable.

Muchas gracias seres queridos.

Juan Pedro Luciano Cortez Vargas

AGRADECIMIENTO

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

Mi mayor agradecimiento a mi asesor técnico Mg. Ing. Daniel Chavarry Morvelí, quien me guio en la realización de mi trabajo de investigación y me ayudo en superar los contratiempos dados, en el proceso de desarrollo.

Mi agradecimiento a mi asesor metodológico Dr. Edwards Jesús Aguirre Espinoza, quien me ayudo a en los procesos de investigación y su capacidad pedagógica con respecto a sus valoraciones y opiniones.

Especial gratitud, por el interés de avances, control y sugerencias que me transmitieron mi Jurado Dictaminador, Integrados por el Ing. Walter Giovanni Meza Vera y el Ing. Ambrocio Mamani Cutipa.

También deseo agradecer a todos los Docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por sus enseñanzas y entusiasmos impartidos en los 10 semestres académicos.

Un agradecimiento especial a mi padre Juan Eduardo Cortez Martínez y a mi hermano Juan Carlos Alexander Cortez Vargas, por su comprensión y ánimo.

A todos muchas gracias.

RECONOCIMIENTO

A mi alma mater la Universidad Alas Peruanas, por haberme capacitado y formado como Ingeniero Civil.

Al Mg. Ing. Daniel Chavarry Morvelí y al Dr. Edwards Jesús Aguirre Espinoza, por orientarme a la culminación del presente trabajo de investigación.

A la Ing. Liliana del Castillo Paredes, coordinadora de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por su comprensión y apoyo incondicional.

A mis docentes de mi Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Alas Peruanas, por sus enseñanzas, apoyo incondicional y moral.

PRESENTACION

Sr. Vicerrector de Investigación, Sres. Dictaminantes:

Presento ante Ustedes, la tesis de Investigación titulado: “**INFLUENCIA DEL REFORZAMIENTO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO (HS- SIKAFIBER PE) Y EL CÁLCULO DE ÓPTIMO ESPESOR DEL MORTERO EN EL MÓDULO DE ALBAÑILERIA (LADRILLO + MORTERO) DE TRES MARCAS COMERCIALES EN LA CIUDAD DEL CUSCO - 2016**”, para su respectiva evaluación, valorización, sugerencias que permitan mejorar, el presente informe fruto de la labor investigadora, a partir de la observación en la realidad de sucesos y fenómenos; los que fueron experimentados sucesivamente y apreciar el comportamiento de la Fibra de Polipropileno en el Módulo de Albañilería,, con lo que se evidencia resultados favorables en contraste con los conocimientos de la Ciencia y Tecnología de la Ingeniería.

EL TESISTA

RESUMEN

El presente trabajo de Investigación para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, tuvo:

Como Problema General de Investigación: "¿Cuál es la relación entre el reforzamiento con fibras de polipropileno (HS–SikaFiber PE) y el cálculo de óptimo espesor del mortero en módulos de albañilería (ladrillo + mortero) de tres marcas comerciales conocidas en la ciudad del Cusco – 2016?".

Como Hipótesis General: "El reforzamiento con fibras de polipropileno (HS–SikaFiber PE) mejora el cálculo de óptimo espesor del mortero en módulo de albañilería (ladrillo + mortero) de tres marcas comerciales conocidas en la ciudad del Cusco – 2016".

Mediante el presente trabajo de Investigación, se logró obtener los siguientes resultados; en el caso de la ladrillera Latesa se obtuvo una compresión axial de 35.99 kg/cm², una compresión diagonal de 159.36 kg/cm² y con un espesor de junta óptimo probado de 1.00 cm; para la ladrillera El Mirador se obtuvo una compresión axial de 19.43 kg/cm², una compresión diagonal de 117.67 kg/cm² y con espesor de junta óptimo probado de 1.50 cm; y por último para la ladrillera Constructec una compresión axial de 26.32 kg/cm², una compresión diagonal de 165.39 kg/cm² y con un espesor de junta óptimo probado de 1.00 cm; la misma obtenida por los ensayos de laboratorio, y con ella generando la conclusión del presente trabajo de investigación.

SUMARY

This paper Research choose the professional title of civil engineer, had:

As General Research Problem: "What is the relationship between the reinforcement with polypropylene fibers (HS-SikaFiber PE) and the calculation of optimal thickness of mortar modules masonry (brick + mortar) of three well-known trademarks in the city Cusco - 2016?"

As General Hypothesis: "The reinforcement with polypropylene fibers (HS-SikaFiber PE) improves the calculation of optimal thickness of the mortar in masonry module (brick + mortar) of three known in Cusco trademarks - 2016".

Through this research, it was possible to obtain the following results; in the case of the brick Latesa axial compression of 35.99 kg / cm², a diagonal compression 159.36 kg / cm² and a thickness of optimal board tested was obtained 1.00 cm; for bricked El Mirador axial compression of 19.43 kg / cm², a diagonal compression of 117.67 kg / cm² and optimum thickness of 1.50 cm board tested was obtained; and finally for bricked Constructec axial compression of 26.32 kg / cm², a diagonal compression 165.39 kg / cm² and a thickness of 1.00 optimal board tested cm; the same obtained by laboratory tests, and with it, generating the conclusion of this research.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis de Investigación titulado: **“INFLUENCIA DEL REFORZAMIENTO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO (HS– SIKAFIBER PE) Y EL CÁLCULO DE ÓPTIMO ESPESOR DEL MORTERO EN EL MÓDULO DE ALBAÑILERÍA (LADRILLO + MORTERO) DE TRES MARCAS COMERCIALES EN LA CIUDAD DEL CUSCO - 2016”**, tiene como finalidad demostrar el uso de las fibras de polipropileno en el mortero, con diferentes espesores de junta; y dosificación varia en la compresión axial de pilas de ladrillo y en la compresión diagonal de muretes de ensayo.

Este trabajo de investigación, consta de seis capítulos, los cuales han sido elaborados siguiendo los parámetros establecidos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Alas Peruanas.

EL CAPITULO I, contempla la introducción de la investigación en el cual se desarrolla el planteamiento del problema, formulación del problema, justificación, objetivos, delimitación espacial y temporal.

EL CAPITULO II, contempla el marco teórico de la investigación en el cual se desarrolla los antecedentes de estudio, las bases conceptuales, hipótesis y las variables de estudio.

EL CAPITULO TERCERO, contempla el método de investigación en el cual se desarrollará el enfoque de la investigación, alcance de la investigación, diseño de la investigación, población de estudio, muestra, recolección de datos y el plan de análisis de datos de ensayos de laboratorio.

CAPITULO CUATRO, contempla el análisis de interpretación de resultados, en el cual se desarrollara el plan de análisis de datos; materiales, la unidad de albañilería, agua, mortero, arena, SikaFiber PE, Cemento, Mortero, pilas de albañilería, muretes, tipos de falla, procesamiento de datos, cuadro de resultados y gráficos de resultados.

CAPITULO CINCO, contempla el análisis de costos, en el cual se desarrollara el análisis de costo unitario.

CAPITULO SEIS, contempla las conclusiones y recomendaciones, en el cual se desarrollara conclusiones, recomendaciones y la bibliografía.

Y por último finalizo en Anexos, en el cual se contempla el cronograma de actividades, presupuesto, matriz de consistencia, plano de pilas, esbeltez de pilas, fotos de pilas, plano de muretes y fotos de muretes.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
RECONOCIMIENTO.....	IV
PRESENTACION.....	V
RESUMEN	VI
SUMARY	VII
INTRODUCCIÓN.....	VIII
CAPÍTULO I:	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Formulación del problema	1
1.2.1. Problema General	1
1.2.2. Problemas Específicos	2
1.3. Justificación del estudio	2
1.4. Objetivos	3
1.4.1. Objetivo General	3
1.4.2. Objetivo Específicos	3
1.4.3. Limitación	3
1.5. Delimitación espacial y temporal.....	3
CAPÍTULO II:	5
MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes de estudio	5
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	5
2.1.2. Antecedentes nacionales	17
2.2. Bases Conceptuales	51
□ SikaFiber® PE	51
□ MORTERO.....	52
□ AGREGADOS	53
□ CEMENTO	53
□ ABSORCIÓN	54
□ SUCCIÓN	54

□	ALBAÑILERIA CONFINADA	54
□	LADRILLOS	56
□	CONCRETO	57
□	ACERO	58
□	ENSAYOS CLASIFICATORIOS	58
□	Resistencia característica a compresión axial de albañilería	59
□	Alabeo	60
□	ENSAYOS NO CLASIFICATORIOS	60
□	AGUA.....	60
□	PRISMAS DE ALBAÑILERIA	61
□	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ($f'm$).....	61
□	RESISTENCIA AL CORTANTE DE ALBAÑILERIA ($v'm$)	61
2.3.	Hipótesis.....	63
2.3.1.	Hipótesis General	63
2.3.2.	Hipótesis Específicos	63
2.4.	Variables de estudio	63
2.4.1.	Identificación de variables	63
2.4.2.	Operacionalización de las variables	64
	CAPÍTULO TERCERO:.....	68
	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	68
3.1.	Enfoque de investigación.	68
3.2.	Alcance de investigación.....	68
3.3.	Diseño de investigación.....	68
3.4.	Población de estudio.....	69
3.5.	Muestra.....	69
3.6.	Recolección de datos.....	71
3.6.1.	Técnicas de recolección de datos	71
3.6.2.	Instrumentos de recolección de datos	72
3.7.	Plan de análisis de datos de Ensayos de Laboratorio.....	73
	CAPITULO CUATRO:.....	74
	ANALISIS DE INTERPRETACION DE RESULTADOS.....	74
4.1.	Plan de análisis de datos.....	74

4.2.	Materiales	76
4.2.1.	Unidad de albañilería	76
<input type="checkbox"/>	Ladrillera Latesa	76
<input type="checkbox"/>	Ladrillera El Mirador	77
<input type="checkbox"/>	Ladrillera Constructec	78
4.2.1.1.	Variabilidad Dimensional	78
4.2.1.2.	Alabeo	85
4.2.1.3.	Succión	89
4.2.1.4.	Absorción	92
4.2.1.5.	Resistencia a Compresión	95
4.2.1.6.	Porcentaje de Ranuras	99
4.2.1.7.	Resumen y discusión de Resultados	101
4.2.2.	Agua	105
4.2.3.	Arena	105
4.2.4.	SikaFiber® PE	110
4.2.5.	Cemento	111
4.2.6.	Mortero	112
4.2.6.1.	Ensayo de Compresión de cubos de Mortero	112
4.2.7.	Pilas	115
4.2.7.1.	Geometría	115
4.2.7.2.	Proceso de construcción	116
4.2.7.3.	Técnicas de ensayo	117
4.2.7.4.	Comportamiento teórico a compresión	118
4.2.7.5.	Ensayo de compresión de pilas	119
4.2.7.6.	Tipos de falla	120
4.2.8.	Muretes	120
4.2.8.1.	Geometría	121
4.2.8.2.	Secuencia de Construcción	121
4.2.8.3.	Técnica de ensayo	123
4.2.8.4.	Comportamiento teórico a compresión diagonal	125
4.2.8.5.	Ensayo de compresión diagonal	125
4.2.8.6.	Tipos de falla	128
4.3.	Procesamiento de datos	128

4.3.1.	Pilas	128
4.3.1.1.	Resistencia a Compresión	128
4.3.2.	Muretes	134
4.3.2.1.	Resistencia a la Compresión Diagonal	134
4.4.	Cuadro de resultados	139
4.4.1.	Análisis de Resultados de Prismas	139
4.4.2.	Análisis de Resultados de Muretes	142
4.5.	Gráficos de resultados	145
□	Prismas	145
□	Muretes	148
CAPITULO CINCO:		151
ANALISIS DE COSTOS		151
5.1.	Análisis de Costo Unitario	151
CAPITULO SEIS:		155
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		155
6.1.	CONCLUSIONES	155
6.1.1.	Unidad de Albañilería King Kong Industrial	155
6.1.2.	Mortero.....	156
6.1.3.	Pila de Albañilería.....	156
6.1.4.	Murete de albañilería.....	157
6.1.5.	Costo-Beneficio	158
6.2.	RECOMENDACIONES.....	158
6.3	Bibliografía	159
ANEXOS		163
Presupuesto		164
Matriz de Consistencia.....		166
PLANO 01 PILAS		170
ESBELTEZ PILAS.....		172
ENSAYOS DE COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS		179
FOTOS PILAS		181
PLANO 02 MURETES.....		209

ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES.....	211
FOTOS MURETES	213

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 4.1.1. PROCESAMIENTO DE MUESTRAS.	75
TABLA 4.2.1.1.1.1. VARIABILIDAD DIMENSIONAL – EMPRESA LATESA.	79
TABLA 4.2.1.1.1.2. RESUMEN V. DIMENSIONAL – EMPRESA LATESA. ...	80
TABLA 4.2.1.1.2.1. VARIABILIDAD DIMENSIONAL – EMPRESA EL MIRADOR.	81
TABLA 4.2.1.1.2.2. RESUMEN V. DIMENSIONAL – EMPRESA EL MIRADOR.	81
TABLA 4.2.1.1.3.1. VARIABILIDAD DIMENSIONAL – EMPRESA CONSTRUCTEC.	83
TABLA 4.2.1.1.3.2. RESUMEN V. DIMENSIONAL – EMPRESA CONSTRUCTEC.	83
TABLA 4.2.1.1.4. TABLA RESUMEN DE LAS PRUEBAS DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL DE LAS TRES EMPRESAS LADRILLERAS.	84
TABLA 4.2.1.2.1. ALABEO – EMPRESA LATESA.	85
TABLA 4.2.1.2.2. ALABEO – EMPRESA EL MIRADOR.	86
TABLA 4.2.1.2.3. ALABEO – EMPRESA CONSTRUCTEC.	87
TABLA 4.2.1.2.4. TABLA RESUMEN DE LAS PRUEBAS DE ALABEO DE LAS TRES EMPRESAS LADRILLERAS.	88
TABLA 4.2.1.3.1. SUCCIÓN – EMPRESA LATESA	90
TABLA 4.2.1.3.2. SUCCIÓN – EMPRESA EL MIRADOR	91
TABLA 4.2.1.3.3. SUCCIÓN – EMPRESA CONSTRUCTEC.	91
TABLA 4.2.1.3.4. TABLA RESUMEN DE LAS PRUEBAS DE SUCCIÓN DE LAS TRES EMPRESAS LADRILLERAS.	92
TABLA 4.2.1.4.1. ABSORCIÓN – EMPRESA LATESA.	94
TABLA 4.2.1.4.2. ABSORCIÓN – EMPRESA EL MIRADOR.	94
TABLA 4.2.1.4.3. ABSORCIÓN – EMPRESA CONSTRUCTEC.	94
TABLA 4.2.1.4.4. TABLA RESUMEN DE LAS PRUEBAS DE ABSORCIÓN DE LAS TRES EMPRESAS LADRILLERAS.	95
TABLA 4.2.1.5.1. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA – EMPRESA LATESA.	97
TABLA 4.2.1.5.2. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA – EMPRESA EL MIRADOR.	97
TABLA 4.2.1.5.3. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA – EMPRESA CONSTRUCTEC.	98
TABLA 4.2.1.5.4. TABLA RESUMEN DE LAS PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS TRES EMPRESAS LADRILLERAS.	98

TABLA 4.2.1.6.1. PORCENTAJE DE RANURAS – EMPRESA LATESA	99
TABLA 4.2.1.6.2. PORCENTAJE DE RANURAS – EMPRESA EL MIRADOR.	100
TABLA 4.2.1.6.3. PORCENTAJE DE RANURAS – EMPRESA CONSTRUCTEC.	100
TABLA 4.2.1.6.4. TABLA RESUMEN DE LAS PRUEBAS DE PORCENTAJE DE RANURAS DE LAS TRES EMPRESAS LADRILLERAS	101
TABLA 4.2.1.7.1. TABLA RESUMEN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA – EMPRESA LATESA.....	102
TABLA 4.2.1.7.2. TABLA RESUMEN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA – EMPRESA EL MIRADOR.	103
TABLA 4.2.1.7.3. TABLA RESUMEN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA – EMPRESA CONSTRUCTEC.	104
TABLA 4.2.3.1. MUESTRA DE ARENA N°01	106
TABLA 4.2.3.2. MUESTRA DE ARENA N°02	106
TABLA 4.2.3.3. MUESTRA DE ARENA N°03	107
TABLA 4.2.3.4. MUESTRA DE ARENA N°04	108
TABLA 4.2.3.5. MUESTRA DE ARENA N°05	108
TABLA 4.2.3.6. MUESTRA DE ARENA N°06	109
TABLA 4.2.6.1.1. COMPRESIÓN DE CUBOS DE MORTERO SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO	114
TABLA 4.2.6.1.2. COMPRESIÓN DE CUBOS DE MORTERO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO.	114
TABLA 4.2.7.5.1. ENSAYO DE COMPRESIÓN DE PILAS.....	180
TABLA 4.2.7.5.2. TABLA RESUMEN DE ENSAYO DE COMPRESIÓN DE PILAS.	120
TABLA 4.2.8.5.1. CONVERSION DE MAQUINA DE CBR A DATOS PSI	126
TABLA 4.2.8.5.2. CONVERSION DE DATOS DE LB A PSI.	127
TABLA 4.2.8.5.3. AREA EFECTIVA DE CABEZALES.	127
TABLA 4.2.8.5.4. ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES.	211
TABLA 4.2.8.5.5. CUADRO RESUMEN DE ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL.	127
TABLA 4.3.1.1. CÁLCULO DE F´M EN PILAS DE LA EMPRESA LATESA DE 0.75CM DE ESPESOR DE MORTERO.....	129
TABLA 4.3.1.2. CÁLCULO DE F´M EN PILAS DE LA EMPRESA LATESA DE 1.00CM DE ESPESOR DE MORTERO.....	130

TABLA 4.3.1.3. CÁLCULO DE F´M EN PILAS DE LA EMPRESA LATESA DE 1.50CM DE ESPESOR DE MORTERO.....	130
TABLA 4.3.1.4. CÁLCULO DE F´M EN PILAS DE LA EMPRESA EL MIRADOR DE 0.75CM DE ESPESOR DE MORTERO.	131
TABLA 4.3.1.5. CÁLCULO DE F´M EN PILAS DE LA EMPRESA EL MIRADOR DE 1.00CM DE ESPESOR DE MORTERO.	131
TABLA 4.3.1.6. CÁLCULO DE F´M EN PILAS DE LA EMPRESA EL MIRADOR DE 1.50CM DE ESPESOR DE MORTERO.	132
TABLA 4.3.1.7. CÁLCULO DE F´M EN PILAS DE LA EMPRESA CONSTRUCTEC DE 0.75CM DE ESPESOR DE MORTERO.	132
TABLA 4.3.1.8. CÁLCULO DE F´M EN PILAS DE LA EMPRESA CONSTRUCTEC DE 1.00CM DE ESPESOR DE MORTERO.	133
TABLA 4.3.1.9. CÁLCULO DE F´M EN PILAS DE LA EMPRESA CONSTRUCTEC DE 1.50CM DE ESPESOR DE MORTERO.....	133
TABLA 4.3.2.1. CÁLCULO DE V´M EN MURETES DE LA EMPRESA LADRILLERA LATESA DE 0.75CM DE ESPESOR DE MORTERO.	134
TABLA 4.3.2.2. CÁLCULO DE V´M EN MURETES DE LA EMPRESA LADRILLERA LATESA DE 1.00CM DE ESPESOR DE MORTERO.	135
TABLA 4.3.2.3. CÁLCULO DE V´M EN MURETES DE LA EMPRESA LADRILLERA LATESA DE 1.50CM DE ESPESOR DE MORTERO.	135
TABLA 4.3.2.4. CÁLCULO DE V´M EN MURETES DE LA EMPRESA LADRILLERA EL MIRADOR DE 0.75CM DE ESPESOR DE MORTERO. ...	136
TABLA 4.3.2.5. CÁLCULO DE V´M EN MURETES DE LA EMPRESA LADRILLERA EL MIRADOR DE 1.00CM DE ESPESOR DE MORTERO. ...	136
TABLA 4.3.2.6. CÁLCULO DE V´M EN MURETES DE LA EMPRESA LADRILLERA EL MIRADOR DE 1.50CM DE ESPESOR DE MORTERO. ...	137
TABLA 4.3.2.7. CÁLCULO DE V´M EN MURETES DE LA EMPRESA LADRILLERA CONSTRUCTEC DE 0.75CM DE ESPESOR DE MORTERO.	137
TABLA 4.3.2.8. CÁLCULO DE V´M EN MURETES DE LA EMPRESA LADRILLERA CONSTRUCTEC DE 1.00CM DE ESPESOR DE MORTERO.	138
TABLA 4.3.2.9. CÁLCULO DE V´M EN MURETES DE LA EMPRESA LADRILLERA CONSTRUCTEC DE 1.50CM DE ESPESOR DE MORTERO.	138
TABLA 4.4.1.1. RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL EN PILAS DE LA EMPRESA LADRILLERA LATESA.	139
TABLA 4.4.1.2. RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL EN PILAS DE LA EMPRESA LADRILLERA EL MIRADOR.	140
TABLA 4.4.1.3. RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL EN PILAS DE LA EMPRESA LADRILLERA CONSTRUCTEC	140

TABLA 4.4.1.4. TABLA COMPARATIVA DE ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL SEGÚN 0.75CM DE ESPESOR DE MORTERO	141
TABLA 4.4.1.5. TABLA COMPARATIVA DE ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL SEGÚN 1.00CM DE ESPESOR DE MORTERO	141
TABLA 4.4.1.6. TABLA COMPARATIVA DE ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL SEGÚN 1.50CM DE ESPESOR DE MORTERO	141
TABLA 4.4.2.1. RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES DE LA EMPRESA LADRILLERA LATESA.....	142
TABLA 4.4.2.2. RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES DE LA EMPRESA LADRILLERA EL MIRADOR.....	143
TABLA 4.4.2.3 RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES DE LA EMPRESA LADRILLERA CONSTRUCTEC.	143
TABLA 4.4.2.4. TABLA COMPARATIVA DE ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL SEGÚN 0.75CM DE ESPESOR DE MORTERO.....	143
TABLA 4.4.2.5. TABLA COMPARATIVA DE ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL SEGÚN 1.00CM DE ESPESOR DE MORTERO.....	144
TABLA 4.4.2.6. TABLA COMPARATIVA DE ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL SEGÚN 1.50CM DE ESPESOR DE MORTERO.....	144

INDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 4.2.1.1.1.1. COMPARACION DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL Y VARIABILIDAD NOMINAL – EMPRESA LATESA.....	80
GRÁFICO 4.2.1.1.1.2. VARIABILIDAD DIMENSIONAL – EMPRESA LATESA.	81
GRÁFICO 4.2.1.1.2.1. COMPARACION DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL Y VARIABILIDAD NOMINAL – EMPRESA EL MIRADOR.	82
GRÁFICO 4.2.1.1.2.2. VARIABILIDAD DIMENSIONAL – EMPRESA EL MIRADOR.	82
GRÁFICO 4.2.1.1.3.1. COMPARACION DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL Y VARIABILIDAD NOMINAL – EMPRESA CONSTRUCTEC.	83
GRÁFICO 4.2.1.1.3.2. VARIABILIDAD DIMENSIONAL – EMPRESA CONSTRUCTEC.	84
GRÁFICO 4.2.1.1.4.1. RESUMEN DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL DE LAS TRES EMPRESAS LADRILLERAS.	84
GRÁFICO 4.2.1.2.1.1. ALABEO – EMPRESA LATESA.	86
GRÁFICO 4.2.1.2.2.1. ALABEO – EMPRESA EL MIRADOR.....	87
GRÁFICO 4.2.1.2.3.1. ALABEO – EMPRESA CONSTRUCTEC.....	88
GRÁFICO 4.2.1.2.4.1. RESUMEN DEL ENSAYO DE ALABEO EN MM.	88
GRÁFICO 4.2.1.3.4.1. RESUMEN DEL ENSAYO DE SUCCIÓN DE LAS TRES EMPRESAS LADRILLERAS.	92
GRÁFICO 4.2.1.4.4.1. RESUMEN DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN DE LAS TRES EMPRESAS LADRILLERAS.	95
GRÁFICO 4.2.1.5.4.1. RESUMEN DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE LAS TRES EMPRESAS LADRILLERAS.	98
GRÁFICO 4.2.1.6.4.1. RESUMEN DEL ENSAYO DE PORCENTAJES DE RANURAS DE LAS TRES EMPRESAS LADRILLERAS.	101
GRÁFICO 4.2.3.1. CURVA GRANULOMETRICA DE LA MUESTRA N°01..	106
GRÁFICO 4.2.3.2. CURVA GRANULOMETRICA DE LA MUESTRA N°02..	107
GRÁFICO 4.2.3.3. CURVA GRANULOMETRICA DE LA MUESTRA N°03..	107
GRÁFICO 4.2.3.4. CURVA GRANULOMETRICA DE LA MUESTRA N°04..	108
GRÁFICO 4.2.3.5. CURVA GRANULOMETRICA DE LA MUESTRA N°05..	109
GRÁFICO 4.2.3.6. CURVA GRANULOMETRICA DE LA MUESTRA N°06..	109
GRÁFICO 4.5.1.1. RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL EN PILAS DE LA EMPRESA LADRILLERA LATESA.....	145

GRÁFICO 4.5.1.2. RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL EN PILAS DE LA EMPRESA LADRILLERA EL MIRADOR.	145
GRÁFICO 4.5.1.3. RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL EN PILAS DE LA EMPRESA LADRILLERA CONSTRUCTEC.....	146
GRÁFICO 4.5.1.4. COMPARACIÓN DE ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL SEGÚN 0.75CM DE ESPESOR DE MORTERO	146
GRÁFICO 4.5.1.5. COMPARACIÓN DE ENSAYOS DE COMPRESIÓN AXIAL SEGÚN 1.00CM DE ESPESOR DE MORTERO	147
GRÁFICO 4.5.1.6. COMPARACIÓN DE ENSAYOS DE COMPRESIÓN AXIAL SEGÚN 1.50CM DE ESPESOR DE MORTERO	147
GRÁFICO 4.5.2.1. RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES DE LA EMPRESA LADRILLERA LATESA.....	148
GRÁFICO 4.5.2.2. RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES DE LA EMPRESA LADRILLERA EL MIRADOR.	148
GRÁFICO 4.5.2.3. RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES DE LA EMPRESA LADRILLERA CONSTRUCTEC.	149
GRÁFICO 4.5.2.4. COMPARACIÓN DE ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL SEGÚN 0.75CM DE ESPESOR DE MORTERO.....	149
GRÁFICO 4.5.2.5. COMPARACIÓN DE ENSAYOS DE COMPRESIÓN DIAGONAL SEGÚN 1.00CM DE ESPESOR DE MORTERO.....	150
GRÁFICO 4.5.2.6. COMPARACIÓN DE ENSAYOS DE COMPRESIÓN DIAGONAL SEGÚN 1.50CM DE ESPESOR DE MORTERO.....	150

ÍNDICE DE FOTOS

FOTO 4.1.1. VISTA GENERAL DE LOS 27 PRISMAS	76
FOTO 4.1.2. VISTA GENERAL DE LOS 27 MURETES.	76
FOTO 4.2.1.1. LADRILLO PRESENTADO POR LA LADRILLERA LATESA	77
FOTO 4.2.1.1.1. LADRILLERA LATESA.....	77
FOTO 4.2.1.2. LADRILLO PRESENTADO POR LA LADRILLERA EL MIRADOR.	78
FOTO 4.2.1.2.1. LADRILLERA CONSTRUCTEC.	78
FOTO 4.2.1.3. LADRILLO PRESENTADO POR LA LADRILLERA CONSTRUCTEC	78
FOTO 4.2.1.3.1. LADRILLERA CONSTRUCTEC	78
FOTO 4.2.1.1. MEDICIÓN DE DIMENSIONES USANDO VERNIER Y ESCUADRA.....	79
FOTO 4.2.1.2. SE OBSERVA LA REGLA MILIMETRADA Y LA ESCUDRA .	85
FOTO 4.2.1.3.1. SECADO EN EL HORNO DE LASS UNIDADES DE ALBAÑILERIA DESPUES DE LAS 24 HORAS	89
FOTO 4.2.1.3.2. SE OBSERVA LA UNIDAD EL RECIPIENTE Y SE TOMO EL TIEMPO DIGITALMENTE.....	90
FOTO 4.2.1.4.1. UNIDADES DE ALBAÑILERIA EN EL HORNO.....	93
FOTO 4.2.1.4.2. REGISTRO DEL PESO SECO DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA.....	93
FOTO 4.2.1.4.3. REGISTRO DEL PESO SATURADO DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA PARA EL CÁLCULO DEL AGUA ABSORVIDA.....	93
FOTO 4.2.1.5.1. LADRILLO CON MEZCLA DE MORTERO EN AMBAS SUPERFICIES DE ASIENTO.....	96
FOTO 4.2.1.5.2. TESTIGO COLOCADO EN LA MAQUINA DE ENSAYO.....	96
FOTO 4.2.1.6.1. MEDICION DEL ANCHO DE LA SUPERFICIE DE ASIENTO	99
FOTO 4.2.1.6.2. MEDICION DEL DIAMETRO DE LA RANURA	99
FOTO 4.2.3.1. ARENA UTILIZADA PARA LA CONSTRUCCION DE PILAS Y MURETES.....	105
FOTO 4.2.3.2. ENSAYO DE LA GRANULOMETRICA DE LA ARENA.	105
FOTO 4.2.4. FIBRA DE POLIPROPILENO USADO EN EL MORTERO.....	110
FOTO 4.2.5. CEMENTO USADO EN EL MORTERO.	111
FOTO 4.2.6. EL MORTERO CON LA ADICION DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO.	112

FOTO 4.2.6.1.1. CUBO DE MORTERO RETIRADO DEL MOLDE.....	113
FOTO 4.2.6.1.2. CUBOS DE MORTERO SUMERGIDOS POR 28 DIAS.	113
FOTO 4.2.6.1.3. COLOCADO DEL CUBO DE MORTERO EN LA MAQUINA DE ENSAYO VERIFICANDO EL EJE PRINCIPAL.....	113
FOTO 4.2.7.2.1. LIMPIEZA Y ORDEN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA.	116
FOTO 4.2.7.2.2. INCLUSION DE MORTERO A TODA LA SUPERFICIE DE ASIENTO, PARA ENSAYO DE PILAS.....	117
FOTO 4.2.7.2.3. ULTIMA BASE DE MORTERO.....	117
FOTO 4.2.7.2.4. VERIFICACION DE LOS PRIMEROS TESTIGOS.	117
FOTO 4.2.7.3.1. USO DE LA MAQUINA DE COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO PARA OBTENCION DE FUERZA DE COMPRESIÓN AXIAL.	118
FOTO 4.2.7.5.1. PILA COLOCADA Y EN PLENO PROCESO DE COMPRESIÓN AXIAL.	119
FOTO 4.2.7.6.1. FALLAS DE LA PILA P1	182
FOTO 4.2.7.6.2. FALLAS DE LA PILA P02	183
FOTO 4.2.7.6.3. FALLAS DE LA PILA P03	184
FOTO 4.2.7.6.4. FALLAS DE LA PILA P04	185
FOTO 4.2.7.6.5. FALLAS DE LA PILA P05	186
FOTO 4.2.7.6.6. FALLAS DE LA PILA P06	187
FOTO 4.2.7.6.7. FALLAS DE LA PILA P07	188
FOTO 4.2.7.6.8. FALLAS DE LA PILA P08	189
FOTO 4.2.7.6.9. FALLAS DE LA PILA P09	190
FOTO 4.2.7.6.10. FALLAS DE LA PILA P10	191
FOTO 4.2.7.6.11. FALLAS DE LA PILA P11	192
FOTO 4.2.7.6.12. FALLAS DE LA PILA P12	193
FOTO 4.2.7.6.13. FALLAS DE LA PILA P13	194
FOTO 4.2.7.6.14. FALLAS DE LA PILA P14	195
FOTO 4.2.7.6.15. FALLAS DE LA PILA P15	196
FOTO 4.2.7.6.16. FALLAS DE LA PILA P16	197
FOTO 4.2.7.6.17. FALLAS DE LA PILA P17	198
FOTO 4.2.7.6.18. FALLAS DE LA PILA P18	199
FOTO 4.2.7.6.19. FALLAS DE LA PILA P19	200
FOTO 4.2.7.6.20. FALLAS DE LA PILA P20	201
FOTO 4.2.7.6.21. FALLAS DE LA PILA P21	202
FOTO 4.2.7.6.22. FALLAS DE LA PILA P22	203

FOTO 4.2.7.6.23. FALLAS DE LA PILA P23	204
FOTO 4.2.7.6.24. FALLAS DE LA PILA P24	205
FOTO 4.2.7.6.25. FALLAS DE LA PILA P25	206
FOTO 4.2.7.6.26. FALLAS DE LA PILA P26	207
FOTO 4.2.7.6.27. FALLAS DE LA PILA P27	208
FOTO 4.2.8.1.1. CAPPING DE MURETES EN CM.....	121
FOTO 4.2.8.2.1. CORTE DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA PARA ASENTAMIENTO DE DE MURETES.....	122
FOTO 4.2.8.2.2. INCLUSION DE MORTERO A TODA LA SUPERFICIE DE ASIENTO PARA ENSAYO DE MURETES.....	122
FOTO 4.2.8.2.3. VERIFICACION DE LA VERTICALIDAD DE MURETES CON PLOMADA.....	122
FOTO 4.2.8.2.4. VERIFICACION DE TESTIGOS.....	123
FOTO 4.2.8.3.1. INSTRUMENTACION TIPICA DE UN MURETE, CON MEDICION EN LIBRAS.....	123
FOTO 4.2.8.3.2. INSTRUMENTACION TIPICA DE UN MURETE, CON MEDICION EN PRESION.....	123
FOTO 4.2.8.3.3. DIAL DE CARGA EN LIBRAS.....	124
FOTO 4.2.8.3.4. DIAL DE CARGA EN PSI Y BAR	124
FOTO 4.2.8.3.5. MAQUINA DE MEDICION EN LIBRAS.....	124
FOTO 4.2.8.3.6. MAQUINA DE MEDICION EN PSI O BAR.....	124
FOTO 4.2.8.5.1. ESPECIMEN INSTRUMENTADO Y COLOCADO EN LA MAQUINA DE ENSAYO.....	126
FOTO 4.2.8.5.2. ESPECIMEN YA INSTRUMENTADO CON CARGA DIAGONAL.....	126
FOTO 4.2.8.6.1. FALLA MURETE M-01	214
FOTO 4.2.8.6.2. FALLA MURETE M-02.....	214
FOTO 4.2.8.6.3. FALLA MURETE M-03.....	215
FOTO 4.2.8.6.4. FALLA MURETE M-04.....	215
FOTO 4.2.8.6.5. FALLA MURETE M-05.....	216
FOTO 4.2.8.6.6. FALLA MURETE M-06.....	216
FOTO 4.2.8.6.7. FALLA MURETE M-07.....	216
FOTO 4.2.8.6.8. FALLA MURETE M-08.....	217
FOTO 4.2.8.6.9. FALLA MURETE M-09.....	217
FOTO 4.2.8.6.10. FALLA MURETE M-10.....	218
FOTO 4.2.8.6.11. FALLA MURETE M-11.....	218

FOTO 4.2.8.6.12. FALLA MURETE M-12.....	218
FOTO 4.2.8.6.13. FALLA MURETE M-13.....	219
FOTO 4.2.8.6.14. FALLA MURETE M-14.....	219
FOTO 4.2.8.6.15. FALLA MURETE M-15.....	219
FOTO 4.2.8.6.16. FALLA MURETE M-16.....	220
FOTO 4.2.8.6.17. FALLA MURETE M-17.....	220
FOTO 4.2.8.6.18. FALLA MURETE M-18.....	220
FOTO 4.2.8.6.19. FALLA MURETE M-19.....	221
FOTO 4.2.8.6.20. FALLA MURETE M-20.....	221
FOTO 4.2.8.6.21. FALLA MURETE M-21.....	222
FOTO 4.2.8.6.22. FALLA MURETE M-22.....	222
FOTO 4.2.8.6.23. FALLA MURETE M-23.....	223
FOTO 4.2.8.6.24. FALLA MURETE M-24.....	223
FOTO 4.2.8.6.25. FALLA MURETE M-25.....	224
FOTO 4.2.8.6.26. FALLA MURETE M-26.....	224
FOTO 4.2.8.6.27. FALLA MURETE M-27.....	225

CAPÍTULO I:

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema.

En la ciudad del Cusco las edificaciones están construidas con diversas técnicas especializadas para la adherencia del ladrillo – mortero; por el cual el crecimiento de la población cusqueña, origina el incremento en la demanda de terrenos y viviendas para nuevas unidades familiares que se forman progresivamente, las unidades de albañilería de arcilla conforman con el concreto armado, edificaciones que son de preferencia para las construcciones de la ciudad del Cusco que forman Estructuras de Albañilería.

Por lo cual, mediante la demanda de unidades familiares, no buscan ayuda especializada, ya que debido a la carencia de recursos familiares, prefieren optar por malas técnicas usadas en la autoconstrucción para sus hogares; y no optan por contratar a profesionales, por el cual el problema principal de estas unidades familiares es la gravedad de sus problemas estructurales y su deficiente adherencia de las unidades de albañilería de arcilla más usadas.

Esta tesis dará a conocer la influencia que da el reforzamiento con fibras de polipropileno (HS–SikaFiber PE) que evita el agrietamiento de morteros ante la precariedad de los materiales de la zona, que se obtienen en el mercado; y por el proceso constante de la autoconstrucción; y así poder dar el cálculo óptimo en el módulo de albañilería, para dar comienzo a futuras investigaciones sobre las construcciones en el módulo de albañilería en la ciudad del Cusco.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

- ¿Cuál es la relación entre el reforzamiento con fibras de polipropileno (HS–SikaFiber PE) y el cálculo de óptimo espesor del mortero en módulos de albañilería (ladrillo + mortero) de tres marcas comerciales conocidas en la ciudad del Cusco – 2016?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuál es el nivel de influencia del reforzamiento con fibras de polipropileno (HS–SikaFiber PE) en el módulo de albañilería (ladrillo + mortero) de tres marcas comerciales en la ciudad del Cusco - 2016?.
- ¿Cuál es el nivel óptimo del espesor de mortero en el módulo de albañilería (ladrillo + mortero) de tres las marcas conocidas en la ciudad del Cusco - 2016?.
- ¿Cuál es el nivel de relación entre las dimensiones de la influencia de reforzamiento con fibras de polipropileno (HS – SikaFiber PE) de tres marcas comerciales de la ciudad del Cusco – 2016?.

1.3. Justificación del estudio

En la ciudad del Cusco, existen construcciones sin supervisión o con proyecto definido, donde solo se usa unidades de albañilería compuesta por arcilla o concreto.

Las construcciones sin supervisión tienden a usar materiales de mala calidad, o por afinidad de costo de venta, también la mano de obra no calificada y la programación de métodos constructivos no definidos e inadecuados; por tal motivo no emplean el Reglamento Nacional de Edificaciones ni por referencia de los dueños de la obra.

Con los eventos naturales suscitados en el Perú como el sismo del 23 de junio del 2001, y como el terremoto ocurrido en Ecuador el 16 de abril del 2016, donde se vio la precariedad de las construcciones y la mala utilización de unidades de albañilería; esta tesis tiene como finalidad determinar la influencia del reforzamiento en el mortero y el cálculo óptimo del espesor del mortero en el módulo de albañilería para la ciudad del Cusco; mediante la existencia de empresas de fabricación de ladrillos en la ciudad del Cusco.

A la fecha no se ha hecho estudios especializados que demuestren las propiedades físicas en unidades familiares que den la influencia de reforzamiento de fibras de polipropileno (HS – SikaFiber PE) en el mortero en las unidades de albañilería de arcilla de tres marcas comerciales de la ciudad del Cusco.

Mediante los resultados del comportamiento de las unidades de albañilería de arcilla se podrá entender el comportamiento simulado en una edificación.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

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

1.4.2. Objetivo Específicos

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

1.4.3. Limitación

El presente trabajo tiene como limitación: El tipo y nivel de investigación por el cual los resultados al que se rinden son generalizables al ámbito de estudios y contextos similares.

1.5. Delimitación espacial y temporal

La presente investigación se desarrollará en la ciudad del Cusco, según INEI (2015) es una ciudad del sureste del Perú ubicada en la vertiente oriental

de la cordillera de los Andes, en la cuenca del río Huatanay, afluente del Vilcanota.

La ciudad de Cusco, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2015), es la octava ciudad más poblada de Perú, y albergaba, en 2014, una población de 420,137 habitantes.

Antiguamente fue la capital del Imperio inca y una de las ciudades más importantes del Virreinato del Perú, en cuya época, y en manos de los españoles, se engalanó de iglesias, palacios y plazas barrocas y neoclásicas, que es lo que hoy la convierten en el principal lugar turístico de Perú.

Mediante **INEI** (2015) publico que cusco fue declarada Patrimonio de la Humanidad en 1983 por la UNESCO, suele ser denominada, debido a la gran cantidad de monumentos que posee, la "Roma de América".



(Google Maps, 2016)

La población objetivo que se tomó en cuenta son las ladrilleras ubicadas en el Distrito de San Jerónimo de la Provincia del Cusco, sobre las empresas ladrilleras:

- Ladrillera Latesa
- Ladrillera Constructec
- Ladrillera El Mirador

Y se levantara los datos en el periodo del mes de julio a setiembre.

CAPÍTULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Los antecedentes sirven para la discusión de resultados y/o contrastaciones de la teoría vigente y la teoría hallada.

2.1.1. Antecedentes Internacionales

- La albañilería armada según **Flores** (2009) es uno de los sistemas de construcción más utilizados en la construcción de viviendas y edificios de baja altura en Chile, siendo los muros las principales estructuras resistentes de los frecuentes eventos sísmicos en el país.

Por lo mismo, el disponer de un modelo analítico que determine la capacidad al corte de los muros de albañilería representa un importante avance en el diseño de estas estructuras, considerando que las recomendaciones de diseño de las normas chilenas provienen de expresiones semi-empíricas.

En este trabajo de **Flores** (2009), se estudia la posibilidad de aplicar un modelo puntal-tensor propuesto originalmente para determinar la resistencia al corte de muros cortos de hormigón armado a muros cortos de albañilería armada construidos de acuerdo a la práctica chilena con ladrillos cerámicos y una cuantía de armadura reducida.

Para ello se utilizan como antecedentes los resultados de doce ensayos de carga lateral cíclica sobre muros realizados en el proyecto FDI desarrollado por el Instituto Chileno del Cemento y del Hormigón (ICH) en los laboratorios del IDIEM y del DICTUC en los años 2002 y 2003.

Para adaptar el modelo original al caso de la albañilería armada fue necesario modificar e incorporar algunas expresiones relativas a la representatividad del material.

Tras introducirse los cambios mencionados, se obtuvieron capacidades que sobrestimaban en casi el doble las resistencias mostradas experimentalmente por los muros, lo que puede deberse a que gran parte de la

evidencia experimental disponible y utilizada en la modificación del modelo, se basa en una albañilería de otro tipo.

A partir de esto, se decidió modificar el factor de degradación asociado al estado tensional biaxial de compresión-tracción de la albañilería hasta obtenerse capacidades al corte similares a las registradas en los ensayos.

Finalmente, tras reducirse dicho factor, es decir, asumiendo que el material se degrada más que el hormigón antes de fallar, el modelo pudo entregar capacidades de corte con un promedio igual al de los registros experimentales y con una dispersión de un 15%.

De esta forma, para verificar la validez de esta última consideración y la consecuente aplicabilidad del modelo propuesto, se concluye la necesidad de contar con nuevos ensayos que logren caracterizar completamente el comportamiento de la albañilería armada de ladrillos cerámicos con relleno parcial de huecos.

- El objetivo de esta memoria según **Maldonado** (2013), es desarrollar un modelo teórico para determinar la resistencia al corte de muros de albañilería confinada, la cual corresponde a la carga de agrietamiento diagonal del paño de albañilería.

El modelo teórico propuesto por **Maldonado** (2013) se basa en un modelo macro del tipo puntal-tensor en el cual la capacidad resistente del puntal de compresión que representa la presencia del paño de albañilería se determina a partir de la teoría de falla propuesta por Dialer, teoría que considera que el estado de tensiones que se produce en una unidad de albañilería es del tipo biaxial y que las propiedades mecánicas en la interfase unidad-mortero no son las mismas. Para este efecto se introducen dos coeficientes en el modelo, X y F.

Al aplicar el modelo a una muestra de 22 muros sometidos a una fuerza lateral alternada ensayados en Chile entre los años 1987 y 2009, se comprueba que se obtiene una buena estimación de la carga de agrietamiento diagonal del paño de albañilería cuando hay aplicada una carga vertical externa, resultando el valor promedio de la relación entre la carga calculada y la carga experimental igual a 0,95 con un coeficiente de variación de 0,15.

En el caso de los muros ensayados sin la presencia de una carga vertical, el modelo sobreestima el valor de la resistencia al corte de los muros, entregando una relación entre la carga calculada y la carga experimental igual a 1,15.

Una de las virtudes 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 en las juntas de mortero y por tracción en las unidades, y que la falla por compresión en el paño de albañilería queda descartada salvo en aquellos muros construidos con unidades con baja resistencia a la compresión.

Además, en los muros con una relación alto-largo igual a 2, la capacidad resistente queda controlada por la fluencia de las barras longitudinales de los pilares de confinamiento.

Teniendo en cuenta los resultados de esta memoria, se recomienda continuar con esta investigación concentrándose en la determinación empírica de los coeficientes X y F y del coeficiente de reducción de la resistencia a la compresión en función de la orientación de la junta horizontal de mortero para muros construidos con las unidades de albañilería fabricadas en Chile.

- El objetivo específico de esta memoria según **Cabezas** (2011), 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 entre los años 1987 y 2009.

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.

Teniendo en cuenta este último resultado, **Cabezas** (2011) en esta memoria se propone una modificación del modelo de Crisafulli, la cual se

relaciona con: (a) el ancho del puntal en compresión cuando está presente la carga vertical de compresión, (b) la distribución de la carga vertical en la sección transversal del muro, y (c) la reducción de la resistencia a la compresión de la albañilería debido a la inclinación del puntal de compresión con respecto a la junta horizontal de mortero.

Con el Modelo Modificado se logra mejorar la estimación de la resistencia al corte de los muros ensayados con carga vertical, resultando el valor promedio de la relación entre la carga calculada y la carga experimental igual a 0,68 con un coeficiente de variación de 0,13.

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.

Se observa que las predicciones tienen una buena coincidencia con los modos de falla, observados en los ensayos con la excepción de los muros esbeltos, en los cuales no es posible confirmar el modo de falla por fluencia a causa de la ausencia de instrumentación en la armadura.

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.

Mediante el cual se encontró más estudios Internacionales relacionados al trabajo de Investigación presentado:

- Alex Chávez Godoy y Alexis Unquén Villanueva; Marzo 2011; Universidad de Magallanes, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería en Construcción; "Método de evaluación de patologías en edificaciones de Hormigón Armado en Punta Arenas", Punta Arenas.

Y arriba a las conclusiones:

La investigación efectuada para llevar a cabo la realización de los primeros objetivos de la tesis fue cumplida a cabalidad.

Todo el material informativo indagado con relación a las patologías existentes para las edificaciones de Hormigón Armado y en especial las fallas y/o lesiones comunes en la ciudad de Punta Arenas, cumplieron con el propósito de establecer los conocimientos básicos y fundamentales de la problemática a tratar para la confección de una metodología de evaluación.

Las que provendrán del actuar del medio ambiente o el de las personas involucradas en el proceso de diseño, confección y mantenimiento de este material.

Por medio de la indagación con profesionales del área de la construcción, entre los que se destacan: Ingenieros Constructores, Constructores Civiles y Arquitectos, se establecieron que las patologías más preponderantes en la ciudad de Punta Arenas tiene relación a las humedades, hormigonado en tiempo frio y el viento, siendo estas dos últimas problemáticas, son un inconveniente en el proceso de confección de este material, no así, la humedad que ataca la estructura ya en uso.

La ejecución del capítulo II estableció los parámetros iniciales para poder llegar a establecer las características a tener presente en la confección y aplicación de una metodología de registro de datos para posterior su análisis y evaluación.

Los métodos de reparaciones y protecciones a la estructura de Hormigón Armado, investigados en el tercer capítulo de esta tesis cumplieron con su finalidad, la cual era de establecer los conocimientos necesarios, para poder tener las herramientas precisas al momento de establecer una recomendación a una patología analizada por medio del seguimiento hecho a modo de aplicación de la metodología creada.

Las recomendaciones estipuladas en esta tesis, relacionada a métodos de reparaciones y protecciones, establecieron diferentes tipos de formas para solucionar la problemática ocasionada por una patología en el Hormigón Armado, entre las que se destacaron reparaciones de grietas y fisuras y corrosión de armaduras.

Para la confección de la metodología de evaluación se diseñó un método de inspección de patologías de edificación, basado principalmente en el uso de cartillas de registro.

