

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“REFORZAMIENTO DE MUROS DE  
MAMPOSTERIA CON MALLAS POLIMÉRICAS Y  
ELECTROSOLDADA PARA LA REDUCCIÓN DE  
LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS  
INFORMALES EN EL DISTRITO DE ATE - LIMA,  
2022”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Civil**

**Autor:**

Zabdaty Enrique Carrion Carbajal

**Asesor:**

Ing. Neicer Campos Vásquez

<https://orcid.org/0000-0003-1508-6575>

Lima - Perú

## JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	<b>Jose Luis Neyra Torres</b>	<b>21454204</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	<b>Edmundo Vereau Miranda</b>	<b>10557797</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	<b>Ruben Kevin Manturano Chipana</b>	<b>46905022</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado para todos los jóvenes alumnos(as) que muestran un interés por conseguir un mejor futuro acompañado de una vida de calidad, así como motivarlos a que se esfuercen en estudiar e indagar acerca del campo de la ciencia, la tecnología y el medio ambiente. También lo dedico a mi madre por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros y experiencia se lo debo a ella entre los que se incluye este. Me formo con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivo constantemente para alcanzar mis anhelos.

Gracias, madre.

## AGRADECIMIENTO

Ya han pasado muchos años desde que nací. Desde ese momento e incluso en la actualidad, ya estaba buscando maneras de ofrecerme lo mejor. Ha trabajado duro, y sin importar si llegaba cansada del trabajo o realizará labores del hogar, siempre me brindo lo mejor y con una gran sonrisa a la familia.

Las ayudas que me brindo han formado bases de gran importancia, ahora soy consciente de eso....

Muchas gracias mamá

## TABLA DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR.....	2
DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO.....	4
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	14
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	19
RESUMEN.....	20
ABSTRACT.....	21
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	22
<b>1.1. Realidad problemática.....</b>	<b>22</b>
<b>1.2. Antecedentes.....</b>	<b>24</b>
<b>1.3. Formulación del problema.....</b>	<b>104</b>
<b>1.4. Objetivos.....</b>	<b>104</b>
<b>1.5. Hipótesis.....</b>	<b>105</b>
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	106
<b>2.1. Tipo de investigación.....</b>	<b>106</b>
<b>2.2. Población y muestra.....</b>	<b>107</b>
<b>2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....</b>	<b>109</b>
<b>2.4 Procedimiento de recolección de datos.....</b>	<b>111</b>
<b>2.5 Análisis de Datos.....</b>	<b>112</b>
<b>2.6 Aplicación.....</b>	<b>113</b>
<b>2.7 Aspectos Éticos.....</b>	<b>113</b>
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	117
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	307
REFERENCIAS.....	315
ANEXOS.....	323

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1.1:</i> Características comerciales de ladrillo King Kong 18 huecos .....	50
<i>Tabla 1.2:</i> Limitación en el uso de albañilería para fines estructurales .....	53
<i>Tabla 1.3:</i> Usos de los geo sintéticos según su función primaria.(Koerner, 2012).....	61
<i>Tabla 1.4:</i> Resistencias características a compresión de la albañilería de arcilla MPa (kg/cm <sup>2</sup> ). .....	92
<i>Tabla 1.5:</i> Resistencias características a compresión de la albañilería de arcilla MPa.....	94
<i>Tabla 3.1:</i> Viviendas informales en la Provincia de Lima actualizada en el 2019. ....	117
<i>Tabla 3.2:</i> Cantidad de materiales para los ensayos de laboratorio. ....	120
<i>Tabla 3.3:</i> Tabla de resumen de Variación dimensional de Ladrillo King Kong. ....	124
<i>Tabla 3.4:</i> Tabla de resumen de Variación dimensional de Ladrillo pandereta.....	124
<i>Tabla 3.5:</i> Resumen de resultados de ensayos de alabeo de los ladrillos industriales .....	125
<i>Tabla 3.6:</i> Resumen de resultados de compresión ( $f'_{b}$ ) de tesis anteriores .....	127
<i>Tabla 3.7:</i> Resumen de resultados de compresión axial en pilas ( $f'_{m}$ ) de tesis anteriores .....	132
<i>Tabla 3.8:</i> Resumen de resultados de módulo de elasticidad y módulo de corte:.....	134
<i>Tabla 3.9:</i> Resultado del ensayo a tensión de los especímenes .....	137
<i>Tabla 3.10:</i> Ensayos de tracción en malla TRIAX 160. ....	140
<i>Tabla 3.11:</i> Dimensiones de malla para tarrajeo .....	145
<i>Tabla 3.6:</i> Resumen de resultados de compresión ( $f'_{b}$ ) de tesis anteriores .....	148
<i>Tabla 3.8:</i> Resumen de resultados de módulo de elasticidad y módulo de corte de Edificación sin Refuerzo: .	149
<i>Tabla 3.12:</i> Coeficientes de densidad de muros .....	153
<i>Tabla 3.13:</i> Longitud de cada muro en el piso 1 de Edificación sin Refuerzo .....	153
<i>Tabla 3.14:</i> Longitud de cada muro en el piso típico (2° y 3°) de Edificación sin Refuerzo.....	154

<i>Tabla 3.15:</i> Densidad de muro en Dirección X de Edificación sin Refuerzo .....	155
<i>Tabla 3.16:</i> Densidad de muro en Dirección Y de Edificación sin Refuerzo .....	155
<i>Tabla 3.17:</i> Densidad de muros por piso de Edificación sin Refuerzo .....	155
<i>Tabla 3.18:</i> Peso de la edificación.....	159
<i>Tabla 3.19:</i> Distribución de Fuerzas.....	161
Considerando que la vivienda unifamiliar está ubicada en Ate - Lima, también basándonos en la información de los planos se tiene la siguiente información acatando la norma E-030:.....	
<i>Tabla 3.20:</i> Variables sísmicas .....	163
<i>Tabla 3.21:</i> Irregularidad de Rigidez – Piso blando de Edificación sin Refuerzo (X - X) .....	165
<i>Tabla 3.22:</i> Irregularidad de Rigidez – Piso blando de Edificación sin Refuerzo (Y - Y) .....	166
<i>Tabla 3.23:</i> Irregularidad Extrema de Rigidez de Edificación sin Refuerzo (X - X).....	167
<i>Tabla 3.24:</i> Irregularidad Extrema de Rigidez de Edificación sin Refuerzo (Y - Y).....	167
<i>Tabla 3.25:</i> Irregularidad de Masa de Edificación sin Refuerzo .....	167
<i>Tabla 3.26:</i> Irregularidad de Masa o Piso de Edificación sin Refuerzo.....	168
<i>Tabla 3.27:</i> Centro de Masa de Edificación sin Refuerzo .....	169
<i>Tabla 3.28:</i> Centro de Rigidez de Edificación sin Refuerzo.....	170
<i>Tabla 3.29:</i> Momentos y cortantes en cada nivel de Edificación sin Refuerzo .....	170
<i>Tabla 3.30:</i> Irregularidad en planta X – X en Edificación sin Refuerzo.....	171
<i>Tabla 3.31:</i> Irregularidad en planta Y – Y en Edificación sin Refuerzo.....	171
<i>Tabla 3.32:</i> Aceleración espectral X – X.....	173
<i>Tabla 3.33:</i> Aceleración espectral Y – Y .....	174
<i>Tabla 3.34:</i> Cortantes en muros para sismos severo y moderado ladrillo King Kong.....	176
<i>Tabla 3.35:</i> Cortantes en muros para sismos severo y moderado ladrillo Pandereta .....	177

<i>Tabla 3.36:</i> Cortante Estático de Edificación sin Refuerzo .....	179
<i>Tabla 3.37:</i> Cortante Dinámico de Edificación sin Refuerzo .....	179
<i>Tabla 3.38:</i> Resumen de Cortante en X – X en Edificación sin Refuerzo .....	181
<i>Tabla 3.39:</i> Resumen de Cortante en Y – Y en Edificación sin Refuerzo .....	181
<i>Tabla 3.40:</i> Coeficiente de Sismo estático de Edificación sin Refuerzo .....	181
<i>Tabla 3.41:</i> Coeficiente de Sismo dinámico de Edificación sin Refuerzo.....	182
<i>Tabla 3.42:</i> Análisis sísmico estático vs dinámico de Edificación sin Refuerzo.....	183
<i>Tabla 3.43:</i> Factor escalar en el sentido X.....	184
<i>Tabla 3.44:</i> Factor escalar en el sentido Y.....	184
<i>Tabla 3.41:</i> Resumen modos de vibración Edificación sin Refuerzo .....	185
<i>Tabla 3.45:</i> Diseño de cargas verticales del 1° Piso de muros con ladrillos King Kong de Edificación sin Refuerzo .....	186
<i>Tabla 3.46:</i> Diseño de cargas verticales del 3° Piso de muros con ladrillo pandereta de Edificación sin Refuerzo .....	187
<i>Tabla 3.47:</i> Control de fisuración del 1° piso de muros con ladrillos King Kong de Edificación sin Refuerzo.	193
<i>Tabla 3.48:</i> Diseño por Resistencia del 1° piso de muros con ladrillos King Kong de Edificación sin Refuerzo .....	194
<i>Tabla 3.49:</i> Control de fisuración del 3° piso de muros con ladrillos pandereta de Edificación sin Refuerzo ...	195
<i>Tabla 3.50:</i> Resistencia por Resistencia del 3° piso de muros con ladrillos pandereta de Edificación sin Refuerzo .....	196
<i>Tabla 3.51:</i> Resistencia a compresión axial de albañilería reforzada con Geomalla Biaxial: .....	202
<i>Tabla 3.52:</i> Resumen de resultados de módulo de elasticidad y módulo de corte de Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial: .....	203
<i>Tabla 3.53:</i> Irregularidad de Rigidez – Piso Blando de Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial (X – X) .....	205

<i>Tabla 3.54:</i> Irregularidad de Rigidez – Piso Blando de Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial (Y – Y)	205
<i>Tabla 3.55:</i> Irregularidad Extrema de Rigidez de Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial (X - X)	206
<i>Tabla 3.56:</i> Irregularidad Extrema de Rigidez de Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial (Y - Y)	206
<i>Tabla 3.57:</i> Irregularidad de Masa de Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial	207
<i>Tabla 3.58:</i> Irregularidad de Masa o Piso de Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial	207
<i>Tabla 3.59:</i> Centro de Masa de Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial	207
<i>Tabla 3.60:</i> Centro de Rigidez de Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial	208
<i>Tabla 3.61:</i> Momentos y cortantes en cada nivel de Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial	208
<i>Tabla 3.62:</i> Irregularidad en planta X – X en Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial	210
<i>Tabla 3.63:</i> Irregularidad en planta Y – Y en Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial	210
<i>Tabla 3.64:</i> Cortante Estático de Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial	211
<i>Tabla 3.65:</i> Cortante Dinámico de Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial	211
<i>Tabla 3.66:</i> Resumen de Cortante en X – X en Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial	212
<i>Tabla 3.66:</i> Resumen de Cortante en Y – Y en Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial	213
<i>Tabla 3.67:</i> Análisis sísmico estático vs dinámico de Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial	213
<i>Tabla 3.68:</i> Resumen modos de vibración Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial	215
<i>Tabla 3.69:</i> Diseño de cargas verticales del 1° Piso de muros con ladrillos King Kong de Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial	216
<i>Tabla 3.70:</i> Diseño de cargas verticales del 3° Piso de muros con ladrillo pandereta de Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial	217
<i>Tabla 3.71:</i> Control de fisuración del 1° piso de muros con ladrillos King Kong de Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial	218
<i>Tabla 3.72:</i> Diseño por Resistencia del 1° piso de muros con ladrillos King Kong de Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial	220

<i>Tabla 3.73:</i> Control de fisuración del 3° piso de muros con ladrillos pandereta de Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial.....	221
<i>Tabla 3.74:</i> Resistencia por Resistencia del 3° piso de muros con ladrillos pandereta de Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial.....	222
<i>Tabla 3.75:</i> Resistencia a compresión axial de albañilería reforzada con Geomalla Triaxial: .....	223
<i>Tabla 3.76:</i> Resumen de resultados de módulo de elasticidad y módulo de corte de Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial: .....	224
<i>Tabla 3.77:</i> Irregularidad de Rigidez – Piso Blando de Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial (X – X) .....	226
<i>Tabla 3.78:</i> Irregularidad de Rigidez – Piso Blando de Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial (Y – Y) .....	226
<i>Tabla 3.79:</i> Irregularidad Extrema de Rigidez de Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial (X - X).....	227
<i>Tabla 3.80:</i> Irregularidad Extrema de Rigidez de Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial (Y - Y).....	227
<i>Tabla 3.81:</i> Irregularidad de Masa de Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial.....	228
<i>Tabla 3.82:</i> Irregularidad de Masa o Piso de Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial.....	228
<i>Tabla 3.83:</i> Centro de Masa de Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial.....	229
<i>Tabla 3.84:</i> Centro de Rigidez de Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial.....	229
<i>Tabla 3.85:</i> Momentos y cortantes en cada nivel de Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial .....	230
<i>Tabla 3.86:</i> Irregularidad en planta X – X en Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial.....	230
<i>Tabla 3.87:</i> Irregularidad en planta Y – Y en Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial.....	231
<i>Tabla 3.88:</i> Cortante Estático de Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial .....	231
<i>Tabla 3.89:</i> Cortante Dinámico de Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial .....	232
<i>Tabla 3.90:</i> Resumen de Cortante en X – X en Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial .....	233
<i>Tabla 3.91:</i> Resumen de Cortante en Y – Y en Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial .....	233
<i>Tabla 3.92:</i> Análisis sísmico estático vs dinámico de Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial .....	234

<i>Tabla 3.93:</i> Resumen modos de vibración Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial .....	235
<i>Tabla 3.94:</i> Diseño de cargas verticales del 1° Piso de muros con ladrillos King Kong de Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial.....	236
<i>Tabla 3.95:</i> Diseño de cargas verticales del 3° Piso de muros con ladrillo pandereta de Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial .....	238
<i>Tabla 3.96:</i> Control de fisuración del 1° piso de muros con ladrillos King Kong de Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial .....	239
<i>Tabla 3.97:</i> Diseño por Resistencia del 1° piso de muros con ladrillos King Kong de Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial .....	240
<i>Tabla 3.98:</i> Control de fisuración del 3° piso de muros con ladrillos pandereta de Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial .....	241
<i>Tabla 3.99:</i> Resistencia por Resistencia del 3° piso de muros con ladrillos pandereta de Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial.....	242
<i>Tabla 3.100:</i> Resistencia a compresión axial de albañilería reforzada con Malla Electrosoldada: .....	244
<i>Tabla 3.101:</i> Resumen de resultados de módulo de elasticidad y módulo de corte de Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada: .....	245
<i>Tabla 3.102:</i> Irregularidad de Rigidez – Piso Blando de Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada (X – X).....	246
<i>Tabla 3.103:</i> Irregularidad de Rigidez – Piso Blando de Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada (Y – Y).....	247
<i>Tabla 3.104:</i> Irregularidad Extrema de Rigidez de Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada (X - X)	247
<i>Tabla 3.105:</i> Irregularidad Extrema de Rigidez de Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada (Y - Y)	248
<i>Tabla 3.106:</i> Irregularidad de Masa de Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada.....	248
<i>Tabla 3.107:</i> Irregularidad de Masa o Piso de Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada.....	249
<i>Tabla 3.108:</i> Centro de Masa de Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada.....	249
<i>Tabla 3.109:</i> Centro de Rigidez de Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada .....	250
<i>Tabla 3.110:</i> Momentos y cortantes en cada nivel de Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada.....	250

<i>Tabla 3.111:</i> Irregularidad en planta X – X en Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada .....	251
<i>Tabla 3.112:</i> Irregularidad en planta Y – Y en Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada .....	251
<i>Tabla 3.113:</i> Cortante Estático de Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada .....	252
<i>Tabla 3.114:</i> Cortante Dinámico de Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada.....	253
<i>Tabla 3.115:</i> Resumen de Cortante en X – X en Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada .....	253
<i>Tabla 3.116:</i> Resumen de Cortante en Y – Y en Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada .....	254
<i>Tabla 3.117:</i> Análisis sísmico estático vs dinámico de Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada .....	255
<i>Tabla 3.118:</i> Resumen modos de vibración Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada.....	256
<i>Tabla 3.119:</i> Diseño de cargas verticales del 1° Piso de muros con ladrillos King Kong de Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada.....	257
<i>Tabla 3.120:</i> Diseño de cargas verticales del 3° Piso de muros con ladrillo pandereta de Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada.....	258
<i>Tabla 3.121:</i> Control de fisuración del 1° piso de muros con ladrillos King Kong de Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada .....	259
<i>Tabla 3.122:</i> Diseño por Resistencia del 1° piso de muros con ladrillos King Kong de Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada .....	261
<i>Tabla 3.123:</i> Control de fisuración del 3° piso de muros con ladrillos pandereta de Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada .....	262
<i>Tabla 3.124:</i> Resistencia por Resistencia del 3° piso de muros con ladrillos pandereta de Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada.....	263
<i>Tabla 3.125:</i> Mejoramiento que se dan en los Ensayos obtenidos con los refuerzos .....	269
<i>Tabla 3.126:</i> Resumen de Esfuerzo Máximo Axial en muros del 1° Piso .....	269
<i>Tabla 3.127:</i> Resumen de Esfuerzo Máximo Axial en muros del 3° Piso .....	271
<i>Tabla 3.128:</i> Fuerza Cortante y Momento Flector en muros de ladrillo King Kong del 1° Piso.....	274
<i>Tabla 3.129:</i> Mejoramiento del comportamiento estructural en muros King Kong del 1° Piso .....	275

<i>Tabla 3.130:</i> Fuerza Cortante y Momento Flector en muros de ladrillo Pandereta del 3° Piso.....	276
<i>Tabla 3.131:</i> Mejoramiento del comportamiento estructural en muros Pandereta del 3° Piso .....	277
<i>Tabla 3.132:</i> Resistencia al agrietamiento diagonal en muros de ladrillo King Kong del 1° Piso .....	280
<i>Tabla 3.133:</i> Mejoramiento del agrietamiento diagonal en muros King Kong del 1° Piso .....	281
<i>Tabla 3.134:</i> Resistencia al agrietamiento diagonal en muros de ladrillo Pandereta del 3° Piso.....	281
<i>Tabla 3.135:</i> Mejoramiento del agrietamiento diagonal en muros Pandereta del 3° Piso .....	283
<i>Tabla 3.136:</i> Resistencia a fuerza cortante en muros de ladrillo King Kong del 1° Piso .....	286
<i>Tabla 3.137:</i> Mejoramiento a fuerza cortante en muros King Kong del 1° Piso ante un sismo severo .....	287
<i>Tabla 3.138:</i> Resistencia a fuerza cortante en muros de ladrillo Pandereta del 3° Piso .....	288
<i>Tabla 3.139:</i> Mejoramiento a fuerza cortante en muros Pandereta del 3° Piso ante un sismo severo .....	289
<i>Tabla 3.140:</i> Costo en Soles por m2 de realización de muros con ladrillos King Kong de sogas sin reforzamiento .....	292
<i>Tabla 3.141:</i> Costo en Soles por m2 de realización de muros con ladrillos King Kong de sogas con refuerzo en ambas caras.....	296
<i>Tabla 3.142:</i> Resumen de Costo en Soles por m2 para muros con ladrillos King Kong de sogas con refuerzo en una cara.....	296
<i>Tabla 3.143:</i> Costo en Soles por m2 de realización de muros con ladrillos Pandereta de sogas sin reforzamiento .....	297
<i>Tabla 3.144:</i> Costo en Soles por m2 de realización de muros con ladrillos Pandereta de sogas con refuerzo en ambas caras.....	301
<i>Tabla 3.145:</i> Resumen de Costo en Soles por m2 para muros con ladrillos Pandereta de sogas con refuerzo en una cara.....	301
<i>Tabla 3.146:</i> Metrado y Costos en Soles para la edificación con refuerzo de Geomalla.....	302
<i>Tabla 3.147:</i> Metrado y Costos en Soles para la edificación con refuerzo de Malla Electrosoldada .....	303

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Ensayo Cíclico Corte-Compresión Sobre Muro Simple.....	43
Figura. 1.2: Ensayo cíclico corte-compresión sobre muro tarrajado.....	44
Figura 1. 3: Ensayo Cíclico Corte-Compresión Sobre Muro Reforzado-Tarrajado.....	45
Figura 1.4: Diagrama Fuerza-Deformación Lateral de los Ensayos de Corte/Compresión.....	46
Figura 1.5: Albañilería de Arcilla Ladrillo .....	49
Figura 1.6: Unidad de Ladrillo Alveolar Mortero .....	50
Figura 1.7: Mortero a Base de Cal.....	56
Figura 1.8: Geo malla Uniáxica.....	59
Figura 1.9: Geo malla Biaxial BX-4100.....	59
Figura 1.10: Geo malla Triaxial TX-160 .....	60
Figura 1.11: Paneles en Corte-Compresión .....	63
Figura 1.2: Paneles en Flexión.....	64
Figura 1.3: Malla de Polímero sobre los Muros .....	65
Figura 1.4: Tarrajeo de los Muros. ....	65
Figura 1.5: SC-2 – Curva Fuerza-Desplazamiento .....	66
Figura 1.6: Patrón de Grieta SC-2 .....	67
Figura 1.7: Curva de Fuerza-Desplazamiento .....	68
Figura 1.8: Patrón de Grietas.....	68
Figura 1.19: Curva F-D Panel SC-10.....	69
Figura 1.20: Patrón de grietas Panel SC-10.....	70
Figura 1.21: Plano con Dimensiones de Corte de (a.) Geo malla Biaxial y (b.) Geo malla Triaxial. Vista de Geo malla luego de ser Cortada de la (c.) Geo malla Biaxial y (d.) Geo malla Triaxial .....	71

Ensayos de flexión.....	71
Figura 1.9: Curva Fuerza-Desplazamiento en el panel F-4 .....	72
Figura 1.23: Patrón de grietas panel F-4.....	72
Figura 1.104: Curva Fuerza-Desplazamiento para el Panel F-6 .....	73
Figura 1.25: Patrón de Grietas Panel F-6.....	74
Figura 1.116: Curva F-D del Panel F-7 .....	74
Figura 1.127: Patrón de Grietas Panel F-7.....	75
Figura 1.13: Dispositivo utilizado para el Ensayo de Adherencia .....	76
Figura 1.29: Esquema de agrietamiento de un muro confinado.....	78
Figura 1.30: Esquema de fuerzas de diseño para las columnas de un muro confinado. ....	78
Figura 1.31: Esquema de fuerzas de diseño perpendiculares al plano del muro.....	79
Figura 1.32: Refuerzo superficial de malla polímero. Muro confinado.....	80
Figura 1.33: Vivienda en Etabs de 3 pisos.....	87
Figura 1.34: Curva Típica de Esfuerzo-Desplazamiento para Prismas de 500x250x600 mm <sup>3</sup> de Ladrillo Blando de Barro .....	94
Figura 1.35: Compresión diagonal de un murete de albañilería .....	95
Figura 1.35: Fallas típicas en un estado de compresión diagonal en muretes de albañilería. ....	96
Figura 1.36: Mecánica de eflorescencia .....	98
Figura 1.37: Eflorescencias en el ladrillo. ....	98
Figura 1.38: Mecánica de la eflorescencia en albañilería sellada con silicona. ....	99
Figura 1.39: Grietas verticales en muros. ....	101
Figura 1.40: Grietas proceso de deformación muy avanzada. ....	101
Figura 1.41: Grietas en muros de gran longitud. ....	102

Figura 1.42: Tipos de fallas en los muretes sometidos a ensayo de compresión diagonal.....	103
Figura 2.1: Distrito de Ate - Lima .....	108
Figura 2.2: Ejemplo de vivienda informal en Ate – Lima .....	108
Figura 3.2: Muestras de 10 Ladrillos King Kong. ....	122
Figura 3.3: Ensayo de variación de los ladrillos King Kong. ....	122
Figura 3.4: Ensayo de Variación Dimensional de ladrillos pandereta .....	123
Figura 3.5: Ensayo de alabeo de ladrillo King Kong.....	126
Figura 3.6: Ensayo de alabeo de ladrillo pandereta .....	126
Figura 3.7: Ensayos a compresión de albañilería.....	130
Figura 3.8: Ensayos a compresión de ladrillo pandereta .....	131
Figura 3.9: Ensayos a compresión de ladrillo.....	133
Figura 3.10: Ensayos a compresión de ladrillo pandereta .....	133
Figura 3.11: Proceso de fabricación de las geo mallas .....	135
Figura 3.12: Geo malla biaxial a usar para el sistema de reforzamiento FRCM. ....	136
Figura 3.14: Ensayo de un filamento de la malla triaxial en tracción.....	139
Figura 3.15: Ensayo de tripletes de mampostería a corte directo. ....	142
Figura 3.16: Ensayo de anclaje de malla en mortero. ....	143
Figura 3.17: Malla Electro-soldada .....	145
Figura 3.18: Malla Electro-soldada - Prodac .....	146
Figura 3.19: Muros Portantes de la edificación .....	158
Figura 3.20: Modelado de Edificación en Etabs versión 2016 .....	159
Figura 3.21: K es un exponente relacionado con el periodo fundamental de vibración de una estructura de acuerdo a:.....	160

Figura 3.22: Distribución de fuerzas.....	162
Figura 3.23: Irregularidades estructurales en altura.....	165
Figura 3.24: Irregularidad Extrema de Rigidez .....	166
<i>Figura 3.25: Fuerzas cortantes sísmicas en los centros de masa de cada nivel .....</i>	<i>171</i>
Figura 3.26: Grafico del espectro en X en edificación sin refuerzo.....	174
Figura 3.27: Grafico del espectro en Y en edificación sin refuerzo.....	176
Figura 3.28: Datos de albañilería KK sin Refuerzo en Etabs versión 2016.....	189
Figura 3.29: Datos de albañilería pandereta sin Refuerzo en Etabs versión 2016 .....	190
Figura 3.30: Vivienda 1° Piso.....	198
Figura 3.31: Vivienda 2° y 3° Piso (pisos típicos).....	199
Figura 3.32: Vivienda planta de techo .....	200
Figura 3.33: Corte A-A de Vivienda .....	201
Figura 3.34: Corte B-B de Vivienda.....	201
<i>Figura 3.35: Fuerzas cortantes sísmicas en los centros de masa de cada nivel .....</i>	<i>209</i>
Figura 3.36: Resistencia a Compresión Axial.....	265
Figura 3.37: Resistencia a Compresión Diagonal.....	266
Figura 3.38: Modulo de Elasticidad.....	267
Figura 3.39: Modulo de Corte .....	268
Figura 3.40: Suma de $V_e(x)$ y $M_e(x)$ .....	278
Figura 3.41: Suma de $V_e(y)$ y $M_e(y)$ .....	279
Figura 3.42: Suma de $V_m(x)$ .....	284
Figura 3.43: Suma de $V_m(y)$ .....	285
Figura 3.44: Suma de $V_{Ei}(x)$ .....	290

Figura 3.45: Suma de VEi (y).....	291
Figura 3.46: Comparación de Análisis de Precios Unitarios .....	305
Figura 3.47: Comparación de Costos Finales del Metrado de la Edificación .....	306
Figura A.1: Viviendas Informales de Comas.....	323
Figura A.14: En Lima: El 70% Viviendas son Informales Según un Estudio de la Cámara Peruana de Construcción (CAPECO). .....	323
Figura A.3: Vivienda Informal Afectada por un Sismo.....	324

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1.1: Ecuación de densidad mínima de muros reforzados.....	83
Ecuación 1.2: Ecuación de densidad de muro.....	83
Ecuación 1.3: Ecuación de altura entrepisos.....	84
Ecuación 1.4: Condición de coeficiente sísmico.....	84
Ecuación 1.5: Ecuación de centro de masa.....	85
Ecuación 1.6: Ecuación de centro de rigidez.....	86
Ecuación 1.7: Ecuación de tamaño de muestra.....	88
Ecuación 1.8: Ecuación de rigidez lateral K del muro.....	90
Ecuación 1.8: Ecuación de esfuerzo axial máximo.....	90
Ecuación 1.9: Ecuación de unidades de arcilla y concreto.....	90
Ecuación 1.10: Ecuación de unidades de sillico-calcáreas.....	90
Ecuación 1.11: Condición de factor de reducción de resistencia al corte por esbeltez.....	91
Ecuación 1.11: Ecuación de resistencia al corte diagonal.....	96
Ecuación 1.12: Ecuación de resistencia característica de corte.....	96
Ecuación 1.12: Ecuación de resistencia característica de corte.....	97
Ecuación 3.1: Variabilidad dimensional.....	124
<b>Ecuación 3.2:</b> Resistencia a compresión por unidad.....	127
<b>Ecuación 3.3:</b> Resistencia a compresión axial.....	131
<b>Ecuación 3.4:</b> Resistencia característica a compresión axial.....	131

## RESUMEN

Este trabajo de investigación fue impulsado por una necesidad en el Perú cuya razón es contribuir a la economía de las personas que edifican sus viviendas con mampostería de ladrillos, por el cual difiere económicamente de un muro de albañilería mixta, el propósito de este estudio es la de mejorar la resistencia de estos muros de mampostería con ayuda del refuerzo de mallas poliméricas para reducir la vulnerabilidad sísmica en este tipo de elemento.

Adicionalmente, se evaluó y analizó el refuerzo estructural y la aplicación de la geo malla biaxial, triaxial y malla electro soldada en muros de mampostería, teniendo en cuenta las características del ladrillo según la Norma E.070 “Diseño y Construcción con Albañilería”. Obteniendo datos como, por ejemplo: fuerza de tracción, fuerza de corte y desplazamientos de los muros de ladrillo reforzados.

Así mismo, se realizó una comparación entre el método tradicional de mampostería de ladrillos y el muro de ladrillos reforzado con mallas poliméricas y con mallas electro soldada, utilizando el software de estructuras Etabs y los datos obtenidos de la revisión sistemática.

Finalmente, los datos obtenidos fueron analizados con los ensayos a compresión axial en pilas de ladrillos. El objetivo general de la misma es determinar la influencia mecánica del reforzamiento estructural y la aplicación de las mallas poliméricas biaxial, triaxial y malla electrosoldada en el comportamiento estructural de los muros de ladrillo para reducir la vulnerabilidad sísmica de viviendas informales con costos beneficiosos, por lo tanto, como conclusiones después de usar el software de estructuras Etabs, se ha tenido los datos de la comparación entre ambas edificaciones, la malla electrosoldada confiere grandes ventajas a las propiedades del muro de mampostería de ladrillo con respecto a la reducción de vulnerabilidad sísmica de viviendas informales en el año 2021.

**PALABRAS CLAVES:** Mallas poliméricas, malla electrosoldada, refuerzo, mampostería de ladrillo, densidad de muro, geo malla biaxial y triaxial.

## ABSTRACT

This research work was driven by a need in Peru whose reason is to contribute to the economy of the people who build their homes with brick masonry, for which it differs economically from a mixed masonry wall, the purpose of this study is to improve the resistance of these masonry walls with the help of the reinforcement of polymeric meshes to reduce the seismic vulnerability in this type of element.

Additionally, the structural reinforcement and the application of biaxial, triaxial and electro-welded mesh in masonry walls were evaluated and analyzed, taking into account the characteristics of the brick according to Standard E.070 “Design and Construction with Masonry”. Obtaining data such as, for example: traction force, shear force and displacements of the reinforced brick walls.

Likewise, a comparison was made between the traditional brick masonry method and the brick wall reinforced with polymeric meshes and electro-welded meshes, using the Etabs structure software and the data obtained from the systematic review.

Finally, the data obtained were analyzed with axial compression tests in brick piles. The general objective of the same is to determine the mechanical influence of structural reinforcement and the application of biaxial, triaxial polymeric meshes and electro-welded mesh in the structural behavior of brick walls to reduce the seismic vulnerability of informal homes with beneficial costs, for Therefore, as conclusions after using the Etabs structure software, the data of the comparison between both buildings has been obtained, the electro-welded mesh confers great advantages to the properties of the brick masonry wall with respect to the reduction of seismic vulnerability informal housing in 2021.

**KEY WORDS:** Polymeric meshes, electrowelded mesh, reinforcement, brick masonry, wall density, biaxial and triaxial geo mesh.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

La vulnerabilidad sísmica es el nivel de daños que pueden sufrir las edificaciones durante un sismo, está vinculada con las características de diseño, la calidad de los materiales y de las técnicas de construcción.

Perú es un país altamente vulnerable a los terremotos y está ubicado dentro del "Círculo de Fuego del Pacífico" donde la actividad sísmica es inevitable (Kuroiwa Horiuchi, 2002). "Esta zona ocupa más del 80% de la actividad sísmica del mundo y es producida por el constante movimiento de las placas tectónicas". Lo que produjo numerosos terremotos de diferentes magnitudes en el oeste de América del Sur. Estos sismos fueron de gran impacto, causando destrucción y numerosas pérdidas materiales y humanas.

El terremoto más devastador ocurrido en nuestro país fue el 31 de mayo de 1970 en Ancash con una magnitud de 7,9 en la escala de Richter, provocando la muerte de casi 70.000 personas y la desaparición total de la población de Yungay. El 12 de noviembre de 1996, un nuevo terremoto sacudió las ciudades de Pisco, Nazca, Caraveli y Caylloma con una magnitud de 6, en la escala de Richter, lo que provocó una gran destrucción, dejando más de 90.000 sin hogar y casi 5.000 viviendas destruidas.

Frente a Lima hay una zona donde se ha liberado poca energía. El 3 de octubre de 1974 ocurrió el último sismo fuerte en la capital, que causó la muerte de más de 250 personas. Han transcurrido desde entonces más de 45 años”, precisó el investigador. En tanto en las regiones costeras del Norte la situación es más alarmante ya que no ha ocurrido un terremoto devastador hace más de 150 años. Todo esto sumado a la vulnerabilidad de las edificaciones construidas en nuestro país hace que el problema en mención se acreciente.

Según El director de Sismología del Instituto Geofísico del Perú (I.G.P), Hernando Tavera Huarache, ratificó que la costa es la zona más vulnerable del país. Añadió que uno de los aspectos por mejorar es la calidad de las viviendas (Poicon Cornejo, 2017).

La vulnerabilidad sísmica en la mampostería (es el sistema constructivo más antiguo de la humanidad y en el Sudamérica), la mampostería de ladrillo es el sistema más utilizado para la construcción de viviendas, su facilidad de construcción utilizando herramientas manuales y sin necesidad de equipos o maquinaria sofisticada, su economía en el costo de los materiales y la flexibilidad del proceso constructivo que permite hacerlo por etapas ha permitido que cientos de miles de familias cuenten con una vivienda en forma progresiva de acuerdo a sus posibilidades económicas, habiendo un 70% de viviendas informales de mampostería de ladrillo en Sudamérica (Angulo, 2017).

La mampostería de ladrillo por si sola resiste muy bien las cargas gravitacionales pero cuando está ubicada en áreas sísmicas como el Perú, requiere de refuerzos adicionales para resistir adecuadamente las cargas horizontales de un sismo (Villavicencio, 2019)

En nuestro medio, el sistema de refuerzo más utilizado es el confinamiento de la mampostería con columnas y vigas de concreto armado que tienen por objeto mantener la integridad de los muros de mampostería después que se sobrepasa su límite de resistencia a fuerza cortante y se produce el agrietamiento de la pared (Sofronie, 2005).

Las consecuencias de aquellas viviendas que cuentan con una deficiente construcción o no tienen un sistema de refuerzo y no cumplen con la cabalidad de su función, provocaría su vulnerabilidad y alto riesgo en caso que se presente un sismo de gran magnitud. En el documento que describe la aplicación de la técnica del Mortero Reforzado consistiría en la aplicación de capas superficiales de refuerzo en una o ambas caras de los muros de

mampostería con una finalidad de mejorar su capacidad resistente a fuerzas sísmicas coplanarias y transversales al plano de proveer continuidad entre muros ortogonales sin perjuicio de su capacidad portante (A. Dusi, 2008).

## 1.2. Antecedentes

En este subcapítulo se hace mención de veintisiete tesis divididas en trece tesis nacionales y catorce tesis internacionales como parte de la investigación preliminar.

- **Nacional**

Según Ángel San Bartolomé y Rafael Ríos. (2013). “Comportamiento a fuerza cortante de muros delgados de concreto reforzados en su zona central con barras de acero, fibra de polipropileno y con fibra de acero”. Resume los muros delgados de concreto armado presentan el problema de congestión del refuerzo que, por lo general, conduce a la formación de cangrejas y segregación del concreto. Para controlar el problema señalado, se pensó en la posibilidad de reemplazar en la zona central del muro a las barras de refuerzo de polipropileno y fibras metálicas. Para verificar la hipótesis planteada, se efectuaron ensayos de carga lateral cíclica en muros reforzados por corte con los tres tipos de refuerzos indicados, mientras que el refuerzo dúctil por flexión se mantuvo constante.

Según la tesis de pregrado de Arce, R., A. Rodríguez, V. (2014). Propuesta del empleo del adobe reforzado con geo malla en la construcción de viviendas unifamiliares de un piso en el pueblo joven Yanama – Ayacucho. Tiene el planteamiento de su problema que actualmente vivimos en una situación peligrosa debido a los sismos que ocurren, se ha visto que la población de Yanama Ayacucho y otras partes del Perú construyen sus casas con adobe, existen otras formas de construir con adobe incluyendo ADOBE REFORZADO CON GEOMALLA, resistente a sismos, queriendo proponer y verificar la resistencia del adobe reforzado con geomalla en la construcción de viviendas unifamiliares en el pueblo joven de

Yanama, con el fin de reducir pérdidas humanas y materiales en caso de sismos; como se vio un gran desastre en el departamento de Lea, cuyas construcciones fueron de adobe; Con el uso propuesto de adobe reforzado con geomalla, se pretende brindar una mejor calidad de vida a la población.

Cóndor, E; Molina, R. (2019) La presente tesis de diploma basada en el refuerzo estructural de muros de arcilla y la aplicación de la geo malla de dos ejes en el edificio cultural hotel comercial "El Cordano" - patrimonio cultural Lima - Perú, fue desarrollada por el significado de las construcciones nombradas con título, estos tipos de edificaciones no solo son relevantes por su cultura sino también por los ingresos económicos que generan las actividades turísticas en el centro histórico de Lima. Actualmente mantenemos un silencio sísmico que preocupa al Ministerio de Cultura, encargado de mantener estas estructuras, pero la falta de mantenimiento y restricciones tales obras históricas corren peligro de desaparecer. En este trabajo el refuerzo estático y la aplicación de la geo malla de dos ejes en muros de arcilla fueron con el software ETABS Versión 2017 teniendo en cuenta las propiedades de la arcilla según la norma E.080 "Planificación y edificación con suelo reforzado". Obtenga datos numéricos tales como: fuerzas de tracción, fuerzas de corte y desplazamientos de muros de arcilla.

Según Cevallos y Díaz (2018) en su investigación "Reforzamiento estructural de muros de ladrillo pandereta con mallas para tarrajeo y electro soldada" Pontificia Universidad

Católica del Perú. Este levantamiento ha sido elaborado para contribuir a la protección sísmica para edificios sin recomendaciones técnicas. La investigación se inició con la construcción de 9 pequeños muros diseñados con ladrillos pandereta, de los cuales 3 fueron diseñados de manera convencional, luego se reforzaron 3 muros con mallas para tarrajeo y finalmente son 3 muros reforzados con mallas electro soldadas. En la presente tesis, puede

concluir que los resultados se han presentado satisfactoriamente, partiendo del objetivo de lograr un mejor desempeño de muros construidos con ladrillos pandereta, pues se puede demostrar que cada tipo de refuerzo previene la trituration o el aplastamiento de ladrillos de pandereta, plasmado en el mecanismo conocido como falla progresiva, que facilita la evacuación de sus habitantes edificio en caso de sismo.

De los bachilleres Cueto, P; Vilca, R. (2018) de la tesis “Reforzamiento de la Albañilería Confinada más utilizada en Arequipa con Malla electro soldada” Esta investigación fue desarrollada con el objetivo de fortalecer estos edificios construcción limitada, utilizando malla electro soldada como refuerzo para aumentar ductilidad evitando así falla frágiles, para pilotes y muros construcción sin apoyo y sin apoyo, los representantes más cercanos de un muro, donde se realizaron las pruebas de resistencia a la compresión en la construcción de pilotes con y no hay refuerzo ni tensión cruzada en muros de mampostería con y sin refuerzo.

En la tesis de pregrado de Belizario, C. (2017). “Reforzamiento estructural de una edificación de concreto armado de dos pisos con fines de ampliación”. El proyecto de tesis tiene como objetivo el refuerzo estructural de un edificio de dos pisos parcialmente construido en la ciudad de Huancayo con el fin de ampliarlo a cinco niveles. Con la formulación y evaluación de este proyecto, se pretende mostrar el refuerzo estructural como una buena alternativa para la ampliación de edificaciones. El objetivo de este documento es ayudar a desarrollar criterios que permitan elegir la conveniencia de realizar el refuerzo estructural en función de las fuerzas de flexión, cortante y compresión de los componentes, teniendo en cuenta también los costes que conlleva. A partir de los resultados obtenidos, se buscan conclusiones sobre el refuerzo estructural que sirvan de base para la implementación de proyectos de seguimiento.

En la tesis de pregrado de Bossio, S. (2010). Evaluación del comportamiento sísmico e influencia de la dirección del movimiento en módulos de adobe reforzado con geomalla, tiene como objetivo principal de esta investigación es verificar el comportamiento dinámico del sistema constructivo publicado en el publicado por la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) y sus autores: Julio Vargas Neumann, Daniel Torrealva y Marcial Blondet quienes impulsaron esta nueva tecnología dirigida a mejorar las casas de adobe y aumentar su resistencia a los terremotos. Esta tecnología se ha puesto en práctica en la zona de la costa sur de Perú afectada por el terremoto del 15 de agosto de 2007. La geo malla utilizada como refuerzo fue Tensar BX4100 y se unió al exterior de los muros y cubrió el 100% del área. Los resultados de ambas pruebas se comparan con una prueba realizada previamente de un módulo de Adobe sin amplificar. Además, se intentó evaluar la influencia en el comportamiento sísmico que existe cuando se cambia la orientación del módulo en la mesa vibratoria de un grado de libertad comparando los resultados de ambas pruebas.

En la tesis de pregrado de Cardenas, R., Luna, J. (2017). “Estudio experimental de la influencia de los diferentes tipos de mortero y substratos de albañilería en la adherencia con geomallas”. Nos explica que el uso de geomallas como refuerzo superficial se ha aplicado en sistemas estructurales vulnerables como casas de adobe y, ahora, finalmente, en casas de ladrillo. Este sistema de refuerzo superficial consta de una geomalla, que puede ser biaxial o triaxial, y una matriz de mortero que incorpora la geomalla y se encarga de la adherencia al muro. Investigaciones anteriores han demostrado que este refuerzo es muy eficaz para aumentar la resistencia y ductilidad de las paredes cuando se someten a fuerzas cortantes. Sin embargo, los beneficios de este refuerzo solo son posibles mientras permanezca pegado a la pared, por lo que es necesario estudiar la adherencia del sistema al soporte de la pared. En otros tipos de refuerzos superficiales similares, como en el caso de FRCC (Matriz Cementosa

Reforzada con Fibras), se estudia la adherencia en el fenómeno de fisuración por desprendimiento, que depende de las propiedades mecánicas de los materiales constituyentes.

Cevallos, O; Díaz, V. (2018) de la tesis “Reforzamiento estructural de muros de ladrillos pandereta con malla para tarrajeo y electro soldada”. En el Perú hay muchas casas construidas con ladrillos de pandereta, la mayoría de ellas en el mercado son más económicas, se utilizan para la construcción de muros de carga. Está prohibido utilizar ladrillos de pandereta en muros de carga excepto en la zona1 Según Norma Técnica de Edificación E.070. Esta tendencia hacia el uso generalizado ladrillos de pandereta, especialmente en áreas residenciales emergentes, donde, en la mayoría de los casos, se trata de viviendas modulares que se autoconstruyen sin asesoramiento técnico. Obviamente, con el problema que se informa, se deben tomar precauciones. Hay un nivel de rendimiento óptimo en el chasis, en este caso terremotos de gran tamaño. Por lo tanto, a través de este estudio, las personas encontraron compare la resistencia, el comportamiento mecánico y los costos asociados con las paredes sin ellos reforzado con paredes reforzadas con malla de tarrajeo y malla electro soldada.