Las patologías incluidas en el estudio solo correspondieron a enfermedades que afectan al Hormigón Armado, por lo que el alcance de este método fue limitado a edificaciones de este material, sin importar la cantidad de pisos, destino de uso, o sistema estructural.

Las cartillas de registro de patologías se enfocaron en tres síntomas de deterioros: húmedos, fisuras y corrosión de armaduras, para que a través de los datos obtenidos y el recuento fotográfico se logre determinar cuál fue el origen del defecto, considerando que para un síntoma existen diversas causas posibles.

La elección de solo tres síntomas obedece a la determinación de que con estos síntomas se incluye una gran parte de las patologías analizadas.

En algunos casos no se pudo establecer el origen de la falla a través de la inspección visual detallada, siendo necesaria la realización de ensayos por lo que se dará la indicación correspondiente sobre qué ensayo ejecutar, dada las manifestaciones y condiciones de los daños.

La metodología confeccionada en esta tesis se diseñó para ser aplicada por un profesional del área de la construcción, ya que éste cuenta con el criterio y conocimiento para asegurar un correcto apunte de las cartillas, identificación de la naturaleza de la falla y una apropiada propuesta de reparación.

El diseño de las cartillas permitió una inspección simple y expedita, facilitando la labor del evaluador, en el cual se utilizó un lenguaje sencillo, claro y específico.

Se debe dejar en claro que la metodología propuesta, si bien está compuesta por una etapa preliminar, donde se evalúan las condiciones de la edificación de manera inicial y se recopila toda la información y antecedentes del edificio, y otra etapa de inspección visual detallada, cuyo principal objetivo es la obtención de un inventario de defectos para su análisis y diagnóstico, no es definitivo la evaluación del edificio, por no incluir el uso de ensayos y análisis estructural, los que serán necesarios para lograr comprobar el estado estructural del edificio.

Aun así los resultados que entrega la metodología, pueden ser utilizados en una inspección que comprenda una evaluación estructural y ensayos, tomando en cuenta el registro que se obtiene, el seguimiento en el tiempo de los defectos y el recuento fotográfico y aportando información relevante y veraz de las patologías que afectan a la estructura.

- Ericson Rafael Encina Zúñiga; Septiembre 2009; Universidad de Chile, Facultad de ciencias físicas y matemáticas, Departamento de Ingeniería Civil; "Influencia de la aislación térmica aplicada por el exterior en muros de albañilería", Santiago de Chile.

Y arriba a las conclusiones:

- En regiones que presenten variaciones importantes de temperatura entre el día y la noche, con medias cercanas a 14°C y considerando edificaciones con cerramientos de albañilería u hormigón, la aislación térmica debe colocarse por el exterior para obtener el menor costo de climatización anual.
- Como consecuencia del abrigo térmico resultan medio-ambientes con respuestas térmicas lentas, generando temperaturas más estables, lo que es beneficioso especialmente en verano.
- El diseño de edificios debe considerar cerramientos acordes al clima imperante en cada región, estableciendo ventajas y desventajas de la envolvente elegida.
- La ventilación nocturna es la mejor forma de controlar los excesos térmicos que se generan en el interior de las edificaciones.
- Al aplicar abrigo térmico en un muro, la inercia térmica trabaja como inercia de absorción, permitiendo el control de la temperatura en el medio interior de la edificación.
- Al aumentar la superficie de traspaso de la masa efusiva interior de la edificación, aumenta la tasa de traspaso de calor, teniendo gran preponderancia en el control de la temperatura ambiente interior.
- Luciana Ines Callejas Ossandon; Noviembre 2007; Universidad de Chile, Facultad de ciencias físicas y matemáticas, Departamento de Ingeniería Civil; "Evaluación de la implementación del sistema mortarless como alternativa de construcción de viviendas en Chile", Santiago de Chile.

Y arriba a las conclusiones:

De todos los sistemas presentados en este trabajo se concluyó que el más adecuado para poder comparar todos los ámbitos en estudio con el sistema tradicional de albañilería, fue el sistema de bloques AZAR, debido a que es uno de los más usados a nivel mundial, existe mucho más material publicado y por su similitud geométrica y de procesos a seguir durante la realización de la albañilería de bloques.

En una primera instancia, al determinar si estos bloques pueden utilizarse en Chile de acuerdo a las normativas para ello existentes, se concluye que debido al menor grosor de tabiques, inclusive por debajo del mínimo especificado, el bloque puede ser utilizado pero considerando un relleno u hormigonado completo de las unidades con hormigón de relleno, para así contrarrestar este requerimiento no cumplido.

Además que se consideró en esta decisión la baja área neta que presentan los bloques y el tipo de unión que tienen, el cual corresponde a una trabazón y no a un adherencia propiamente tal.

Lo más importante de destacar en relación al procedimiento de construcción del sistema de albañilería de bloques sin mortero, además de las ventajas como limpieza, menor cantidad de materiales a utilizar, etc., es la separación de las tareas de colocación de bloques y la de hormigonado de los huecos, ya que desliga de la responsabilidad del hormigonado a los albañiles o trabajadores encargados de la colocación de los bloques, con lo que se puede usar a personal más calificado para realizar el relleno de hormigón, y aumenta la rapidez de ambas tareas, ya que se hacen de una sola vez cada una, con el cual mejora el resultado del hormigonado debido a ello.

Se obtuvieron rendimientos para la albañilería tradicional de bloques de 23 bloques por trabajador por hora (1.9 m² de muro por trabajador por hora), los que comparados con los 100 o hasta 120 bloques por trabajador por hora que se pueden rendir con el sistema de albañilería de bloques sin mortero, dan cuenta de que la albañilería sin mortero puede ser entre 4 a 5 veces más rápida de realizar.

Tomando en cuenta los resultados de lo que sería su aplicación en reemplazo del sistema de albañilería tradicional en la obra base utilizada en que se basó el análisis realizado en este trabajo, se obtuvo que en relación a los tiempos de construcción, con el sistema de albañilería sin mortero, se obtuvo una disminución del tiempo de construcción de los muros de albañilería de un 68%, pasando de 73 días trabajados a 22 días con el nuevo sistema.

Llevando este ahorro de tiempo al plazo de la obra, se ahorró en la etapa completa de construcción 44 días de trabajo (29% menos), y 2 meses en días

calendario (con albañilería tradicional la obra completa se realizaba en 8.5 meses y con la albañilería sin mortero se puede ahorrar 67 días equivalentes a 2 meses aproximadamente, en otras palabras, se realizaba la obra completa en alrededor de 6.5 meses).

Analizando las perspectivas económicas del sistema de albañilería sin mortero, y enfocándose en un primer lugar en el sistema de bloques AZAR, el costo involucrado en la fabricación de los bloques, considerando que se utilizará la misma dosificación y los mismos materiales que se utilizan hoy en día en Chile para la fabricación de los bloques tradicionales de hormigón, se observa una disminución en el costo por unidad a favor de los bloques AZAR de un 27%, debido principalmente a la diferencia de volumen que existe entre los bloques por diferencias geométricas de diseño.

Luego, el cambio de procedimientos constructivos, mayor cantidad de material de relleno, ya que la albañilería sin mortero sería completamente rellena y no como la tradicional que solo tiene relleno (en el caso de la obra base) en los huecos donde se sitúan los tensores, y a la decisión de no cambiar el valor total de pago por tipo de casa a la cuadrilla de albañiles utilizada (costo de mano de obra será el mismo para ambos sistemas), se obtiene que la tarea de construcción de los muros de albañilería de las casas de la obra base presentan una disminución de costos totales a favor del sistema de albañilería de bloques sin mortero de un 7,3%.

Llevando esta disminución de costos de esa tarea en particular al costo total involucrado en la construcción total de cada tipo de casa de la obra base, se obtiene una disminución de un 0,5% a favor de la albañilería sin mortero.

Considerando los ahorros de tiempo y disminución del plazo total de la etapa de construcción de la obra base, incluyendo todos los gastos involucrados a la obra en sí, se obtiene una disminución del 2,1% en el valor total de la propuesta, a favor del uso del sistema de albañilería sin mortero.

Si se opta por un procedimiento constructivo bien ejecutado, siguiendo todos los pasos detalladamente y con el mayor cuidado y rigurosidad posible, la albañilería de bloque tradicional en Chile ha demostrado tener un buen comportamiento siendo eficiente estructuralmente y ser bastante asequible y versátil al momento de elegirla como método de construcción para llevar a cabo grandes proyectos, pero aun así, lo más difícil de controlar y más problemático del sistema, sigue siendo el uso de mortero para la unión de los bloques.

Por este motivo el estudio presentado en este trabajo de título se enfocó en determinar si la albañilería de bloques sin mortero y los sistemas de bloques

que se usan para ello, corresponderían a una real y buena alternativa de reemplazo para la albañilería tradicional en Chile.

Con el uso de este nuevo sistema de albañilería, todos los problemas asociados al uso de mortero se eliminan, ya sea en el proceso de construcción, los provocados debido a las condiciones climáticas y en las desventajas estructurales debido al uso de mortero; al ser un sistema "más fácil" de trabajar, la mano de obra no necesariamente debe ser calificada o experimentada, y los errores o problemas de calidad que se podrían presentar, se disminuyen a un mínimo; con este sistema, el lugar de trabajo termina encontrándose en mejores condiciones, más limpio y más expedito; debido a la estabilidad que proveen los bloques durante la construcción, se hace más rápido el procedimiento de erigir muros y otros como columnas, y se pueden realizar de mayores alturas de una sola vez, además que al separar el hormigonado de la colocación de los bloques, provee un sistema menos complejo y más cómodo de realizar; se mostró también, que el rendimientos de colocación de bloques por trabajador por hora, aumenta casi en 5 veces. Todo lo anterior lleva a grandes ahorros de tiempo y también a ahorros de costos pero no muy significativos.

Las alternativas de aplicación de este sistema de albañilería de bloque sin mortero, que se presentan para Chile, son las mismas que hoy en día tiene la albañilería tradicional de bloques, edificación de viviendas (en altura o en extensión), divisiones, tabiques, etc., y cabe mencionar que la albañilería sin mortero con relleno completo podría asimilarse a la construcción con hormigón armado, pero lo que la sigue diferenciando de ella es la cuantía de acero.

Se observó también que el procedimiento constructivo de albañilería de bloques sin mortero, están directamente relacionados con el sistema de bloques utilizado, ya que dependiendo del diseño de ellos es el sistema de alineación, de ensamble y demás procedimientos como por ejemplo de refuerzos y relleno de la albañilería.

Finalmente se puede inferir, que el sistema constructivo de albañilería de bloques sin mortero o sistema Mortarless, es una buena y eficiente alternativa de construcción en reemplazo del sistema de albañilería tradicional de bloques utilizado hoy en día en Chile.

- Carlos Alberto Fuentealba Arias; 2008; Universidad Austral de Chile, Facultad de ciencias de la ingeniería, Escuela de construcción Civil; "Creación de un programa computacional en lenguaje PHP para el diseño asistido de muros de albañilería armada y confinada", Valdivia-Chile.

Y arriba a las conclusiones:

El programa computacional creado en esta tesis ha sido diseñado mediante algoritmos que permiten incluir todos los criterios de diseño de las normas chilenas de albañilería armada y confinada.

De este modo, este programa computacional es capaz de hacer los chequeos que disponen las normas antes mencionadas, además de calcular las enfierraduras que forman parte de los muros de albañilería armada y confinada. También es capaz de mostrar en forma gráfica las enfierraduras que éste es capaz de calcular.

La amplia gama de programas de diseño existentes en el mercado, como es el caso de **SAP2000, RAM ADVANSE, ETABS, CYPE**, etc., poseen módulos en donde es posible modelar muros de albañilería, siendo el único inconveniente el que los criterios de diseño que poseen estos programas **no incluyen los de nuestro país**.

Es aquí donde el programa computacional creado en esta tesis cobra significativo valor, ya que si aplicamos lo señalado en el párrafo anterior, podríamos decir que el programa computacional creado en esta tesis es muy particular.

Los resultados que entrega el programa computacional, en cuanto a esfuerzos admisibles están hechos en base a las enfierraduras recomendadas por el programa (que en la mayoría de los casos son mayores a las necesarias por cálculo) y no en cuanto a las enfierraduras necesarias por cálculo. Es por esto que en algunos casos, las relaciones entre los esfuerzos admisibles y de trabajo se alejan de 1 (diseño eficiente), bordeando 0.

Lo anteriormente dicho hace que los chequeos que efectúa el programa computacional sean más confiables y realmente se represente a la realidad.

En los resultados entregados (capítulos **VII** y **VIII**), se puede apreciar que es mucho más cómodo y ordenado realizar un diseño asistido de muros de albañilería, que realizarlo por la forma clásica (diseño a mano), ya que el diseño asistido otorga al usuario la posibilidad de ahorrar un tiempo considerable de horas – computador, además de refinar el diseño, ya que es posible cambiar las variable de entrada sin problema y volver a obtener los datos nuevamente, también permite al usuario crear una memoria de cálculo (en cualquier tipo de formato, ya sea en formato HTML, PDF, etc.) del trabajo efectuado, además el usuario tendrá la posibilidad de imprimir la memoria antes mencionada.

Otro punto interesante de mencionar, es la posibilidad que entrega este programa de cálculo para trabajar en forma simultánea desde distintos servidores, haciendo de él una potente herramienta de trabajo.

Además cabe destacar que este programa no necesita de una instalación tradicional en un PC, ya que se ejecuta desde un servidor externo, y solo basta con escribir la dirección de la página web, lo anteriormente dicho transforma así el diseño asistido en muros de albañilería en un diseño en línea innovador, en comparación al método clásico de diseño.

Con respecto al porcentaje de error que existe entre los ejemplos de bibliografía existente y los realizados con el programa computacional, se puede decir que el máximo porcentaje de error registrado es de un 12.89% (punto 9.3).

Estos porcentajes de error se deben principalmente al criterio de diseño utilizado por el ejemplo extraído de la bibliografía existente, ya que aquel ejemplo está basado en la norma NCh 1928 Of.86, en esta obviamente no se hacen todas las consideraciones de diseño que establece la NCh 1928 Of.93.

También otro factor importante a considerar en los porcentajes de error obtenidos, es el tipo de aproximación que considera el computador y el considerado por el ejemplo bibliográfico.

Con lo anteriormente dicho se puede concluir que el programa computacional realizado en esta tesis hace mucho más rápida la labor del calculista y con un porcentaje de error realmente bajo.

Todo lo antes dicho, se traduce en menos tiempo de cálculo y en definitiva más eficiencia (optimización de la solución) en el trabajo de un calculista.

- Victor Hugo Aguilar Vidal; 2013; Universidad Austral de Chile, Facultad de ciencias de la ingeniería, Escuela de construcción Civil; "Estimación de la resistencia al corte de muros de albañilería armada, estudio comparativo y uso de redes neuronales artificiales", Valdivia-Chile.

Y arriba a las conclusiones:

A partir de los resultados obtenidos en la presente investigación se puede concluir que:

1. Las redes neuronales artificiales son una herramienta válida para la predicción del corte de agrietamiento y el corte máximo de muros de albañilería armada.

En las modalidades estudiadas y para los rangos de las variables contenidos en esta investigación, fue posible predecir con gran precisión las resistencias antes mencionadas.

2. En base a la técnica de redes neuronales artificiales, se propusieron fórmulas alternativas para predecir el corte de agrietamiento y el corte máximo de muros de albañilería armada, las que incluyen en su formulación todas las variables identificadas como influyentes.

Las ecuaciones planteadas mostraron buena correlación y dispersiones acotadas frente a los datos experimentales disponibles.

3. Se realizó una evaluación preliminar de la normativa NCh1928 (2003), de la cual se concluyó que el nivel de seguridad de la aplicación de esta norma a la albañilería nacional es aceptable.

Por lo anterior, se recomienda que la norma NCh1928 (2003) sea revisada y actualizada.

De las normativas analizadas, los código de diseño canadiense (CSA S304.1-2004) y mexicano (IMNC, 2010), mostraron mejor correlación con los datos de resistencia máxima al corte reportados por fuentes chilenas, por lo que se sugiere utilizarlas como base para un mejoramiento de la normativa nacional actual.

Se recomienda incluir en el proceso de diseño de muros de albañilería armada un sismo moderado y un sismo severo, para así tener más información sobre los niveles de daño esperados.

2.1.2. Antecedentes nacionales

- El material más usado en la construcción de viviendas en el Perú según **Bonilla** (2016), es la albañilería y una de sus propiedades estructurales más importante es la resistencia a compresión.

Para conocer la resistencia a compresión de la albañilería ($f'm$) se construyen prismas o pilas, asentando unidades de albañilería una sobre otra con mortero, para después someterlas a ensayos de compresión axial.

Las pilas usadas en la investigación de **Bonilla** (2016), pueden tener diferentes alturas, dependiendo del número de unidades de albañilería que se use en su construcción; por este motivo se tienen diferentes relaciones altura–espesor del prisma (esbeltez).

La Norma Técnica Peruana de Edificación E.070 Albañilería, usa para fines estructurales pilas que tengan una esbeltez estándar igual a 5, como es imposible que todos los prismas tengan esta esbeltez, la norma establece coeficientes de corrección de $f'm$ por esbeltez (C_{ce}) para pilas que tengan esbelteces mayores que 2 y menores que 5.

Utilizando materiales, mano de obra y técnicas de construcción peruanas se hallaron de manera experimental los coeficientes de corrección de $f'm$ por esbeltez (C_{ce}).

Para esto, se ensayaron a compresión axial 72 pilas hechas con ladrillos de arcilla.

Estos coeficientes hallados por Bonilla (2016) fueron comparados con los coeficientes de las normas peruanas, extranjeras y con los coeficientes hallados de forma analítica usando el método de elementos finitos.

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

- En el presente trabajo de investigación de **Morante** (2008), se buscó mejorar la resistencia a fuerza cortante de la albañilería hecha con ladrillos de concreto.

Se utilizaron dos técnicas de construcción distintas a la recomendada por el fabricante, para tratar de incrementar la adherencia entre el mortero y los ladrillos.

Como patrón de comparación, se adoptó la técnica de construcción especificada por la empresa fabricante de los ladrillos de concreto y para medir la adherencia mortero-ladrillo se utilizó la prueba de compresión diagonal en muretes de albañilería.

Las técnicas de construcción utilizadas fueron:

- **Técnica A (Patrón):**

Limpieza de los ladrillos para luego asentarlos en seco con mortero en proporción volumétrica 1:4 (cemento-arena). Esta técnica fue empleada como patrón de comparación.

- **Técnica B:**

Similar a la técnica A para luego curar las juntas. El curado de las juntas se hizo con una brocha con agua después de 3 horas del asentado, durante 3 días.

- **Técnica C:**

Similar a la técnica A, pero se usó un mortero con cal en proporción volumétrica 1: 1/2: 4 (cemento-cal-arena).

Por cada técnica de construcción se ensayaron 4 pilas y 4 muretes. En total se construyeron 12 pilas y 12 muretes.

Además se emplearon 20 ladrillos para someterlos a ensayos de compresión, porcentaje de ranuras, variabilidad dimensional, alabeo, succión y absorción.

Como resultado de los ensayos hallado por **Morante** (2008), se comprobó que ninguna de las 3 técnicas sobresale de manera clara en valores de resistencia a compresión axial, pero en resistencia a compresión diagonal hubo ligeras diferencias, por lo tanto, fue el aspecto económico y la resistencia a compresión diagonal lo que definió a la técnica de construcción más adecuada.

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

- El trabajo de investigación presentado por **Araoz & Velezmoro** (2012), se presentó al momento de construir una vivienda uno de los factores más importantes es el económico, es por ello que muchas personas optan por construir sus viviendas con el material más barato, olvidando considerar la calidad de éste.

Así sucede en el Perú, donde existen numerosas viviendas informales construidas con ladrillos tubulares (pandereta), el más económico en el mercado, pero de uso prohibido en la Norma E.070 en muros portantes en las zonas sísmicas 2 y 3 por su fragilidad ante los sismos.

Estos ladrillos sólo se permiten en zonas de baja sismicidad y en viviendas de hasta 2 pisos, a pesar de esta prohibición existen viviendas de hasta 5 pisos en zonas de alta sismicidad y en gran cantidad, como lo revela la encuesta (Conferencia Internacional en Ingeniería Sísmica 2007, Salinas y Lázares 2007) realizada en los distritos de San Martín de Porres y los Olivos, Lima, donde se indica que el 57% del total de viviendas encuestadas (168 viviendas) están construidas con ladrillo pandereta.

Ante este problema según **Araoz & Velezmoro** (2012), se necesita tomar medidas preventivas para evitar el colapso de estas viviendas en caso ocurra un terremoto, como el terremoto de Pisco el 2007, donde muchas viviendas hechas con ladrillos pandereta colapsaron.

Como medida preventiva, en este proyecto se plantea reforzar a los muros de estas viviendas con malla electro soldada recubierta con mortero.

La efectividad de este reforzamiento, ha sido probada experimentalmente con éxito (San Bartolomé, 2007) en muros hechos con ladrillo del tipo King Kong con 40% de huecos, que habían quedado seriamente dañados por fuerza cortante en un ensayo de carga lateral cíclica previo.

En el proyecto de **Araoz & Velezmoro** (2012), se construyeron dos muros confinados a escala natural con ladrillos pandereta, uno del tipo tradicional y el otro fue reforzado externamente con malla electro soldada y tarrajeado con mortero. Los muros fueron sometidos a ensayos de carga lateral cíclica con desplazamiento lateral controlado.

Además se realizaron ensayos de clasificación de las unidades de albañilería; y la construcción y ensayos de cuatro pilas (a compresión axial) y cuatro muretes (a compresión diagonal), con la finalidad de obtener la resistencia característica a compresión axial de la albañilería simple ($f'm$), el módulo de la albañilería (E_m) y la resistencia característica a fuerza cortante pura de la albañilería ($v'm$).

La interpretación y conclusiones de estos ensayos son materia del presente trabajo de tesis.

Mediante el cual se encontró más estudios Nacionales relacionados al trabajo de Investigación presentado:

- Jonathan Gerardo Paredes Castro y David Jesús Caycho Pérez; Abril 2009; Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de ciencias e ingeniería; "Control de trituración de los ladrillos huecos en muros de albañilería confinada sujetos a carga lateral cíclica", Lima.

Y arriba a las conclusiones:

1. De acuerdo a los resultados obtenidos, la carga lateral aumenta a medida que los muros se encuentran dentro del comportamiento elástico, esto sucede mientras no se fisuren o no superen la resistencia de tracción por flexión, asociada a la primera fisura visible en los ensayos.

Para el muro tradicional, esta se presentó en la tercera fase y para el muro reforzado en la segunda fase.

A partir de este momento la carga lateral aumenta hasta alcanzar la resistencia máxima y a partir de ese punto decrece.

Al mismo tiempo se aprecia, que luego de la fisuración de los muros, la degradación de la rigidez es considerable, siendo en el caso del muro reforzado menor el porcentaje de degradación en comparación con el muro tradicional.

Por lo tanto, en esta primera comparación, el refuerzo resultó ser una buena alternativa para controlar la degradación de rigidez y resistencia.

De la misma manera se aprecia que la carga máxima soportada por el muro con refuerzo horizontal es mayor en 21% en comparación con la carga soportada por el muro tradicional, con lo se puede asegurar una mayor resistencia de estos muros.

2. De acuerdo al comportamiento de los muros durante los ensayos, el muro tradicional comenzó a presentar trituración de sus unidades antes de la fase 7, en la intersección de las diagonales, ubicado en la zona superior derecha de dicho muro, extendiéndose a los extremos e incrementándose el grado de trituración en la zona del cruce mencionado.

Por otro lado, el muro reforzado comenzó a presentar trituración de unidades en la fase 8, no en el cruce de las diagonales, sino más bien en el extremo superior izquierdo de la penúltima hilada, extendiéndose sólo a unas pocas unidades en el cruce mencionado y a dos unidades en el extremo superior derecho del muro.

Esto comprueba que el refuerzo realmente participó durante el ensayo, proporcionando ductilidad al muro, y así disminuyó la cantidad y el grado de trituración de las unidades de albañilería del muro.

Si bien con el uso de refuerzo horizontal se logró retardar la trituración de los ladrillos (lo que implicó un incremento de la capacidad de deformación inelástica de 55%), esta trituración se produjo en la fase 9 del experimento en varios ladrillos de la penúltima hilada, haciendo ineficiente el efecto del refuerzo horizontal.

Una manera de poder comprobar, que se pudo controlar la trituración de las unidades, a pesar que ambos muros presentan una gran cantidad de fisuras (siendo mayor la cantidad de grietas en el muro reforzado), es que el grosor máximo de grieta en el muro reforzado fue mucho menor que en el caso del muro tradicional.

Si bien las unidades de albañilería utilizadas presentan un porcentaje de huecos, que superan lo especificado por la Norma Técnica E.070, y no pueden ser utilizadas en muros portantes, por presentar un tipo de falla frágil.

3. El costo del muro reforzado fue aproximadamente 10% mayor que el muro tradicional, siendo la diferencia resultado no sólo del refuerzo adicional que se está colocando, sino que implica además tiempo en la colocación de los mismos, generando que el rendimiento de la construcción del muro disminuya en un 15% aproximadamente.

Esta diferencia en costo es contrarrestado por el mayor beneficio que se tiene en el incremento de la resistencia máxima y de la capacidad de deformación inelástica.

Por lo tanto, se comprueba que la adición de ladrillos taponados en zonas críticas del muro y el refuerzo horizontal atenúa el grosor de las grietas diagonales, controlando en cierta forma la trituración de las unidades huecas de albañilería, lo que mitiga la pérdida de resistencia y rigidez en los muros a un precio económicamente dentro de lo aceptable.

- Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno e Ing. Sabino Nicola Marque Ruiz; Junio 2005; Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de ciencias e ingeniería; "Recomendaciones técnicas para mejorar la seguridad sísmica de viviendas de albañilería confinada de la costa peruana", Lima – Perú.

Y arriba a las conclusiones:

- La mayoría de las viviendas de albañilería de arcilla de la costa peruana son construidas informalmente; es decir, que son construidas por los mismos pobladores, albañiles o maestros de obras.
- La mala situación económica del país es una de las razones importantes para que las personas de más bajos recursos económicos construyan sus viviendas de manera informal y sin importarles los peligros naturales que pueden afectar sus viviendas.
- De acuerdo a las encuestas realizadas, la mayoría de pobladores y albañiles no tienen conocimiento sobre cómo proteger los refuerzos de acero de las viviendas, esto trae consigo el problema de corrosión que pueden sufrir los aceros de refuerzo.
- La mayoría de viviendas informales se construyen por etapas y de acuerdo a las necesidades de los pobladores. Por lo general, el proceso constructivo dura más de 10 años.
- En la zona norte del país, en especial Trujillo, muchas viviendas han sido construidas con unidades de adobe y ladrillo de arcilla, el 20% de las viviendas analizadas mezclan en un muro unidades de adobe y de ladrillo de arcilla.
- Las unidades de arcilla usadas en la construcción son elaboradas de manera artesanal.
- Durante la construcción de las viviendas, los pobladores no controlan la dosificación y mezclado del concreto.

Esto origina que el concreto no logre la resistencia a compresión recomendada.
- Existe un desconocimiento casi general sobre el curado en los elementos de concreto armado.

- Un factor determinante para el peligro sísmico es la ubicación de las viviendas, las viviendas ubicadas sobre suelos blandos y en zonas con pendientes pronunciadas presentaban mayores problemas (como por ejemplo fisura en muros) que las viviendas ubicadas en suelos firmes y en zonas llanas.
- Existe la mala tendencia de construir muchos muros en la dirección perpendicular a la calle y pocos muros en la dirección paralela, esto genera que en una de las direcciones la vivienda no tenga adecuada densidad de muros.
- Un factor determinante que afecta la vulnerabilidad sísmica de las viviendas es la escasa densidad de muros, el 61% del total de viviendas analizadas no tiene adecuada densidad de muros al menos en una de sus direcciones principales.

Esto implica que estas viviendas estarán más propensas a que sufran daños durante la ocurrencia de sismos raros (0,4g).

- El 72% de las viviendas informales analizadas tiene vulnerabilidad sísmica alta, el 18% vulnerabilidad sísmica media y el 10% vulnerabilidad sísmica baja.

Es decir solo el 10% de las viviendas han sido construidas adecuadamente.

- El 40% de las viviendas autoconstruidas analizadas tiene peligro sísmico alto, el 60% peligro sísmico medio.
- El 84% de las viviendas informales analizadas de la costa peruana tiene riesgo sísmico alto, el 16% riesgo sísmico medio, esto implica que ante un evento sísmico raro (0,4g) el 84% de éstas viviendas podrían colapsar.
- El 28% de las viviendas analizadas presenta una mano de obra de mala calidad, el 60% presenta una mano de obra de regular calidad. Solo el 12% presenta mano de obra de buena calidad.

Esto demuestra que la mano de obra usada en la construcción de viviendas informales no es la adecuada.

- El 83% de las viviendas analizadas han sido construidas sin dejar juntas sísmicas respecto a las viviendas contiguas.

- El 21% de las viviendas analizadas tiene muros portantes de ladrillos panderetas, en algunos casos toda una segunda planta ha sido construida con ladrillo pandereta.
- El 49% de las viviendas analizadas tiene tabiquería no arriostrada. Estos tabiques durante un sismo fallarán por volteo.
- El 30% de las viviendas analizadas tiene grietas en los muros, las grietas en los muros han sido caudadas en mayoría por asentamientos diferenciales.
- La mayoría de auto constructor no realiza una supervisión sobre la colocación de las instalaciones sanitarias, el 26% de las viviendas encuestadas tiene presencia de humedad en sus muros, generalmente causado por fugas de agua de las tuberías.
- Yasser Leonardo Iparraguirre Cieza; Julio 2014; Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de ciencias e ingeniería; "Comportamiento sísmicos de muros de albañilería confinada tipo Haití, ensayo de carga lateral y vertical", Lima.

Y arriba a las conclusiones:

- **UNIDAD DE ALBAÑILERÍA**

A pesar de ser elaborada con una mezcla pobre en cemento, la resistencia que alcanzó la unidad fue mayor a la mínima exigida por la Norma E.070; teniendo un valor de $f'b = 9.21$ MPa aproximadamente.

Dentro de las características adicionales del bloque está su elevado peso (20 kilos aprox.), lo cual lo hace muy rígido y difícil de transportar, más aún con los alveolos llenos.

- **MORTERO**

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

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

- **CONCRETO**

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

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

- **PRISMAS DE ALBAÑILERÍA-PILAS**

- **RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL ($f'm$)**

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

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

- **MÓDULO DE ELASTICIDAD (E)**

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

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

- **TIPO DE FALLA**

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

- **PRISMAS DE ALBAÑILERÍA-MURETES**

- **RESISTENCIA A CORTE PURO ($v'm$)**

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

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

▪ **MÓDULO DE CORTE (G)**

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

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

▪ **TIPO DE FALLA**

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

○ **CONSTRUCCIÓN DE MUROS**

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

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

Se logró una perfecta adherencia entre las columnas y vigas de confinamiento con el muro de bloques, esto se refleja en mejoras sustantivas del comportamiento sísmico de los muros confinados, con respecto a los pórticos rellenos con mampostería.

○ **RIGIDEZ LATERAL (K)**

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

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

○ **MÓDULO DE CORTE (G)**

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

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

○ **ROTURA DIAGONAL (V'm)**

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

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

○ **CARGA MÁXIMA SOPORTADA**

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

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

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

○ **COMPORTAMIENTO DE LOS MUROS**

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

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

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

○ **PESO VOLUMÉTRICO**

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

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

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

- Luis Miguel Alexis Hernández Pinedo; Julio 2012; Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de ciencias e ingeniería; "Diseño estructural de un edificio de vivienda de albañilería confinada", Lima.

Y arriba a las conclusiones:

○ El pre dimensionamiento estructural, se basa en recomendaciones fundadas en información recopilada en experiencias de construcción. Al emplearlas en esta tesis, se ha podido comprobar que son herramientas de gran aporte para todo tipo de estructuras, incluidas viviendas económicas actuales.

Las verificaciones de las características iniciales de los elementos nos dan una buena base para el cálculo de los metrado posteriores.

○ La distribución de muros de albañilería en la estructura tuvo que ajustarse a la geometría en planta para no generar efectos de torsión ante la posibilidad de un sismo.

La simetría es fundamental para la eficiencia del edificio en cuanto a costo y comportamiento sísmico.

○ Para obtener la distribución final de muros de albañilería y placas de concreto armado, se tuvo que iterar sus ubicaciones hasta que, las fuerzas producidas por el análisis sísmico sean soportadas.

Se concluyó que el mejor comportamiento sísmico se encontró al ubicar las placas de concreto armado en el centro de la estructura como un núcleo rígido.

- En el análisis sísmico se empleó el coeficiente de reducción sísmico $R = 6$ como base del análisis.

Es importante recalcar que, dicho factor se comprobó posteriormente comparando la resistencia sísmica absorbida por las placas estructurales versus el cortante total en la base, cuyo valor requerido por la norma asciende al 80%.

- Dentro de los métodos posibles de diseño de placas estructurales, se consideró el del diagrama de interacción como el más indicado versus el uso de tablas con cálculos empíricos.

Se comprobó que el manejo de datos y su tabulación permitieron obtener resultados más exactos.

- La cultura de construcción informal que nos rodea actualmente, tiende a levantar alféizares y tabiques de albañilería sin elementos de arriostre (columnetas y vigas soleras).

Al realizar el cálculo de diseño por carga sísmica perpendicular al plano en esta tesis, se comprueba la importancia del arriostramiento como fuente vital de la resistencia de estos elementos.

- La losa de cimentación calculada con el programa SAFE representa mejor el comportamiento pues incluye en el modelo a las uñas de concreto.

El acero total calculado es superior en 10% al calculado con el SAP 2000; sin embargo, tiene una distribución más uniforme al componerse de dos mallas del mismo diámetro e iguales distanciamientos a lo largo de toda el área, mejorando el proceso constructivo de esta etapa.

- Milagros del Rocio Chávez Bolívar; Noviembre 2011; Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de ciencias e ingeniería; "Análisis de la etapa de albañilería de acabados en una edificación de vivienda", Lima.

Y arriba a las conclusiones:

1. El plazo de ejecución real para la Torre 1 fue de 204 días útiles, mientras que para la Torre 2 el plazo fue de 183 días útiles, lo cual representa un plazo 10% menor de ejecución.

2. Comparando los plazos de ejecución de cada partida en ambas torres (Tabla 1), notamos que en la mayoría de las partidas, el plazo en la Torre 2 fue menor que en Torre 1.

Las diferencias de plazos para cada partida son variables y no obedecen ningún patrón.

Sin embargo, al analizar el Gráfico 2, es posible observar que en la Torre 2 se manejaron plazos similares en las partidas, gracias a lo cual podemos concluir que una razón importante por la que el plazo en la Torre 2 fue menor, es debido a que se logró que todas las partidas avancen a un ritmo similar.

Para lograr que todas las partidas avancen al mismo ritmo, es necesario entender la importancia de la interrelación de unas con otras, donde el planteamiento y análisis durante el departamento piloto fue de gran ayuda.

3. El ordenamiento de partidas definido para la Torre 2 fue más eficiente que el de la Torre 1, porque se lograron menos re trabajos.

Para edificios de características similares debería considerarse programar la segunda mano de pintura en paredes y la colocación del papel mural como últimas actividades.

4. En ambas torres se logró ganar un importante número de días adelantando el ladrillo de fachada para iniciar lo antes posible el tarrajeo exterior.

5. El sistema de trepas colgantes utilizado en ambas torres para el tarrajeo exterior fue de gran ayuda y es totalmente recomendable sobre todo por la seguridad que ofrece al equipo de encofradores, tener una plataforma inferior.

Para los demás paños, en la Torre 1 se utilizaron los andamios Peri que se arman una sola vez y se izan con la grúa, mientras que para la Torre 2 se utilizaron andamios Ulma convencionales, es decir que se arman y desarman.

Los plazos obtenidos para tarrajeo exterior fueron similares en ambas torres, debido que en la Torre 1, la restricción no fue el tiempo de armado y

desarmado de andamios, sino la disponibilidad de la grúa, que debía atender al mismo tiempo la estructura de la Torre 2.

Por lo tanto el sistema de andamios Peri que se izan, es recomendable solo si se cuenta con una grúa que cubra al 100% los movimientos de los andamios.

6. Durante la etapa de acabados dependemos de muchos subcontratistas, los cuales muchas veces no avanzan al mismo ritmo que nosotros, porque no poseen conocimientos de productividad y planeamiento.

Es por eso, que, para lograr los plazos planteados, durante toda la obra debemos guiarlos y ayudarlos a desarrollar herramientas de control y gestión, de modo que el subcontratista crezca en conocimiento al mismo ritmo que la empresa.

Es importante desde el inicio, que cada subcontratista tenga un capataz responsable en obra con quien coordinar el avance diario y por medio del cual integrar a toda la cuadrilla a las políticas de la empresa.

Así mismo, debemos asegurarnos que cada subcontratista conozca la interrelación de su partida con las demás, y la importancia de culminar su partida en el plazo esperado para que las demás partidas también lo hagan y lograr la meta trazada.

- Omar Roberto Chávez Lobaton y Francisco Pedro Seminario Ruiz; Diciembre 2014; Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de ciencias e ingeniería; "Comparación del comportamiento sísmico entre un muro de albañilería armada y otro de albañilería de junta seca utilizando bloques de concreto vibrado", Lima.

Y arriba a las conclusiones:

○ **UNIDADES DE ALBAÑILERÍA**

- Los bloques de concreto vibrado KINGBLOCK 14x19x39 clasificaron como de tipo P, es decir apto para ser usado en la construcción de muros portantes de Albañilería Armada.

Los bloques cumplieron con todos los requisitos impuestos por la Norma E.070 de variación dimensional y resistencia a compresión (f'_{b}).

- En muros de albañilería de Junta Seca, es preferible que las unidades tengan algún tipo de machihembrado que sirva como una conexión más firme entre bloques durante el apilamiento de estos.
- Un inconveniente que se observó para la albañilería de Junta Seca es que la ausencia de mortero en la junta vertical de cada bloque, hace que exista un desfase en la modulación del muro. Esto se transmite en sobrantes de algunos milímetros en las caras laterales que pueden ser ocultados con el tarrajeo.
- En Perú se construye muy poco con albañilería armada de junta seca, usando bloques sílico-calcareos, mientras que en países industrializados como Japón, se usa albañilería similar para un avance más rápido de la obra.

○ **PRISMAS DE ALBAÑILERÍA**

- El procedimiento de construcción de los prismas de albañilería, sigue el mismo patrón para la construcción de los muros de albañilería armada tradicional y de junta seca, con la única diferencia en que los alveolos son rellenos de grout sin la presencia de barras de refuerzo y debido a esto, se recomienda estudiar las características que estos prismas presentan durante la etapa de construcción y ensayo, ya que nos muestran la tendencia del comportamiento de cada tipo de albañilería.
- Los resultados del ensayo de resistencia a compresión (f'_{m}) en pilas arrojan resistencias características de 88 kg/cm² y 92 kg/cm² para la albañilería armada de junta seca y tradicional, respectivamente.

Estos valores resultan próximos a los que la Norma E.070 establece ($f'_{m}=95$ kg/cm²). La falla predominante fue la de grietas verticales producidas por la expansión lateral del grout.

- En los resultados de resistencia a compresión (v'_{m}) en muretes se obtuvieron valores menores a los establecidos por la Norma E.070 (9.7 kg/cm²), siendo estos 4.0 kg/cm² y 8.0 kg/cm² en la albañilería armada de junta seca y tradicional respectivamente.

En el primer caso, se debe a que no hay suficiente adherencia entre las unidades, siendo la delgada pasta de cemento la que toma la fuerza cortante.

La falla predominante fue escalonada en la de junta seca y mixta en la tradicional.

- Se recomienda instrumentar los prismas para poder hallar los módulos de elasticidad y corte, en este ensayo se usaron las expresiones brindadas por la Norma E.070: $E_m = 700f'_m$ y $G_m = 0.4E_m$.

○ **CONSTRUCCIÓN DE LOS MUROS**

- La construcción de los muros presentó un inconveniente en el momento de asentado de bloques.

Estos resultaron ser bastante disparejos, lo que ocasionó que el muro presentara una cierta curvatura a lo largo de su eje, la cual fue corregida por el acomodo de los bloques con el mortero.

Sin embargo, este problema resultó perceptible en el muro de albañilería armada de junta seca, con lo cual se puede inferir que estos bloques, por su irregularidad, no son precisos para este tipo de albañilería y podría provocar su rechazo.

- La dosificación del grout teórica presentó problemas de trabajabilidad, por lo que podría ocasionar que no se rellenen los alveolos en los cuales se encontraba el fierro, generando cangrejeras y que no se desarrolle la adherencia necesaria entre ambos.

Esta mezcla se optimizó manteniendo la relación agua-cemento pero aumentando proporcionalmente ambas cantidades en peso hasta conseguir la consistencia necesaria.

- Se recomienda el uso de la línea Bloques de concreto de UNICON, una de las ventajas que se obtienen de usarlos es que vienen en piezas medias.

Debido a esto, no se vio la necesidad de realizar ningún retaceo de estos bloques durante la construcción de los muros, con lo cual se sigue la línea que se quieren en cuanto a la velocidad de ejecución de la construcción de ambos muros.

○ **COMPORTAMIENTO DE LOS MUROS**

- Las fisuras que aparecieron en ambos muros cuando estos eran ensayados en las fases establecidas, presentan relación con las características vistas en las grietas de los muretes para ambas técnicas de albañilería estudiadas.

Estas correspondieron a una falla escalonada en la albañilería armada de junta seca y una falla mixta a la albañilería armada tradicional.

- Se concluye que la falla en ambos muros sucedió por flexión en los talones que derivó en deslizamiento de la base, los talones y la base de los muros terminaron triturados pero sin presencia de pandeo en los fierros de los extremos.

Sin embargo, esta falla se dio después de la deriva reglamentaria (0.005) comprendida en la fase 7, con lo cual satisface el propósito de la presente investigación.

- Ambos muros presentaron deslizamiento en la fase 9. El muro M2, de albañilería armada tradicional a pesar de presentar mayores fisuras en las primeras fases, se reconoce que soportó de mejor forma el efecto de flexión.
- Se recomienda realizar trazos verticales desde la base de la cimentación hasta la primera hilada del muro para llevar un mejor control de la falla por deslizamiento.

Durante el ensayo, no se pudo identificar el ciclo en el cual los muros empezaron a deslizarse ya que si no se usan tales trazos, en el inicio de la falla, el movimiento resulta imperceptible.

○ ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

- El muro de albañilería armada de junta seca presentó una rigidez lateral elástica de 8995 ton/m, que resultó 13.5% menor a la obtenida del muro de albañilería armada tradicional (10400ton/m).

Esta diferencia se le puede atribuir a la presencia del mortero fino en las juntas bruñadas y en consecuencia, a la pequeña variación de largo y altura de los muros.

- Ambos muros presentaron una similar resistencia a tracción por flexión (12 kg/cm²). Este valor resulta cercano al referencial para muros de albañilería armada (10 kg/cm²).
- El muro de albañilería armada de Junta Seca obtuvo un valor de carga asociada al agrietamiento diagonal de 11.5 ton aproximadamente.

El muro de albañilería armada tradicional tuvo un valor de carga aproximado de 14 ton.

Este último valor se aproxima más a la carga de agrietamiento diagonal de la Norma E.0.70 (13.4 ton).

- En ambos casos se puede concluir que los muros tuvieron un buen comportamiento ya que no presentaron ningún tipo de falla al superar la fase 7, la cual correspondía al límite de reparación (deriva inelástica de 0.005).

En las fases siguientes, al incrementarse los desplazamientos inducidos, se presentaron fallas no deseables como deslizamiento y trituración de los talones.

- La carga máxima obtenida para el muro de Junta Seca resultó ligeramente menor (16%) en comparación a la del muro tradicional.

Cabe señalar que se comparó la envolvente de lazos histeréticos más favorable para el sistema tradicional y la más desfavorable para el sistema de Junta Seca debido a que se contaba con solo un espécimen de cada tipo.

En consecuencia, se puede concluir que el sistema de Junta seca puede ser aplicado ya que ofrece ventajas económicas y constructivas a cambio de una ligera reducción de su resistencia. Dado que solo se ensayó un muro de cada tipo, se recomienda continuar con ensayos similares.

○ **ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO**

- La albañilería armada de junta seca, a pesar de emplear una pasta de cemento entre sus juntas, resulta más económica que la albañilería armada tradicional.

Al ser los bloques de concreto tipo alveolares, el área de asiento es bastante menor que los macizos, con lo que existen grandes mermas en el mortero, las que han sido cuantificadas en un 5%; sin embargo, estas mermas podrían ser inclusive mayores dependiendo de la magnitud de la construcción y a la experiencia de la mano de obra.

- La albañilería armada tradicional necesita de encofrados y de un zócalo para un mejor acabado en la zona de las ventanas de limpieza, por lo que su costo se ve aumentado frente a la albañilería armada de junta seca.

- Con respecto a las actividades de asentado de bloques y al vaciado de Grout, la albañilería armada resulta 17 % más cara que la albañilería armada de junta seca realizada en el laboratorio de estructuras; sin embargo, si la comparamos con la albañilería armada de junta seca hipotética (bloques especiales pensados para la junta seca), resulta 72% más cara que esta.

Por lo que efectivamente, se presenta un ahorro muy representativo si es que se aplica la albañilería armada de junta seca con bloques especiales para su empleo.

- Harold Bolaños Luna y Miguel Ángel Moreno Alvan; 2007; Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería; "Ensayo de Carga Lateral Cíclica en Muros Portantes Placa P-14", Lima.

Y arriba a las conclusiones:

- **Placa P-14**

- La placa P-14 clasificó de acuerdo a la Norma E.070 como un bloque tipo P, apto para ser empleado en la construcción de muros portantes, cumpliendo con todos los requisitos de variación dimensional, absorción y resistencia a la compresión.

- La alta succión que presentó el bloque (54 gr/200cm²-min) es correcta, puesto que el grout necesita perder agua para lograr una resistencia adecuada y transmitir su material cementante hacia los bloques, de tal modo que estos materiales logren integrarse.

- **Proceso Constructivo**

- Al no emplearse mortero en las juntas y ventanas de limpieza, requeridos en la albañilería armada tradicional, la mano de obra se reduce considerablemente, además, al emplearse un proceso de apilamiento de bloques, no se requiere capacitar mayormente a los obreros.

- Debido a que el muro no requiere de tarrajeo, sino tan solo de un empaste, los costos disminuyen significativamente.

- La velocidad de construcción es mucho mayor que la correspondiente a los muros de concreto ya que no existen partidas de encofrado, desencofrado y curado de muros.

Tampoco se presentan las fisuras que suelen generarse en los muros de concreto por contracción del secado, ni problema de segregación ya que el sistema P-14 utiliza grout fino (sin piedras).

- El peso volumétrico de la albañilería P-14 fue 2 Ton/m³.

- No se detectaron problemas de cangrejeras, incluso pudo observarse que el grout penetró en el interior de las 12 perforaciones de la placa P-14, por lo que hubiese sido conveniente que estas perforaciones traspasen la base del bloque para lograr una mayor adherencia con el bloque inferior.

- No se presentaron problemas por traslape del refuerzo vertical, pese a que el 100% del traslape se hizo en la misma sección transversal.

- **Comportamiento de la albañilería Simple P-14**
 - Las pilas ensayadas a compresión presentaron resistencias sumamente bajas ($f'm = 40 \text{ Kg/cm}^2$), posiblemente eso se deba a la gran esbeltez que tuvieron (por encima del valor máximo especificado por la Norma E.070).

 - Los muretes ensayados a compresión diagonal presentaron resistencia a corte puro muy bajos ($V'm = 1.74 \text{ Kg/cm}^2$) desprendiéndose los bloques. Esta forma de falla no se dio en los muros debido a que los bloques estuvieron conectados por el refuerzo.

- **Módulo de Elasticidad (E) y Módulo de Corte (G)**
 - El módulo de elasticidad (E) y de corte (G) obtenido en los ensayos de los prismas (pilas y muretes), no fueron representativos, por los problemas indicados en 8.1.3.

 - En base a conocer la rigidez lateral de los muros, pudo obtenerse el módulo de elasticidad de la albañilería P-14 proponiéndose adoptar: $E = 65,000 \text{ Kg/cm}^2$, con $E/G = 2.5$.

- **Comportamiento a Carga Lateral**
 - El comportamiento a carga lateral cíclica para una falla por corte, fue bastante similar a los sistemas convencionales de albañilería armada, confinada y muros de concreto armado, es decir, los lazos histeréticos cortante–desplazamiento fueron finos y degradantes en rigidez lateral, produciéndose la degradación de resistencia solo cuando los talones fallaron por compresión.

- La trituración de los talones para el muro M-1 (sin zunchos) se inició para una distorsión angular de 0.0014, menos que la especificada como límite máximo por la Norma Sísmica E.030 (0.005), por tanto, era necesario confinar al talón.

- Cuando se confinó al talón con zunchos discretos (muro M-2), el comportamiento inelástico mejoró notoriamente llegándose a alcanzar una distorsión de 0.008, 60% mayor al límite máximo de la Norma E.030, luego se produjo una fuerte degradación de resistencia al triturarse el talón. Debe indicarse que estos zunchos son más económicos que el uso de planchas pegadas por epóxico al bloque.