Dávila, D. T. (2015). Refuerzo De Muros Y Tabiques De Albañilería Con Mallas De Polímero. En su trabajo de investigación nos da por introducción el refuerzo de tabiques de mampostería con malla de polímero incrustado en la terraza puede ser una alternativa efectiva para convertir su comportamiento sísmico sensible tradicional en un sistema de disipación de energía que permitiría la separación de ladrillos dentro de estructuras de hormigón que las fuerzas sísmicas armadas resisten satisfactoriamente. También es una opción válida para el refuerzo de estructuras de mampostería de ladrillo que, por su antigüedad, no tienen elementos restrictivos.

Según Enriquez (2017), en su trabajo de investigación “Influencia de la malla metálica en muros confinados de ladrillo pandereta en edificaciones de la provincia de

Huancayo” de la Universidad Peruana los Andes. En la investigación realizada, nos presentó que el objetivo propuesto era encontrar el efecto de la malla electro soldada en los muros bloqueados con ladrillos de pandereta en las estructuras de la provincia de Huancayo. El estudio presentado es de tipo aplicado, con nivel descriptivo, explicativo y correlacionar, de diseño experimental. Se determina que la población encuestada consta de edificios de ladrillo pandereta en la provincia de Huancayo, el muestreo propuesto es no probabilístico, para el desarrollo de un edificio de 3 pisos en la Avenida Centenario del distrito y provincia de Huancayo. Se concluye que la influencia de la malla electro soldada en los tabiques de ladrillo pandereta de las edificaciones de la provincia de Huancayo mejoró la eficiencia en 28.89%, lo que indica que se trata de una estructura frágil ante sismos severos.

Flores R. (2002). Diagnostico Preliminar De La Vulnerabilidad Sísmica De Las Autoconstrucciones En Lima. Esta tesis presenta los resultados de una investigación sobre las propiedades estructurales de las viviendas autoconstruidas en los distritos de Villa el Salvador y Carabayllo en la provincia de Lima. También identifica los principales factores dentro o fuera de las viviendas que pueden afectar negativamente su comportamiento sísmico. Luego se determina su susceptibilidad sísmica a estas casas y se hace una estimación de qué tan alto podría ser el daño después de un terremoto. Para obtener la información necesaria se realizó un estudio de campo en el que se recogieron los datos necesarios de las viviendas autoconstruidas en los dos distritos mencionados. Luego se procesaron los datos recolectados y se acumularon los resultados obtenidos. Para el procesamiento de los datos obtenidos se ha tenido en cuenta el Reglamento Nacional de Edificación, estudios posteriores al terremoto de Chimbote de 1970, estudios de mampostería de la Pontificia Universidad Católica del Perú y

otras referencias mencionadas al final de este documento. La investigación se realizó para conocer cómo funciona el hágalo usted mismo en Lima. Porque un terremoto afecta a la sociedad y la economía, porque habría que hacer enormes gastos para construir nuevas viviendas.

Lajo, S -Congreso Nacional e Ingeniería Civil (CONIC, 2007) Comportamiento Sísmico De Muros De Albañilería Simple De Ladrillo Reforzados Con Malla De Polímero. Estas investigaciones se basan en los ensayos cíclicos de carga transversal de muros de mampostería simple con y sin refuerzo de tela polimérica, que se realizaron en el laboratorio estructural de la PUCP, y en información de ensayos en el exterior. Esta técnica de refuerzo consiste en utilizar la tela polimérica como refuerzo en la capa de mortero de cemento de muros de mampostería de ladrillo simple para mejorar su resistencia y capacidad de deformación inelástica.

Romero, D; Vásquez, C. (2018) de la tesis “Propuesta de Reforzamiento Estructural de un muro de Albañilería Confinada Construido Con Blocker II”. La investigación estuvo orientada a la comparación de un muro reparado y uno reforzado a carga laterales de lo cual se demuestra que un muro de albañilería confinada construida con blocker II, luego de ser afectado por un sismo, presentando daños que pueden ser reparados y reforzados por medio de una malla electro soldada pero con la condición de que las fallas estén dentro del límite de reparación a una distorsión.

Ruiz, J. (2020). En su tesis para el título de ingeniería civil “Comportamiento estructura de muros de albañilería con ladrillo pandereta reforzado con mallas de polímero y electro soldada, Distrito de Ventanilla, 2020”. Tiene como tipo de estudio aplicado, diseño de observación y nivel descriptivo explicativo con enfoque cuantitativo. La comunidad de estudio está formada por muro de ladrillos pandereta del barrio Ventanilla, tipo de espécimen

no probabilidad, tomada como muestra representativa del sustrato plomo y muros de mampostería sin refuerzo y reforzados con malla polimérica y soldadura eléctrica. En los resultados, se obtuvo un aumento de  $f$  utilizando redes de polímeros y sin embargo, no se observó ningún aumento significativo en el campo eléctrico. En cuanto a ductilidad, aumentó en un 26 y 25%, los dos refuerzos aumentaron evacuación durante un terremoto. En el aspecto económico, muros armados a un costo más alto, pero en comparación con el costo de la casa, el porcentaje será menor.

De los bachilleres Tafur, E; Narro, V. En su tesis titulada "Estudio de la Vulnerabilidad de Viviendas en la Ciudad de Cajamarca", rescatamos que tiene como objetivo principal de esta investigación el conocer y estudiar las características técnicas de las viviendas construidas en la ciudad de Cajamarca; Se estimó el comportamiento sísmico de los mismos y su vulnerabilidad sísmica resultante. La ciudad entera fue seleccionada para este estudio; es decir, las zonas urbanas y periurbanas.

En el año 2017 fue publicada la segunda edición del libro titulado análisis y diseño de edificaciones de albañilería, por el ingeniero Tomas Flavio Abanto Castillo. (Abanto F, 2015). Este libro habla de la popularidad de la albañilería confinada, construcciones típicas que inicialmente se utilizaron en el Perú con criterios de diseño incorrectos y luego abordan el sismo como la principal causa de los defectos más comunes en las construcciones. Estas deficiencias en el diseño de la albañilería se capturan bien con gráficos fáciles de entender y fotos reales como ejemplo. El pre-dimensionamiento se realiza antes de realizar los cálculos de dimensionamiento; estos cálculos se realizan de acuerdo con la norma de albañilería y la norma de seguridad sísmica. Las tablas de los resultados del diseño se crearon mediante cálculos manuales o software práctico como Excel.

La Norma E-070 versión 2006 aprobada por el ministerio de vivienda detalla los procedimientos para analizar las estructuras ya sean de albañilería armada o albañilería confinada. (E-070, 2006). También reúne los requisitos mínimos de calidad que deben tener los materiales de construcción. Esta norma actúa acorde con los criterios establecidos también con la Norma E030 de la que tiene varias actualizaciones la primera en el año 2006, la segunda en el año 2016 y la última actualización es la del año 2018. Esta norma fue creada por métodos racional establecidos por la mecánica de materiales y la resistencia de materiales.

La Norma E-030 versión 2018 aprobado mediante resolución ministerial N°355-2018-vivienda establece las condiciones mínimas para diseño sismo resistente, con la filosofía de evitar pérdidas humanas, mantener y asegurarse de que los servicios básicos sigan funcionando ante cualquier evento sísmico severo. (E-030, 2018). Establece los criterios y formulas necesarias para realizar todos los análisis correspondientes para asegurar la correcta ejecución del proyecto.

- **Internacional**

Según ACI Committee 440. (2010). *ACI 440.7R-10: Guide for Design and Construction of Externally Bonded Fiber-Reinforced Polymer Systems for Strengthening Unreinforced Masonry Structures (Guía para el diseño y la construcción de sistemas de polímeros reforzados con fibra adheridos externamente para fortalecer estructuras de mampostería no reforzadas)*. Comenta que los sistemas de polímero reforzado con fibra (FRP) son una opción a considerar para reforzar estructuras de mampostería no reforzadas (URM). Tradicional. En comparación con los sistemas tradicionales, las propiedades de los sistemas FRP incluyen alta resistencia a la tracción, peso ligero, construcción simple y resistencia a la corrosión. Esta guía proporciona información general sobre el uso de sistemas

FRP, una descripción de las propiedades únicas de sus materiales y recomendaciones para planificar, diseñar e inspeccionar sistemas FRP para reforzar las estructuras URM. Estas pautas se basan en la evidencia de una revisión exhaustiva de la investigación experimental y analítica y las aplicaciones de campo.

Según ACI Committee 549. (2013). ACI 549.4R-13: Guide to Design and Construction of Externally Bonded Fabric-Reinforced Cementitious Matrix (matriz cementosa reforzada con malla) Systems for Repair and Strengthening Concrete and Masonry Structures. Acuña R. (2014). Características técnicas del ladrillo artesanal del caserío el Frutillo - Bambamarca – Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca. Resume sistemas de matriz cementosa reforzada con tela (FRCM) para la reparación y el refuerzo de estructuras de hormigón y mampostería son una alternativa a las técnicas tradicionales como la fibra reforzada polímeros (FRP). FRCM es un material compuesto que consta de una o más capas de matriz a base de cemento reforzada con fibras secas en forma de malla abierta o tejido. Las matrices suelen estar hechas de combinaciones de cemento Portland, humo de sílice y cenizas volantes como aglutinante. Cuando se adhiere al hormigón o elementos estructurales de mampostería, forman un sistema FRCM que actúa como refuerzo suplementario adherido externamente. Esta guía aborda la historia y el uso de la reparación y el fortalecimiento del sistema FRCM; sus propiedades materiales únicas; y recomendaciones sobre su diseño, construcción e inspección. Las pautas se basan en investigación experimental, trabajo analítico y aplicaciones de campo.

Carozzi, F. G., & Poggi, C. (2015). Mechanical properties and debonding strength of Fabric Reinforced Cementitious Matrix (FRCM) systems for masonry strengthening. Tiene como resumen que los compuestos de matriz de cemento reforzados con tela (FRCM) son materiales avanzados a base de cemento que se utilizan a menudo para fortalecer las

estructuras de mampostería o concreto. El sistema suele estar compuesto por una red seca de fibras incrustadas en una matriz de cemento enriquecida con fibras cortas. Un parámetro importante para el diseño de armaduras estructurales es la capacidad de carga de tracción de los compuestos FRCM. Debido a su heterogeneidad, los composites FRCM presentan un interesante comportamiento mecánico en tensión, que depende de las propiedades de los componentes y de la fuerza de unión.

Carozzi, F. G., Colombi, P., & Poggi, C. (2015). Calibration of end-debonding strength model for FRP-reinforced masonry. Tiene como resumen los compuestos de matriz de cemento reforzados con tela (FRCM) son materiales avanzados a base de cemento que se utilizan a menudo para fortalecer las estructuras de mampostería o concreto. El sistema suele estar compuesto por una red seca de fibras incrustadas en una matriz de cemento enriquecida con fibras cortas. Un parámetro importante para el diseño de armaduras estructurales es la capacidad de carga de tracción de los compuestos FRCM. Debido a su heterogeneidad, los composites FRCM presentan un interesante comportamiento mecánico en tensión, que depende de las propiedades de los componentes y de la fuerza de unión.

Para evaluar el comportamiento sísmico de esta técnica de refuerzo en se estimaron algunos parámetros relacionados con el comportamiento cíclico en el área inelástica, como el reforzado. Se desarrollaron modelos inelásticos de elementos finitos de los muros reforzados para evaluar su comportamiento de carga. Con base en los resultados experimentales y analíticos, se evaluó la efectividad de la aplicación de esta técnica para el refuerzo de muros de mampostería de ladrillo simple con malla de polímero.

D'Ambrisi, A., Feo, L., & Focacci, F. (2013). Experimental and analytical investigation on bond between Carbon-FRCM materials and masonry. Resumen que los edificios históricos de mampostería a menudo necesitan ser reforzados y mejorados para

cumplir con los requisitos actuales de regulación sísmica. Recientemente se han llevado a cabo numerosas intervenciones para unir materiales compuestos a la superficie de elementos de mampostería existentes. La eficacia de estas intervenciones depende en gran medida de la unión entre el material de refuerzo y la mampostería y de las propiedades mecánicas del soporte de mampostería. En este artículo, la unión entre materiales de matriz cementosa reforzada con fibra (FRCM) que consiste en una celosía de carbono incrustada en una matriz a base de concreto y mampostería se investiga experimental y analíticamente. Se presentan resultados experimentales de ensayos de doble cizallamiento que involucran diferentes longitudes de enlace.

Dowling D. (2002). “Adobe housing in El Salvador: Earthquake performance and seismic improvement” Vivienda de Adobe en El Salvador: performance sísmica y mejoramiento sísmico. Donde el adobe es el material habitacional predominante en las zonas rurales de El Salvador, principalmente por sus beneficios económicos y facilidad de construcción. La alta sismicidad de El Salvador ha expuesto repetidamente la vulnerabilidad de las viviendas tradicionales de adobe a las fuerzas de los terremotos, como se demostró espectacularmente en los severos terremotos de 2001. Este documento presenta las características de las viviendas tradicionales de adobe en el Salvador, incluidas las técnicas de construcción y distribución, seguido mediante una discusión sobre el desempeño de las construcciones de adobe en los recientes terremotos en El Salvador. El impacto de los terremotos de 2001 se demuestra con datos estadísticos, que también revelan el severo déficit habitacional en El Salvador.

Fernando D. (2007) Alternativa estructural de refuerzo horizontal en muros de mampostería. La ejecución del refuerzo horizontal en muros de mampostería con ladrillos de arcilla cocida es una técnica común en varios países. En esta obra se propone una prueba para

muros de mampostería representativos de la ciudad de Tunja con el uso de nervaduras de acero como alternativa al refuerzo horizontal. Este estudio incluye definir los tipos de material a utilizar, las propiedades de los muros a ensayar y las variables a utilizar, tanto en los muros como al realizar el ensayo de presión diagonal, los tipos definen muros con sus propias propiedades de refuerzo. Los resultados del proceso de análisis del comportamiento individual y general de los muros de mampostería sometidos al ensayo de compresión diagonal permiten identificar la variación del esfuerzo cortante representativo para cada tipo de muro en relación al refuerzo utilizado, los diferentes modelos y tipología de falla.

Manzoni, E., Dusi, A., Mezzi, M. (2018), Del trabajo de investigación “Polymeric grid for a cost effective enhancement of the seismic performance of masonry buildings. Word Conference on Earthquake Engineering”, Resume sobre el comportamiento de los muros de mampostería, reforzados con rejillas de polímero incrustadas en capas de yeso, como herramienta para la mejora sísmica en edificios de mampostería de ladrillo ha sido investigado mediante ensayos experimentales. Los resultados de las campañas experimentales se resumen y discuten en el documento. A partir de los datos experimentales y los resultados de las simulaciones numéricas, se proponen modelos simplificados que se utilizarán como herramientas para el diseño de las medidas de modernización. Los modelos tienen en cuenta adecuadamente los llamados mecanismos de colapso "primero" y "segundo", así como el efecto de celosía en la evolución de los mecanismos antes mencionados.

Muñoz Cebrián, F. (2011). En su tesis “Comportamiento Mecánico Del Hormigón Reforzado Con Fibra De Polipropileno Multifilamento O: Influencia Del Porcentaje De Fibra Adicionada”, donde el objetivo del presente trabajo es investigar la influencia de la incorporación de fibras de polipropileno multifilamento en hormigón de alto rendimiento sobre las propiedades mecánicas del hormigón endurecido. En concreto endurecido, se

encontró que la adición de fibras de polipropileno no tiene mayor influencia en el aumento de la resistencia a la compresión del concreto, y que, por el contrario, el aumento en la proporción de fibras de polipropileno en la mezcla de concreto influye directamente en la disminución de su resistencia a la flexión.

Papanicolaou, C. G., Triantafillou, T. C., Karlos, K., & Papathanasiou, M. (2007). De la tesis “Textile-reinforced mortar (TRM) versus FRP as strengthening material of URM walls: in-plane cyclic loading”. En este estudio, se investiga experimentalmente la aplicación de un nuevo material de construcción, el mortero reforzado con textiles (TRM), para aumentar la capacidad de carga y la deformabilidad de los muros de mampostería no reforzada bajo la carga cíclica. La aplicación de TRM unido externamente se considera en esta tesis como un método alternativo a la aplicación de polímeros reforzados con fibra (FRP). Por lo tanto, la efectividad de las superposiciones TRM se califica como en comparación con la de FRP. Se realizaron ensayos de tamaño medio en 22 muros de albañilería expuestos a cargas cíclicas en la aeronave. Se utilizaron tres tipos de muestras: (a) muros de cortante; (b) pilares de vigas; y (c) barras. Los parámetros bajo la investigación comprendió el material de la matriz (mortero vs. resina), el número de capas textiles y el esfuerzo de compresión de los paneles de pared y soportes de vigas. En comparación con sus contrapartes impregnadas de resina, los textiles impregnados con mortero pueden tener típicamente una eficacia menor en términos de resistencia, pero un mucho mayor en términos de deformabilidad. Los resultados de este estudio de indican que los TRM representan una solución muy prometedora para la mejora estructural de estructuras de mampostería en plano.

Sofronie R, Editor (Portugal, 2005), Aplicaciones De Técnicas De Refuerzo Con Rejillas De Polímeros Para Edificios De Mampostería, el artículo presenta un resumen de los resultados de la investigación sobre la protección sísmica de edificios de mampostería.

Primero se discuten el problema de la albañilería y los primeros datos de investigación. La síntesis de las pruebas de laboratorio proporciona una visión general de los conceptos y métodos utilizados en el trabajo experimental llevado a cabo durante una década y seguido de la validación numérica. Posteriormente el papel presenta el efecto sándwich, las celosías poliméricas como refuerzo, el método de refuerzo de la mampostería estratificada, la mampostería de confinamiento, la homogeneización y conformación de las construcciones de mampostería, el efecto latigazo, la resistencia al impacto de la mampostería, impacto y medio ambiente. Reacciones, y finalmente el enfoque de diseño en mampostería compuesta con celosías poliméricas.

Torrealva, D. (2015). “Rejilla estructural de polímero reforzada para mampostería de ladrillo”. En primer lugar, el artículo ofrece una descripción general de las 24 muestras que se analizarán. Por otro lado, comienza a ocuparse de las propiedades de los materiales de construcción y además de los métodos de construcción de las muestras. En tercer lugar, se pasa la fase de pruebas al donde se mencionan las pruebas realizadas (elementos sensores, variables examinadas y cargas aplicadas). En cuarto lugar se enumeran los resultados de los ensayos, en los cuales el ensayo de cizallamiento por compresión mostró un ligero aumento de resistencia y ningún aumento de rigidez y en el ensayo de flexión claramente los efectos positivos de la presencia de la malla en la carga de rotura, en el alargamiento de rotura y en el de la energía disipada de las paredes. En última instancia, estos resultados hicieron posible desarrollar una primera expresión matemática para la capacidad de momento de carga de muros de mampostería reforzados con mallas poliméricas.

Barbieri, G., Biolzi, L., Bocciarelli, M., & Cattaneo, S. (2015). Pull out of FRP reinforcement from masonry pillars: Experimental and numerical results. En este artículo, se investigaron los fenómenos de desunión entre las tiras de polímero reforzado con fibra de

carbono (CFRP) y el soporte de mampostería sobre la base de pruebas de cizallamiento de una sola capa, considerando diferentes dimensiones de la longitud de la unión. Para capturar la respuesta post-pico de la junta CFRP-mampostería, se controló el deslizamiento entre el soporte y la tira de refuerzo usando un calibre de clip colocado en el extremo del refuerzo. Las pruebas se simularon mediante un modelo de elementos finitos capaz de capturar el comportamiento de retroceso posterior al pico debido al proceso de falla. El modelo numérico se basa en elementos de interfaz de espesor cero y en una ley de cohesión no lineal adecuada. La comparación entre los resultados experimentales y numéricos se realizó en términos de respuesta general, medida tanto por la carrera de la máquina como por el calibre del clip colocado en el extremo libre del refuerzo. Se consideraron los casos de longitud de unión efectiva mayor y menor que la longitud mínima de anclaje, sugerida por la recomendación italiana del CNR.

Mardonado, G; Castro, N; Buss, D. (2017) Evaluación de un sistema de refuerzo estructural para un edificio, el problema de las edificaciones existentes, cuya construcción se remonta a la década de la década de los 70, es una realidad inexorable por el peligro que supone por la falta de previsión en las construcciones antisísmicas.

Según Umamaheswari; Kanchidurai; Krishnan y Baskar (2018) en su investigación titulado “Fortalecimiento de mampostería de ladrillo con malla de alambre soldada” En este documento se realizó una prueba de resistencia a la flexión en prismas de ladrillo rectangulares con dos tipos de malla de alambre soldado (malla recubierta de epoxi de 12 mm y malla de alambre galvanizado) con pasos de 15 mm. Los prismas de mampostería se moldean y se prueban de acuerdo con las instrucciones dadas en ASTM E518 E51815. En el resultado se observó una mejora significativa en la resistencia a la flexión de la junta en toda la malla recubierta con epoxi y en el prisma de mampostería de alambre incrustado GI. Los

prismas de malla recubiertos con epoxi lograron un valor del 18% (promedio) de más alto que la malla de alambre GI y los insertos de malla de alambre GI lograron una ganancia de el FBS sobre el prisma de mampostería. Los valores del coeficiente de ductilidad mejoran mucho en y parece indicar la resistencia del prisma de mampostería.

Toda la provincia de Mendoza, Argentina, está ubicada en una región de alto riesgo sísmico. El área metropolitana de Mendoza tiene intensidades sísmicas iguales o superiores a VI M.M. a las menos once veces en los últimos 200 años. El caso de estudio corresponde a un edificio existente en el centro de la ciudad de Mendoza. Fue construido en la década del en la década de 1950 y, dada la necesidad de su re funcionalización, se encargó el estudio para evaluar el estado de conservación del y su adecuación al actual código antisísmico en la ley de competencia. El estudio permitió justificar la necesidad de un sistema integral de refuerzo estructural no solo por el estado agrietado de los muros de mampostería existentes y / o encadenamiento incompleto, sino también por la falta de planos antisísmicos requeridos para cumplir con los requisitos.

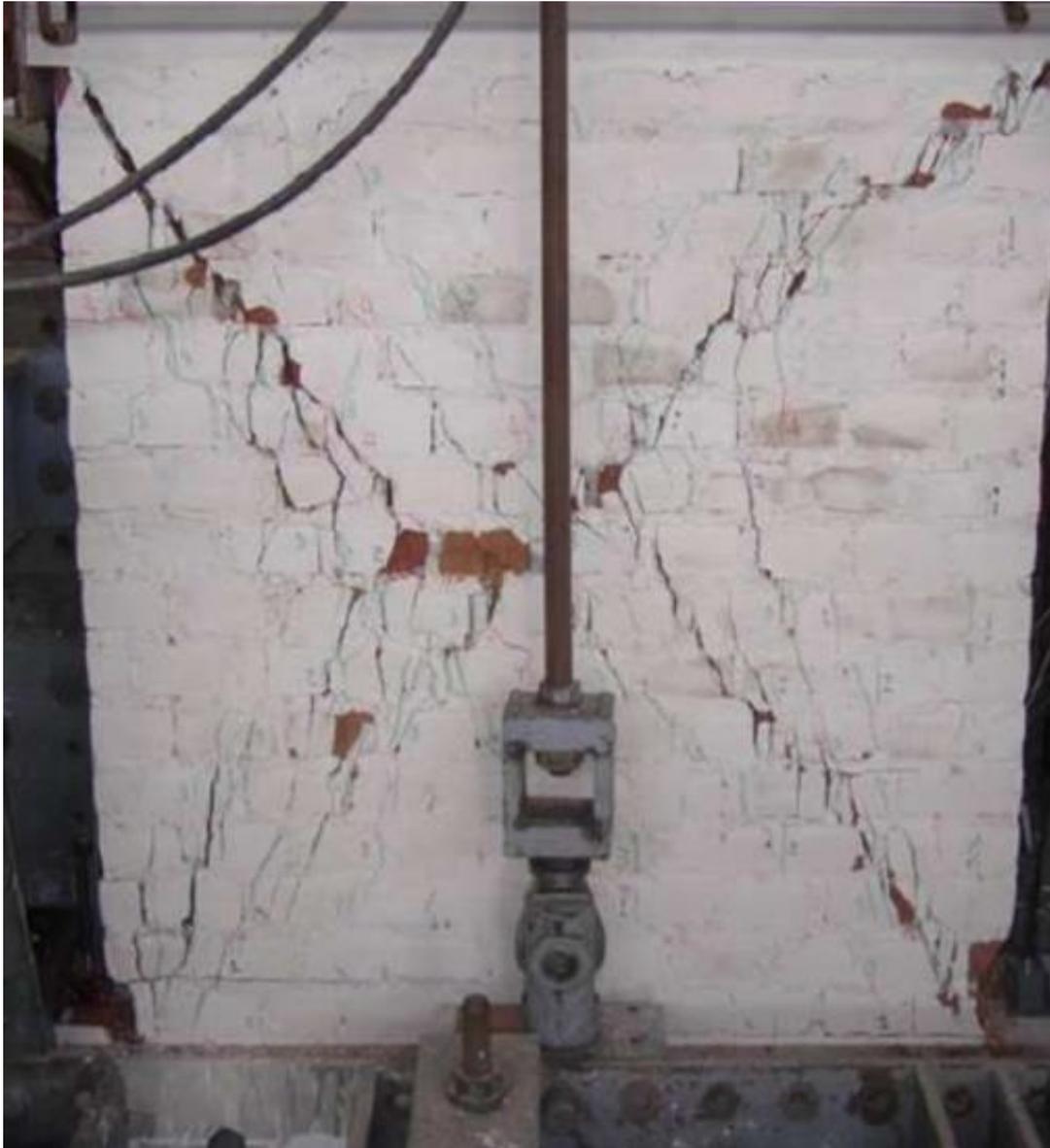
El mundo de las estructuras utiliza polímeros adheridos a muros de albañilería para reforzar superficialmente la estructura existente para incrementar su densidad, resistencia y ductilidad. Los dos sistemas más extendidos y conocidos se denominan FRP (polímero reforzado con fibra) y FRCM (matriz cementosa reforzada con malla), después de la abreviatura en inglés. Ambos sistemas de refuerzo de superficie son materiales compuestos que utilizan una fibra polimérica, tela o malla incrustada en una matriz adhesiva. En el caso del polímero reforzado con fibra, consiste en una resina adhesiva que envuelve un tejido polimérico y este conjunto se coloca sobre la superficie de un muro de albañilería a reforzar. Este tipo de refuerzo tiene buenas propiedades mecánicas, se instala rápidamente, es liviano y se puede aplicar a diferentes tipos de mampostería como ladrillo o piedra natural (Carozzi,

2015). Sin embargo, algunas de sus principales desventajas son su mal funcionamiento en zonas calientes, la imposibilidad de aplicarlo sobre superficies húmedas y la carencia de permeabilidad al vapor, lo que no permite reforzar estructuras históricas que contengan los muros frescos (D' A, 2013). Por otro lado, está el sistema de matriz cementosa reforzada con tela que funciona de la misma manera que el polímero reforzado con fibra, con la diferencia que en lugar de una resina se utiliza una matriz de mortero. El matriz cementosa reforzada con tela resulta ser una mejor alternativa de refuerzo superficial; ya que, además de brindar las mismas propiedades mecánicas del polímero reforzado con fibra, cubre las características que el polímero reforzado con fibra carece siendo algunas de las más importantes: su resistencia al calor y permeabilidad. A pesar de que las características de la matriz cementosa reforzada con tela engloban a las de polímero reforzado con fibra, la experiencia muestra que, para ambos sistemas, el colapso de los muros reforzados superficialmente ocurre cuando el refuerzo se desprende. Por consiguiente, existen códigos de diseño y construcción con estos sistemas en donde se utiliza el criterio de desprendimiento del refuerzo superficial como parámetro de diseño. Por ejemplo, en el caso de polímero reforzado con fibra existe el ACI 440.7R-10 el cual ofrece una ecuación para calcular la longitud de desarrollo del refuerzo y, en base a esto, recomienda diseñar con una longitud de anclaje en particular para prevenir el desprendimiento prematuro y asume que la falla que gobierna el sistema es el desprendimiento del polímero reforzado con fibra al sustrato de albañilería (ACI, 2010). Esto último se asume porque en investigaciones experimentales más recientes se ha encontrado que una falla en la separación en los sistemas de matriz cementosa reforzada con malla ocurre debido a la separación completa del polímero reforzado con fibra del sustrato de albañilería; Por otro lado, se han producido varios tipos de fallas en los sistemas de matriz cementosa reforzada con malla. (Papanicolaou, 2007). Por consiguiente, existe el documento

ACI 549.4R-13 para el diseño de matriz cementosa reforzada con tela, que asume para sus diseños que el modo de falla está determinado por la matriz cementosa reforzada con tela, que falla de tres formas posibles: por falla a tracción de la matriz cementosa del material, por desprendimiento de la fibra de polímero de la matriz de mortero o por desprendimiento del sistema de matriz cementosa reforzada con rejilla del sustrato de albañilería (ACI, 2013).

Estos dos ejemplos muestran que la falla por desprendimiento es un fenómeno que limita el diseño y que el comportamiento de la adherencia debe investigarse a fondo para esto. Por ello, en los últimos años se han realizado varios intentos, que han consistido en adherir y tensar una pieza de refuerzo superficial sobre el sustrato de albañilería con el fin de determinar la fuerza de rotura, la deformación del refuerzo, el deslizamiento entre el refuerzo y el sustrato, el tipo de falla, etc. Durante estas pruebas se variaron varios parámetros como la longitud del anclaje, el tipo de matriz, el tipo de albañilería y el tipo de fibra polimérica. (Carozzi, 2015).

En muros de albañilería se realizaron ensayos similares a los anteriores, además de otros más complejos. Uno de los principales experimentos fueron los experimentos de presión de corte cíclica en muros simples, con tarrajeo y con tarrajeo que están reforzadas con geo malla. En los ensayos sobre los muros simples y tarrajeados se muestran en la figura 1.1 y figura 1.2 respectivamente en donde se ve que se caracterizan por tener una grieta diagonal amplia. Por otro lado, en el ensayo sobre el muro tarrajado-reforzado con geomalla de la figura 6 se nota que se forman grietas finas distribuidas en casi toda la superficie del muro, lo cual demuestra que el refuerzo es capaz de mantener la integridad del muro para que este continúe resistiendo cargas verticales.



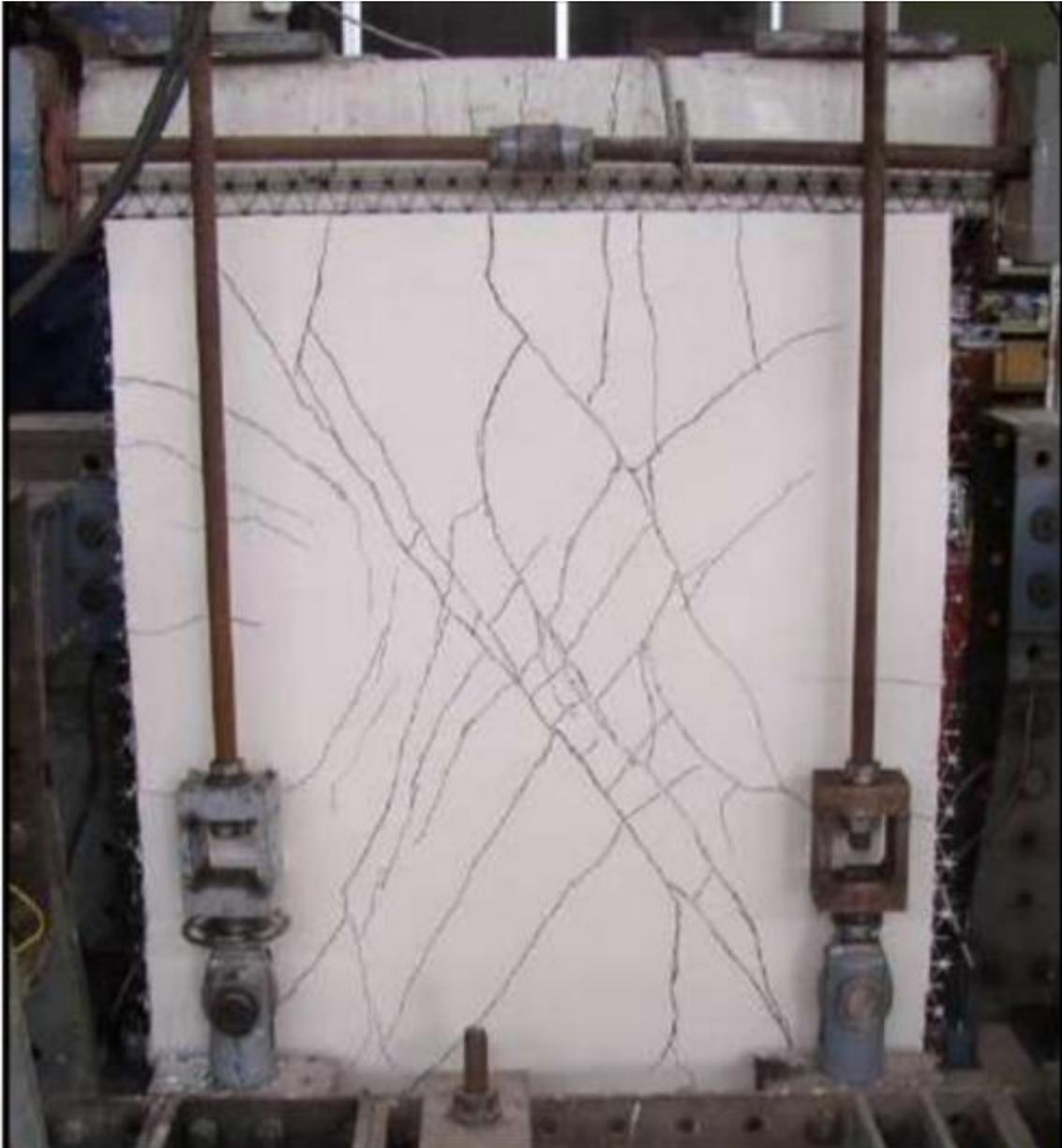
**Figura 1.1: Ensayo Cíclico Corte-Compresión Sobre Muro Simple.**

Fuente: (Torrealva Dávila, 2015)



**Figura. 1.2: Ensayo cíclico corte-compresión sobre muro tarrajado.**

Fuente: (Torrealva Dávila, 2015)

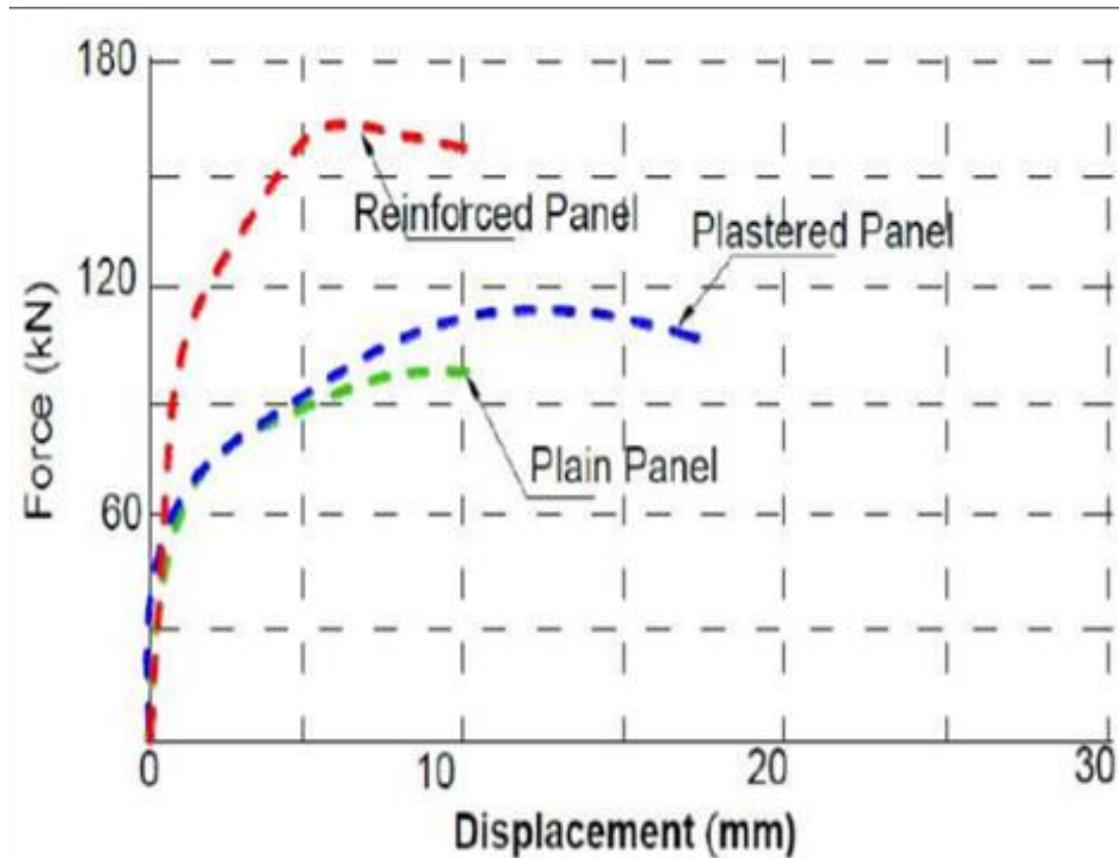


**Figura 1. 3: Ensayo Cíclico Corte-Compresión Sobre Muro Reforzado-Tarrajeado.**

Fuente: (Torrealva Dávila, 2015)

Luego, como se muestra en la figura 1.3, Cabe señalar que el tarrajeo aumenta la resistencia y aumenta significativamente la capacidad del muro para deformarse lateralmente. Además la adición de la Geo malla como refuerzo de área aumenta significativamente la capacidad de carga de corte del muro, pero la capacidad de deformación disminuye. Por tanto, la clave para obtener un aumento sustancial de la resistencia es la adherencia de la geo

malla para que este refuerzo absorba las tensiones del muro y es necesario estudiar la interacción mortero-ladrillo-geo malla para encontrar un equilibrio favorable entre ductilidad y resistencia.



**Figura 1.4: Diagrama Fuerza-Deformación Lateral de los Ensayos de Corte/Compresión.**

Fuente: (Torrealva Dávila, 2015)

Por lo tanto, las pruebas de adherencia en el conjunto de geo malla-mortero-ladrillo. La prueba consistirá en colocar un tramo de geo malla sobre un ladrillo, pegarlo con mortero y tirar de la geo malla hasta que se rompa.

El propósito de la prueba es determinar la longitud del anclaje que se necesitaría para reforzar una casa de albañilería de arcilla industrial, por lo que solo se utilizó un tipo de mortero, un tipo de ladrillo y solo un tipo de geo malla. Dado que el parámetro de estudio fue la longitud del anclaje, se varió para valores de 0,05m, 0,1m y 0,15m. Para ensayos con

longitudes de anclaje de 0,05m y 0,1m, la geo malla tendrá un mal comportamiento, ya que en algunos casos el refuerzo superficial puede desprenderse del ladrillo. Por lo tanto, para la prueba de 0.15m, la geo malla llegó a fallar sin desprenderse del ladrillo. Si la longitud del anclaje se define como la longitud requerida para que el refuerzo geo sintético alcance la falla sin romperse del ladrillo, entonces 0.15m fue una longitud de anclaje satisfactoria requerida para la prueba.

### **Bases teóricas**

#### **Vulnerabilidad sísmica**

La vulnerabilidad sísmica de una edificación es una magnitud que permite cuantificar el tipo de daño estructural, el modo de falla y la capacidad resistente de una estructura en condiciones de probable sismo (Silva, 2010).

La vulnerabilidad sísmica cuantifica el riesgo basándose únicamente en las propiedades de la estructura. El peligro sísmico es la magnitud que cuantifica el riesgo en función del área geográfica en la que se encuentra la estructura. Tanto la vulnerabilidad sísmica de una estructura como el peligro sísmico asociado con su ubicación, así como el posible daño sísmico, contribuyen a la cuantificación del riesgo sísmico asociado a un complejo. De esta manera dos edificios idénticos en sus características físicas presentarán una vulnerabilidad sísmica equivalente, pero un peligro sísmico que dependerá de acuerdo al lugar del emplazamiento.

La vulnerabilidad sísmica es el área de trabajo de la ingeniería sísmica cuyo objetivo es reducir el riesgo sísmico teniendo en cuenta los costos y los principios de la ingeniería estructural (Silva, 2010).

## **Muros de ladrillo**

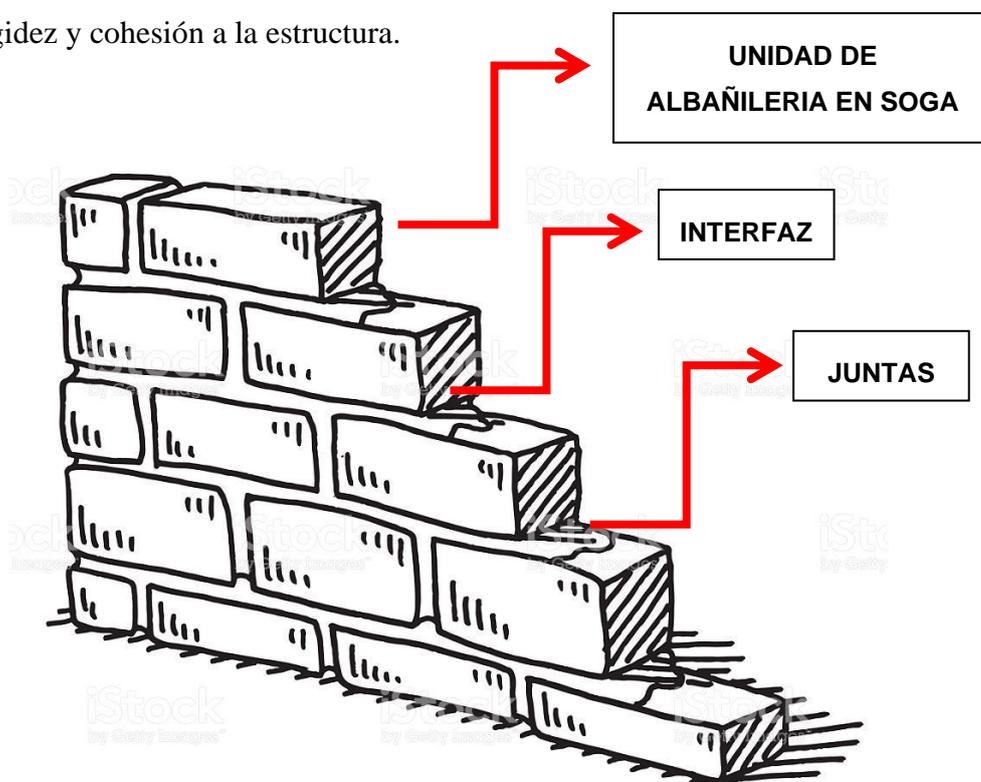
Los muros son de ladrillo macizo o perforado encuadrado con mortero. Cuando los ladrillos tienen una misión estructural, deben colocarse con algún tipo de plataforma que asegure que las piezas de ladrillo encajen entre sí.

Pueden consistir en ladrillos de barro cocido (completos y perforados) y ladrillos de arena y mortero de cemento. En la construcción de muros de ladrillo intentamos que estén lo más entrelazados posible; Por tanto, se utiliza el llamado procedimiento de colocación de los muros en las juntas, es decir, evitando que las juntas verticales coincidan. Puede ser que las juntas verticales coincidan, como ocurre en algunos muros ornamentales, y luego se denominan juntas continuas. Los muros de ladrillo llevan el nombre de la forma en que se colocan los ladrillos.

## **La albañilería de arcilla**

La albañilería de arcilla es un material heterogéneo (compuesto) con propiedades anisótropas, es decir, varían según la dirección de análisis. Está hecho de mortero, una mezcla de cemento, arena y agua, o alguna otra mezcla de aglutinante y ladrillos a base de arcilla. Según la Asociación Estadounidense de Funcionarios Estatales de Carreteras y Transporte (AASHTO), la arcilla es un suelo con un tamaño de grano de menos de dos milímetros y desarrolla plasticidad cuando se mezcla con una cierta cantidad de agua. Una de sus clasificaciones lo divide en albañilería simple y albañilería armada. Los muros de mampostería lisa no tienen refuerzo estructural, o si lo tienen, no se catalogan como muros reforzados por no cumplir con los requisitos mínimos legales. Parte de un muro de albañilería de barro se muestra en la figura 1.5. La albañilería también se utiliza como albañilería

confinada, que se caracteriza por la presencia en los marcos de elementos de concreto que le dan rigidez y cohesión a la estructura.



**Figura 1.5: Albañilería de Arcilla Ladrillo**

### **Ladrillo**

El ladrillo es un material que se encuentra en todo tipo de construcción civil de mampostería. La mampostería se puede hacer a partir de arcilla, concreto y concreto con una mezcla de silicato-cal debido a su materia prima. (Gallegos, 2005). En la presente investigación se utilizaron unidades de tono.

“El ladrillo es una pieza en forma de prisma rectangular; que se utiliza para la construcción de varios edificios. Generalmente se hace a partir de tierra arcillosa, se amasa con agua, se le da forma, se seca y luego se quema a alta temperatura (800 ° C a 1000 ° C). Los ladrillos se venden por miles, se almacenan en pilas de no más de 2,00 m de altura. Se

denominan ladrillos cuando se pueden manipular y colocar con una mano y bloques cuando se deben usar ambas manos por su peso y dimensiones” (RNE, 2021)

El ladrillo es una unidad de arcilla cocida con hormigón u otro material cerámico, como se muestra en la Figura 1.6. En el mercado se fabrican con dimensiones estándar y con diferentes configuraciones; por ejemplo, unidades huecas o macizas que se diferencian en el porcentaje del área bruta que representa el área neta (sin tener en cuenta los huecos) en la sección paralela a la superficie del asiento. También se dividen según su método de fabricación, ya sea artesanal o industrial, o se denominan alveolares si son unidades huecas o macizas, pero tienen celdas para acomodar el refuerzo vertical. Características como estas definen la resistencia de la unidad de ladrillo.



**Figura 1.6: Unidad de Ladrillo Alveolar Mortero**

**Tabla 1.1: Características comerciales de ladrillo King Kong 18 huecos**

<b>Dimensiones</b>	<b>Largo</b>	24 cm.
	<b>Ancho</b>	13 cm.
	<b>Alto</b>	9 cm.
<b>Clasificación</b>	Unidad sólida	

<b>Absorción</b>	< 11%
<b>Resistencia</b>	> 162 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Densidad</b>	> 2000 kg/m <sup>3</sup>
<b>Peso</b>	3.6 kg.

### Características básicas

(Gallegos, 2005). En su forma tradicional, los ladrillos se consideran material de construcción, consisten en unidades colocadas como mortero. En consecuencia, es un material unitario suelto o conectado. Este hecho del está confirmado por ensayos y a través de la experiencia podemos confirmar que se trata de un material heterogéneo y aniso trópico, que por naturaleza tiene una alta resistencia a la compresión de , dependiendo principalmente de cada unidad, mientras que la resistencia a la compresión del es reducida y controlada. por la adherencia entre la unidad y el mortero.

(Gallegos, 2005). De esto concluyen: a veces sucede que la mampostería está formada por unidades de baja resistencia donde la adherencia a la unidad de mortero puede ser igual o mayor que la resistencia a tracción de la propia unidad; para estos casos hay que aceptar que la resistencia será muy baja. Dado que esta no es la situación presentada con unidades de calidad razonable, el texto asumirá las características básicas de para mampostería como se describe en el párrafo anterior.

Según (IDECAP, 2008). Dice: “En las últimas décadas la mampostería también se ha integrado con cuerpos huecos fijados con mortero o superpuestos sin el uso de mortero los cuales se rellenan con hormigón líquido. Las características antes mencionadas de heterogeneidad, anisotropía y debilidad en la tracción”.

(Acuña Vásquez, 2014). Define que: El ladrillo constituye una alternativa masiva como material de construcción en casi todos los países. Si bien el requisito mundial es industrial, en Perú se prefiere el ladrillo artesanal.

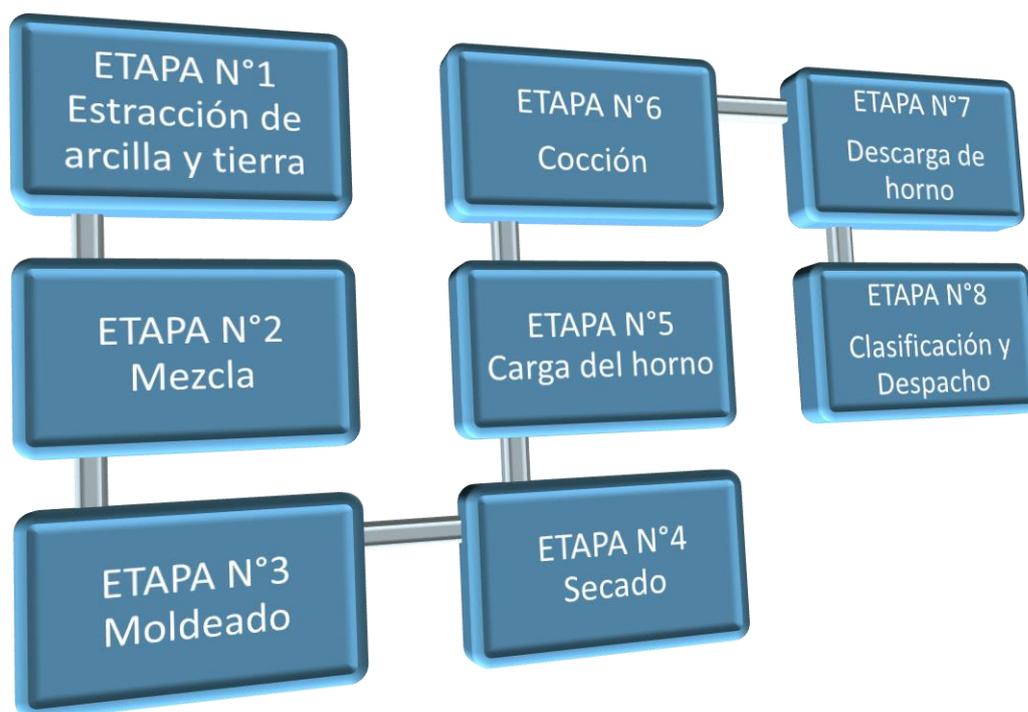
### **Ladrilleras artesanales**

Según el Ministerio de Actividades Productivas (2010) se establece que: “hornos artesanales de ladrillos utilizan hornos fijos con fuego directo, techo abierto y tiro ascendente para la cocción también llamados ladrillos cocidos o simplemente quemados. Para las paredes del estos hornos no proporcionan un buen aislamiento porque son delgados, y es su geometría la que el tiende a tener una gran zona de cocción horizontal; características que reducen la eficiencia tanto en velocidad de cocción como en calidad del producto”.

Huayta (2014) dice: “Típicamente, cada ladrillero construye su horno en periferias de ciudades en áreas donde las materias primas son abundantes o son muy cercanas y convenientes, que abundan las condiciones climáticas principalmente con viento y lluvias que las favorecen; luego llegan otros artesanos ladrilleros al lugar, conformando un área de actividades ladrilleras caracterizada por un paisaje donde se destaca el relieve de los hornos”.

### Etapa de actividad

El Diagrama de flujo general para la actividad ladrillera se muestra en el siguiente esquema:



*Fuente:* Guía de buenas prácticas en ladrilleras.

### Limitación de su aplicación

El uso o aplicación de las unidades de albañilería estará condicionado a lo indicado en la Tabla 1.2. Las zonas sísmicas son las indicadas en la RNE E.030 Diseño Sismo resistente.

**Tabla 1.2: Limitación en el uso de albañilería para fines estructurales**

LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES			
	ZONA SISMICA 2 Y 3		ZONA SISMICA 1
TIPO	Muro Portante en	Muro Portante en	Muro Portante en todo

	<b>Edificios de 4 pisos a más</b>	<b>Edificios de 1 a 3 pisos</b>	<b>Edificio</b>
Solido Artesanal	No	Si, Hasta 2 pisos	Si
Solido Industrial	Si	Si	Si
Alveolar	Si (Celdas totalmente rellenas con grout)	Si (Celdas parcialmente rellenas con grout)	Si (Celdas parcialmente rellenas con grout)
Hueca	No	No	Si

*Fuente: RNE (Componentes de la Albañilería)*

### **Mortero**

Según la norma técnica E.070 (RNE, 2021), el mortero es el material que se utiliza para adherir horizontal y verticalmente a las estructuras de albañilería. Este material puede constar de varios componentes como arena, cemento, cal, etc. Las juntas de mortero en la mampostería representan niveles de "debilidad", ya que la resistencia proporcionada por el mortero es comparativamente menor que la de los ladrillos, por lo que a menudo se producen errores a lo largo de estos niveles. La figura 1.7 muestra juntas de mortero a base de cal.

La capacidad adhesiva del mortero que aporta el cemento y esta se obtiene cuando "los solubles en cemento, la etringita, son absorbidos por las unidades de albañilería cristalizándose como agujas en sus poros". (Oier, 2018).

En esta investigación se utilizarán 2 tipos de mortero. El primer tipo es un mortero cuyos componentes son cemento y arena en relación 1: 5 respectivamente, el segundo tipo es un mortero cuyos componentes con cemento, cal y arena en relación 1: 1: 5.

Las principales propiedades de los morteros son las mismas, que se mejoran con la adición de cal en la dosificación. Los estudios de la Asociación de la Industria del Mortero mencionados en sus documentos de hoja de datos muestran las siguientes propiedades del mortero con cal:

- Plasticidad: esta propiedad se relaciona directamente con la trabajabilidad, los morteros con cal tienen mayor capacidad de retener agua por ello mejor plasticidad.

- Hidrofugante: una sustancia hidrofugante es aquella que evita la humedad o las filtraciones y la cal es considerada como el mejor hidrofugante natural.

- Deformable: los morteros con cal ofrecen mejor comportamiento deformable sin agrietarse ante los cambios bruscos de temperatura.

- Durabilidad: los morteros con cal al ser hidrofugante, reducen la penetración de agua y minimizan los efectos perjudiciales de las heladas.

- Adherencia: la cal mejora la adherencia del mortero (AIM, 2004).

Pero por otro lado el uso de cal en las mezclas de mortero reducen su resistencia a la compresión (San Bartolomé, 2011). Además, la experiencia demuestra que la resistencia a la compresión de un mortero de cemento, cal y arena en comparación con otros morteros de cemento y arena tradicional es prácticamente la misma, siendo la resistencia del mortero tradicional ligeramente superior. Esto ocurre porque, además del cemento la arena es el principal elemento que ofrece resistencia a la compresión, mientras que la cal actúa principalmente como aglomerante. Por lo tanto en un volumen de mortero de cal la arena ocupa menos espacio que un mortero tradicional y por lo tanto reduce sus propiedades de resistencia. Sin embargo, el mortero de cal tiene una ventaja en algunas situaciones sobre el mortero tradicional ya que ofrece prácticamente la misma resistencia con mejor adherencia,

una propiedad importante para el buen comportamiento sísmico de un muro. La adhesión se evalúa para esta investigación, el mortero de cal puede tener algunas ventajas sobre el mortero de arena tradicional.

Para la elaboración de mortero se emplearon los siguientes materiales:

- Cemento: se emplea el cemento Portland tipo I, el cual es normalizado. El peso volumétrico del cemento lo indica el fabricante; para este caso se utilizó una bolsa de cemento de 42.5kg con peso volumétrico de 1500kg/m<sup>3</sup>.

- Arena gruesa: se emplea arena gruesa de granos redondeados que debe estar bien graduada, debe cumplir la norma ASTM D-75, lo cual ayuda a que el mortero que es hecho con arena estandarizada sea denso y resista a la intemperie.

- Cal de obra: en esta investigación se usa cal de obra que es la cal más simple y ampliamente utilizada en albañilería.

- Agua: el agua debe estar limpia y en ningún caso debe contener restos orgánicos o sustancias deletéreas



**Figura 1.7: Mortero a Base de Cal.**

*Fuente: Godwa, 2014*

## **Fibra De Polipropileno**

Históricamente, la malla electro soldada se ha utilizado como refuerzo secundario para controlar las grietas por contracción. Sin embargo, en la práctica, el posicionamiento o suspensión de la red rara vez se logra en el lugar indicado. Incluso si la ubicación es correcta, las redes mantienen unido el concreto solo después de que se haya agrietado. El refuerzo secundario de un solo nivel no retrasa ni inhibe el micro fisuras que ocurren durante el proceso normal de curado del hormigón, ni afecta la fase de evaporación.

Durante el proceso de endurecimiento de un hormigón con fibras, la presencia de la fibra ayuda a la mezcla homogénea y actúa como millones de puentes que distribuyen uniformemente las fuerzas internas de contracción intentando separar la matriz. Las mismas fibras interrumpen la propagación del micro fisuras y paralizan su crecimiento. Las fibras interrumpen la acción capilar de la humedad y permiten un curado más lento. Cuando la fibra se mezcla en una matriz de hormigón la curva de carga-deformación representa un aumento en la capacidad de carga, también se mejora el post-agrietamiento de modo que puede absorber cargas hasta altos valores de deformación, lo que conduce a una mayor ductilidad del elemento. En el caso del hormigón sin fibras la curva es inicialmente lineal, luego hay una caída repentina en la capacidad de carga y el material falla repentinamente. El aumento de la resistencia a la fatiga (que está directamente relacionado con la durabilidad), la resistencia al impacto y la disminución de la permeabilidad contribuyen a prolongar la vida útil del hormigón, lo que a largo plazo beneficia los costes de mantenimiento asociados.

Según (Muñoz Cebrián, 2011). La distribución tridimensional de las mini-redes conduce directamente a una reducción del agrietamiento del hormigón y

consecuentemente a una modificación de su comportamiento; De hecho, en la fase de contracción plástica se produce una gran cantidad de micro grietas. Cuando el hormigón está sometido a tensiones, el micro fisuras evoluciona, se agrandan y se unen entre sí. A medida que se continúa ejerciendo la carga, algunas de estas grietas comienzan a volverse inestables y ceder, penetrando el concreto de lado a lado, las fibras se rompen permanentemente y estabilizan la micro fisuras. (Muñoz Cebrián, 2011).

Fabricación: Partiendo de la materia prima, que es el petróleo, obtendremos el propileno del que obtendremos el material para la fabricación de nuestras fibras de polipropileno.

### **Geo mallas**

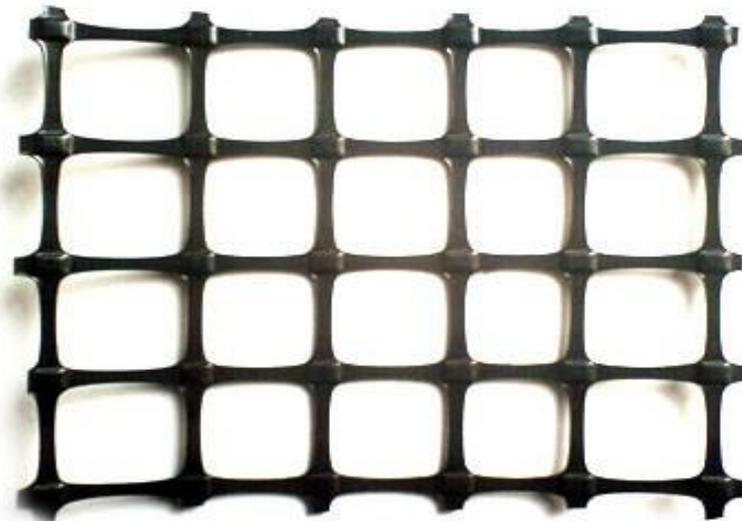
La geo malla es un material geo sintético que consta de conjuntos de nervaduras paralelas conectadas con aberturas de tamaño suficiente para permitir el enclavamiento del suelo, piedra u otro material geotécnico circundante (Koerner, 2012). El tamaño de las aberturas varía entre 0,01m y 0,1m, estas aberturas forman tiras o nervaduras de la malla geográfica. La orientación de estas nervaduras depende del tamaño y la forma de las aberturas y en base a esto, existen tres tipos de geo mallas en el mercado.

-Uniáxica: se caracteriza por proporción de su dimensión longitudinal entre la dimensión transversal, que generalmente es de 15:1 (ver figura 1.8). La resistencia de este material estirado es mucho mayor que la del material de partida sin deformar. Estas geo malla se utilizan para reforzar elementos que estarán sujetos a tracción en una sola dirección, por lo que las nervaduras se colocan paralelas a la fuerza de tracción. (Koerner, 2012).



**Figura 1.8: Geo malla Uniáxica**

-Biaxial: Se caracteriza por tener aberturas casi cuadradas o rectangulares, esta geometría aumenta la resistencia en las dos direcciones (ver figura 1.9). Estas geo mallas se usan para reforzar elementos los cuales estarán sometidos a tracción biaxial (Koerner, 2012)



**Figura 1.9: Geo malla Biaxial BX-4100**

-Triaxial: Se caracteriza por tener aberturas en forma de triángulo equilátero, esta geometría aumenta la resistencia en tres direcciones, desfasada en  $60^\circ$ , lo que permite una mejor distribución de las tensiones y por tanto una mayor resistencia global (ver figura 1.10).

Estas geo-mallas se utilizan para reforzar elementos sometidos a tracción biaxial pero cuyas cargas son elevadas. (Koerner, 2012) .



**Figura 1.10: Geo malla Triaxial TX-160**

Los esfuerzos de tracción producidas sobre un muro durante un sismo cuando su dirección es perpendicular al plano del muro son esfuerzos biaxiales. Esto ocurre porque cuando las cargas son perpendiculares al plano, el muro se comporta como una losa en dos direcciones. Por tanto, los tipos de geo mallas más adecuados para el refuerzo de superficies son los biaxiales y triaxiales, que se utilizarán en esta investigación (Koerner, 2012).

Las geo mallas que se usaron para esta investigación son las siguientes:

Geo malla biaxial BX-4100: la figura 1.9 muestra este tipo de geo malla. Las resistencias a la tensión última se muestran a continuación

- Tensión última longitudinal: 12.8 kN/m

- Tensión última transversal: 13.5 kN/m

Geo malla triaxial TRIAX-160: la figura 1.10 muestra este tipo de geo malla. Las resistencias a la tensión última se muestran a continuación

- Tensión última longitudinal: 30.9 kN/m

- Tensión última transversal: 25.4 kN/m

Estos valores de resistencia última a la tensión están por metro de ancho de geo malla.

### Geo sintético

Según la Norma ASTM D4439 el geo sintético se define como “un producto en forma planar de material polimérico utilizado en contacto con el suelo, la roca, la tierra o cualquier otro material relacionado con la ingeniería geotécnica, al mismo tiempo que es parte integral de un proyecto hecho por el hombre” (ASTM International, 2015).

Es un producto versátil que puede ser utilizado en diferentes sectores de la obra civil, se caracteriza por trabajar en contacto directo con el suelo, aunque esta investigación se utilizará de forma diferente, como refuerzo superficial de muros de mampostería, y contará con la función de absorber los esfuerzos de tracción recibidos por el muro, ya que la mampostería es un material frágil (Alza Vilela, 2013).

Existen diferentes tipos de geo sintéticos dependiendo de la función principal o principal para la que se vaya a utilizar. La Tabla 2.5 muestra los diferentes geo sintéticos y sus respectivas funciones, en el caso de este estudio la función principal es reforzar la superficie de muros de albañilería, por lo que la geo-malla es la más adecuada para esta función (Alza Vilela, 2013).

**Tabla 1.3: Usos de los geo sintéticos según su función primaria.(Koerner, 2012)**

Tipos de Geo sintéticos	Función Primaria				
	Separación	Refuerzo	Filtración	Drenaje	Contención
Geo textil	✓	✓	✓	✓	
Geo malla		✓			
Geo net				✓	
Geo membrana					✓

<b>Revestimiento</b>						✓
<b>Geo sintético de Arcilla</b>						
<b>Geo dren</b>						✓
<b>Geo espuma</b>	✓					
<b>Geo compuesto</b>	✓	✓	✓	✓	✓	✓

### **Refuerzo de muros de albañilería con mallas de polímero**

El refuerzo de muros de mampostería con malla polimérica envuelta en tarrajeo puede ser una alternativa eficaz para transformar su frágil comportamiento sísmico tradicional en un sistema de disipación de energía que permitiría a los muros de albañilería de ladrillos confinados en estructuras de hormigón armado resistir satisfactoriamente las fuerzas sísmicas.

#### **Características de los materiales**

Las propiedades de la albañilería se obtuvieron a partir de ensayos simples de sus componentes.

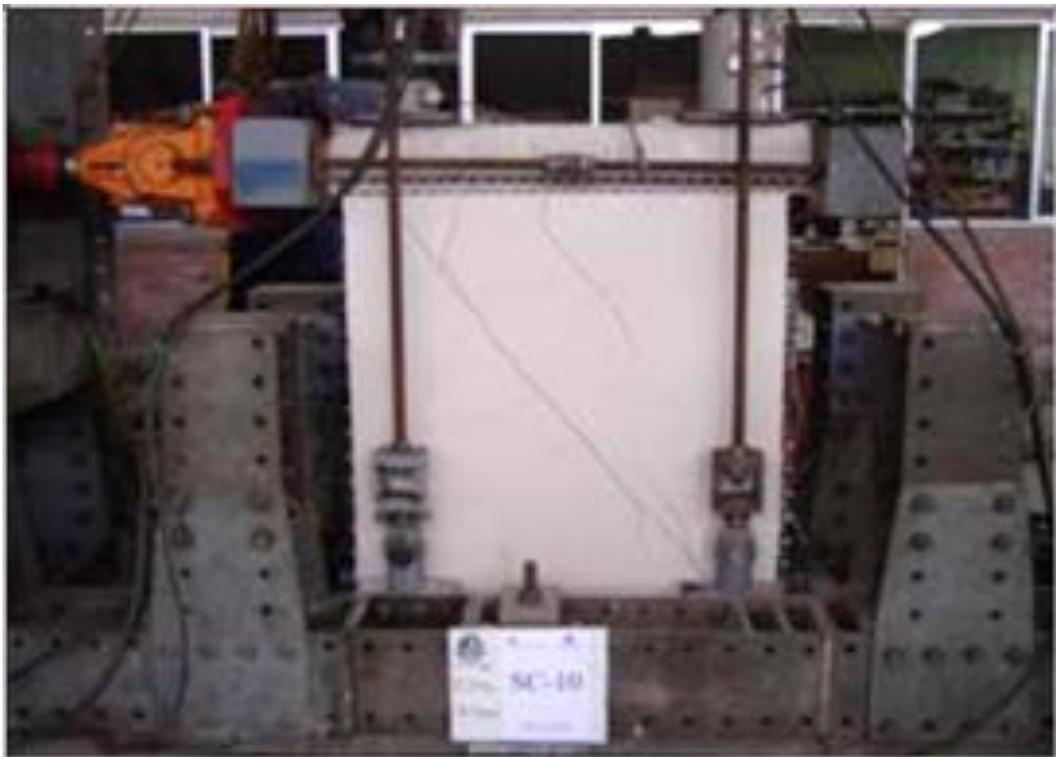
Las unidades se sometieron a pruebas de variación dimensional, absorción, densidad y compresión axial. La densidad promedio fue de 1.83gr/cm<sup>3</sup> y la resistencia promedio fue de 5.49Mpa (Torrealva Dávila, 2015).

El mortero de asentado fue una mezcla de cemento, cal y arena gruesa en proporción de 1:1:7. Con una resistencia promedio de 4.21 MPa. El mortero para el tarrajeo fue una mezcla de cemento, cal y arena gruesa en proporción de 1 : 1 : 5.con una resistencia promedio de 7.12Mpa (Torrealva Dávila, 2015).

La resistencia a compresión de la albañilería se obtuvo mediante el ensayo de 5 pilas cuya resistencia promedio a la compresión fue de 3.68Mpa.

La resistencia última al corte de la albañilería se obtuvo mediante el ensayo a tracción diagonal de 5 muretes de 440x440x220mm La resistencia promedio al corte fue de 0.35 MPa.

La malla de polímero utilizada es de abertura triangular cuya resistencia a tracción se estimó a partir de ensayos realizados en dos direcciones ortogonales con los cuales se obtuvo 47kN/m para la dirección longitudinal y 34kN/m para la dirección transversal (Torrealva Dávila, 2015).



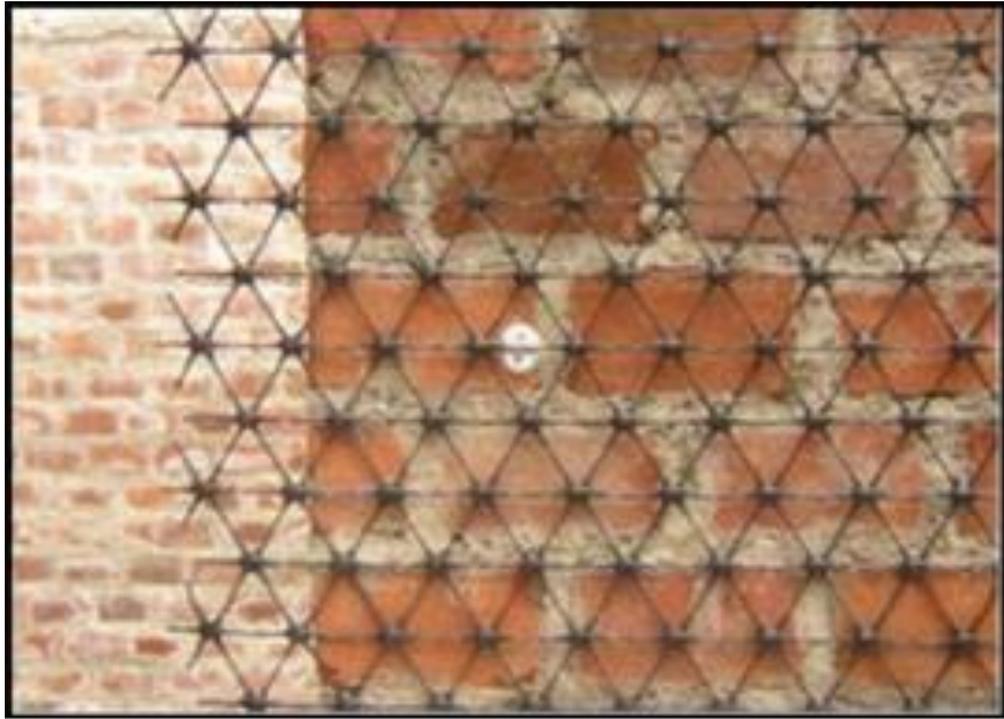
**Figura 1.11: Paneles en Corte-Compresión**



**Figura 1.2: Paneles en Flexión**

### **Procedimiento Constructivo**

Cada panel se construyó sobre una viga de hormigón armado de 2.20m x 2.00m. Las juntas horizontales y verticales fueron de 15mm. Una vez construido el muro, se colocó una viga de concreto en su parte superior para transmitir las cargas verticales y horizontales a los paneles. Las mallas poliméricas utilizadas como refuerzo se anclaron a los paneles mediante conectores de acero de 40 mm espaciado horizontal y verticalmente (Figura 1.13). Cada pared se roció con agua antes de aplicar el mortero de 2mm (Figura 1.14).



**Figura 1.3: Malla de Polímero sobre los Muros**



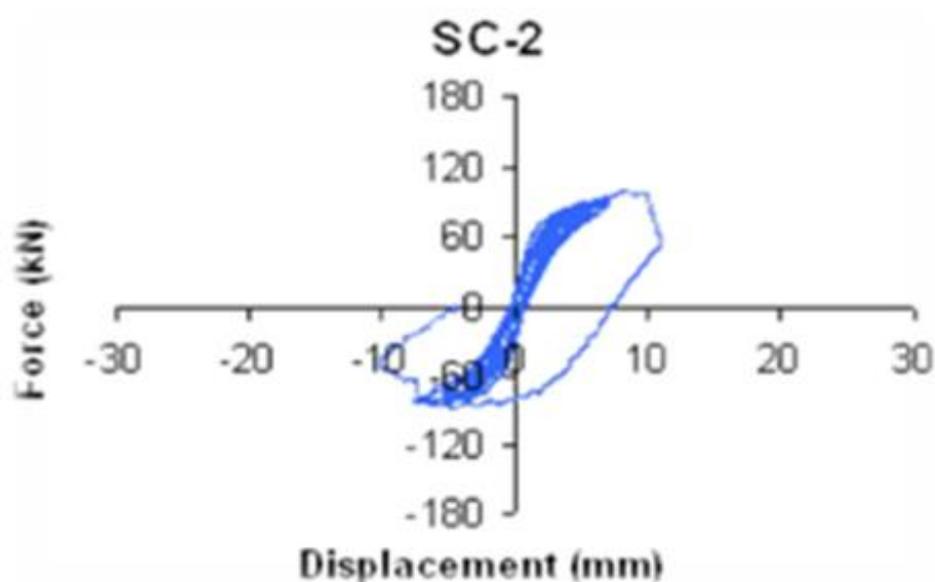
**Figura 1.4: Tarrajeo de los Muros.**

## Resultados Experimentales

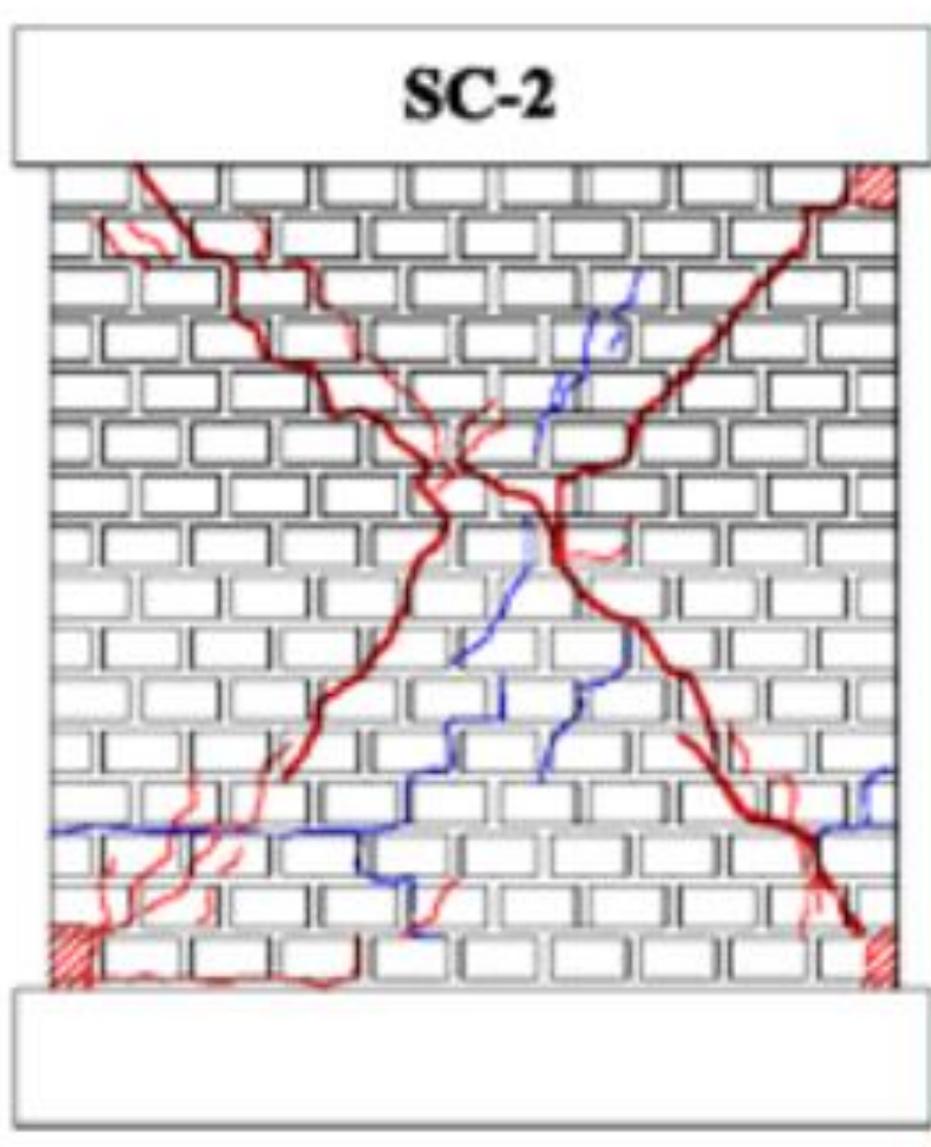
### *Ensayos de Corte-Compresión*

Todos los paneles sometidos a prueba de corte por compresión mostraron grietas en la base de los paneles. Estas grietas fueron creadas por la acción de momentos flectores en el plano, que la carga vertical no puede contrarrestar ya que la malla no está anclado a la base. Luego, el transductor horizontal superior registró no solo la deformación de las placas, sino también la rotación del cuerpo rígido de las placas. Sin embargo, para todos menos uno de los paneles, se logró el objetivo de lograr un modo de falla con grietas de corte diagonales. A pesar de que en los tres tipos de paneles la primera grieta fue una fisura a tracción horizontal en la base, el comportamiento observado al final fue muy diferente para cada uno de ellos.

Para paneles de albañilería simples (Figura 1.15) aparecieron las primeras fisuras para un desplazamiento máximo de  $\pm 2$  mm y una carga horizontal de 70 kN, aparecieron fisuras diagonales cuando el desplazamiento horizontal fue de  $\pm 10$  mm (Figura 1.16) y la curva de la fuerza de desplazamiento comenzó a disminuir. La carga máxima alcanzada fue de 98 kN.



**Figura 1.5: SC-2 – Curva Fuerza-Desplazamiento**



**Figura 1.6: Patrón de Grieta SC-2**

En el caso del panel tarrajado (Figura 1.17), con un desplazamiento máximo de +/- 2 mm y una carga horizontal de 100 KN, aparecieron fisuras por tensión en la base del panel. A +/- 15 mm, apareció de repente una gran grieta diagonal que incluso el tarrajeo del talón en compresión, lo que significó el final de la prueba (Figura 1.18). La carga horizontal máxima promedio fue de 120 KN.

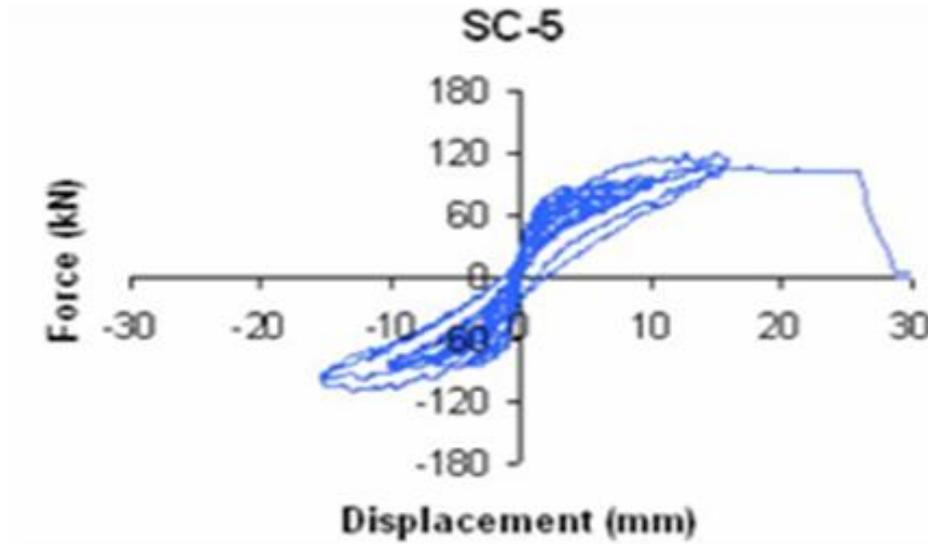


Figura 1.7: Curva de Fuerza-Desplazamiento

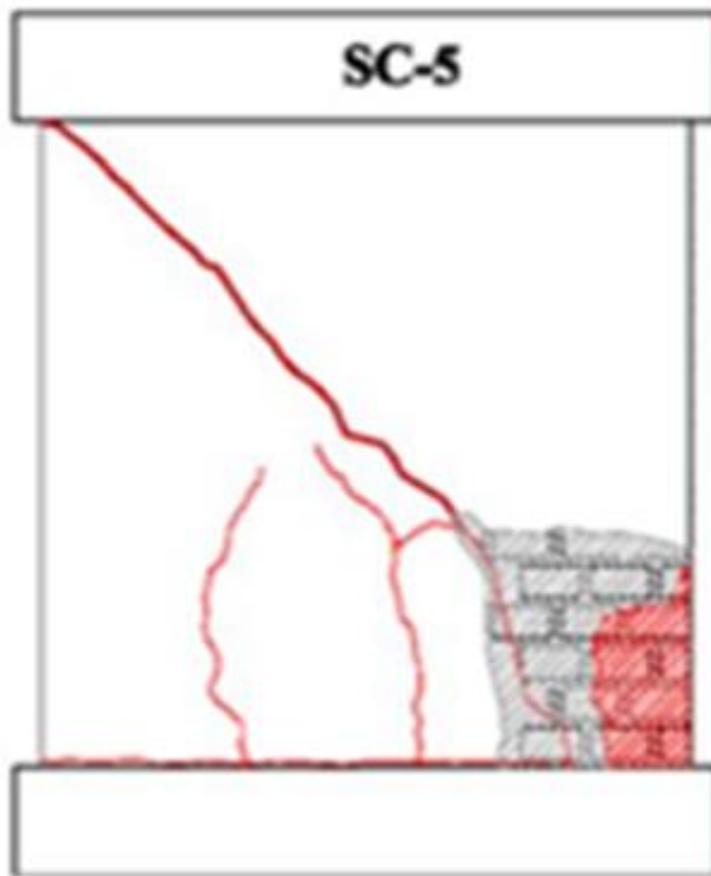
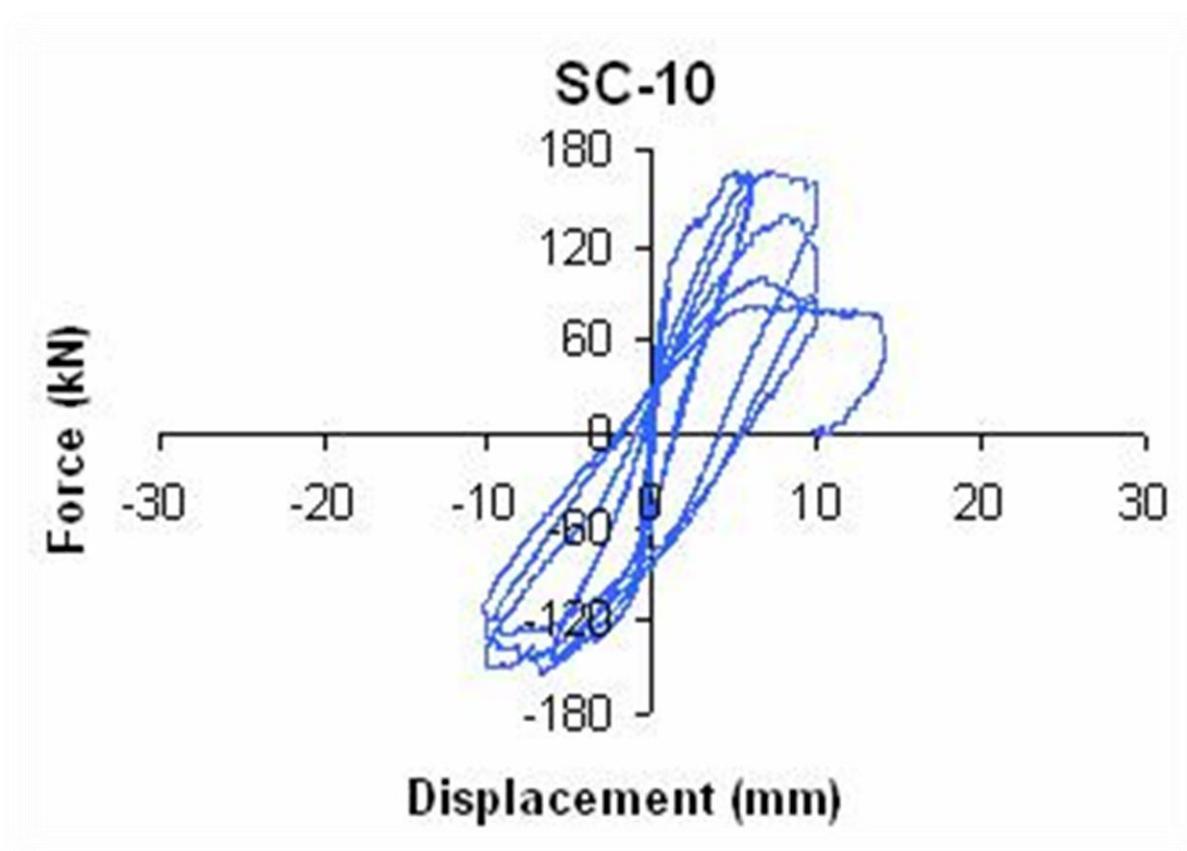


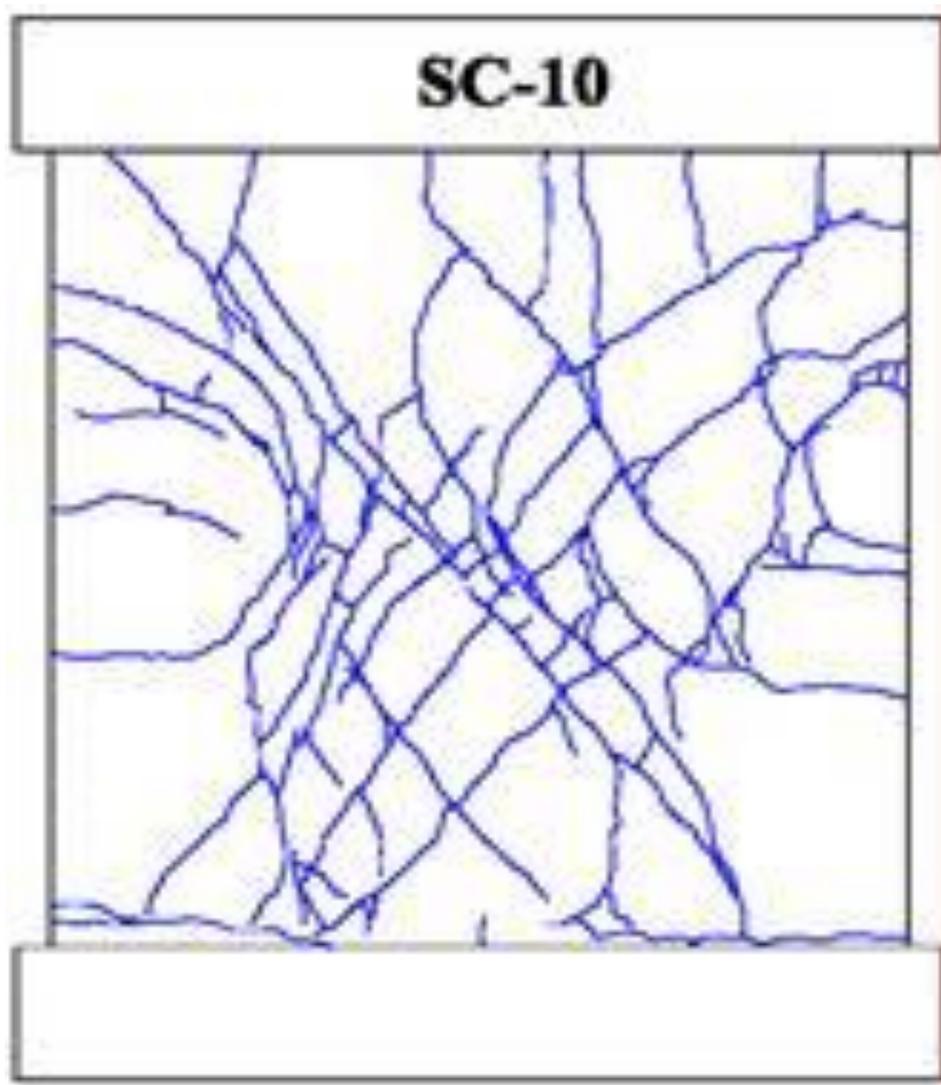
Figura 1.8: Patrón de Grietas

En la figura 1.19 se muestra la curva FD de los paneles reforzados con malla, por lo que se puede apreciar que existen bucles de historia que encierran un área mayor, lo que implica una mayor disipación de energía en comparación con los paneles sin refuerzo.