- El tipo de falla obtenido en los muros ensayados fue principalmente por fuerza cortante, por tanto, es necesario analizar el comportamiento de los muros P-14 ante una falla por flexión, que es la adoptada en la Norma de Albañilería E.070, para los sistemas de albañilería armada.

- Al obtenerse resistencia al corte puro ($v'm = 1.74 \text{ Kg/cm}^2$) muy baja en los muretes, no pudo producirse la carga de agrietamiento diagonal de los muros especificados por la Norma E.070 ($V'm = 0.5 * v'm * a * t * L + 0.23P$).

- Jorge Daniel Bernardo Acuña y Mario Fernando Peña de la Cuba; Marzo 2009; Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de ciencias e ingeniería; "Efectos del peralte de las columnas en el comportamiento sísmico de los muros de albañilería confinada", Lima.

Y arriba a las conclusiones:

○ **DEL ESTUDIO POR ELEMENTOS FINITOS**

- Del Análisis por Elementos Finitos se determinó que el muro M2 (con columnas de 40cm de peralte) era 17% más rígido lateralmente que M1 (con columnas de 20cm de peralte).

- Para una fuerza lateral determinada, el máximo esfuerzo cortante se presentó en el muro M1; sin embargo, estos esfuerzos se distribuyeron principalmente en la zona central de M1, mientras que para el caso de M2 estos esfuerzos se distribuyeron de manera constante en prácticamente toda la sección transversal de la albañilería.

- Al ubicarse la interfase columna-albañilería de M2 más cerca al centro del muro, donde los esfuerzos cortantes son máximos, se origina una tendencia al

desgarre en la interfase que se produciría desde la zona superior cercana a la viga solera hacia abajo.

- Similares observaciones se desprendieron al analizar los esfuerzos de tracción, pues se registraron mayores esfuerzos de este tipo en la zona superior de la interfase del muro M2, mientras que en M1 se registraron inclusive esfuerzos de compresión (En la tabla 2.4 se colocó a estos esfuerzos como NP).
- El mayor desplazamiento horizontal relativo en las interfase columna-albañilería se registró en el muro M2 (85% mayor que en M1), lo que indicaría que existe una tendencia al desgarre desde la parte superior de la interfase hacia abajo.
- En síntesis, el análisis teórico indicó que el muro M2 era más propenso que M1 a que se desarrolle una grieta vertical en la interfase columna-albañilería.

○ **DEL PROCESO CONSTRUCTIVO**

En la construcción de los especímenes de ensayo se presentaron algunos errores que no perjudicaron los fines del estudio:

- Las vigas de cimentación se construyeron 7cm más altas que las planteadas originalmente.

Esto se compensó añadiendo más altura a los muros, para que el centroide de la viga solera coincidiera con el eje del actuador.

- En la construcción del muro M1, luego del desencofrado de una de las columnas, se observó una cangrejera de considerable tamaño, debido probablemente a que la mezcla introducida no fue lo suficientemente fluida.

La solución planteada por el asesor fue vaciar una mezcla de concreto fluido empleando un encofrado en forma de embudo.

Luego de realizado los ensayos se pudo constatar que esta solución tuvo resultados satisfactorios.

- En evaluaciones post ensayo se descubrió la existencia de una cangrejera interna en la zona superior de la interfase de la derecha columna-albañilería del muro M2.

Durante el ensayo se produjo una separación en esa interfase, producto de la debilidad de esa zona y de la concentración de esfuerzos que facilitó la fisura.

Esto obligó a descartar una de las ramas de la gráfica carga-desplazamiento lateral del muro M2.

- Se produjo también la trituración del talón izquierdo del muro M2, esto se debió también a la presencia de otra cangrejera interna.

- **DE LOS ENSAYOS DE LOS ESPECIMENES**

- El muro M2 tuvo una resistencia 34% mayor que M1, estos resultados eran de esperarse dada las características estructurales de los muros.

- En M2 el área de concreto ocupó el 33% del área de sección total del muro, mientras que en M1, ocupó solamente el 17%.

En cuanto a la rigidez lateral, la carga de agrietamiento diagonal y la fisuración de tracción por flexión se observó comportamientos similares, es decir los valores calculados para M2 fueron mayores que para M1.

- De las observaciones realizadas durante los ensayos (tabla 8.4), como también de las gráficas ploteadas (Fig. 9.6); se puede decir que una mayor inercia en las columnas de confinamiento, permite controlar de manera más adecuada la aparición y desarrollo de grietas en la albañilería.

- De los registros de los desplazamientos horizontales relativos en las interfaces columna albañilería, se puede decir que no existe una tendencia al desgarre, pues el muro M1 registró mayores desplazamientos que M2, contrario a lo que esperaba teóricamente.

La separación en la interfase de la columna derecha de M2 y la trituración del talón izquierdo de M2 fue producto de la existencia de cangrejas internas en esas zonas y de la concentración de esfuerzos.

- Tanto de los registros de desplazamientos horizontales relativos entre columnas como del análisis por elementos finitos, se pudo determinar que el muro M1 trabajó en mayor medida a flexión, mientras que M2 trabajó preferentemente a corte.

- En estudios anteriores (Antonio Zeballos, Ángel San Bartolomé y Alejandro Muñoz, Ref.6) se determinó que las fallas en los muros de albañilería confinada guardan estrecha relación con la esbeltez.

En nuestro caso los muros estudiados fueron de forma cuadrada y dado los resultados de este estudio, se propone realizar variaciones en la esbeltez para investigar su influencia sobre el parámetro "peralte de las columnas de confinamiento".

- Krishan Barr Rosso y Cesar Arturo Pineda Beltrán; Setiembre 2011; Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de ciencias e ingeniería; "Control de la trituración de los ladrillos huecos mediante malla de refuerzo en muros de albañilería confinada sujetos a carga lateral cíclica", Lima.

Y arriba a las conclusiones:

Las conclusiones que se vierten en este trabajo se encuentran limitadas por la poca cantidad de especímenes ensayados; sin embargo, constituyen un indicio de la mejora sustancial que se obtuvo al reforzar con malla electro soldada (muro M2) a un muro portante confinado, que se había construido con ladrillos huecos (muro M1), prohibidos por la Norma E.070 (Ref.1), dado su pésimo comportamiento sísmico.

Para un mejor entendimiento de estas conclusiones, debe remarcarse que ambos muros tuvieron las mismas características, con la excepción de que en ambas caras de M2 se adicionó la malla recubriéndola con mortero 1:4.

1. De acuerdo a la Norma E.070 (Ref.1), la unidad de albañilería empleada en este proyecto calificó como tipo V, pero con 46% de huecos.

Este tipo de ladrillo sólo puede utilizarse en la construcción de muros portantes confinados cuando se demuestra que la albañilería se comporta elásticamente ante los sismos severos.

2. La albañilería simple hecha con ladrillos huecos y mortero 1:4, tuvo una resistencia a compresión axial $f'm = 78 \text{ kg/cm}^2$ y a corte puro $v'm = 7.2 \text{ kg/cm}^2$, mostrando en los ensayos de ambos casos la trituración de los ladrillos huecos.

3. En el ensayo del muro M1 (sin malla), pudo verificarse la razón por la cual en la Norma E.070 se prohíbe el uso de ladrillos huecos en la construcción de muros portantes confinados.

La trituración de los ladrillos huecos ocurrió después de haberse formado las grietas diagonales, causando una gran degradación de la resistencia a fuerza cortante, problema que también fue notado en las Refs. 5 y 6.

4. La trituración de los ladrillos huecos fue mucho mayor cuando se sometió al muro M1 a un ensayo armónico ($f = 2$ Hz), con un desplazamiento lateral (15mm) menor al máximo empleado en el ensayo estático previo (20mm), y la trituración hubiese sido aún en mayor grado si M1 hubiese estado sujeto a carga vertical.

5. El muro patrón M1 fue diseñado de acuerdo a las especificaciones de la Norma E.070 (exceptuando el uso de ladrillos huecos), y los errores en la predicción teórica de su rigidez lateral, carga de fisuración en tracción por flexión y carga de agrietamiento diagonal fueron pequeños: 22%, 8% y 16%, respectivamente.

6. El refuerzo adicional empleado en el muro M2 (malla electro soldada recubierta con mortero), incrementó el grosor efectivo del muro en 48%.

Esto hizo que se incremente la resistencia al corte, modificando el tipo de falla: de una falla por corte en M1 a una falla por flexión en M2.

7. El mayor espesor (48%) de M2 sobre M1 hizo que su rigidez lateral inicial, la carga asociada a la fisura de tracción por flexión, la resistencia al agrietamiento y la resistencia máxima sean 65%, 77%, 50% y 48%, respectivamente, mayores.

Sin embargo, las resistencia unitarias de M2 y M1 fueron prácticamente las mismas; esto corrobora lo indicado en la Ref.1, donde se dice, que, el grosor del tarrajeo se considera en el cálculo del espesor efectivo de la albañilería, siempre y cuando éste se aplique sobre una malla debidamente conectada al muro, de otra forma, el tarrajeo podría desprenderse por las vibraciones que origina el sismo.

8. La resistencia máxima a flexión del muro M2 pudo ser predecida con 10% de error.

9. Las fisuras diagonales que se formaron en M2 (cuya falla fue por flexión), fueron muy finas al ser controladas por la malla electro soldada, esto evitó la trituración de los ladrillos huecos, cumpliéndose así el objetivo principal del proyecto, problema que se atenuó medianamente cuando se usó solo refuerzo horizontal (Ref.5).

10. En ambos muros, la degradación de la resistencia máxima se inició a partir de la fase 8 del ensayo, para una deriva de 0.006, 20% mayor que la máxima deriva (0.005) permitida por la Ref.2.

En el caso del muro M1 (falla por corte) la degradación de resistencia se debió a la trituración de los ladrillos huecos, mientras que en M2 (falla por flexión), se debió a la formación de una grieta vertical en la columna izquierda, que hizo que su refuerzo vertical interno pierda adherencia.

Lo último es menos grave que lo primero, dado que la albañilería triturada de M1 no podría soportar cargas verticales, mientras que la albañilería de M2 quedó con leves fisuras. En el capítulo 11 se presentan alternativas para controlar la grieta vertical que se produjo en la columna de M2.

11. El reforzamiento empleado en este proyecto, podría aplicarse en las edificaciones existentes hechas con ladrillos huecos, con baja densidad de muros. El costo se incrementaría en un 21%, pero los beneficios estructurales serían mucho mayores.

- Paola Diana Angles Pari; Mayo 2008; Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de ciencias e ingeniería; "Comparación del comportamiento a carga lateral cíclica de un muro confinado con ladrillos de concreto y otros con ladrillos de arcilla", Lima.

Y arriba a las conclusiones:

○ **UNIDADES**

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

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

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

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

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

○ **PRISMAS DE ALBAÑILERÍA**

- La resistencia a compresión ($f'm$) fue similar tanto para las pilas construidas con ladrillos de arcilla como para las hechas con ladrillos de concreto.
- La resistencia a corte puro ($v'm$) de muretes construidos con ladrillos de arcilla fue 69% mayor que los hechos con ladrillos de concreto.

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

○ **CONSTRUCCIÓN DE LOS MUROS**

- La conexión a ras mejoró la conexión columna – albañilería en los dos muros confinados, evitándose problemas que muchas veces se presentan en la conexión dentada tradicional: cangrejeras bajos los dientes, rotura de dientes al compactar el concreto de las columnas. Adicionalmente, los chicotes colocados en los extremos de la albañilería, cada dos hiladas, permitieron que el desplazamiento en la conexión columna – albañilería, sea menor de 1mm.
- La técnica de asentado de ladrillo aplicando mortero máximo en una extensión de 80cm, resultó efectivo, ya que se originaron muy pocas fisuras horizontales.

○ **RIGIDEZ LATERAL**

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

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

○ **RESISTENCIA A TRACCIÓN POR FLEXIÓN**

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

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

○ **CARGA DE AGRIETAMIENTO DIAGONAL (V'm)**

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

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

○ **CARGA MÁXIMA**

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

○ **COMPORTAMIENTO DE LOS MUROS**

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

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



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

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

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

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

- **PESO VOLUMÉTRICO**

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

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

- **COSTOS**

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

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

- Ángel San Bartolomé y Miguel Angel Torres; Pontifica Universidad Católica Del Perú; "Procedimientos simples para incrementar la resistencia al corte en la albañilería construida con bloques de concreto vibrado".

Y arriba a las conclusiones:

- El bloque de concreto vibrado clasificó como tipo P, según la Ref.1, con lo cual, puede ser utilizado en la construcción de muros portantes de albañilería armada.

- La succión que presentó el bloque, superó al límite máximo especificado por la Ref.1 (20 gr/200cm²–min).

Por esta razón, y además porque los bloques de concreto deben asentarse en seco, se utilizó cal en el mortero para proporcionarle retentividad.

- El empleo de juntas completas de mortero abarcando toda la superficie de asentado de los bloques (Técnica 2), más el curado de las juntas de mortero (Técnica 3) y más el curado de la albañilería (Técnica 4), incrementó la resistencia característica a fuerza cortante de los muretes (v'm) en 34%, 38% y 46%, respectivamente, en relación al uso de cintas de mortero en la albañilería sin curar (Técnica 1, empleada tradicionalmente) y esto elevó el costo del m² de la albañilería entre 4% a 5%, por lo que se logró el objetivo de la investigación, que era incrementar la resistencia al corte a bajo costo y en forma sencilla.
- En el análisis de costos no se contempló el refuerzo interno ni el grout con que se rellenan las celdas de los bloques, por lo que el incremento porcentual del costo citado en el párrafo anterior, debe ser más reducido.
- Ensayos similares realizados en la Ref.3, indicaron que con el uso de aditivo en polvo en el mortero la resistencia al corte se incrementaba en 37%, pero el costo de la albañilería aumentaba en 18%, por lo que resulta mejor el empleo de la Técnica 4 de este proyecto, donde la resistencia al corte se incrementó en 46% con una elevación del costo en 5%.
- El curado de los muros de albañilería armada no solo incrementa la resistencia al corte, sino que debe disminuir la contracción de secado del concreto líquido (grout), generando en consecuencia una mayor integración bloque-grout y grout-refuerzo.

Este curado debe realizarse después que las juntas de mortero se hayan integrado con los bloques formando una sola unidad e inmediatamente antes y después de vaciar el grout, a razón de una vez al día, por lo menos durante 3 días consecutivos.

- Ángel San Bartolomé y Mirlene Castro; Pontificia Universidad Católica Del Perú; "Efecto de cinco variables sobre la resistencia de la albañilería".

Y arriba a las conclusiones:

Debe indicarse que los valores obtenidos de la resistencia a compresión axial y diagonal son elevados respecto a ensayos anteriores (Ref.1).

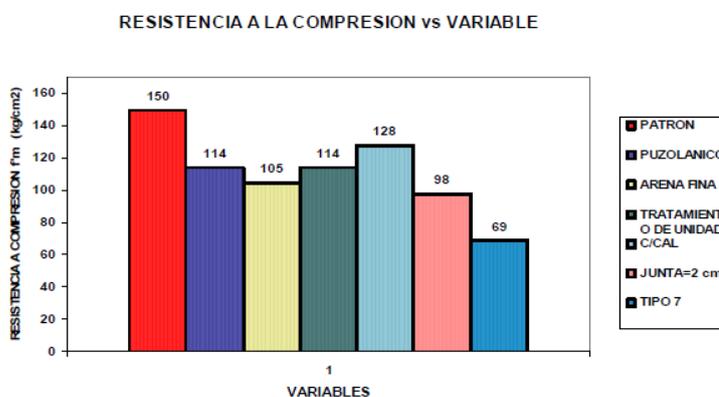
Esto se debe a que en este proyecto se utilizó ladrillo tipo V y mortero 1:4. Además, el ladrillo empleado posee una disposición distinta de sus 18 perforaciones respecto a los antiguos ladrillos: no están alineadas, sino que están dispuestos en forma alternada, lo que provee una línea de falla más difícil de alcanzar.

Por otro lado, en este proyecto se utilizó para el ensayo de compresión diagonal, cabezales angulares más largos que los convencionales, lo que produjo un mayor confinamiento en los muretes elevando su resistencia a compresión diagonal; sin embargo, como en todos los especímenes se utilizó la misma técnica de ensayo, resulta válido el análisis comparativo entre los distintos parámetros.

○ **Resistencia a Compresión de las Pilas**

El diagrama de barras correspondiente a las distintas variables, muestra la mayor resistencia f'_m para el espécimen Patrón, siendo el de menor resistencia el Tipo Mixto.

Este resultado era previsible ya que el Tipo Patrón es aquél en el que se cumplen todas las condiciones ideales para la construcción de la albañilería, mientras que en el Tipo Mixto se combina las peores condiciones.



Aceptando deficiencias hasta del 25% con relación al Tipo Patrón, ya que la albañilería es un material de por sí heterogéneo, en el siguiente cuadro se muestra las condiciones que califican como aceptables o inaceptables:

TIPO DE ESPECIMEN	f'_m kg/cm ²	DIFERENCIA RESPECTO AL PATRON (%)	CALIFICACION
Tipo 1: Patrón	150	0	OK
Tipo 2: Cemento Purolánico	114	24	ACEPTABLE
Tipo 3: Arena fina	105	30	INACEPTABLE
Tipo 4: Tratamiento de la unidad	114	24	ACEPTABLE
Tipo 5: Mortero con cal	128	14	ACEPTABLE
Tipo 6: Junta = 2 cm	98	36	INACEPTABLE
Tipo 7: Mixto	69	54	INACEPTABLE

○ **Resistencia a Compresión Diagonal**

El diagrama de barras correspondiente a las distintas variables estudiadas, muestra el mayor valor para el espécimen Patrón, al igual que para el espécimen con cemento Puzolánico. Esto indica que en ambos casos, la adhesión ladrillo-mortero fue la misma.



En este caso, debido a que la falla por corte de los muros de albañilería es más frecuente que la falla por compresión, y también, porque el factor de seguridad que se utiliza en el diseño por corte (FS=2) es menor al que se utiliza en el diseño por compresión (FS=5), el porcentaje de aceptabilidad de cada parámetro respecto al Patrón, será reducida a 15%.

TIPO DE ESPECIMEN	V_m kg/cm ²	DIFERENCIA RESPECTO AL PATRON (%)	CALIFICACION
Tipo 1: Patrón	18	0	OK
Tipo 2: Cemento Puzolánico	18	0	ACEPTABLE
Tipo 3: Arena fina	10	44	INACEPTABLE
Tipo 4: Tratamiento de la unidad	16	11	ACEPTABLE
Tipo 5: Mortero con cal	17	6	ACEPTABLE
Tipo 6: Junta = 2 cm	15	17	INACEPTABLE
Tipo 7: Mixto	11	39	INACEPTABLE

En general, como resultado de los ensayos se logró verificar los índices de aceptación, impuestos para la resistencia a compresión axial y diagonal de la albañilería, llegándose a la conclusión de que es posible usar cemento Puzolánico, adicionar cal hidratada y normalizada a la mezcla y efectuar un tratamiento por inmersión a la unidad, en cambio no es aceptable utilizar arena fina en el mortero o tener juntas de 2 cm de espesor y mucho menos combinar todos los parámetros que se consideran inadecuados.

- Daniel Quiun, Ángel San Bartolomé y Giuseppe Mendoza; Pontifica Universidad Católica Del Perú; "Corrección por esbeltez en pilas de albañilería ensayadas a compresión axial. Proyecto SENCICO-PUCP".

Y arriba a las conclusiones:

- La curva de tendencia del coeficiente de corrección (CC) por esbeltez de las pilas de albañilería ensayadas a compresión axial, para 3 tipos distintos de unidades, mostró una buena aproximación hacia los valores de CC proporcionados por SENCICO, 2004; mientras que los valores especificados por INDECOPI, 2003 (iguales a los indicados por ASTM C 1314, 2003) se alejaron

más de esta curva. Por tanto, es preferible emplear los valores de CC indicados por SENCICO, 2004, que son los mismos a los dados por ININVI, 1982.

- INDECOPI, 2003 (al igual que ASTM C 1314, 2003), utiliza una esbeltez nominal $E = 2$ (donde $CC = 1$), que corresponde aproximadamente a una pila compuesta por 2 ladrillos, mientras que la esbeltez estándar para SENCICO, 2004, es $E = 5$. Habiéndose comprobado experimentalmente que los valores de CC son muy sensibles para esbelteces menores que 3, resulta aconsejable que la esbeltez estándar sea la especificada por SENCICO, 2004 y que las pilas esté compuestas por lo menos por tres unidades de albañilería.

- Las pilas hechas con ladrillos de concreto industrial (KKC) mostraron resultados incoherentes, obteniéndose mayor resistencia a compresión en las pilas más esbeltas.

Por tanto, es necesario continuar la investigación para este tipo de unidad, esta vez construyendo por lo menos 10 pilas por cada esbeltez, para analizar si la inconsistencia puede deberse a las ranuras que muestra esta unidad.

2.2. Bases Conceptuales

- **SikaFiber® PE**

- **Sika Perú S.A.** (2016), manifiesta: "SikaFiber® PE, es un refuerzo de fibra de polipropileno modificada que evita el agrietamiento de concretos y morteros, que está compuesto por una mezcla de monofilamentos reticulados y enrollados. Durante la mezcla se distribuye aleatoriamente dentro de la masa de concreto o mortero formando una red tridimensional muy uniforme".

- **Sika Perú S.A.** (2016), manifiesta: "Los usos más comunes según son: losas de concreto (placas, pavimentos, techos, etc.), mortero y concreto proyectado. (Shotcrete), paneles de fachada, elementos prefabricados y revestimientos de canales".

- **Sika Perú S.A.** (2016), manifiesta: "Características / Ventajas son: la adición de SikaFiber® PE sustituye a la armadura destinada a absorber las tensiones que se producen durante el fraguado y endurecimiento del concreto, aportando las siguientes ventajas: reducción de la fisuración por retracción e impidiendo su propagación, aumento importante del índice de tenacidad del concreto, mejora la resistencia al impacto, reduciendo su fragilidad, en mayor

cuantía mejora la resistencia a la tracción y a la compresión y la acción del SikaFiber® PE es de tipo físico y no afecta al proceso de hidratación del cemento.

- **Sika Perú S.A.** (2016), manifiesta: "Datos básicos; en la Forma; Aspecto: Fibra, Color: Crema, Presentación: Bolsa de 600gr; el Almacenamiento: Un año en un lugar seco y bajo techo, en envases bien cerrados; los Datos técnicos; la densidad real aprox.: 0.91 kg/L, Absorción de agua: Ninguna, en el módulo de elasticidad: 15,000 kg/cm², el alargamiento de rotura: 20 – 30%, en la resistencia a tracción: 300 – 350 kg/cm², en la resistencia química: Inerte a los álcalis del cemento, ácidos en general, agua de mar, residuos alimentarios y ganaderos, aceites vegetales. No se pudre y es resistente a hongos y bacteria, en la Durabilidad: Indefinida, en la temperatura de fusión: 160 – 170 °C, su longitud: 19 mm, su normatividad: A los concretos a los que se agrega SikaFiber® PE cumplen con los requerimientos de la norma ASTM C 1116, y por último sus Precauciones: SikaFiber® PE no sustituye a las armaduras principales y secundarias resultantes del cálculo. La adición de SikaFiber® PE no evita las grietas derivadas de un mal dimensionamiento y aunque ayuda a controlarlo, no evita las grietas producto de un deficiente curado. La adición de SikaFiber® PE es compatible con cualquier otro aditivo de Sika".

- **Sika Perú S.A.** (2016), manifiesta: "Modo de empleo: Se agrega, en planta o a pie de obra directamente a la mezcla de concreto o mortero. No disolver en el agua de amasado. Una vez añadido el SikaFiber® PE basta con prolongar el mezclado al menos 5 minutos, y su Dosificación: El SikaFiber® PE se empleara para todo tipo de concreto hasta $f'c=300$ kg/cm² se debe usar 600gr por m³ de concreto y para concretos de alta resistencia mayores a $f'c=300$ kg/cm² se colocara 1kg/cm³. Usar de 2 a 8 kg. En caso de mezcla de Shotcrete".

- **MORTERO**

- **Bonilla** (2016, pág. 45), manifiesta: "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".

- **Barr & Pinedo** (2011, pág. 19), manifiestan: "El mortero es la combinación de aglomerantes (cemento), agregado fino y agua. Su función principal es la adherir horizontal y verticalmente a las unidades de albañilería, absorbiendo las irregularidades que la misma tiene, así como sellar las juntas contra la penetración de la humedad".

- **Araoz & Velezmoro** (2012, pág. 18), manifiestan: "Es el producto obtenido de la combinación del aglomerante (cemento) y los aglomerados

(agregado fino y agua). Se utiliza para la unión entre las unidades de albañilería y en el asentado, corregir las irregularidades de las mismas, sellando las juntas contra el ingreso de aire y humedad”.

- **Chavez & Seminario** (2014, pág. 17), manifiestan: “Es el material que se utiliza para pegar los bloques con “juntas tradicionales” de 1cm de grosor. En este proyecto se utilizó una dosificación volumétrica cemento-cal-arena gruesa 1: ½: 4, con una cantidad de agua controlada por el albañil, de tal forma de lograr una mezcla trabajable. Se añadió cal con el objeto de evitar que la mezcla se seque rápidamente, en vista que los bloques fueron asentados en su estado natural”.

- **AGREGADOS**

- **Barr & Pinedo** (2011, pág. 18 y 19), manifiestan: “Son materiales inertes que se prestan a ser ligados por una matriz para conformar una masa aglomerada. Los agregados finos, consisten en arena gruesa natural o piedra triturada con un tamaño máximo de 5 mm. En este proyecto se usó arena gruesa natural. El agregado grueso consiste en una grava cuyas partículas son mayores a los 5 mm. En este proyecto se usó piedra chancada de ½”. Los agregados ocupan entre el 60 y 70% del volumen del concreto y sus propiedades influyen en las propiedades del concreto. En el mortero el agregado fino le proporciona estabilidad volumétrica y atenúa la contracción por secado, para lo cual es importante que haya menos de 5% de polvo (partículas que atraviesan la malla ASTM #200)”.

- **Araoz & Velezmoro** (2012, pág. 17 y 18), manifiestan: “Se clasifican por su gradación en: Agregado fino (arena): Partículas menores de 4.75 mm (Malla Standard ASTM #4) y mayor de 0.075 mm (Malla Standard ASTM #200) y agregado grueso (piedra): Partículas mayores de 4.75 mm (Malla Standard ASTM #4)”.

- **CEMENTO**

- **Barr & Pinedo** (2011, pág. 19), manifiestan: “El cemento es un conglomerante hidráulico, que al mezclarse con el agua y los agregados, permite desarrollar una mezcla uniforme, plástica y resistente a compresión a temprana edad”.

- **Araoz & Velezmoro** (2012, pág. 17), manifiestan: “Es un producto de la mezcla de calizas y arcillas u otros materiales, tiene la propiedad de endurecer

al contacto con agua; mezclado con agregados, como la arena y piedra, se crea una mezcla llamada concreto u hormigón”.

- **ABSORCIÓN**

- **Bonilla** (2016, pág. 39), manifiestan: “La absorción es la medida de transferencia del agua desde un medio externo a una unidad de albañilería (ladrillo). Una absorción elevada (más de 22%) indica que el ladrillo es poroso y de baja resistencia a la acción de la intemperie”.

- **Bolaños & Moreno** (2007, pág. 12), manifiestan: “La absorción es una de las propiedades relacionadas con la durabilidad del bloque en situación de intemperismo”.

- **SUCCIÓN**

- **Bonilla** (2016, pág. 37), manifiesta: “La succión es la medida de la rapidez con la que el ladrillo absorbe agua del mortero y es la característica fundamental para definir la adherencia mortero-unidad en la albañilería. Esta propiedad define tanto la resistencia a tracción como la resistencia a fuerza cortante de la albañilería”.

- **Bolaños & Moreno** (2007, pág. 12), manifiestan: “La succión es la medida de la avidez de agua del bloque en su cara de asiento. Los bloques de albañilería con excesiva succión, en el momento del asentado, no logran uniones adecuadas con el mortero”.

- **ALBAÑILERÍA CONFINADA**

- **PNUD** (pág. 07), manifiesta: “La albañilería confinada es aquel tipo de sistema constructivo en el que se utilizan piezas de ladrillo rojo de arcilla horneada o bloques de concreto, de modo que los muros quedan bordeados en sus cuatro lados, por elementos de concreto armado”.

- **Aceros Arequipa** (pág. 04), manifiesta: “La albañilería confinada es la técnica de construcción que se emplea normalmente para la edificación de una

vivienda. En este tipo de construcción se utilizan ladrillos de arcilla cocida, columnas de amarre, vigas soleras, etc.”.

○ **Norma E070** (2016, pág. 2), manifiesta: “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”.

○ **Norma E070** (2016, pág. 6) manifiesta: Aparte de los requisitos especificados en el Artículo 10, se deberá cumplir lo siguiente:

▪ Se utilizará unidades de albañilería de acuerdo a lo especificado en el Artículo 5 (5.3).

▪ La conexión columna-albañilería podrá ser dentada o a ras:

• En el caso de emplearse una conexión dentada, la longitud de la unidad saliente no excederá de 5 cm y deberá limpiarse de los desperdicios de mortero y partículas sueltas antes de vaciar el concreto de la columna de confinamiento.

• En el caso de emplearse una conexión a ras, deberá adicionarse «chicotes» o «mechas» de anclaje (salvo que exista refuerzo horizontal continuo) compuestos por varillas de 6 mm de diámetro, que penetren por lo menos 40 cm al interior de la albañilería y 12,5 cm al interior de la columna más un doblado vertical a 90° de 10 cm; la cuantía a utilizar será 0,001 (ver el Artículo 2 (2.8)).

▪ El refuerzo horizontal, cuando sea requerido, será continuo y anclará en las columnas de confinamiento 12,5 cm con gancho vertical a 90° de 10 cm.

▪ Los estribos a emplear en las columnas de confinamiento deberán ser cerrados a 135°, pudiéndose emplear estribos con $\frac{3}{4}$ de vuelta adicional, atando sus extremos con el refuerzo vertical, o también, zunchos que empiecen y terminen con gancho estándar a 180° doblado en el refuerzo vertical.

▪ Los traslapes del refuerzo horizontal o vertical tendrán una longitud igual a 45 veces el mayor diámetro de la barra traslapada. No se permitirá el traslape del refuerzo vertical en el primer entepiso, tampoco en las zonas confinadas ubicadas en los extremos de soleras y columnas.

- El concreto deberá tener una resistencia a compresión ($f'c$) mayor o igual a 17,15MPa (175kg / cm²). La mezcla deberá ser fluida, con un revenimiento del orden de 12,7 cm (5 pulgadas) medida en el cono de Abrams. En las columnas de poca dimensión, utilizadas como confinamiento de los muros en aparejo de soga, el tamaño máximo de la piedra chancada no excederá de 1,27 cm (½ pulgada).

 - El concreto de las columnas de confinamiento se vaciará posteriormente a la construcción del muro de albañilería; este concreto empezará desde el borde superior del cimiento, no del sobre cimiento.

 - Las juntas de construcción entre elementos de concreto serán rugosas, humedecidas y libre de partículas sueltas.

 - La parte recta de la longitud de anclaje del refuerzo vertical deberá penetrar al interior de la viga solera o cimentación; no se permitirá montar su doblez directamente sobre la última hilada del muro.

 - El recubrimiento mínimo de la armadura (medido al estribo) será 2 cm cuando los muros son tarrajeados y 3 cm cuando son caravista.
- **LADRILLOS**
 - **La Norma E070** (2016, págs. 2,3,4) , manifiesta: "Se denomina ladrillo a aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano".

 - También **La Norma E070** (2016, págs. 2,3,4) , manifiesta: "Estas unidades pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares y podrán ser fabricadas de manera artesanal o industrial".

 - **La Norma E070** (2016, págs. 2,3,4) , manifiesta: "**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; **Unidad de Albañilería Apilable**: Es la unidad de Albañilería alveolar que se asienta sin mortero; **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; **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 y **Unidad de Albañilería Tubular (o Pandereta)**. Unidad de Albañilería con huecos paralelos a la superficie de asiento”.

- **La Norma E070** (2016, págs. 2,3,4) , manifiesta: “**Clasificación para fines estructurales:** “Para efectos del diseño estructural las unidades de albañilería tendrán características indicadas en la tabla 1”.

**TABLA 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_c 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

(Norma E070, pág. 3)

La Norma E070 (2016, págs. 2,3,4) , manifiesta: “**Limitaciones en su aplicación:** “El uso o aplicación de las unidades de albañilería estará condicionado a lo indicado en la Tabla 2. Las zonas sísmicas son las indicadas en la NTE E.030 Diseño Sismo resistente”.

**TABLA 2
LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES**

TIPO	ZONA SÍSMICA 2 Y 3		ZONA SÍSMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en 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.

(Norma E070, pág. 4)

- **CONCRETO**

- **Araoz & Velezmoro** (2012, pág. 18), manifiestan: “Es el material resultante de la mezcla de agregados pétreos (grava y arena) con agua y cemento, capaz de resistir esfuerzos de compresión y limitadamente esfuerzos de tracción”.

○ **La Norma E060** (2016, pág. 26), sentencia: "Del cual los tipos de concreto son: Concreto estructural es Todo concreto utilizado con propósitos estructurales incluyendo al concreto simple y al concreto reforzado; Concreto armado o reforzado es el Concreto estructural reforzado con no menos de la cantidad mínima de acero, pre esforzado o no, especificada en los Capítulos 1 al 21; Concreto simple es el Concreto estructural sin armadura de refuerzo o con menos refuerzo que el mínimo especificado para concreto reforzado; Concreto estructural liviano es el Concreto con agregado liviano que cumple con lo especificado en 3.3, y tiene una densidad de equilibrio, determinada por Test Method for Determining Density of Structural Lightweight Concretell (ASTM C 567), que no excede 1850 kg/m³. En esta Norma, un concreto liviano sin arena natural se llama concreto liviano en todos sus componentesll y un concreto liviano en el que todo el agregado fino sea arena de peso normal se llama concreto liviano con arena de peso normal; Concreto de Peso Normal es un concreto que tiene un peso aproximado de 2300 Kg/m³; Concreto Ciclópeo es el concreto simple en cuya masa se incorporan piedras grandes; Concreto de Cascote es el constituido por cemento, agregado fino, cascote de ladrillo y agua; Concreto Premezclado es el concreto que se dosifica en planta, que puede ser mezclado en la misma o en camiones mezcladores y que es transportado a obra; y Concreto Pre esforzado es el Concreto estructural al que se le han introducido esfuerzos internos con el fin de reducir los esfuerzos potenciales de tracción en el concreto causados por las cargas".

- **ACERO**

○ **Barr & Pinedo** (2011, pág. 20), manifiesta: "Las barras de acero utilizadas comúnmente en la construcción son de sección circular con la superficie estriada, o con resaltes, de tal manera de facilitar su adherencia con el concreto. El refuerzo utilizado en todos los elementos fue el de Aceros Arequipa. Se utilizó barras ASTM A615, Grado 60.Las propiedades mecánicas del acero, proporcionadas por Aceros Arequipa, son las siguientes: Límite de fluencia (F'y) = 4280 kg/cm² mínimo y Resistencia a la tracción = 6320 kg/cm² mínimo".

- **ENSAYOS CLASIFICATORIOS**

○ **Araoz & Velezmoro** (2012, pág. 8), manifiestan: "Estos ensayos son realizados con la finalidad de clasificar a las unidades desde el punto de vista estructural. Después de presentar todos los ensayos se clasificará la unidad de albañilería comparando con la tabla de la Norma E.070".

○ **La Norma E070** (2016, pág. 4), sentencia en: "**Verificación de la Unidad:** Si la muestra presentase más de 20% de dispersión en los resultados (coeficiente de variación), para unidades producidas industrialmente, o 40 % para unidades producidas artesanalmente, se ensayará otra muestra y de persistir esa dispersión de resultados, se rechazará el lote, la absorción de las unidades de arcilla y sílico calcáreas no será mayor que 22%".

- **Resistencia característica a compresión axial de albañilería**
 - **La Norma E070** (2016, pág. 7), manifiesta: "La resistencia de la albañilería a compresión axial (f'_m), y a corte (v'_m) se determinara de manera empírica (recurriendo a tablas o registros históricos e 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 7".

TABLA 7
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

(Norma E070, pág. 7)

También la **Norma E070** (2016, pág. 7), explica : "A es Obtenida de manera empírica conociendo la calidad del ladrillo y del mortero y B es 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".

- **La Norma E070** (2016, pág. 7), manifiesta: "Los prismas serán almacenados a una temperatura no menor de 10°C durante 28 días. Los prismas podrán ensayarse a menor edad que la nominal de 28 días pero no menor de 14 días; en este caso, la resistencia característica se obtendrá incrementándola por los factores mostrados en la Tabla 8".

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

(Norma E070, pág. 7)

- **La Norma E070** (2016, pág. 7), sentencia: "El valor de v'_m para diseño no será mayor de 0.319".
- **La Norma E070** (2016, pág. 7), sentencia: "En el caso de no realizarse ensayos de prismas, podrá emplearse los valores mostrados en la Tabla 9, correspondientes a pilas y muretes construidos con mortero 1:4 (cuando la unidad es de arcilla) y 1: ½: 4 (cuando la materia prima es sílice-cal o concreto), para otras unidades u otro tipo de mortero se tendrá que realizar los ensayos respectivos".

TABLA 9 ()**
RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBANILERÍA Mpa (kg / cm²)

Materia Prima	Denominación	UNIDAD f'_c	PILAS f'_m	MURETES f'_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'_c 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).

(Norma E070, pág. 7)

- **Alabeo**

- **Bonilla** (2016, pág. 37), manifiesta: "El efecto del alabeo es semejante al de la variación dimensional, es decir produce el aumento o disminución en el espesor de las juntas de mortero, que influye en la resistencia a compresión y a fuerza cortante de la albañilería".

- **ENSAYOS NO CLASIFICATORIOS**

- **Araoz & Velezmoro** (2012, pág. 14), manifiestan: "Estos ensayos no intervienen en la clasificación de las unidades de albañilería, pero sí para definir el procedimiento constructivo de los muros de albañilería".

- **AGUA**

- **Instituto de la Construcción y Gerencia** (2015, pág. 67) manifiesta: "El agua de la mezcla en el concreto según tiene tres funciones principales que son reaccionar con el cemento para hidratarlo; actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad del conjunto y procurar la estructura de vacíos necesaria en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse".

-

Descripción	Limite Permissible		
Sólidos en suspensión	5000	ppm	Máximo
Materia Orgánica	3	ppm	Máximo
Alcalinidad (NaCHCO3)	1000	ppm	Máximo
Sulfatos (ion SO4)	600	ppm	Máximo
Cloruros (ion Cl-)	1000	ppm	Máximo
pH	5 a 8	ppm	Máximo

(Instituto de la Construcción y Gerencia, 2015, pág. 67)

○ **La utilización de aguas no potables según el Instituto de la Construcción y Gerencia** (2015, pág. 67), **manifiesta:** "Cuando el agua utilizada no cumple uno o varios de los requisitos ya conocidos, deberá realizarse ensayos comparativos empleando el agua en estudio y agua destilada o potable, con similares materiales y procedimientos. Estos ensayos incluirán la determinación del tiempo de fraguado de las pastas y la resistencia a la comprensión de morteros a edades de 7 y 28 días. La Norma NTP 339.084 considera que los tiempos de fraguado inicial y final de la pasta preparada con el agua en estudio podrán ser hasta 25% mayores o menores, respectivamente, que los correspondientes a las pastas que contienen agua de referencia. Y el ACI 318 y RNE considera $f'c$ de Cubos de mortero mayor o igual que el 90% de mortero de comparación con agua de referencia".

- **PRISMAS DE ALBAÑILERÍA**

○ **Araoz & Velezmoro** (2012, pág. 22), manifiestan: "Los prismas son pequeños especímenes que nos permiten predecir el comportamiento de los muros de albañilería, mediante ensayos que determinan los parámetros requeridos para el análisis y el diseño estructural".

○ **Iparraguirre** (2014, pág. 14), manifiesta: "Según la Norma E.070 de albañilería, la elaboración de pequeños prismas de albañilería simple llamados Prismas y Muretes, permitiendo obtener las propiedades de la albañilería, para lo cual deben ser construidos bajo las mismas condiciones y dosificación de los muros reales. Estos ensayos nos permiten obtener son las resistencias a compresión ($f'm$) y a corte ($v'm$) de la albañilería; los módulos de elasticidad (E_m) y de corte (G_m) y las diferentes formas de falla, así se puede predecir la manera de falla de los muros a escala real".

- **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ($f'm$)**

○ **Bolaños & Moreno** (2007, pág. 15), manifiestan: "La resistencia a la compresión de la albañilería ($f'm$) es su propiedad más importante. En términos generales define el nivel de la calidad estructural. Los principales componentes de la resistencia a la compresión de la albañilería son: la resistencia a la compresión de la unidad de albañilería ($f'b$), la perfección geométrica de la unidad, la calidad del concreto líquido (caso de la Placa P-14) y la calidad de mano de obra empleada".

- **RESISTENCIA AL CORTANTE DE ALBAÑILERÍA ($v'm$)**

○ **La Norma E070** (2016, pág. 7), sentencia: "La resistencia de la albañilería a corte ($v'm$) se determinará de manera empírica (recurriendo a tablas o registros

históricos e 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 7”.

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

(Norma E070, pág. 7)

También la **Norma E070** (2016, pág. 7), explica: “A es Obtenida de manera empírica conociendo la calidad del ladrillo y del mortero y B son 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”.

- o La **Norma E070** (2016, pág. 7), sentencia: “El valor de v'_m para diseño no será mayor de 0.319”.

$$\sqrt{f'_m} \text{ MPa} \left(\sqrt{f'_m} \text{ kg/cm}^2 \right)$$

(Norma E070, pág. 7)

- o La **Norma E070** (2016, pág. 7), sentencia: “En el caso de no realizarse ensayos de prismas, podrá emplearse los valores mostrados en la Tabla 9, correspondientes a pilas y muretes construidos con mortero 1:4 (cuando la unidad es de arcilla) y 1: ½: 4 (cuando la materia prima es sílice-cal o concreto), para otras unidades u otro tipo de mortero se tendrá que realizar los ensayos respectivos”.

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)
Sílice-cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
	Estándar y mecano (*)	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto	Bloque Tipo P (*)	4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

(*) Utilizados para la construcción de Muros Armados.

(**) 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 $f'_c = 13,72 \text{ MPa} (140 \text{ kg/cm}^2)$.

(Norma E070, pág. 7)

También la **Norma E070** (2016, pág. 7), manifiesta: "Es valor f'_m ha sido obtenido contemplando los coeficientes de corrección por esbeltez del prisma que aparece en la tabla 10".

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

(Norma E070, pág. 7)

2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipótesis General

- El reforzamiento con fibras de polipropileno (HS – SikaFiber PE) mejora el cálculo de óptimo espesor del mortero en módulo de albañilería (ladrillo + mortero) de tres marcas comerciales conocidas en la ciudad del Cusco – 2016.

2.3.2. Hipótesis Específicos

- El nivel de influencia del reforzamiento con fibras de polipropileno (HS– SikaFiber PE) en el módulo de albañilería (ladrillo + mortero) de tres marcas comerciales conocidas es aceptable y alta en un 40% más en la ciudad del Cusco–2016.
- El nivel del cálculo óptimo del espesor del mortero en el módulo de albañilería (ladrillo + mortero) es aceptable y buena con la adición de fibra de polipropileno (HS–SikaFiber PE), de tres marcas comerciales conocidas en la ciudad del Cusco–2016.
- El nivel de relación entre las dimensiones de la influencia de reforzamiento de fibras de polipropileno (HS–SikaFiber PE) y cálculo de óptimo espesor de mortero en el módulo de albañilería (ladrillo + mortero) es directa y significativa de tres marcas conocidas en la ciudad del Cusco–2016.

2.4. Variables de estudio

2.4.1. Identificación de variables

- El reforzamiento con fibras de polipropileno (HS–SikaFiber PE).

- Cálculo del máximo espesor del mortero.
- Resistencia a compresión axial.
- Resistencia a compresión diagonal.

2.4.2. Operacionalización de las variables

- **El Reforzamiento con fibras de cortada de polipropileno (HS-SikaFiber PE).**

- **Según la Norma E070 (2016), manifiesta que la Aceptación de la unidad:**

- Si la muestra presentase más de 20% de dispersión en los resultados (coeficiente de variación), para unidades producidas industrialmente, o 40 % para unidades producidas artesanalmente, se ensayará otra muestra y de persistir esa dispersión de resultados, se rechazará el lote.

- La absorción de las unidades de arcilla y sílico calcáreas no será mayor que 22%. El bloque de concreto clase, tendrá una absorción no mayor que 12% de absorción. La absorción del bloque de concreto NP, no será mayor que 15%.

- El espesor mínimo de las caras laterales correspondientes a la superficie de asentado será 25 mm para el Bloque clase P y 12 mm para el Bloque clase NP.

- La unidad de albañilería no tendrá materias extrañas en sus superficies o en su interior, tales como guijarros, conchuelas o nódulos de naturaleza calcárea.

- La unidad de albañilería de arcilla estará bien cocinada, tendrá un color uniforme y no presentará vitrificaciones. Al ser golpeada con un martillo, u objeto similar, producirá un sonido metálico.

- La unidad de albañilería no tendrá resquebrajaduras, fracturas, hendiduras grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad o resistencia.

- La unidad de albañilería no tendrá manchas o vetas blanquecinas de origen salitroso o de otro tipo.

- Según la **Norma E070** (2016, pág. 4), manifiesta las Pruebas:
 - **Variación Dimensional.**- Para la determinación de la variación dimensional de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604.
 - **Alabeo.**- Para la determinación del alabeo de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicada en la Norma NTP 399.613.
 - **Absorción.**- Los ensayos de absorción se harán de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.604 y 399.1613.
 - **Muestreo.**- El muestreo será efectuado a pie de obra. Por cada lote compuesto por hasta 50 millares de unidades se seleccionará al azar una muestra de 10 unidades, sobre las que se efectuarán las pruebas de variación de dimensiones y de alabeo. Cinco de estas unidades se ensayarán a compresión y las otras cinco a absorción.
 - **Resistencia a la Compresión.**- Para la determinación de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, se efectuará los ensayos de laboratorio correspondientes, de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604.

La resistencia característica a compresión axial de la unidad de albañilería (f'_{cm}) se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra.

- **La Norma E070** (2016, pág. 4), manifiesta: "**Cálculo del máximo espesor del mortero es:** 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 399.613(Normas de Unidades de Albañilería) y 399.610(Normas para muretes de albañilería)".

Mediante el cual el proceso para el cálculo del mortero fue:

- Contenido del cemento Yura Tipo I
- Contenido de Agua.

- Contenido de Arena que se calculó restando de 1m³ de mortero el volumen de cemento de agua.

$$V = 1 - (V \text{ cemento} + V \text{ agua})$$

- Calcular el volumen de arena, que fue mediante 2 pasos siguientes:

Volumen del cemento es el peso obtenido dividido entre la densidad del cemento que varía entre 3.05 a 3.18grr/cm³.

El volumen de arena, es el peso obtenido entre el peso específico saturado y superficial de la arena.

La Norma E070 (2016, pág. 4), manifiesta: "COMPONENTES DEL MORTERO"

Los materiales aglomerantes del mortero pueden ser:

- Cemento Portland tipo I y II, NTP 334.009.
- Cemento Adicionado IP, NTP 334.830

Una mezcla de cemento Portland o cemento adicionado y cal hidratada normalizada de acuerdo a la NTP 339.002.

El agregado fino será arena gruesa natural, libre de materia orgánica y sales, con las características indicadas en la Tabla 3. Se aceptarán otras granulometrías siempre que los ensayos de pilas y muretes (Capítulo 5) proporcionen resistencias según lo especificado en los planos.

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

(Norma E070, pág. 4)

- **La Norma E070** (2016, pág. 4), manifiesta: "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 y no deberá emplearse arena de mar".

- **La Norma E070** (2016, pág. 4), manifiesta: "Clasificación para fines estructurales de los morteros se clasifican en: tipo P, empleado en la construcción de los muros portantes; y NP, utilizado en los muros no portantes (ver la Tabla 4)".

- **La Norma E070** (2016, pág. 4), manifiesta: "Proporciones de los componentes del mortero tendrán las proporciones volumétricas".

TABLA 4 TIPOS DE MORTERO				
TIPO	COMPONENTES			USOS
	CEMENTO	CAL	ARENA	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3½	Muros Portantes
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros No Portantes

(Norma E070, pág. 4).

Según la **Norma E070** (2016, pág. 4), manifiesta: "Por el cual en el proyecto se usara solo cemento y arena, ya que en la ciudad del Cusco no se usa la cal. Se podrán emplear otras composiciones de morteros, morteros con cementos de albañilería, o morteros industriales (embolsado o pre-mezclado), siempre y cuando los ensayos de pilas y muretes (Capítulo 5) proporcionen resistencias iguales o mayores a las especificadas en los planos y se asegure la durabilidad de la albañilería. De no contar con cal hidratada normalizada, especificada en el Artículo 6 (6.2^a), se podrá utilizar mortero sin cal respetando las proporciones cemento-arena indicadas en la Tabla 4".

CAPÍTULO TERCERO:

MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

3.1. Enfoque de investigación.

La presente investigación se ubica por la naturaleza del problema, objeto de investigación en el enfoque cuantitativo Analítico - Experimental

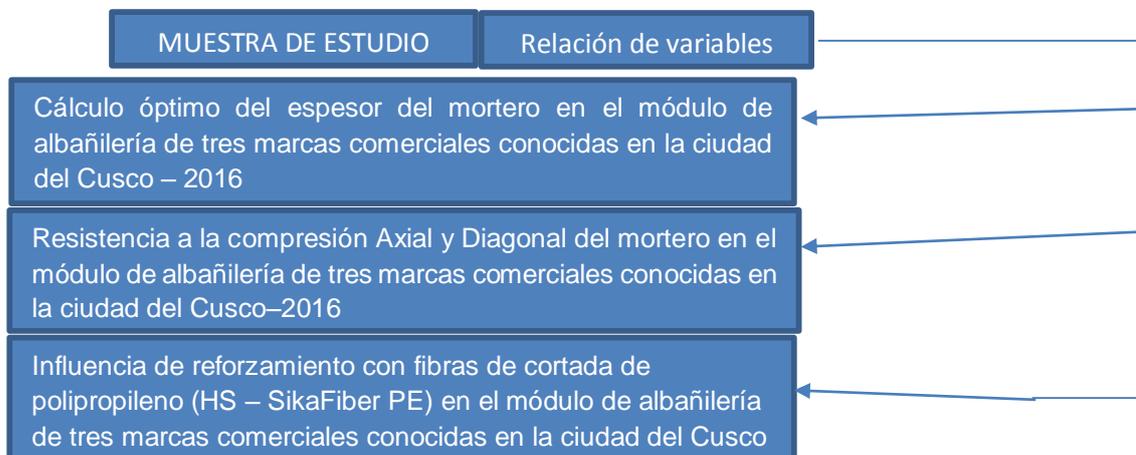
3.2. Alcance de investigación.

La presente investigación es del **Tipo Aplicada / Experimental**, ya que el interés es acrecentar el cuerpo del conocimiento teórico y práctico. Realizaremos la aproximación de llegar a la realidad a través de un proceso descriptivo, con el fin de explicitar las propiedades y características que presenta la población, objeto de estudio, en este caso.

3.3. Diseño de investigación.

El diseño que se opta en el proceso de investigación es el descriptivo-correlacional, de corte transversal, que implica la corrección de datos en un solo tiempo, y a partir de ella observar el comportamiento de cada una de las variables para luego precisar el nivel de relación que mantienen las variables de estudio entre sí.

Siendo el esquema el siguiente:



3.4. Población de estudio.

La población de estudio en el presente trabajo de investigación se desarrollara en la ciudad del Cusco, mediante el cual se eligió a las marcas de empresas ladrilleras dependiendo de la referencia de mayor distribución de ventas, y mayor calidad de material , en la ciudad del cusco y las empresas son:

- Ladrillera Latesa: Planta ladrillera en San Jerónimo – Juskapampa J-4 y su oficina al frente de Kia motors.
- Ladrillera El Mirador: Planta ladrillera en San Jerónimo y su oficina en la vía de evitamiento Planta Petro Perú
- Ladrillera Constructec: Planta ladrillera y oficina en San Jerónimo

3.5. Muestra.

Para la presente investigación se optó por la unidad de albañilería de arcilla King Kong Industrial, producidos en las plantas ladrilleras antes mencionadas, para el número de muestras dependiendo de la **Norma NTP399.613** (2005), establece que: "El número de especímenes para la determinación del módulo de rotura, la resistencia a la compresión, resistencia a abrasión y la absorción, se ensayan como mínimo 10 unidades representativas de un lote de 1´000´000 o menos; para lotes mayores se tomaran 5 especímenes adicionales, por cada 500´000 unidades. Se podrá tomar mayor número de unidades dependiendo del criterio del comprador.

Para este proyecto se investigación se optó en el ensayo de unidades de albañilería en función a la producción mensual.

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

Para establecer la cantidad de Ensayos en Pilas, según Norma NTP 399.605 (2016), la cantidad mínima representativa debe ser por lo menos tres pilas iguales, construidas usando la misma unidad de albañilería, mortero y mano de obra.

- Ladrillos Latesa
- Ladrillos El Mirador
- Ladrillos Constructec

Del cual se representara en el siguiente cuadro:

Ladrilleras	Medidas c/Und	Pruebas c/Und.	Primas por 3 hileras	Muretes 60cm x 60cm
Latesa	09x14x24cm	40 Und	9 prismas	9 muretes
El Mirador	10x14x24cm	40 Und	9 prismas	9 muretes
Constructec	09x14x24cm	40 Und	9 prismas	9 muretes
Total		120 Und	27 prismas	27 muretes

Por el cual para cada empresa se usó:

Para ensayos por Unidad.

- Para el ensayo de variabilidad dimensional, 10 unidades de albañilería.
- Para el ensayo de Alabeo, 10 unidades de albañilería.
- Para el ensayo de Succión, 5 unidades de albañilería.
- Para el ensayo de Absorción, 5 unidades de albañilería
- Para el ensayo de Resistencia a la compresión, 5 unidades de albañilería.
- Para el ensayo de Porcentaje de Ranuras, 5 unidades de albañilería.

Para el ensayo de Compresión Axial en Prismas, las unidades mínimas de ensayo para cada empresa ladrillera, fueron 3 testigos, para cada espesor de mortero.

- 0.75cm de espesor de mortero, 3 testigos
- 1.00cm de espesor de mortero, 3 testigos
- 1.50cm de espesor de mortero, 3 testigos

Para el ensayo de Compresión Diagonal en Muretes, las unidades mínimas de ensayo para cada empresa ladrillera, fueron 3 testigos, para cada espesor de mortero.

- 0.75cm de espesor de mortero, 3 Muretes.
- 1.00cm de espesor de mortero, 3 Muretes.
- 1.50cm de espesor de mortero, 3 Muretes.

3.6. Recolección de datos.

La recolección de datos se aplicará con la aplicación del instrumento a las unidades de investigación, con el cual se posibilitara la prueba de hipótesis.

3.6.1. Técnicas de recolección de datos

- **Técnicas Indirectas**

Mediante la información existente en fuentes bibliográficas y también tesis afines al tema de investigación; estadísticas y hemerográficas; recurriendo en lo posible a las fuentes originales en la brevedad, como: Libros, Tesis e Informativos Especializados.

- **Técnicas de Seguridad**

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

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

En el caso de la Instrumentación de testigos, se usara: Guantes de protección, lentes de seguridad, Cascos y zapatos punta de acero.

- **Técnicas Directas**

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

- Pruebas de compresión a las unidades de albañilería
 - Diseño de mortero para las medidas de espesor de junta fueron de 0.75cm, 1.00cm y 1.50cm
 - Según **Sika Peru S.A.** (2016), manifiesta: "Adición del refuerzo con fibras de cortada de polipropileno (HS–SikaFiber PE) en el mortero según hoja técnica, es de 600gr/m³".
 - Diseño de prismas y muretes para pruebas
 - Construcción de prismas de 3 hileras y muretes de 0.60 x 0.60 m
 - El formato usado para la observación de laboratorio de la facultad de Ingeniería Civil de la UAP-Filial Cusco, es de fuente propia (2016)
-
- **Observación en laboratorio**

Donde se observará la resistencia a la compresión Axial ($f'm$) y Resistencia a Compresión Diagonal ($V'm$) de las muestras establecidas.

3.6.2. Instrumentos de recolección de datos

- **Investigación Bibliográfica**

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

- **Entrevista a Docentes.**

Este método se aplicó a Docentes de la facultad de Ingeniería Civil en el Área de Estructuras del cual las preguntas hechas se tomaron en práctica con anterioridad, que están vinculados con el tema de investigación dado y muestran este tipo de actividades relacionadas.

- **Observación Directa**

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

3.7. Plan de análisis de datos de Ensayos de Laboratorio.

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

CAPÍTULO CUATRO:

ANÁLISIS DE INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Plan de análisis de datos.

La unidad de albañilería de arcilla King Kong industrial de 18 huecos se optó para la presente investigación, para cumplir con los objetivos de la presente investigación se realizaron los ensayos siguientes:

- Granulometría de la arena (ASTM C 144-03).
- Ensayo a las unidades de albañilería (NTP 399.613)
- Ensayo de compresión
- Ensayo de porcentaje de ranuras
- Variabilidad dimensional
- Alabeo
- Absorción
- Succión de las unidades de albañilería
- Ensayo de compresión de pilas (ASTM C 1314-03b)
- Ensayo de compresión diagonal de muretes (NTP 399.621)
- Ensayo de compresión de mortero de las juntas (0.05m x 0.05m) ASTM C 109-02.

En la presente investigación se optó por 3 técnicas para la construcción de primas y muretes, los cuales son:

- La primera se usó para patrón de comparación, se hizo la limpieza de los ladrillos de las empresas ladrilleras antes mencionadas, para luego asentarlos en seco con proporción volumétrica 1:3 (cemento-confitillo).
- Se usó mortero en proporción 1:3 (cemento-confitillo), con la adición de Fibras de polipropileno (HS-SikaFiber PE) de 600gr/m³; en medidas de 7.5mm, 10mm y 15mm.
- Para el curado de las juntas se usó una brocha con agua después de 3 horas del asentado, durante 7 días.

Para los ensayos de compresión axial para hallar su resistencia a la compresión ($f'm$), y para los ensayos de compresión diagonal para determinar la resistencia a compresión diagonal o corte puro ($v'm$); se representó en el siguiente cuadro:

Tabla 4.1.1.

Procesamiento de muestras

Ladrilleras	Medidas c/Und	Pruebas c/Und.	Primas por 3 hileras	Muretes 60cm x 60cm
Latesa	09x14x24cm	40 Und	9 prismas	9 muretes
El Mirador	10x14x24cm	40 Und	9 prismas	9 muretes
Constructec	09x14x24cm	40 Und	9 prismas	9 muretes
Total		120 Und	27 prismas	27 muretes

Por el cual para cada empresa se usó:

Para ensayos por Unidad.

- Para el ensayo de variabilidad dimensional, 10 unidades de albañilería.
- Para el ensayo de Alabeo, 10 unidades de albañilería.
- Para el ensayo de Succión, 5 unidades de albañilería.
- Para el ensayo de Absorción, 5 unidades de albañilería.
- Para el ensayo de Resistencia a la compresión, 5 unidades de albañilería.
- Para el ensayo de Porcentaje de Ranuras, 5 unidades de albañilería.

Para el ensayo de Compresión Axial en Prismas, las unidades mínimas de ensayo para cada empresa ladrillera, fueron 3 testigos, para cada espesor de mortero.

- 0.75cm de espesor de mortero, 3 testigos
- 1.00cm de espesor de mortero, 3 testigos
- 1.50cm de espesor de mortero, 3 testigos

Para el ensayo de Compresión Diagonal en Muretes, las unidades mínimas de ensayo para cada empresa ladrillera, fueron 3 testigos, para cada espesor de mortero.

- 0.75cm de espesor de mortero, 3 Muretes.
- 1.00cm de espesor de mortero, 3 Muretes.
- 1.50cm de espesor de mortero, 3 Muretes.

Los testigos se usaran en los ensayos de resistencia a la compresión ($f'm$) y ensayos de compresión diagonal ($V'm$), cada prisma estuvo compuesto por 3 hileras de ladrillos y cada murete estuvo compuesto con 6 hiladas con 2 ½ ladrillos por hilada con juntas variables de 7.5mm, 10mm y 15mm de espesor en ambos casos. En total se construyeron 27 prismas y 27 muretes.



**Foto
4.1.1.
Vista
general
de los 27
prismas.**



**Foto
4.1.2.
Vista
general
de los 27
muretes.**

Los procesos de construcción se mantuvieron:

- El espesor de mortero (7.5mm, 10mm y 15mm).
- Control de calidad del ladrillo.
- La mano de obra.
- El tiempo de rotura de los especímenes
- Los procesos y equipos para los ensayos.

4.2. Materiales

4.2.1. Unidad de albañilería

Se usó la unidad de albañilería de arcilla King Kong de 18 huecos, en la cara de asiento, presentando las siguientes características, halladas de las siguientes empresas:

- **Ladrillera Latesa**

La unidad de albañilería presentada por la empresa Latesa presenta 18 huecos circulares de 2.54 cm, las alturas con cara lisa y la opuesta rugosa. Se

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

Mediante el cual los datos base presentados por la empresa ladrillera Latesa, fueron:

Empresa	Ladrillera Latesa
Denominacion de fabrica	King Kong Industrial
Medidas de denominacion de fabrica	Largo: 240.00 mm. Ancho: 140.00 mm. Alto: 90.00 mm.
Rendimiento en sogá:	34 Und/m ²
Rendimiento en cabeza	56 Und/m ²
Rendimiento en Canto	25 Und/m ²



Foto 4.2.1.1
Ladrillo Presentado por la Ladrillera Latesa



Foto 4.2.1.1.1
Ladrillera Latesa

- **Ladrillera El Mirador**

La unidad de albañilería presentada por la empresa El Mirador presenta 18 huecos circulares de 2.54 cm, las alturas con cara lisa y la opuesta rugosa. Se eliminaron las unidades que tenían fisuras o esquinas dañadas, para optimizar las medidas de los especímenes para los ensayos.

Mediante el cual los datos base presentados por la empresa ladrillera El Mirador, fueron:

Empresa	Ladrillera El Mirador
Denominacion de fabrica	King Kong Industrial
Medidas de denominacion de fabrica	Largo: 240.00 mm. Ancho: 140.00 mm. Alto: 100.00 mm.
Rendimiento en sogá:	36 Und/m ²
Rendimiento en cabeza	59 Und/m ²
Rendimiento en Canto	29 Und/m ²



- **Ladrillera Constructec**

La unidad de albañilería presentada por la empresa Constructec presenta 18 huecos ovoides de 2.64x3.18cm, las alturas con cara lisa y la opuesta rugosa. Se eliminaron las unidades que tenían fisuras o esquinas dañadas, para optimizar las medidas de los especímenes para los ensayos.

Mediante el cual los datos base presentados por la empresa ladrillera Constructec, fueron:

Empresa	Ladrillera Constructec.
Denominacion de fabrica	King Kong Industrial
Medidas de denominacion de fabrica	Largo: 240.00 mm. Ancho: 140.00 mm. Alto: 90.00 mm.
Rendimiento en sogá:	34 Und/m ²
Rendimiento en cabeza	56 Und/m ²
Rendimiento en Canto	25 Und/m ²



4.2.1.1. Variabilidad Dimensional

Las pruebas de variabilidad dimensional dadas en las tres empresas ladrilleras, tienen relación con el espesor de las juntas del mortero, por lo tanto con la altura de las hiladas.

A mayor variabilidad dimensional de las unidades, mayor será el espesor de las juntas predispuestas de 0.75cm, 1.00cm y 1.50cm, lo que daría como resultado una menor resistencia a corte y a compresión y para los ensayos de usaron un total de 30 ladrillos secos y enteros (10 Und. Latesa, 10 Und. El Mirador y 10 Und. Constructec.).

Y los cálculos se realizaron de la siguiente manera:

Las dimensiones de altura, ancho y largo, se tomó con el promedio de 4 medidas en milímetros, en la parte media de cada cara de asiento, del cual se halló el promedio (Dp) de cada arista de las 10 muestras por cada empresa ladrillera; este valor se resta de la dimensión especificada por el fabricante (De) y se divide por tal dimensión (De)



Foto 4.2.1.1. Medición de Dimensiones Usando Vernier y escuadra.

Usando la fórmula de:

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

Donde:

De = Dimensión Específica

Dp = Dimensión Promedio

- **Ladrillera Latesa**

Tabla 4.2.1.1.1.1.

LADRILLERA	Latesa														
	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lprom	A1	A2	A3	A4	Aprm	H1	H2	H3	H4	Hprom
U1	239.000	243.000	241.900	244.200	242.025	141.940	142.620	142.020	143.130	142.428	93.980	91.640	93.100	94.160	93.220
U2	242.100	243.000	241.200	245.100	242.850	142.060	143.030	142.260	141.470	142.205	90.790	91.150	90.520	91.000	90.133
U3	241.000	237.500	240.150	244.000	240.663	142.780	140.630	141.080	140.300	141.190	90.200	89.350	90.830	91.560	90.505
U4	239.300	239.500	239.000	235.000	238.200	136.030	136.290	140.870	139.820	138.253	90.360	88.540	90.430	90.590	89.980
U5	242.000	243.600	243.500	244.000	243.275	142.520	141.930	142.200	142.330	142.245	91.140	92.680	92.140	92.400	92.090
U6	236.900	237.000	241.000	239.800	238.675	139.530	137.230	142.600	143.010	140.593	87.480	87.460	92.320	91.830	89.773
U7	244.100	242.900	243.000	242.800	243.200	142.450	141.850	143.410	144.520	143.058	91.580	92.740	92.630	93.990	92.735
U8	243.000	242.300	243.100	245.900	243.575	143.110	143.120	141.240	142.320	142.440	92.340	91.520	90.490	89.600	90.980
U9	245.900	245.700	241.100	244.090	244.198	141.380	142.510	141.710	141.230	141.708	92.020	91.650	91.640	92.610	91.980
U10	242.000	244.300	243.000	244.100	243.350	142.030	143.160	144.360	142.610	143.040	91.250	91.230	91.320	92.190	91.498
	PROMEDIO				242.001	PROMEDIO				141.71725	PROMEDIO				91.29
	VARIANZA DE DATOS				6.70	VARIANZA DE DATOS				3.37	VARIANZA DE DATOS				2.48
	COEFICIENTE DE VARIACION				4.02%	COEFICIENTE DE VARIACION				1.81%	COEFICIENTE DE VARIACION				0.89%

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Mediante el cual podemos presenciar que los datos obtenidos en la empresa ladrillera Latesa de los datos de las mediciones de largo una varianza de 6.70mm², para ancho una varianza de 3.37mm² y para altura una varianza de 2.48mm² y los coeficientes de variación son mínimos y no tienen muchos datos dispersos y son para largo de 4.02%, para ancho 1.81% y para altura 0.89%.

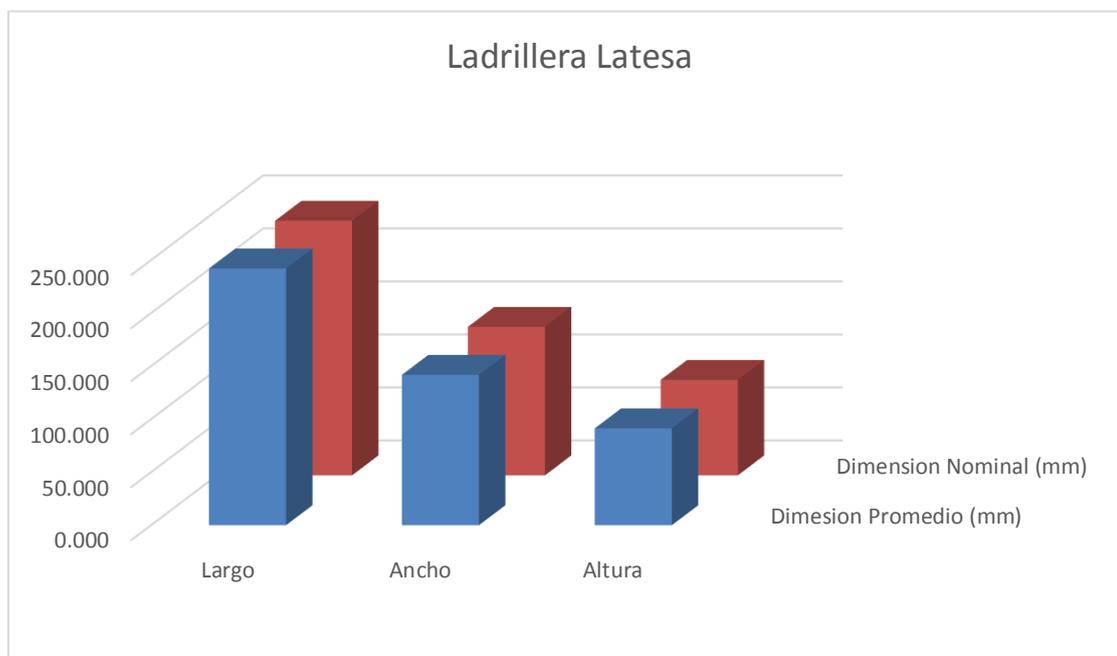
Tabla 4.2.1.1.1.2.

	Ladrillera Latesa		
	Largo	Ancho	Altura
Dimension Promedio (mm)	242.001	141.72	91.29
Dimension Nominal (mm)	240	140	90
V (%)	-0.834	-1.227	-1.433

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Se muestra en la tabla el porcentaje mínimo de variabilidad dimensional, del cual cumple todavía los parámetros establecidos en la Norma E070 (2016).

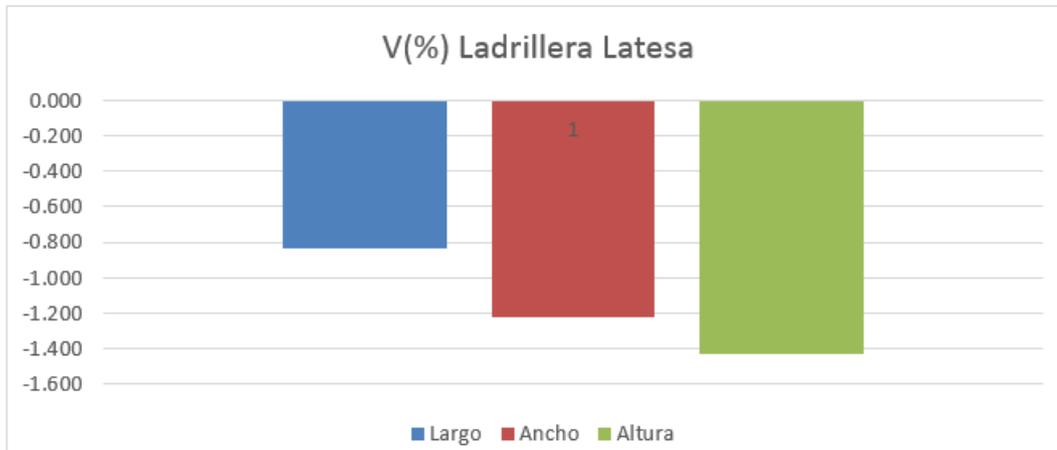
Gráfico 4.2.1.1.1.1.



(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Se representa la dimensión nominal de fábrica, con las dimensiones promedio halladas en la presente tesis.

Gráfico 4.2.1.1.1.2.



(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Se representan los datos obtenidos en la variabilidad dimensional que resultan inferiores a los establecidos en su dimensión nominal de fábrica.

- Ladrillera El Mirador**

Tabla 4.2.1.1.2.1.

LADRILLERA	El Mirador														
	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
Especimen	L1	L2	L3	L4	Lprom	A1	A2	A3	A4	Aprrom	H1	H2	H3	H4	Hprom
U11	239.980	239.010	241.400	241.200	240.398	139.990	139.840	137.860	138.260	138.988	99.960	100.260	99.060	100.660	99.985
U12	239.100	238.500	239.150	238.150	238.725	139.450	140.410	140.690	141.010	140.390	99.290	97.780	101.930	101.460	100.115
U13	239.990	239.950	242.500	241.000	240.860	138.660	139.590	140.950	141.220	140.103	100.510	101.700	103.020	100.310	101.385
U14	239.000	241.900	239.110	242.300	240.578	139.220	140.740	140.920	141.400	140.570	99.190	102.390	99.410	100.940	100.483
U15	239.970	240.500	241.000	238.990	240.115	141.120	141.330	140.380	139.670	140.625	101.710	101.650	101.750	100.960	101.518
U16	239.860	243.200	240.900	243.200	241.790	141.450	141.450	138.850	139.460	140.303	100.170	102.110	102.960	100.960	101.550
U17	240.500	239.600	240.200	239.000	239.825	139.650	140.680	139.590	139.630	139.888	101.310	101.630	101.960	101.630	101.638
U18	241.200	240.100	237.400	240.110	239.703	142.670	141.360	138.040	138.900	140.243	100.420	98.880	100.150	99.400	99.963
U19	241.900	240.700	236.100	241.200	239.975	140.530	140.470	138.980	139.670	139.913	100.180	100.100	101.340	100.720	100.585
U20	240.000	242.120	240.000	242.000	241.030	139.910	139.960	140.240	141.190	140.325	101.720	101.400	102.890	101.220	101.808
	PROMEDIO				240.29975	PROMEDIO				140.1345	PROMEDIO				100.90275
	VARIANZA DE DATOS				2.27	VARIANZA DE DATOS				1.14	VARIANZA DE DATOS				1.35
	COEFICIENTE DE VARIACION				0.63%	COEFICIENTE DE VARIACION				0.06%	COEFICIENTE DE VARIACION				0.41%

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Mediante el cual podemos presenciar que los datos obtenidos en la empresa ladrillera El Mirador de los datos de las mediciones de largo una varianza de 2.27mm², para ancho una varianza de 1.14mm² y para altura una varianza de 1.35mm² y los coeficientes de variación son mínimos y no tienen muchos datos dispersos y son para largo de 0.63%, para ancho 0.06% y para altura 0.41%.

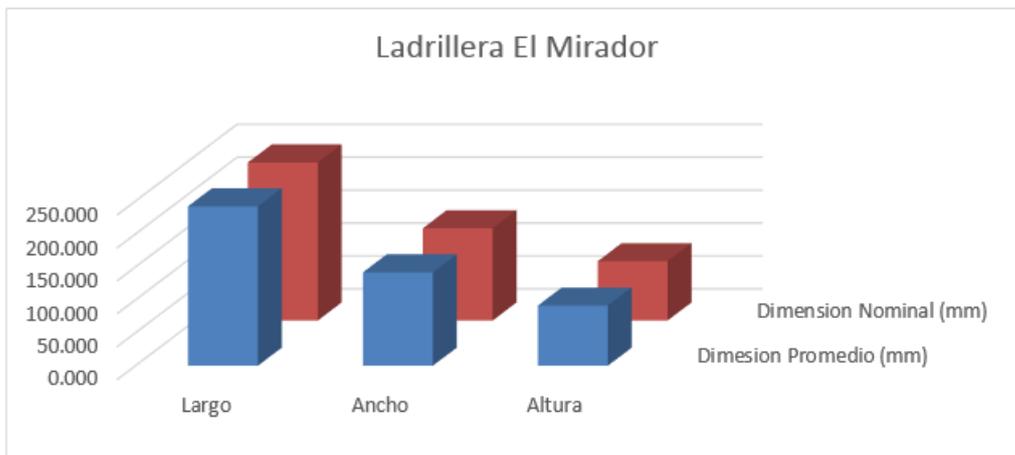
Tabla 4.2.1.1.2.2.

	Ladrillera El Mirador		
	Largo	Ancho	Altura
Dimension Promedio (mm)	240.300	140.135	100.903
Dimension Nominal (mm)	240	140	100
V (%)	-0.12	-0.10	-0.90

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Se muestra en la tabla el porcentaje mínimo de variabilidad dimensional, del cual cumple todavía los parámetros establecidos en la Norma E070 (2016).

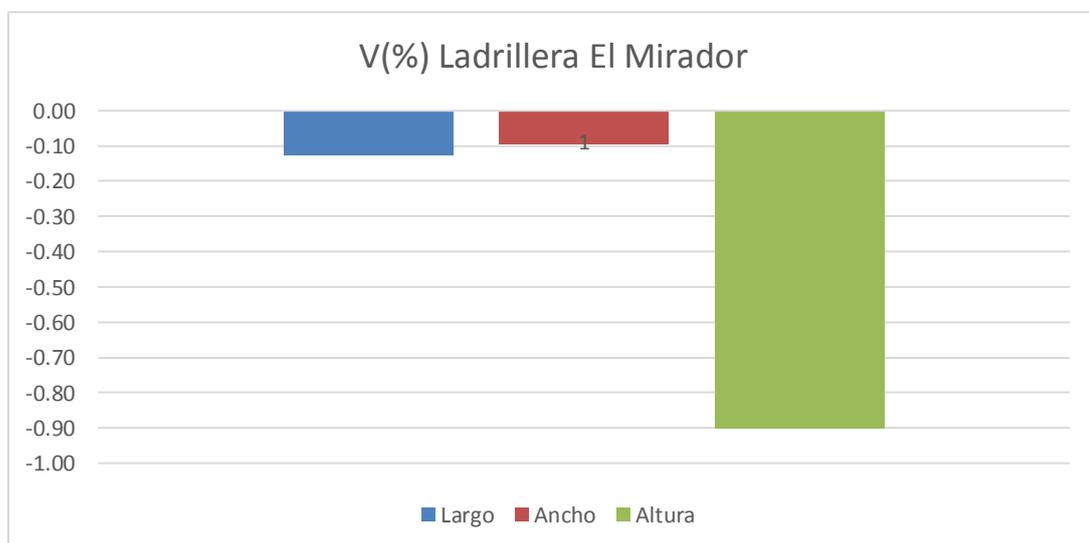
Gráfico 4.2.1.1.2.1.



(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Se representa la dimensión nominal de fábrica, con las dimensiones promedio halladas en la presente tesis.

Gráfico 4.2.1.1.2.2.



(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Se representan los datos obtenidos en la variabilidad dimensional que resultan inferiores a los establecidos en su dimensión nominal de fábrica.

- **Ladrillera Constructec**

Tabla 4.2.1.1.3.1.

LADRILLERA	Constructec														
	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lprom	A1	A2	A3	A4	Aprm	H1	H2	H3	H4	Hprom
U21	238.9	236.5	237.3	237	237.425	137.74	138.62	135.47	136.11	136.985	88.62	89.4	87.17	87.94	88.2825
U22	238	237	237	233.1	236.275	136.96	136.32	135.58	135.83	136.1725	87.15	87.19	87.25	88.4	87.4975
U23	239.6	237.9	236.4	237.1	237.75	137.37	137.56	136.86	137.17	137.24	87.5	89.25	87.96	87.34	88.0125
U24	237	240	237.8	239.9	238.675	137.59	137.53	130.46	130.6	130.045	87.93	89.57	89.2	89.06	89.94
U25	236.5	236.6	236	240.9	237.5	137.99	139.13	137.65	130.24	138.2525	88.17	88.31	87.65	86.93	87.765
U26	238	238.1	237.9	239.2	238.3	137.39	137.71	137.69	138.3	137.7225	89	87.57	90.12	89.35	89.01
U27	241	240.5	241	240.2	240.675	139.51	139.68	139.14	138.58	139.2275	89.72	89.19	88.12	88.57	88.9
U28	240	238.6	238.2	238.9	238.925	137.68	137.64	138.27	137.37	137.74	88.96	89.09	88.09	88.1	88.56
U29	237.3	236.1	237.2	237.25	236.9625	136.96	136.85	138.82	138.87	137.875	87.03	87.01	88.39	88.18	87.6525
U30	237.2	237.3	238	239.5	238	137.69	137.9	137.61	137.69	137.7225	88.57	88.69	87.35	88.07	88.17
	PROMEDIO				238.04875	PROMEDIO				137.70325	PROMEDIO				88.279
	VARIANZA DE DATOS				2.72	VARIANZA DE DATOS				0.99	VARIANZA DE DATOS				0.73
	COEFICIENTE DE VARIACION				1.20%	COEFICIENTE DE VARIACION				0.53%	COEFICIENTE DE VARIACION				0.20%

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Mediante el cual podemos presenciar que los datos obtenidos en la empresa ladrillera Constructec de los datos de las mediciones de largo una varianza de 2.27mm², para ancho una varianza de 0.99mm² y para altura una varianza de 0.73mm² y los coeficientes de variación son mínimos y no tienen muchos datos dispersos y son para largo de 1.28%, para ancho 0.53% y para altura 0.28%.

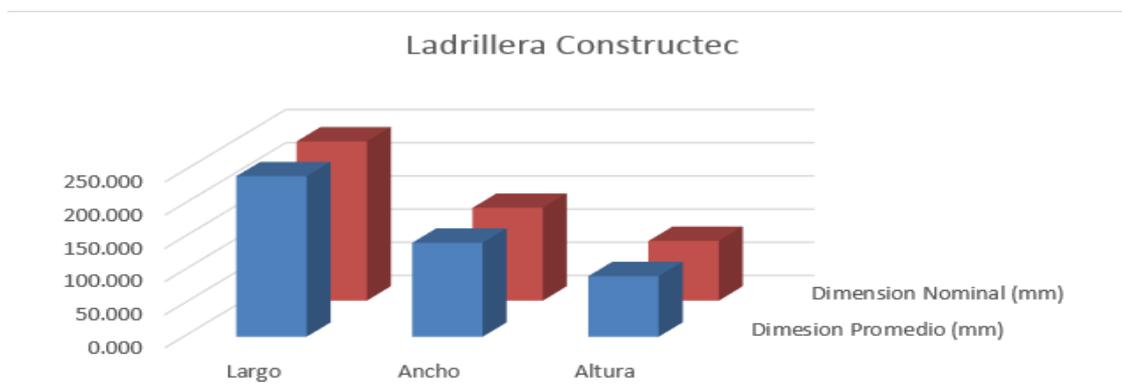
Tabla 4.2.1.1.3.2.

	Ladrillera Constructec.		
	Largo	Ancho	Altura
Dimesion Promedio (mm)	238.049	137.703	88.279
Dimesion Nominal (mm)	240	140	90
V (%)	0.813	1.641	1.912

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Se muestra en la tabla el porcentaje mínimo de variabilidad dimensional, del cual cumple todavía los parámetros establecidos en la Norma E070 (2016).

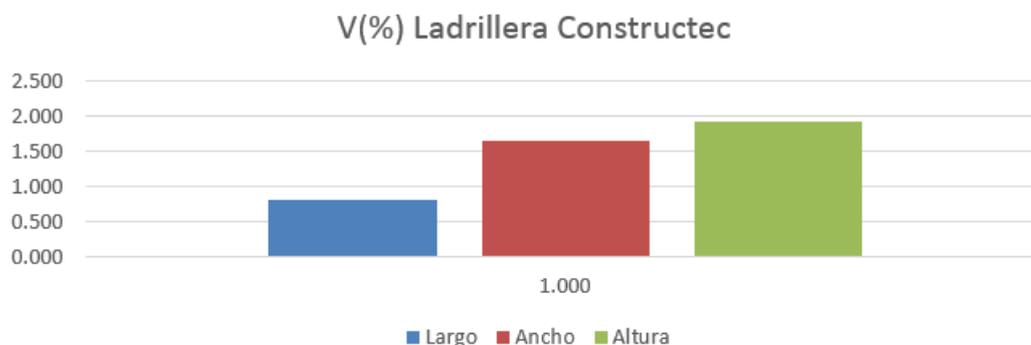
Gráfico 4.2.1.1.3.1.



(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Se representa la dimensión nominal de fábrica, con las dimensiones promedio halladas en la presente tesis.

Gráfico 4.2.1.1.3.2.



(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Se representan los datos obtenidos en la variabilidad dimensional que resultan inferiores a los establecidos en su dimensión nominal de fábrica.

Tabla 4.2.1.1.4.

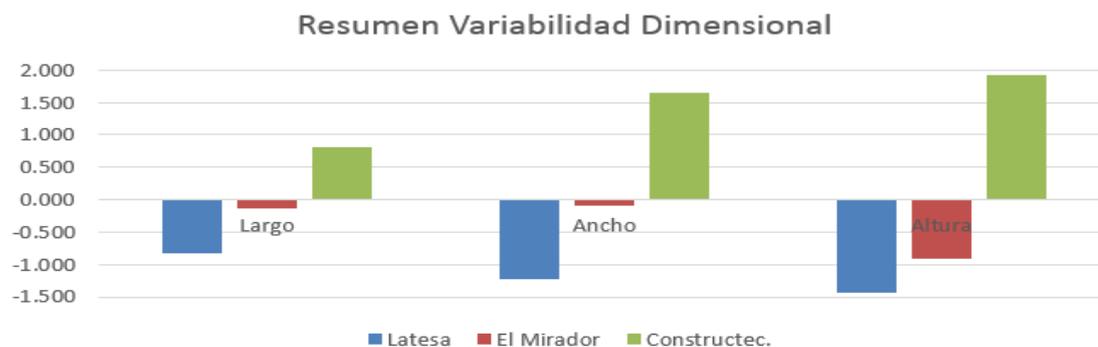
Tabla resumen de Variabilidad dimensional, de las 3 empresas ladrilleras:

Ladrillera	Resumen Variabilidad Dimensional		
	Largo	Ancho	Altura
Latesa	-0.834	-1.227	-1.433
El Mirador	-0.125	-0.096	-0.903
Constructec.	0.813	1.641	1.912

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Presentamos el resumen de las variabilidades dimensionales de las tres empresas ladrilleras que contemplan establecidos en la Norma E070 (2016).

Gráfico 4.2.1.1.4.1.



(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Representación gráfica de las variabilidades dimensionales de las tres empresas ladrilleras, en el cual se ve que la menor variabilidad dimensional fue de la empresa El Mirador, seguida de la empresa Latesa y por último la empresa Constructec.

4.2.1.2. Alabeo

En este ensayo se utilizó 10 unidades de albañilería enteros de cada marca comercial antes mencionada, y se midió el alabeo en todas las zonas del ladrillo, para saber si habría mayor concavidad o convexidad del ladrillo, ya que produciría el aumento en el espesor de la junta y disminuye la adherencia del ladrillo-mortero al formarse vacíos en las zonas más alabeadas. El procedimiento fue de la siguiente manera:

Se colocó en cada superficie de la unidad de albañilería, sobre una superficie plana, y se procedió a colocar una escuadra metálica, que conecto los extremos opuesto de cada superficie del ladrillo, luego de medio con otra regla milimetrada en las zonas más alabeadas.



Foto 4.2.1.2
 Se observa la regla milimetrada y la escuadra

Como resultado, por cada uno de las 10 unidades de albañilería de cada marca comercial del cusco se obtuvo los siguientes Tablas:

- Ladrillera Latesa**

Tabla 4.2.1.2.1.

LADRILLERA	Latesa														
	A.Largo (mm)					A.Ancho (mm)					A.Altura (mm)				
	A.L1	A.L2	A.L3	A.L4	A.Lprom	A.A1	A.A2	A.A3	A.A4	A.prom	A.H1	A.H2	A.H3	A.H4	A.Hprom
U31	0.00	0.00	-0.60	0.00	-0.15	-1.50	-1.60	-0.50	-0.10	-0.93	0.00	0.00	-0.60	0.00	-0.15
U32	1.20	0.80	0.70	0.30	0.75	-0.60	-1.60	0.00	0.00	-0.55	-1.60	-1.00	0.00	-0.50	-0.78
U33	0.00	0.00	2.50	2.30	1.20	-0.50	-0.50	-3.50	0.00	-1.13	0.50	0.00	0.50	0.90	0.48
U34	0.00	0.00	0.50	0.00	0.13	-1.50	-1.20	-0.50	-0.60	-0.95	0.00	0.00	-1.60	-0.90	-0.63
U35	0.80	0.55	1.50	0.60	0.86	-0.40	0.00	-1.40	0.00	-0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U36	1.00	1.50	0.70	0.00	0.80	0.00	0.00	-0.60	0.00	-0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U37	0.00	0.00	1.50	0.00	0.38	-1.50	-0.50	0.00	0.00	-0.50	-0.40	0.00	0.00	-0.30	-0.18
U38	0.60	0.00	1.00	2.10	0.93	-2.00	-0.50	-1.00	-1.50	-1.25	0.45	0.00	0.00	0.50	0.24
U39	0.00	1.00	0.50	2.10	0.90	-0.50	-0.60	-2.00	0.00	-0.78	1.25	-0.50	-0.35	-0.60	-0.05
U40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.50	-2.00	-0.88	0.00	0.00	0.00	-14.00	-3.50
	PROMEDIO				0.58	PROMEDIO				-0.76	PROMEDIO				-0.46
	VARIANZA DE DATOS				0.57	VARIANZA DE DATOS				0.66	VARIANZA DE DATOS				5.12
	COEFICIENTE DE VARIACION				0.13%	COEFICIENTE DE VARIACION				0.10%	COEFICIENTE DE VARIACION				1.14%

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Mediante el cual podemos presenciar que los datos obtenidos en la empresa ladrillera Latesa de los datos de las mediciones de largo una varianza de 0.57mm², para ancho una varianza de 0.66mm² y para altura una varianza de 5.12mm² y los coeficientes de variación son mínimos y no tienen muchos datos dispersos, y son para largo de 0.13%, para ancho 0.10% y para altura 1.14%.

Gráfico 4.2.1.2.1.1.

Alabeo de la empresa Ladrillera Latesa en mm



(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Se representan los datos obtenidos en el ensayo de alabeo que resultan en los parámetros establecidos en la Norma E070 (2016).

- **Ladrillera El Mirador**

Tabla 4.2.1.2.2.

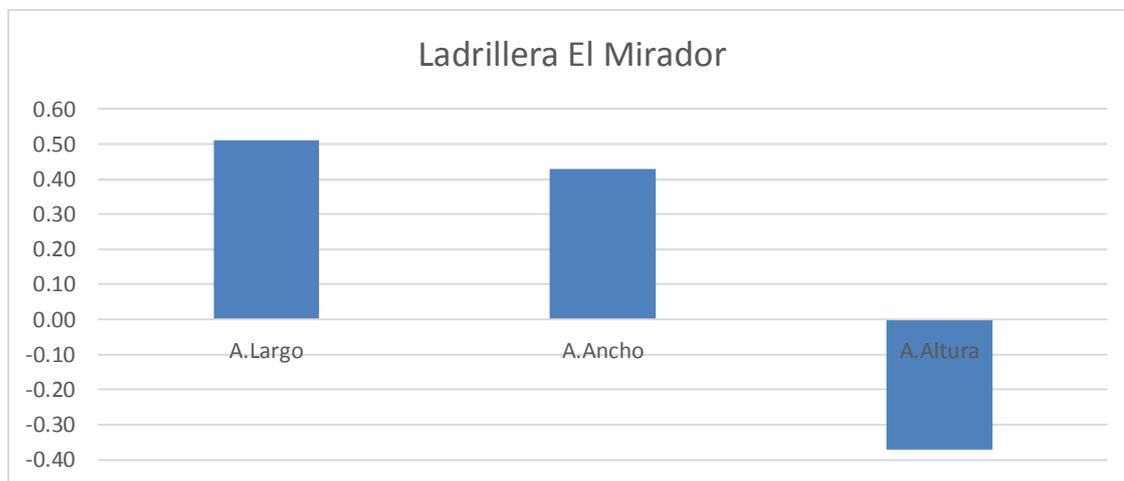
LADRILLERA	El Mirador																	
	A.Largo (mm)					A.Ancho (mm)					A.Altura (mm)							
Especimen	A.L1	A.L2	A.L3	A.L4	A.Lprom	A.A1	A.A2	A.A3	A.A4	A.prom	A.H1	A.H2	A.H3	A.H4	A.Hprom			
U41	0.00	0.00	0.75	1.50	0.56	0.00	0.00	0.50	0.60	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
U42	0.00	0.00	1.50	1.00	0.63	0.00	0.00	0.50	0.35	0.21	-1.20	0.00	0.00	0.00	-0.30			
U43	0.00	0.00	1.00	0.40	0.35	0.60	0.50	0.00	0.00	0.28	-1.00	-1.10	-0.60	0.00	-0.68			
U44	0.25	1.40	-0.80	0.20	0.26	0.00	0.00	0.00	0.50	0.13	0.00	0.00	-0.50	0.00	-0.13			
U45	0.21	0.90	2.20	1.00	1.08	0.00	0.00	0.30	0.65	0.24	-1.60	-0.60	0.00	0.00	-0.55			
U46	0.50	0.00	0.00	1.10	0.40	0.00	1.00	0.90	0.00	0.48	-0.50	-0.30	-0.60	-0.60	-0.50			
U47	0.20	0.70	0.00	0.40	0.33	0.40	0.60	0.50	6.00	1.88	-1.00	-0.60	-0.60	-0.50	-0.68			
U48	0.60	1.00	0.00	0.20	0.45	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	-0.40	0.00	-0.60	-0.60	-0.40			
U49	0.00	0.00	0.50	1.10	0.40	0.00	-0.60	0.40	0.50	0.08	0.00	0.50	0.00	0.00	0.13			
U50	0.10	0.00	1.00	1.50	0.65	0.50	0.00	0.00	0.50	0.25	0.00	0.00	-0.40	-2.00	-0.60			
	PROMEDIO					0.51	PROMEDIO					0.43	PROMEDIO					-0.37
	VARIANZA DE DATOS					0.37	VARIANZA DE DATOS					0.92	VARIANZA DE DATOS					0.26
	COEFICIENTE DE VARIACION					0.05%	COEFICIENTE DE VARIACION					0.25%	COEFICIENTE DE VARIACION					0.06%

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Mediante el cual podemos presenciar que los datos obtenidos en la empresa ladrillera El Mirador de los datos de las mediciones de largo una varianza de 0.37mm², para ancho una varianza de 0.92mm² y para altura una varianza de 0.26mm² y los coeficientes de variación son mínimos y no tienen muchos datos dispersos y son para largo de 0.05%, para ancho 0.25% y para altura 0.06%.

Gráfico 4.2.1.2.2.1.

Alabeo de la empresa Ladrillera El Mirador en mm



(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Se representan los datos obtenidos en el ensayo de alabeo que resultan en los parámetros establecidos en la Norma E070 (2016).

- Ladrillera Constructec**

Tabla 4.2.1.2.3.

LADRILLERA	Constructec																	
	Especimen	A.Largo (mm)					A.Ancho (mm)					A.Altura (mm)						
		A.L1	A.L2	A.L3	A.L4	A.Lprom	A.A1	A.A2	A.A3	A.A4	Aprm	A.H1	A.H2	A.H3	A.H4	A.Hprom		
U51	-2.10	-0.90	1.50	0.00	-0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
U52	2.10	2.10	0.00	0.00	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
U53	1.10	0.60	0.00	0.00	0.43	-1.50	0.00	0.00	0.00	-0.38	0.50	-0.40	0.60	0.00	0.18			
U54	1.60	1.20	0.00	0.00	0.70	-0.50	-0.50	0.00	0.00	-0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
U55	0.00	0.00	0.80	1.05	0.46	0.60	0.50	0.00	0.89	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
U56	0.75	0.40	0.00	0.00	0.29	0.00	-0.30	0.00	0.00	-0.08	0.00	0.00	-0.40	0.40	0.00			
U57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.50	-0.70	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
U58	0.00	0.00	1.60	1.60	0.80	-2.10	-2.10	0.00	0.00	-1.05	0.70	0.60	-1.50	-2.01	-0.55			
U59	0.00	0.00	2.50	1.45	0.99	0.00	-0.30	-0.60	0.00	-0.23	0.20	0.00	0.00	0.00	0.05			
U60	0.00	0.00	1.10	0.25	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
	PROMEDIO					0.47	PROMEDIO					-0.18	PROMEDIO					-0.03
	VARIANZA DE DATOS					0.78	VARIANZA DE DATOS					0.33	VARIANZA DE DATOS					0.21
	COEFICIENTE DE VARIACION					0.10%	COEFICIENTE DE VARIACION					0.13%	COEFICIENTE DE VARIACION					0.03%

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Mediante el cual podemos presenciar que los datos obtenidos en la empresa ladrillera Constructec de los datos de las mediciones de largo una varianza de 0.78mm², para ancho una varianza de 0.33mm² y para altura una varianza de 0.21mm², y los coeficientes de variación son mínimos y no tienen muchos datos dispersos y son para largo de 0.10%, para ancho 0.13% y para altura 0.03%.

Gráfico 4.2.1.2.3.1.

Alabeo de la empresa Ladrillera Constructec en mm



(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Se representan los datos obtenidos en el ensayo de alabeo que resultan en los parámetros establecidos en la Norma E070 (2016).

Tabla 4.2.1.2.4.

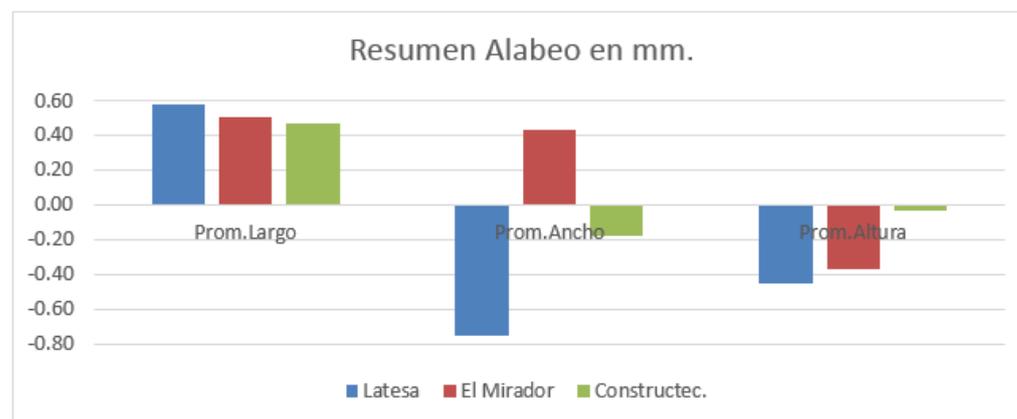
Tabla resumen de Alabeo de las 3 empresas ladrilleras:

Ladrillera	Resumen Alabeo(mm)		
	Prom.Largo	Prom.Ancho	Prom.Altura
Latesa	0.58	-0.76	-0.46
El Mirador	0.51	0.43	-0.37
Constructec.	0.47	-0.18	-0.03

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Presentamos el resumen de los datos obtenidos en el ensayo de alabeo que resultan en los parámetros establecidos en la Norma E070 (2016).