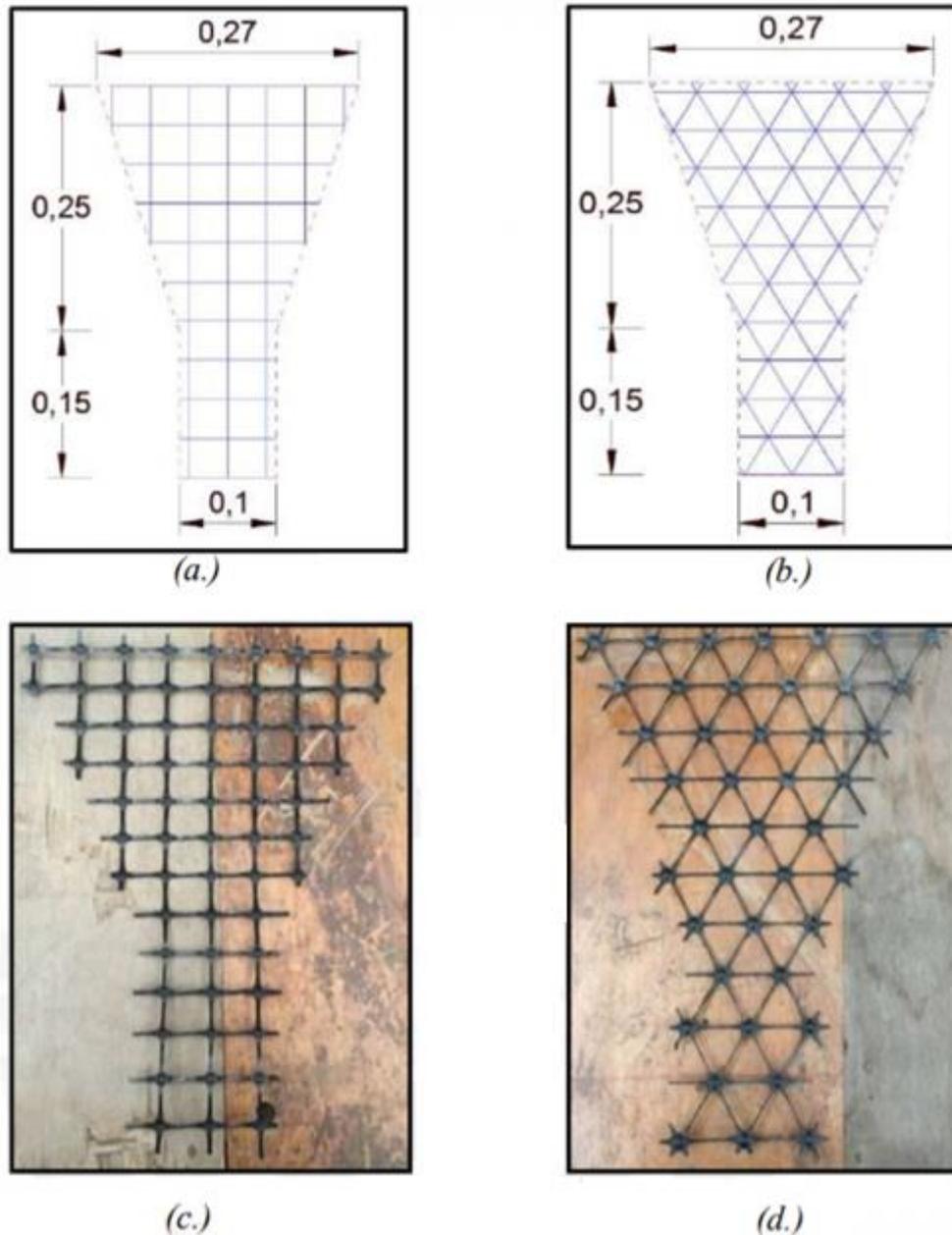
El patrón de grietas (Fig. 1.20) muestra que el refuerzo de malla en comparación con losas estampadas y no reforzadas en las que ocurre una sola grieta ancha, distribuye el daño en muchas grietas finas en ambas direcciones diagonales. El tarrajeo aumenta la resistencia horizontal.



**Figura 1.19: Curva F-D Panel SC-10**



**Figura 1.20: Patrón de grietas Panel SC-10**



**Figura 1.21: Plano con Dimensiones de Corte de (a.) Geo malla Biaxial y (b.) Geo malla Triaxial. Vista de Geo malla luego de ser Cortada de la (c.) Geo malla Biaxial y (d.) Geo malla Triaxial**

#### Ensayos de flexión

Para los paneles no reforzados, el modo de falla consiste en una sola fisura horizontal cerca del tramo central que se abrió progresivamente hasta cruzar casi todo el ancho del panel (Figura 1.22). Los paneles de albañilería simple lograron una carga horizontal máxima de

40 kN y los tarrajeos una carga de 60 kN (Figura 1.23).

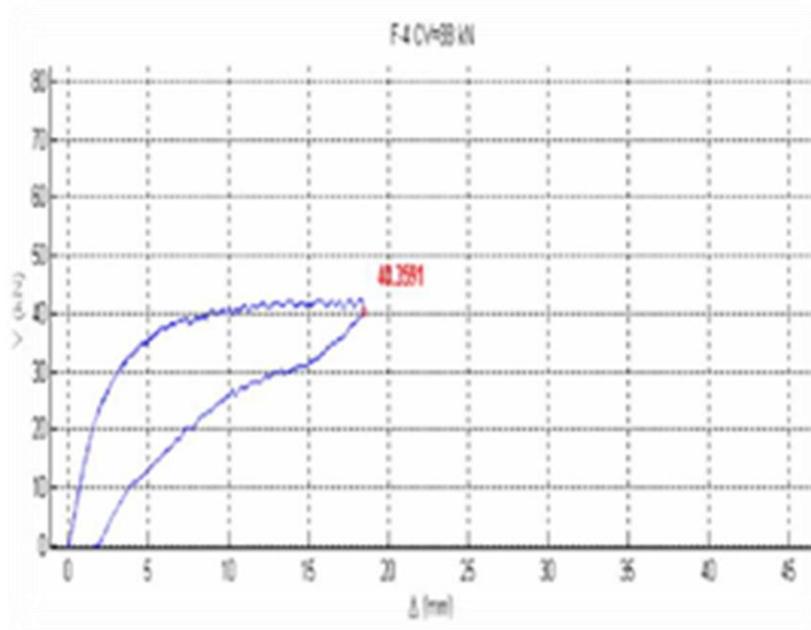


Figura 1.9: Curva Fuerza-Desplazamiento en el panel F-4

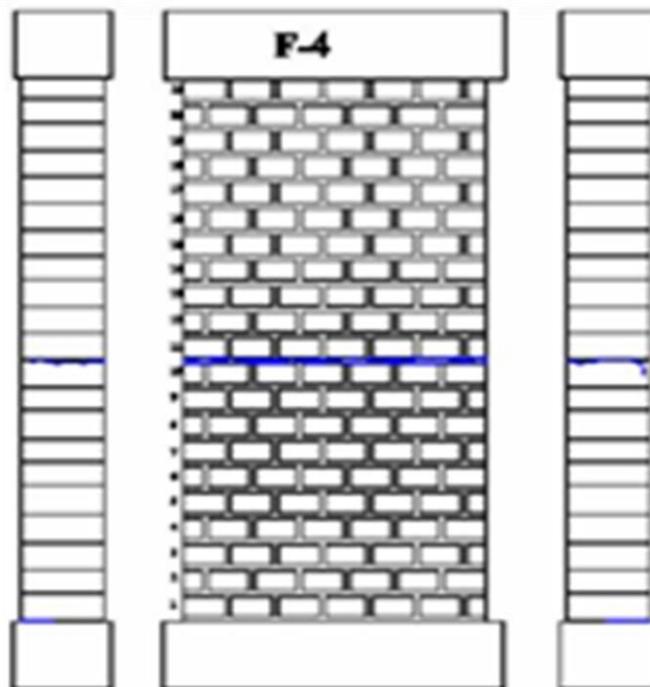
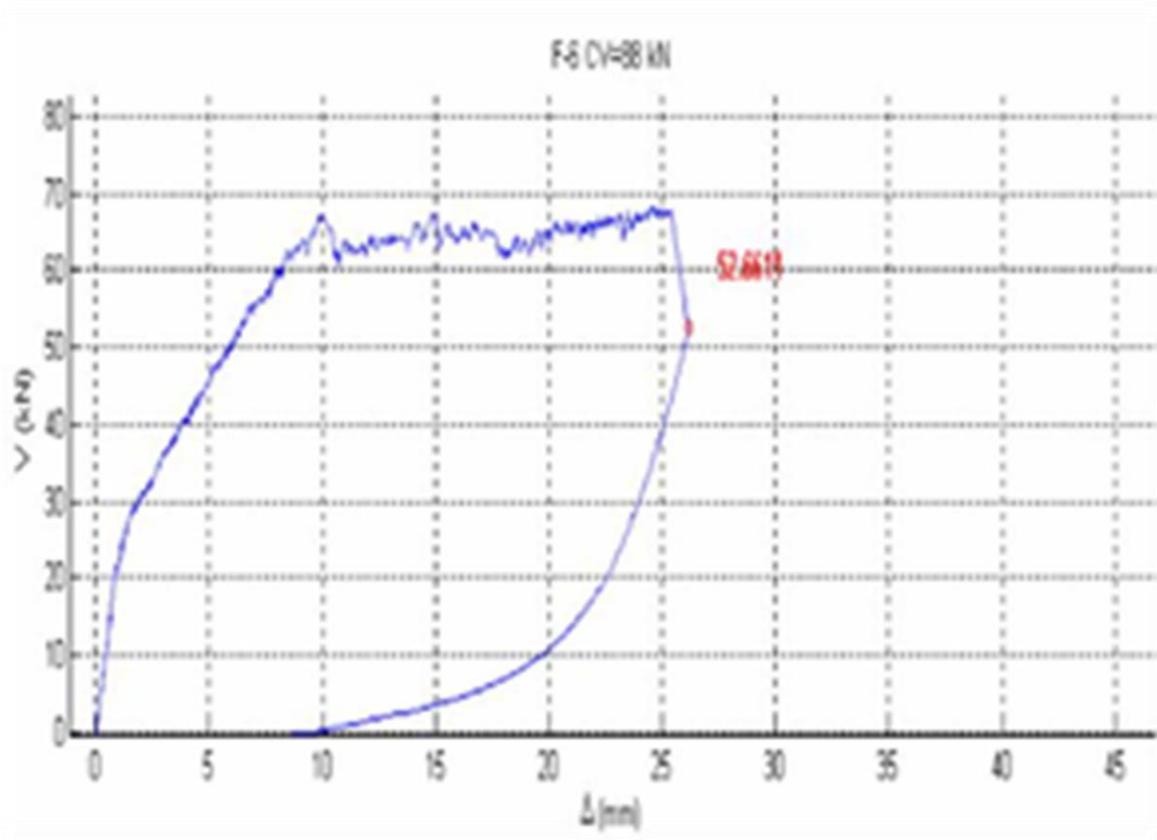
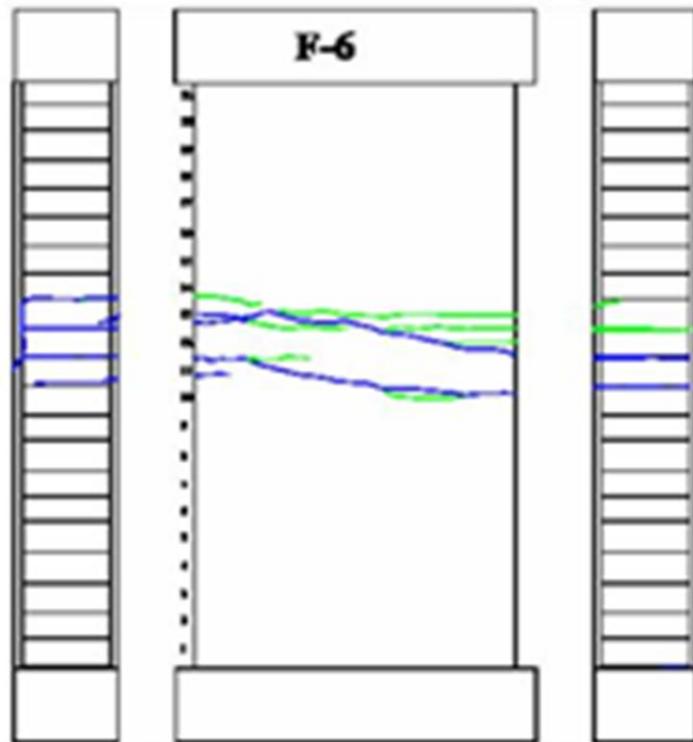


Figura 1.23: Patrón de grietas panel F-4

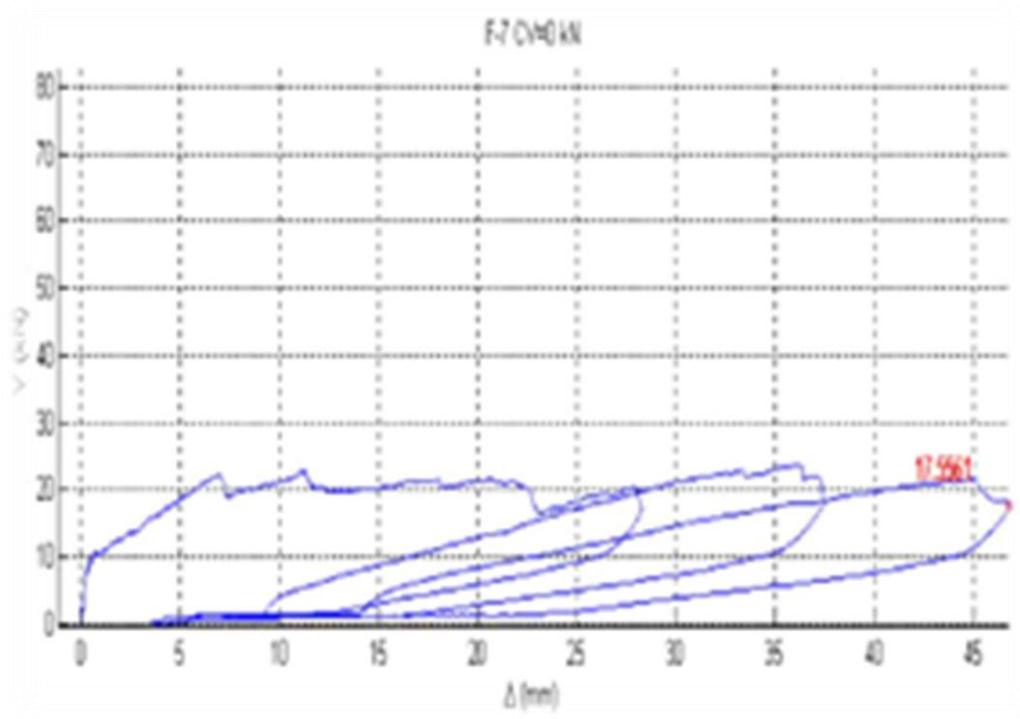
Para los paneles con refuerzo de cara tensado y carga vertical, el patrón de fisuras se dispersó con muchas fisuras horizontales cerca del tramo central (Figura 1.25). La carga horizontal media máxima fue de 70 KN (Figura 1.24). Para los paneles sin carga vertical, el patrón de grietas estaba aún más disperso con muchas grietas cerca del tramo central (Figura 1.27). En este caso, la carga máxima fue ligeramente superior a 20 KN y el desplazamiento horizontal máximo fue de 5 mm (Figura 1.27).



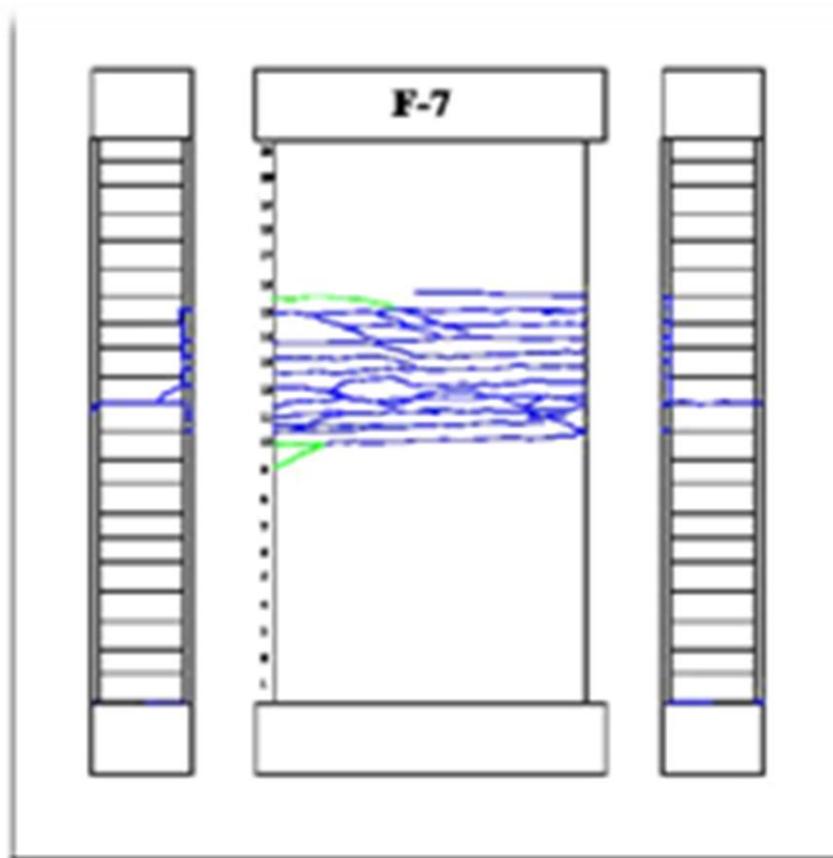
**Figura 1.104: Curva Fuerza-Desplazamiento para el Panel F-6**



**Figura 1.25: Patrón de Grietas Panel F-6**



**Figura 1.116: Curva F-D del Panel F-7**



**Figura 1.127: Patrón de Grietas Panel F-7**

***Ensayo de adherencia de geo malla-mortero-ladrillo:***

Se realizan ensayos de adherencia entre el ladrillo, el mortero y una geo malla utilizada como refuerzo superficial. Esta prueba consiste en realizar dos tipos diferentes de mortero, 1: 5 (cemento: arena) y 1: 1: 5 (cemento: cal: arena); y también cortar piezas de los siguientes tipos de geo mallas, cuyas propiedades mecánicas son proporcionadas por el fabricante: geo malla triaxial y biaxial. Para todos los elementos de mampostería con una longitud de anclaje de celosía de 0,15m en el elemento, se unen 14 piezas de Geo-malla a la superficie exterior. Esta longitud es la misma para todas las muestras. La matriz que adhiere la geo malla a los ladrillos está formada por los dos tipos de mortero mencionados anteriormente. Los ejemplares se guardan en un lugar techado que no llueve durante 28 días. A continuación, se comprueba la tensión en la máquina universal. En este trabajo las pruebas

de adherencia se realizan con los mismos dispositivos y máquinas que se utilizaron para la prueba de adherencia 2005, como se muestra en la Figura 1.38.



**Figura 1.13: Dispositivo utilizado para el Ensayo de Adherencia**

(Torrealva Dávila, 2015)

### ***Ensayo de compresión en unidades de albañilería:***

Se realizarán pruebas para determinar la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería. Se ensayarán tres unidades de albañilería, las cuales se eligen para cada unidad de albañilería que tengamos (Según NTP 331.017) para cada tipo de unidad, para un total de nueve ensayos de compresión. Los tipos de ladrillos que se probarán son dos de

arcilla y uno de concreto: ladrillo King Kong, ladrillo pandereta y ladrillo de hormigón. El ensayo se realizará según los métodos estandarizados ASTM C67 con su equivalente peruano NTP 399.613 para ladrillos de arcilla Figura 9 - Dispositivo utilizado para el ensayo de adherencia (Torrealva Dávila, 2015) y según los métodos estandarizados ASTM C140 con su equivalente peruano NTP 339.604.2002 para ladrillos de concreto.

### **Ensayos de compresión en cubos de mortero:**

Se realizará una prueba para comprobar la calidad del mortero utilizado en la prueba de adherencia. La prueba se realizará según lo indicado en ASTM C780-02, cuyo equivalente peruano es NTP 399.622 2006. Se probarán cinco cubos por cada tipo de mortero, para un total de diez ensayos.

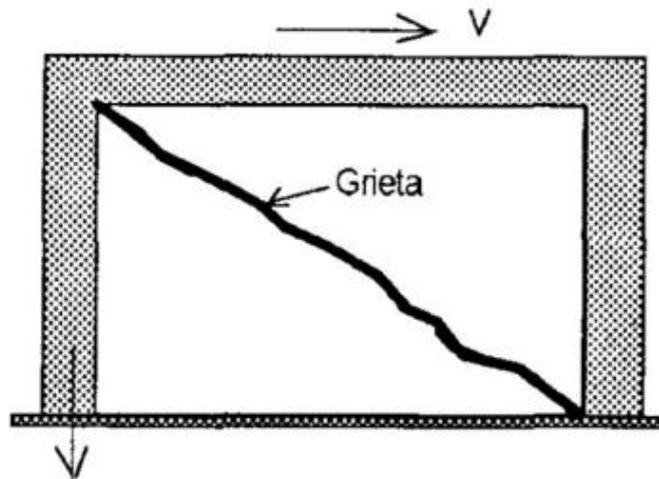
### **Comportamiento estructural de los muros de mampostería confinada**

En el caso de un sismo, los muros de albañilería están expuestos a fuerzas de inercia en su plano y fuerzas de inercia perpendiculares a su plano. Las fuerzas de inercia a su plano provienen de la masa total de las edificaciones y se distribuyen de acuerdo con la rigidez relativa de los muros. Las fuerzas de inercia perpendiculares al plano del muro provienen del peso de cada muro.

En Perú, la técnica de refuerzo sísmico más común utilizada es delimitar los muros de mampostería simple con vigas y columnas de hormigón armado, que funcionan para mantener la unidad del muro y evitar dislocaciones, y para mantener su capacidad para soportar cargas verticales para llevar ha cortado en su plano. (Ver Figura 1.29).

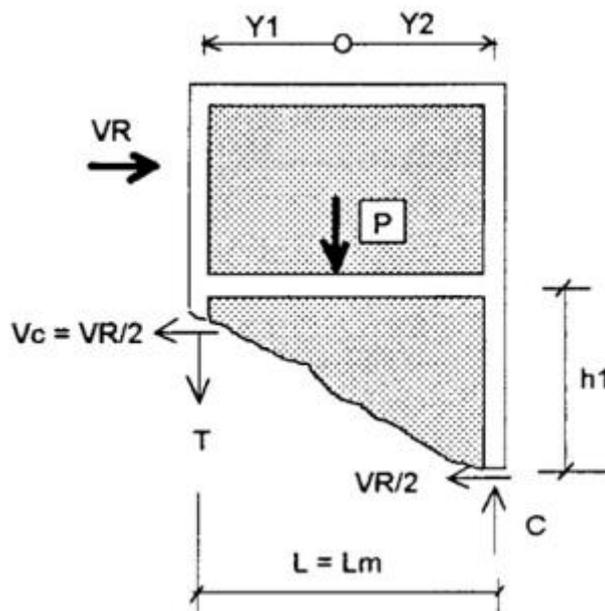
Cabe señalar que el canteado de la albañilería con columnas y vigas de concreto armado no aumenta la capacidad portante de la carga vertical ni la capacidad de absorber

fuerzas cortantes como consecuencia del sismo, que depende únicamente de las características de la albañilería.



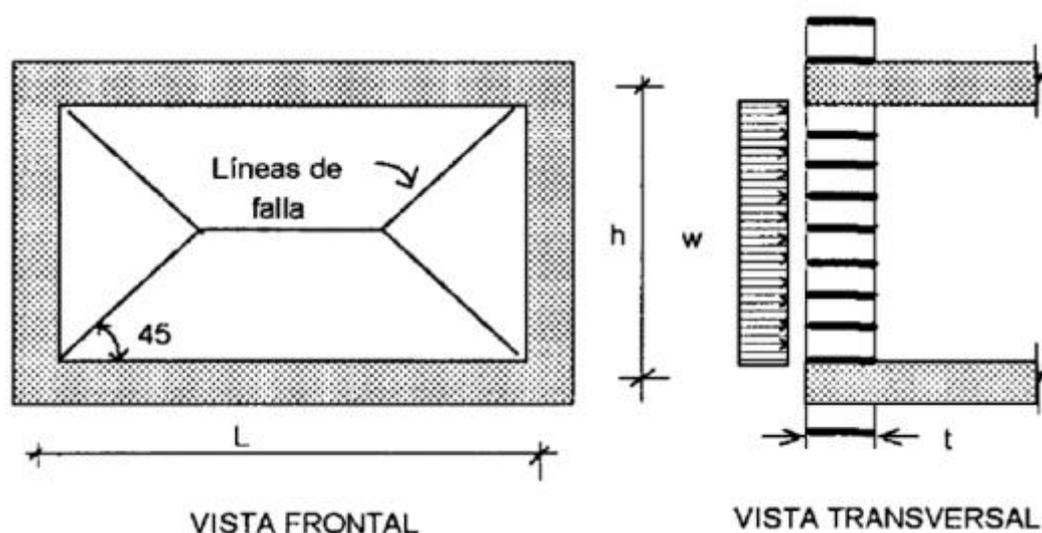
**Figura 1.29: Esquema de agrietamiento de un muro confinado**

La norma de diseño actual E.070 ALBAÑILERIA estipula que los pilares de seguridad deben diseñarse de tal manera que puedan soportar la fuerza cortante que actúa sobre el muro de albañilería en el momento de la formación de la grieta, para que la grieta no se extienda a través de las columnas y se mantiene la unidad del muro, ver Figura 1.30.



**Figura 1.30: Esquema de fuerzas de diseño para las columnas de un muro confinado.**

En el caso de fuerzas perpendiculares al plano de la pared, los elementos de confinamiento actúan como refuerzo lateral para la parte del muro que sólo tiene que soportar las cargas horizontales en función de su espesor. Ver figura 1.31.



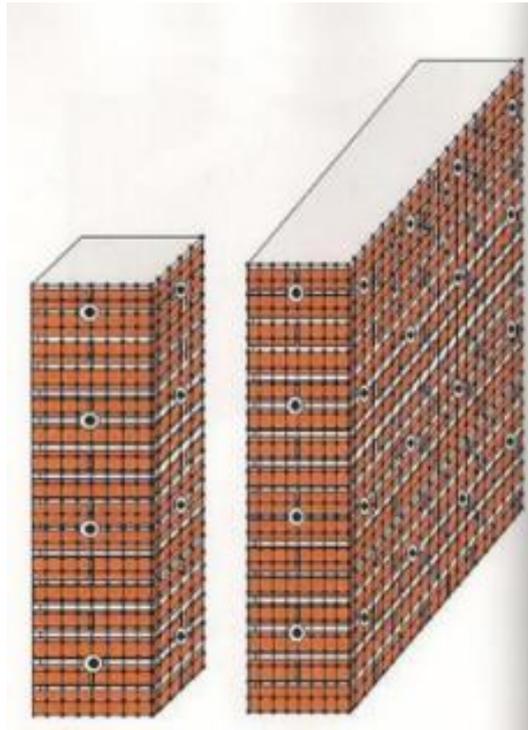
**Figura 1.31: Esquema de fuerzas de diseño perpendiculares al plano del muro.**

La actual norma E.070 ALBAÑILERIA determina los valores máximos de  $L$  y  $h$  para un paño de muro confinado de cierto espesor ( $t$ ) y dependiendo de las condiciones del canto, con cuatro, tres o dos cantos apoyados o voladizo. La figura 1.31 muestra el caso de un muro sostenido por cuatro bordes.

Comportamiento estructural de muros de albañilería simple con refuerzo superficial.

El refuerzo superficial en muros de mampostería se ha aplicado durante varias décadas, el más común es la aplicación de una malla de acero electro soldada incrustada en un mortero de cemento / arena. En la última década se han incorporado otros materiales de refuerzo de superficies como fibras de polímero reforzado con FRP aplicadas con resinas especiales, las mallas de polímero aplicadas con un mortero de cemento / arena, cemento / cal / arena o de cal / arena y otros materiales poliméricos embebidos en cemento o matrices resinosas.

Las mallas de acero, mallas poliméricas o fibras utilizadas como refuerzo superficial tienen una alta resistencia a la tracción y el sistema de refuerzo tiene la finalidad de transferir esta resistencia al muro de albañilería a través del mortero o resina adherida al muro, formando un material compuesto.



**Figura 1.32: Refuerzo superficial de malla polímero. Muro confinado.**

**Malla electro soldada:** La malla electro soldada consiste en varillas lisas o corrugadas envueltas en Intersección ortogonal soldada en frío con todas sus intersecciones.

Estas mallas han reemplazado a la tradicional armadura de fierro en algunas categorías como las losas de piso, losas aligeradas, las paredes tienen ductilidad limitada, gabinetes de almacenamiento, etc. Actualmente se utiliza por su ventaja en términos de tiempo de instalación en comparación con el montaje manual de una armadura por sus ventajas que redujo el tiempo de ejecución de obra.

Se utilizó en algunos ensayos la malla electro soldada de marca Prodac, siendo una de las más conocidas en el mercado de la construcción. El acero de fabricación de la malla electro soldada cumple la Norma ASTM A496/A 496M-05 “especificaciones standard para el alambre corrugado utilizando como refuerzo en el concreto” y la Norma ASTM A487/A 497M-05 “Especificaciones para la fabricación de mallas electro soldadas corrugadas utilizando como refuerzo el concreto”.

**Reforzamiento con malla electro soldada:** El refuerzo de muros con malla metálica soldada eléctricamente aumenta el nivel de seguridad en las viviendas frente a terremotos, aumenta la resistencia de los muros, se controla su movimiento y se retrasa su colapso. Estas redes parecen confinar columnas y vigas a muros de mampostería destinados a mantener unidos los muros para evitar separarlos de las fuerzas de los movimientos.

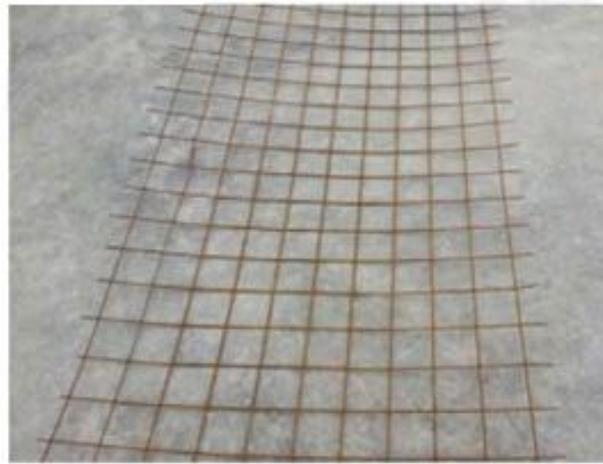
Propiedades de la malla electrosoldada

- Límite de fluencia ( $f_y$ ): 5000 kgf/cm<sup>2</sup>.
- Resistencia a la rotura ( $f_r$ ) : 5600 kgf/ cm<sup>2</sup>.
- Medida: 2.40 m x 6.00 m.
- Cocada: 15 cm x 15 cm.
- Diámetro: 6 mm
- Peso: 2.96 kgf/m<sup>2</sup>.



**Propiedades de la malla electrosoldada:**

- Límite de fluencia ( $f_y$ ) : 5000 kg/cm<sup>2</sup>
- Resistencia a la rotura ( $f_r$ ) : 5600 kgf/cm<sup>2</sup>
- Medida : 2.40 m. x 6.00 m.
- Cocada : 100 mm x 100 mm
- Diámetro : 4.2 mm.
- Peso : 2.96 Kgf/cm<sup>2</sup>



## ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y DISEÑO DE MUROS ALBAÑILERÍA

### Pre-dimensionamiento de elementos estructurales

#### Muros

Se han considerado muros en soga, contruidos con ladrillo King Kong 18 huecos hechos a máquina, cuyas dimensiones son 13x 23 x 9 (ancho x largo x altura); es decir, con espesor efectivo de  $t = 13$  cm.

Si aplicamos la formula dad por la norma E – 070 tenemos que  $t > h/20 = 240/20 = 12$  cm; lo que quiere decir que los espesores elegidos son aceptables.

Es importante resaltar que en la práctica el establecer que muros van de cabeza y cuáles van en soga, puede conllevarnos a una serie de modificaciones, hasta lograr que dichos muros pasen por compresión axial y por corte.

### Densidad De Muros

Este procedimiento es sumamente simple y consiste en hallar la densidad de los muros de cada piso, que se define como la relación entre el área de los muros y el área de la planta del piso en estudio. La relación debe examinarse estrictamente en las direcciones vertical y horizontal.

La densidad mínima de muros reforzados en cada dirección viene dada por:

$$\frac{A_{muros}}{A_{planta}} = \frac{A_m}{A_p} = \frac{ZUSN}{56}$$

*Ecuación 1.1: Ecuación de densidad mínima de muros reforzados.*

Dónde:

$A_m$  = Área de muros en cada dirección.

$A_p$  = Área en planta típica de la edificación.

Luego:

$$\frac{\sum L t}{A_p} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

*Ecuación 1.2: Ecuación de densidad de muro.*

Dónde:

$L$  = longitud total del muro incluyendo sus columnas (sólo intervienen muros con

$L > 1.2$  m)  $t$  = espesor efectivo

$A_p$  = área de la planta típica

Z = el edificio está ubicado en la zona sísmica (Norma E.030)

U = el edificio es de uso común (Norma E.030)

S = el edificio está ubicado sobre suelo (Norma E.030)

N = número de pisos del edificio

**Coefficiente sísmico:** Coeficiente que se emplea para ajustar el cálculo de la sobrecarga sísmica horizontal en la base del edificio, a la relación entre el período de vibración de la estructura y el del terreno en el que se asienta. También llamado **coeficiente** de succión.

$$H = \frac{Z * U * C * S * (P)}{R_d}$$

*Ecuación 1.3: Ecuación de altura entrepisos.*

Dónde:

Z = factor de zona (z)

U = factor de uso o importancia (U)

S = factor de suelo (S)

C = coeficiente sísmico

R<sub>d</sub> = factor de reducción por ductilidad para albañilería estructural.

$$C = 2.5 * \left( \frac{T_p}{T} \right) \leq 2.5, \text{ adoptamos } C = 2.5$$

*Ecuación 1.4: Condición de coeficiente sísmico.*

## Centro de Masa

El centro de gravedad o centro de gravedad es un concepto muy importante a la hora de diseñar estructuras y máquinas ya que dependerá de su situación que sean estables y no

pierdan su posición de trabajo. En él asumimos que toda la masa del objeto está concentrada, pero solo de forma virtual, ya que la masa de un objeto se distribuye sobre él (San Bartolomé A. , 1998).

- La posición del centro de gravedad de un objeto depende de su forma.
- La posición del centro de gravedad también depende de la distribución de masas en él.

$$Xg = \sum \frac{Pi * yi}{\sum Pi}$$

$$Yg = \sum \frac{Pi * xi}{\sum Pi}$$

*Ecuación 1.5: Ecuación de centro de masa.*

*Fuente:* Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E0.30, 2016.

## Centro de Rigidez

Es el punto al que se mueve el edificio en su conjunto, es el punto en el que se puede considerar concentrada la rigidez de todos los pórticos. Si el edificio tiene rotaciones, se refieren a este punto.

Hay una línea de rigidez en la dirección X y una línea de rigidez en la dirección Y, cuyo punto de intersección representa el centro de rigidez. Las líneas de rigidez representan la línea de acción de resultante de las rigideces en cada dirección, asumiendo que las rigideces de cada pórtico son fuerzas (San Bartolomé A. , 1998).

$$K = \frac{E_m t}{4\left(\frac{h}{L}\right)^3 + 3\left(\frac{h}{L}\right)}$$

$$Xr = \sum Rxi \cdot dy/Rxi$$

$$Yr = \sum Ryi . dy/Ryi$$

*Ecuación 1.6: Ecuación de centro de rigidez.*

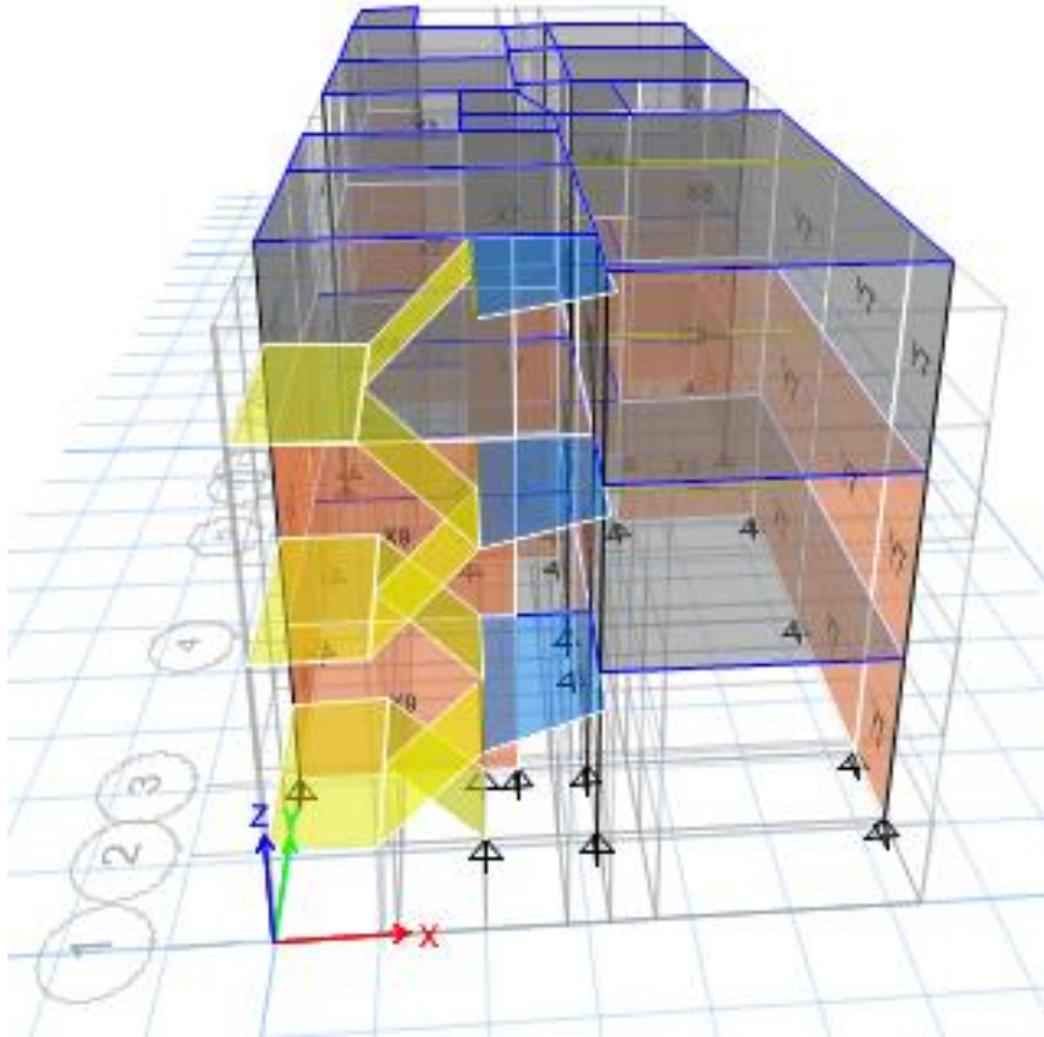
*Fuente: (San Bartolomé A. , 1998)*

## **Etabs 2016**

Etabs 2016 v16.2.1 es un software para el diseño y análisis estructural de edificios. Este programa se ha perfeccionado a través de sus 40 años de experiencia a través de la investigación y el desarrollo en el modelado.

Comenzando con la creación del modelo digital a través de la generación de imágenes simplificadas, el software ETABS cubre todas las fases de un modelo de ingeniería estático. Facilita la creación de estas construcciones: los comandos de dibujo intuitivos permiten generar rápidamente el piso y la elevación, también puede trasladar dibujos CAD directamente a los modelos ETABS o plantillas de uso en las que los objetos se pueden superponer.

Para comprobar los desplazamientos laterales máximos y los desplazamientos laterales relativos admisibles (valor límite para la distorsión de la entreplanta) según el estándar E0.30, utilizamos el software Etabs para obtener los valores y el para hacer una comparación.



**Figura 1.33: Vivienda en Etabs de 3 pisos.**

*Fuente:* Elaboración propia.

### **Calculo de tamaño de muestra**

Para determinar el número mínimo de viviendas a considerar en nuestro muestreo, basamos en el cálculo del tamaño muestral para poblaciones finitas, tamaño reducido y que es posible conocer, considerando 2 aspectos fundamentales para ello. :

- Primero, conociendo la cantidad exacto de viviendas en el zona, se calculará el tamaño de muestra usando la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N}{1 + \frac{e^2(N-1)}{z^2 pq}}$$

*Ecuación 1.7: Ecuación de tamaño de muestra.*

*Fuente: Morales, 2012.*

Dónde:

n: Tamaño de la muestra que deseamos conocer;

N: Tamaño conocido de la población;

e = 0.3: error muestral;

z = 1.96: valor correspondiente al nivel de confianza

pq = 0.25: varianza de la población (constante).

- Segundo, obtenida la cantidad mínima aceptable para iniciar nuestro muestreo, se seleccionará el tipo de muestra tomando en cuenta las características de las viviendas a considerar. Pero usaremos el método no probabilística porque no hay un factor y se usa el método a conveniencia que nos permite la muestra de acuerdo al investigador.

### **Calculo De La Rigidez Lateral (K) De Muros**

Según (Mendoza, 2015). El desplazamiento en el plano de un muro se produce por flexión y deformación por cortante. De esta forma, el desplazamiento total es igual a la suma de los desplazamientos de deflexión y cortante.

Las siguientes imágenes muestran el desarrollo de un ejercicio práctico para determinar las fuerzas sísmicas que puede absorber un muro, en base a su propia rigidez

transversal y dentro de un sistema en el que los desplazamientos transversales de todos los muros son compatibles.

La fuerza sísmica está determinada por el método de regulación estática y 2 cosas importantes son evidentes:

$V=0.40P$ ; que puede ser expresada como  $V=0.40 (m.g)$ ; con lo que  $a=0.4g$  (aceleración). Lo que nos da una idea clara de las características del sismo sobre la edificación planteada, y que depende íntegramente de los factores de sitio y de las características de la estructura.

De igual forma, los resultados de la hoja de cálculo indican que se debe prestar especial atención a la disposición de los muros a utilizar en cualquier edificio, especialmente en las viviendas de nuestro entorno que utilizan este material. Si bien es un método manual, sigue siendo práctico y conveniente a la hora de configurar o estructurar.

Dónde:

$E_a$  = módulo de elasticidad de la albañilería

$G_a = 128000 Tn-f/m^2$

$I$  = Momento de Inercia de la sección

transformada  $f$ =factor de forma =  $A_{muro}/A_{alma}$

$G_a$  = módulo de elasticidad al corte

### **Calculo del Momento de Inercia de la Sección Transversal**

### **Transformada de Muros de Albañilería Confinada**

$n = E_c/E_a$

### **Rigidez Lateral K Del Muro**

$$K = \frac{Ea}{\frac{h^3}{3l} + \frac{fh * (\frac{Ea}{Ga})}{A}}$$

*Ecuación 1.8: Ecuación de rigidez lateral K del muro.*

A nivel de código de albañilería, el análisis y diseño de los muros de ladrillo se hace en base a que estos son elementos que resisten todas las cargas, tanto verticales como horizontales. El artículo 19.1.b de la Norma Técnica E.070 Albañilería manifiesta lo siguiente (RNE, 2021):

*“El esfuerzo axial máximo ( $\sigma_m$ ) producido por la carga de gravedad máxima de servicio ( $P_m$ ), incluyendo el 100% de sobrecarga, será inferior a:*

$$\sigma_m = \frac{P}{L * t} \leq 0.2 * f'm * \left[ 1 - \left( \frac{h}{35 * t} \right)^2 \right] \leq 0.15 * f'm$$

*Ecuación 1.8: Ecuación de esfuerzo axial máximo.*

Donde L es la longitud total del muro (incluyendo el peralte de las columnas para el caso de los muros confinados). De no cumplirse esta expresión habrá que mejorar la calidad de la albañilería ( $f'm$ ), aumentar el espesor del muro (t), transformarlo en concreto armado o ver la manera de reducir la magnitud de la carga axial  $P_m$ ” (RNE, 2021) (pp.438).

Además, en el artículo 26.3 de esta misma norma manifiesta lo siguiente: “La resistencia al corte ( $V'm$ ) de los grupos de albañilería se calculará en cada entrepiso mediante las siguientes expresiones:

**Unidades de arcilla y concreto:**  $V=0.5 \cdot v'm \cdot a \cdot t \cdot L + 0.23 \cdot P$

*Ecuación 1.9: Ecuación de unidades de arcilla y concreto.*

**Unidades de silico-calcáreas:**  $V=0.35 \cdot v'm \cdot a \cdot t \cdot L + 0.23 \cdot P$

*Ecuación 1.10: Ecuación de unidades de silico-calcáreas.*

Dónde:  $V'm$ = resistencia característica a corte de la albañilería (ver Artículos 13 (13.8 y 13.9)).

$P_g$ = carga gravitacional de servicio, con sobrecarga reducida.