Gráfico 4.2.1.2.4.1.



(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Representación gráficamente los datos obtenidos en el ensayo de alabeo en mm. de las tres empresas ladrilleras, en el cual se ve que el menor alabeo fue de la empresa Constructec, seguida de la empresa El Mirador y por último la empresa Latesa.

4.2.1.3. Succión

Es la medida de la rapidez con la que la unidad de albañilería absorbe agua del mortero y su principal característica es definir la adherencia mortero-unidad en la albañilería, por lo tanto la succión excesiva no logra la adherencia adecuada, entre el mortero y la unidad de albañilería. También esta propiedad define tanto la resistencia a tracción como la resistencia a fuerza cortante de la albañilería.

Para el ensayo se utilizó 10 unidades de albañilería enteras y se midió la succión en la superficie del asiento.

Se procedió de la manera siguiente:

- Primero se usó un vernier digital para el ancho del ladrillo, y una escuadra milimetrada para el largo del ladrillo, para la superficie del asiento.
- Se secaron las unidades de albañilería en el horno durante 24 horas a una temperatura de 110°, luego se dejaron enfriar y se pesaron el peso seco.



Foto 4.2.1.3.1

Secado en el horno de las unidades de albañilería después de 24 horas.

- Se puso un recipiente metálico con agua nivelada a nivel de burbuja, se procedió a poner los soportes metálicos y se puso las unidades de albañilería, tomando en cuenta como tiempo de contacto (1 minuto), al momento de hacer

contacto la unidad de albañilería con el agua, se mantuvo el nivel del agua original del recipiente de agua.



- Luego de 60 segundos se retiró la unidad de albañilería del recipiente, se secó el agua superficial con una toalla absorbente y se pesó. El peso húmedo se hizo en el promedio de 10 segundos a 60 segundos.

Para los cálculos se usó la siguiente formula:

$$S = \frac{200 \times W}{L \times B}$$

Donde:

W = Peso húmedo – Peso Seco

L = Largo de la superficie de asiento

B = Ancho de la superficie de asiento

S = Succión normalizada a 200cm²

- **Ladrillera Latesa**

Tabla 4.2.1.3.1

LADRILLERA	Latesa						
	Especimen	Largo (mm)	Ancho (mm)	Area (cm2)	Peso (gr)		Succion (gr)
					Seco	Humedo	
CARA RUGOSA	U61	247.00	142.51	352.00	3927.00	4029.00	57.95
	U62	246.50	142.38	350.97	3957.00	4045.00	50.15
	U63	244.50	142.36	348.07	3894.00	3981.00	49.99
	U64	245.00	141.52	346.72	3844.00	3953.00	62.87
	U65	241.50	143.49	346.53	3903.00	3985.00	47.33

SUCCION PROMEDIO (Cara Rugosa) = $\frac{53.66 \text{ gr}}{200 \text{ cm}^2 \times \text{min}}$

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

La succión en la empresa ladrillera Latesa no fue optima, ya que sobrepasa los límites de 10 a 20gr/200cm² x min, que establece la Norma E070 (2016), y se necesitara recibir tratamientos antes del asentado, exceptuando su limpieza.

- **Ladrillera El Mirador**

Tabla 4.2.1.3.2.

LADRILLERA	El Mirador						
	Especimen	Largo (mm)	Ancho (mm)	Area (cm ²)	Peso (gr)		Succion (gr)
					Seco	Humedo	
CARA RUGOSA	U66	242.00	134.96	326.60	4160.00	4222.00	37.97
	U67	239.00	140.38	335.51	4091.00	4157.00	39.34
	U68	242.30	139.63	338.32	4341.00	4380.00	23.05
	U69	244.00	139.88	341.31	4353.00	4394.00	24.03
	U70	242.20	140.76	340.92	4284.00	4328.00	25.81

$$\text{SUCCION PROMEDIO (Cara Rugosa)} = \frac{30.04 \text{ gr}}{200 \text{ cm}^2 \times \text{min}}$$

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

La succión en la empresa ladrillera El Mirador no fue optima, ya que sobrepasa los límites de 10 a 20gr/200cm² x min, que establece la Norma E070 (2016), y se necesitara recibir tratamientos antes del asentado, exceptuando su limpieza.

- **Ladrillera Constructec.**

Tabla 4.2.1.3.3.

LADRILLERA	Constructec						
	Especimen	Largo (mm)	Ancho (mm)	Area (cm ²)	Peso (gr)		Succion (gr)
					Seco	Humedo	
CARA RUGOSA	U71	239.00	137.34	328.24	2930.00	2996.00	40.21
	U72	238.00	136.73	325.42	2878.00	2939.00	37.49
	U73	237.50	137.70	327.04	2943.00	3001.00	35.47
	U74	239.50	138.66	332.09	2988.00	3058.00	42.16
	U75	242.00	139.88	338.51	3012.00	3057.00	26.59

$$\text{SUCCION PROMEDIO (Cara Rugosa)} = \frac{36.38 \text{ gr}}{200 \text{ cm}^2 \times \text{min}}$$

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

La succión en la empresa ladrillera Constructec no fue optima, ya que sobrepasa los límites de 10 a 20gr/200cm² x min, que establece la Norma E070 (2016), y se necesitara recibir tratamientos antes del asentado, exceptuando su limpieza.

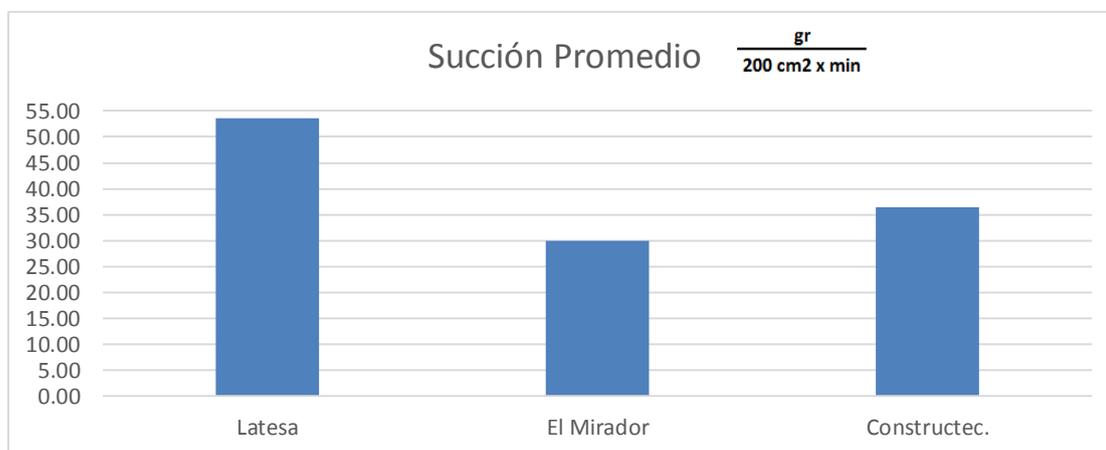
Tabla 4.2.1.3.4

Ladrillera	Resumen Succion	
Latesa	53.66	$\frac{gr}{200\text{ cm}^2 \times \text{min}}$
El Mirador	30.04	
Constructec.	36.38	

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

El resumen de las tres empresas ladrilleras en el cual no cumplen con el parámetro establecido de 10 a 20gr/200cm² x min, que establece la Norma E070 (2016), y se necesitará recibir tratamientos antes del asentado, exceptuando su limpieza.

Gráfico 4.2.1.3.4.1.



(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Representación gráficamente los datos obtenidos en el ensayo de succión en gr/200cm² x min. de las tres empresas ladrilleras, en el cual se ve que la menor succión fue de la empresa El Mirador, seguida de la empresa Constructec y por último la empresa Latesa.

4.2.1.4. Absorción

Para el ensayo se secaron en el horno a 110°C durante 24 horas, 5 muestras de unidades de albañilería enteras, del cual se retiraron del horno, y se dejaron enfriar a temperatura ambiente, para luego poder pesarlas. Se registró el peso seco.

Se colocaron los ladrillos secos en un tacho de agua, manteniéndolos completamente sumergidos durante 24 horas, asegurando que la temperatura este entre los 20°C y 30°C.



Foto 4.2.1.4.1.
Unidades de albañilería en el horno.



Foto 4.2.1.4.2.
Registro del peso seco de las unidades de albañilería

Se retiraron los ladrillos del tacho, se retiró el agua superficial con un papel absorbente y se pesaron los ladrillos de cada marca comercial. Se registró el peso saturado por el agua.

Los ladrillos se pesaron al instante de secarlos y extraerlos del tacho de agua.



Foto 4.2.1.4.3.
Registro del peso saturado de las unidades de albañilería.

Para el cálculo del agua absorbida se usó la siguiente formula:

$$A(\%) = \frac{100(p2 - p1)}{p1}$$

Donde:

p1 = Peso de la unidad de albañilería seca

p2 = Peso de la unidad de albañilería saturada luego de 24 horas de inmersión.

A = Contenido de agua absorbida en porcentaje.

Los resultados se presentaron a continuación:

- **Ladrillera Latesa**

Tabla 4.2.1.4.1.

Ladrillera	Latesa		
	Peso (gr.)		Absorción (%)
	Seco	24 H. Inmersión	
U76	3877.00	4424.00	14.11
U77	3959.00	4531.00	14.45
U78	4002.00	4543.00	13.52
U79	3803.00	4313.00	13.41
U80	3825.00	4364.00	14.09
Absorción Promedio (%)			13.92

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

La Absorción en la empresa ladrillera Latesa fue optima, ya que no sobrepasa el límite de 22%, que establece la Norma E070 (2016).

- **Ladrillera El Mirador**

Tabla 4.2.1.4.2.

Ladrillera	El Mirador		
	Peso (gr.)		Absorción (%)
	Seco	24 H. Inmersión	
U81	4135.00	4842.00	17.10
U82	4260.00	4728.00	10.99
U83	4408.00	4913.00	11.46
U84	4341.00	4997.00	15.11
U85	4237.00	4841.00	14.26
Absorción Promedio (%)			13.78

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

La Absorción en la empresa ladrillera El Mirador fue optima, ya que no sobrepasa el límite de 22%, que establece la Norma E070 (2016).

- **Ladrillera Constructec**

Tabla 4.2.1.4.3.

Ladrillera	Constructec		
	Peso (gr.)		Absorción (%)
	Seco	24 H. Inmersión	
U86	3041.00	3506	15.29
U87	2937.00	3343	13.82
U88	2985.00	3424	14.71
U89	2986.00	3402	13.93
U90	2946.00	3362	14.12
Absorción Promedio (%)			14.37

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

La Absorción en la empresa ladrillera Constructec fue optima, ya que no sobrepasa el límite de 22%, que establece la Norma E070 (2016).

• **Tabla 4.2.1.4.4.**

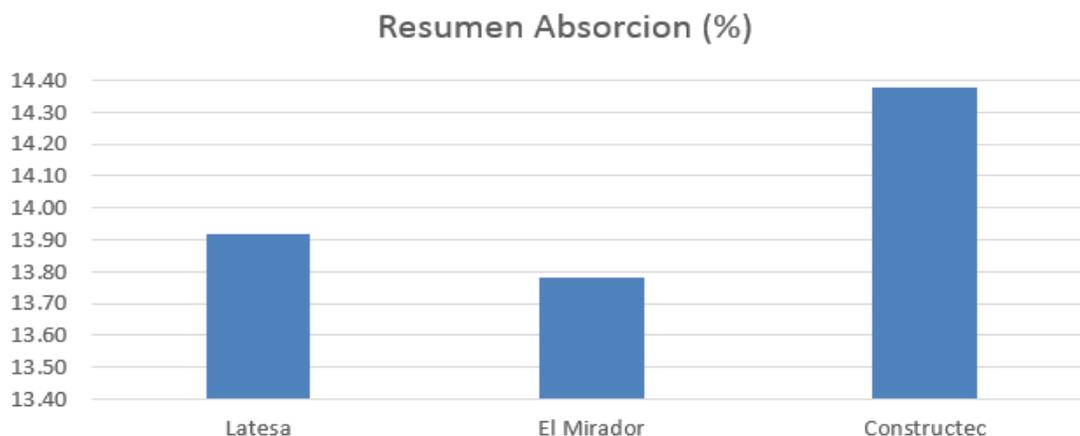
Tabla resumen de las 3 empresas ladrilleras

Resumen Absorción	
Latesa	13.92 %
El Mirador	13.78 %
Constructec	14.37 %

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

El resumen de las tres empresas ladrilleras en el cual cumplen con el parámetro establecido de 22% máximo, que establece la Norma E070 (2016).

Gráfico 4.2.1.4.4.1.



(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Representación gráficamente los datos obtenidos en el ensayo de Absorción en porcentaje de las tres empresas ladrilleras, en el cual se ve que la menor Absorción fue de la empresa El Mirador, seguida de la empresa Latesa y por último la empresa Constructec.

4.2.1.5. Resistencia a Compresión

En el ensayo de resistencia a compresión se utilizó 5 unidades de albañilería enteros, mediante el cual el proceso fue de la siguiente manera:

Se procedió con la medición del largo y ancho de las superficies de asiento por ladrillos según las empresas ladrillera propuestas, luego se colocó una mezcla de mortero de 1:3 en ambas superficies, para poder utilizar el área completa de las superficies de asiento.



Se colocó el testigo sobre la maquina se ensayó, haciendo que los ejes coincidan con los ejes de apoyo, para ello se usó 2 placas de acero de 5/8", para que la carga sea constante por toda la unidad de albañilería; para luego obtener un perfecto contacto sobre las superficies del testigo.



Se aplicó la carga hasta la mitad de la carga prevista a una velocidad de rotura de testigos de concreto y la carga restante en no menos de 60 segundos y no mayor a 120 segundos, para lo cual los cálculos del ensayo de resistencia a compresión se usó la siguiente formula:

$$fb = \frac{P}{A}$$

Donde:

P = Carga de rotura en Kg.

A = Área bruta en cm².

F'b = Resistencia a la compresión en kg/cm².

- **Ladrillera Latesa**

Tabla 4.2.1.5.1.

Ladrillera	Latesa										
	Largo (mm)			Ancho (mm)			Area (cm ²)	Carga Maxima		fb (Kg/cm ²)	
	L1	L2	Lprom	A1	A2	Aprom		KN	Kg		
U91	231.00	233.00	232.00	134.00	136.50	135.25	313.78	137.39	14010.00	44.65	
U92	240.00	239.00	239.50	140.00	139.00	139.50	334.10	142.78	14560.00	43.58	
U93	239.00	240.00	239.50	139.00	140.00	139.50	334.10	230.55	23510.00	70.37	
U94	238.00	240.00	239.00	139.00	140.00	139.50	333.41	85.12	8680.00	26.03	
U95	240.00	239.00	239.50	140.00	138.00	139.00	332.91	101.99	10400.00	31.24	
f' b Promedio										=	43.17 kg/cm²
Desviacion Estandar										=	17.16 kg/cm²
Coefficiente de Variacion										=	236 %
f' b caracteristica										=	26.01 kg/cm²
Según Norma E070 - f' b Minima										=	50.00 kg/cm²

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Mediante el cual podemos presenciar que los datos obtenidos en la empresa ladrillera Latesa, el f' b característico es menor al de la Norma E070 (2016), por lo tanto la unidad de albañilería esta NO APROBADA, esto se debe a que el coeficiente de variación es alto y los datos son muy dispersos.

- **Ladrillera El Mirador**

Tabla 4.2.1.5.2.

Ladrillera	El Mirador										
	Largo (mm)			Ancho (mm)			Area (cm ²)	Carga Maxima		fb (Kg/cm ²)	
	L1	L2	Lprom	A1	A2	Aprom		KN	Kg		
U96	240.00	235.00	237.50	135.00	140.00	137.50	326.56	96.50	9840.00	30.13	
U97	240.00	236.00	238.00	136.00	139.00	137.50	327.25	70.02	7140.00	21.82	
U98	239.00	236.00	237.50	136.00	139.00	137.50	326.56	104.24	10630.00	32.55	
U99	236.00	233.00	234.50	136.00	137.00	136.50	320.09	79.04	8060.00	25.18	
U100	240.00	236.00	238.00	138.00	137.00	137.50	327.25	79.43	8100.00	24.75	
fb Promedio										=	26.89 kg/cm²
Desviacion Estandar										=	4.35 kg/cm²
Coefficiente de Variacion										=	15.16 %
f' b caracteristica										=	22.53 kg/cm²
Según Norma E070 - f' b Minima										=	50.00 kg/cm²

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Mediante el cual podemos presenciar que los datos obtenidos en la empresa ladrillera El Mirador el f' b característico es menor al de la Norma E070 (2016), por lo tanto la unidad de albañilería esta NO APROBADA, esto se debe a la mala calidad del control de fabricación, y la materia prima de mala calidad.

- Ladrillera Constructec

Tabla 4.2.1.5.3.

Ladrillera Especimen	Constructec						Carga Maxima		fb (Kg/cm2)	
	Largo (mm)			Ancho (mm)			KN	Kg		
	L1	L2	Lprom	A1	A2	Aprom	Area (cm2)			
U101	239.00	240.00	239.50	138.00	138.00	138.00	330.51	121.11	12350.00	37.37
U102	237.00	237.50	237.25	136.00	136.00	136.00	322.66	148.67	15160.00	46.98
U103	237.00	237.00	237.00	136.00	136.50	136.25	322.91	117.19	11950.00	37.01
U104	239.00	240.00	239.50	137.00	137.40	137.20	328.59	117.09	11940.00	36.34
U105	237.00	235.00	236.00	136.00	136.00	136.00	320.96	106.99	10910.00	33.99
fb Promedio										= 38.34 kg/cm2
Desviacion Estandar										= 5.01 kg/cm2
Coeficiente de Variacion										= 20.07 %
f' b característica										= 33.33 kg/cm2
Según Norma E070 - f' b Minima										= 50.00 kg/cm2

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Mediante el cual podemos presenciar que los datos obtenidos en la empresa ladrillera Constructec, el f' b característico es menor al de la Norma E070 (2016), por lo tanto la unidad de albañilería esta NO APROBADA, esto se debe a la mala calidad del materia prima y del control de fabricación.

Tabla 4.2.1.5.4.

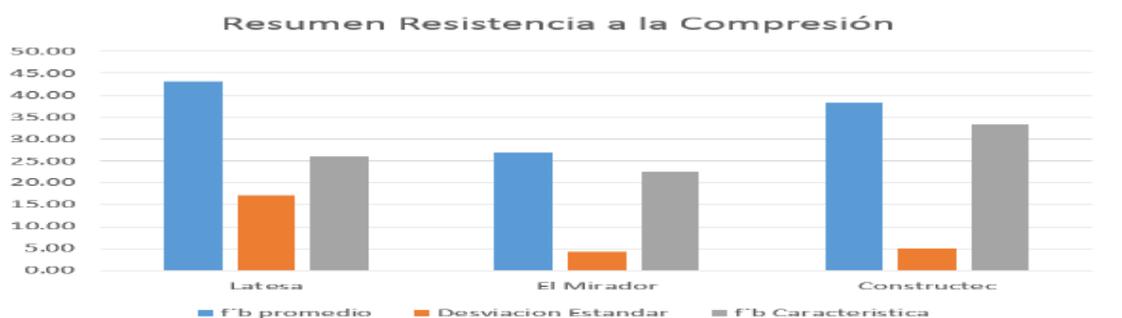
Tabla resumen de las pruebas de resistencia a la compresión de las 3 empresas ladrilleras.

	Resumen Resistencia a la Compresion			
	fb Promedio	Desviacion Estandar	Coficiente de Variacion	f' b Caracteristica
Latesa	43.17 kg/cm2	17.16 kg/cm2	235.60 %	26.01 kg/cm2
El Mirador	26.89 kg/cm2	4.35 kg/cm2	15.16 %	22.53 kg/cm2
Constructec	38.34 kg/cm2	5.01 kg/cm2	20.07 %	33.33 kg/cm2

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Resumen de las tres empresas ladrilleras en el cual podemos presenciar que el f' b característico es menor al de la Norma E070 (2016), por lo tanto las unidades de albañilería están NO APROBADAS, y no son aptas para la venta para fines estructurales.

Gráfico 4.2.1.5.4.1.



(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Descripción gráfica de las tres empresas ladrilleras en el cual podemos presenciar que el $f' b$ característico es menor al de la Norma E070 (2016), por lo tanto las unidades de albañilería están NO APROBADAS, y no son aptas para la venta para fines estructurales.

4.2.1.6. Porcentaje de Ranuras

El procedimiento para este ensayo fue utilizar 5 unidades de albañilería enteros, usando el vernier se midió el ancho y el largo de la superficie de asiento.



Para los cálculos se usó la siguiente formula:

$$R(\%) = \frac{100 * Ar}{Ab}$$

Donde:

Ab = Área de la Superficie de Asiento

Ar = Área de Ranuras

R = Porcentaje de Ranuras

- **Ladrillera Latesa**

Tabla 4.2.1.6.1

Ladrillera	Latesa		
	Area (cm2)		Ranuras (%)
	Sup. Asiento	Ranuras	
U121	340.91	89.14	26.15
U122	350.97	91.64	26.11
U123	347.52	91.93	26.45
U124	340.52	89.71	26.34
U125	346.73	88.64	25.56
% de Ranuras Promedio			26.12

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

En la empresa Ladrillera Latesa se observa que el porcentaje de ranuras de la unidad de albañilería no sobrepasa el límite de 30%, establecido en la Norma E070 (2016), y se clasifica una unidad de albañilería sólida, por lo tanto está APROBADA para la utilización de muros portantes.

- **Ladrillera El Mirador**

Tabla 4.2.1.6.2.

Ladrillera	El Mirador		
	Area (cm2)		Ranuras (%)
Especimen	Sup. Asiento	Ranuras	
U126	337.08	92.22	27.36
U127	332.84	99.20	29.81
U128	327.96	96.53	29.43
U129	332.45	91.49	27.52
U130	332.09	98.61	29.69
% de Ranuras Promedio			28.76

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

En la empresa Ladrillera El Mirador se observa que el porcentaje de ranuras de la unidad de albañilería no sobrepasa el límite de 30%, establecido en la Norma E070 (2016), y se clasifica una unidad de albañilería sólida, por lo tanto está APROBADA para la utilización de muros portantes.

- **Ladrillera Constructec**

Tabla 4.2.1.6.3.

Ladrillera	Constructec		
	Area (cm2)		Ranuras (%)
Especimen	Sup. Asiento	Ranuras	
U131	331.98	123.45	37.18
U132	338.77	132.66	39.16
U133	330.89	127.50	38.53
U134	335.74	126.20	37.59
U135	328.99	114.84	34.91
% de Ranuras Promedio			37.47

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

En la empresa Ladrillera Latesa se observa que el porcentaje de ranuras de la unidad de albañilería sobrepasa el límite de 30%, establecido en la Norma E070 (2016), y se clasifica una unidad de albañilería hueca, por lo tanto está NO APROBADA para la utilización de muros portantes.

Tabla 4.2.1.6.4.

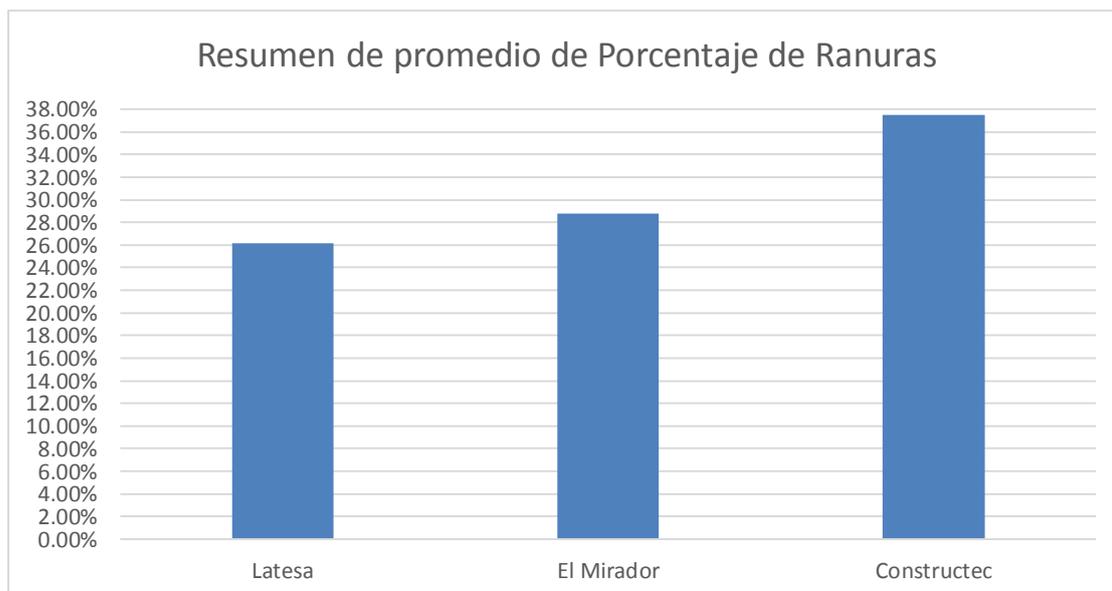
Tabla Resumen de Porcentaje de Ranuras de las 3 ladrilleras:

	Resumen Porcentaje de Ranuras Promedio
Latesa	26.12%
El Mirador	28.76%
Constructec	37.47%

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Resumen de las tres empresas ladrilleras en el cual podemos presenciar que el porcentaje de ranuras, en el cual las empresas ladrilleras Latesa y El Mirador están APROBADAS, para el uso de muros portantes según la Norma E070 (2016).

Gráfico 4.2.1.6.4.1



(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Descripción gráfica de las tres empresas ladrilleras en el cual podemos presenciar que el porcentaje de ranuras, en el cual las empresas ladrilleras Latesa y El Mirador están APROBADAS, para el uso de muros portantes según la Norma E070 (2016).

4.2.1.7. Resumen y discusión de Resultados

En las siguientes tablas se muestra el resumen de los ensayos hechos para el ladrillo de arcilla King Kong, de las 3 empresas ladrilleras:

- **Ladrillera Latesa**

Tabla 4.2.1.7.1.

Resumen de pruebas a ladrillera Latesa

Empresa	Ladrillera Latesa
Tipo de Unidad de Albañilería	Super King Kong
Medidas	Largo: 240.00 mm. Ancho: 140.00 mm. Alto: 90.00 mm.
Variabilidad Dimensional	Largo: -0.83 mm. Ancho: -1.23 mm. Alto: -1.43 mm.
Alabeo	Largo: 0.58 mm. Ancho: -0.76 mm. Alto: -0.46 mm.
Succión	53.66 $\frac{\text{gr}}{200 \text{ cm}^2 \times \text{min}}$
Absorción	13.92%
Resistencia a la compresion (Medida sobre el Area bruta)	43.17 kg/cm ²
Porcentaje de Ranuras	26.12%

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Para la empresa ladrillera Latesa, según la Norma E.070, el ladrillo debe clasificarse como Tipo I, pero no cumple con la resistencia a la compresión mínima de 50 kg/cm² para clasificarlo como Tipo I.

Al someter el ladrillo a succión y no estar comprendida entre los límites de 10 y 20 gr/200cm² x min, el ladrillo necesita tratamiento, exceptuando su limpieza antes de asentarlos por su superficie de asiento.

También al tener alta absorción, tendrá problemas ante la intemperie si se le emplea en muros caravista.

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

- **Ladrillera El Mirador**

Tabla 4.2.1.7.2.

Resumen de pruebas a ladrillera El Mirador

Empresa	Ladrillera El Mirador
Tipo de Unidad de Albañilería	King Kong
Medidas	Largo: 240.00 mm. Ancho: 140.00 mm. Alto: 100.00 mm.
Variabilidad Dimensional	Largo: -0.12 mm. Ancho: -0.10 mm. Alto: -0.90 mm.
Alabeo	Largo: 0.51 mm. Ancho: 0.43 mm. Alto: -0.37 mm.
Succión	30.04 $\frac{\text{gr}}{200 \text{ cm}^2 \times \text{min}}$
Absorción	13.78%
Resistencia a la compresion (Medida sobre el Area bruta)	26.89 kg/cm ²
Porcentaje de Ranuras	28.76%

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Para la empresa ladrillera El Mirador, según la Norma E.070, el ladrillo debe clasificarse como Tipo I, pero no cumple con la resistencia a la compresión mínima de 50 kg/cm² para clasificarlo como Tipo I.

Al someter el ladrillo a succión y no estar comprendida entre los límites de 10 y 20 gr/200cm² x min, el ladrillo necesita tratamiento, exceptuando su limpieza antes de asentarlo por su superficie de asiento.

También al tener alta absorción, tendrá problemas ante la intemperie si se le emplea en muros caravista.

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

- **Ladrillera Constructec.**

Tabla 4.2.1.7.3.

Resumen de pruebas a ladrillera Constructec

Empresa	Ladrillera Constructec.
Tipo de Unidad de Albañilería	King Kong
Medidas	Largo: 240.00 mm. Ancho: 140.00 mm. Alto: 90.00 mm.
Variabilidad Dimensional	Largo: 0.81 mm. Ancho: 1.64 mm. Alto: 1.91 mm.
Alabeo	Largo: 0.47 mm. Ancho: -0.18 mm. Alto: -0.03 mm.
Succión	36.38 $\frac{\text{gr}}{200 \text{ cm}^2 \times \text{min}}$
Absorción	14.37%
Resistencia a la compresion (Medida sobre el Area bruta)	38.34 kg/cm ²
Porcentaje de Ranuras	37.47%

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Para la empresa ladrillera Constructec, según la Norma E.070, el ladrillo debe clasificarse como Tipo I, pero no cumple con la resistencia a la compresión mínima de 50 kg/cm² para clasificarlo como Tipo I.

Al someter el ladrillo a succión y no estar comprendida entre los límites de 10 y 20 gr/200cm² x min, el ladrillo necesita tratamiento, exceptuando su limpieza antes de asentarlo por su superficie de asiento.

También al tener alta absorción, tendrá problemas ante la intemperie si se le emplea en muros caravista.

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

4.2.2. Agua

El agua fue usada proveniente de los servicios públicos, que cumplía con los requisitos salubres de ser limpia, libre de ácidos, álcalis y de materias orgánicas.

4.2.3. Arena

La Arena usada fue confitillo, libre de materia orgánica, provino de la cantera de Vicho (Se encuentra en el km 9 de la ruta Cusco – San Salvador, en la margen izquierda al Sur – Este de la ciudad de Cusco, del Distrito de San Salvador, de la Provincia de Calca, de la Región Cusco, con una altitud promedio de 2931 a 3020 m.s.n.m.), que normalmente se encuentra en el mercado para su venta, fue necesario para el ensayo granulométrico, tamizar la arena a través de la malla #4, para que cumpla con los requisitos especificados de la norma ASTM C 144-03.



Se usó 1000gr de arena, para ser sometida al ensayo de granulometría, obteniéndose el módulo de fineza y la curva granulométrica.



Los resultados se muestran a continuación:

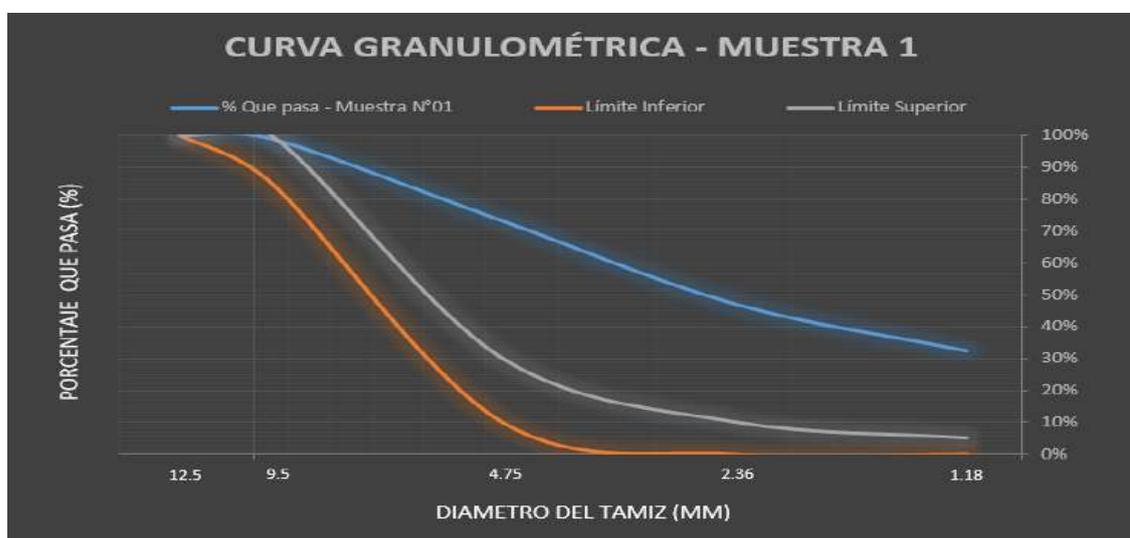
- **Muestra N°01**

Tabla 4.2.3.1. Muestra de Arena N°01

TAMIZ N°	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO (grs)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULAD	% QUE PASA	Norma E070	
						Granulometria del confitillo	
1/2	12.5	0	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3/8	9.500	10.00	1.00%	1.00%	99.00%	85.00%	100.00%
#4	4.750	257.00	25.70%	26.70%	73.30%	10.00%	30.00%
#8	2.360	261.00	26.10%	52.80%	47.20%	0.00%	10.00%
#16	1.180	146.00	14.60%	67.40%	32.60%	0.00%	5.00%
Base		326.00	32.60%	100.00%	0.00%		
	Σ	1000					

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Gráfico 4.2.3.1. Módulo de Fineza: 2.48



(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

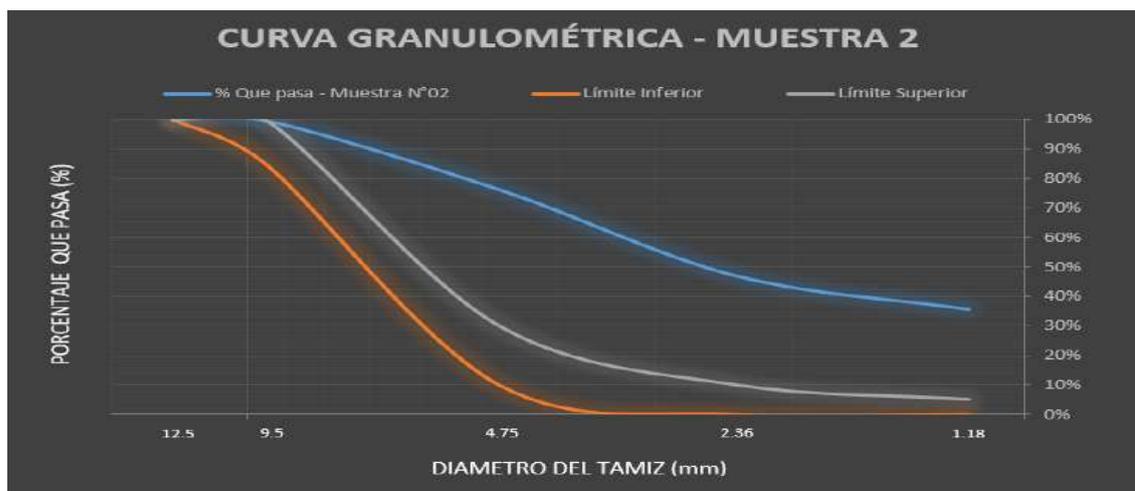
- **Muestra N°02**

Tabla 4.2.3.2. Muestra de Arena N°02

TAMIZ N°	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO (grs)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULAD	% QUE PASA	Norma E070	
						Granulometria del confitillo	
1/2	12.5	0	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3/8	9.500	3.00	0.30%	0.30%	99.70%	85.00%	100.00%
#4	4.750	234.00	23.40%	23.70%	76.30%	10.00%	30.00%
#8	2.360	292.00	29.20%	52.90%	47.10%	0.00%	10.00%
#16	1.180	114.00	11.40%	64.30%	35.70%	0.00%	5.00%
Base		357.00	35.70%	100.00%	0.00%		
	Σ	1000					

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Gráfico 4.2.3.2. Módulo de Fineza: 2.41



(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

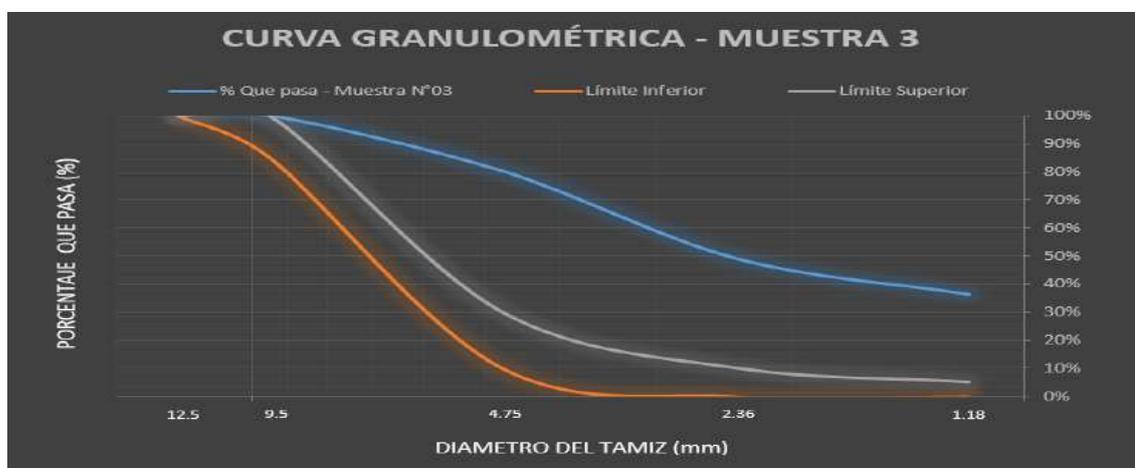
- **Muestra N°03**

Tabla 4.2.3.3. Muestra de Arena N°03

TAMIZ N°	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO (grs)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULAD	% QUE PASA	Norma E070 Granulometria del confitillo	
1/2	12.5	0	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3/8	9.500	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	85.00%	100.00%
#4	4.750	197.00	19.70%	19.70%	80.30%	10.00%	30.00%
#8	2.360	311.00	31.10%	50.80%	49.20%	0.00%	10.00%
#16	1.180	127.00	12.70%	63.50%	36.50%	0.00%	5.00%
Base		365.00	36.50%	100.00%	0.00%		
	Σ	1000					

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Gráfico 4.2.3.3. Módulo de Fineza: 2.34



(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

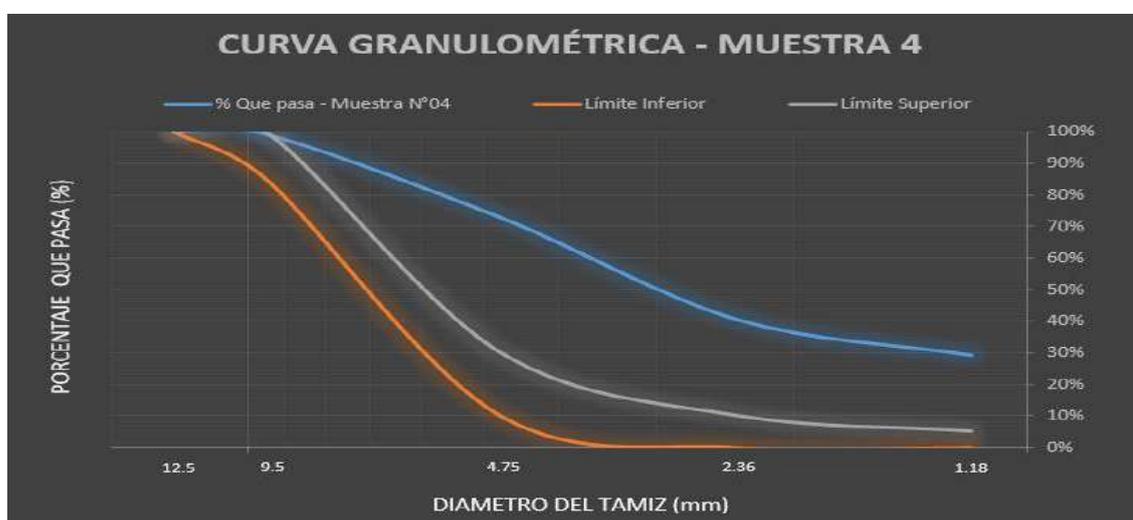
- **Muestra N°04**

Tabla 4.2.3.4. Muestra de Arena N°04

TAMIZ N°	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO (grs)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULAD	% QUE PASA	Norma E070	
						Granulometria del confitillo	
1/2	12.5	0	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3/8	9.500	9.00	0.90%	0.90%	99.10%	85.00%	100.00%
#4	4.750	263.00	26.30%	27.20%	72.80%	10.00%	30.00%
#8	2.360	323.00	32.30%	59.50%	40.50%	0.00%	10.00%
#16	1.180	113.00	11.30%	70.80%	29.20%	0.00%	5.00%
Base		292.00	29.20%	100.00%	0.00%		
	Σ	1000					

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Gráfico 4.2.3.4. Módulo de Fineza: 2.58



(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

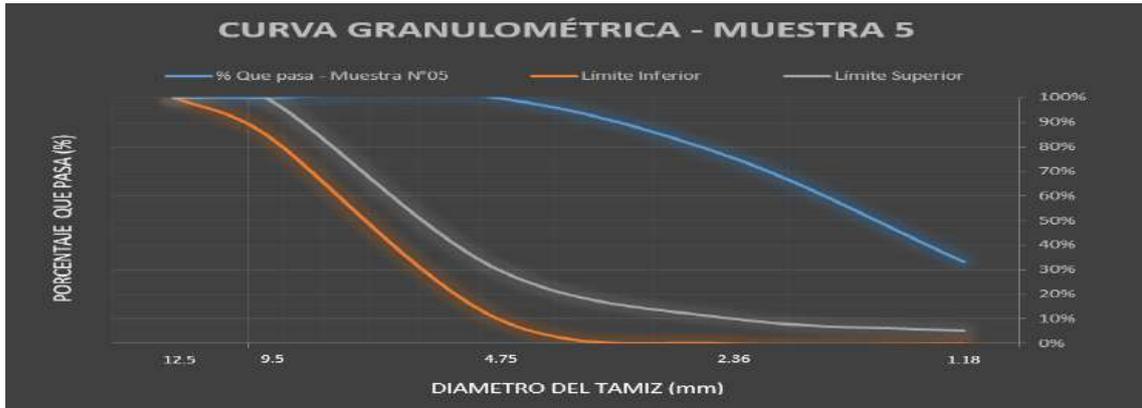
- **Muestra N°05**

Tabla 4.2.3.5. Muestra de Arena N°05

TAMIZ N°	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO (grs)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULAD	% QUE PASA	Norma E070	
						Granulometria del confitillo	
1/2	12.5	0	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3/8	9.500	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	85.00%	100.00%
#4	4.750	2.00	0.20%	0.20%	99.80%	10.00%	30.00%
#8	2.360	242.00	24.20%	24.40%	75.60%	0.00%	10.00%
#16	1.180	425.00	42.50%	66.90%	33.10%	0.00%	5.00%
Base		331.00	33.10%	100.00%	0.00%		
	Σ	1000					

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Gráfico 4.2.3.5. Módulo de Fineza: 1.92



(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

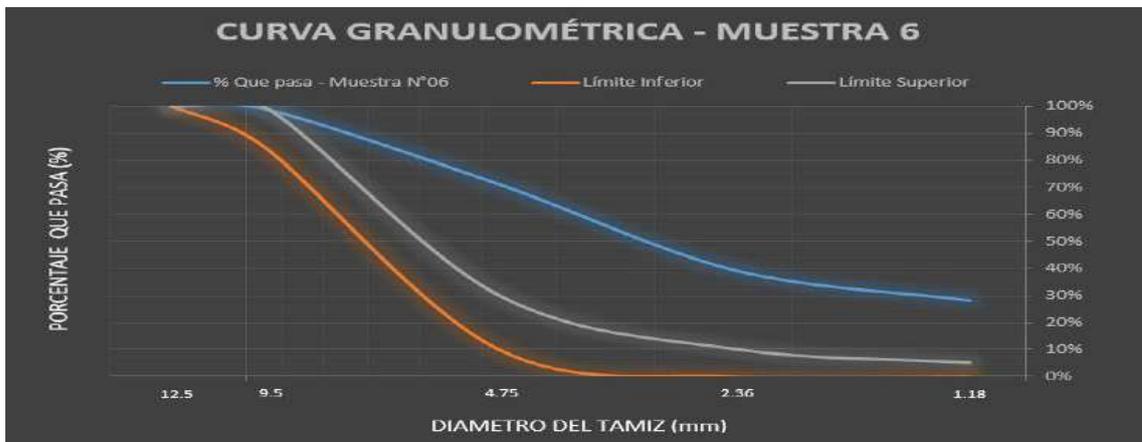
- **Muestra N°06**

Tabla 4.2.3.6. Muestra de Arena N°06

TAMIZ N°	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO (grs)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULAD	% QUE PASA	Norma E070 Granulometria del confitillo	
1/2	12.5	0	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3/8	9.500	8.00	0.80%	0.80%	99.20%	85.00%	100.00%
#4	4.750	280.00	28.00%	28.80%	71.20%	10.00%	30.00%
#8	2.360	320.00	32.00%	60.80%	39.20%	0.00%	10.00%
#16	1.180	112.00	11.20%	72.00%	28.00%	0.00%	5.00%
Base		280.00	28.00%	100.00%	0.00%		
	Σ	1000					

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Gráfico 4.2.3.6. Módulo de Fineza: 2.62



(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Módulo de Fineza Promedio: 2.39

4.2.4. SikaFiber® PE

El aditivo usado fue de la empresa **Sika Perú S.A.**, que especifica es un refuerzo de fibra de polipropileno modificada que evita el agrietamiento de concretos y morteros, que está compuesto por una mezcla de monofilamentos reticulados y enrollados. Durante la mezcla se distribuye aleatoriamente dentro de la masa de concreto o mortero formando una red tridimensional muy uniforme.

Según la empresa **Sika Perú S.A.** (2016), especifica los usos más comunes según son: losas de concreto (placas, pavimentos, techos, etc.), mortero y concreto proyectado. (Shotcrete), paneles de fachada, elementos prefabricados y revestimientos de canales”.

Por la empresa **Sika Perú S.A.** (2016), dio a conocer sus características y ventajas las cuales son: la adición de SikaFiber® PE sustituye a la armadura destinada a absorber las tensiones que se producen durante el fraguado y endurecimiento del concreto, aportando las siguientes ventajas: reducción de la fisuración por retracción e impidiendo su propagación, aumento importante del índice de tenacidad del concreto, mejora la resistencia al impacto, reduciendo su fragilidad, en mayor cuantía mejora la resistencia a la tracción y a la compresión y la acción del SikaFiber® PE es de tipo físico y no afecta al proceso de hidratación del cemento.

Y los modos de empleo dados por la empresa **Sika Perú S.A.** (2016), son: Se agrega, en planta o a pie de obra directamente a la mezcla de concreto o mortero. No disolver en el agua de amasado. Una vez añadido el SikaFiber® PE basta con prolongar el mezclado al menos 5 minutos, y su Dosificación: El SikaFiber® PE se empleara para todo tipo de concreto hasta $f'c=300$ kg/cm² se debe usar 600gr por m³ de concreto y para concretos de alta resistencia mayores a $f'c=300$ kg/cm² se colocara 1kg/cm³. Usar de 2 a 8 kg. En caso de mezcla de Shotcrete”.



4.2.5. Cemento

El cemento usado fue Portland IP Tipo I de alta Durabilidad de Cementos Yura, del cual según la empresa **Cemento YURA** (2014), especifica es un cemento elaborado bajo los más estrictos estándares de la industria cementera, colaborando con el medio ambiente, debido a que en su producción se reduce ostensiblemente la emisión de CO₂, contribuyendo a la reducción de los gases con efecto invernadero.

Es un producto fabricado a base de Clínter de alta calidad, puzolana natural de origen volcánico de alta reactividad y yeso. Esta mezcla es molida industrialmente en molinos de última generación, logrando un alto grado de finura. La fabricación es controlada bajo un sistema de gestión de calidad certificado con ISO 9001 y de gestión ambiental ISO 14001, asegurando un alto estándar de calidad.

Sus componentes y la tecnología utilizada en su fabricación, hacen que el Cemento Portland Puzolanico YURA IP, tenga propiedades especiales que otorgan a los concretos y morteros cualidades únicas de ALTA DURABILIDAD, permitiendo que el concreto mejore su resistencia e impermeabilidad y también pueda resistir la acción del intemperismo, ataques de químicos (aguas saladas, sulfatadas, acidas, desechos industriales, reacciones químicas en los agregados, etc.), abrasión u otros tipos de deterioro.

Puede ser utilizado en cualquier tipo de obras de infraestructura y construcción en general. Especialmente para OBRAS DE ALTA EXIGENCIA DE DURABILIDAD.



4.2.6. Mortero

De acuerdo a los procesos de construcción se usó un tipo de mortero, adicionando fibras de polipropileno para las juntas:

Mortero en proporción en volumen 1:3 (cemento – confitillo), ya que se quiere probar una mezcla de mortero rico con una resistencia a compresión de 160kg/cm², que normalmente se usa en bóvedas tabicadas, muros muy cargados, enlucidos de pavimentos, enfoscados, y la adición de 600gr/m³ de fibras de polipropileno; por lo cual se desea buscar mejorar la mezcla del mortero para diseñar muros de cargas portantes



Para obtener las propiedades del mortero se realizó los ensayos de compresión a cubos de mortero.

4.2.6.1. Ensayo de Compresión de cubos de Mortero

Para el presente ensayo de compresión de cubos de mortero se sometieron 10 cubos de mortero de 5cm de lado (5 con adición de fibras de polipropileno y 5 sin fibras de polipropileno), de acuerdo al siguiente procedimiento:

Se usó mezcla de mortero 1:3(2.5kg de cemento y 7.5 de agregado), para los ensayos de mortero sin fibra de polipropileno y ensayos con fibras de polipropileno 1:3 con 600gr/m³ (2.5kg de cemento ,7.5 de agregado y 0.006kg de fibra de polipropileno) y se clasifica la mezcla de mortero según Norma E070, como como P1.

Se hizo un molde de madera, con separación en cada compartimiento del molde; se empezó a colocar una capa de 2.5cm de espesor, y se procedió a compactarse con un pisón de acero 20 veces. Este proceso de compactación se efectuó en 2 tandas de 10 golpes adyacentes repartidos en la superficie del mortero, aplicando perpendicularmente según tandas, finalmente se enraso la superficie con respecto al molde.

Después de 24 horas se retiró los cubos del molde y se sumergió en agua limpia por 28 días.



El ensayo de compresión se realizó a los 28 días, secando los cubos superficialmente con una toalla adsorbente, quitando los granos de arena, y fallas normalmente dadas en el proceso constructivo.

El cubo se colocó centrando en los ejes de la máquina de compresión, la velocidad de desplazamiento fue de 1mm/minuto.



Finalmente se registró la carga máxima dada por la máquina de compresión.

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

$$f'm = \frac{Pu}{A}$$

Donde:

Pu = Carga máxima Registrada

A = Área de sección transversal del cubo

f'm = Resistencia a compresión

En los resultados se puede apreciar los datos del mortero con polipropileno tuvo una mayor resistencia a la compresión que el mortero sin polipropileno y menor dispersión de resultados.

Tabla 4.2.6.1.1

COMPRESIÓN DE CUBOS DE MORTERO SIN POLIPROPILENO

ESPECIMEN	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm ²)	Pu		f'm (kg/cm ²)
					KN	Kg	
S1	5.7	5.2	5.2	29.5	21.48	2190.00	74.21
S2	5.7	5.1	5.3	29.1	20.10	2050.00	70.35
S3	5.1	5.0	5.7	25.9	19.71	2010.00	77.48
S4	4.9	5.6	5.4	27.2	18.24	1860.00	68.27
S5	5.1	5.7	5.1	29.2	23.63	2410.00	82.52
Media	5.3	5.3	5.4	28.2	20.63	2104.00	74.57

f'm Promedio	=	74.57	kg/cm ²
Desviación Estandar	=	5.69	kg/cm ²
Coefficiente de Variación	=	25.87	%
f'm característico	=	68.88	kg/cm ²

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Se aprecia que las medidas de largo, ancho y altura; tiene datos medianamente dispersos y no cumplen con la medida requerida de ensayo de 5cm x 5cm, por lo tanto se halló la media de los datos para contrastar, la medida mínima requerida para el ensayo de resistencia a compresión.

Tabla 4.2.6.1.2.

COMPRESIÓN DE CUBOS DE MORTERO CON POLIPROPILENO

ESPECIMEN	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm ²)	Pu		f'm (kg/cm ²)
					KN	Kg	
A1	4.8	4.6	5.3	22.3	22.95	2340.00	105.15
A2	4.9	5.0	5.4	24.8	21.87	2230.00	89.95
A3	4.8	5.2	5.0	24.8	19.61	2000.00	80.56
A4	5.2	4.9	4.9	25.7	22.46	2290.00	89.07
A5	5.3	5.5	4.4	29.1	22.46	2290.00	78.62
Media	5.0	5.1	5.0	25.3	21.87	2230.00	88.67

f'm Promedio	=	88.67	kg/cm ²
Desviación Estandar	=	10.49	kg/cm ²
Coefficiente de Variación	=	87.99	%
f'm característico	=	78.18	kg/cm ²

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Se aprecia que las medidas de largo, ancho y altura; tiene datos muy dispersos que se puede verificar en el coeficiente de variación; y no cumplen con la medida requerida de ensayo de 5cm x 5cm, por lo tanto se halló la media de los datos para contrastar, la medida mínima requerida para el ensayo de resistencia a compresión.

Por lo tanto se puede verificar en el mortero el aumento de un 13.50% con la adición de Fibras de polipropileno y el uso de tal ocasiona la diferencia de resultados a gran escala (Dispersión de datos).

4.2.7. Pilas

En el proceso de compresión axial de albañilería hecha por unidades de albañilería de arcilla, se realizó ensayos de compresión de pilas; del cual para mejora de ensayos de laboratorio, se pesó cada material para la dosificación y contemplar los datos obtenidos más exactos; y no volumétricamente como normalmente se hace a pie de obra, del cual se optó por 3 técnicas para la construcción de primas, tomando en cuenta las técnicas de construcción especificadas por las 3 empresas ladrilleras, los cuales son:

- La primera se usó para patrón de comparación, se hizo la limpieza de los ladrillos de las empresas ladrilleras antes mencionadas, para luego asentarlos en seco con proporción volumétrica 1:3 (cemento-confitillo).
- Se usó mortero en proporción 1:3 (cemento-confitillo), con la adición de Fibras de polipropileno (HS-SikaFiber PE) de 600gr x m³; en medidas de 7.5mm, 10mm y 15mm.
- Para el curado de las juntas se usó una brocha con agua después de 3 horas del asentado, durante 3 días.
- Para este ensayo se construyeron 27 pilas, hechas de acuerdo a las técnicas de construcción; y para la identificación de especímenes se usó la nomenclatura de M1 al M27, mediante el cual por cada jornada de trabajo se construyó 9 especímenes, y fueron ensayados a los 28 días.

4.2.7.1. Geometría

Según la norma ASTM C1314 (2006), manifiesta: "La construcción del espécimen de ensayo debe ser tal que sea representativo de lo que se utiliza en la construcción. La construcción de los prismas puede realizarse con las celdas libres o con el concreto de relleno que se utilizará en la obra. Los especímenes deben ser probados de manera que se coloquen asemejando la forma de colocación en el campo. Las unidades pueden ser enteras o cortadas y deben ser lo más simétricas posibles. El mortero de pega debe ser lo más representativo del utilizado en el campo. En los prismas que serán rellenados, se debe eliminar el exceso de mortero que sobresale en las celdas. Los prismas

deben estar compuestos de al menos dos unidades, con un relación altura/espesor entre 1.3 y 5.0”.

Para cada pila está compuesta de 3 ladrillos de arcilla; y se usó una junta de 0.75cm de espesor; de una altura total de 28.50cm para las empresas ladrilleras Latesa y Constructec, y 31.50cm para la empresa ladrillera El Mirador, con una esbeltez promedio de 2.35; otra junta de 1.00cm de espesor, de una altura total de 29.00cm para las empresas ladrilleras Latesa y Constructec, y 32.00cm para la empresa ladrillera El Mirador, con una esbeltez promedio de 2.36; y otra junta de 1.50cm de espesor, de una altura total de 30.00cm para las empresas ladrilleras Latesa y Constructec, y 33.00cm para la empresa ladrillera El Mirador, una esbeltez promedio de 2.57.

En anexos, en el plano P-01 de Pilas se muestra en detalle la geometría de los especímenes, dependiendo del espesor de junta y empresa ladrillera

4.2.7.2. Proceso de construcción

El proceso constructivo fue de la siguiente manera:

- Se verificó los ladrillos para denotar esquinas defectuosas o rajaduras, del cual al encontrar unidades defectuosas se eliminarón, y las unidades de albañilería que cumplieran los estándares básicos se seleccionaron y limpiaron.



- Se preparó mortero de uso de 1 horas hombre, de acuerdo a los rendimientos dados en técnicas de construcción.
- Para el asentado se colocó primero una capa de mortero proporcional al espesor de juntas para cada testigo, para luego colocar los demás ladrillos.



Foto 4.2.7.2.2.
Inclusión de mortero a toda la superficie de asiento.

- Con plomada se controló la verticalidad y con vernier se controló el espesor de mortero.



Foto 4.2.7.2.3.
Ultima base de mortero

- Se usó el segundo proceso constructivo con el curado de las juntas con brocha con agua después de 8 horas del asentado y durante 7 días.
- Finalmente, se puso la base final del mortero para eliminar imperfecciones en las superficies de contacto de los cabezales.



Foto 4.2.7.2.4.
Verificación de los primeros testigos

4.2.7.3. Técnicas de ensayo

Después de 28 días, para obtener la fuerza de compresión ($f'm$) se colocó la pila en forma vertical y se tomó como valor representativo de la compresión el especificado en la (Norma E070, 2016).



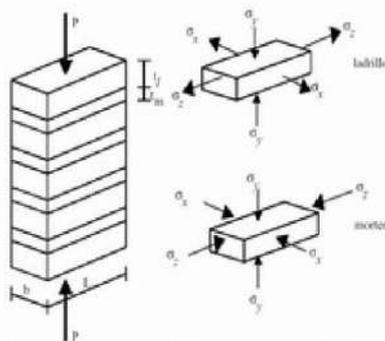
Se usó una laptop y una hoja de Excel programado, los datos de carga se tomaron en kilogramos.

Los cabezales de la máquina de ensayo tiene un rotulo que permite la aplicación de la carga axial y entre cada pila en la parte superior e inferior se usó placas de acero de 5/8" de espesor para completar la sección y el área total de las pilas.

4.2.7.4. Comportamiento teórico a compresión

El testigo a utilizar para determinar la resistencia a la compresión de la albañilería, es un prisma compuesto por 3 hileras de unidades de albañilería pegados con mortero uno sobre otro.

El comportamiento y la forma de falla depende del testigo de albañilería con la interacción de la unidad – mortero. La unidad de albañilería y el mortero al ser materiales diferentes, ante un esfuerzo de compresión constante se deforman lateralmente de manera distinta.



(Morante Portocarrero, 2008, pág. 38)

El ladrillo a comparación del mortero es menos deformable, ya que en la prueba se necesita compatibilidad de desplazamientos y restringe las deformaciones laterales del mortero; y hace que el mortero produzca esfuerzos transversales, ya que el mortero ejercerá esfuerzos transversales en el ladrillo. Son estos esfuerzos que producen la falla vertical del ladrillo

4.2.7.5. Ensayo de compresión de pilas

Según teniendo en cuenta que la máquina de compresión cumple la norma ASTM C-1314-03b, se transportó los prismas del lugar de construcción de especímenes, evitando sacudidas, saltos y movimientos bruscos, hacia el lugar ubicado donde se encuentra la máquina de compresión.

Al uso de la máquina de compresión se limpiaron los testigos en ambas caras superior e inferior. Se colocó en el espécimen una plancha inferior y superior de 5/8" de espesor y se centró con los ejes de apoyo de la máquina.



Foto 4.2.7.5.1.
Pila colocada y en pleno proceso de compresión axial.

Se aplicó la carga hasta la mitad de la carga máxima esperada, a una velocidad de 300kg/min, luego se aplicó la carga final a una velocidad adecuada en no menos de 3 a 4 minutos.

Los resultados del ensayo de compresión se presentaran en Anexos en la tabla 4.2.7.5.1, y la interpretación en el índice 4.3.

Tabla 4.2.7.5.2.

Resumen de Ensayo de Compresión de Pilas

Promedio de Ensayo de Compresion de Pilas						
LADRILLERA	Espesor (cm)					
	0.75		1.00		1.50	
	KN	Kg	KN	Kg	KN	Kg
Latesa	163.87	16710.00	186.72	20542.07	184.89	18853.33
El Mirador	97.84	9976.67	63.74	6500.00	97.12	9903.33
Constructec	93.88	9573.33	133.44	13606.67	76.23	7773.33

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

En la tabla 4.2.7.5.2., a primera observación sin el procesamiento de datos obtenidos, que para la empresa ladrillera Latesa el mejor espesor de mortero con la adición de las fibras de polipropileno es 1.00 cm, ya que contempla una resistencia a compresión axial de 20542.07 kg; para la empresa ladrillera El Mirador el mejor espesor de mortero con la adición de las fibras de polipropileno es 0.75 cm, ya que contempla una resistencia a compresión axial de 9976.67 kg; y por último para la empresa ladrillera Constructec que el mejor espesor de mortero con la adición de la fibras de polipropileno es 1.00 cm, ya que contempla una resistencia a compresión axial de 13606.67 kg.

4.2.7.6. Tipos de falla

Las fallas más comunes son falla vertical, falla explosiva, falla de aplastamiento y falla compuesta (falla vertical y falla de aplastamiento), presentadas en la unidad de albañilería King Kong de 18 huecos verticales.

En Anexos se encontrara, las fotos de las 27 pilas, del ensayo de compresión Axial.

4.2.8. Muretes

Al igual que en el ensayo de las pilas se optó por 3 técnicas para la construcción de primas, tomando en cuenta las técnicas de construcción especificadas por las 3 empresas ladrilleras, los cuales son:

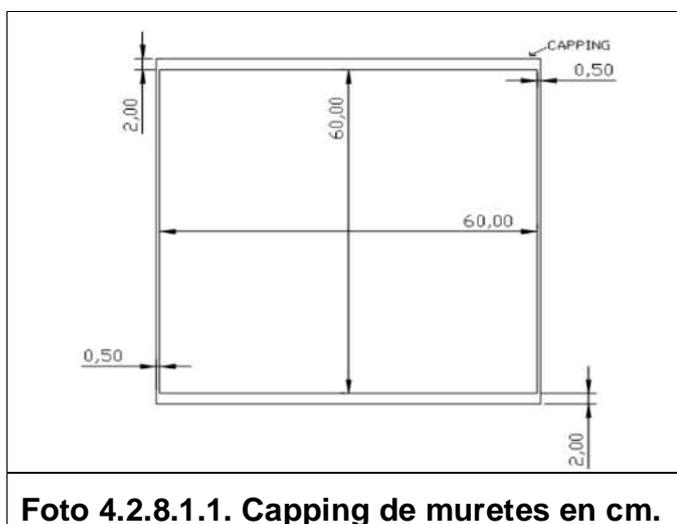
- La primera se usó para patrón de comparación, se hizo la limpieza de los ladrillos de las empresas ladrilleras antes mencionadas, para luego asentarlos en seco con proporción volumétrica 1:3 (cemento-confitillo).
- Se usó mortero en proporción 1:3 (cemento-confitillo) con la adición de Fibras de polipropileno (HS-SikaFiber PE) de 600gr x m3, en medidas de 7.5mm, 10mm y 15mm.

- Para el curado de las juntas se usó una brocha con agua después de 3 horas del asentado, durante 3 días.
- Para este ensayo se construyeron 27 muros, hechas de acuerdo a las técnicas de construcción; y para la identificación de especímenes se usó la nomenclatura de M1 al M27, mediante cada jornada de trabajo se construyó 9 especímenes, y fueron ensayados a los 28 días.

4.2.8.1. Geometría

La conformación de los muretes fue de 6 hiladas de unidades de albañilería de altura y 2.5 unidades de albañilería de ancho, se usó en las juntas verticales y horizontales de 7.5mm, 10mm y 15mm; lo que dio un murete de 60cm de ancho y 60 de alto que son las dimensiones mínimas requeridas por la norma **NTP 399.621 (2004)**.

En algunos testigos se observa que no es cuadrado, por lo que, el capping (Yeso – Cemento), dio solución a esta dificultad; y así completar la distancia faltante para completar los 60cm de ancho y 60cm de alto.



(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

En el plano M-1 "Muretes", se muestra al detalle la geometría de los especímenes.

4.2.8.2. Secuencia de Construcción

El proceso constructivo fue de la siguiente manera:

- Se verifico los ladrillos para denotar esquinas defectuosas o rajaduras, del cual al encontrar unidades defectuosas se eliminaron, y las unidades de albañilería que cumplieran los estándares básicos se seleccionaron y limpiaron.



- Se preparó mortero de uso de 60 minutos de acuerdo a los rendimientos dados en técnicas de construcción.
- Para el asentado se colocó primero una capa de mortero proporcional al espesor de juntas para cada testigo, para luego colocar los demás ladrillos.



- Con plomada se controló la verticalidad y con vernier se controló el espesor de mortero.



- Se usó el segundo proceso constructivo con el curado de las juntas con brocha con agua después de 8 horas del asentado y durante 7 días.
- Finalmente, se puso la base final del mortero para eliminar imperfecciones en las superficies de contacto de los cabezales.



Foto 4.2.8.2.4.
Verificación de los testigos

4.2.8.3. Técnica de ensayo

En la técnica de ensayo de compresión diagonal, se puso el testigo en los cabezales superior e inferior, para controlar la verticalidad en la maquina se utilizó plomada y nivel de burbuja; y con una computadora se tomó los datos de presión de los diales de medición:

- 1er dial en lb en utilización de gata mecánica
- 2do dial en Psi o Bar en utilización de gata hidráulica



Foto 4.2.8.3.1.
Instrumentación Típica de un murete, en la parte superior se verifica el dial de carga en libras, en la parte inferior la gata mecánica.



Foto 4.2.8.3.2.
Instrumentación Típica de un murete, en la parte superior se verifica el dial de presión, en la parte inferior la gata hidráulica, y la utilización de personal obrero.



Foto 4.2.8.3.3.
Dial de carga en libras



Foto 4.2.8.3.4.
Dial de carga en Psi y Bar

En el plano M-02 "Muretes" se presenta la ubicación de las plumadas.

No se usó marco para sostener el muro al romperse, se anclo el marco de reacción de la maquina con los perfiles metálicos de 1" de diámetro, mediante pernos, para las primeras roturas se utilizó una gata mecánica de la máquina de CBR modificada del cual no cumplió con la fuerza requerida y dejo de funcionar.

Para las demás roturas se utilizó una gata hidráulica marca: hydraulic Jack, con capacidad de 32ton modificada con un pistón para la adición del manómetro de presión, motivo por el cual para la rotura final se utilizó la modificación con la gata hidráulica ya que cumplía con la fuerza del trabajo requerido.



Foto 4.2.8.3.5.
Máquina de medición en libras

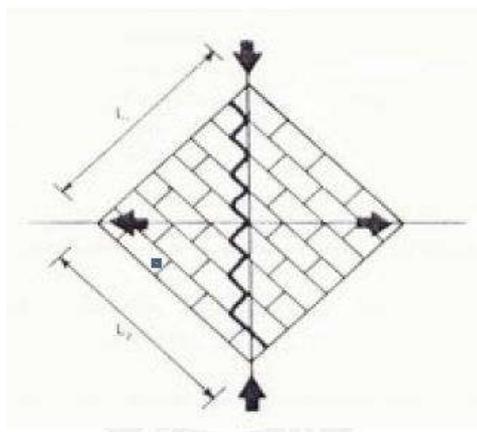


Foto 4.2.8.3.6.
Máquina de medición en Psi o Bar

4.2.8.4. Comportamiento teórico a compresión diagonal

El testigo a utilizar para determinar la resistencia a la compresión diagonal (resistencia al corte puro o resistencia a la tracción diagonal) de la albañilería, y existen varios momentos o procesos de autoconstrucción o profesionalmente en las que un muro de albañilería está sometido a compresión diagonal en ejemplos de sismos y asentamientos diferenciales.

El testigo a utilizar para determinar la resistencia a la compresión diagonal de las unidades de albañilería es un murete de dimensiones cuadradas. El ensayo consiste en aplicar una presión diagonal al murete que produce esfuerzos de compresión vertical y tracción en la diagonal perpendicular.



(Morante Portocarrero, 2008, pág. 52)

Como la resistencia a la tracción de la compresión diagonal de la albañilería es menor que la resistencia a la compresión axial y aunque utilizemos una compresión diagonal en el murete; el modo de falla siempre es por tracción diagonal pudiendo manifestarse en un tipo de falla escalonada, cuando la adherencia de mortero-ladrillo no es adecuada, o en grietas ocasionadas cuando la adherencia del ladrillo mortero es óptima.

4.2.8.5. Ensayo de compresión diagonal

Al no poseer una máquina de compresión diagonal para muretes, se verificó en la Norma NTP 399.621 (2004), del cual se aprecia los planos de los cabezales superior e inferior para la fabricación de la máquina de ensayo, al principio se usó el dial de carga en libras de una máquina de CBR y se modificó las alturas para que obtenga una medida accesible para cada espécimen de ensayo, del cual se transportó la máquina de compresión diagonal hacia el lugar de construcción de los muretes y al poner los muretes en la maquina se evitó sacudidas, saltos y volteos.

Se centró los cabezales superior e inferior con respecto a la diagonal requerida en el ensayo y del cual para el montaje de los muretes en la máquina de ensayo se usó mano de obra. El espécimen se aplomo y se centró en el apoyo del cabezal inferior.



Al comienzo en los muretes M1, M24, M26 y M27 se aplicó una carga continua a una velocidad de 300lb/min. Cuando el comportamiento del testigo instrumentado indicó rotura repentina se retiró los instrumentos de medición y se aplicó carga hasta llegar a su máximo.

Ya que el dial se carga se usó de una máquina de CBR modificada, no cumplió con la fuerza requerida y se hizo una modificación en la gata mecánica a una hidráulica como segunda máquina de compresión diagonal, de tal manera los muretes M1, M24, M26 y M27 se usó la maquina anterior a la última modificación, se hizo una conversión de las unidades dependiendo del dial que carga que se una en ensayos de CBR; del cual se presenta a continuación:

Tabla 4.2.8.5.1

Conversión de maquina CBR a datos PSI

Conversión de maquina de CBR a datos PSI	
Ø de piston de penetracion en mm	49.5
Ø de piston de penetracion en cm	4.95
Ø de piston de penetracion en pulg	1.95
Area de piston de penetracion en pulg ²	2.98
PSI de maquina de CBR	0.34

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Después en los demás especímenes se utilizó la segunda modificación de la maquina en la cual se medía la presión ejercida en Psi o Bares en una manera continua de 1000Psi/min. y al sacar la medida de Psi en el dial de la máquina de CBR, se modificó las unidades de libras a Psi:

Tabla 4.2.8.5.2.

Conversión de datos

ESPECIMEN (MURETE)	lb	PSI
M1	1510	4504
M24	2120	6324
M26	2450	7308
M27	1790	5339

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

En el cual los datos se copiaron a la tabla general de los resultados, de tal manera para la transformación de datos se halló el área efectiva de los cabezales de carga, que se muestra a continuación:

Tabla 4.2.8.5.3.

Área Efectiva

Área efectiva de Cabezales			
A en cm	9.00	B en cm	9.00
C en cm	12.73		
Área efectiva de Cabezales en cm ²			458.21
Área efectiva de Cabezales en pulg ²			71.02

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Los resultados del ensayo de compresión diagonal se muestran en Anexos en la tabla 4.2.8.5.4., mientras que el análisis de resultados se presentara en el procesamiento de datos 4.3.2. De muretes.

Tabla 4.2.8.5.5.

Tabla resumen de Ensayo de Compresión Diagonal.

LADRILLERA	Promedio de Ensayo de Compresion Diagonal de Muros								
	Espesor (cm)								
	0.75			1.00			1.50		
	N	Pa	Vm en Mpa	N	Pa	Vm en Mpa	N	Pa	Vm en Mpa
Latesa	1559054.47	3163193.63	3.16	2274743.81	4667310.35	4.67	1627073.70	3253873.75	3.25
El Mirador	1895619.84	3767290.58	3.77	1716589.08	3555965.63	3.56	1616542.48	3318717.80	3.32
Constructec	1643923.65	3370497.96	3.37	2098205.04	4226962.81	4.23	1990119.20	3990455.44	3.99

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

En la tabla 4.2.8.5.5., a primera observación sin el procesamiento de datos obtenidos, que para la empresa ladrillera Latesa el mejor espesor de mortero con la adición de las fibras de polipropileno es 1.00 cm, ya que contempla una resistencia a compresión diagonal de 4.67MPa; para la empresa ladrillera El Mirador el mejor espesor de mortero con la adición de las fibras de polipropileno es 0.75 cm, ya que contempla una resistencia a compresión diagonal de 3.77MPa; y por ultimo para la empresa ladrillera Constructec que el mejor

espesor de mortero con la adición de las fibras de polipropileno es 1.00 cm, ya que contempla una resistencia a compresión diagonal 4.23MPa.

4.2.8.6. Tipos de falla

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

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

En Anexos se encontrara, las fotos de los 27 muretes, del ensayo de compresión Diagonal.

4.3. Procesamiento de datos

4.3.1. Pilas

Se calculó la resistencia a la compresión axial ($f'm$) característica con la información de la celda de carga.

4.3.1.1. Resistencia a Compresión

La resistencia a la compresión de cada pila ($f'm$) se obtuvo mediante la división de la carga de rotura entre el área bruta de la sección transversal.

$$f'm = \frac{Pu}{A}$$

Donde:

P_u = Carga de rotura en Kg (**Tabla 4.2.7.5.1.**)

A = Área de la sección transversal.

$f'm$ = Resistencia a la compresión en kg/cm^2

De acuerdo a lo que establece la Norma E070, el valor de " $f'm$ ", fue corregido por un factor de esbeltez (FE), en Anexos se encuentra los cálculos del Factor de Esbeltez, se halló interpolando la esbeltez con sus respectivos factores con el dato hallado, y las resistencias características de las 3 empresas ladrilleras ($f'm$) se halló restando una desviación estándar al valor promedio de las pilas ensayas según el espesor del mortero, los resultados se muestran a continuación, donde:

H = Altura

L = Largo

A = Ancho

P_u = Carga Sometida

E = Esbeltez (H/A)

$f'm$ = Fuerza de compresión axial

FE = Factor de Esbeltez

Tabla 4.3.1.1.

Cálculo de $f'm$ en Pilas de la Empresa Latesa de 0.75cm de espesor de Mortero

PILAS	MEDIDAS (cm)			Area (cm ²)	P_u (kg)	E	$f'm$ (kg/cm ²)	FE	$f'm$ (kg/cm ²) CORREGIDO
	H	L	A						
P1	31.70	24.00	14.40	345.60	16010.00	2.20	46.33	0.76	35.12
P2	32.80	24.10	14.10	339.81	16040.00	2.33	47.20	0.78	36.61
P3	32.00	23.90	14.30	341.77	18080.00	2.24	52.90	0.76	40.38

$f'm$ PROMEDIO	=	37.37 kg/cm ²
Desviacion Estandar	=	2.71 kg/cm ²
Coefficiente de Variacion	=	4.89 %
$f'm$ Característica	=	34.66 kg/cm ²

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Mediante la clasificación de la empresa ladrillera Latesa de King Kong Industrial, según Norma E070 (2016) presenta una resistencia a la compresión axial mínima de 65.00kg/cm², el presente cuadro se aprecia un $f'm$ característico de 34.66kg/cm², con un coeficiente de variación mínima de 4.89%, ya que no existe mucha variación de datos, no cumpliría con la resistencia a la compresión mínima requerida y NO ES APTO para sustentar espesor de 0.75cm de mortero; tal fuese el caso si la clasificación del ladrillo fuese King Kong Artesanal según Norma E070 (2016) presenta una resistencia a la compresión axial mínima de 35.00kg/cm², se apreciaría un aumento del 6.77% con la adición de fibras de polipropileno y sería APTO para diseño de muros portantes, no se rechaza datos ya que cumple clasificación mínima de unidad de albañilería.

Tabla 4.3.1.2.

Cálculo de $f'm$ en Pilas de la Empresa Latesa de 1.00cm de espesor de Mortero

PILAS	MEDIDAS (cm)			Area (cm ²)	Pu (kg)	E	$f'm$ (kg/cm ²)	FE	$f'm$ (kg/cm ²) CORREGIDO
	H	L	A						
P4	33.40	24.00	14.05	337.2	24240.00	2.38	71.89	0.78	56.27
P5	32.40	24.00	14.20	340.8	11810.00	2.28	34.65	0.77	26.66
P6	33.10	24.30	14.10	342.63	21070.00	2.35	61.49	0.78	47.88

$f'm$ PROMEDIO	=	43.61 kg/cm ²
Desviacion Estandar	=	15.26 kg/cm ²
Coefficiente de Variacion	=	155.26 %
$f'm$ Característica	=	28.35 kg/cm ²

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Mediante la clasificación de la empresa ladrillera Latesa de King Kong Industrial, según Norma E070 (2016) presenta una resistencia a la compresión axial mínima de 65.00kg/cm², el presente cuadro se aprecia un $f'm$ característico de 28.35kg/cm², con un coeficiente de variación alto de 155.26%, ya que existe mucha variación de datos, no cumpliría con la resistencia a la compresión mínima requerida y NO ES APTO para sustentar espesor de 1.00cm de mortero; tal fuese el caso si la clasificación del ladrillo fuese King Kong Artesanal según Norma E070 (2016) presenta una resistencia a la compresión axial mínima de 35.00kg/cm², no se apreciaría ningún aumento ya que también no cumpliría con la Norma E070 , no se rechaza datos ya que cumple clasificación mínima de unidad de albañilería.

Tabla 4.3.1.3.

Cálculo de $f'm$ en Pilas de la Empresa Latesa de 1.50cm de espesor de Mortero

PILAS	MEDIDAS (cm)			Area (cm ²)	Pu (kg)	E	$f'm$ (kg/cm ²)	FE	$f'm$ (kg/cm ²) CORREGIDO
	H	L	A						
P7	34.20	23.8	14.15	336.77	15630.00	2.42	46.41	0.79	36.59
P8	35.40	23.8	14.30	340.34	22450.00	2.48	65.96	0.80	52.54
P9	35.00	24.1	14.20	342.22	18480.00	2.46	54.00	0.80	42.93

$f'm$ PROMEDIO	=	44.02 kg/cm ²
Desviacion Estandar	=	8.03 kg/cm ²
Coefficiente de Variacion	=	43.02 %
$f'm$ Característica	=	35.99 kg/cm ²

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Mediante la clasificación de la empresa ladrillera Latesa de King Kong Industrial, según Norma E070 (2016) presenta una resistencia a la compresión axial mínima de 65.00kg/cm², el presente cuadro se aprecia un $f'm$ característico de 35.99kg/cm², con un coeficiente de variación alto de 43.02%, ya que existe mucha variación de datos, no cumpliría con la resistencia a la compresión mínima requerida y NO ES APTO para sustentar espesor de 1.50cm de mortero; tal fuese el caso si la clasificación del ladrillo fuese King Kong Artesanal según Norma E070 (2016) presenta una resistencia a la compresión axial mínima de 35.00kg/cm², se apreciaría un aumento del 2.82% con la adición de fibras de polipropileno y sería APTO para diseño de muros portantes , no se rechaza datos ya que cumple clasificación mínima de unidad de albañilería.

Tabla 4.3.1.4.

Cálculo de $f'm$ en Pilas de la Empresa El Mirador de 0.75cm de espesor de Mortero

PILAS	MEDIDAS (cm)			Area (cm ²)	Pu (kg)	E	f'm (kg/cm ²)	FE	f'm (kg/cm ²) CORREGIDO
	H	L	A						
P10	34.30	24.00	14.20	340.8	10350.00	2.42	30.37	0.79	23.94
P11	35.90	24.00	13.80	331.2	14440.00	2.60	43.60	0.82	35.85
P12	35.00	24.10	13.95	336.195	5140.00	2.51	15.29	0.80	12.26

f'm PROMEDIO	=	24.02 kg/cm ²
Desviacion Estandar	=	11.80 kg/cm ²
Coficiente de Variacion	=	92.76 %
f'm Caracteristica	=	12.22 kg/cm ²

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Mediante la clasificación de la empresa ladrillera El Mirador de King Kong Industrial, según Norma E070 (2016) presenta una resistencia a la compresión axial mínima de 65.00kg/cm², el presente cuadro se aprecia un $f'm$ característico de 12.22kg/cm², con un coeficiente de variación alto de 92.76%, ya que existe mucha variación de datos, no cumpliría con la resistencia a la compresión mínima requerida y NO ES APTO para sustentar espesor de 0.75cm de mortero; tal fuese el caso si la clasificación del ladrillo fuese King Kong Artesanal según Norma E070 (2016) presenta una resistencia a la compresión axial mínima de 35.00kg/cm², no se apreciaría ningún aumento ya que también no cumpliría con la Norma E070 , se rechaza datos ya que no cumple clasificación mínima de unidad de albañilería.

Tabla 4.3.1.5.

Cálculo de $f'm$ en Pilas de la Empresa El Mirador de 1.00cm de espesor de Mortero

PILAS	MEDIDAS (cm)			Area (cm ²)	Pu (kg)	E	f'm (kg/cm ²)	FE	f'm (kg/cm ²) CORREGIDO
	H	L	A						
P13	35.80	24.20	13.80	333.96	7350.00	2.59	22.01	0.82	18.06
P14	35.30	24.10	14.00	337.4	5780.00	2.52	17.13	0.80	13.79
P15	34.90	24.30	14.20	345.06	6370.00	2.46	18.46	0.79	14.66

f'm PROMEDIO	=	15.50 kg/cm ²
Desviacion Estandar	=	2.26 kg/cm ²
Coficiente de Variacion	=	3.41 %
f'm Caracteristica	=	13.24 kg/cm ²

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Mediante la clasificación de la empresa ladrillera El Mirador de King Kong Industrial, según Norma E070 (2016) presenta una resistencia a la compresión axial mínima de 65.00kg/cm², el presente cuadro se aprecia un $f'm$ característico de 13.24kg/cm², con un coeficiente de variación mínima de 3.41%, ya que no existe mucha variación de datos, no cumpliría con la resistencia a la compresión mínima requerida y NO ES APTO para sustentar espesor de 1.00cm de mortero; tal fuese el caso si la clasificación del ladrillo fuese King Kong Artesanal según Norma E070 (2016) presenta una resistencia a la compresión axial mínima de 35.00kg/cm², no se apreciaría ningún aumento ya que también no cumpliría con la Norma E070, se rechaza datos ya que no cumple clasificación mínima de unidad de albañilería.

Tabla 4.3.1.6.

Cálculo de $f'm$ en Pilas de la Empresa El Mirador de 1.50cm de espesor de Mortero

PILAS	MEDIDAS (cm)			Area (cm ²)	Pu (kg)	E	$f'm$ (kg/cm ²)	FE	$f'm$ (kg/cm ²) CORREGIDO
	H	L	A						
P16	36.70	23.9	13.60	325.04	9680.00	2.70	29.78	0.84	25.13
P17	37.00	23.5	14.00	329	7750.00	2.64	23.56	0.83	19.59
P18	36.00	23.5	13.70	321.95	12280.00	2.63	38.14	0.83	31.59

$f'm$ PROMEDIO	=	25.43 kg/cm ²
Desviacion Estandar	=	6.01 kg/cm ²
Coefficiente de Variacion	=	24.05 %
$f'm$ Característica	=	19.43 kg/cm ²

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Mediante la clasificación de la empresa ladrillera El Mirador de King Kong Industrial, según Norma E070 (2016) presenta una resistencia a la compresión axial mínima de 65.00kg/cm², el presente cuadro se aprecia un $f'm$ característico de 19.43kg/cm², con un coeficiente de variación alto de 24.05%, ya que existe mucha variación de datos, no cumpliría con la resistencia a la compresión mínima requerida y NO ES APTO para sustentar espesor de 1.50cm de mortero; tal fuese el caso si la clasificación del ladrillo fuese King Kong Artesanal según Norma E070 (2016) presenta una resistencia a la compresión axial mínima de 35.00kg/cm², no se apreciaría ningún aumento ya que también no cumpliría con la Norma E070 , se rechaza datos ya que no cumple clasificación mínima de unidad de albañilería.

Tabla 4.3.1.7.

Cálculo de $f'm$ en Pilas de la Empresa Constructec de 0.75cm de espesor de Mortero

PILAS	MEDIDAS (cm)			Area (cm ²)	Pu (kg)	E	$f'm$ (kg/cm ²)	FE	$f'm$ (kg/cm ²) CORREGIDO
	H	L	A						
P19	31.60	24.00	13.70	328.8	11520.00	2.31	35.04	0.77	27.08
P20	31.00	24.00	13.70	328.8	9460.00	2.26	28.77	0.77	22.06
P21	31.90	24.00	13.90	333.6	7740.00	2.29	23.20	0.77	17.90

$f'm$ PROMEDIO	=	22.35 kg/cm ²
Desviacion Estandar	=	4.60 kg/cm ²
Coefficiente de Variacion	=	14.10 %
$f'm$ Característica	=	17.75 kg/cm ²

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Mediante la clasificación de la empresa ladrillera Constructec de King Kong Industrial, según Norma E070 (2016) presenta una resistencia a la compresión axial mínima de 65.00kg/cm², el presente cuadro se aprecia un $f'm$ característico de 17.75kg/cm², con un coeficiente de variación mínima de 14.10%, ya que no existe mucha variación de datos, no cumpliría con la resistencia a la compresión mínima requerida y NO ES APTO para sustentar espesor de 0.75cm de mortero; tal fuese el caso si la clasificación del ladrillo fuese King Kong Artesanal según Norma E070 (2016) presenta una resistencia a la compresión axial mínima de 35.00kg/cm², no se apreciaría ningún aumento ya que también no cumpliría con la Norma E070 , se rechaza datos ya que no cumple clasificación mínima de unidad de albañilería.

Tabla 4.3.1.8.

Cálculo de $f'm$ en Pilas de la Empresa Constructec de 1.00cm de espesor de Mortero

PILAS	MEDIDAS (cm)			Area (cm ²)	Pu (kg)	E	f'm (kg/cm ²)	FE	f'm (kg/cm ²) CORREGIDO
	H	L	A						
P22	30.80	23.90	13.80	329.82	16280.00	2.23	49.36	0.76	37.64
P23	30.60	24.00	13.60	326.4	12430.00	2.25	38.08	0.77	29.13
P24	30.50	23.80	13.80	328.44	12110.00	2.21	36.87	0.76	28.00

f'm PROMEDIO = 31.59 kg/cm²
 Desviacion Estandar = 5.27 kg/cm²
 Coeficiente de Variacion = 18.49 %
 f'm Característica = 26.32 kg/cm²

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Mediante la clasificación de la empresa ladrillera Constructec de King Kong Industrial, según Norma E070 (2016) presenta una resistencia a la compresión axial mínima de 65.00kg/cm², el presente cuadro se aprecia un $f'm$ característico de 26.32kg/cm², con un coeficiente de variación mínima de 18.49%, ya que no existe mucha variación de datos, no cumpliría con la resistencia a la compresión mínima requerida y NO ES APTO para sustentar espesor de 1.00cm de mortero; tal fuese el caso si la clasificación del ladrillo fuese King Kong Artesanal según Norma E070 (2016) presenta una resistencia a la compresión axial mínima de 35.00kg/cm², no se apreciaría ningún aumento ya que también no cumpliría con la Norma E070 , se rechaza datos ya que no cumple clasificación mínima de unidad de albañilería.

Tabla 4.3.1.9.

Cálculo de $f'm$ en Pilas de la Empresa Constructec de 1.50cm de espesor de Mortero

PILAS	MEDIDAS (cm)			Area (cm ²)	Pu (kg)	E	f'm (kg/cm ²)	FE	f'm (kg/cm ²) CORREGIDO
	H	L	A						
P25	35.05	23.50	13.60	319.6	12650.00	2.58	39.58	0.82	32.34
P26	35.10	24.00	13.40	321.6	5860.00	2.62	18.22	0.83	15.06
P27	35.00	24.10	13.30	320.53	4810.00	2.63	15.01	0.83	12.44

f'm PROMEDIO = 19.94 kg/cm²
 Desviacion Estandar = 10.81 kg/cm²
 Coeficiente de Variacion = 77.93 %
 f'm Característica = 9.13 kg/cm²

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Mediante la clasificación de la empresa ladrillera Constructec de King Kong Industrial, según Norma E070 (2016) presenta una resistencia a la compresión axial mínima de 65.00kg/cm², el presente cuadro se aprecia un $f'm$ característico de 9.13kg/cm², con un coeficiente de variación alto de 77.93%, ya que existe mucha variación de datos, no cumpliría con la resistencia a la compresión mínima requerida y NO ES APTO para sustentar espesor de 1.50cm de mortero; tal fuese el caso si la clasificación del ladrillo fuese King Kong Artesanal según Norma E070 (2016) presenta una resistencia a la compresión axial mínima de 35.00kg/cm², no se apreciaría ningún aumento ya que también no cumpliría con la Norma E070 , se rechaza datos ya que no cumple clasificación mínima de unidad de albañilería.

4.3.2. Muretes

Para los muros se calculó la resistencia a la compresión diagonal de cada murete ($v'm$), dependiendo de la empresa ladrillera y el espesor del mortero.

4.3.2.1. Resistencia a la Compresión Diagonal

Para los muros se calculó la resistencia a la compresión diagonal de cada murete ($v'm$) se obtuvo con la división de la carga entre el área de la diagonal.

$$vm = \frac{Pu}{Ad}$$

Donde:

Pu = Carga de rotura en kg.

Ad = Área de diagonal = $(L^2+L^2)^{1/2} \times t$.

L, H = Lados del murete.

t = Espesor del murete.

$V'm$ = Resistencia a la compresión diagonal en kg/cm^2 .

La resistencia de característica ($v'm$) de cada técnica se halló restando una desviación estándar al valor promedio de los 3 muretes ensayados, dependiendo de la empresa ladrillera y el espesor del mortero y los resultados aparecen a continuación:

Tabla 4.3.2.1.

Cálculo de $V'm$ en muretes de la Empresa Ladrillera Latesa de 0.75cm de espesor de mortero.

MURETES	MEDIDAS (cm)			Ad (cm ²)	Pu (kgf)	V'm (kg/cm ²)	V'm (kg/cm ²) CORREGIDO
	L	H	T				
M1	60.50	60.30	14.20	1212.94	145106.51	119.63	125.61
M2	61.50	60.00	14.50	1245.84	186855.16	149.98	157.48
M3	60.50	60.00	14.30	1218.46	144973.83	118.98	124.93

V'm PROMEDIO	=	136.01 kg/cm ²
Desviacion Estandar	=	18.60 kg/cm ²
Coficiente de Variacion	=	2.31 %
V'm Caracteristica	=	117.41 kg/cm ²

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

En la clasificación de la empresa ladrillera Latesa de King Kong Industrial, según Norma E070 (2016) , para el uso de concreto liquido – grout, presenta una resistencia a la compresión diagonal mínima de 140kg/cm², el presente cuadro se aprecia un $V'm$ característico de 117.41kg/cm², se aprecia una disminución

de 18.28%, con un coeficiente de variación mínima de 2.31%, ya que no existe mucha variación de datos, no cumpliría con la resistencia a la compresión diagonal requerida y NO ES APTO para sustentar espesor de 0.75cm de mortero.

Tabla 4.3.2.2.

Cálculo de $V'm$ en muretes de la Empresa Ladrillera Latesa de 1.00cm de espesor de mortero.

MURETES	MEDIDAS (cm)			Ad (cm ²)	Pu (kgf)	$V'm$ (kg/cm ²)	$V'm$ (kg/cm ²) CORREGIDO
	L	H	T				
M4	60.00	60.80	14.00	1195.89	257731.26	215.52	226.29
M5	59.60	60.00	14.40	1217.81	177190.24	145.50	152.77
M6	60.80	59.50	14.20	1207.99	260952.90	216.02	226.82

$V'm$ PROMEDIO = 201.96 kg/cm²
 Desviacion Estandar = 42.60 kg/cm²
 Coeficiente de Variacion = 12.10 %
 $V'm$ Caracteristica = 159.36 kg/cm²

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

En la clasificación de la empresa ladrillera Latesa de King Kong Industrial, según Norma E070 (2016) para el uso de concreto liquido – grout, presenta una resistencia a la compresión diagonal mínima de 140kg/cm², el presente cuadro se aprecia un $V'm$ característico de 159.36kg/cm², se aprecia un aumento 13.83%, con un coeficiente de variación mínima de 12.10%, ya que no existe mucha variación de datos, cumpliría con la resistencia a la compresión diagonal requerida y ES APTO para sustentar espesor de 1.00cm de mortero.

Tabla 4.3.2.3.

Cálculo de $V'm$ en muretes de la Empresa Ladrillera Latesa de 1.50cm de espesor de mortero.

MURETES	MEDIDAS (cm)			Ad (cm ²)	Pu (kgf)	$V'm$ (kg/cm ²)	$V'm$ (kg/cm ²) CORREGIDO
	L	H	T				
M7	61.00	61.00	14.50	1250.87	180411.88	144.23	151.44
M8	61.00	61.00	14.40	1242.25	196520.08	158.20	166.11
M9	60.50	60.90	14.50	1244.73	120811.53	97.06	101.91

$V'm$ PROMEDIO = 139.82 kg/cm²
 Desviacion Estandar = 33.64 kg/cm²
 Coeficiente de Variacion = 7.54 %
 $V'm$ Caracteristica = 106.18 kg/cm²

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

En la clasificación de la empresa ladrillera Latesa de King Kong Industrial, según Norma E070 (2016) para el uso de concreto liquido – grout, presenta una resistencia a la compresión diagonal mínima de 140kg/cm², el presente cuadro se aprecia un $V'm$ característico de 106.18kg/cm², se aprecia una disminución 24.16%, con un coeficiente de variación mínima de 7.54%, ya que no existe mucha variación de datos, no cumpliría con la resistencia a la compresión diagonal requerida y NO ES APTO para sustentar espesor de 1.50cm de mortero.

Tabla 4.3.2.4.

Cálculo de V'm en muretes de la Empresa Ladrillera El Mirador de 0.75cm de espesor de mortero.

MURETES	MEDIDAS (cm)			Ad (cm ²)	Pu (kgf)	V'm (kg/cm ²)	V'm (kg/cm ²) CORREGIDO
	L	H	T				
M10	60.00	60.10	14.00	1188.93	183633.52	154.45	162.18
M11	61.00	60.80	14.00	1205.76	122422.35	101.53	106.61
M12	60.00	64.00	14.00	1228.18	273839.46	222.96	234.11

V'm PROMEDIO = 167.63 kg/cm²
Desviacion Estandar = 63.93 kg/cm²
Coefficiente de Variacion = 27.24 %
V'm Caracteristica = 103.70 kg/cm²

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

En la clasificación de la empresa ladrillera El Mirador de King Kong Industrial, según Norma E070 (2016) para el uso de concreto liquido – grout, presenta una resistencia a la compresión diagonal mínima de 140kg/cm², el presente cuadro se aprecia un V'm característico de 103.70kg/cm², se aprecia una disminución de 25.93%, con un coeficiente de variación alto de 27.24%, ya que existe mucha variación de datos y no cumpliría con la resistencia a la compresión diagonal requerida, entonces NO ES APTO para sustentar espesor de 0.75cm de mortero.

Tabla 4.3.2.5.

Cálculo de V'm en muretes de la Empresa Ladrillera El Mirador de 1.00cm de espesor de mortero.

MURETES	MEDIDAS (cm)			Ad (cm ²)	Pu (kgf)	V'm (kg/cm ²)	V'm (kg/cm ²) CORREGIDO
	L	H	T				
M13	60.00	60.00	13.80	1170.97	148195.47	126.56	132.89
M14	59.50	60.00	14.00	1183.00	151417.11	127.99	134.39
M15	60.00	59.70	13.70	1159.58	225514.85	194.48	204.20

V'm PROMEDIO = 157.16 kg/cm²
Desviacion Estandar = 40.75 kg/cm²
Coefficiente de Variacion = 11.07 %
V'm Caracteristica = 116.41 kg/cm²

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

En la clasificación de la empresa ladrillera El Mirador de King Kong Industrial, según Norma E070 (2016) , para el uso de concreto liquido – grout, presenta una resistencia a la compresión diagonal mínima de 140kg/cm², el presente cuadro se aprecia un V'm característico de 116.41kg/cm², se aprecia una disminución de 16.85%, con un coeficiente de variación mínima de 11.07%, ya que no existe mucha variación de datos, no cumpliría con la resistencia a la compresión diagonal requerida y NO ES APTO para sustentar espesor de 1.00cm de mortero.

Tabla 4.3.2.6.

Cálculo de V´m en muretes de la Empresa Ladrillera El Mirador de 1.50cm de espesor de mortero.