$t$ = espesor efectivo del muro (ver Artículo 3(3.13))

$L$ = longitud total del muro (incluyendo a las columnas en el caso de muros confinados)

$\alpha$ = factor de reducción de resistencia al corte por efectos de esbeltez, calculado como:

$$\frac{1}{3} \leq \alpha = \frac{V * L}{M} \leq 1$$

*Ecuación 1.11: Condición de factor de reducción de resistencia al corte por esbeltez.*

Dónde:  $V$  es la fuerza cortante del muro obtenida del análisis elástico; y,  $M$  es el momento flector del muro obtenido del análisis elástico.”

Es decir, tanto la resistencia axial como la resistencia cortante dependen sólo de las propiedades mecánicas y dimensiones del muro de albañilería. La carga axial  $P_g$  colabora un poco a la resistencia cortante pero esta a su vez es limitada por el Artículo 19.1.b). Además, cabe resaltar que el factor de esbeltez  $\alpha$  es una propiedad geométrica del muro, ya que:

$$M = V * h, \text{ entonces se deduce que } \alpha = \frac{L}{h}, \text{ donde } h \text{ es la altura del muro}$$

Luego, las columnas y vigas de confinamiento de los muros de albañilería también actúan como puntales, lo que hace que los muros se comporten como placas apoyadas en sus bordes cuando se cargan perpendicularmente a su plano. El refuerzo con geo malla cumpliría la misma función que la norma específica para los elementos de confinamiento y la geo malla tiene una cierta ventaja sobre estos, ya que es capaz de evitar la flexión a través de la

adherencia de toda la superficie del ladrillo, las cargas verticales creadas por el muro. Finalmente, cuando la geo malla es capaz de confinar el muro, la geo malla podría usarse como un elemento de construcción para un nuevo sistema de albañilería que usa solo albañilería y geo malla como materiales sin la necesidad de columnas y vigas confinadas con concreto armado. Investigaciones anteriores han demostrado que Geo malla funciona muy bien como refuerzo; Sin embargo, para tener un nuevo sistema con estas propiedades, se requiere más investigación para examinar la interacción entre el mortero y el tejido de mortero, ya que tanto el mortero como el geo malla deben estar pegados al substrato de albañilería (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016).

Indica que los prismas deben estar hechos con un mínimo de dos unidades de ladrillo de altura y con una relación de esbeltez (altura / espesor) entre 1.3 y 5. La norma peruana NTP 339.605 (2013) recomienda que los prismas tengan un mínimo de tres hileras. Además, para el caso en el que no se realicen ensayos sobre prismas, propone los valores de resistencia para la mampostería que se muestran en la Tabla 1.3:

**Tabla 1.4: Resistencias características a compresión de la albañilería de arcilla MPa (kg/cm<sup>2</sup>).**

<b>RESISTENCIA CARACTERISTICAS DE LA ALBAÑILERIA Mpa (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				
<b>Materia</b>	<b>Denominación</b>	<b>Unidad f'b</b>	<b>Pilas f'm</b>	<b>Muretes</b>
<b>Prima</b>	King Kong	5.4 (55)	3.4(35)	0.5(5.1)
	Artesanal			
<b>Arcilla</b>	King Kong	14.2(145)	6.4(65)	0.8(8.1)
	Industrial			
	Rejilla Industrial	21.1(215)	8.3(85)	0.9(9.2)

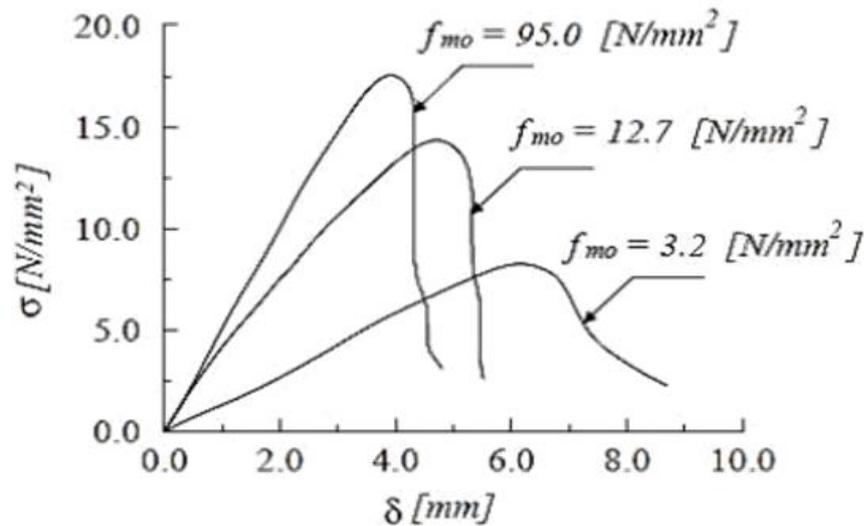
<b>Silice-cal</b>	King Kong Normal	15.7(160)	10.8 (110)	1.0 (9.7)
	Dédalo	14.2 (145)	9.3 (95)	1.0 (9.7)
	Estándar y Mecano (*)	14.2 (145)	10.8 (110)	0.9 (9.2)
<b>Concreto</b>		4.9 (50)	7.3 (74)	0.8 (8.6)
	Bloque Tipo P (*)	6.4 (65)	8.3 (85)	0.9 (9.2)
		7.4 (75)	9.3 (95)	1.0 (9.7)
		8.3 (85)	11.8 (120)	1.1 (10.9)

*Fuente:* Adaptación de NTP 339.605

(Reglamento nacional de edificación E.070)

En el caso de prismas de albañilería con una junta de asiento perpendicular al eje de aplicación de la carga, el patrón de falla ideal se muestra con grietas verticales. Las grietas verticales pueden ser causadas por la fuerza de tracción generada en la dirección horizontal al aplicar la carga en el eje vertical. Las fallas en las esquinas superior e inferior del prisma son indeseables porque su causa está relacionada con una concentración de tensiones inducidas en estas áreas por un revestimiento deficiente o condiciones de prueba deficientes.. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016).

Por otro lado, como se discutió en Lourenço (1996), la compresión uniaxial en mampostería provoca un estado de compresión triaxial en el mortero y compresión / tensión biaxial en unidades de ladrillo. En la figura 1.34 se muestra un ejemplo de una gráfica de esfuerzo-desplazamiento en prismas; las muestras tenían un tamaño de 500x250x600 mm<sup>3</sup> con elementos de ladrillo rellenos de barro (Mann y Betzler, 1994, citado en Lourenço, 1996). El comportamiento en prismas de mampostería es similar pero logra valores de resistencia más altos.



**Figura 1.34: Curva Típica de Esfuerzo-Desplazamiento para Prismas de 500x250x600 mm<sup>3</sup> de Ladrillo Blando de Barro**

*Fuente:*(Citado en la tesis de Ruiz, 2017)

### Albañilería en estado de compresión diagonal

Otro estado de carga que se realiza para caracterizar la albañilería es la compresión diagonal en los muros. El ensayo se realiza para conocer la resistencia al corte del material y el módulo de corte. La carga se aplica a sus esquinas para que la diagonal vertical esté en un estado de máxima compresión y se genere tracción en la dirección perpendicular a ella, como se muestra en la Figura 1.35. Según NTP 399,621 unidades de albañilería. Método de ensayo de compresión diagonal del muro de albañilería (2004), las probetas utilizadas deben ser de al menos 600x600 mm y contener dos elementos de albañilería completos por hilada. Además, como en el caso de los postes, propone los valores de resistencia para albañilería que se muestran en la Tabla 1.3.

**Tabla 1.5: Resistencias características a compresión de la albañilería de arcilla MPa.**

Materia prima	Denominación	Pilas V'm
---------------	--------------	-----------

---

	King Kong Artesanal	0,5
Arcilla	King Kong Industrial	0,8
	Rejilla Industrial	0,9

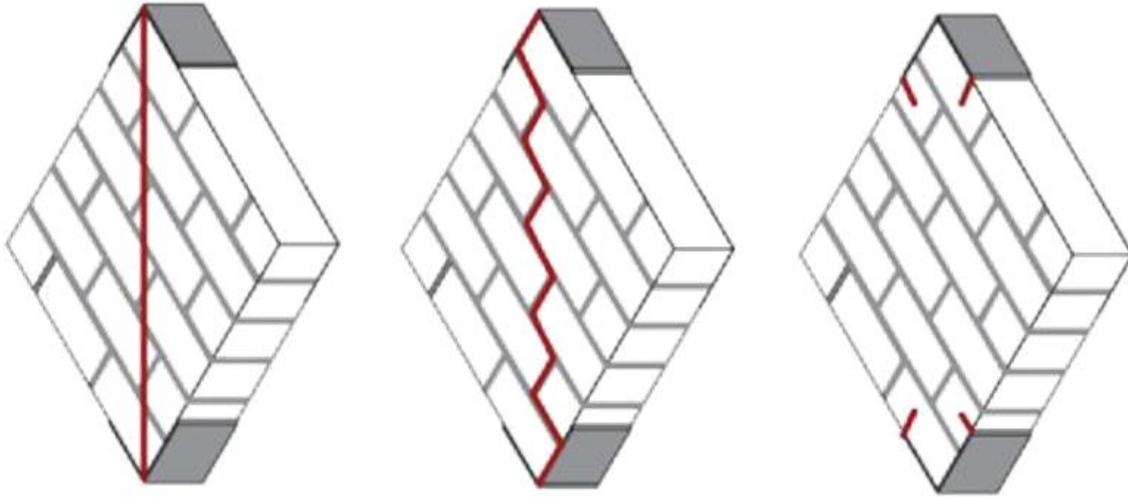
---

*Fuente:* Adaptación de NTP 339.605



**Figura 1.35: Compresión diagonal de un murete de albañilería**

La falla puede presentarse de varias formas. Uno de ellos es cuando se aproxima a la dirección de la diagonal vertical, en cuyo caso se identifica una buena calidad de adherencia unidad / mortero. Además, la falla puede atravesar las juntas de mortero de forma escalonada. Un caso menos deseable es cuando la falla se concentra en las áreas cercanas a las esquinas superior e inferior sometidas a cargas; en este caso, las resistencias máximas al corte no se desarrollan en el material. En la Figura 1.35 puede ver las fallas descritas.



**Figura 1.35: Fallas típicas en un estado de compresión diagonal en muretes de albañilería.**

Cálculo de la resistencia de corte ( $V'm$ ) De los ensayos se obtuvo una data de carga aplicada, deformación correspondiente, y carga de rotura para cada murete. Con dichos valores y empleando la ecuación que se detalla a continuación, se pudieron conocer las resistencias a compresión diagonal  $V'm$  de cada murete.

$$V'm = \frac{P}{\sqrt{2}bt}$$

*Ecuación 1.11: Ecuación de resistencia al corte diagonal.*

Donde P es la carga máxima aplicada, b es el ancho del espécimen y t es el espesor o profundidad de la sección.

#### **Cálculo de la resistencia característica de corte ( $V'm$ )**

Se calculó el promedio de las resistencias de corte máximas de los muretes y la desviación estándar asociada a dicho valor promedio.

$$\bar{V}_m = \frac{\sum V_m}{4}$$

*Ecuación 1.12: Ecuación de resistencia característica de corte.*

*D. E. = desviación estándar*

Por último, se restó la resistencia promedio calculada con la desviación estándar para obtener la resistencia al corte característico, como se indica en la Norma E.070.

$$\bar{V}'_m = \bar{V}_m - D.E.$$

*Ecuación 1.12: Ecuación de resistencia característica de corte.*

### **Eflorescencia**

(Gallegos, 2005). Definen lo siguiente: La eflorescencia son los depósitos de sales solubles, que generalmente son blancas, y se forman en la superficie de la mampostería a medida que se evapora la humedad. Es un proceso que, aunque evoluciona a partir de la composición del Bloque de Mortero de Albañilería, está estrechamente relacionado con la presencia de humedad. Cantidades muy pequeñas de sales, generalmente sulfatos, que pueden estar presentes en mampostería y en la arena de la que está hecho el mortero, o como álcalis en el cemento, son suficientes para producir eflorescencias en el período se seca la construcción.

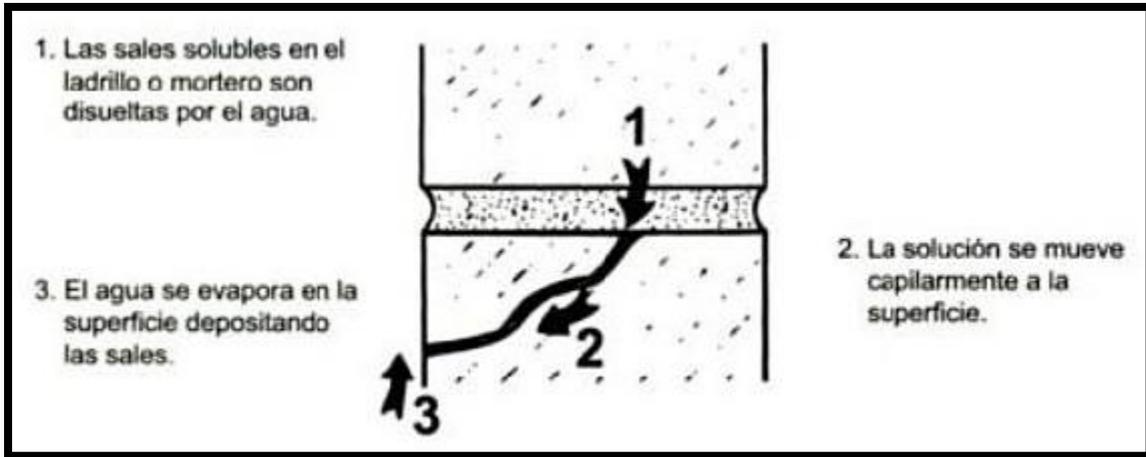
(Gallegos, 2005). Concluyen: "Si se reduce la cantidad de eflorescencia, solo afectará cosmética y temporalmente la apariencia de la mampostería y, en cualquier caso, se puede eliminar fácilmente".

Según (ASTM C67, 2005). Dice: "Si la eflorescencia es fuerte, se puede destruir en . En este caso, las sales solubles que cristalizan en la superficie de la mampostería comienzan a descomponerla. Para ladrillos se puede determinar el potencial de eflorescencia, que califica las muestras mediante inspección visual de "sin eflorescencia" mínima hasta la máxima eflorescencia.

El agua realza la eflorescencia. Si las unidades de mampostería se saturan antes de que se complete la construcción, aumenta la posibilidad de eflorescencia. Por este motivo los elementos de mampostería deben protegerse de la lluvia y solo él debe humedecerse durante

la instalación, estrictamente necesario para obtener una adecuada adherencia con el mortero.

Lo mismo debe decirse de las paredes terminadas (ASTM C67, 2005).



**Figura 1.36: Mecánica de eflorescencia**

*Fuente:* (Gallegos, 2005), cap.1, p.23.



**Figura 1.37: Eflorescencias en el ladrillo.**

*Fuente:* Aguirre & Baeza, 2015, p.1

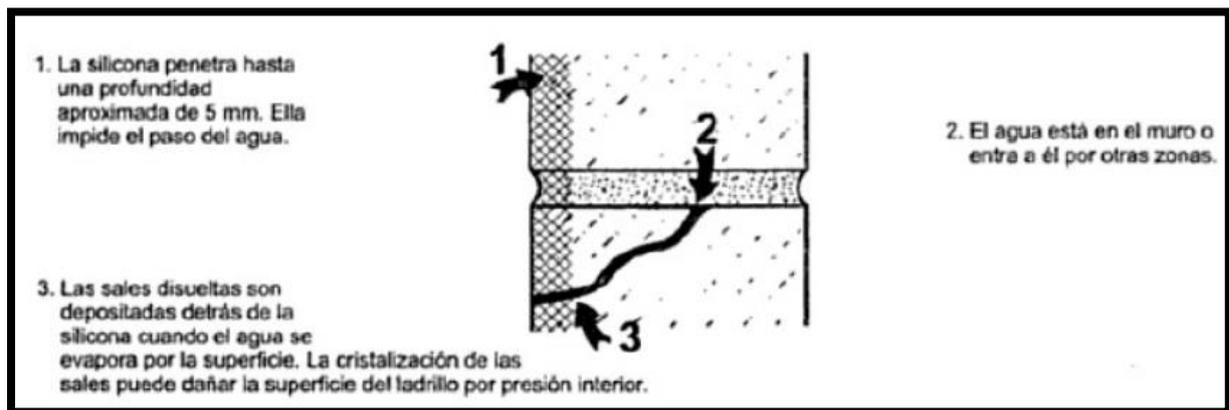
Los lugares más susceptibles a las eflorescencias son aquellos donde la mampostería puede mojarse, por estar en contacto, por ejemplo, con el suelo.

El riesgo de eflorescencia es mayor con elementos de ladrillo que con elementos de hormigón y es casi inexistente con elementos de silicato. Si las unidades de arcilla se obtienen de tierras originalmente dedicadas a la agricultura, el riesgo de eflorescencias

severas es serio. En el caso de utilizar agua salada o arenas de tanques marinos para fabricar unidades de mortero de cemento, inevitablemente se producirán eflorescencias.

(Gallegos, 2005). Dice: “La eflorescencia debe limpiarse en seco; B. se puede quitar limpiando la superficie de mampostería con un cepillo grueso. Si se quita lavando con agua, sólo las sales pueden devolverse a la mampostería; entonces reaparece el fenómeno”.

El uso de siliconas para sellar la mampostería contra la humedad sólo debe realizarse en paredes completamente secas y éstas no pueden absorber la humedad de las fachadas no tratadas; de lo contrario, la mampostería puede ser destruida por la cristalización de las sales cerca de la interfaz de la mampostería de silicona.



**Figura 1.38: Mecánica de la eflorescencia en albañilería sellada con silicona.**

*Fuente:* (Gallegos, 2005), cap.1, p.29

#### **Para minimizar el riesgo de eflorescencia se debe:**

- a) Verificar que las unidades de mampostería no alcancen el grado de "eflorescencia" en las pruebas ASTM C67.
- b) Utilizar morteros con alto contenido de cal.
- c) Proteger las unidades y las paredes del contacto con el agua en todas las etapas de la construcción.
- d) Evitar el contacto permanente de la pared con el suelo o la humedad.

## **Agrietamiento**

(Gallegos, 2005). Ellos definen que: El agrietamiento es la causa más común de fallas en el desempeño de la mampostería; prevenirlo es por tanto una preocupación constante. Se produce por deformaciones que inducen tensiones superiores a resistencias a la tracción. Dado que esta resistencia se reduce en la mampostería, es muy vulnerable a la aparición de tracción. Además, las paredes son muy frágiles en tracciones y deformaciones de la unidad lineal de  $1/4000$  o distorsiones angulares de  $1/3000$  son suficientes para romperlas bruscamente. La deformación puede ser inducida por la imposición de la carga o por restricciones en la variación volumétrica incluidas las causadas por las variaciones de temperatura o humedad, por la presencia temporal de agua, por la cristalización de las sales y por la corrosión. Las cargas pueden ser impuestas por asentamientos diferenciales del suelo de cimentación, por gravedad, viento y acciones sísmicas también por acortamiento de la forja o secado del entrepiso y de las losas de cubierta. Las grietas también pueden ser causadas por explosiones, vibraciones y fuego.

(Gallegos, 2005). Consideran que: Para que una grieta sea visible las superficies de la grieta recién formada deben separarse, indicando la existencia previa de tracción. Esto implica que es la tracción la causante de las grietas, sin importar que las cargas primarias sean compresión, tracción o corte. Por lo tanto, es notorio que la compresión pura provoca tracciones transversales y el corte puro tracciones diagonales.

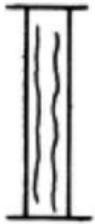
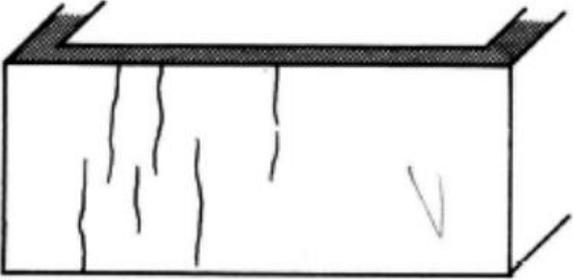
		
<p><b>DATOS A RESALTAR:</b></p>	<p><b>CAUSAS:</b></p>	<p><b>ACTUACIONES:</b></p>
<p>grietas verticales próximas, en alzado y testa.</p>	<p>haberse sobrepasado la capacidad portante del muro a compresión por aplastamiento del material de agarre con rotura a la tracción de la fábrica.</p>	<p><b>INMEDIATAS:</b> apuntalamiento inmediato.</p> <p><b>POSTERIORES:</b> sustitución del elemento.</p>

Figura1.39: Grietas verticales en muros.

Fuente: Hernández, 2015, cap.11.

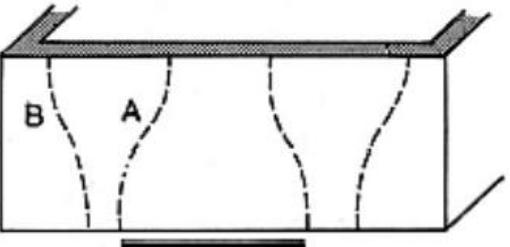
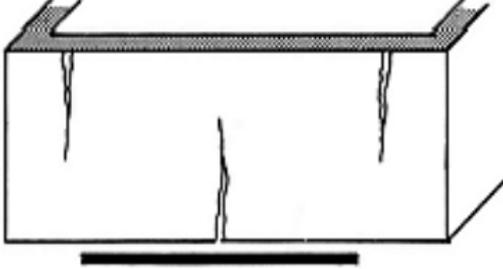
		
<p><b>DATOS A RESALTAR</b></p>	<p><b>CAUSAS</b></p>	<p><b>ACTUACIONES</b></p>
<p>grietas A: primeros síntomas</p> <p>grietas B: cuando el proceso de deformación está muy avanzado</p>	<p>asentamientos centrales de zonas grandes.</p>	<p><b>INMEDIATAS</b> pruebas testigo para determinar la estabilidad de las grietas.</p> <p><b>POSTERIORES</b> en función de las pruebas se reparará o se sustituirá.</p>

Figura 1.40: Grietas proceso de deformación muy avanzada.

Fuente: Hernández, 2015, cap.11.

		
DATOS A RESALTAR	CAUSAS	ACTUACIONES
grietas poco frecuentes y que requieren edificios de longitudes de muros muy grandes.	asentamientos centrales muy grandes.	<b>INMEDIATAS</b> pruebas testigo.  <b>POSTERIORES</b> en función de las pruebas se reparará o se sustituirá.

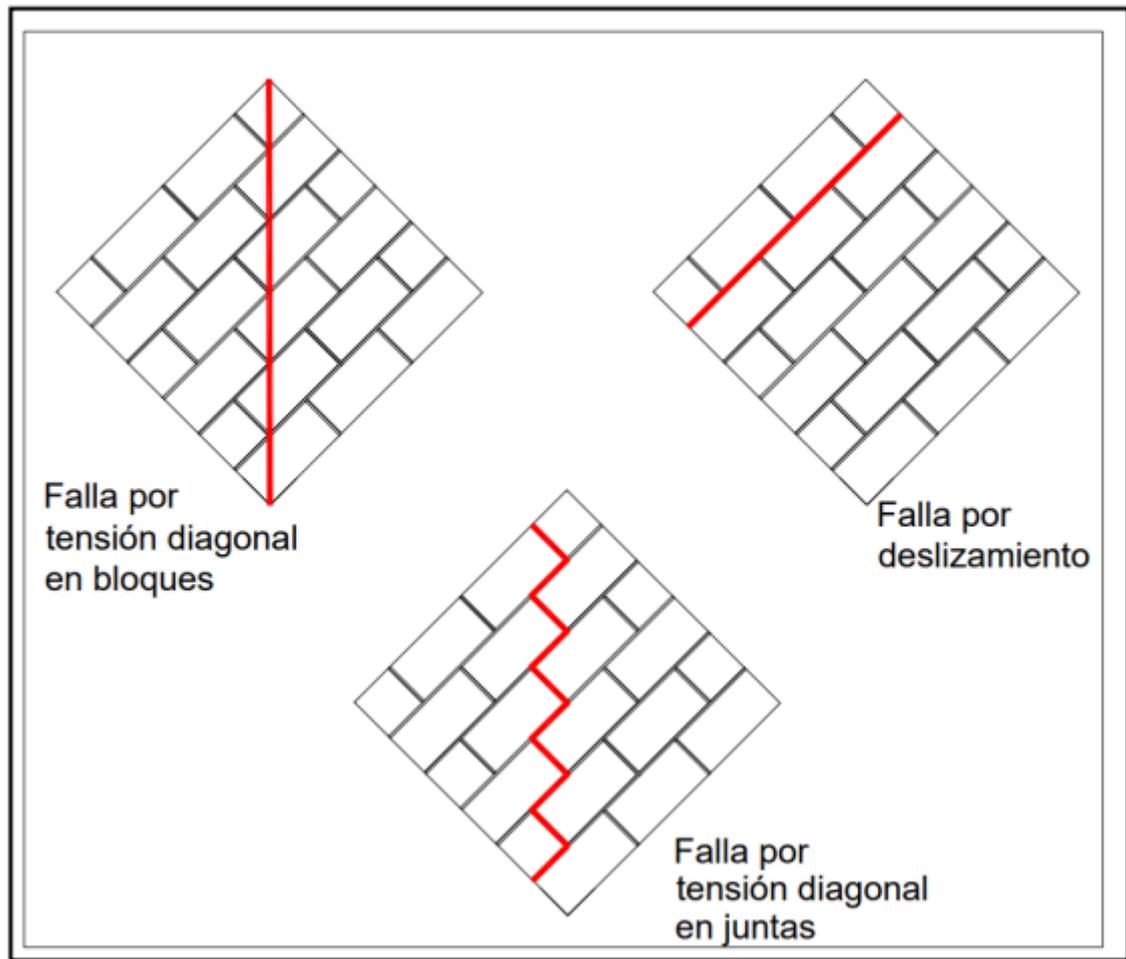
**Figura 1.41: Grietas en muros de gran longitud.**

*Fuente: Hernández, 2015, cap.11.*

### Tipos de fallas en muretes

Según Banqueiro (2008). Deriva eso. En proyectos de construcción, los muros de cortante están diseñados para soportar principalmente las cargas causadas por las fuerzas sísmicas horizontales. Las fallas típicas de las paredes de mampostería expuestas a una compresión diagonal de pueden ser de tres tipos:

- **Falla por tensión diagonal en bloques;** se produce una grieta diagonal que atraviesa predominantemente las piezas, su trayectoria es aproximadamente recta.
- **Falla por tensión diagonal en juntas;** se produce por la falla por adherencia bloque-mortero, su trayectoria es en forma escalonada aproximadamente al centro del murete
- **Falla por deslizamiento;** se produce la falla entre piezas y el mortero, produciéndose el desprendimiento de una junta horizontal.



**Figura 1.42: Tipos de fallas en los muretes sometidos a ensayo de compresión diagonal.**

Por lo general, estas fallas pueden deberse a:

- a) Inadecuada resistencia al cortante de los entrepisos debido a la escasez de elementos tales como columnas y muros.
- b) Grandes esfuerzos de cortante y tensión diagonal en columnas o en vigas.
- c) Falla por adherencia del bloque de unión en las conexiones viga-columna debida al deslizamiento de las varillas ancladas, o a falla de cortante.
- d) Grandes esfuerzos en muros de cortante, sin o con aberturas, solos o acoplados.
- e) Vibración torsional causada por la falta de coincidencia en planta del centro de masas con el centro de rigidez.

- f) Punzonamiento de la losa de edificios construidos a base de losa planas.
- g) Variación brusca de la rigidez a lo largo de la altura del edificio.
- h) Golpeteo entre edificios.
- i) Amplificaciones de los desplazamientos en la cúspide de los edificios.
- j) Grandes esfuerzos de cortante en columnas acortadas por el efecto restrictivo al desplazamiento causado por elementos no estructurales.

### **Variables que cambiarían con la malla polimérica en los muros de mampostería de ladrillo**

- Al reforzar la pila (prueba a compresión para verificar la variación de la resistencia).

Característica a compresión ( $f'_m$ ).

- Al reforzar el murete (prueba a compresión diagonal). Para determinar variación del  $V'_m$ = resistencia característica al corte.

Estas variables a cambiar están bajo la norma NTP339.605 y 399.621 (RNE, 2021).

Esperando así obtener que dichos datos sean favorables y exitosos para los muros reforzados con la malla polimérica para realizar un diseño de una vivienda con el murete reforzado con la malla polimérica.

### **1.3. Formulación del problema**

¿De qué manera influye el refuerzo de malla polimérica y malla electro soldada en la mampostería de ladrillos para la reducción de la vulnerabilidad sísmica de viviendas informales en Lima?

### **1.4. Objetivos**

#### **Objetivo general**

Determinar la influencia mecánica del refuerzo de mallas poliméricas y de malla electro soldada en los muros de mampostería para la reducción de la vulnerabilidad sísmica en viviendas informales en el Distrito de Ate - Lima a través del software Etabs 2016,

### **Objetivos específicos**

**O.E1:** Realizar mediciones del agrietamiento diagonal en los muros con el refuerzo de mallas poliméricas y mallas electro soldadas para reducir la vulnerabilidad sísmica las viviendas informales p del Distrito de Ate - Lima a través del software Etabs 2016,

**O.E2:** Realizar mediciones de fuerzas cortantes en los muros con el refuerzo de mallas poliméricas y mallas electro soldadas para reducir la vulnerabilidad sísmica las viviendas informales p del Distrito de Ate - Lima a través del software Etabs 2016,

**O.E3:** Comparar los costos asociados al reforzamiento con mallas poliméricas y electro soldada para el mejor comportamiento estructural de muros de mampostería que beneficien a las viviendas informales del Distrito de Ate - Lima.

## **1.5.Hipótesis**

### **Hipótesis general**

El refuerzo estructural y la aplicación de mallas electro soldadas en una vivienda informal en el Distrito de Ate - Lima influye en el comportamiento estructural de los muros de mampostería beneficiosamente reduciendo la vulnerabilidad sísmica.

### **Hipótesis específica**

El refuerzo de mampostería y la aplicación de la malla electro soldada influye significativamente en la reducción de la vulnerabilidad sísmica de viviendas informales en el Distrito de Ate - Lima.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

El enfoque de la investigación fue aplicativo-experimental, esto permitió replicar y enfocar puntos específicos facilitando la comparación entre estudios similares (Hernández Sampieri, 2004).

Se considera cuantitativa porque se obtuvieron datos medibles de acuerdo con el modelamiento que se realizará, además se considera explicativa puesto que se tiene como objetivo aplicar el reforzamiento estructural en muros de mampostería.

De acuerdo con los datos estadísticos analizados se busca la mejor alternativa de reforzamiento y sus razones de usarlo. Con los datos del software Etabs comprobaremos si el reforzamiento es viable, ya que se busca realizar entre ciertas alternativas, usando magnitudes numéricas que pueden ser tratadas mediante herramientas del campo de la estadística. En la investigación tendremos datos numéricos ya sea del software Etabs versión 2016 o de los datos que se extraen de diversas tesis que serán evaluadas, para poder predecir comportamientos estructurales ante el sismo moderado y severo. También se estimarán costos de la ejecución con eventualidades y variables que podrían ocurrir durante la investigación. Los elementos del problema tienen relación numérica ya que se hallaron datos tales como fuerzas de elementos estructurales en los que serán analizados y comparados, es por esa razón que viene a ser una investigación del tipo cuantitativa.

#### 2.1.1. Nivel de investigación

El nivel de investigación nos permite ordenar los diversos datos obtenidos como características, comportamientos de la estructura, procesos y otras variables. Este nivel de investigación es aplicativo, ya que se supervisa, controla y calibra los datos más

importantes para el modelamiento del reforzamiento estructural. Así mismo el comportamiento estructural de la edificación a través del programa Etabs versión 2016.

### **2.1.2. Diseño de investigación**

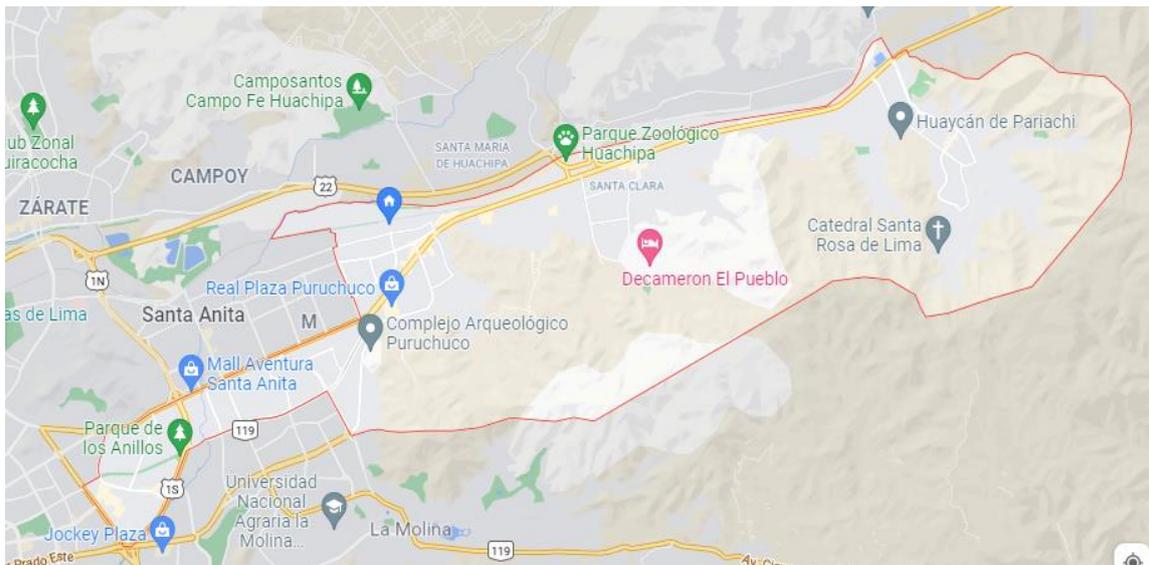
El diseño de la investigación viene a ser experimental, puesto que se aplicará normas y métodos de reforzamiento estructural en los muros de mampostería, por lo tanto también sería observacional, ya que no se puede manipular la variable independiente que vendría a ser el análisis sísmico de la vivienda con el reforzamiento de muros. Esta investigación vendría a ser retrospectiva, ya que se tiene información de distintos tipos de fuente y sobre esta base técnica se busca formular nuevas conjeturas y detalles adicionales. Tiene un diseño transversal ya que las mediciones solo se realizarán una vez en un periodo de tiempo determinado, ya que la estructura no se moverá ni cambiará sus características (Hernández Sampieri, 2004).

### **2.2. Población y muestra**

La población es generalizar los resultados de muestra o grupo pequeño a uno mayor (Hernández Sampieri, 2004).

La población puede definirse como el total de las viviendas informales dentro de la zona urbana de Ate –Lima, con características peculiares y que son de interés para la investigación.

Por lo tanto, la muestra es muestreo no probabilístico.



**Figura 2.1: Distrito de Ate - Lima**

La muestra es un grupo pequeño generalizado de una población (Hernández Sampieri, 2004).

La muestra no probabilística con método a conveniencia y objetivo de estudio es una vivienda informal de mampostería de ladrillo en el Distrito de Ate – Lima que será modelada en Etabs versión 2016.



**Figura 2.2: Ejemplo de vivienda informal en Ate – Lima**

La muestra se dará a través de la norma técnica E-070 Albañilería, específica en el capítulo quinto (resistencia de pilas de albañilería), artículo 13 ítem (a), que se debe realizar tres ensayos de pilas para determinar la resistencia a la compresión ( $f'm$ ), cuyos datos obtendremos de tesis que apoyaran el modelado en el software Etabs versión 2016.

### **2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos**

La recolección de datos se realizará a través de los siguientes métodos:

#### **2.3.1. Observación.**

De los ensayos de investigaciones como fuentes confiables, el análisis y la observación es fundamental, ya que por este medio tendremos en cuenta detalles importantes tales como por ejemplo las dimensiones de las pilas, sus formas, texturas, entre otros detalles que se presentaran en estos ensayos.

#### **2.3.2. Formatos de laboratorio**

a) Muestreo.- El muestreo será efectuado por la web. De lo cual por cada se tiene como ejemplo que cada lote compuesto por hasta 50 millares de unidades se seleccionará 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 absorciones.

b) Resistencia a la Compresión.- Para la determinación de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, se efectuará los ensayos de laboratorio correspondientes, de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.613 y 339.604. La resistencia característica a compresión axial de la unidad de albañilería ( $f'b$ ) se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra.

c) Variación Dimensional.- Para la determinación de la variación dimensional de las unidades de albañilería, se observará el procedimiento indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604. Proyecto de NTE E. 070 albañilería.

d) Alabeo.- Para la determinación del alabeo de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicada en la Norma NTP399.613.

e) Absorción.- Los ensayos de absorción se obtendrá de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.604 y 399.1613

Para la recolección de datos de estos ensayos se elaborarán formatos de laboratorio, por el cual nos permitirán a recoger información necesaria de los ensayos elaborados en las investigaciones como fuente confiable. De estos formatos se anotarán datos importantes, tales como la deformación, cargas, medidas de las pilas de albañilería, medida de la malla; estos datos servirán para determinar la resistencia por unidad de área de las pilas de albañilería, de la misma manera, se crearán formatos para la resistencia a corte de un paño de albañilería, y así mismo los datos de ensayos en el software de estructuras Etabs, para que en el modelado de la vivienda informal con refuerzo nos arroje datos que haremos formatos que serán en un Excel técnico; y finalmente obteniendo como la reducción de vulnerabilidad sísmica y de costos favorecen a nuestro trabajo de investigación.

### **2.3.3. Instrumentos de recolección de datos**

Los instrumentos de recopilación de datos se utilizan para estudiar varios temas de interés entre los participantes en estudios científicos. Los instrumentos que se van a utilizar en el presente trabajo de investigación son los siguientes:

- Figuras y fuentes confiables
- Análisis de precios unitarios

- Software de ingeniería (Etabs)
- Pruebas de laboratorio

Después de la revisión y aprobación de dicha recolección de datos lo mandaremos a un software de análisis estructural por el cual comparemos la vulnerabilidad sísmica de una vivienda informal sin el material de la malla polimérica y así mismo con una vivienda con este material para recolectar nuevos datos y ver el análisis sismo-resistente de estas viviendas para ver en cual hubo menor vulnerabilidad sísmica.

Todos los datos recolectados serán aplicando normas técnicas de ensayo de muretes y pilas como así mismo tendremos como referencia el (RNE, 2021), (E-070 Albañilería) porque cada edificación de albañilería debe contar con una densidad mínima de muros reforzados que garantice el daño reparable después de un sismo severo y éticamente lo que buscamos es proteger y salvaguardar la vida de seres vivos que estén en estas viviendas.

#### **2.4 Procedimiento de recolección de datos**

Hay diferentes tipos de recopilación de datos mediante dispositivos de medición como cuestionarios, escalas de medición, observación, pruebas estandarizadas, datos secundarios, dispositivos, equipos, indicadores, etc.

Debido a que se examinan las casas construidas informalmente y en muchos casos están parcialmente en construcción, la proyección y los cambios futuros de la condición estructural de cada casa se tienen en cuenta en nuestros cálculos del modelo en Etabs. Gracias a este análisis de proyección es posible estimar el comportamiento de sismos severos. Los cálculos a considerar para esta sección se basan en la determinación del desplazamiento del

centro de masa y los desplazamientos máximos de entrepisos (derivadas) para cada nivel de la propiedad.

Se utilizó la técnica de investigación cuantitativa, las técnicas de recolección de datos fueron directas, y la elección se decidió para la forma experimental en el web por el siguiente método:

- Recorrer los sitios web de las distintas ladrilleras de la ciudad de Lima a fin de recolectar información de las unidades de albañilería industrial para seleccionar muestras, y poder realizar sus respectivos ensayos como nos indica la NORMA TECNICA PERUANA.
- Se observó una pequeña muestra del estado de los muros de las viviendas informales, y así mismo ver todas las posibles fallas que presentan.
- Según la web obtener los análisis de los distintos tipos de unidades de albañilería industrial de sus respectivos ensayos de laboratorio (Variación dimensional, Alabeo, Absorción, Resistencia a la compresión).
- Según muretes de ladrillo King Kong en diversas tesis aplicativas observar y utilizar un promedio de los datos de estas con y sin reforzamiento de ensayos de compresión diagonal para obtener la resistencia a diferentes esfuerzos.
- En un Software Etabs 2016 para el análisis estructural podremos obtener los datos de las viviendas informales con el refuerzo de la malla de polipropileno ante un sismo estático y dinámico.

## 2.5 Análisis de Datos

Luego de la recolección de datos se procederá a realizar el trabajo de gabinete, el cual consiste en el reordenamiento de los datos, el análisis sistematizado de los mismos, las

operaciones y los cálculos correspondientes; y, finalmente, la creación de gráficos y análisis de datos y discusión de resultados, para así proceder con dichos resultados a lo que pasaremos a un software de análisis estructural para ver que este de resultados positivos a este tipo de material de polipropileno para la reducción de la vulnerabilidad sísmica y costos para un reforzamiento de estructuras en viviendas informales.

## **2.6 Aplicación**

Con los resultados se calculará en cuanto se mejorara una edificación de albañilería convencional con poca densidad de muros y a la vez podremos visualizarlo en un software de análisis estructural para ver cómo se reduce la vulnerabilidad sísmica y así poder aplicarlas en viviendas informales aplicando el reforzamiento de mallas de polipropileno triaxial. Ayudando así a la población del país con bajos recursos, ya que se busca reducir la vulnerabilidad sísmica como los costos en un reforzamiento estructural.

## **2.7 Aspectos Éticos**

Como responsables de este proyecto de investigación he respetado escrupulosamente a las normas marcadas por la Universidad Privada del Norte para la elaboración del trabajo de investigación, evitado el plagio y me he dedicado al desarrollo de mi trabajo con gran responsabilidad, esfuerzo y perseverancia. Se utilizaron fuentes de alta confiabilidad para la realización de esta investigación, también en lo que respecta a la manipulación de datos con técnicas, instrumentos y software utilizados, fueron las que se dieron para poder explicar con precisión los resultados finales obtenidos.

## MATRIZ DE CONSISTENCIA Y CRONOGRAMA

### Matriz de Consistencia:

	PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	MEDIDAS	NORMAS
GENERAL	¿De qué manera influye el refuerzo de malla polimérica y malla electrosoldada en los muros de mampostería para la reducción de la vulnerabilidad sísmica de viviendas informales en el Distrito de Ate - Lima?	Determinar la influencia mecánica del refuerzo de mallas poliméricas y de malla electrosoldada en los muros de mampostería para la reducción de la vulnerabilidad sísmica en viviendas informales en el Distrito de Ate - Lima a través del software Etabs 2016,	El refuerzo estructural y la aplicación de mallas electro soldadas en una vivienda informal en el Distrito de Ate - Lima influye en el comportamiento estructural de los muros de mampostería beneficiosamente reduciendo la vulnerabilidad sísmica.	<i>VARIABLE INDEPENDIENTE:</i>	•kg/cm <sup>2</sup> •kg/cm <sup>2</sup>	•NTP 399,605 (Ensayo a compresión axial de pilas de albañilería)
				<b>Muros de mampostería con mallas poliméricas y electrosoldadas.</b>		
ESPECIFICO 1		Realizar mediciones del agrietamiento diagonal en los muros con el refuerzo de mallas poliméricas y mallas electro soldadas para reducir la vulnerabilidad sísmica las viviendas informales p del Distrito de Ate - Lima a través del software Etabs 2016,	El refuerzo de mampostería y la aplicación de la malla electro soldada influye significativamente en la reducción de la vulnerabilidad sísmica de viviendas informales en el Distrito de Ate - Lima.	<b>INDICADORES V.I:</b>	•Etabs versión 2016 •kg/cm <sup>2</sup> •kg/cm <sup>2</sup> •Kg • Mano de obra, materiales y equipos.	•NTP 399,621 (Ensayo a compresión diagonal de albañilería)
				<ul style="list-style-type: none"> <li>•Ensayo cortante máximo en muros</li> <li>•Ensayo a compresión axial máxima en pilas</li> <li>•Ensayos a compresión diagonal</li> </ul>		
ESPECIFICO 2		Realizar mediciones de		<i>VARIABLE DEPENDIENTE:</i>		•ASTM C 1314-07  •ASTM E 519-02

		<p>fuerzas cortantes en los muros con el refuerzo de mallas poliméricas y mallas electrosoldadas para reducir la vulnerabilidad sísmica las viviendas informales p del Distrito de Ate - Lima a través del software Etabs 2016,</p>		<p><b>Reducción de la vulnerabilidad sísmica de viviendas</b></p>		
<p><b>ESPECIFICO 3</b></p>		<p>Comparar los costos asociados al reforzamiento con mallas poliméricas y electrosoldada para el mejor comportamiento estructural de muros de mampostería que benefician a las viviendas informales del Distrito de Ate - Lima.</p>		<p><b>INDICADORES V.D:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Supervisión de las edificaciones.</li> <li>•Estudio de Vulnerabilidad</li> <li>•análisis sísmico estático</li> <li>•análisis sísmico dinámico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Formatos</li> <li>•interpretación de resultados</li> </ul>	<p><b>METODO</b></p> <p><b>Tipo de investigación:</b> Aplicativo – Experimental</p> <p><b>Diseño de investigación</b> Experimental</p> <p><b>Nivel de investigación</b> Aplicativo</p>

*Fuente:* Elaboración Propia

**Cronograma:**

ACTIVIDADES	ENERO				FEBRERO				MARZO			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
<b>Fase 1: Proyecto de Tesis</b>												
Presentación del tema												
Levantamiento de observaciones												
<b>Fase 2: Metodología y Resultados</b>												
Ensayo de compresión axial en pilas												
Recolección de datos												
Modelamiento en Etabs												
<b>Fase 3: Discusión y Conclusiones</b>												
Resultados												
Discusión												
Conclusiones												
<b>Fase 4: Presentación final</b>												
Presentación final												

Fuente: Elaboración Propia

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

Para la elaboración de resultados usaremos artículos científicos con respecto a las mallas poliméricas, electro soldadas y el reforzamiento de muros así mismo como su aplicación y ensayos en estos.