MURETES	MEDIDAS (cm)			Ad (cm ²)	Pu (kgf)	V´m (kg/cm ²)	V´m (kg/cm ²) CORREGIDO
	L	H	T				
M16	60.00	60.00	14.00	1187.94	201352.55	169.50	177.97
M17	60.00	60.40	14.00	1191.91	144973.83	121.63	127.71
M18	60.00	60.50	13.90	1184.38	148195.47	125.13	131.38

V´m PROMEDIO = 145.69 kg/cm²

Desviacion Estandar = 28.02 kg/cm²

Coefficiente de Variacion = 5.23 %

V´m Característica = 117.67 kg/cm²

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

En la clasificación de la empresa ladrillera El Mirador de King Kong Industrial, según Norma E070 (2016) , para el uso de concreto líquido – grout, presenta una resistencia a la compresión diagonal mínima de 140kg/cm², el presente cuadro se aprecia un V´m característico de 117.67kg/cm², se aprecia una disminución de 15.95%, con un coeficiente de variación mínima de 5.23%, ya que no existe mucha variación de datos, no cumpliría con la resistencia a la compresión diagonal requerida y NO ES APTO para sustentar espesor de 1.50cm de mortero.

Tabla 4.3.2.7.

Cálculo de V´m en muretes de la Empresa Ladrillera Constructec de 0.75cm de espesor de mortero.

MURETES	MEDIDAS (cm)			Ad (cm ²)	Pu (kgf)	V´m (kg/cm ²)	V´m (kg/cm ²) CORREGIDO
	L	H	T				
M19	60.30	60.50	13.70	1170.24	145296.00	124.16	130.37
M20	60.00	59.50	13.50	1140.75	173968.60	152.50	160.13
M21	60.50	60.30	13.80	1178.78	183633.52	155.78	163.57

V´m PROMEDIO = 151.36 kg/cm²

Desviacion Estandar = 18.26 kg/cm²

Coefficiente de Variacion = 2.22 %

V´m Característica = 133.10 kg/cm²

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

En la clasificación de la empresa ladrillera Constructec de King Kong Industrial, según Norma E070 (2016) , para el uso de concreto líquido – grout, presenta una resistencia a la compresión diagonal mínima de 140kg/cm², el presente cuadro se aprecia un V´m característico de 133.10kg/cm², se aprecia una disminución de 4.93%, con un coeficiente de variación mínima de 2.22%, ya que no existe mucha variación de datos, no cumpliría con la resistencia a la compresión diagonal requerida y NO ES APTO para sustentar espesor de 0.75cm de mortero.

Tabla 4.3.2.8.

Cálculo de V´m en muretes de la Empresa Ladrillera Constructec de 1.00cm de espesor de mortero.

MURETES	MEDIDAS (cm)			Ad (cm ²)	Pu (kgf)	V´m (kg/cm ²)	V´m (kg/cm ²) CORREGIDO
	L	H	T				
M22	61.10	61.00	13.90	1200.09	196520.08	163.75	171.94
M23	61.20	60.00	13.60	1165.60	241623.05	207.30	217.66
M24	60.60	60.40	13.90	1189.28	203725.70	171.30	179.87

V´m PROMEDIO	=	189.82 kg/cm²
Desviacion Estandar	=	24.43 kg/cm²
Coefficiente de Variacion	=	3.98 %
V´m Caracteristica	=	165.39 kg/cm²

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

En la clasificación de la empresa ladrillera Constructec de King Kong Industrial, según Norma E070 (2016) , para el uso de concreto liquido – grout, presenta una resistencia a la compresión diagonal mínima de 140kg/cm², el presente cuadro se aprecia un V´m característico de 165.39kg/cm², se aprecia un aumento de 18.14%, con un coeficiente de variación mínima de 3.98%, ya que no existe mucha variación de datos, cumpliría con la resistencia a la compresión diagonal requerida y ES APTO para sustentar espesor de 1.00cm de mortero.

Tabla 4.3.2.9.

Cálculo de V´m en muretes de la Empresa Ladrillera Constructec de 1.50cm de espesor de mortero.

MURETES	MEDIDAS (cm)			Ad (cm ²)	Pu (kgf)	V´m (kg/cm ²)	V´m (kg/cm ²) CORREGIDO
	L	H	T				
M25	60.50	61.50	14.00	1207.78	201352.55	166.71	175.05
M26	61.40	61.00	13.80	1194.39	235437.72	197.12	206.97
M27	60.40	60.00	13.60	1157.85	172013.68	148.56	155.99

V´m PROMEDIO	=	179.34 kg/cm²
Desviacion Estandar	=	25.76 kg/cm²
Coefficiente de Variacion	=	4.42 %
V´m Caracteristica	=	153.58 kg/cm²

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

En la clasificación de la empresa ladrillera Constructec de King Kong Industrial, según Norma E070 (2016) , para el uso de concreto liquido – grout, presenta una resistencia a la compresión diagonal mínima de 140kg/cm², el presente cuadro se aprecia un V´m característico de 153.58kg/cm², se aprecia un aumento de 9.70%, con un coeficiente de variación mínima de 4.42%, ya que no existe mucha variación de datos, cumpliría con la resistencia a la compresión diagonal requerida y ES APTO para sustentar espesor de 1.50cm de mortero.

4.4. Cuadro de resultados

4.4.1. Análisis de Resultados de Prismas

Para los ensayos de las pilas se obtuvieron los resultados de las 3 empresas ladrilleras en las tablas 4.4.1.1. 4.4.1.2. y 4.4.1.3.

Donde:

$f'm$ = es la resistencia característica.

α = es la resistencia normalizada al patrón del proceso constructivo

C.V. = es el Coeficiente de variación en la resistencia de las pilas de las 3 empresas ladrilleras dependiendo del espesor del mortero.

En la tabla 4.4.1.1. y en la Figura 4.5.1.1. se observa en la empresa Ladrillera Latesa, se observa que la variación de las resistencias entre los 3 espesores de mortero es considerable, por lo tanto se puede decir que en la ladrillera Latesa el espesor de mortero de 1.00cm no es recomendable en la construcción de muros portantes, ni con la adición de las fibras de polipropileno marca SikaFiber. Se puede considerar que ayuda a mejorar la adherencia del mortero-ladrillo.

El coeficiente de variación (C.V.) demuestra que hay una mayor dispersión en los resultados con respecto a la media con el espesor de 1.00cm, seguida del espesor de 0.75cm y finalmente el espesor de 1.50cm. y del cual la prueba cumple con la clasificación mínima de unidad de albañilería y se toman resultados para análisis.

Tabla 4.4.1.1.

Resultados del Ensayo de Compresión Axial en pilas de la Empresa Ladrillera Latesa

Pilas Espesor (cm)	$f'm$ (kg/cm ²)	α (%)	C.V. (%)
0.75	34.66	107.81%	4.89
1.00	28.35	153.84%	155.26
1.50	35.99	122.32%	43.02

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

En la tabla 4.4.1.2. y en la Figura 4.5.1.2. se observa en la empresa Ladrillera El Mirador, se observa que la variación de las resistencias entre los 3 espesores de mortero es considerable, por lo tanto se puede decir que en la ladrillera El Mirador el espesor de mortero de 0.75cm no es recomendable en la

construcción de muros portantes, ni con la adición de las fibras de polipropileno marca SikaFiber. Se puede considerar que ayuda a mejorar la adherencia del mortero-ladrillo.

El coeficiente de variación (C.V.) demuestra que hay una mayor dispersión en los resultados con respecto a la media con el espesor de 0.75cm, seguida del espesor de 1.50cm y finalmente el espesor de 1.50cm. y del cual la prueba no cumple con la clasificación mínima de unidad de albañilería y se rechazaran los datos para análisis.

Tabla 4.4.1.2.

Resultados del Ensayo de Compresión Axial en pilas de la Empresa Ladrillera El Mirador

Pilas Espesor (cm)	f' m (kg/cm ²)	α (%)	C.V. (%)
0.75	12.22	196.52%	92.76
1.00	13.24	117.07%	3.41
1.50	19.43	130.92%	24.05

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

En la tabla 4.4.1.3. y en la Figura 4.5.1.3. se observa en la empresa Ladrillera Constructec, se observa que la variación de las resistencias entre los 3 espesores de mortero es considerable, por lo tanto se puede decir que en la ladrillera Constructec el espesor de mortero de 1.50cm no es recomendable en la construcción de muros portantes, ni con la adición de las fibras de polipropileno marca SikaFiber. Se puede considerar que ayuda a mejorar la adherencia del mortero-ladrillo.

El coeficiente de variación (C.V.) demuestra que hay una mayor dispersión en los resultados con respecto a la media con el espesor de 1.50cm, seguida del espesor de 0.75cm y finalmente el espesor de 1.00cm. y del cual la prueba no cumple con la clasificación mínima de unidad de albañilería y se rechazaran los datos para análisis.

Tabla 4.4.1.3

Resultados del Ensayo de Compresión Axial en pilas de la Empresa Ladrillera Constructec.

Pilas Espesor (cm)	f' m (kg/cm ²)	α (%)	C.V. (%)
0.75	17.75	125.92%	14.10
1.00	26.32	120.01%	18.49
1.50	9.13	218.39%	77.93

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Tabla 4.4.1.4. Tabla comparativa de Ensayo de Compresión Axial según 0.75cm de espesor de mortero

Empresa Ladrillera	f'm (kg/cm2)	α (%)	C.V. (%)
Latesa	34.66	107.81%	4.89
El Mirador	12.22	196.52%	92.76
Constructec	17.75	125.92%	14.10

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Se observa en las tres empresas ladrilleras dependiendo del espesor de 0.75cm, se observa que la variación de las resistencias a compresión axial entre las tres empresas que es considerable, por lo tanto no son recomendables las empresas ladrilleras El Mirador y Constructec.

Tabla 4.4.1.5. Tabla comparativa de Ensayo de Compresión Axial según 1.00cm de espesor de mortero

Empresa Ladrillera	f'm (kg/cm2)	α (%)	C.V. (%)
Latesa	28.35	153.84%	155.26
El Mirador	13.24	117.07%	3.41
Constructec	26.32	120.01%	18.49

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Se observa en las tres empresas ladrilleras dependiendo del espesor de 1.00cm, se observa que la variación de las resistencias a compresión axial entre las tres empresas que es considerable, por lo tanto no es recomendable la empresa ladrillera El Mirador.

Tabla 4.4.1.6. Tabla comparativa de Ensayo de Compresión Axial según 1.50cm de espesor de mortero

Empresa Ladrillera	f'm (kg/cm2)	α (%)	C.V. (%)
Latesa	35.99	122.32%	43.02
El Mirador	19.43	130.92%	24.05
Constructec	9.13	218.39%	77.93

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Se observa en las tres empresas ladrilleras dependiendo del espesor de 1.50cm, se observa que la variación de las resistencias a compresión axial entre las tres empresas que es considerable, por lo tanto no son recomendables las empresas ladrilleras El Mirador y Constructec.

4.4.2. Análisis de Resultados de Muretes

En el caso de los muretes se obtuvieron los resultados en las tablas 4.4.2.1., 4.4.2.2. y 4.4.2.3.

Donde:

$V'm$ = es la resistencia característica

α = representa a la resistencia normalizada dependiendo del espesor de mortero.

C.V. = es el coeficiente de variación de la resistencia de los muretes.

En la tabla 4.4.2.1. y en el Gráfico 4.5.2.1. de la Empresa ladrillera Latesa se aprecia en los muretes con espesor de mortero de 0.75cm, una disminución del 18.28%; y con el espesor de mortero de 1.50cm una disminución de 24.16% de la resistencia característica a la compresión diagonal cuando se usa concreto líquido, en comparación a los muros de espesor de 1.00cm que presenta un aumento de 13.82%; esto se atribuye al exceso de mortero para el caso de 1.50cm de espesor y muy poca mezcla para el caso de 0.75cm de espesor.

Ya que las resistencias $V'm$ promedio de ambos espesores fueron menor a la de diseño de 140kg/cm² (117.41kg/cm² para el espesor de 0.75cm y 106.18kg/cm² para el espesor de 1.50cm).

Tabla 4.4.2.1.

Resultados del Ensayo de Compresión Diagonal en Muretes de la Empresa Ladrillera Latesa

Muretes Espesor (cm)	$V'm$ (kg/cm ²)	α (%)	C.V. (%)
0.75	117.41	115.84%	2.31
1.00	159.36	126.73%	12.10
1.50	106.18	131.68%	7.54

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

En la tabla 4.4.2.2. y en el Gráfico 4.5.2.2. de la Empresa ladrillera El Mirador se aprecia en los muretes con un $V'm$ de diseño de 140kg/cm², se observa una disminución en los espesores de mortero de 0.75cm un 25.93%, 1.00cm un 16.83% y 1.50cm un 15.95%.

No cumple con lo especificado en la Norma E070 (2016), para la compresión diagonal, y no cumple con la clasificación mínima requerida por unidad de albañilería, SE RECHAZARA los datos de la empresa ladrillera El Mirador.

Tabla 4.4.2.2.

Resultados del Ensayo de Compresión Diagonal en Muretes de la Empresa Ladrillera El Mirador

Muretes Espesor (cm)	V'm (kg/cm2)	α (%)	C.V. (%)
0.75	103.70	161.64%	27.24
1.00	116.41	135.00%	11.07
1.50	117.67	123.81%	5.23

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

En la tabla 4.4.2.3. y en el Gráfico 4.5.2.3. de la Empresa ladrillera Constructec se aprecia en los muretes con espesor de mortero de 0.75cm, una disminución del 4.93%; y con los espesores de mortero de 1.00cm un aumento de 18.14% y con 1.50cm de espesor de mortero un aumento de 9.70%, de la resistencia característica a la compresión diagonal cuando se usa concreto líquido.

Ya que las resistencias V'm promedio de ambos espesores fueron mayor a la de diseño de 140kg/cm2 (165.39kg/cm2 para el espesor de 1.00cm y 153.58kg/cm2 para el espesor de 1.50cm), y no cumple con la clasificación mínima requerida por unidad de albañilería, SE RECHAZARA los datos de la empresa ladrillera El Mirador.

Tabla 4.4.2.3.

Resultados del Ensayo de Compresión Diagonal en Muretes de la Empresa Ladrillera Constructec.

Muretes Espesor (cm)	V'm (kg/cm2)	α (%)	C.V. (%)
0.75	133.10	113.72%	2.22
1.00	165.39	114.77%	3.98
1.50	153.58	116.77%	4.42

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Tabla 4.4.2.4. Tabla comparativa de Ensayo de Compresión Diagonal según 0.75cm de espesor de mortero

Empresa Ladrillera	V'm (kg/cm2)	α (%)	C.V. (%)
Latesa	117.41	115.84%	2.31
El Mirador	103.70	161.64%	27.24
Constructec	133.10	113.72%	2.22

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Se observa en las tres empresas ladrilleras dependiendo del espesor de 0.75cm, se observa que la variación de las resistencias a compresión diagonal entre las tres empresas que es considerable, por lo tanto no son recomendables las empresas ladrilleras El Mirador y Latesa.

Tabla 4.4.2.5. Tabla comparativa de Ensayo de Compresión Diagonal según 1.00cm de espesor de mortero

Empresa Ladrillera	V'm (kg/cm2)	α (%)	C.V. (%)
Latesa	159.36	126.73%	12.10
El Mirador	116.41	135.00%	11.07
Constructec	165.39	114.77%	3.98

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Se observa en las tres empresas ladrilleras dependiendo del espesor de 1.00cm, se observa que la variación de las resistencias a compresión diagonal entre las tres empresas que es considerable, por lo tanto no son recomendables la empresa ladrillera El Mirador.

Tabla 4.4.2.6. Tabla comparativa de Ensayo de Compresión Diagonal según 1.50cm de espesor de mortero

Empresa Ladrillera	V'm (kg/cm2)	α (%)	C.V. (%)
Latesa	106.18	131.68%	7.54
El Mirador	117.67	123.81%	5.23
Constructec	153.58	116.77%	4.42

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Se observa en las tres empresas ladrilleras dependiendo del espesor de 1.50cm, se observa que la variación de las resistencias a compresión diagonal entre las tres empresas que es considerable, por lo tanto no son recomendables las empresas ladrilleras El Mirador y Latesa, es decir para el caso de añadir las fibras de polipropileno en la mezcla ayuda a maximizar la dispersión de los resultados, esto se debe a lo siguiente:

- Las fibras de polipropileno entorpece a la trabajabilidad del mortero, y no permite que de mejor manera se distribuya la mezcla sobre la superficie de asiento y ayuda en el aumento de la fuerza de compresión diagonal en las Empresas Ladrilleras estudiadas.
- En el caso de la empresa Ladrillera Latesa con el espesor de mortero de 1.00cm, tenga mayor resistencia, se puede dar una conclusión definitiva ya que el coeficiente de variación fue de menor con 12.10%.

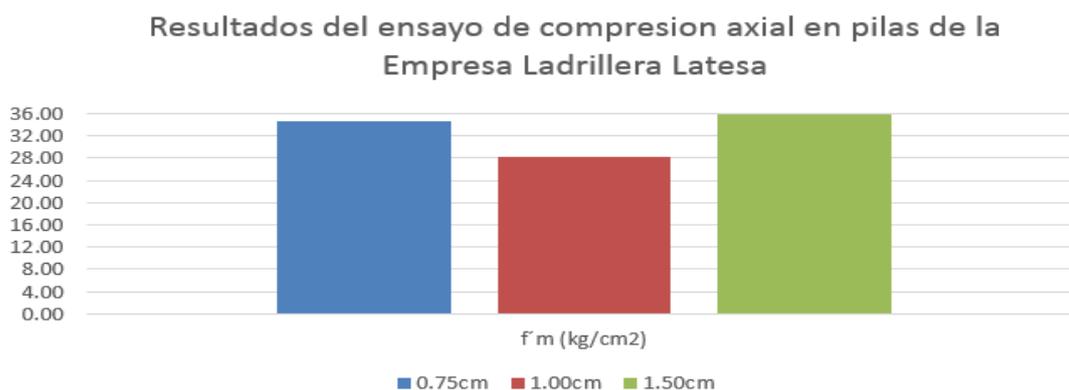
- En el caso de la empresa Ladrillera El Mirador con el espesor de mortero de 0.75cm, tenga menor resistencia, pero no se puede dar una conclusión definitiva ya que el coeficiente de variación fue de los más altos con 27.24%.
- En el caso de la empresa Ladrillera Constructec con el espesor de mortero de 1.50cm, tenga una resistencia mayor, se puede dar una conclusión definitiva ya que el coeficiente de variación fue menor con 4.42%.

4.5. Gráficos de resultados

- Prismas

Gráfico 4.5.1.1

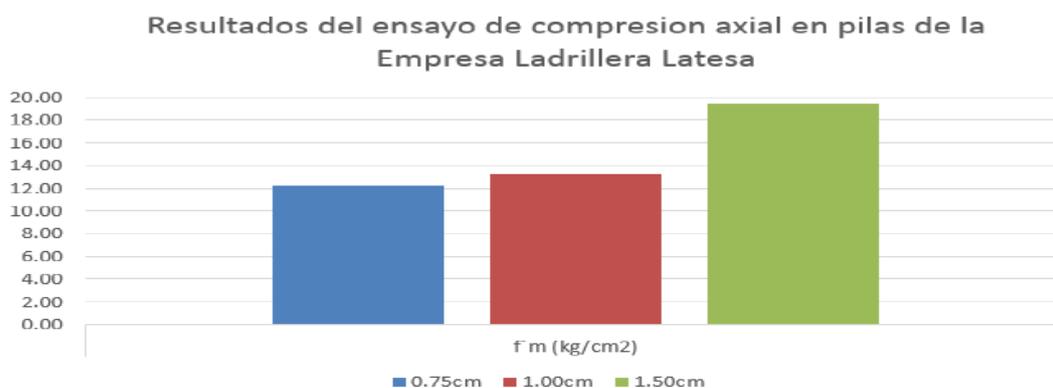
Empresa Ladrillera Latesa



(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Gráfico 4.5.1.2.

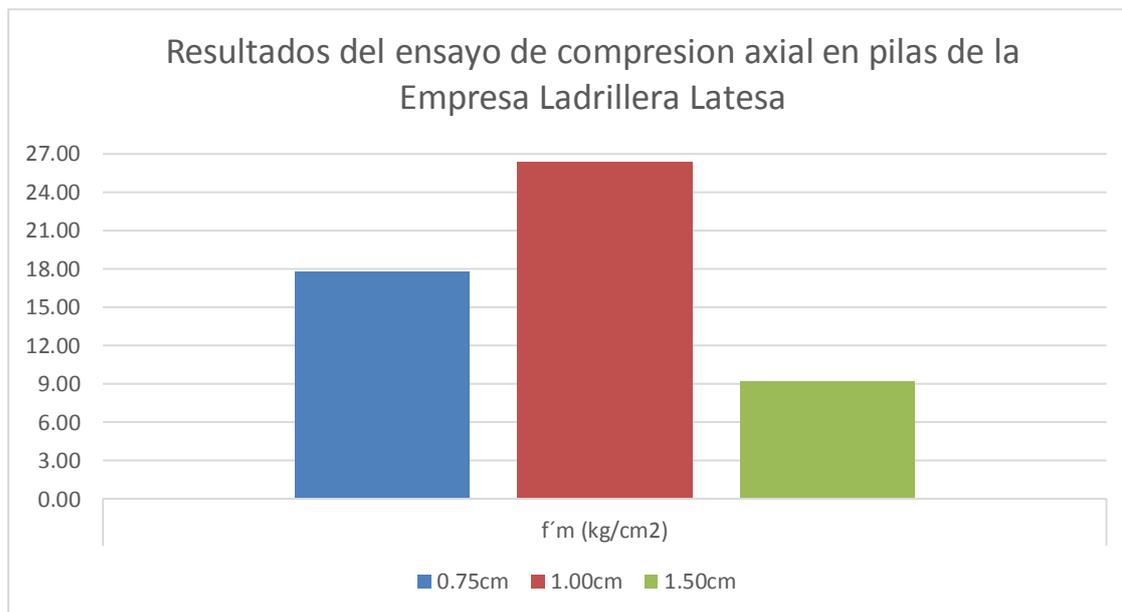
Empresa Ladrillera El Mirador



(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

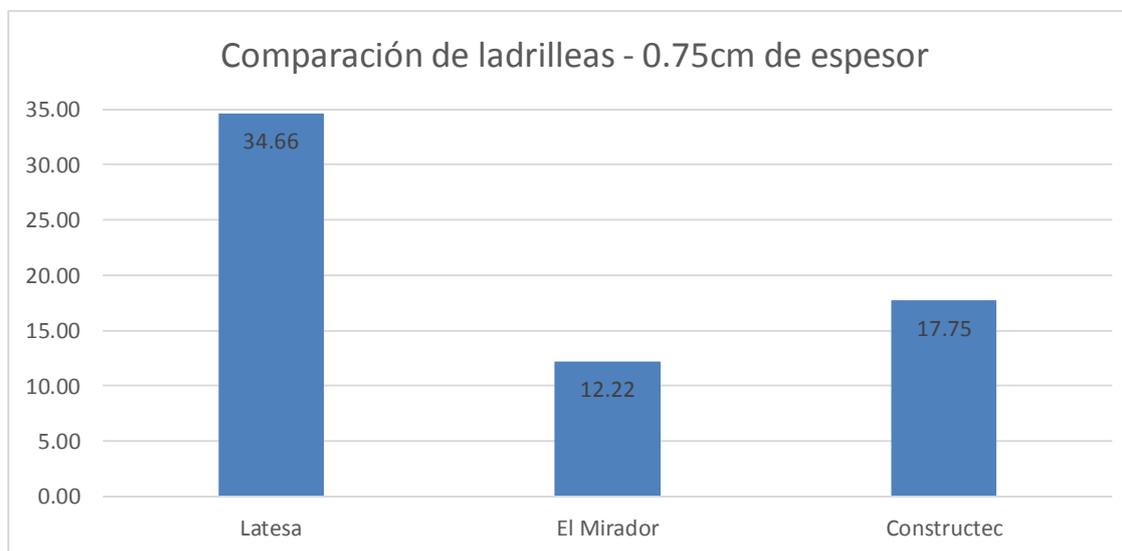
Gráfico 4.5.1.3.

Empresa Ladrillera Constructec



(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Gráfico 4.5.1.4. Comparación de Ensayo de Compresión Axial según 0.75cm de espesor de mortero



(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Se presenta la observación de las tres empresas ladrilleras dependiendo del espesor de 0.75cm, se observa que la variación de las resistencias a compresión axial entre las tres empresas que es considerable, por lo tanto no son recomendables las empresas ladrilleras El Mirador y Constructec.

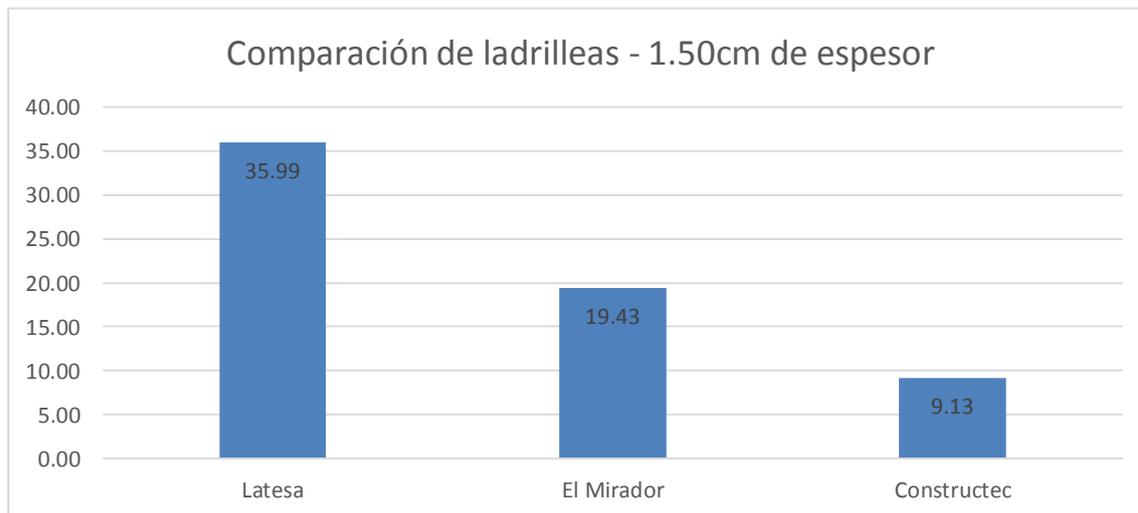
Gráfico 4.5.1.5. Comparación de Ensayos de Compresión Axial según 1.00cm de espesor de mortero



(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Se presenta la observación de las tres empresas ladrilleras dependiendo del espesor de 1.00cm, se observa que la variación de las resistencias a compresión axial entre las tres empresas que es considerable, por lo tanto no es recomendable la empresa ladrillera El Mirador

Gráfico 4.5.1.6. Comparación de Ensayos de Compresión Axial según 1.50cm de espesor de mortero



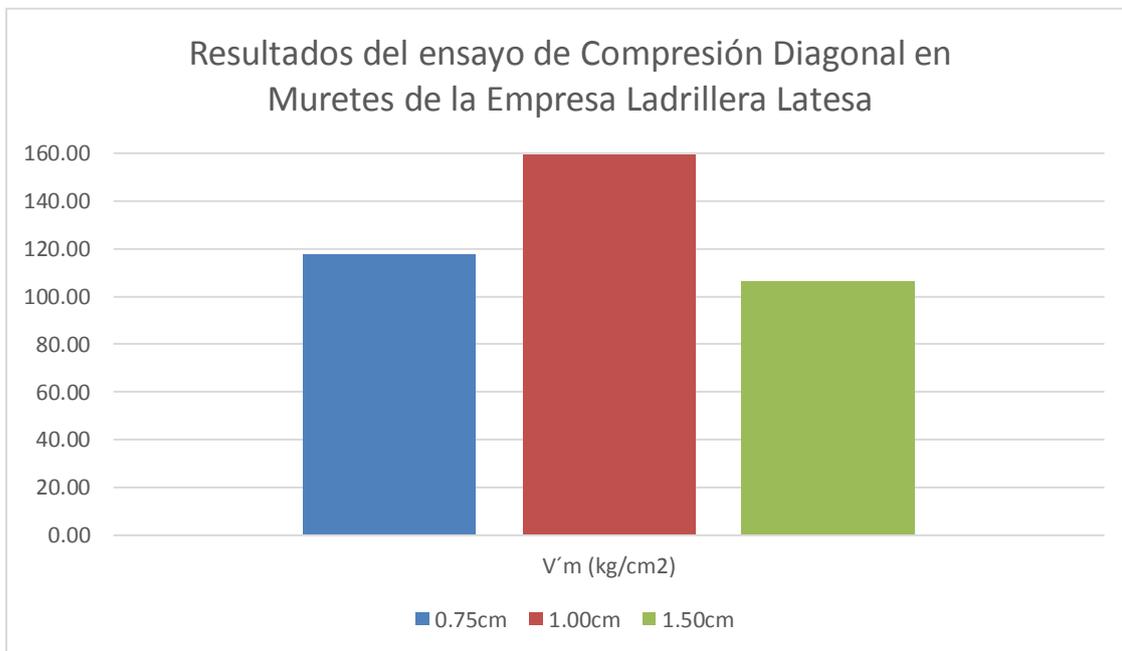
(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Se presenta la observación de las tres empresas ladrilleras dependiendo del espesor de 1.50cm, se observa que la variación de las resistencias a compresión axial entre las tres empresas que es considerable, por lo tanto no son recomendables las empresas ladrilleras El Mirador y Constructec.

- **Muretes**

Gráfico 4.5.2.1

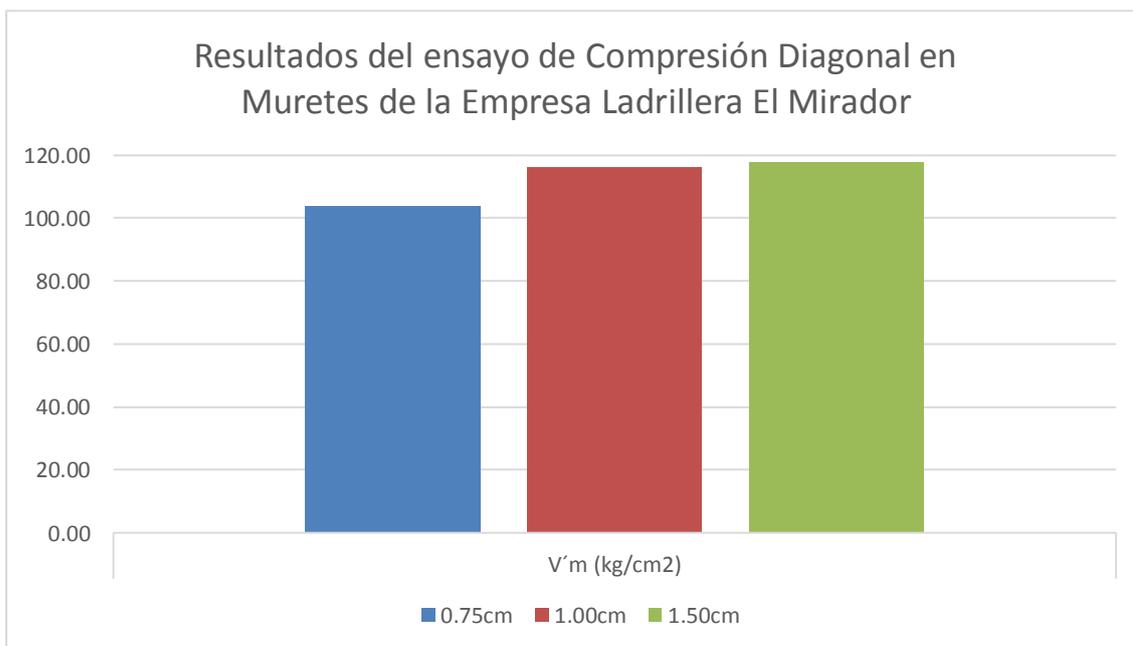
Empresa Ladrillera Latesa



(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Gráfico 4.5.2.2.

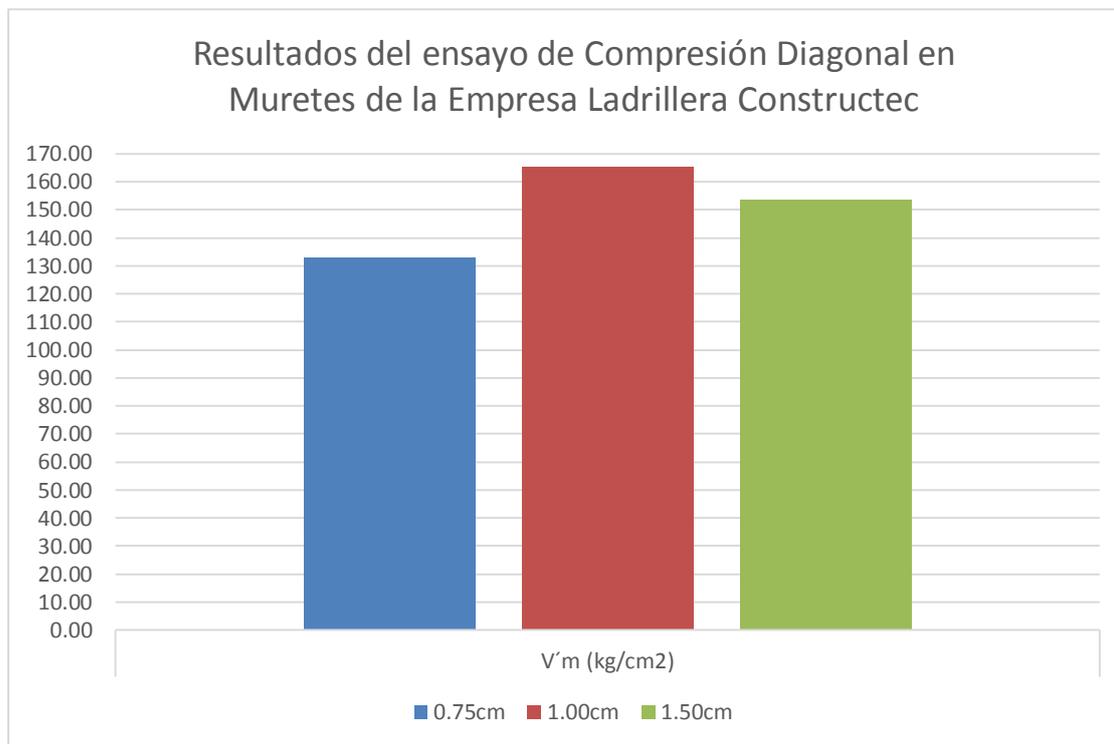
Empresa Ladrillera El Mirador



(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

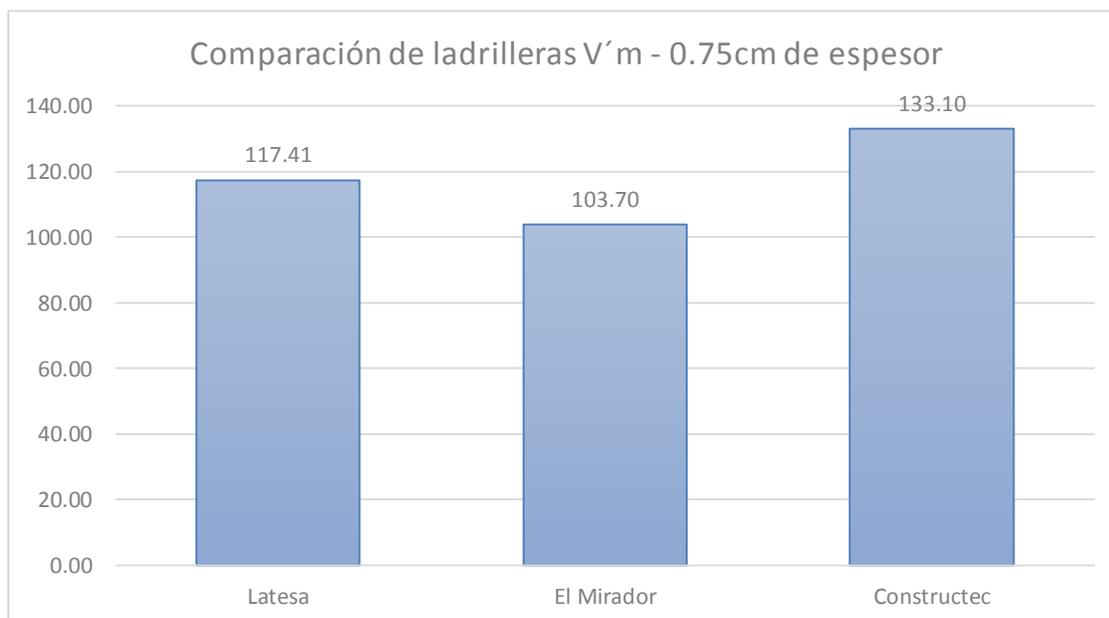
Gráfico 4.5.2.3.

Empresa Ladrillera Constructec



(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

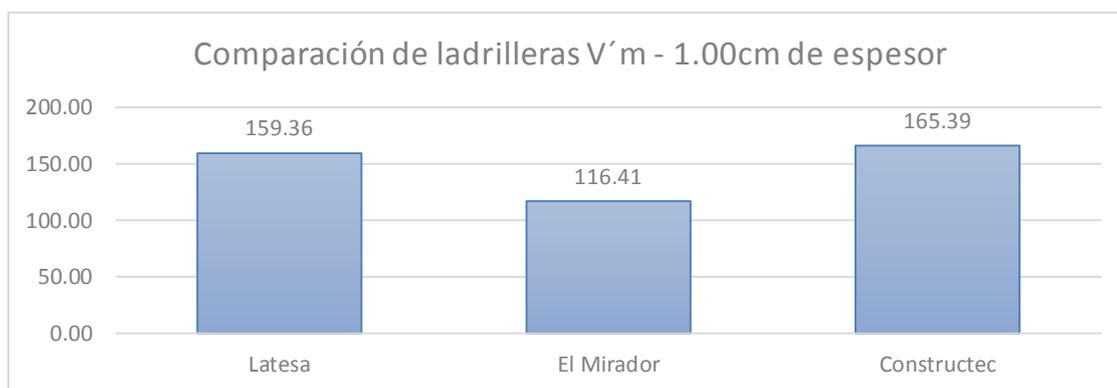
Gráfico 4.5.2.4. Comparación de Ensayo de Compresión Diagonal según 0.75cm de espesor de mortero



(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Se presenta la observación de las tres empresas ladrilleras dependiendo del espesor de 0.75cm, se observa que la variación de las resistencias a compresión diagonal entre las tres empresas que es considerable, por lo tanto no son recomendables las empresas ladrilleras El Mirador y Latesa.

Gráfico 4.5.2.5. Comparación de Ensayos de Compresión Diagonal según 1.00cm de espesor de mortero



(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Se presenta la observación de las tres empresas ladrilleras dependiendo del espesor de 1.00cm, se observa que la variación de las resistencias a compresión diagonal entre las tres empresas que es considerable, por lo tanto no son recomendables la empresa ladrillera El Mirador.

Gráfico 4.5.2.6. Comparación de Ensayos de Compresión Diagonal según 1.50cm de espesor de mortero



(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Se presenta la observación de las tres empresas ladrilleras dependiendo del espesor de 1.50cm, se observa que la variación de las resistencias a compresión diagonal entre las tres empresas que es considerable, por lo tanto no son recomendables las empresas ladrilleras El Mirador y Latesa.

CAPITULO CINCO:

ANALISIS DE COSTOS

En el presente capítulo se analizará el costo unitario de la construcción de un murete correspondiente a los procesos constructivos y con un rendimiento de 9 muros en 8 Hh. Para este análisis se usó el área de un murete cuadrado de 60cm x 60cm que es 0.36m², como unidad de medida y los siguientes precios de materiales y mano de obra:

01 Bolsa de cemento (42.5kg) marca Yura Tipo I = S/22.50

01 m³ de agregado grueso (confitillo) = S/35.00

01 Bol de Fibra de Polipropileno SikaFiber = S/23.00

01 Hh. de Operario = S/10.65

01 Hh. de Oficial = S/8.78

El volumen de mortero utilizado en cada murete es de 0.0058 m³.

La cuadrilla de trabajo para la construcción de los muretes fue de 01 operario y 01 oficial quienes trabajaron 8 horas y construyeron 9 muretes (3.24m²), ya que también el curado del mortero se hizo durante los 3 días de construcción de los testigos.

En el análisis de precios unitarios no se tomó en cuenta el costo de cortar las unidades de albañilería (mano de obra y maquinaria), ni la selección y limpieza ya que son prácticas comunes para los ensayos requeridos.

5.1. Análisis de Costo Unitario

A continuación se presenta el análisis de costo unitario correspondiente al rendimiento y área requerida:

Análisis de Costo Unitario

PARTIDA : Murete de Ladrillo de Arcilla
UNIDAD : 0.36m² de Murete
ESPECIFICACIONES : Murete de ladrillo de arcilla, mortero cemento-arena 1:3 con fibras de polipropileno

PARTIDA	CUADRILLA		RENDIMIENTO
	OPERARIO	OFICIAL	
Construcción de Muros 0.60mx0.60m	1	1	9 muretes (3.24m ²) en 8 horas

MATERIALES	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	PARCIAL
LADRILLO	Und.	15.000	0.80	12.00
CEMENTO	Bolsa	0.039	22.50	0.87
ARENA	m ³	0.005	35.00	0.16
FIBRA DE POLIPROPILENO	gr.	0.312	23.00	7.18
TOTAL				20.20

MANO DE OBRA	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	PARCIAL
OPERARIO	hh	2.47	10.65	26.30
OFICIAL	hh	2.47	8.78	21.68
TOTAL				47.98

HERRAMIENTAS	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	PARCIAL
3% M.O.				1.44
TOTAL				1.44

PRECIO PARCIAL 69.61
PRECIO TOTAL 193.37 soles/m²

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Análisis de Costo Unitario

PARTIDA : Murete de Ladrillo de Arcilla
UNIDAD : 0.36m² de Murete
ESPECIFICACIONES : Murete de ladrillo de arcilla, mortero cemento-arena 1:3 sin fibras de polipropileno

PARTIDA	CUADRILLA		RENDIMIENTO
	OPERARIO	OFICIAL	
Construcción de Muros 0.60mx0.60m	1	1	9 muretes (3.24m ²) en 8 horas

MATERIALES	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	PARCIAL
LADRILLO	Und.	15.0000	0.80	12.00
CEMENTO	Bolsa	0.0385	22.50	0.87
ARENA	m ³	0.0045	35.00	0.16
TOTAL				13.02

MANO DE OBRA	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	PARCIAL
OPERARIO	hh	2.47	10.65	26.30
OFICIAL	hh	2.47	8.78	21.68
TOTAL				47.98

HERRAMIENTAS	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	PARCIAL
3% M.O.				1.44
TOTAL				1.44

PRECIO PARCIAL 62.44
PRECIO TOTAL 173.44 soles/m²

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Análisis de Costo Unitario

PARTIDA	:	Pila de Ladrillo de Arcilla
UNIDAD	:	0.0864m2 de Pila
ESPECIFICACIONES	:	Pila de ladrillo de arcilla, mortero cemento-arena 1:3 con fibras de polipropileno

PARTIDA	CUADRILLA		RENDIMIENTO
	OPERARIO	OFICIAL	
Construcción de Pilas	1	1	9 pilas (0.7776m2) en 8 horas

MATERIALES	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	PARCIAL
LADRILLO	Und.	3.000	0.80	2.40
CEMENTO	Bolsa	0.008	22.50	0.17
ARENA	m3	0.001	35.00	0.03
FIBRA DE POLIPROPILENO	gr.	0.062	23.00	1.44
TOTAL				4.04

MANO DE OBRA	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	PARCIAL
OPERARIO	hh	1.00	10.65	10.65
OFICIAL	hh	1.00	8.78	8.78
TOTAL				19.43

HERRAMIENTAS	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	PARCIAL
3% M.O.				0.58
TOTAL				0.58

PRECIO PARCIAL 24.05
 PRECIO TOTAL 30.93 soles/m2

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Análisis de Costo Unitario

PARTIDA	:	Pila de Ladrillo de Arcilla
UNIDAD	:	0.0864m2 de Pila
ESPECIFICACIONES	:	Pila de ladrillo de arcilla, mortero cemento-arena 1:3 sin fibras de polipropileno

PARTIDA	CUADRILLA		RENDIMIENTO
	OPERARIO	OFICIAL	
Construcción de Pilas	1	1	9 pilas (0.7776m2) en 8 horas

MATERIALES	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	PARCIAL
LADRILLO	Und.	3.000	0.80	2.40
CEMENTO	Bolsa	0.008	22.50	0.17
ARENA	m3	0.001	35.00	0.03
TOTAL				2.60

MANO DE OBRA	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	PARCIAL
OPERARIO	hh	1.00	10.65	10.65
OFICIAL	hh	1.00	8.78	8.78
TOTAL				19.43

HERRAMIENTAS	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	PARCIAL
3% M.O.				0.58
TOTAL				0.58

PRECIO PARCIAL 22.62
 PRECIO TOTAL 29.09 soles/m2

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Con el siguiente cuadro verificamos, lo siguiente:

	COSTO soles/m2		% de costo		% de aumento
	Con Fibra	Sin Fibra	Con Fibra	Sin Fibra	
MURETE	193.37	173.44	111.49%	100.00%	11.49%
PILA	30.93	29.09	106.35%	100.00%	6.35%

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Con la adición de las fibras de polipropileno y el rendimiento de 9 muertes por 8 horas de trabajo, el costo aumenta un 11.49% y para las pilas con un rendimiento de 9 pilas por 8 horas de trabajo aumenta el costo en un 6.35%.

CAPITULO SEIS:

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El propósito del proyecto de investigación fue ver la influencia del reforzamiento de fibras de polipropileno en este caso de la Empresa Sika, mediante 3 empresas ladrilleras con la variación del espesor del mortero 1:3, las conclusiones y recomendaciones se indican a continuación:

6.1. CONCLUSIONES

6.1.1. Unidad de Albañilería King Kong Industrial

- La única unidad de albañilería recomendable en el estudio fue de la empresa ladrillera Latesa, ya que la resistencia a la compresión fue de 43.17kg/cm^2 , ya que según la Norma E070 (2016), para poder clasificarlo como ladrillo Tipo I, debe llegar a la resistencia característica a compresión de 55kg/cm^2 , aunque no se podría clasificar si vamos hacia tales especificaciones.
- Las empresas ladrilleras El Mirador con una resistencia a compresión de 26.89kg/cm^2 y la ladrillera Constructec con una resistencia a compresión de 38.34kg/cm^2 , no se puede considerar para el estudio ya que se quiere demostrar unidades de albañilería para muros portantes.
- El ladrillo de la empresa ladrillera Latesa podría clasificarse como King Kong Artesanal tipo I, según Norma E0.70, ya que según venta de fábrica su denominación es King Kong Industrial que debería llegar a 145kg/cm^2
- La succión en la empresa ladrillera Latesa es $53.66\text{gr}/200\text{cm}^2\text{xmin}$, la empresa ladrillera El Mirador es $30.04\text{gr}/200\text{cm}^2\text{xmin}$, la empresa ladrillera Constructec es $36.38\text{gr}/200\text{cm}^2\text{xmin}$; de ninguna de las unidades de albañilería fue óptima, no se encontró entre los límites de 10 a $20\text{gr}/200\text{cm}^2\text{xmin}$., predispuesto en la Norma E070 (2016), se debe recibir tratamientos a los ladrillos antes de asentarlos, exceptuando su limpieza.
- Las unidades de albañilería en estudio, presentan 18 huecos, donde el mortero entro creando llaves de corte, ya que las proporciones y espesor de mortero, influyó en mayor proporcionalidad la resistencia al corte en la albañilería.

6.1.2. Mortero

- En los cubos de mortero sin la adición de fibra de polipropileno fue de 68.88kg/cm² y con la adición de fibra de polipropileno, tuvo una mayor resistencia de 78.18kg/cm² en el ensayo de compresión axial de 13%.
- EL mortero en el ensayo de compresión axial, no cumplió con los parámetros establecidos, ya que los coeficientes de variación son demasiados altos y los datos son muy dispersos.
- El uso de las fibras de polipropileno, ocasiona la variación cambiante de datos de la resistencia a compresión (Dispersión de datos).

6.1.3. Pila de Albañilería

- La resistencia a compresión axial de la albañilería de las empresas ladrilleras, se vio afectado por la adición de la fibra de polipropileno, con el material ya dado por el mercado. Se propuso con la clasificación de ladrillo de fábrica como King Kong Industrial en los fines de diseño $f'm=65\text{kg/cm}^2$ según Norma E070 (2016) y no cumple con los parámetros establecidos.
- En el caso de la clasificación propia como ladrillo King Kong Artesanal se propuso una resistencia a compresión según Norma E070 (2016) para fines de diseño 35kg/cm² y cumplió solo para el parámetro de la empresa ladrillera Latesa con 35.99kg/cm², con la adición de la fibra de polipropileno aumento en 2.83% a la Resistencia a la compresión.
- Para la empresa ladrillera Latesa el mejor espesor de mortero con la adición de las fibras de polipropileno es 1.50 cm, ya que contempla una resistencia a compresión axial de 28.35kg/cm²; para la empresa ladrillera El Mirador el mejor espesor de mortero con la adición de las fibras de polipropileno es 1.50 cm, ya que contempla una resistencia a compresión axial de 19.43kg/cm²; y por ultimo para la empresa ladrillera Constructec que el mejor espesor de mortero con la adición de la fibras de polipropileno es 1.00 cm, ya que contempla una resistencia a compresión axial de 26.32kg/cm².
- Se contempla como mejor espesor de mortero con el uso de las fibras de polipropileno es de 1.50cm, para los ensayos de compresión axial.
- Casi en su totalidad las testigos sujetos a compresión tuvieron fallas compuestas (Vertical y Aplastamiento).