Dado que en nuestros resultados buscamos la reducción de vulnerabilidad sísmica también aplicaremos artículos científicos obteniendo así contenido para la discusión y conclusiones del capítulo IV.

#### **Porcentaje y cantidad de viviendas informales en la provincia de Lima-Perú.**

Para el cálculo de los resultados tendremos que primero identificar las viviendas informales en Lima lo cual tendremos que realizar una tabla en Excel con porcentajes y así mismo tomaremos un ejemplo de los muros de las viviendas informales para realizar nuestros muretes de ensayos en pilas donde haremos ensayos sin la malla de polipropileno y otra con el refuerzo de malla de polipropileno para ver los resultados con respecto a la reducción de vulnerabilidad sísmicas que pueden dañar dichas viviendas. Tomaremos los datos del INEI y lo plasmaremos en la tabla 3.1.

**Tabla 3.1: Viviendas informales en la Provincia de Lima actualizada en el 2019.**

DISTRITO	TOTAL		TUGURIOS		ASENTAMIENTOS INFORMALES		AREAS FORMALES	
	N <sup>1</sup>	%	N <sup>1</sup>	%	N <sup>1</sup>	%	N <sup>1</sup>	%
	<b>TOTAL</b>	<b>798 679</b>	<b>100.0</b>	<b>65 865</b>	<b>8.2</b>	<b>340 551</b>	<b>42.6</b>	<b>392 263</b>
<b>Ancón</b>	1 652	100.00	21.00	1.30	198.00	12.00	1 433	86,7
<b>Ate</b>	28 907	100.00	1 950	6.70	9 343	32.30	17 614	60,9

<b>Barranco</b>	9 840	100.00	2 157	21 ,9	0.00	0.0	7 683	78,1
<b>Breña</b>	23 855	100.00	4 766	20.00	540.00	2.30	18 549	77,8
<b>Carabaylo</b>	9 656	100.00	10.00	0.10	5 954	61.70	3 692	38,2
<b>Comas</b>	49 900	100.00	244.00	0.50	45 336	90.90	4 320	8,7
<b>Chaclacayo</b>	6 200	100.00	156.00	2.50	3 057	49.30	2 987	48,2
<b>Chorrillos</b>	26 249	100.00	1 821	6.90	10 635	40.50	13 793	52.50
<b>El Agustino</b>	28 882	100.00	2 111	7.30	25 667	88.90	1 104	3,8
<b>Independencia</b>	21 975	100.00	695.00	3.20	21 280	96.80	0.00	-
<b>Jesús María</b>	17 824	100.00	1 031	5.80	0.00	0.0	16 793	94,2
<b>La Molina</b>	3 082	100.00	71.00	2.30	528.00	17.10	2 483	80,6
<b>La Victoria</b>	55 220	100.00	7 055	12.80	6 659	12.10	41 506	75,2
<b>Lima</b>	77 268	100.00	15660	20.30	15 016	19.40	46 592	60,3
<b>Lince</b>	18 137	100.00	2 056	11.30	0.00	0.0	16 081	88,7
<b>Lurigancho</b>	10 387	100.00	441.00	4.20	3 536	34.00	6 410	61 ,7
<b>Lurín</b>	2 498	100.00	49.00	2.00	1 102	44 ,1	1 347	53,9
<b>Magdalena del Mar</b>	11 161	100.00	1 525	13.70	418.00	3.70	9 218	82,6
<b>Magdalena Vieja</b>	16 589	100.00	1 669	10.10	324.00	2.00	14 596	88,0
<b>Miraflores</b>	24 968	100.00	1 857	7.40	0.00	0.0	23 111	92,6
<b>Puente Piedra</b>	5 802	100.00	70.00	1.20	2 097	36.10	3 635	62,7
<b>Rímac</b>	36 478	100.00	5 890	16.10	9 874	27.10	20 71 4	56,8
<b>San Isidro</b>	16 532	100.00	309.00	1.90	0.00	0.0	16 223	98.1
<b>S.J. de Lurigancho</b>	50 789	100.00	500.00	1.00	41 137	81.00	9 152	18,0
<b>S.J. de Miraflores</b>	28 097	100.00	105.00	0.4	27 992	99.60	0.00	0.00
<b>San Luis</b>	10 722	100.00	710.00	6.6	574.00	5.40	9 438	88,0

<b>S.M. de Porres</b>	73 332	100.00	2 110	2.9	48 692	66.40	22 530	30.70
<b>San Miguel</b>	18 840	100.00	2 367	12.6	58.00	0.30	16 415	87.10
<b>Santiago de Surco</b>	29 136	100.00	2 539	8.70	917.00	3.10	25 680	88.10
<b>Surquillo</b>	27 887	100.00	5 823	20.9	2 900	10.40	19 164	68,7
<b>V.M. del Triunfo</b>	56 814	100.00	97.00	0.2	56 717	99.80	0.00	0.00

*Fuente: Proyectos INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática)*

### **Materiales usar para los ensayos de laboratorio:**

Los materiales primarios que se observan en los ensayos y cálculo de resultados que se tienen de los laboratorios como en el campo serán:

1. Ladrillos King Kong 18 huecos y ladrillos pandereta
2. Mallas de polipropileno (biaxial, triaxial) y malla electro soldada
3. Software para el modelamiento y análisis estructural (Programa Etabs versión 2016)

### **Artículos de oficina que se utilizaran dentro de la investigación:**

- Regla milimetrada
- 10 Muestras de albañilería (King Kong industrial y pandereta)
- Lápiz
- Libreta de Laboratorio



Figura 3.1: Artículos de oficina que se utilizarán dentro de la investigación

Tabla 3.2: Cantidad de materiales para los ensayos de laboratorio.

Determinación de propiedades	Unid.
<b>ladrillos de arcilla</b>	
<b>Determinación de la variación porcentual</b>	-
Ladrillos de arcilla	10
Escalimetro	2
Formato de laboratorio	1
Cámara fotográfica	1
<b>Determinación de la absorción del ladrillo.</b>	-
Ladrillos de arcilla	5
Balanza, capacidad 4 kilos	1
Horno de 50L. Temperatura $100 \pm 5^\circ\text{C}$	1
Vernier	1
Formato de laboratorio	1
Cronómetro	1
<b>Determinación de succión del ladrillo</b>	
Ladrillos de arcilla	6

<b>Ensayo de compresión de cubos de mortero</b>	-
Prensa hidráulica 100 Ton.	1
Deformímetro	1
Vernier	1
Wincha	1
Formato de laboratorio	1
Cronómetro	1
Cámara fotográfica	1
Moldes metálicos	1
Cubos de mortero (5cm de lado)	5
<b>Ensayo de compresión de unidades de albañilería</b>	-
Prensa hidráulica 100 Ton.	1
Cronómetro	1
Deformímetro	1
Vernier	1
Wincha	1
Formato de laboratorio	1
Cronómetro	1
Cámara fotográfica	1
Moldes metálicos	1
Ladrillos de arcilla	5

## ENSAYOS DE VARIACIÓN DIMENSIONAL

Se tendrá que escoger 10  
muestras de ladrillos del  
total para realizar sus  
medidas y comparar con  
las fichas técnicas.



**Figura 3.2: Muestras de 10 Ladrillos King Kong.**

### Variación Dimensional de ladrillos

#### King Kong



ESPESOR



ANCHO



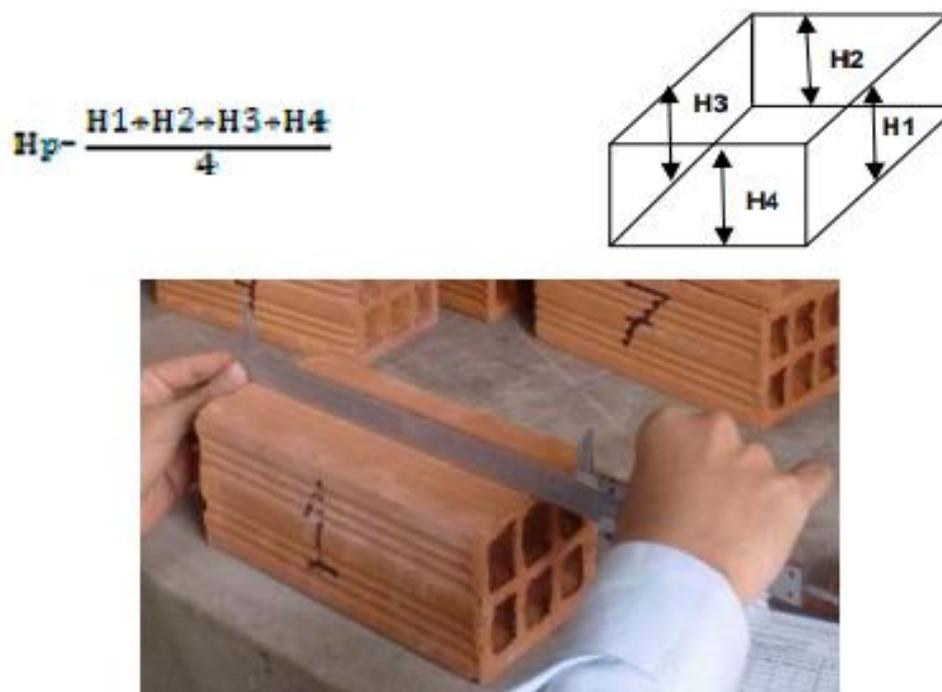
LARGO

**Figura 3.3: Ensayo de variación de los ladrillos King Kong.**

### Variación Dimensional de ladrillos panderetas

Para las pruebas de variación dimensional sobre una muestra de 10 unidades. Por otro lado, San Bartolomé, Quiun y Silva, 2011 (libro “Diseño y construcción de estructuras sismo-resistentes de albañilería”), indican: “Por cada incremento de 3mm en el espesor de la juntas horizontales (adicionales al mínimo requerido de 10mm), la resistencia a la compresión de la albañilería disminuye un 15%”; de acuerdo a esta afirmación es necesario realizar este ensayo para determinar el espesor de la junta de la albañilería.

Por lo tanto en la Figura 3.4 se muestra el ensayo, donde se toman las dimensiones de altura (H), ancho (B) y largo (L) de la unidades de albañilería (ladrillos pandereta), realizando cuatro dimensiones por cada arista, de estas mediciones se calcula el promedio, para después promediar toda la muestra.



**Figura 3.4: Ensayo de Variación Dimensional de ladrillos pandereta**

La variabilidad de dimensiones, se determina utilizando las dimensiones dadas por el

fabricante y las dimensiones promedios obtenidos de ensayos, con la siguiente fórmula:

$$V = \frac{100 \times (D_e - D_p)}{D_e}$$

$$V (\%) = 100 \times (\text{Fábrica} - \text{Promedio}) / \text{Fábrica}$$

*Ecuación 3.1: Variabilidad dimensional*

Dónde:

V = Variabilidad Dimensional (%).

D = Dimensión de cada arista del espécimen pueden ser L, h o b (mm).

D<sub>p</sub> = Dimensión promedio de las cuatro medidas tomadas en una arista (mm).

D<sub>e</sub> = Dimensión nominal, especificada por el fabricante (mm).

**Tabla 3.3: Tabla de resumen de Variación dimensional de Ladrillo King Kong.**

<b>Largo Promedio :</b>	200.40 mm	<b>Ancho Promedio :</b>	100 mm	<b>Altura promedio :</b>	69.00 mm
<b>σ :</b>	-0.40 mm	<b>σ :</b>	0.00 mm	<b>σ :</b>	-1.00 mm
<b>V% :</b>	-0.20%	<b>V% :</b>	0.00 %	<b>V% :</b>	10.58%

*Nota:* En la tabla 3.3 se muestra los promedios de los ensayos de variación dimensional de los ladrillos King Kong a utilizar.

*Fuente:* Cueva E; Neyra L.

**Tabla 3.4: Tabla de resumen de Variación dimensional de Ladrillo pandereta.**

<b>Largo Promedio :</b>	230.50 mm	<b>Ancho Promedio :</b>	109.90 mm	<b>Altura promedio :</b>	91.30 mm
<b>σ :</b>	1.17 mm	<b>σ :</b>	0.65 mm	<b>σ :</b>	0.26 mm
<b>V% :</b>	-0.22%	<b>V% :</b>	-4.67%	<b>V% :</b>	-1.44%

*Nota:* En la tabla 3.4 se muestra los promedios de los ensayos de variación dimensional de los ladrillos pandereta a utilizar.

*Fuente:* Araoz T; Velezmoro J.

## ENSAYO DE ALABEO

El ensayo de Alabeo según (San Bartolomé Á. Q., 2011), en su libro Construcciones de Albañilería afirma que a mayor alabeo (concavidad o convexidad) de la unidad de albañilería conduce a un mayor espesor de junta, como también a la disminución de la adherencia con el mortero al formarse vacíos en las zonas más alabeadas, e incluso puede producir futuras fallas de tracción por flexión en la unidad de albañilería.

**Tabla 3.5: Resumen de resultados de ensayos de alabeo de los ladrillos industriales**

Ladrillo King Kong			
Cara Superior (mm)		Cara Inferior (mm)	
Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
2.60	0.00	0.25	1.10

Ladrillo Pandereta			
Cara Superior (mm)		Cara Inferior (mm)	
Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
1.35	0.25	0.28	0.05

*Fuente:* Cueva E; Neyra L.



**Figura 3.5: Ensayo de alabeo de ladrillo King Kong**

*Fuente: Cueva E; Neyra L.*



**Figura 3.6: Ensayo de alabeo de ladrillo pandereta**

*Fuente: Araoz T; Velezmoro J.*

## **ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN**

(Gallegos, 2005) En su libro *Albañilería Estructural* menciona que la resistencia a la compresión es la principal propiedad de la unidad de albañilería. Los valores altos de la resistencia a la compresión señalan buena calidad para todos los fines estructurales y de exposición. Mientras que los valores bajos al contrario son unidades que producirán albañilería poco resistente y poco durable (p. 111).

Desafortunadamente esta propiedad es difícil de medir con precisión de un lado la

gran variedad de formas y dimensiones de las unidades de albañilería principalmente de sus alturas, lo cual impide reaccionar el resultado del ensayo de compresión con la verdadera masa componente.

$$fb = \frac{P}{A} \Rightarrow f'b = fb - \sigma$$

**Ecuación 3.2:** Resistencia a compresión por unidad

Dónde:

$f'b$  = Resistencia característica

$fb$  = Resistencia a compresión de una unidad

$P$  = Carga máxima o de rotura

$A$  = Área bruta del espécimen

$\sigma$  = Desviación estándar

**Tabla 3.6: Resumen de resultados de compresión ( $f'b$ ) de tesis anteriores**

Ladrillo King Kong	
$fb =$	14.46 MPa
$fb =$	147.50 kg/cm <sup>2</sup>
$\sigma =$	7.92 kg/cm <sup>2</sup>
$f'b =$	139.58 kg/cm <sup>2</sup>

*Fuente:* Elaboración Propia

LADRILLO KING KONG (24x13x9 cm)	
	$fb =$ 14.69 MPa
Media Aritmética	$fb =$ 149.8 kg/cm <sup>2</sup>

---

Desviación Estándar  $\sigma = 14.38 \text{ kg/cm}^2$

Coef. De Variación  $CV = 9.60 \%$

**RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A LA COMPRESIÓN**

$$f'_b = f_b - \sigma$$

$$f'_b = 135.42 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_b = 13.28 \text{ MPa}$$


---

*Fuente: Elaboración Propia*

---

LADRILLO PANDERETA (19x11.8x8.2 cm;

Perforaciones Tubulares)

---


$$f_b = 3.26 \text{ MPa}$$

Media Aritmética  $f_b = 33.20 \text{ kg/cm}^2$

Desviación Estándar  $\sigma = 6.02 \text{ kg/cm}^2$

Coef. De Variación  $CV = 18.13 \%$

**RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A LA COMPRESIÓN**

$$f'_b = f_b - \sigma$$

$$f'_b = 27.18 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_b = 2.67 \text{ MPa}$$


---

*Nota:* Tendremos los resultados de los ensayos de compresión de la ladrillera ISLA

*Fuente:* Cueva E; Neyra L.

---

LADRILLO PANDERETA (19x11.8x8.2 cm;

Perforaciones Tubulares)

---

---

	$f_b =$	2.78 MPa
Media Aritmética	$f_b =$	28.30 kg/cm <sup>2</sup>
Desviación Estándar	$\sigma =$	1.47 kg/cm <sup>2</sup>
Coef. De Variación	CV =	5.19 %

RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A LA  
COMPRESIÓN

$$f'_b = f_b - \sigma$$

$$f'_b = 26.83 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_b = 2.63 \text{ MPa}$$

*Nota:* Tendremos los resultados de los ensayos de compresión de la ladrillera Salida Lampa

*Fuente:* Cueva E; Neyra L.

---

LADRILLO PANDERETA (19x11.8x8.2 cm;

Perforaciones Tubulares)

---

	$f_b =$	3.00 MPa
Media Aritmética	$f_b =$	30.60 kg/cm <sup>2</sup>
Desviación Estándar	$\sigma =$	3.01 kg/cm <sup>2</sup>
Coef. De Variación	CV =	9.84 %

RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A LA COMPRESIÓN

$$f'_b = f_b - \sigma$$

$$f'_b = 27.59 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_b = 2.71 \text{ MPa}$$

*Nota:* Tendremos los resultados de los ensayos de compresión de la ladrillera Salida Arequipa

*Fuente:* Cueva E; Neyra L.

LADRILLO KING KONG	
$f^b$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$f^b$ (MPa)
137.5 kg/cm <sup>2</sup>	13.48 MPa

*Nota:* Resumen de resultados de compresión de albañilería (King Kong industrial)

*Fuente:* Elaboración Propia

LADRILLO PANDERETA	
$f^b$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$f^b$ (MPa)
27.20 kg/cm <sup>2</sup>	2.67 MPa

*Nota:* Resumen de resultados de compresión de albañilería (pandereta)

*Fuente:* Elaboración Propia



**Figura 3.7:** Ensayos a compresión de albañilería.

*Fuente:* Cueva E; Neyra L.



**Figura 3.8: Ensayos a compresión de ladrillo pandereta**

*Fuente: Araoz T; Velezmoro J.*

## ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL

La resistencia a compresión axial de las pilas de albañilería se obtiene de la relación carga máxima sobre el área bruta de la pila.

$$f_m = \frac{P_{max}}{\text{Área}}$$

*Ecuación 3.3: Resistencia a compresión axial*

Dónde:

$f_m$  = Resistencia a compresión axial (kg/cm<sup>2</sup>)

$P_{máx}$  = Fuerza máxima que resiste la pila (kg)

Área = Área bruta transversal a la fuerza (cm<sup>2</sup>)

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

*Ecuación 3.4: Resistencia característica a compresión axial*

Dónde

$f'_m$  = Resistencia a compresión axial (kg/cm<sup>2</sup>)

$\sigma$  = Desviación estándar (kg/cm<sup>2</sup>)

**Tabla 3.7: Resumen de resultados de compresión axial en pilas ( $f'_m$ ) de tesis anteriores**

	$f'_m$	$f'_m$
Ladrillo Pandereta	Enriquez	Araoz / Pinedo
		Velezmoro
Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	35.69	24.00
	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia (MPa)	3.50 MPa	2.35 MPa
Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	29.85 kg/cm <sup>2</sup>	
Promedio (MPa)	2.93 MPa	

*Nota:* Resumen de resultados de los ensayos de compresión axial

*Fuente:* Elaboración Propia

Ladrillo King Kong	$f'_m$
	RNE
	E-070
Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	65.00 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia (MPa)	6.37 MPa

*Fuente:* Elaboración Propia



**Figura 3.9: Ensayos a compresión de ladrillo**

*Fuente: Elaboración Propia*



**Figura 3.10: Ensayos a compresión de ladrillo pandereta**

*Fuente: Araoz T; Velezmoro J.*

## Módulo de Elasticidad (Em) y Módulo de Corte (Gm)

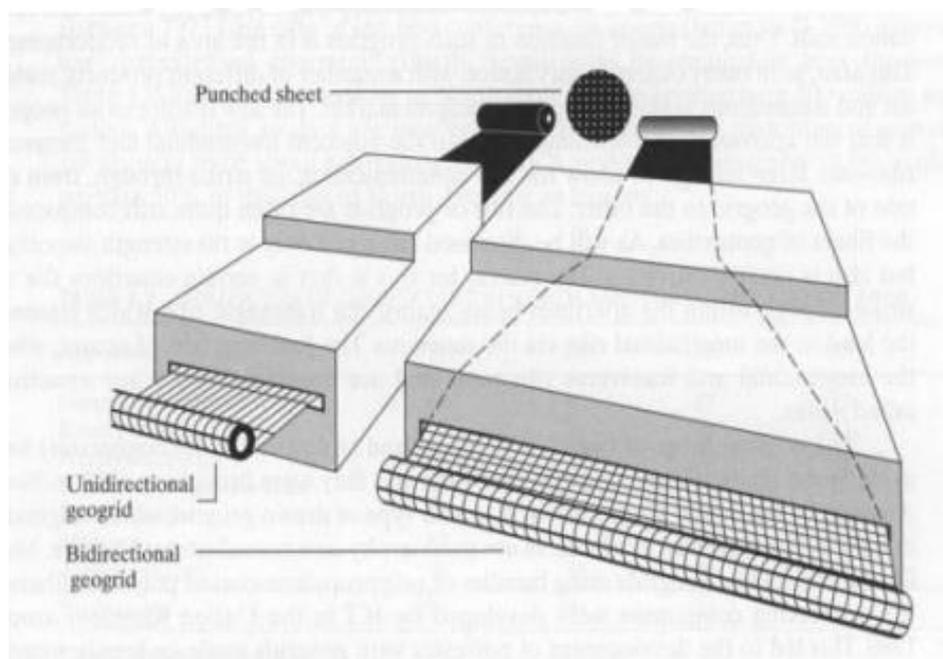
**Tabla 3.8: Resumen de resultados de módulo de elasticidad y módulo de corte:**

<b>Ladrillo Pandereta</b>	
$f'm = 29.85 \text{ kg/cm}^2$	
<b>Em (MPa)</b>	<b>Em</b>
<b>(<math>500 * f'm</math>)</b>	<b>(Kg-f/cm<sup>2</sup>)</b>
1463.64 MPa	14925.00 kg-f/cm <sup>2</sup>
<b>Gm (MPa)</b>	<b>Gm</b>
<b>(<math>Em * 0.4</math>)</b>	<b>(kg-f/cm<sup>2</sup>)</b>
585.45 MPa	5970.00 kg-f/cm <sup>2</sup>
<i>Fuente: Elaboración Propia</i>	
<b>Ladrillo King Kong</b>	
$f_m = 65.00 \text{ kg/cm}^2$	
<b>Em (MPa)</b>	<b>Em</b>
<b>(<math>500 * f_m</math>)</b>	<b>(Kg-f/cm<sup>2</sup>)</b>
3187.15 MPa	32500.00 kg-f/cm <sup>2</sup>
<b>Gm (MPa)</b>	<b>Gm</b>
<b>(<math>Em * 0.4</math>)</b>	<b>(kg-f/cm<sup>2</sup>)</b>
1274.86 MPa	13000.00 kg-f/cm <sup>2</sup>
<i>Fuente: Elaboración Propia</i>	

## GEO MALLA

(Koerner, 2012) Define las mallas poliméricas, comúnmente conocidas como geo mallas, como un compuesto formado por conjuntos de cruces paralelas y conectadas entre sí. Las geo mallas biaxiales o triaxiales están hechas de una sola hoja de polipropileno

estirada y perforada para una alta resistencia y una construcción continua (ver Figura 3.11). En uso geo sintético, las aberturas en la malla de polímero son lo suficientemente grandes para permitir que el suelo y la roca circundantes se acomoden. Para nuestro estudio, esta propiedad se conocía como unión mecánica, especialmente Esta propiedad afectará especialmente su resistencia debido a la resistencia entre la geo malla y la matriz de cemento, por lo que la lechada evitará que la geo malla se despegue.



**Figura 3.11: Proceso de fabricación de las geo mallas**

Fuente: (Koerner, 2012)

En algunas aplicaciones de las mallas poliméricas, la dirección de los esfuerzos principales es conocida, entonces se usa mallas uniaxiales. En casos como el de esta investigación, los esfuerzos principales tienen direcciones aleatorias, así que se usa mallas biaxiales o triaxiales (Koerner, 2012). Para esta investigación se usará una malla polimérica biaxial con aberturas rectangulares (ver Figura 3.12). Las dimensiones de las costillas de la geo malla son: en la dirección principal, 36.2 mm de longitud de la costilla y sección

transversal de dimensiones 1.4 mm x 4.5 mm; y en la dirección secundaria, 40 mm de longitud de la costilla y sección transversal de dimensiones 2.45 mm x 3.1 mm.



**Figura 3.12: Geo malla biaxial a usar para el sistema de reforzamiento FRCM.**

Fuente: Ramírez J.

### **Ensayo de Control ASTM C-579**

(Koerner, 2012) Cuando se evalúa la resistencia a la tracción de las mallas poliméricas, típicamente se prueba una sola nervadura a la tracción hasta la falla y se observa su comportamiento. En veces, también evalúe los nudos de la malla tirando de una costilla lejos del nudo de las costillas transversales más cercanas.

Prueba de tracción en un marco individual: De acuerdo con ATM D6637, se debe usar una máquina de prueba de deformación constante para estirar las nervaduras individuales hasta la falla usando pasadores estándar (ver Figura 3.13). En este caso, se realizarán ensayos sobre cinco muestras del nervado paralelas a la dirección longitudinal y tres paralelas a la

dirección transversal de la malla para obtener sus propiedades mecánicas. Para nuestro estudio, se pueden omitir las pruebas en nervaduras transversales, ya que durante las pruebas de tracción del sistema FRCM, las nervaduras longitudinales serán el marco portante.



**Figura 3.13:** Ensayo a tracción de una costilla de la geo malla.

Fuente: Ramírez J.

**Tabla 3.9: Resultado del ensayo a tensión de los especímenes**

Espécimen	Deformación (mm)	Resistencia (KN)	Def. Unitaria	Esfuerzo Máximo (MPA)
ML1	18.88	0.98	0.08	32.58
ML2	16.82	0.96	0.07	32.03
ML3	16.74	0.96	0.08	31.92
ML4	17.73	0.97	0.07	32.31
ML5	16.72	0.93	0.07	31.07

	<b>Promedio</b>	0.96	0.07	31.98
MT1	46.71	1.20	0.189	40.00
MT2	44.40	1.17	0.170	38.95
MT3	37.30	1.11	0.152	36.91
	<b>Promedio</b>	1.16	0.170	38.62

*Nota:* De la tabla 3.9 La tensión máxima se calcula utilizando la ecuación de tensión dada en la prueba de compresión, utilizando la sección transversal del nervio de malla en su parte más central como sección transversal. La deformación se calcula tomando la longitud total inicial de longitudes de cada muestra medida antes de la prueba. Estos cálculos se realizaron para el conjunto de datos de prueba y se construyó el Gráfico 3.13, que muestra un gráfico de tensión (MPa) versus deformación unitaria (mm / mm).

Fuente: Ramírez J.

### **La malla estructural de polipropileno triaxial como refuerzo superficial de muros de Albañilería:**

La malla TRIAX 160 es una malla de abertura triangular con costillas flexibles y nudos rígidos. La separación entre costillas paralelas en dirección longitudinal y en dirección diagonal es de 40mm lo que da 25 filamentos o costillas por metro lineal de malla medido transversalmente a la dirección longitudinal o a las diagonales. La sección transversal tiene las siguientes dimensiones:

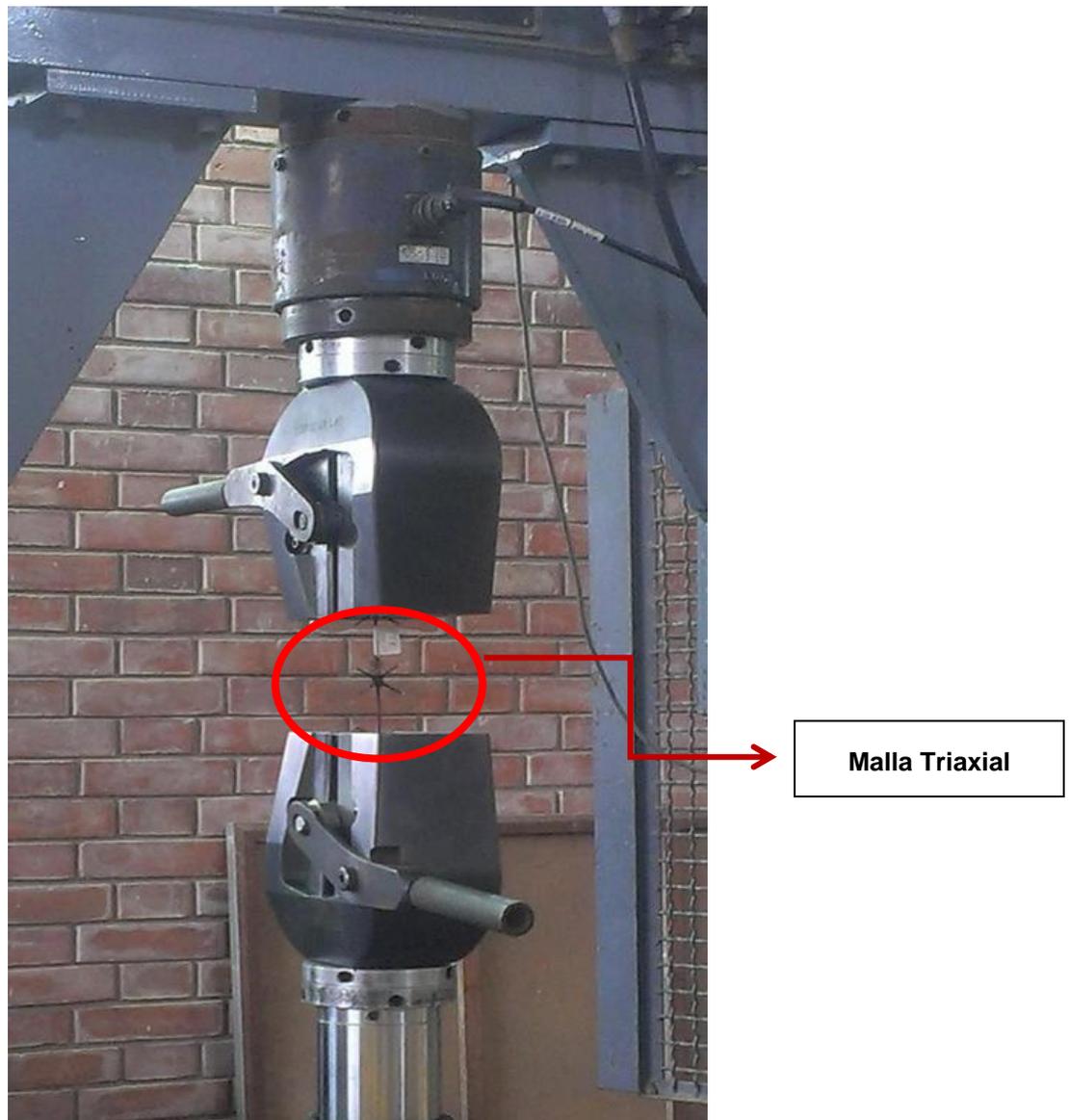
- Costillas longitudinales 1.2 x 1.4 mm<sup>2</sup>.
- Costillas diagonales 1.0 x 1.6 mm<sup>2</sup>

### **Características mecánicas de la malla triaxial TX160**

Las características mecánicas de las mallas se obtuvieron de ensayos a tracción realizados en el laboratorio estructural siguiendo las normas ASTM D6637 y ASTM D638.

Se ensayaron tres muestras de filamentos en la dirección longitudinal y tres muestras de filamentos de las diagonales de la malla TRIAX 160.

Fuerza- Desplazamiento típica de un filamento longitudinal y la de un filamento diagonal. La longitud entre puntos de medición de la deformación fue de 90mm.



**Figura 3.14: Ensayo de un filamento de la malla triaxial en tracción**

Como se puede apreciar de ambas gráficas, el comportamiento de la malla es aproximadamente elástico lineal hasta la rotura. Los resultados de los seis ensayos de

tracción en filamentos de una malla TRIAX 160 se muestran en la Tabla 3.10:

**Tabla 3.10: Ensayos de tracción en malla TRIAX 160.**

		<b>Carga</b>		<b>Esfuerzo</b>	<b>B'</b>	<b>G'</b>	<b>ε (mm)</b>
<b>Espécimen</b>		<b>máxima</b>		<b>Mpa</b>	<b>(mm)</b>	<b>(mm)</b>	
		<b>KN</b>					
<b>Triax 160</b>	<b>Fibra</b>	BL-1	0,660	392,86	0,738	10,65	9,912
	<b>Longitudinal</b>	BL-2	0,636	378,57	0,900	10,35	9,450
		BL-3	0,57	339,29	0,975	10,90	9,925
		<b>Fibra</b>	BD-1	0,571	356,88	0,750	13,56
	<b>Diagonal</b>	BD-2	0,547	341,88	0,900	11,10	10,200
		BD-3	0,577	360,63	1,000	11,32	10,320

		<b>Elongación</b>	<b>Módulo</b>	<b>Tracción en</b>	<b>Tracción en</b>
<b>Espécimen</b>		<b>%</b>	<b>de</b>	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>(Gpa)</b>
			<b>Elasticidad</b>		
<b>Fibra</b>	BL-1	11,01%	3567,10	36384,47	3,57
<b>Longitudinal</b>	BL-2	10,50%	3605,44	36775,51	3,61
	BL-3	11,03%	3076,65	31381,79	3,08
	<b>Fibra</b>	BD-1	14,23%	2507,32	25574,65
<b>Diagonal</b>	BD-2	11,33%	3016,54	30768,75	3,02
	BD-3	11,47%	3144,99	32078,85	3,14

*Nota:* Por cada Fibra (Longitudinal y diagonal) usamos 3 especímenes para obtener todos los datos para poder hallar la tracción de estas en 2 unidades (kg/cm<sup>2</sup> y Gpa)

B' = Punto inicial de la recta secante

G' Punto final de la recta secante

El módulo de elasticidad se calcula entre los puntos B' y G' de acuerdo a la norma ASTM D638. Los valores promedios del módulo de elasticidad son:

E longitudinal = 34,846 kg/cm<sup>2</sup>

E diagonal = 29, 473kg/cm<sup>2</sup>

La fuerza última promedio por filamento según la dirección en la malla es 62.2 kg para los filamentos longitudinales y 56.5kg para los filamentos diagonales. La separación entre filamentos es 40mm lo que da 25 filamentos por metro por lo que la fuerza última de tracción en la malla es:

Fuerza última en dirección longitudinal = 62,2 kg x 25 = 1,555 kg/m

Fuerza última en dirección diagonal = 56,5kg x 25 = 1,412 kg/m

### **Características del mortero.**

El mortero del tarrajeo es la matriz que aloja el refuerzo de malla polimérica y cumple la función de transferir la capacidad de tracción de la malla al muro de mampostería. La principal característica que debe cumplir el mortero es tener la suficiente adherencia con el sustrato de mampostería que permita desarrollar el 100% de la capacidad a tracción de la malla sin despegarse del sustrato.

Ensayos de corte directo realizados en tripletes de ladrillo con mortero 1:1:5 (Cemento /cal / arena) han arrojado una resistencia última a la adherencia de 3.14kg/cm<sup>2</sup> [Ref.4].

El mortero del tarrajeo alcanzó una resistencia a compresión de promedio de 70 kg/cm<sup>2</sup>. ( f'c mortero)



**Figura 3.15: Ensayo de tripletes de mampostería a corte directo.**

La longitud de anclaje de una malla TRIAX 160 con una resistencia máxima a la tracción de 1,555 kg/m es calculada en base a la adherencia entre el mortero y el ladrillo de la siguiente forma:

$$L_a * b * \mu = F_{\text{máx.}} \quad (1)$$

Dónde:

$L_a$  = longitud de anclaje de malla  $b$  = Ancho de la malla a anclar

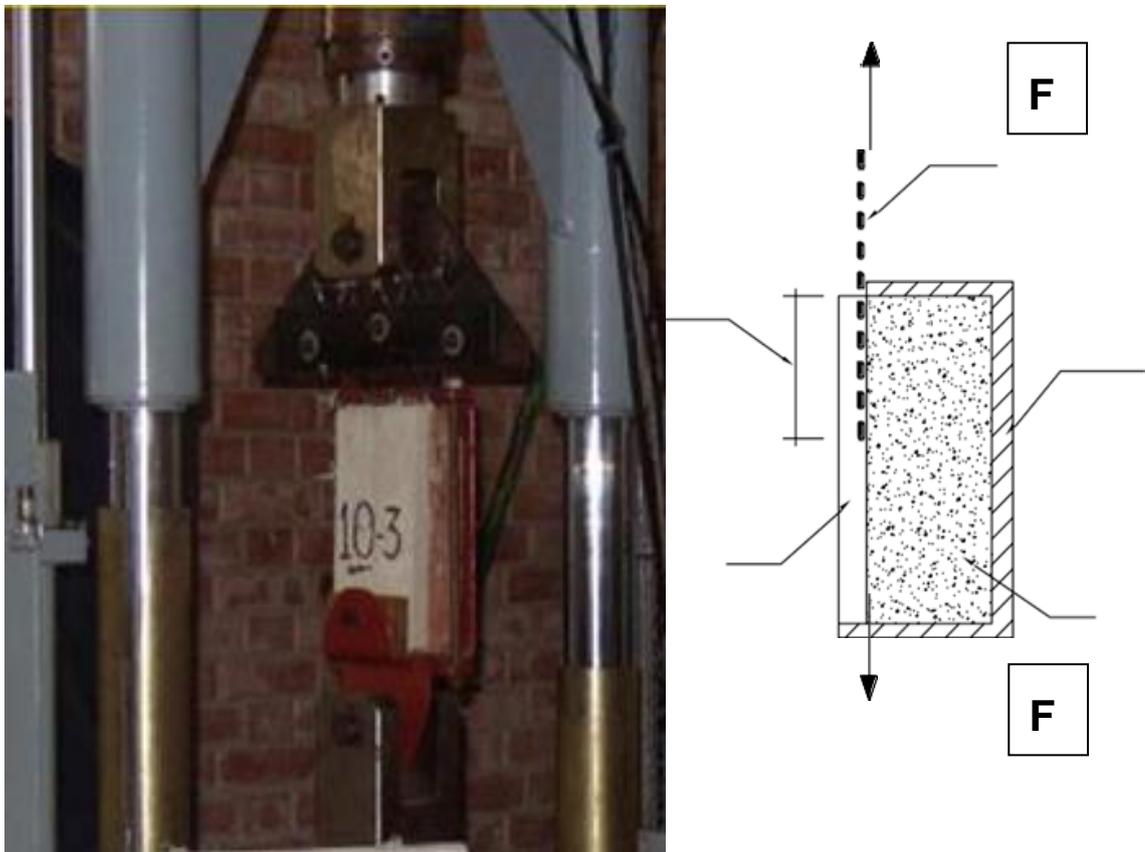
$\mu$  = Esfuerzo de adherencia entre mortero y ladrillo.  $F_{\text{máx.}}$  = Fuerza máxima de tracción en la malla.

La longitud de anclaje mínima tomando un ancho de 1 m sería:

$$L_a = 1,555 \text{ kg/m} / (1 \text{ m} * 3,14 * 10^4 \text{ kg/m}^2)$$

$$L_a = 5 \text{ cm}$$

Esta expresión ha sido comprobada con ensayos de extracción de mallas ancladas en mortero sobre ladrillo realizados.



**Figura 3.16: Ensayo de anclaje de malla en mortero.**

### **Malla Electro-Soldada**

La malla electro-soldada consta de barras lisas y corrugadas, intersectadas ortogonales laminadas en frío, soldadas en todas sus intersecciones. Estas mallas sustituyen al refuerzo tradicional en determinados elementos como forjados, canales, forjados ligeros, muros de

ductilidad limitada, depósitos de almacenamiento, etc. Actualmente se utilizan debido a la ventaja en el tiempo de instalación en comparación con el montaje manual del refuerzo, lo que resulta en un tiempo de trabajo reducido.

Se utilizó la malla electro-soldada de marca Prodac (Figura 3.17). La malla electro-soldada que se emplea en el refuerzo de pilas de albañilería. La malla electro-soldada utilizada en la presente investigación cumple con la Norma ASTM A497/A 497M-05a “Especificaciones para la fabricación de las mallas electro-soldadas corrugadas utilizado como refuerzo para el concreto”. El acero empleado en la fabricación de la malla electro-soldada cumple la Norma ASTM A496/A 496M-05a “Especificaciones standard para el alambre corrugado utilizado como refuerzo en el concreto”.

Propiedades de la malla electro-soldada:

- Límite de fluencia ( $f_y$ ): 5000 kg-f/cm<sup>2</sup>.
- Resistencia a la rotura ( $f_r$ ): 5600 kg-f/cm<sup>2</sup>.
- Medida: 2.40 m x 6.00 m.
- Cocada: 15 cm x 15 cm.
- Diámetro: 6 mm
- Peso: 2.96 kg-f/m<sup>2</sup>.



**Figura 3.17: Malla Electro-soldada**

Fuente: Cueto P; Vilca R.

Otras Propiedades de la malla electro-soldada:

- Límite de fluencia ( $f_y$ ): 5000 kg/cm<sup>2</sup>
- Resistencia a la rotura ( $f_r$ ): 5600 kg-f/cm<sup>2</sup>
- Medida: 2.40 m. x 6.00 m.
- Cocada: 100 mm x 100 mm
- Diámetro: 4.2 mm.
- Peso: 2.96 Kg-f/cm<sup>2</sup>

**Tabla 3.11: Dimensiones de malla para tarrajeo**

Descripción	Medida (m)	Cocada (mm)	Diámetro (mm)
Malla Electro-soldada Q-139	2.40 X 6.00	100 X 100	4.2

Fuente: Cevallos O; Díaz V.



**Figura 3.18: Malla Electro-soldada - Prodac**

Fuente: Cevallos O; Díaz V.

## **ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA DE ALBAÑILERÍA MIXTA SIN REFUERZO Y REFORZADA CON MALLA POLIMÉRICA Y MALLA ELECTRO SOLDADA**

### **Alcances generales de la aplicación**

#### **Introducción**

La aplicación mostrará los criterios estructurales de una vivienda unifamiliar de 3 pisos típica en Ate – Lima construida con unidades de albañilería. Cabe mencionar que la aplicación solo comprende el análisis sísmico estático y dinámico, debido a que la técnica de reforzamiento se aplicará en una vivienda modelada en el software Etabs.

Se estimará la resistencia de la superestructura de una vivienda unifamiliar de 3 pisos estructurada con muros portantes de albañilería mixta utilizando valores establecidos de la norma y posteriormente se reemplazará estos valores, por los valores de la albañilería

reforzada obtenidos de los próximos resúmenes de ensayos de tesis anteriores.

### **Normas técnicas de edificación peruanas**

Estas normas a utilizar serán del Reglamento Nacional de Edificaciones, las cuales se mencionan las siguientes:

- Norma Técnica de edificación E020 – CARGAS
- Norma Técnica de edificación E030 – DISEÑO SISMORESISTENTE
- Norma Técnica de edificación E070 – ALBAÑILERÍA

### **APLICACIÓN 1: Análisis estructural de una vivienda de albañilería mixta sin refuerzo**

#### **Concepción estructural**

La estructura empleada consiste en un muro portante de albañilería mixta construida en con una unidad de albañilería, proporcionando rigidez y resistencia al corte a la estructura, siendo ambientalmente relevante, los elementos estarán dispuestos simétricamente. Según norma técnica E-030, este parámetro sísmico se toma según la clasificación, por considerarse albañilería mixta y los muros del tercer nivel serán ladrillo pandereta.

#### **Característica de edificación**

- Región: Lima
- Provincia: Lima
- Distrito: Ate
- Categoría: C
- Zona: Z4
- Suelo: S2
- Sistema estructural: Albañilería mixta

- Espesor efectivo de muro: 0.13m
- Altura de muros portantes: 2.40m
- Altura de alféizares: h=1.20m
- Losas: Losa aligerada unidireccional de espesor 20 cm.

A continuación, se muestran los planos de la vivienda unifamiliar en las (Figuras 3.19, 3.20, 3.21).

### Características de los materiales

#### Albañilería

- Ladrillo King Kong, 24x13x9cm y Ladrillo pandereta, 23x12x10cm
- Mortero: Tipo P2, 1:4 (cemento: arena)

**Tabla 3.6: Resumen de resultados de compresión ( $f'b$ ) de tesis anteriores**

LADRILLO KING KONG	
$f'b$	$f'b$
(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
65 kg/cm <sup>2</sup>	6.4 MPa

*Nota:* Resumen de resultados de compresión de albañilería (King Kong)

*Fuente:* Elaboración Propia

LADRILLO PANDERETA	
$f'b$	$f'b$
(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
27.20 kg/cm <sup>2</sup>	2.67 MPa

*Nota:* Resumen de resultados de compresión de albañilería (pandereta)

*Fuente:* Elaboración Propia

**Tabla 3.8: Resumen de resultados de módulo de elasticidad y módulo de corte de**

**Edificación sin Refuerzo:**

**Ladrillo Pandereta**

$f'm = 29.85 \text{ kg/cm}^2$	
<b>Em (MPa)</b>	<b>Em</b>
<b>(<math>500 * f'm</math>)</b>	<b>(Kg-f/cm<sup>2</sup>)</b>
1463.64 MPa	14925.00 kg-f/cm <sup>2</sup>
<b>Gm (MPa)</b>	<b>Gm</b>
<b>(<math>Em * 0.4</math>)</b>	<b>(kg-f/cm<sup>2</sup>)</b>
585.45 MPa	5970.00 kg-f/cm <sup>2</sup>

*Fuente: Elaboración Propia*

**Ladrillo King Kong Industrial**

$f'm = 65.00 \text{ kg/cm}^2$	
<b>Em (MPa)</b>	<b>Em</b>
<b>(<math>500 * f'm</math>)</b>	<b>(Kg-f/cm<sup>2</sup>)</b>
3187.15 MPa	32500.00 kgf/cm <sup>2</sup>
<b>Gm (MPa)</b>	<b>Gm</b>
<b>(<math>Em * 0.4</math>)</b>	<b>(kg-f/cm<sup>2</sup>)</b>
1274.86 MPa	13000.00 kgf/cm <sup>2</sup>

*Fuente: Elaboración Propia*

**Cargas unitarias**

- Concreto armado: 2.4 ton/m<sup>2</sup>
- Peso Volumétrico de Albañilería: 1.8 ton/m<sup>3</sup> (kk industrial) y 1.5 ton/m<sup>3</sup>(pandereta)

- Losa aligerada: 0.3 ton/m<sup>2</sup>
- Sobrecarga: 0.2 ton/m<sup>2</sup>
- Sobrecarga azotea: 0.1 ton/m<sup>2</sup>
- Acabados: 0.1 ton/m<sup>2</sup>

## **Estructuración y requisitos mínimos**

### **Estructuración**

***Diafragma rígido.*** – Por diafragma rígido se entiende que una placa no se deforma ni se dobla axialmente bajo cargas contenidas en su plano. En la aplicación actual, el techo de y la base de la estructura actuarían como un muro de contención rígido y continuo, el edificio podría actuar como un muro de contención rígido. Los techos del edificio serán paneles ligeros unidireccionales que viajarán en la dirección de la luz más corta. Las configuraciones del edificio con paredes de diafragma rígido tienden a un plano rectangular.

***Configuración del edificio en planta y en elevación.*** – Las normas E.070 de Albañilería y E.030 Sismo-resistente, recomiendan que las edificaciones deberán tener formas adecuadas que permitan un buen comportamiento sísmico en la presente aplicación en lo que respecta a la configuración en planta se eligió la forma simple, que es rectangular, y se evitaron perfiles de forma irregular como T, L, U, H, porque si se usaran la losa podría agrietarse en las esquinas a medida que se intenta cada franja al moverse de forma independiente en terremotos. Y para el perfil de elevación, evitó anomalías, es decir, cambios bruscos en la distribución de masa o rigidez, porque las fuerzas sísmicas fueron muy exageradas.

La estructura mantiene la simetría en el plano tanto en masa como en rigidez, de esta forma se reduce el efecto de torsión. El sistema estructural del edificio constará de bloques de mampostería fijos, y estará construido con ladrillos King Kong industrial, además cuenta

con continuidad de muros portantes.

Los muros portantes miden más de 1.20m como especifica la norma técnica E. 070.

Los muros de albañilería serán arriostrados con soleras, muros y vigas de concreto armado para agregarle ductilidad.

### **Pre dimensionamiento**

#### **Losa aligerada**

El espesor de las losas aligeradas será estimado mediante la expresión:

$$h = \frac{Ln}{25}$$

*Ecuación 3.5: Espesor de losa aligerada*

Dónde:

$h$ = espesor de la losa aligerada

$Ln$ = luz libre

Nuestra máxima luz libre es 3.35m, por lo cual  $h=1.25$ cm; por tanto tomaremos un espesor de losa de 20cm.

#### **Vigas**

En construcciones donde el sistema estructural son muros de albañilería mixta, las vigas no reciben cargas sísmicas, por lo cual tomaremos vigas chatas con el peralte igual al espesor de la losa aligerada (20cm).

#### **Columnas**

El área mínima de columnas de confinamiento es de  $15t$  (donde  $t$ =espesor del muro), nuestros muros tienen un espesor de 15cm, para lo cual tomaremos columnas de 15 x 45cm.

### **Pre dimensionamiento y metrado de muros de albañilería mixta**

#### **Espesor efectivo mínimo de muros de albañilería**

El espesor efectivo  $t$ , es el espesor de muro con fines estructurales, obtiene actualizando la suma de espesor bruto, las bruñas y el tarrajeo no se tiene en cuenta ya que generalmente se despegan en batallas terremoto sin embargo cuando se aplica tarrajeo en una malla se conecta exactamente con respecto a un muro podemos suponer que el tarrajeo forma parte de la estructura aumentando su espesor (San Bartolomé A. , 1998).

El espesor efectivo mínimo del muro para las zonas 2 y 3 se estimará con la siguiente expresión:

$$t = \frac{h}{20}$$

*Ecuación 3.6: Espesor efectivo*

Dónde:

$t$ = espesor efectivo

$h$ = altura libre entre los arriostres horizontales

Tomando en cuenta que la altura de entrepiso  $h$  es de 2.40m, el espesor efectivo es  $t = 0.12\text{m}$  (12cm); entonces es adecuado emplear un espesor de 15cm el cual es el espesor de la unidad en el ladrillo King Kong industrial utilizada en los ensayos de esta investigación.

### **Densidad de muros**

La norma E.070 de Albañilería, busca evitar el colapso total de edificaciones requiriendo varios muros reforzados en cada dirección. De los muros reforzados involucrados, solo tienen una longitud superior a 1.20 m.

Para la evaluación de la densidad de muros en cada dirección de la edificación, se ha tomado la expresión especificada en la Norma técnica E.070:

$$\frac{\sum L * t}{A_p} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

*Ecuación 3.6: Requisito de densidad de muros*

Dónde:

$L$ : Longitud de los muros

$t$ : Espesor de los muros

$A_p$ : Área de planta típica

$Z$ : Factor de zona

$U$ : Factor de uso

$S$ : Factor de suelo (suelo en Lima, S2)

$N$ : Número de pisos

**Tabla 3.12: Coeficientes de densidad de muros**

COEFICIENTE DE DENSIDAD DE MUROS		Tradicional		
Zona sísmica	$Z$	4	0.45	
Categoría	$U$	C	1	vivienda
Suelo	$S$	S1	1.05	
Coeficiente básico de reducción	dual	R	3	

*Fuente:* Elaboración Propia

Se determinó que el valor de  $\frac{zusun}{56} = 0.02531$ .

Tomamos la longitud de cada muro en la dirección X-X y la dirección Y-Y de ambos pisos, y tenemos que el espesor de todos los muros es 0.15m.

**Tabla 3.13: Longitud de cada muro en el piso 1 de Edificación sin Refuerzo**

PISO 1			
Muro	Dirección "X-X"	Muro	Dirección "Y-Y"
	$t = 0.15\text{m}$		$t = 0.15\text{m}$
1X	1.60 m	1Y	10.65 m
2X	3.45 m	2Y	3.20 m

3X	3.50 m	3Y	6.88 m
4X	1.25 m	4Y	2.65 m
5X	1.37 m	5Y	2.50 m
6X	2.20 m	6Y	2.00 m
7x	2.20 m	7Y	7.70 m
8x	2.45 m	8Y	2.20 m
9x	2.94 m	9Y	8.00 m
		10Y	3.15 m
<b>Totales</b>	<b>20.96 m</b>	<b>Totales</b>	<b>48.93 m</b>

*Fuente:* Elaboración Propia

**Tabla 3.14:** Longitud de cada muro en el piso típico (2° y 3°) de Edificación sin

### Refuerzo

PISO TIPICO			
Muro	Dirección "X-X"	Muro	Dirección "Y-Y"
	t = 0.15m		t = 0.15m
1X	1.60 m	1Y	10.65 m
2X	3.45 m	2Y	3.20 m
3X	3.50 m	3Y	6.88 m
4X	1.25 m	4Y	2.65 m
5X	1.37 m	5Y	2.50 m
6X	2.20 m	6Y	2.00 m
7x	2.20 m	7Y	7.70 m
8x	2.45 m	8Y	2.20 m
9x	2.94 m	9Y	8.00 m

		10Y	3.15 m
<b>Totales</b>	<b>20.96 m</b>	<b>Totales</b>	<b>48.93 m</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3.15: Densidad de muro en Dirección X de Edificación sin Refuerzo**

<i>Dirección X</i>	
$\sum L \times t$	3.144
$Z \cdot U \cdot S \cdot N$	1.4175
$\frac{\sum L \cdot t}{A_p}$	0.0254
$\frac{Z \cdot U \cdot S \cdot N}{56}$	0.02531

Nota: La siguiente tabla cumple con la ecuación 3.6

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3.16: Densidad de muro en Dirección Y de Edificación sin Refuerzo**

<i>Dirección Y</i>	
$\sum L \times t$	7.3395
$Z \cdot U \cdot S \cdot N$	1.4175
$\frac{\sum L \cdot t}{A_p}$	0.05825
$\frac{Z \cdot U \cdot S \cdot N}{56}$	0.02531

Nota: La siguiente tabla cumple con la ecuación 3.6

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3.17: Densidad de muros por piso de Edificación sin Refuerzo**

<b>Densidad de muros</b>					
		$\frac{\sum L \cdot t}{A_p}$	$\geq$	$\frac{Z \cdot U \cdot S \cdot N}{56}$	
<b>EJE X - X</b>	<b>PISO 1</b>	0.02535	>	0.02531	<b>OK</b>
	<b>PISO TIPICO</b>	0.02535	>	0.02531	<b>OK</b>
<b>EJE Y - Y</b>	<b>PISO 1</b>	0.08525	>	0.02531	<b>OK</b>
	<b>PISO TIPICO</b>	0.08525	>	0.02531	<b>OK</b>

*Nota:* La siguiente tabla cumple con la ecuación 3.6

*Fuente:* Elaboración Propia

Finalmente, comprobamos en el edificio que la expresión  $\frac{Z \cdot U \cdot S \cdot N}{56}$  es menor en cada piso y en cada dirección que la expresión  $\frac{\sum L \cdot t}{A_p}$ , por tanto, cumple la densidad de muros especificada según la norma técnica E 0.70.

La densidad de muros debe tender a ser similar en las dos direcciones principales de la edificación, pero como se puede observar en los resultados la densidad de muros en la dirección Y-Y es 3.36 veces mayor que la dirección en X-X, por lo cual no son similares, pero esta aplicación trata de representar una configuración estructural similar a la mayoría de viviendas de Ate - Lima, ya que en muchos casos la dirección paralela a la fachada frontal es de menor dimensión a la fachada lateral.

### **Revisión del esfuerzo axial máximo de muros**

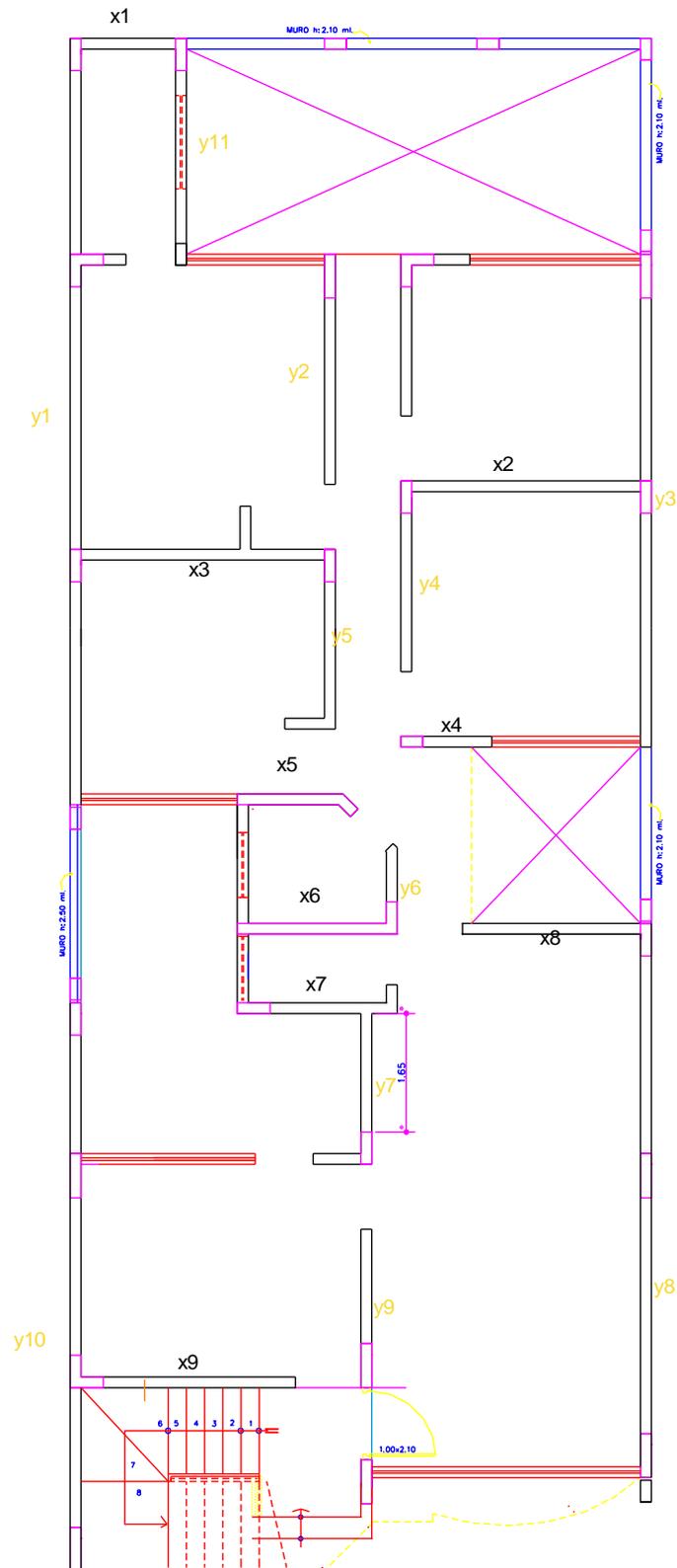
El diseño por carga vertical de gravedad contempla que en el muro se presente un esfuerzo axial con cargas de servicio, menor al esfuerzo admisible del material ante esta sollicitación, el esfuerzo axial actuante  $\sigma_m$ , se calcula con la carga muerta y el 100% la carga viva, dividida entre un área rectangular del muro igual a su longitud total. Incluyendo las

columnas internas y extremas. El valor máximo de  $\sigma_m$ , se limita a  $0.15f'm$  para que no se reduzca la ductilidad del muro ante sollicitaciones sísmicas severas, mediante la ecuación 1.8:

$$\sigma_m = \frac{P}{L * t} \leq 0.2 * f'm * \left[ 1 - \left( \frac{h}{35 * t} \right)^2 \right] \leq 0.15 * f'm$$

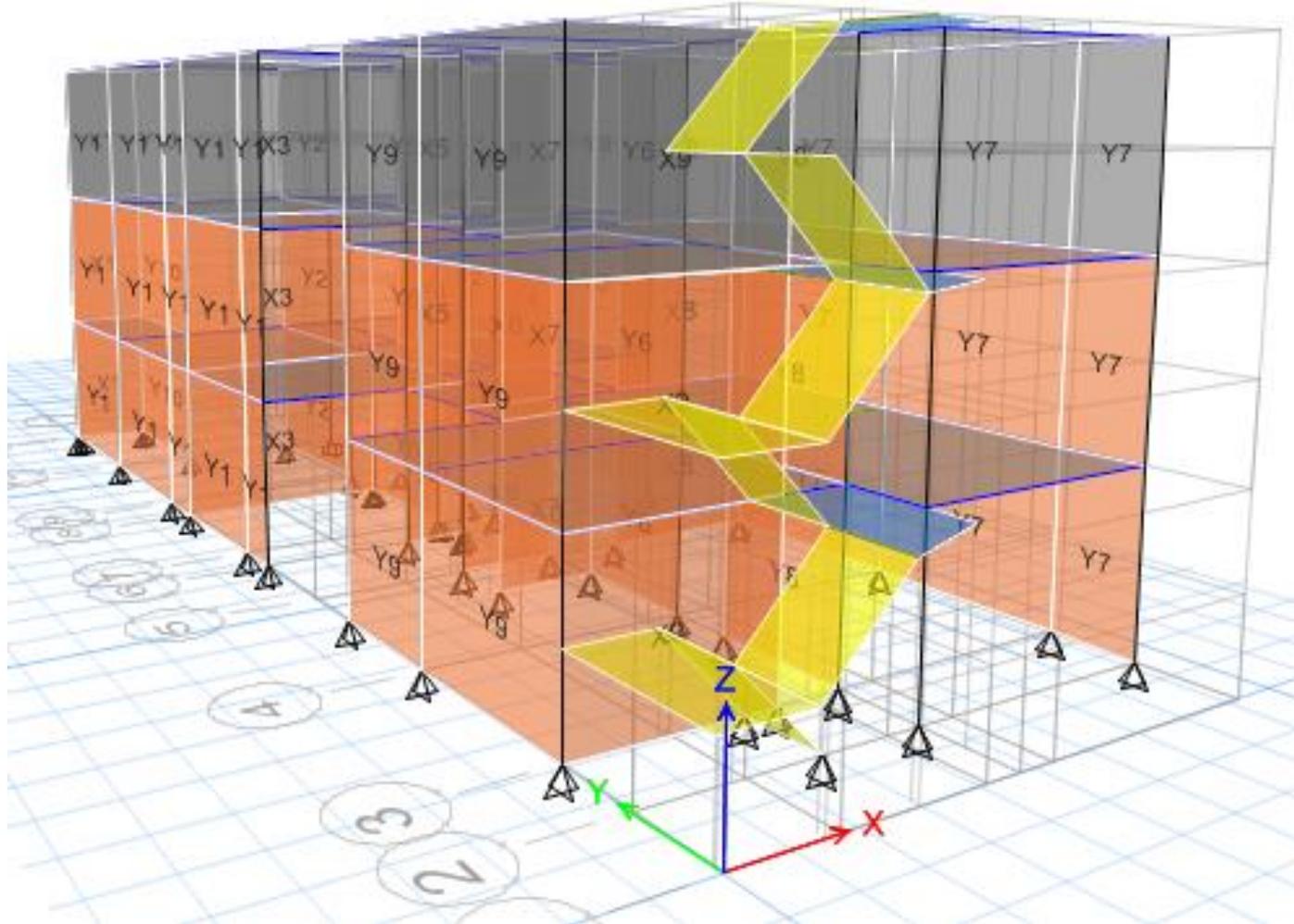
*Ecuación 1.8: Ecuación de esfuerzo axial máximo.*

Donde  $\sigma_m$  es esfuerzo máximo axial, L es la longitud total del muro (incluyendo el peralte de las columnas para el caso de los muros confinados), siendo h altura del muro. De no cumplirse esta expresión habrá que mejorar la calidad de la albañilería ( $f'm$ ), aumentar el espesor del muro (t), transformarlo en concreto armado o ver la manera de reducir la magnitud de la carga de gravedad máxima de servicio Pm (RNE, 2021) (pp.438).



**Figura 3.19: Muros Portantes de la edificación**

Fuente: Elaboración propia



**Figura 3.20: Modelado de Edificación en Etabs versión 2016**

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.18: Peso de la edificación**

### PESO EDIFICACIÓN

Story	Load Case/Combo	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m	PESO POR PISO TON	PESO TOTAL
PISO 3	peso	Bottom	128.6585	0	0	0	1345.1854	-467.218	128.6585	
PISO 2	peso	Bottom	259.072	0	0	0	2707.441	-951.5061	130.4135	
PISO 1	peso	Bottom	390.2366	0	0	0	4051.1915	-1437.5116	131.1646	<b>390.2366 TON</b>

Fuente: Elaboración propia

### Distribución de Fuerzas Sísmica en Altura

$$V_i = \alpha_i * V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)}$$

Ecuación 3.7: Ecuaciones de distribución de la fuerza sísmica en altura

Nota: Las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel i, corresponden a la dirección considerada, se calculan mediante la ecuación 3.7

a) Para T menor o igual a 0,5 segundos: k = 1,0.  
b) Para T mayor que 0,5 segundos: k = (0,75 + 0,5 T)  
0.

Figura 3.21: K es un exponente relacionado con el periodo fundamental de vibración de una estructura de acuerdo a:

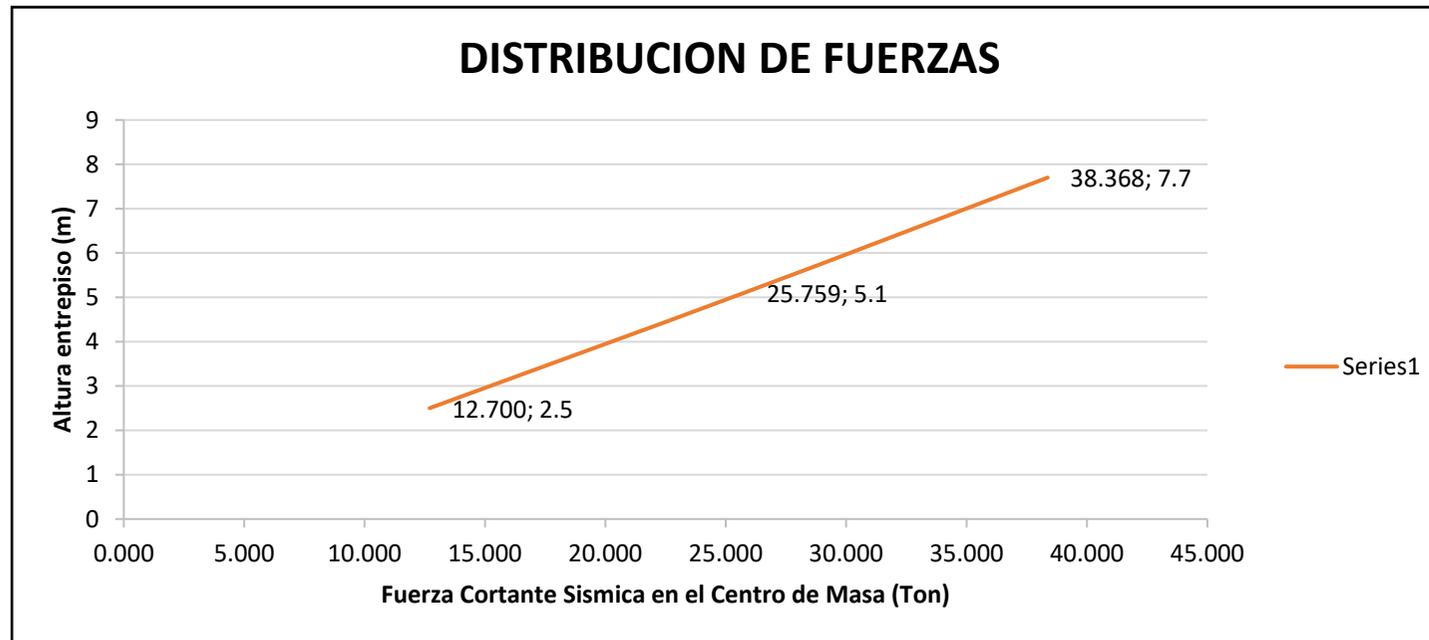
Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

### Distribución de Fuerzas Laterales

**Tabla 3.19: Distribución de Fuerzas**

VEX=	91.119				
Tx=	0.199				
K=	1				
Story	ALTURA m	PESO Tn	PI*(hi)^k	a	Vi
PISO 3	7.7	128.6585	990.670	0.499	45.506
PISO 2	5.1	130.4135	665.109	0.335	30.551
PISO 1	2.5	131.1646	327.912	0.165	15.062
			<b>1983.691</b>	1.00	91.119

Fuente: Elaboración propia



**Figura 3.22: Distribución de fuerzas**

Fuente: Elaboración propia

### Variable sísmica

Considerando que la vivienda unifamiliar está ubicada en Ate - Lima, también basándonos en la información de los planos se tiene la siguiente información acatando la norma E-030:

**Tabla 3.20: Variables sísmicas**

Factor de zona	Z=	0.45
Factor de uso por ser vivienda multifamiliar	U=	1
Factor de suelo (S2 intermedio)	S=	1.05
Periodo	TP=	0.6
Periodo	TL=	2
Factor de amplificación sísmica	CX=	2.5
	CY=	2.5
	Rx=	3
Coeficiente reductor de fuerzas sísmica	Ry=	3
	R0	3 (antes de hallar irregularidades)

Fuente: Elaboración propia

### **Fuerza Cortante Basal**

La cortante basal es una fuerza producida por el sismo la cual distribuye entre los niveles de la edificación, la fuerza cortante siempre será mayor en el primer entrepiso por lo cual debe aportarse rigidez en el primer nivel, para contrarrestar las fuerzas. Las variables colocadas en la ecuación 3.7 se indican los valores de la Tabla 3.19 (variables sísmicas). La fuerza cortante basal acatada por la norma E-030 se determina de la siguiente manera:

$$V = \frac{Z * U * C * S * P}{R}$$

*Ecuación 3.6: Ecuación de fuerza cortante basal*

Las variables de la ecuación 3.6 son reemplazados por los valores señalados por la Tabla 3.19 (variables sísmicas), para tener la siguiente ecuación:

$$V=0,45*1*2.5*1,05*P/3$$

$$V=0.3938*P$$

El dato obtenido es ingresado en Etabs versión 2016 para ambas direcciones (X e Y) y para luego efectuar el análisis estático y determinar las irregularidades.

### **Irregularidades**

Según la Norma E-3030 se debe verificar las irregularidades de la edificación antes de efectuar los análisis sísmicos estático y dinámico. “podrán analizarse Todas las estructuras regulares o irregulares se encuentran en la zona sísmica 1, están clasificadas permanentemente de acuerdo con el artículo 3.5 con una altura máxima de 30 m, y las estructuras de concreto armado y mampostería pueden analizarse de acuerdo con este procedimiento armado o confinado a una altura máxima de 15 m, incluso si son irregulares (Norma técnica E-030, 2018).

### **IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURAS**

Para las irregularidades en altura se determinó que la vivienda multifamiliar existe

una irregularidad de rigidez extrema.

### **Irregularidad Extrema de Rigidez**

Se considera irregularidad de rigidez extrema cuando, en una de las direcciones analíticas, la deformación del entrepiso (deriva) es más de 1,6 veces el valor correspondiente del entrepiso superior inmediato o 1,4 veces mayor que la media de las deformaciones del entrepiso en los tres pisos superiores adyacentes. La deformación del entrepiso se calculará como el valor medio de la deformación en los extremos del entrepiso (Norma técnica E-030, 2018).

Mediante el software Etabs versión 2016 se extrajeron los datos siguientes:

<p align="center"><b>Tabla N° 8</b> <b>IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA</b></p>	<p align="center"><b>Factor de Irregularidad</b> <i>I<sub>e</sub></i></p>
<p><b>Irregularidad de Rigidez – Piso Blando</b> Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 70% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 80% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. Las rigideces laterales pueden calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.</p> <p><b>Irregularidades de Resistencia – Piso Débil</b> Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	<p align="center"><b>0,75</b></p>

**Figura 3.23: Irregularidades estructurales en altura**

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

**Tabla 3.21: Irregularidad de Rigidez – Piso blando de Edificación sin Refuerzo**

(X - X)

### ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN X- X

PISO	RIGIDEZ (Ton/cm)	Ki/Ki+1>70% Rigidez	Regular / Irregularidad	>80% Rigideces Superiores	Regular / Irregularidad
3	44628.693				
2	77508.233	173.6735427	REGULAR	173.6735427	REGULAR
1	126034.28	61.49774097	REGULAR	61.49774097	REGULAR

Nota: I<sub>ax</sub>= 1

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3.22: Irregularidad de Rigidez – Piso blando de Edificación sin Refuerzo**

(Y - Y)

### ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN Y - Y

PISO	RIGIDEZ (Ton/cm)	Ki/Ki+1>70% Rigidez	Regular / Irregularidad	>80% Rigideces Superiores	Regular / Irregularidad
3	85322.07579				
2	214731.6098	251.67181	REGULAR	251.67181	REGULAR
1	356854.3607	60.173458	REGULAR	60.173458	REGULAR

Nota: I<sub>ay</sub>= 1

Fuente: Elaboración Propia

<p><b>Irregularidad Extrema de Rigidez (Ver Tabla N° 10)</b> Existe irregularidad extrema de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 60% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 70% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. Las rigideces laterales pueden calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.</p> <p><b>Irregularidad Extrema de Resistencia (Ver Tabla N° 10)</b> Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	0,50
---	------

**Figura 3.24: Irregularidad Extrema de Rigidez**

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

**Tabla 3.23: Irregularidad Extrema de Rigidez de Edificación sin Refuerzo (X - X)**

ANALSIIS EN LA DIRECCIÓN X- X					
PISO	RIGIDEZ (Ton/cm)	Ki/Ki+1>60% Rigidez	Regular / Irregularidad	>70% Rigideces Superiores	Regular / Irregularidad
3	44628.693				
2	77508.233	173.67354	REGULAR	173.67354	REGULAR
1	126034.28	61.497741	REGULAR	61.497741	REGULAR

Nota: I<sub>ax</sub>= 1

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.24: Irregularidad Extrema de Rigidez de Edificación sin Refuerzo (Y - Y)**

ANALSIIS EN LA DIRECCIÓN Y - Y					
PISO	RIGIDEZ (Ton/cm)	Ki/Ki+1>60% Rigidez	Regular / Irregularidad	>70% Rigideces Superiores	Regular / Irregularidad
3	85322.076				
2	214731.61	251.67181	REGULAR	251.67181	REGULAR
1	356854.36	60.173458	REGULAR	60.173458	REGULAR

Nota: I<sub>ay</sub>= 1

Fuente: Elaboración propia

### Irregularidades de Masa

Se tiene irregularidad de masa (o peso) se da cuando el peso de un piso, determinado estimación del peso, es mayor que 1.5 veces el peso de un piso adyacente.

**Tabla 3.25: Irregularidad de Masa de Edificación sin Refuerzo**

PESO POR PISO	PESO	IRREGULARIDAD
TON	TOTAL	DE MASA
128.6585		0.986542804

130.4135		1.0136	no existe
131.1646	390.2366	1.0058	no existe

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.26: Irregularidad de Masa o Piso de Edificación sin Refuerzo**

## IRREGULARIDAD DE MASA O PISO

### ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN X -X ; Y - Y

PISO	PESO	Pi/Pi+1 <1.5	REGULAR / IRREGULAR	Pi/Pi-1 <1.5	REGULAR / IRREGULAR
3	128.6585			0.986542804	REGULAR
2	130.4135	1.013640762	REGULAR	0.994273607	REGULAR
1	131.1646	1.005759373	REGULAR		

Nota: Ia= 1

Fuente: Elaboración propia

## IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA

### Centro de masa de Edificación sin Refuerzo

El centro de masa de cada nivel es donde se concentra las fuerzas sísmicas, cuando existe simetría en la disposición de los muros y en el resto de los elementos el centro de masas coincide con el centroide de la planta, de lo contrario el centro de masas se corre hacia la zona donde existe mayor concentración de los muros de albañilería.

Recordemos que el centro de masas de la edificación ((total)), se calcula con la expresión:

$$X_{cmt} = \frac{\sum P_m * X_{cm}}{\sum P_m}$$

$$Y_{cmt} = \frac{\sum P_m * Y_{cm}}{\sum P_m}$$

Ecuación 3.8: Ecuación de Centro de Masa

Dónde:

$P_m$ : Peso de cada muro  $X_{cm}$ ,  $Y_{cm}$ :

Centro de masa de cada muro respecto al eje establecido

Entonces procederemos a obtener los centros de masa de la edificación que nos dará el programa Etabs 2016.

**Tabla 3.27: Centro de Masa de Edificación sin Refuerzo**

Story	XCM (m)	YCM (m)
PISO 1	4.1622	11.3404
PISO 2	4.1574	11.7173
PISO 3	4.0628	11.3414

Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar que el centro de masas en la dirección X-X para el primer y segundo piso, son muy cercanos, eso debido a que la masa es similar y los muros portantes son continuos como en la dirección; lo mismo sucede en la dirección Y-Y.

### Centro de rigidez de Edificación sin Refuerzo

De similar manera para la obtención de los datos del software Etabs tomados como centro de ejes la esquina inferior izquierda, como consideraremos la rigidez de los muros en la dirección más fuerte.

$$K_{(x)} = \frac{Em * t}{4\left(\frac{h}{L}\right)^3 + 3\left(\frac{h}{L}\right)}$$

*Ecuación 3.9: La rigidez en la dirección X-X ( $K(x)$ ) en cada muro*

Dónde:

$Em$ : Modulo de elasticidad de la albañilería

$t$ : Espesor de cada muro

$h$ : Altura del muro

$L$ : Longitud de cada muro

Posteriormente se calcula el centro de rigideces de toda la edificación ( $X_{cr}$ ) en la dirección X-X, mediante la expresión:

$$X_{crt} = \frac{\sum K_{(y)} * X_{cr}}{\sum K_{(y)}}$$

*Ecuación 3.10: Centro de rigidez del muro respecto al eje establecido*

Dónde:

$K$  (y): Rigidez en la dirección Y

$X_{cr}$ : Centro de rigidez del muro respecto al eje establecido

**Tabla 3.28: Centro de Rigidez de Edificación sin Refuerzo**

Story	XCR (m)	YCR (m)
PISO 1	4.1622	11.3404
PISO 2	4.1574	11.7173
PISO 3	4.0628	11.3414

Fuente: Elaboración Propia

**Fuerzas cortantes y momentos en alturas de Edificación sin Refuerzo**

**Tabla 3.29: Momentos y cortantes en cada nivel de Edificación sin Refuerzo**

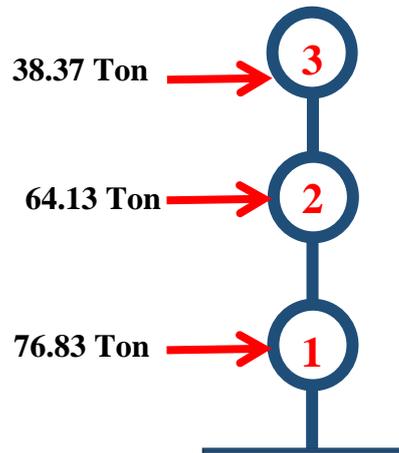
Story	ALTURA m	PESO Tn	PI*(hi)^k	a	Fi (Ton)	Vi (Ton)	Mi (Ton-m)
V=	76.828	(Cortante Basal) $V=(ZUCS*Pg)/R$					
Tx=	0.158						
K=	1						
						<b>Fuerzas cortantes y momentos en alturas</b>	
PISO 3	7.7	128.6585	990.670	0.499	38.368	38.3684	295.4368
PISO 2	5.1	130.4135	665.109	0.335	25.759	64.1279	327.0523
PISO 1	2.5	131.1646	327.912	0.165	12.700	76.8278	192.0696

---

1983.691      1.00      76.828

---

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 3.25: Fuerzas cortantes sísmicas en los centros de masa de cada nivel**

Fuente: Elaboración Propia

### Irregularidades Torsional

La anomalía de torsión ocurre cuando, en una de las direcciones analíticas, el desplazamiento relativo máximo del entrepiso en un extremo del edificio, calculado teniendo en cuenta la excentricidad accidental, es mayor 1,2 veces el desplazamiento relativo del centro de masa con el entrepiso para las mismas condiciones de carga.

**Tabla 3.30: Irregularidad en planta X – X en Edificación sin Refuerzo**

Irregularidad en Planta X - X							
Nivel	Carga	Dirección	DESP. Centro de masa	DESP. Max en extremo	DESP. MAX/DESP. C	< 1.2	< 1.5
PISO 3	SISMO X - X	X - X	0.004557	0.003079	1.48	Falla	Ok
PISO 2	SISMO X - X	X - X	0.002811	0.001929	1.457	Falla	Ok
PISO 1	SISMO X - X	X - X	0.001308	0.000822	1.592	Falla	Falla

Nota:  $I_{px} = 0.6$

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.31: Irregularidad en planta Y – Y en Edificación sin Refuerzo**

### Irregularidad en Planta Y - Y

Nivel	Carga	Dirección	DESP. Centro de masa	DESP. Max en extremo	DESP. MAX/DESP. C	< 1.2	< 1.5
PISO 3	SISMO Y - Y	Y - Y	0.001176	0.001087	1.083	Ok	Ok
PISO 2	SISMO Y - Y	Y - Y	0.000752	0.000684	1.099	Ok	Ok
PISO 1	SISMO Y - Y	Y - Y	0.000314	0.000291	1.08	Ok	Ok

Nota:  $I_{py} = 1$

Fuente: Elaboración propia

### Coefficiente Reductor de Fuerzas Sísmicas

El coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas se determinará como el producto del coeficiente R y los valores hallados de las irregularidades. Ya que la estructura a analizar presenta irregularidades en planta y en altura. Lo cual se ve en los siguientes valores:

$$I_a x = 1$$

$$I_a y = 1$$

$$I_p x = 0.6$$

$$I_p y = 1$$

$$R = R_0 * I_a * I_p$$

Datos:

$$R_x = 3 * 1 * 0.6 = 1.8$$

$$R_y = 3 * 1 * 1 = 3$$

### Análisis Dinámico

El análisis dinámico siempre da resultados más precisos sobre las fuerzas en la estructura, ya que analiza oscilaciones o vibraciones producidas por el sismo, ya que estas vibraciones producen desplazamientos y fisuras. Hay diferentes modos de vibración a los que una estructura puede soportar. Luego tenemos ecuaciones en Y - Y y X - X de la norma E-030 actualizada para poder hallar la aceleración espectral:

Como se señaló en el coeficiente reductor de fuerzas sísmicas se tendrá:

$$R_x = 1.8$$

$$R_y = 3$$

Reemplazando en la ecuación de la aceleración espectral:

$$S_a-X = Z * U * C * S * G / R_x$$

$$S_a-Y = Z * U * C * S * G / R_y$$

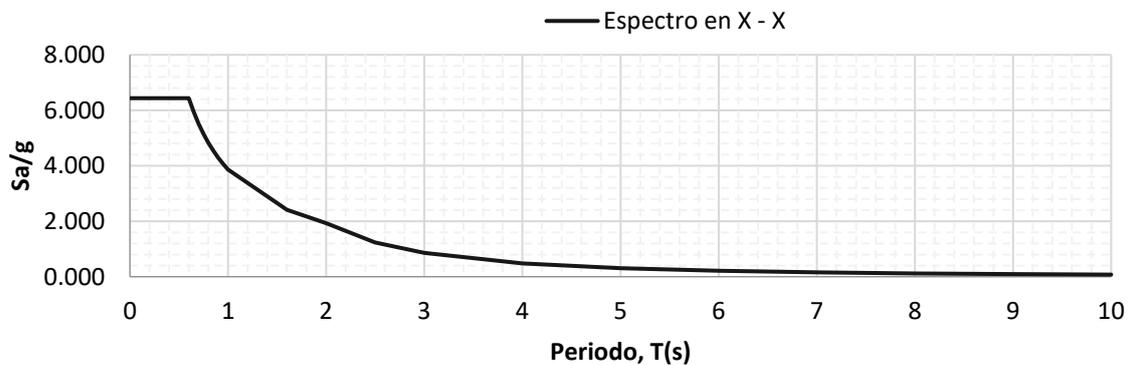
Se obtiene:

**Tabla 3.32: Aceleración espectral X – X**

<b>Cálculo de la aceleración espectral en X</b>		
Espectro E-030		
<b>T</b>	<b>C</b>	<b>Sa(cm/seg<sup>2</sup>)</b>
0	2.5	6.438
0.02	2.5	6.438
0.04	2.5	6.438
0.06	2.5	6.438
0.08	2.5	6.438
0.1	2.5	6.438
0.12	2.5	6.438
0.14	2.5	6.438
0.16	2.5	6.438
0.18	2.5	6.438
0.2	2.5	6.438
0.25	2.5	6.438
0.3	2.5	6.438
0.35	2.5	6.438
0.4	2.5	6.438
0.45	2.5	6.438
0.5	2.5	6.438
0.55	2.5	6.438
0.6	2.5	6.438
0.65	2.31	5.943
0.7	2.14	5.518
0.75	2	5.150

0.8	1.88	4.828
0.85	1.76	4.544
0.9	1.67	4.292
0.95	1.58	4.066
1	1.50	3.863
1.6	0.94	2.414
2	0.75	1.931
2.5	0.48	1.236
3	0.33	0.858
4	0.19	0.483
5	0.12	0.309
6	0.08	0.215
7	0.06	0.158
8	0.05	0.121
9	0.04	0.095
10	0.03	0.077

Fuente: Elaboración propia



**Figura 3.26: Gráfico del espectro en X en edificación sin refuerzo**

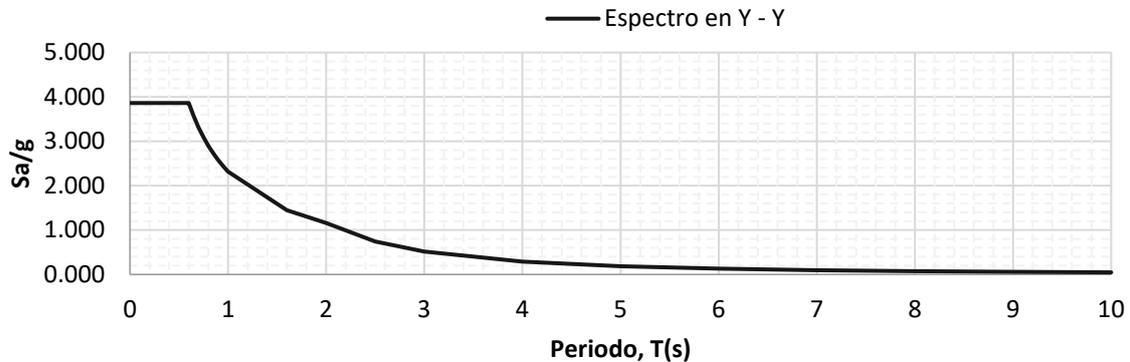
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.33: Aceleración espectral Y – Y**

<b>Cálculo de la aceleración espectral en Y</b>		
Espectro E-030		
<b>T</b>	<b>C</b>	<b>Sa(cm/seg<sup>2</sup>)</b>

0	2.5	3.863
0.02	2.5	3.863
0.04	2.5	3.863
0.06	2.5	3.863
0.08	2.5	3.863
0.1	2.5	3.863
0.12	2.5	3.863
0.14	2.5	3.863
0.16	2.5	3.863
0.18	2.5	3.863
0.2	2.5	3.863
0.25	2.5	3.863
0.3	2.5	3.863
0.35	2.5	3.863
0.4	2.5	3.863
0.45	2.5	3.863
0.5	2.5	3.863
0.55	2.5	3.863
0.6	2.5	3.863
0.65	2.31	3.566
0.7	2.14	3.311
0.75	2	3.090
0.8	1.88	2.897
0.85	1.76	2.727
0.9	1.67	2.575
0.95	1.58	2.440
1	1.50	2.318
1.6	0.94	1.449
2	0.75	1.159
2.5	0.48	0.742
3	0.33	0.515
4	0.19	0.290
5	0.12	0.185
6	0.08	0.129
7	0.06	0.095
8	0.05	0.072
9	0.04	0.057
10	0.03	0.046

Fuente: Elaboración propia



**Figura 3.27: Gráfico del espectro en Y en edificación sin refuerzo**

Fuente: Elaboración propia

### Cortante de muros

Los cortantes de muros serán analizados a través del software Etabs versión 2016 del análisis dinámico, se cumple con las normas E-030 y la norma E-070 de albañilería. Se analizarán para sismos moderados y sismos severos. En el sismo severo se usa un coeficiente de reducción de la sollicitación sísmica  $R=3$ . Para un sismo moderado se usa un coeficiente de reducción de la sollicitación sísmica y  $R=6$  el doble del sismo severo.