6.1.4. Murete de albañilería

- La resistencia al corte de las empresas ladrilleras fue variable – independiente, dependiendo de su espesor de mortero; con lo cual en hubo demasiada dispersión de resultados, con lo cual en la representación de los datos, se verificó que la empresa Ladrillera Latesa es mucho más recomendable para el uso de muros portantes.
- Según la (Norma E070, 2016) manifiesta que: “De acuerdo a la Norma E.070 para fines de diseño debe emplearse una resistencia característica a fuerza cortante $v'm \leq (f'm)^{1/2}$ ”.

Para la clasificación del ladrillo de arcilla King Kong Industrial y con el uso de concreto líquido – Grout, se usara para $V'm = 140.00 \text{ kg/cm}^2$ para muros armados y su $V'm$ característico será $(f'm)^{1/2} = (140.00)^{1/2} \approx 11.83 \text{ kg/cm}^2$, este resultado es menor que los valores hallados para la Ladrillera Latesa con un espesor de mortero de 1.00cm (12.62 kg/cm^2), con un aumento a la resistencia a compresión diagonal de 6.71% (0.79 kg/cm^2); para la empresa ladrillera Constructec con un espesor de mortero de 1.00 (12.86 kg/cm^2) con un aumento de resistencia a compresión diagonal 8.71% (1.03 kg/cm^2); y con un espesor de mortero de 1.50cm (12.39 kg/cm^2), con un aumento a la resistencia a compresión diagonal de 4.76% (0.56 kg/cm^2). y por ultimo para la Ladrillera El Mirador no se considerara para muros portantes, ya que ni con el aumento de la fibra de polipropileno no llego al $v'm$ mínimo requerido por norma.

Se tomará los datos de la empresa Ladrillera Latesa, ya que cumple con los parámetros principales establecidos por la Norma E070, para unidades de albañilería.

- La mayor parte de los testigos a compresión diagonal, se observó fallas mixtas (grieta diagonal y en las juntas), grietas diagonales, grieta en la junta (falla escalonada).
- Para la empresa ladrillera Latesa se considera para obtener mayor fuerza de compresión axial usar un espesor de mortero de 1.50cm con la adición de Fibra de Polipropileno y para mejorar la fuerza de tracción (compresión diagonal) se deberá usar el espesor de mortero de 1.00cm con la adición de Fibra de Polipropileno; y se concluye como mejor espesor de mortero con la fibra de polipropileno es de 1.00cm.
- Para la empresa ladrillera El Mirador se considera para obtener mayor fuerza de compresión axial usar un espesor de mortero de 1.50cm con la adición

de Fibra de Polipropileno y para mejorar la fuerza de tracción se deberá usar el espesor de mortero de 1.50cm con la adición de Fibra de Polipropileno; y se concluye como mejor espesor de mortero con fibra de polipropileno es de 1.50cm.

- Para la empresa ladrillera Constructec se considera para obtener mayor fuerza de compresión, usar un espesor de mortero de 1.00cm con la adición de Fibra de Polipropileno y para mejorar la fuerza de tracción se deberá usar el espesor de mortero de 1.00cm con la adición de Fibra de Polipropileno; y se concluye como mejor espesor de mortero con la fibra de polipropileno es de 1.00cm.

6.1.5. Costo-Beneficio

- Tomando en consideración un aumento considerable en la resistencia a compresión diagonal máxima promedio del 6.71% y el bajo incremento en el costo de 11.49%, se concluye que la adición con fibras de polipropileno es adecuado en tracción.
- Para el caso de las pilas de albañilería con un aumento del 2.83% y el costo aumentado de 6.35% con las fibras de polipropileno, se concluye para futuras investigaciones con el uso de pilas a compresión axial.

6.2. RECOMENDACIONES

- Para futuras investigaciones.
 - Procedimientos para mejoras de granulometría de la arena.
 - Control de los estándares de calidad de las ladrilleras de San Jerónimo.
 - Uso de diferentes aditivos o emulsionantes en las mezclas de mortero.
- Se recomienda como mejor uso de la fibra de polipropileno y espesor de mortero de 1.00 en la ladrillera Constructec, ya que aumenta su resistencia a la tracción en un 8.71%.

- Se recomienda como uso único para muros portantes, la empresa ladrillera Latesa, ya que es el más semejante en la clasificación tipo I, del ladrillo con un espesor de 1.00cm y con la adición de las fibras de polipropileno aumenta en fuerza de tracción en 6.71%.

6.3 Bibliografía

- Aceros Arequipa. (s.f.). *Manual de construcción para maestros de obra*. Arequipa: Aceros Arequipa.
- Aguilar Vidal, V. H. (2013). *Estimación de la resistencia al corte de muros de albañilería armada, estudio comparativo y uso de redes neuronales artificiales*. Valdivia - Chile: Universidad Austral de Chile.
- Angles Pari, P. D. (2008). *Comparación del comportamiento a carga lateral cíclica de un muro confinado con ladrillos de concreto y otros con ladrillos de arcilla*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Araoz Escobedo, T. A., & Velezmoro Giron, J. P. (2012). *Reforzamiento de viviendas existentes construidas con muros confinados hechos con ladrillos pandereta - segunda etapa*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Barr Rosso, K., & Pinedo Beltran, C. A. (2011). *Control de la trituración de los ladrillos huecos mediante malla de refuerzo en muros de albañilería confinada sujetos a carga lateral cíclica*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Bernardo Acuña, J. D., & Peña de la Cuba, M. F. (2009). *Efectos del peralte de las columnas en el comportamiento sísmico de los muros de albañilería confinada*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Bolaños Luna, H., & Moreno Alvan, M. (2007). *Ensayo de carga lateral cíclica en Muros Portantes placa P-14*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Bonilla Mancilla, D. E. (2016). *Factores de corrección de la resistencia en compresión de prismas de albañilería por efectos de esbeltez*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Cabezas Molina, F. J. (2011). *Estimación analítica de la resistencia al corte de muros de albañilería confinada mediante modelo de Crisafulli*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.

- Callejas Ossandon, L. I. (2007). *Evaluacion de la Implementacion del Sistema Mortaless como alternativa de construccion de viviendas en Chile*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Cemento Yura. (23 de Febrero de 2014). *Ficha Tecnica 1p Yura IP*. Obtenido de Ficha Tecnica - Cemento Portland Puzolanico Yura IP - Alta Durabilidad: <https://es.scribd.com/doc/208752635/Ficha-Tecnica-1p-Yura-IP>
- Cortez Vargas, J. P. (Setiembre de 2016). *Elaboracion : Fuente Propia*. Cusco: Universidad Alas Peruanas.
- Chavez Bolivar, M. D. (2011). *Analisis de la etapa de albañilería de acabados en una edificación de vivienda*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Chavez Godoy, A., & Unquen Villanueva, A. (2011). *Metodo de evaluacion de patologias en edificaciones de Hormigon Armado en Punta Arenas*. Punta Arenas: Universidad de Magallanes.
- Chavez Lobaton, O. R., & Seminario Ruiz, F. P. (2014). *Comparacion del comportamiento sismico entre un muro de albañilería armada y otro de albañilería de junta seca utilizando bloques de concreto vibrado*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Encina Zuñiga, E. R. (2009). *Influencia de la aislacion termica aplicada por el exterior en muros de albañilería*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Fuentealba Arias, C. A. (2008). *Creacion de un programa computacional en lenguaje PHP para el diseño asistido de muros de albañilería armada y confinada*. Valdivia - Chile: Universidad Austral de Chile.
- Google Maps. (10 de Octubre de 2016). *Cusco*. Obtenido de Cusco: <https://www.google.com.pe/maps/place/Cusco/@-13.5324188,-71.9360072,14z/data=!4m5!3m4!1s0x916dd5d826598431:0x2aa996cc2318315d!8m2!3d-13.53195!4d-71.9674626>
- Hernandez Pinedo, L. M. (2012). *Diseño Estructural de un edificio de vivienda de albañilería confinada*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- ICH, I. d. (s.f.). *Manual del albañil de ladrillos ceramicos*. Chile: ICH.
- INDECOPI - ASTM C1314. (2006). *Resistencia a la compresión de prismas de mampostería*. Lima: INDECOPI.

- INDECOPI - NTP 399.621. (2004). *Metodo de ensayo de compresión diagonal de muretes de albañilería*. Lima: INDECOPI.
- INDECOPI. (2005). *Normas de Unidades - NTP 399.613*. Lima: INDECOPI.
- INEI. (2001). *Conociendo al Cusco*. Cusco: Instituto de Estadística e Informática.
- INEI. (2015). *Mapa de Pobreza Provincial y Distrital 2013. Instituto Nacional de Estadística e Informática, 1*.
- Instituto de la Construcción y Gerencia;. (2015). *Manual de la Construcción*. ICG - Cusco: Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Iparraguirre Cieza, Y. L. (2014). *Comportamiento sísmicos de muros de albañilería confinada tipo Haiti, ensayo de carga lateral y vertical*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Maldonado Cerca, C. A. (2013). *Estimación analítica de la resistencia al corte de muros de albañilería confinada mediante modelo puntual - tensor de crisafulli modificado*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Marin Flores, R. E. (2009). *Modelo puntual - tensor para determinar el corte de muros de albañilería armada construidos con ladrillos cerámicos*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2016). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima: SENCICO.
- Morante Portocarrero, A. A. (2008). *Mejora de la adherencia mortero - ladrillo de concreto*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Mosqueira Moreno, M. A., & Marque Ruiz, S. N. (2005). *Recomendaciones técnicas para mejorar la seguridad sísmica de viviendas de albañilería confinada de la costa peruana*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Ortiz Bertin, R. (2007). *Análisis comparativo entre albañilería de EPS como método innovador y albañilería tradicional en base a una vivienda de 44.3mt², en relación costo - sustentabilidad*. Valdivia - Chile: Universidad Austral de Chile.
- Paredes Castro, J. G., & Caycho Perez, D. J. (2009). *Control de trituración de los ladrillos huecos en muros de albañilería confinada sujetos a carga lateral cíclica*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

- PNUD, P. d. (s.f.). *Manual de reparacion y reforzamiento de viviendas de albañileria confinada dañadas por sismos, tipologia de daños*. Lima: Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD.
- Quiun, D., San Bartolome, A., & Mendoza, G. (s.f.). *Correccion por esbeltez en pilas de albañileria ensayadas a compresión axial*. Proyecto SENCICO - PUCP.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2016). *Norma E060*. Lima : Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2016). *Norma E070*. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- San Bartolome, A. (1994). *Construcciones de albañileria*. Lima: Pontificia Universidad Catolica del Peru.
- San Bartolome, A., & Castro, M. (s.f.). *Efecto de cinco variables sobre la resistencia de la albañileria*. Pontificia Universidad Catolica del Peru.
- San Bartolome, A., & Torres, M. (s.f.). *Procedimientos simples para incrementar la resistencia al corte en la albañileria construida con bloques de concreto vibrado*. Pontificia Universidad Catolica del Peru.
- SENCICO. (02 de 10 de 2016). *Ensayo de pila de albañileria - NTP 399.605*. Obtenido de BLOG PUCP: <http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/82/2008/01/C05-Prismas.pdf>
- Siancas Chavarria, R. A., & Manrique Guillen, A. G. (2013). *Arriostramiento de parapetos de albañileria existentes en fachadas de edificios*. Lima: Pontificia Universidad Catolica del Peru.
- Sika Peru S.A. (Mayo de 2016). *Sikafiber PE*. Obtenido de Sika Peru: <http://per.sika.com/>

ANEXOS

Presupuesto

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Costo Directo (S/.)
1	Maquina de Compresion Diagonal				2,940.50
1.1	Cabezal superior e Inferior, características dadas norma NTP 399.621	Glb.	1.00	850.00	850.00
1.2	Varillas de Acero acerado de 1.80mtrs	Und.	8.00	80.00	640.00
1.3	Tuercas de diametro interior de 1"	Und.	4.00	2.50	10.00
1.4	Tornillo N°19 para sujeccion de cabezal superior	Und.	1.00	15.00	15.00
1.5	Tornillo de Acoplamiento para Dial CBR	Und.	1.00	8.50	8.50
1.6	Volandas de 1"	Und.	16.00	0.50	8.00
1.7	plancha de espesor de 1" de 0.25m x 0.50m	Und.	1.00	145.00	145.00
1.8	Juego de tornillos y tuercas para sujecion de cabezales	Und.	4.00	1.50	6.00
1.9	Varilla de Acero de 1.20mtrs para gata hidraulica	Und.	1.00	50.00	50.00
1.10	Gata Hidraulica 32ton	Und.	1.00	145.00	145.00
1.11	Placas de acero de 5/8" de 0.25m x 0.15m	Und.	2.00	20.00	40.00
1.12	Llaves Steelson	Und.	2.00	18.00	36.00
1.13	Llave Francesa	Und.	1.00	14.00	14.00
1.14	Vernier Mecanico	Und.	1.00	45.00	45.00
1.15	Par de Guantes de Nilon	Und.	2.00	16.50	33.00
1.16	Llaves de Tuerca N°14	Und.	2.00	7.50	15.00
1.17	Nivel de Burbuja	Und.	1.00	10.00	10.00
1.18	Torno de cabezal inferior para sujecion de gata hidraulica	Glb.	1.00	40.00	40.00
1.19	Manometro de 7500PSI	Und.	1.00	245.00	245.00
1.20	Manguera de alta presión con aditamentos de unión	Glb.	1.00	235.00	235.00
1.21	Mano de obra (modificacion de gata hidraulica y soldadura)	Glb.	1.00	350.00	350.00
COSTO DIRECTO					2,940.50

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

Matriz de Consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES DIMENSIONES	METODOLOGIA
<p>¿Cuál es la relación entre el reforzamiento con fibras de polipropileno (HS – SikaFiber PE) y el cálculo de óptimo espesor del mortero en módulos de albañilería (ladrillo + mortero) de tres marcas comerciales conocidas en la ciudad del Cusco – 2016?</p>	<p>Determinar la relación entre el reforzamiento de fibras de polipropileno (HS – SikaFiber PE) y el cálculo de óptimo espesor de mortero en módulo de albañilería (ladrillo + mortero) de las tres marcas comerciales conocidas en la ciudad del Cusco – 2016.</p>	<p>El reforzamiento con fibras de polipropileno (HS – SikaFiber PE) mejora el cálculo de óptimo espesor del mortero en módulo de albañilería (ladrillo + mortero) de tres marcas comerciales conocidas en la ciudad del Cusco – 2016</p>	<p>VARIABLE 1</p> <p>El reforzamiento con fibras de cortada de polipropileno (HS – SikaFiber PE).</p> <p>Dimensiones</p> <p>Aceptación de la unidad.</p> <p>Pruebas</p> <p>Variación dimensional</p> <p>Alabeo</p> <p>Absorción</p> <p>Muestreo</p> <p>Resistencia a la compresión</p>	<p>TIPO:</p> <p>Cuantitativo Analítico</p> <p>Experimental</p> <p>Diseño:</p> <p>Descriptivo correlacional.</p> <p>Método:</p> <p>Tipo aplicada tecnológica</p> <p>Población y muestra:</p> <p>Ladrillos Latesa</p> <p>Ladrillos El Mirador</p>
<p>PROBLEMAS ESPECIFICOS</p>	<p>OBJETIVOS ESPECIFICOS</p>	<p>HIPÓTESIS ESPECIFICAS</p>	<p>VARIABLE 2</p>	

<p>¿Cuál es el nivel de influencia del reforzamiento con fibras de polipropileno (HS – SikaFiber PE) en el módulo de albañilería (ladrillo + mortero) de tres marcas comerciales en la ciudad del Cusco 2016?</p> <p>¿Cuál es el nivel óptimo del espesor de mortero en el módulo de albañilería (ladrillo + mortero) de tres las marcas conocidas en la ciudad del Cusco – 2016?</p> <p>¿Cuál es el nivel de relación entre las dimensiones de la influencia de reforzamiento con fibras de</p>	<p>Identificar el nivel de influencia del reforzamiento de fibras de polipropileno (HS – SikaFiber PE) en el módulo de albañilería (ladrillo + mortero) de tres marcas conocidas en la ciudad del Cusco - 2016.</p> <p>Describir el cálculo de óptimo espesor del mortero en módulo de albañilería (ladrillo + mortero) de tres marcas comerciales conocidas en la ciudad del Cusco - 2016.</p> <p>Determinar la relación entre las dimensiones de la influencia del reforzamiento de fibras de polipropileno (HS – SikaFiber PE) con pre dimensión de prismas y cálculo de óptimo espesor de mortero en el módulo de albañilería (ladrillo + mortero) de tres marcas conocidas en la ciudad del Cusco – 2016.</p>	<p>El nivel de influencia del reforzamiento con fibras de polipropileno (HS – SikaFiber PE) en el módulo de albañilería (ladrillo + mortero) de tres marcas comerciales conocidas es aceptable y alta en un 40% más en la ciudad del Cusco – 2016.</p> <p>El nivel del cálculo óptimo del espesor del mortero en el módulo de albañilería (ladrillo + mortero) es aceptable y buena con la adición de fibra de polipropileno (HS – SikaFiber PE), de tres marcas comerciales conocidas en la ciudad del Cusco – 2016.</p> <p>El nivel de relación entre las dimensiones de la influencia de reforzamiento de fibras de polipropileno (HS – SikaFiber PE) y cálculo de óptimo espesor de mortero en el módulo de albañilería (ladrillo + mortero) es directa y significativa de tres marcas</p>	<p>Cálculo del máximo espesor del mortero</p> <p>Dimensiones</p> <p>Componentes</p> <p>Clasificación para fines estructurales.</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Resistencia a compresión axial</p> <p>Dimensiones</p> <p>Diseño de Prismas</p> <p>Factor de Esbeltez</p> <p>Espesor de mortero</p> <p>Empresa ladrillera</p> <p>Tipos de falla</p> <p>Clasificación para fines estructurales.</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Resistencia a compresión diagonal</p>	<p>Ladrillos Constructec</p> <p>Para muestra se optó por la unidad de arcilla King Kong industrial</p> <p>Técnicas:</p> <p>Técnicas Indirectas</p> <p>Técnicas de Seguridad.</p> <p>Técnicas Directas.</p> <p>Observación en laboratorio.</p> <p>Instrumentos:</p> <p>Investigación Bibliográfica.</p> <p>Opinión a Docentes.</p> <p>Observación Directa.</p> <p>Método de análisis de datos:</p> <p>Software Excel.</p>
--	--	--	--	---

<p>polipropileno (HS – SikaFiber PE) de tres marcas conocidas en la ciudad del Cusco – 2016?</p>		<p>conocidas en la ciudad del Cusco – 2016.</p>	<p>Dimensiones Diseño de muretes Espesor de mortero Empresa ladrillera Tipos de falla Clasificación para fines estructurales.</p>	
--	--	---	---	--

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

PLANO 01

PILAS

ESBELTEZ PILAS

Para P01:

$$\frac{(2.50-2.20)}{(2.20-2.00)} = \frac{(0.80-0.73)}{(P1-0.73)} \rightarrow (P1 - 0.73)(0.30) = (0.07)(0.20) \rightarrow$$

$$P1 = \left(\frac{(0.07)(0.20)}{(0.03)} \right) + (0.73) \rightarrow P1 = 0.76$$

Para P02:

$$\frac{(2.50-2.20)}{(2.33-2.00)} = \frac{(0.80-0.73)}{(P2-0.73)} \rightarrow (P2 - 0.73)(0.30) = (0.07)(0.33) \rightarrow$$

$$P2 = \left(\frac{(0.07)(0.33)}{(0.03)} \right) + (0.73) \rightarrow P2 = 0.78$$

Para P03:

$$\frac{(2.50-2.20)}{(2.24-2.00)} = \frac{(0.80-0.73)}{(P3-0.73)} \rightarrow (P3 - 0.73)(0.30) = (0.07)(0.24) \rightarrow$$

$$P3 = \left(\frac{(0.07)(0.24)}{(0.03)} \right) + (0.73) \rightarrow P3 = 0.76$$

Para P04:

$$\frac{(2.50-2.20)}{(2.38-2.00)} = \frac{(0.80-0.73)}{(P4-0.73)} \rightarrow (P4 - 0.73)(0.30) = (0.07)(0.38) \rightarrow$$

$$P4 = \left(\frac{(0.07)(0.38)}{(0.03)} \right) + (0.73) \rightarrow P4 = 0.78$$

Para P05:

$$\frac{(2.50-2.20)}{(2.42-2.00)} = \frac{(0.80-0.73)}{(P5-0.73)} \rightarrow (P5 - 0.73)(0.30) = (0.07)(0.42) \rightarrow$$

$$P5 = \left(\frac{(0.07)(0.42)}{(0.03)} \right) + (0.73) \quad ->>> \quad P5 = 0.77$$

Para P06:

$$\frac{(2.50-2.20)}{(2.35-2.00)} = \frac{(0.80-0.73)}{(P6-0.73)} \quad ->>> \quad (P6 - 0.73)(0.30) = (0.07)(0.35) \quad ->>>$$

$$P6 = \left(\frac{(0.07)(0.35)}{(0.03)} \right) + (0.73) \quad ->>> \quad P6 = 0.78$$

Para P07:

$$\frac{(2.50-2.20)}{(2.42-2.00)} = \frac{(0.80-0.73)}{(P7-0.73)} \quad ->>> \quad (P7 - 0.73)(0.30) = (0.07)(0.42) \quad ->>>$$

$$P7 = \left(\frac{(0.07)(0.42)}{(0.03)} \right) + (0.73) \quad ->>> \quad P7 = 0.79$$

Para P08:

$$\frac{(2.50-2.20)}{(2.48-2.00)} = \frac{(0.80-0.73)}{(P8-0.73)} \quad ->>> \quad (P8 - 0.73)(0.30) = (0.07)(0.48) \quad ->>>$$

$$P8 = \left(\frac{(0.07)(0.48)}{(0.03)} \right) + (0.73) \quad ->>> \quad P8 = 0.80$$

Para P09:

$$\frac{(2.50-2.20)}{(2.46-2.00)} = \frac{(0.80-0.73)}{(P9-0.73)} \quad ->>> \quad (P9 - 0.73)(0.30) = (0.07)(0.46) \quad ->>>$$

$$P9 = \left(\frac{(0.07)(0.46)}{(0.03)} \right) + (0.73) \quad ->>> \quad P9 = 0.80$$

Para P10:

$$\frac{(2.50-2.20)}{(2.42-2.00)} = \frac{(0.80-0.73)}{(P10-0.73)} \rightarrow (P10 - 0.73)(0.30) = (0.07)(0.42) \rightarrow$$

$$P10 = \left(\frac{(0.07)(0.42)}{(0.03)} \right) + (0.73) \rightarrow P10 = 0.79$$

Para P11:

$$\frac{(3.00-2.50)}{(2.60-2.50)} = \frac{(0.91-0.80)}{(P11-0.80)} \rightarrow (P11 - 0.80)(0.50) = (0.11)(0.10) \rightarrow$$

$$P11 = \left(\frac{(0.11)(0.10)}{(0.50)} \right) + (0.80) \rightarrow P11 = 0.82$$

Para P12:

$$\frac{(3.00-2.50)}{(2.51-2.50)} = \frac{(0.91-0.80)}{(P12-0.80)} \rightarrow (P12 - 0.80)(0.50) = (0.11)(0.01) \rightarrow$$

$$P12 = \left(\frac{(0.11)(0.01)}{(0.50)} \right) + (0.80) \rightarrow P12 = 0.80$$

Para P13:

$$\frac{(3.00-2.50)}{(2.59-2.50)} = \frac{(0.91-0.80)}{(P13-0.80)} \rightarrow (P13 - 0.80)(0.50) = (0.11)(0.09) \rightarrow$$

$$P13 = \left(\frac{(0.11)(0.09)}{(0.50)} \right) + (0.80) \rightarrow P13 = 0.82$$

Para P14:

$$\frac{(3.00-2.50)}{(2.52-2.50)} = \frac{(0.91-0.80)}{(P14-0.80)} \rightarrow (P14 - 0.80)(0.50) = (0.11)(0.02) \rightarrow$$

$$P14 = \left(\frac{(0.11)(0.02)}{(0.50)} \right) + (0.80) \quad ->>> \quad P14 = 0.80$$

Para P15:

$$\frac{(2.50-2.20)}{(2.46-2.00)} = \frac{(0.80-0.73)}{(P15-0.73)} \quad ->>> \quad (P15 - 0.73)(0.30) = (0.07)(0.46) \quad ->>>$$

$$P15 = \left(\frac{(0.07)(0.46)}{(0.03)} \right) + (0.73) \quad ->>> \quad P15 = 0.79$$

Para P16:

$$\frac{(3.00-2.50)}{(2.70-2.50)} = \frac{(0.91-0.80)}{(P16-0.80)} \quad ->>> \quad (P16 - 0.80)(0.50) = (0.11)(0.20) \quad ->>>$$

$$P16 = \left(\frac{(0.11)(0.20)}{(0.50)} \right) + (0.80) \quad ->>> \quad P16 = 0.84$$

Para P17:

$$\frac{(3.00-2.50)}{(2.64-2.50)} = \frac{(0.91-0.80)}{(P17-0.80)} \quad ->>> \quad (P17 - 0.80)(0.50) = (0.11)(0.14) \quad ->>>$$

$$P17 = \left(\frac{(0.11)(0.14)}{(0.50)} \right) + (0.80) \quad ->>> \quad P17 = 0.83$$

Para P18:

$$\frac{(3.00-2.50)}{(2.63-2.50)} = \frac{(0.91-0.80)}{(P18-0.80)} \quad ->>> \quad (P18 - 0.80)(0.50) = (0.11)(0.13) \quad ->>>$$

$$P18 = \left(\frac{(0.11)(0.13)}{(0.50)} \right) + (0.80) \quad ->>> \quad P18 = 0.83$$

Para P19:

$$\frac{(2.50-2.20)}{(2.31-2.00)} = \frac{(0.80-0.73)}{(P19-0.73)} \rightarrow (P19 - 0.73)(0.30) = (0.07)(0.31) \rightarrow$$

$$P19 = \left(\frac{(0.07)(0.31)}{(0.03)} \right) + (0.73) \rightarrow P19 = 0.77$$

Para P20:

$$\frac{(2.50-2.20)}{(2.26-2.00)} = \frac{(0.80-0.73)}{(P20-0.73)} \rightarrow (P20 - 0.73)(0.30) = (0.07)(0.26) \rightarrow$$

$$P20 = \left(\frac{(0.07)(0.26)}{(0.03)} \right) + (0.73) \rightarrow P20 = 0.77$$

Para P21:

$$\frac{(2.50-2.20)}{(2.29-2.00)} = \frac{(0.80-0.73)}{(P21-0.73)} \rightarrow (P21 - 0.73)(0.30) = (0.07)(0.29) \rightarrow$$

$$P21 = \left(\frac{(0.07)(0.29)}{(0.03)} \right) + (0.73) \rightarrow P21 = 0.77$$

Para P22:

$$\frac{(2.50-2.20)}{(2.23-2.00)} = \frac{(0.80-0.73)}{(P22-0.73)} \rightarrow (P22 - 0.73)(0.30) = (0.07)(0.23) \rightarrow$$

$$P22 = \left(\frac{(0.07)(0.23)}{(0.03)} \right) + (0.73) \rightarrow P22 = 0.76$$

Para P23:

$$\frac{(2.50-2.20)}{(2.25-2.00)} = \frac{(0.80-0.73)}{(P23-0.73)} \rightarrow (P23 - 0.73)(0.30) = (0.07)(0.25) \rightarrow$$

$$P23 = \left(\frac{(0.07)(0.25)}{(0.03)} \right) + (0.73) \quad ->>> \quad P23 = 0.77$$

Para P24:

$$\frac{(2.50-2.20)}{(2.21-2.00)} = \frac{(0.80-0.73)}{(P24-0.73)} \quad ->>> \quad (P24 - 0.73)(0.30) = (0.07)(0.21) \quad ->>>$$

$$P24 = \left(\frac{(0.07)(0.21)}{(0.03)} \right) + (0.73) \quad ->>> \quad P24 = 0.76$$

Para P25:

$$\frac{(3.00-2.50)}{(2.58-2.50)} = \frac{(0.91-0.80)}{(P25-0.80)} \quad ->>> \quad (P25 - 0.80)(0.50) = (0.11)(0.08) \quad ->>>$$

$$P25 = \left(\frac{(0.11)(0.08)}{(0.50)} \right) + (0.80) \quad ->>> \quad P25 = 0.82$$

Para P26:

$$\frac{(3.00-2.50)}{(2.62-2.50)} = \frac{(0.91-0.80)}{(P26-0.80)} \quad ->>> \quad (P26 - 0.80)(0.50) = (0.11)(0.12) \quad ->>>$$

$$P26 = \left(\frac{(0.11)(0.12)}{(0.50)} \right) + (0.80) \quad ->>> \quad P26 = 0.83$$

Para P27:

$$\frac{(3.00-2.50)}{(2.63-2.50)} = \frac{(0.91-0.80)}{(P27-0.80)} \quad ->>> \quad (P27 - 0.80)(0.50) = (0.11)(0.13) \quad ->>>$$

$$P27 = \left(\frac{(0.11)(0.13)}{(0.50)} \right) + (0.80) \quad ->>> \quad P27 = 0.83$$

ENSAYOS DE COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS

Tabla 4.2.7.5.1.

Ensayo de Compresión de Pilas

PILAS	Especimen (Pilas)	Altura (cm)	Espesor (cm)	Esbellez	Pu		Pu corregido por 21 días (1.00)		
					KN	Kg	KN	Kg	
Ladrillera Latesa	0.75cm	P1	31.70	14.40	2.20	157.00	16010.00	157.00	16010.00
		P2	32.80	14.10	2.33	157.30	16040.00	157.30	16040.00
		P3	32.00	14.30	2.24	177.30	18080.00	177.30	18080.00
	1.00cm	P4	33.40	14.05	2.38	237.71	24240.00	237.71	24240.00
		P5	32.40	14.20	2.28	115.82	11810.00	115.82	11810.00
		P6	33.10	14.10	2.35	206.63	21070.00	206.63	21070.00
	1.5cm	P7	34.20	14.15	2.42	153.28	15630.00	153.28	15630.00
		P8	35.40	14.30	2.48	220.16	22450.00	220.16	22450.00
		P9	35.00	14.20	2.46	181.23	18480.00	181.23	18480.00
Ladrillera El Mirador	0.75cm	P10	34.30	14.20	2.42	101.50	10350.00	101.50	10350.00
		P11	35.90	13.80	2.60	141.61	14440.00	141.61	14440.00
		P12	35.00	13.95	2.51	50.41	5140.00	50.41	5140.00
	1.00cm	P13	35.80	13.80	2.59	72.08	7350.00	72.08	7350.00
		P14	35.30	14.00	2.52	56.68	5780.00	56.68	5780.00
		P15	34.90	14.20	2.46	62.47	6370.00	62.47	6370.00
	1.5cm	P16	36.70	13.60	2.70	94.93	9680.00	94.93	9680.00
		P17	37.00	14.00	2.64	76.00	7750.00	76.00	7750.00
		P18	36.00	13.70	2.63	120.43	12280.00	120.43	12280.00
Ladrillera Constructec	0.75cm	P19	31.60	13.70	2.31	112.97	11520.00	112.97	11520.00
		P20	31.00	13.70	2.26	92.77	9460.00	92.77	9460.00
		P21	31.90	13.90	2.29	75.90	7740.00	75.90	7740.00
	1.00cm	P22	30.80	13.80	2.23	159.65	16280.00	159.65	16280.00
		P23	30.60	13.60	2.25	121.90	12430.00	121.90	12430.00
		P24	30.50	13.80	2.21	118.76	12110.00	118.76	12110.00
	1.5cm	P25	35.05	13.60	2.58	124.05	12650.00	124.05	12650.00
		P26	35.10	13.40	2.62	57.47	5860.00	57.47	5860.00
		P27	35.00	13.30	2.63	47.17	4810.00	47.17	4810.00

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

FOTOS PILAS



No presenta Falla alguna.



No presenta Falla alguna.



Presenta Falla Vertical



Presenta Falla Vertical

Foto 4.2.7.6.1. Fallas de la pila P1



Presenta Falla vertical y Falla de aplastamiento la parte superior.



Presenta Falla vertical en la parte superior.



Presenta Falla de aplastamiento la parte superior.



Presenta Falla de aplastamiento la parte superior.

Foto 4.2.7.6.2. Fallas de la pila P02



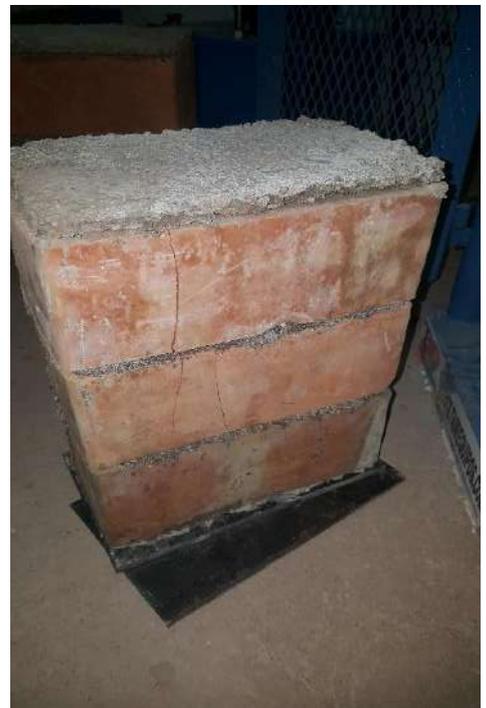
No presenta falla alguna.



Presenta falla vertical.



Presenta falla vertical.



Presenta falla vertical.

Foto 4.2.7.6.3. Fallas de la pila P03



Presenta falla vertical.



Presenta falla vertical.



Presenta falla vertical.



Presenta falla vertical.

Foto 4.2.7.6.4. Fallas de la pila P04

	
<p>No presenta falla alguna.</p>	<p>No presenta falla alguna.</p>
	
<p>Presenta falla vertical.</p>	<p>No presenta falla alguna.</p>
<p>Foto 4.2.7.6.5. Fallas de la pila P05</p>	



Presenta falla de aplastamiento y falla vertical.



Presenta falla vertical.



No presenta falla alguna.



Presenta falla vertical.

Foto 4.2.7.6.6. Fallas de la pila P06



No presenta falla alguna.



Presenta falla vertical.



Presenta falla vertical.



Presenta falla vertical.

Foto 4.2.7.6.7. Fallas de la pila P07



Presenta falla vertical.



Presenta falla vertical y falla de aplastamiento.



Presenta falla vertical.



Presenta falla vertical.

Foto 4.2.7.6.8. Fallas de la pila P08



Presenta falla explosiva.



Presenta falla vertical y falla explosiva



Presenta falla vertical.



Presenta falla vertical.

Foto 4.2.7.6.9. Fallas de la pila P09



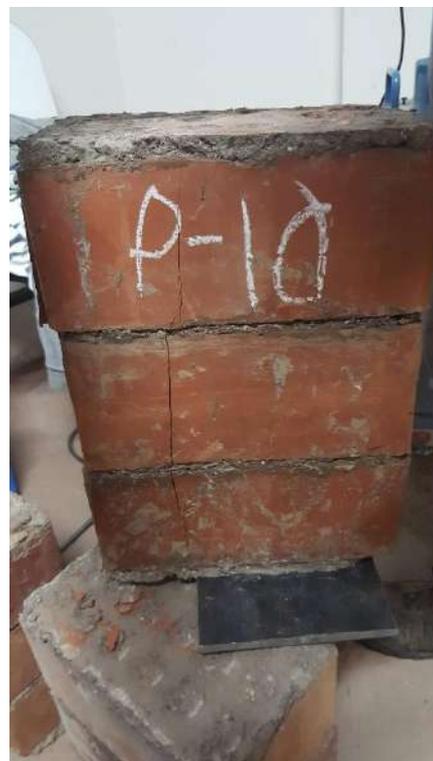
Presenta falla vertical y falla de aplastamiento.



Presenta falla vertical y falla de aplastamiento.



Presenta falla vertical.



Presenta falla vertical.

Foto 4.2.7.6.10. Fallas de la pila P10

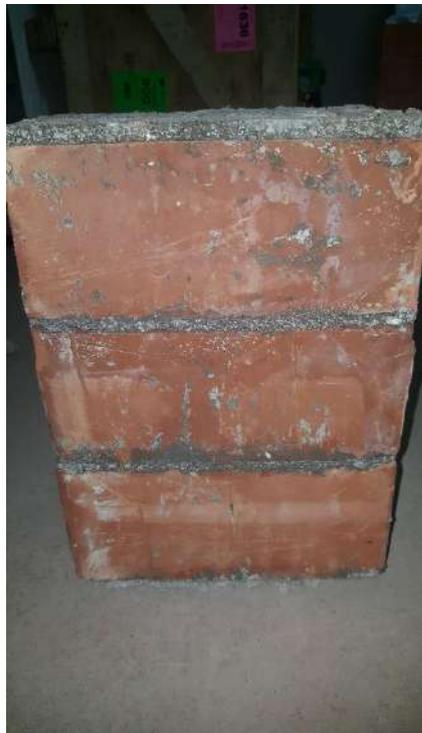
	
<p>Presenta falla vertical.</p>	<p>Presenta falla vertical.</p>
	
<p>No presenta falla alguna.</p>	<p>Presenta falla vertical.</p>
<p>Foto 4.2.7.6.11. Fallas de la pila P11</p>	



Presenta falla vertical.



Presenta falla vertical y falla de aplastamiento.



No presenta falla alguna.



Presenta falla vertical.

Foto 4.2.7.6.12. Fallas de la pila P12



Presenta falla vertical, falla de aplastamiento y falla explosiva.



Presenta falla vertical y falla de aplastamiento.



Presenta falla vertical.



Presenta falla vertical y falla de aplastamiento

Foto 4.2.7.6.13. Fallas de la pila P13



Presenta falla vertical, falla explosiva y falla de aplastamiento.



Presenta falla explosiva y falla de aplastamiento.



Presenta falla vertical y falla de aplastamiento.



Presenta falla vertical

Foto 4.2.7.6.14. Fallas de la pila P14



Presenta falla vertical y falla de aplastamiento.



Presenta falla vertical y falla de aplastamiento.



Presenta falla vertical.



Presenta falla vertical.

Foto 4.2.7.6.15. Fallas de la pila P15



Presenta falla vertical y falla de aplastamiento.



Presenta falla vertical.



Presenta falla de aplastamiento



Presenta falla explosiva.

Foto 4.2.7.6.16. Fallas de la pila P16

	
<p>Presenta falla vertical.</p>	<p>Presenta falla de aplastamiento.</p>
	
<p>Presenta falla de aplastamiento.</p>	<p>No presenta falla alguna.</p>
<p>Foto 4.2.7.6.17. Fallas de la pila P17</p>	

	
<p>Presenta falla vertical y falla de aplastamiento.</p>	<p>Presenta falla de aplastamiento.</p>
	
<p>Presenta falla vertical y falla de aplastamiento.</p>	<p>Presenta falla de aplastamiento.</p>
<p>Foto 4.2.7.6.18. Fallas de la pila P18</p>	

	
<p>Presenta falla vertical.</p>	<p>Presenta falla vertical</p>
	
<p>Presenta falla vertical</p>	<p>No presenta falla alguna.</p>
<p>Foto 4.2.7.6.19. Fallas de la pila P19</p>	

	
<p>No presenta falla alguna.</p>	<p>Presenta falla de aplastamiento.</p>
	
<p>No presenta falla alguna.</p>	<p>No presenta falla alguna.</p>
<p>Foto 4.2.7.6.20. Fallas de la pila P20</p>	



Presenta falla vertical y falla de aplastamiento.



Presenta falla vertical y falla de aplastamiento



Presenta falla vertical



Presenta falla vertical

Foto 4.2.7.6.21. Fallas de la pila P21



	
<p>Presenta falla de aplastamiento.</p>	<p>No presenta falla alguna.</p>
	
<p>Presenta falla vertical</p>	<p>No presenta falla alguna.</p>
<p>Foto 4.2.7.6.23. Fallas de la pila P23</p>	



Presenta falla vertical y falla de aplastamiento.



Presenta falla de aplastamiento.



Presenta falla vertical



Presenta falla vertical

Foto 4.2.7.6.24. Fallas de la pila P24



	
<p>Presenta falla vertical</p>	<p>Presenta falla vertical</p>
	
<p>Presenta falla vertical y falla de aplastamiento.</p>	<p>No presenta falla alguna.</p>
<p>Foto 4.2.7.6.26. Fallas de la pila P26</p>	



No presenta falla alguna.



Presenta falla vertical



Presenta falla vertical



Presenta falla vertical

Foto 4.2.7.6.27. Fallas de la pila P27

PLANO 02

MURETES

Ensayo de compresión Diagonal de Muretes.

Tabla 4.2.8.5.4.

Ensayo de Compresión Diagonal de Muretes.

ESPECIMEN (MURETE)			Pu					Area Bruta del Especimen en mm2				Vm en Mpa	Vm en Mpa en 21 días	
			PSI	BAR	Kgf/cm2	Area Efectiva en cm2	Kgf	N	L(mm)	H(mm)	T(mm)			Ab
Ladrillera Latessa	0.75cm	M1	4504.12	310.56	316.68	458.21	145106.51	1423016.02	605.00	603.00	142.00	364815.00	2.76	2.90
		M2	5800.00	399.91	407.80		186855.16	1832432.52	615.00	600.00	145.00	369000.00	3.51	3.69
		M3	4500.00	310.28	316.40		144973.83	1421714.88	605.00	600.00	143.00	363000.00	2.77	2.91
	1.00cm	M4	8000.00	551.60	562.48		257731.26	2527493.12	600.00	608.00	140.00	364800.00	4.90	5.14
		M5	5500.00	379.23	386.71		177190.24	1737651.52	596.00	600.00	144.00	357600.00	3.44	3.61
		M6	8100.00	558.50	569.51		260952.90	2559086.79	608.00	595.00	142.00	361760.00	5.00	5.25
	1.5cm	M7	5600.00	386.12	393.74		180411.88	1769245.19	610.00	610.00	145.00	372100.00	3.36	3.53
		M8	6100.00	420.60	428.89		196520.08	1927213.51	610.00	610.00	144.00	372100.00	3.66	3.84
		M9	3750.00	258.56	263.66		120811.53	1184762.40	605.00	609.00	145.00	368445.00	2.27	2.39
Ladrillera El Mirador	0.75cm	M10	5700.00	393.02	400.77		183633.52	1800838.85	600.00	601.00	140.00	360600.00	3.53	3.71
		M11	3800.00	262.01	267.18		122422.35	1200559.23	610.00	608.00	140.00	370880.00	2.29	2.40
		M12	8500.00	586.08	597.64		273839.46	2685461.44	600.00	640.00	140.00	384000.00	4.94	5.19
	1.00cm	M13	4600.00	317.17	323.43		148195.47	1453308.55	600.00	600.00	138.00	360000.00	2.85	3.00
		M14	4700.00	324.07	330.46		151417.11	1484902.21	595.00	600.00	140.00	357000.00	2.94	3.09
		M15	7000.00	482.65	492.17		225514.85	2211556.48	600.00	597.00	137.00	358200.00	4.37	4.58
	1.5cm	M16	6250.00	430.94	439.44		201352.55	1974604.00	600.00	600.00	140.00	360000.00	3.88	4.07
		M17	4500.00	310.28	316.40		144973.83	1421714.88	600.00	604.00	140.00	362400.00	2.77	2.91
		M18	4600.00	317.17	323.43		148195.47	1453308.55	600.00	605.00	139.00	363000.00	2.83	2.97
Ladrillera Constructec	0.75cm	M19	4510.00	310.96	317.10		145296.00	1424874.25	603.00	605.00	137.00	364815.00	2.76	2.90
		M20	5400.00	372.33	379.67		173968.60	1706057.86	600.00	595.00	135.00	357000.00	3.38	3.55
		M21	5700.00	393.02	400.77		183633.52	1800838.85	605.00	603.00	138.00	364815.00	3.49	3.66
	1.00cm	M22	6100.00	420.60	428.89		196520.08	1927213.51	611.00	610.00	139.00	372710.00	3.66	3.84
		M23	7500.00	517.13	527.33		241623.05	2369524.80	612.00	600.00	136.00	367200.00	4.56	4.79
		M24	6323.66	436.02	444.62		203725.70	1997876.80	606.00	604.00	139.00	366024.00	3.86	4.05
	1.5cm	M25	6250.00	430.94	439.44		201352.55	1974604.00	605.00	615.00	140.00	372075.00	3.75	3.94
		M26	7308.01	503.89	513.83		235437.72	2308867.05	614.00	610.00	138.00	374540.00	4.36	4.58
		M27	5339.32	368.15	375.41		172013.68	1686886.54	604.00	600.00	136.00	362400.00	3.29	3.46

(Elaboración : Fuente Propia, 2016)

FOTOS MURETES



Presenta falla escalonada.

Foto 4.2.8.6.1. Falla murete M-01



Presenta grieta vertical

Foto 4.2.8.6.2. Falla murete M-02



Presenta falla escalonada.

Foto 4.2.8.6.3. Falla murete M-03



No presenta ninguna falla.

Foto 4.2.8.6.4. Falla murete M-04



Presenta grieta vertical.

Foto 4.2.8.6.5. Falla murete M-05



No presenta falla alguna.

Foto 4.2.8.6.6. Falla murete M-06



Presenta falla mixta (grieta vertical y falla escalonada).

Foto 4.2.8.6.7. Falla murete M-07



Presenta falla mixta (grieta vertical y falla escalonada).

Foto 4.2.8.6.8. Falla murete M-08



Presenta falla escalonada.

Foto 4.2.8.6.9. Falla murete M-09



Presenta grieta vertical.

Foto 4.2.8.6.10. Falla murete M-10



Presenta falla escalonada.

Foto 4.2.8.6.11. Falla murete M-11



No presenta falla alguna.

Foto 4.2.8.6.12. Falla murete M-12



Presenta grieta vertical.

Foto 4.2.8.6.13. Falla murete M-13



Presenta falla

Foto 4.2.8.6.14. Falla murete M-14



Presenta falla escalonada.

Foto 4.2.8.6.15. Falla murete M-15



Presenta grieta vertical.

Foto 4.2.8.6.16. Falla murete M-16



Presenta falla mixta (grieta vertical y falla escalonada).

Foto 4.2.8.6.17. Falla murete M-17



Presenta grieta vertical.

Foto 4.2.8.6.18. Falla murete M-18



Presenta grieta vertical.

Foto 4.2.8.6.19. Falla murete M-19



Presenta grieta vertical.

Foto 4.2.8.6.20. Falla murete M-20



Presenta grieta vertical.

Foto 4.2.8.6.21. Falla murete M-21



Presenta grieta vertical.

Foto 4.2.8.6.22. Falla murete M-22



Presenta grieta vertical.

Foto 4.2.8.6.23. Falla murete M-23



Presenta grieta vertical.

Foto 4.2.8.6.24. Falla murete M-24



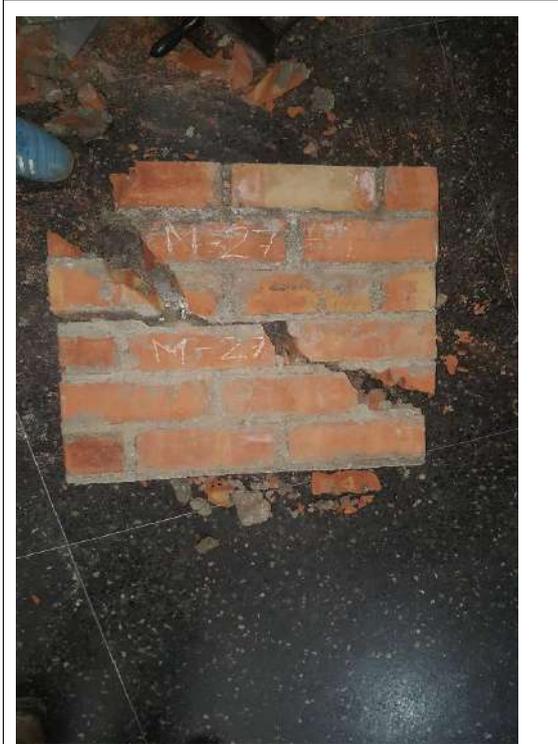
Presenta grieta vertical.

Foto 4.2.8.6.25. Falla murete M-25



Presenta falla mixta (grieta vertical y falla escalonada).

Foto 4.2.8.6.26. Falla murete M-26



Presenta falla mixta (grieta vertical y falla escalonada).

Foto 4.2.8.6.27. Falla murete M-27