Las cortantes para la verificación del control de fisuración, se usaron los datos hallados con el sismo moderado. A continuación, se muestra la ubicación de los muros con sus respectivos nombres y cortantes hallados mediante el Etabs en la versión 2016.

**Tabla 3.34: Cortantes en muros para sismos severo y moderado ladrillo King**

### Kong

MURO	Sismo Severo		Sismo Moderado	
	R=3		R=6	
	V (Ton)	M(Ton-m)	V (Ton)	M(Ton-m)
1X	11.1276	15.1432	5.5638	7.5716

2X	21.1837	31.0322	10.5919	15.5161
3X	21.2663	31.3967	10.6332	15.6984
4X	4.2281	5.8234	2.1141	2.9117
5X	3.8566	5.2042	1.9283	2.6021
6X	5.5244	7.6094	2.7622	3.8047
7x	3.5278	5.6037	1.7639	2.8019
8x	10.3875	13.6931	5.1938	6.8466
9x	13.0647	13.2332	6.5324	6.6166
1Y	13.6825	26.0018	6.8413	13.0009
2Y	1.3828	2.1336	0.6914	1.0668
3Y	14.6421	32.6625	7.3211	16.3313
4Y	2.5764	3.8922	1.2882	1.9461
5Y	1.9252	3.0893	0.9626	1.5447
6Y	1.6386	2.1149	0.8193	1.0575
7Y	17.9091	29.2126	8.9546	14.6063
8Y	1.272	1.7994	0.6360	0.8997
9Y	8.2835	13.9492	4.1418	6.9746
10Y	0.6449	3.413	0.3225	1.7065

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.35: Cortantes en muros para sismos severo y moderado ladrillo**

**Pandereta**

	Sismo Severo	Sismo Moderado
MURO	R=3	R=6

	V (Ton)	M(Ton-m)	V (Ton)	M(Ton-m)
1X	1.9455	2.5484	0.9728	1.2742
2X	11.254	14.7931	5.6270	7.3966
3X	11.4919	15.1336	5.7460	7.5668
4X				
5X	0.5118	0.694	0.2559	0.3470
6X	1.649	2.1988	0.8245	1.0994
7x	0.7222	1.241	0.3611	0.6205
8x	5.631	8.0202	2.8155	4.0101
9x	7.4014	3.7502	3.7007	1.8751
1Y	9.1644	15.3274	4.5822	7.6637
2Y	0.7158	0.9607	0.3579	0.4804
3Y	5.4198	8.7007	2.7099	4.3504
4Y	1.9876	3.9742	0.9938	1.9871
5Y	1.4737	2.1296	0.7369	1.0648
6Y	0.5782	0.8269	0.2891	0.4135
7Y	9.8244	14.6289	4.9122	7.3145
8Y	0.7506	0.9193	0.3753	0.4597
9Y	4.5709	3.918	2.2855	1.9590
10Y	2.829	3.7652	1.4145	1.8826

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.36: Cortante Estático de Edificación sin Refuerzo**

<b>CORTANTE ESTÁTICO</b>								
<b>Story</b>	<b>Load</b>	<b>Location</b>	<b>P</b>	<b>VX</b>	<b>VY</b>	<b>T</b>	<b>MX</b>	<b>MY</b>
	<b>Case/Combo</b>		<b>tonf</b>	<b>tonf</b>	<b>tonf</b>	<b>tonf-m</b>	<b>tonf-m</b>	<b>tonf-m</b>
PISO 3	SEX	Bottom	0	-56.7796	0	703.8598	-12.6854	-121.9681
PISO 3	SEY	Bottom	0	0	-56.7796	-252.9696	128.5202	8.3871
PISO 2	SEX	Bottom	0	-91.1192	0	1132.9047	-12.6854	-357.7925
PISO 2	SEY	Bottom	0	0	-91.1192	-406.2313	364.3447	8.3871
PISO 1	SEX	Bottom	0	-91.1192	0	1132.9047	-34.4834	-544.22
PISO 1	SEY	Bottom	0	0	-91.1192	-406.2313	551.7357	21.8748

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.37: Cortante Dinámico de Edificación sin Refuerzo**

**CORTANTE DINÁMICA**

Story	Load Case/Combo	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m
PISO 3	SDX Max	Bottom	0.00E+00	50.9015	9.0715	695.4773	26.4627	113.147
PISO 3	SDY Max	Bottom	0.00E+00	9.123	50.857	160.9257	112.7104	10.5302
PISO 2	SDX Max	Bottom	0.00E+00	86.6918	14.2311	1180.9336	60.1061	333.821
PISO 2	SDY Max	Bottom	0.00E+00	15.0355	85.2602	265.8498	329.6715	46.7715
PISO 1	SDX Max	Bottom	0.00E+00	104.9853	17.8561	1440.1459	106.4679	553.2867
PISO 1	SDY Max	Bottom	0.00E+00	17.8561	103.6883	330.4417	547.4098	62.0365

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.38: Resumen de Cortante en X – X en Edificación sin Refuerzo**

<b>Resumen de Cortantes X - X</b>	
Vx est.	91.1192
Vx dinam.	106.2013
Vx dinam / Vx est.	1.17
Configuración	Irregular
Cociente mínimo	0.9
Factor (fx)=	0.77
Si $fx > 1$ es escalar	no Escalar

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.39: Resumen de Cortante en Y – Y en Edificación sin Refuerzo**

<b>Resumen de Cortantes Y - Y</b>	
Vy est.	91.1192
Vy dinam.	107.9461
Vy dinam / Vy est.	1.18
Configuración	Irregular
Cociente mínimo	0.9
Factor (fx)=	0.76
Si $fx > 1$ es escalar	no Escalar

Fuente: Elaboración propia

### **Coefficiente Sísmico Estático y Dinámico**

**Tabla 3.40: Coeficiente de Sismo estático de Edificación sin Refuerzo**

<b>COEFICIENTE CON SISMO ESTÁTICO</b>			Tradicional	
Zona sísmica	Z	4	0.45	
Categoría	U	C	1	Vivienda
Suelo	S	S2	1.05	
Coef. básico de reducción	Alba.	R	3	

		TP	0.6
Según la norma		TL	2
Periodo de Etabs Y-Y	estático	Tyy	0.114
Periodos de Etabs X-X	estático	Txx	0.199
Factor amplificación		Cyy	2.500
		Cxx	2.500
		Kyy	1
		Kxx	1
dato va en sismo esta X-X en	ZUCS /R	Cb yy	0.3938
Etabs		Cb xx	0.3938

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.41: Coeficiente de Sismo dinámico de Edificación sin Refuerzo**

COEFICIENTE CON SISMO DINAMICO			Tradicional	
Zona sísmica	Z	4	0.45	
Categoría	U	C	1	vivienda
suelo	S	S1	1.05	
Coef. básico de reducción	dual	R	3	
Según la norma		TP	0.6	
		TL	2	
Periodo de Etabs Y-Y	dinámico	Tyy	1.19	
Periodo de Etabs X-X	dinámico	Txx	1.078	
Factor amplificación		Cyy	1.261	
		Cxx	1.391	

		K <sub>xyy</sub>	1.345
		K <sub>xx</sub>	1.289
Dato va en sismo esta X-X en	ZUCS /R	C <sub>b yy</sub>	0.1985
	Etabs	C <sub>b xx</sub>	0.21916

Fuente: Elaboración propia

### Análisis Sísmico Estático vs Análisis Sísmico Dinámico

**Tabla 3.42: Análisis sísmico estático vs dinámico de Edificación sin Refuerzo**

Z=	0.45	ZONA 4-LIMA				
U=	1	VIVIENDA				
S=	1.05	S2 EMS				
TP=	0.6					
TL=	2					
CX=	2.5	TX=	0.199			
CY=	2.5	TY=	0.114			
R <sub>x</sub> =	0.9					
R <sub>y</sub> =	3					
R <sub>0</sub> =	3					
I <sub>ax</sub> =	1	I <sub>ay</sub> =	1			
I <sub>px</sub> =	0.6	I <sub>by</sub> =	1			
	COEF. SISMICO	PESO EDIFICA	CORTANTE ESTATICA	CORTANTE DINÁMICA	FACTOR SISMICO	FACTOR USAR
<b>VX=ZUC<sub>x</sub>S/R<sub>x</sub></b>	0.6563	390.2366	91.119	104.9853	0.7811	<b>1.0000</b>
<b>VY=ZUC<sub>y</sub>S/R<sub>y</sub></b>	0.39375	390.2366	91.119	103.6883	0.7909	<b>1.0000</b>
<b>C<sub>x</sub>/R<sub>x</sub>&gt;0.11</b>	1.3889	<b>Cumple</b>				
<b>C<sub>y</sub>/R<sub>y</sub>&gt;0.11</b>	0.8333	<b>Cumple</b>				

Fuente: Elaboración propia

### Factor escalar

**Tabla 3.43: Factor escalar en el sentido X**

<b>DIRECCIÓN X - X</b>			
<b>NIVEL</b>	<b>PESO SISMICO (Ton/m2/s)</b>	<b>CORTANTES (TON)</b>	<b>FUERZAS (TON)</b>
PISO 3	10.67836	48.39530407	48.39530407
PISO 2	12.91628	87.14384012	38.74853605
PISO 1	13.47047	107.2044401	20.06059999
Base	2.72786		107.2044401
<b>TOTAL</b>	<b>39.79297</b>		
<b>DIRECCIÓN X - X</b>			
	<b>Cortante Estático</b>	91.1192	
	<b>Cortante Dinámico</b>	104.9853	
	<b>Factor Escala</b>	1	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.44: Factor escalar en el sentido Y**

<b>DIRECCIÓN Y - Y</b>			
<b>NIVEL</b>	<b>PESO SISMICO (Ton/m2/s)</b>	<b>CORTANTES (TON)</b>	<b>FUERZAS (TON)</b>
PISO 3	10.67836	49.51721794	49.51721794
PISO 2	12.91628	87.74335841	38.22614047
PISO 1	13.47047	107.9292005	20.18584206
Base	2.72786		0
<b>TOTAL</b>	<b>39.79297</b>		
<b>DIRECCIÓN Y - Y</b>			
	<b>Cortante Estático</b>	91.1192	
	<b>Cortante Dinámico</b>	103.6883	
	<b>Factor Escala</b>	1	

Fuente: Elaboración propia

### Resumen de modos de vibración en la estructura

El modo de vibración es una forma característica en la que vibra la estructura. El análisis modal identifica modos de vibración diferentes que pueden inducir un desplazamiento rotacional en la estructura. Los primeros modos de vibración son los que hay que tener en cuenta y no superan los como resultado de la multiplicación  $0,1 * N^{\circ}$  de los niveles. Según la magnitud del sismo, la estructura vibrará con más fuerza. Al observar los modos de vibración del vemos que los períodos no superan los 0.3, que el indica un buen estado de la estructura a pesar de los años.

**Tabla 3.41: Resumen modos de vibración Edificación sin Refuerzo**

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	RZ
Modal	1	0.158	0.874	0.003	0	0.123
Modal	2	0.118	0.12	0.147	0	0.733
Modal	3	0.092	0.008	0.848	0	0.144
Modal	4	0.059	0.788	0.01	0	0.201
Modal	5	0.042	0.19	0.174	0	0.636
Modal	6	0.034	0.837	0.027	0	0.136
Modal	7	0.034	0.017	0.777	0	0.206
Modal	8	0.027	0.145	0.074	0	0.782
Modal	9	0.026	0.005	0.804	0	0.19

Modal	10	0.015	0.004	0.006	0	0.991
Modal	11	0.01	0	0.019	0	0.981
Modal	12	0.008	0	0	0	1

Fuente: Elaboración propia

### Diseño de Cargas Verticales

**Tabla 3.45: Diseño de cargas verticales del 1° Piso de muros con ladrillos King Kong de Edificación sin Refuerzo**

Muro	L (m)	t (m)	Pm (Kg)	$\sigma_m$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$0.2f'_m \left[ 1 - \left( \frac{h}{35t} \right)^2 \right]$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Observación
<b>1X</b>	1.6000	0.15	3232.5	1.3469	9.74	Muro Correcto
<b>2X</b>	3.4500	0.15	12321.3	2.3809	9.74	Muro Correcto
<b>3X</b>	3.5000	0.15	12498.0	2.3806	9.74	Muro Correcto
<b>4X</b>	1.2500	0.15	5117.3	2.7292	9.74	Muro Correcto
<b>5X</b>	1.3700	0.15	3494.7	1.7006	9.74	Muro Correcto
<b>6X</b>	2.2000	0.15	5426.4	1.6444	9.74	Muro Correcto
<b>7x</b>	2.2000	0.15	7953.9	2.4103	9.74	Muro Correcto
<b>8x</b>	2.4500	0.15	9093.1	2.4743	9.74	Muro Correcto
<b>9x</b>	2.9400	0.15	14723.7	3.3387	9.74	Muro Correcto
<b>1Y</b>	10.6500	0.15	33666.9	2.1075	9.74	Muro Correcto
<b>2Y</b>	3.2000	0.15	13329.6	2.7770	9.74	Muro Correcto
<b>3Y</b>	6.8800	0.15	21491.0	2.0825	9.74	Muro Correcto
<b>4Y</b>	2.6500	0.15	12108.8	3.0462	9.74	Muro Correcto

<b>5Y</b>	2.5000	0.15	9862.7	2.6301	9.74	Muro Correcto
<b>6Y</b>	2.0000	0.15	11758.5	3.9195	9.74	Muro Correcto
<b>7Y</b>	7.7000	0.15	31412.8	2.7197	9.74	Muro Correcto
<b>8Y</b>	2.2000	0.15	15577.1	4.7203	9.74	Muro Correcto
<b>9Y</b>	8.0000	0.15	19554.9	1.6296	9.74	Muro Correcto
<b>10Y</b>	3.1500	0.15	8322.2	1.7613	9.74	Muro Correcto
$f'm =$	<b>65 Kg/cm<sup>2</sup></b>	<i>Resistencia al corte en Dirección X del Edificio, <math>\Sigma V_{mi} =</math></i>				140953.5244 Kg
$0.15f'm =$	9.75 Kg/cm <sup>2</sup>	<i>Resistencia al Corte en Dirección Y del Edificio, <math>\Sigma V_{mi} =</math></i>				333696.723 Kg
$0.05f'm =$	3.25 Kg/cm <sup>2</sup>	<i>Cortante por Sismo Severo en Dirección X, <math>VEi =</math></i>				106201.3 Kg
$h =$	2.60 m	<i>Cortante por Sismo Severo en Dirección Y, <math>VEi =</math></i>				107946.1 Kg
$v'm =$	8.1 Kg/cm <sup>2</sup>	$\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$				$V_{mi} X \geq V_{Ei} X$ CUMPLE
						$V_{mi} Y \geq V_{Ei} Y$ CUMPLE

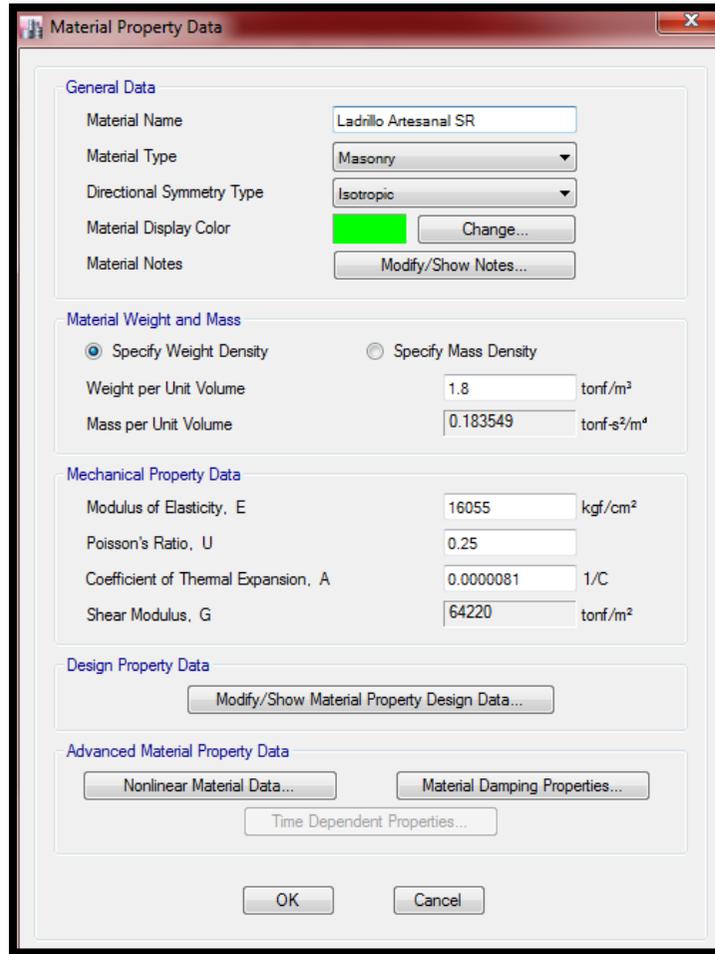
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.46: Diseño de cargas verticales del 3° Piso de muros con ladrillo pandereta de Edificación sin Refuerzo**

Muro	L (m)	t (m)	Pm (Kg)	$\sigma_m$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$0.2f'_m \left[ 1 - \left( \frac{h}{35t} \right)^2 \right]$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Observación
<b>1X</b>	1.6000	0.15	924.3	0.3851	4.47	Muro Correcto
<b>2X</b>	3.4500	0.15	3259.0	0.6298	4.47	Muro Correcto
<b>3X</b>	3.5000	0.15	3299.1	0.6284	4.47	Muro Correcto
<b>4X</b>	1.2500	0.15	0.0	0.0000	4.47	Muro Correcto

<b>5X</b>	1.3700	0.15	767.0	0.3732	4.47	Muro Correcto
<b>6X</b>	2.2000	0.15	1304.0	0.3952	4.47	Muro Correcto
<b>7x</b>	2.2000	0.15	2936.2	0.8898	4.47	Muro Correcto
<b>8x</b>	2.4500	0.15	3008.7	0.8187	4.47	Muro Correcto
<b>9x</b>	2.9400	0.15	4929.6	1.1178	4.47	Muro Correcto
<b>1Y</b>	10.6500	0.15	9735.4	0.6094	4.47	Muro Correcto
<b>2Y</b>	3.2000	0.15	3032.3	0.6317	4.47	Muro Correcto
<b>3Y</b>	6.8800	0.15	5557.8	0.5385	4.47	Muro Correcto
<b>4Y</b>	2.6500	0.15	4659.8	1.1723	4.47	Muro Correcto
<b>5Y</b>	2.5000	0.15	2284.0	0.6091	4.47	Muro Correcto
<b>6Y</b>	2.0000	0.15	3604.5	1.2015	4.47	Muro Correcto
<b>7Y</b>	7.7000	0.15	8317.5	0.7201	4.47	Muro Correcto
<b>8Y</b>	2.2000	0.15	3930.5	1.1911	4.47	Muro Correcto
<b>9Y</b>	8.0000	0.15	5100.6	0.4251	4.47	Muro Correcto
<b>10Y</b>	3.1500	0.15	2226.3	0.4712	4.47	Muro Correcto
<i>f<sub>m</sub></i> =	<b>29.85 Kg/cm<sup>2</sup></b>	<i>Resistencia al corte en Dirección X del Edificio, ΣV<sub>mi</sub></i> =				140550.566 Kg
<i>0.15f<sub>m</sub></i> =	4.48 Kg/cm <sup>2</sup>	<i>Resistencia al Corte en Dirección Y del Edificio, ΣV<sub>mi</sub></i> =				348488.19 Kg
<i>0.05f<sub>m</sub></i> =	1.49 Kg/cm <sup>2</sup>	<i>Cortante por Sismo Severo en Dirección X, VE<sub>i</sub></i> =				50901.5 Kg
<i>h</i> =	2.60 m	<i>Cortante por Sismo Severo en Dirección Y, VE<sub>i</sub></i> =				50857 Kg
<i>v<sub>m</sub></i> =	9.21 Kg/cm <sup>2</sup>	$\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$ V <sub>mi</sub> X ≥ VE <sub>i</sub> X				CUMPLE
		V <sub>mi</sub> Y ≥ VE <sub>i</sub> Y				CUMPLE

Fuente: Elaboración propia



Material Property Data

General Data

Material Name: Ladrillo Artesanal SR

Material Type: Masonry

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color:  Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

Specify Weight Density  Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 1.8 tonf/m<sup>3</sup>

Mass per Unit Volume: 0.183549 tonf-s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 16055 kgf/cm<sup>2</sup>

Poisson's Ratio, U: 0.25

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.000081 1/C

Shear Modulus, G: 64220 tonf/m<sup>2</sup>

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

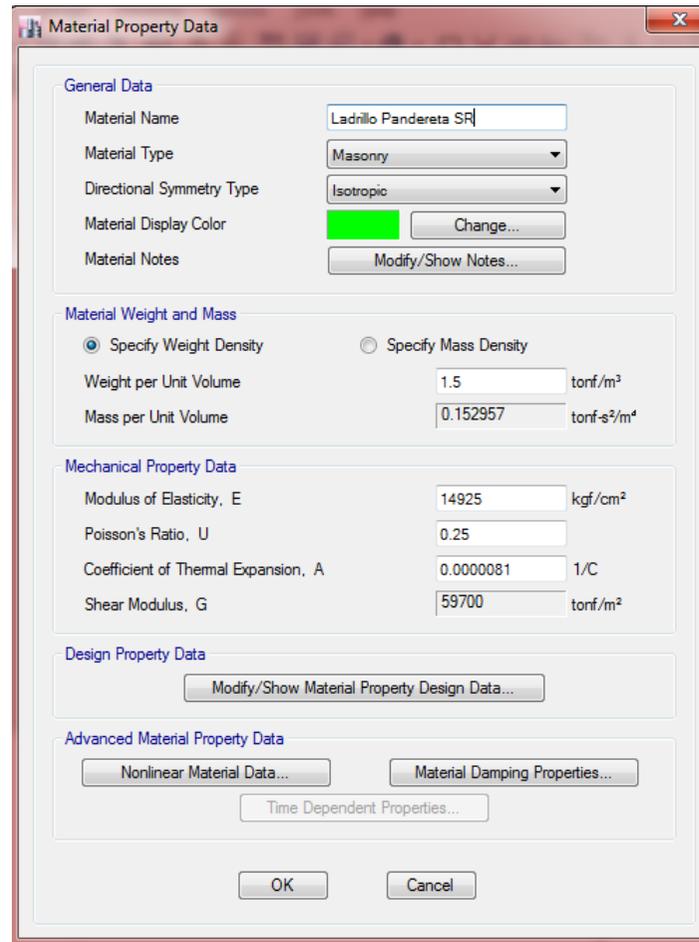
Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...

OK Cancel

Figura 3.28: Datos de albañilería KK sin Refuerzo en Etabs versión 2016

Fuente: Elaboración propia



Section	Property	Value	Unit
General Data	Material Name	Ladrillo Pandereta SR	
	Material Type	Masonry	
	Directional Symmetry Type	Isotropic	
	Material Display Color	[Green]	
Material Weight and Mass	Weight per Unit Volume	1.5	tonf/m³
	Mass per Unit Volume	0.152957	tonf-s³/m⁴
Mechanical Property Data	Modulus of Elasticity, E	14925	kgf/cm²
	Poisson's Ratio, U	0.25	
	Coefficient of Thermal Expansion, A	0.000081	1/C
	Shear Modulus, G	59700	tonf/m²
Design Property Data	Modify/Show Material Property Design Data...		
Advanced Material Property Data	Nonlinear Material Data...		
	Material Damping Properties...		
	Time Dependent Properties...		

**Figura 3.29: Datos de albañilería pandereta sin Refuerzo en Etabs versión 2016**

Fuente: Elaboración propia

## Control de Fisuración

Se debe realizar el control de fisuración para la vivienda en análisis, ya que esta vivienda es de albañilería mixta se considera como tal ya que posee las características típicas de la vivienda en el Perú. Por lo tanto, se realizara un análisis para verificar la fisuración de estructura analizada ya tiene un diseño inicial pero también es posible diseño del cual también se puede verificar mediante inspección de fisuras. La norma de albañilería E-0.70 nos dice que se debe diseñar sin no antes efectuar un control de fisuración en los muros que estarán sometidos principalmente a cortantes y flexión en el momento del sismo. La norma nos muestra distintas fórmulas a emplear para llevar a cabo este control.

Para efectuar el control de fisuración se tiene las siguientes variables

Resistencia al corte de la albañilería:  $V'm=5.1 \text{ kg/cm}^2$  (kk) &  $V'm=9.47 \text{ kg/cm}^2$  (pandereta)

Espesor del muro:  $t$  (m)

Longitud del muro:  $L$  (m)

Cortante del muro sismo moderado:  $V_e$  (kg)

Altura del muro:  $h$  (m)

Momento flector sismo moderado:  $M_e$  (kg-m)

Factor de reducción por de la resistencia al corte por esbeltez:  $\alpha$

Carga axial de gravedad:  $P_g$

Resistencia a la fuerza cortante:  $V_m$

Factor de amplificación para pasar a sismo severo:  $V_{m1}/V_{e1}$

Fuerza cortante última ante sismo severo:  $V_u$  (kg)

Momento flector último ante sismo severo:  $M_u$  (kg-m)

Las fórmulas usadas para utilizar para el control de fisuración son las siguientes según la norma E-070:

$V_e \leq 0.55 \cdot V_m =$  Fuerza cortante admisible

$V_m = 0,5 V'_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0,23 \cdot P_g =$  Resistencia al corte

$1/3 \leq \alpha \leq V_e \cdot l / M_e \leq 1$

$\sum V_{mi} \geq V_{e1} \quad 2 \leq V_{m1}/V_{e1} \leq 3$

El  $V_e$  viene a ser las cortantes extraídas del Etabs 2016 mediante simulación sísmica, el  $V_m$  viene a ser la resistencia al corte de los muros de albañilería que tiene la vivienda calculados de forma manual. Como se observa en las anteriores ecuaciones el  $V_e$  debe ser menor igual a 0.55 multiplicado por  $V_m$ .

El  $\alpha$  viene ser igual a la longitud del muro multiplicado por  $V_e$  dividido entre el momento  $M_e$ , este último se puede hallar al multiplicar la cortante  $V_e$  con la altura.

Una vez hallado el  $V_m$  para cada muro se suman los resultados, esta sumatoria deberá ser mayor a las cortantes en dirección X e

Y extraídas del Etabs 2015 mediante simulación.

Por último, se tiene razón de  $V_m$  con  $V_e$  para cada muro esta razón debe ser mayor igual a 2, pero menor igual que 3.

**Tabla 3.47: Control de fisuración del 1° piso de muros con ladrillos King Kong de Edificación sin Refuerzo**

Diseño por Fisuración (sismo moderado)											
Muro	Pg (Kg)	Ve-X (Kg)	Me-X (Kg-m)	Ve-Y (Kg)	Me-Y (Kg-m)	Ve (Kg)	Me (Kg-m)	$\frac{V_e L}{M_e}$	$\alpha$	Vm (Kg)	$V_e \leq 0.55V_m$
<b>1X</b>	3075.4	5.2884	7.4685	0.0078	0.011	5.2884	7.4685	1.13	1.000	10427.342	No Fisurado
<b>2X</b>	11001.1	10.9198	17.2469	0.0164	0.0231	10.9198	17.2469	2.18	1.000	23489.003	No Fisurado
<b>3X</b>	11224.4	11.0769	17.6627	0.0278	0.038	11.0769	17.6627	2.19	1.000	23844.112	No Fisurado
<b>4X</b>	4571.6	1.8971	2.8909	0.0036	0.0016	1.8971	2.8909	0.82	0.820	7280.541612	No Fisurado
<b>5X</b>	3122.8	1.7842	2.5169	0.0024	0.0017	1.7842	2.5169	0.97	0.971	8801.102776	No Fisurado
<b>6X</b>	4912.7	2.746	4.0285	0.0035	0.0022	2.746	4.0285	1.50	1.000	14494.921	No Fisurado
<b>7x</b>	6935.3	1.7345	2.9994	0.0063	0.0044	1.7345	2.9994	1.27	1.000	14960.119	No Fisurado
<b>8x</b>	8263.3	4.9143	8.2242	0.0075	0.005	4.9143	8.2242	1.46	1.000	16784.309	No Fisurado
<b>9x</b>	13093.8	7.7958	8.502	0.0307	0.0246	7.7958	8.502	2.70	1.000	20872.074	No Fisurado
<b>1Y</b>	30781.2	0.0918	0.0678	11.7183	36.492	11.7183	36.492	3.42	1.000	71778.426	No Fisurado
<b>2Y</b>	11656.4	0.0284	0.0138	2.742	4.6577	2.742	4.6577	1.88	1.000	22120.972	No Fisurado
<b>3Y</b>	19525.8	0.0770	0.0654	5.8652	18.1933	5.8652	18.1933	2.22	1.000	46286.934	No Fisurado
<b>4Y</b>	10620	0.0345	0.0196	1.9561	3.468	1.9561	3.468	1.49	1.000	18541.35	No Fisurado
<b>5Y</b>	8700.4	0.0350	0.0257	2.3719	3.6848	2.3719	3.6848	1.61	1.000	17188.592	No Fisurado
<b>6Y</b>	10100.2	0.0111	0.0124	1.864	2.6791	1.864	2.6791	1.39	1.000	14473.046	No Fisurado

<b>7Y</b>	28459	0.0281	0.0218	6.8474	20.5813	6.8474	20.5813	2.56	1.000	53323.07	No Fisurado
<b>8Y</b>	13204.5	0.0081	0.0025	1.5762	2.5143	1.5762	2.5143	1.38	1.000	16402.035	No Fisurado
<b>9Y</b>	17709.8	0.0241	0.0104	8.4814	13.273	8.4814	13.273	5.11	1.000	52673.254	No Fisurado
<b>10Y</b>	7707.8	0.0458	0.0452	2.3271	4.7183	2.3271	4.7183	1.55	1.000	20909.044	No Fisurado

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.48: Diseño por Resistencia del 1° piso de muros con ladrillos King Kong de Edificación sin Refuerzo**

Diseño por Resistencia ( sismo raro)				
Muro	VEi - X (Kg)	VEi - Y (Kg)	VEi (Kg)	$V_m \geq V_{Ei}$
<b>1X</b>	10.5762	0.0155	10.58	Resistente
<b>2X</b>	21.8382	0.0327	21.84	Resistente
<b>3X</b>	22.1523	0.0556	22.15	Resistente
<b>4X</b>	3.7939	0.0072	3.79	Resistente
<b>5X</b>	5.4916	0.0071	5.49	Resistente
<b>6X</b>	3.4688	0.0125	3.47	Resistente
<b>7x</b>	9.828	0.015	9.83	Resistente
<b>8x</b>	15.5906	0.0613	15.59	Resistente
<b>9x</b>	13.6079	0.0244	13.61	Resistente
<b>1Y</b>	0.0568	5.4844	5.48	Resistente
<b>2Y</b>	0.154	11.7311	11.73	Resistente
<b>3Y</b>	0.0689	3.9124	3.91	Resistente
<b>4Y</b>	0.07	4.7441	4.74	Resistente
<b>5Y</b>	0.0221	3.7283	3.73	Resistente

<b>6Y</b>	0.0563	13.6958	13.70	Resistente
<b>7Y</b>	0.0161	3.1527	3.15	Resistente
<b>8Y</b>	0.0482	16.9639	16.96	Resistente
<b>9Y</b>	0.0916	4.6544	4.65	Resistente
<b>10Y</b>	0.0008	0.2998	0.30	Resistente

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.49: Control de fisuración del 3° piso de muros con ladrillos pandereta de Edificación sin Refuerzo**

<b>Diseño por Fisuración (sismo moderado)</b>											
<b>Muro</b>	<b>Pg (Kg)</b>	<b>Ve-X (Kg)</b>	<b>Me-X (Kg-m)</b>	<b>Ve-Y (Kg)</b>	<b>Me-Y (Kg-m)</b>	<b>Ve (Kg)</b>	<b>Me (Kg-m)</b>	$\frac{V_e L}{M_e}$	$\alpha$	<b>Vm (Kg)</b>	$V_e \leq 0.55V_m$
<b>1X</b>	901.3	1.4913	1.9927	0.0028	0.0037	1.4913	1.9927	1.20	1.000	11259.299	No Fisurado
<b>2X</b>	3049.7	5.5511	7.2609	0.0078	0.0101	5.5511	7.2609	2.64	1.000	24532.306	No Fisurado
<b>3X</b>	3087.1	5.7047	7.4313	0.0133	0.017	5.7047	7.4313	2.69	1.000	24886.283	No Fisurado
<b>4X</b>	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.000	0	Fisurado
<b>5X</b>	722.6	0.4224	0.5463	0.0078	0.01	0.4224	0.5463	1.06	1.000	9629.473	No Fisurado
<b>6X</b>	1227.3	0.9425	1.217	0.0122	0.0155	0.9425	1.217	1.70	1.000	15478.779	No Fisurado
<b>7x</b>	2727.6	0.4962	0.5789	0.0092	0.0118	0.4962	0.5789	1.89	1.000	15823.848	No Fisurado
<b>8x</b>	2821.2	2.6657	3.1327	0.0134	0.0172	2.6657	3.1327	2.08	1.000	17572.251	No Fisurado
<b>9x</b>	4609.9	4.2864	2.4745	0.0246	0.0216	4.2864	2.4745	5.09	1.000	21368.327	No Fisurado
<b>1Y</b>	9291.3	0.1203	0.1552	6.0102	9.7108	6.0102	9.7108	6.59	1.000	75701.874	No Fisurado
<b>2Y</b>	2835.9	0.0808	0.1046	1.3886	1.7494	1.3886	1.7494	2.54	1.000	22756.257	No Fisurado
<b>3Y</b>	5276.9	0.0845	0.1088	2.6944	4.2895	2.6944	4.2895	4.32	1.000	48737.287	No Fisurado

<b>4Y</b>	4357	0.8319	0.9651	0.9203	1.4138	0.9203	1.4138	1.72	1.000	19306.985	No Fisurado
<b>5Y</b>	2126.1	0.0429	0.0554	1.2279	1.5403	1.2279	1.5403	1.99	1.000	17757.753	No Fisurado
<b>6Y</b>	3305.7	0.0127	0.0157	0.8507	1.0908	0.8507	1.0908	1.56	1.000	14575.311	No Fisurado
<b>7Y</b>	7849.8	0.0500	0.059	3.4569	5.569	3.4569	5.569	4.78	1.000	54993.204	No Fisurado
<b>8Y</b>	3616.5	0.0197	0.0281	0.8653	1.0543	0.8653	1.0543	1.81	1.000	16028.295	No Fisurado
<b>9Y</b>	4865.4	0.0509	0.0511	5.1459	5.0305	5.1459	5.0305	8.18	1.000	56379.042	No Fisurado
<b>10Y</b>	2145.9	0.0406	0.0532	0.6901	0.9408	0.6901	0.9408	2.31	1.000	22252.182	No Fisurado

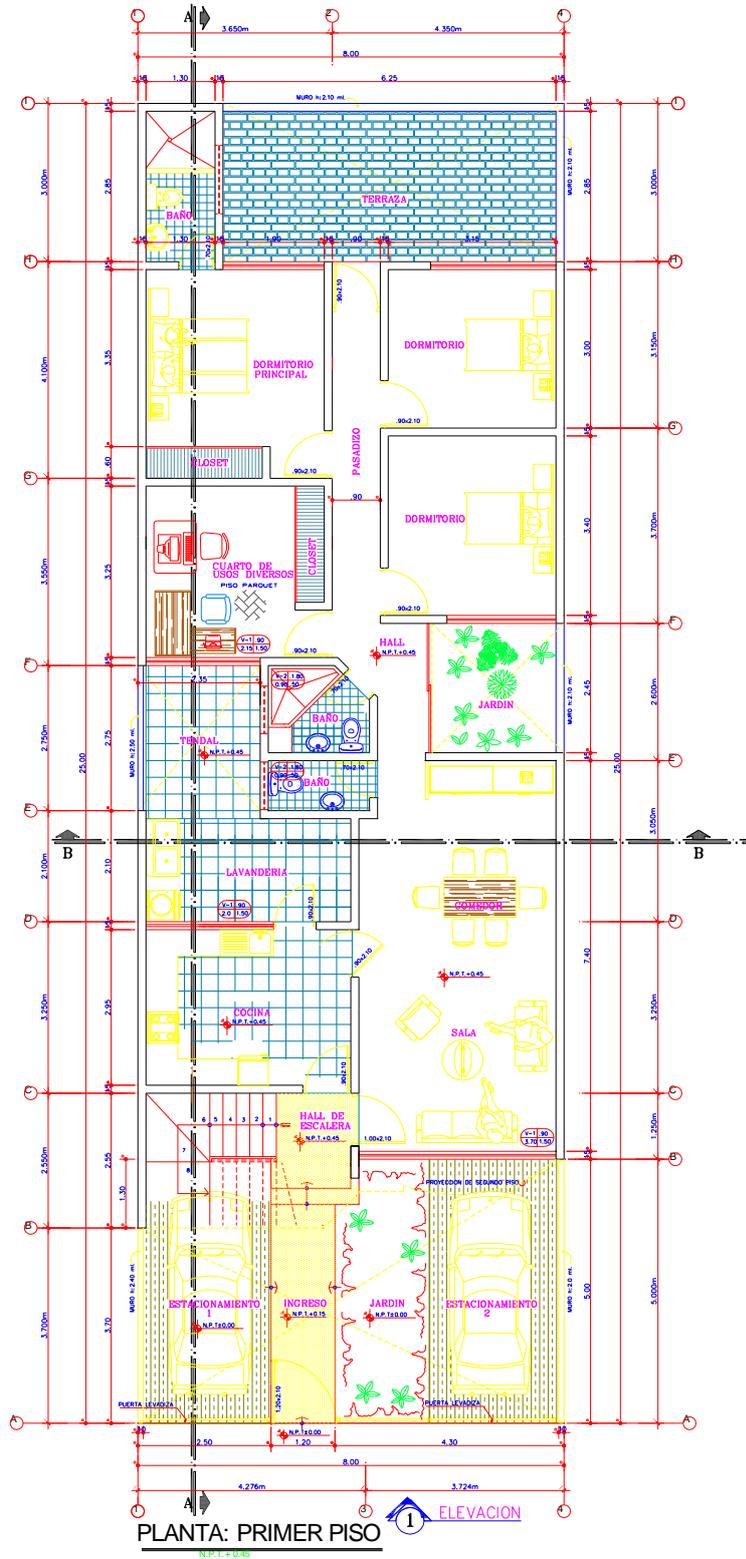
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.50: Resistencia por Resistencia del 3° piso de muros con ladrillos pandereta de Edificación sin Refuerzo**

Diseño por Resistencia ( sismo raro)					
Muro	VEi - X (Kg)	VEi - Y	(Kg)	VEi (Kg)	$V_m \geq V_{Ei}$
<b>1X</b>	2.9823	0.0056		2.98	Resistente
<b>2X</b>	11.1015	0.0155		11.10	Resistente
<b>3X</b>	11.4086	0.0265		11.41	Resistente
<b>4X</b>	0	0		0.00	Resistente
<b>5X</b>	1.8848	0.0243		1.88	Resistente
<b>6X</b>	0.9924	0.0184		0.99	Resistente
<b>7x</b>	5.331	0.0269		5.33	Resistente
<b>8x</b>	8.5723	0.0492		8.57	Resistente
<b>9x</b>	8.2915	0.0288		8.29	Resistente
<b>1Y</b>	0.1615	2.7773		2.78	Resistente
<b>2Y</b>	0.1691	5.3892		5.39	Resistente

<b>3Y</b>	1.6637	1.8407	1.84	Resistente
<b>4Y</b>	0.0858	2.4559	2.46	Resistente
<b>5Y</b>	0.0253	1.7016	1.70	Resistente
<b>6Y</b>	0.0999	6.9142	6.91	Resistente
<b>7Y</b>	0.0395	1.7308	1.73	Resistente
<b>8Y</b>	0.1017	10.2924	10.29	Resistente
<b>9Y</b>	0.0811	1.3803	1.38	Resistente
<b>10Y</b>	0.0042	0.1254	0.13	Resistente

Fuente: Elaboración propia



**Figura 3.30:**

Fuente:

**Vivienda 1° Piso**

Elaboración propia

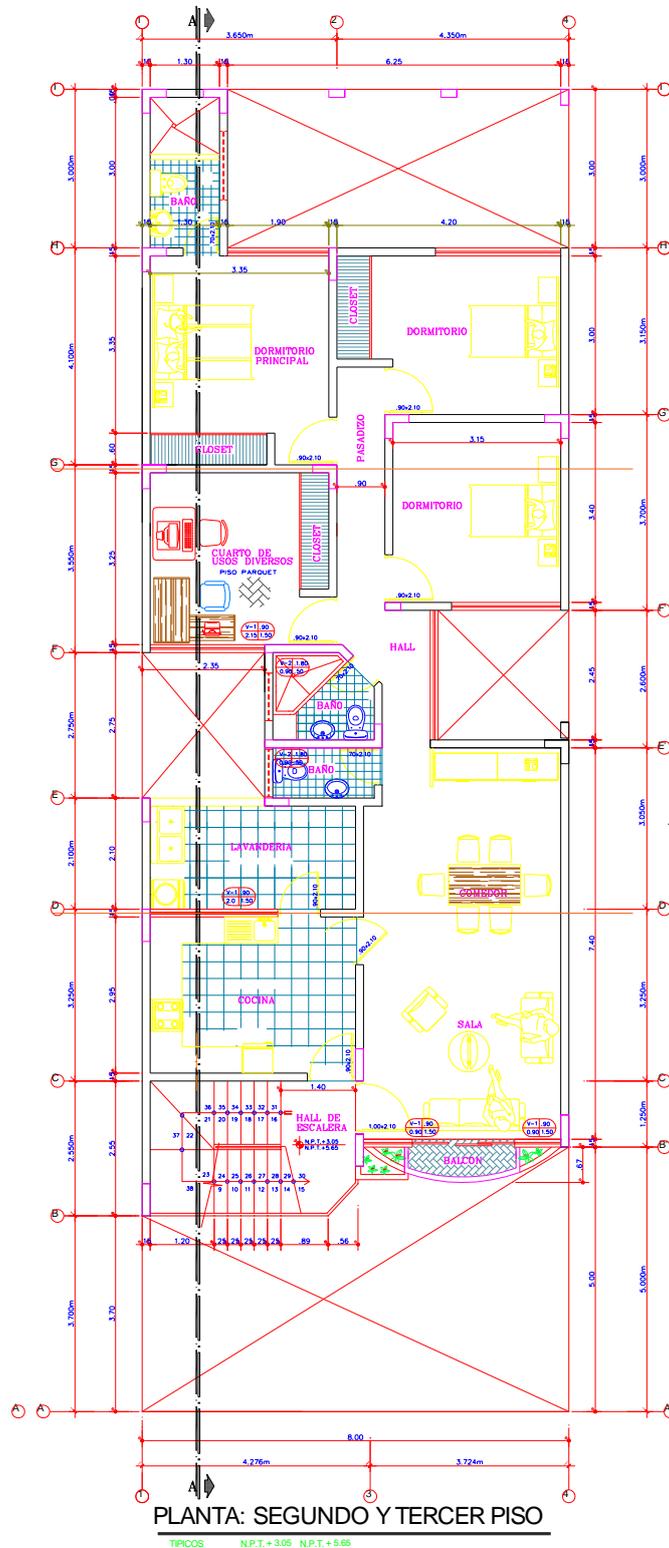
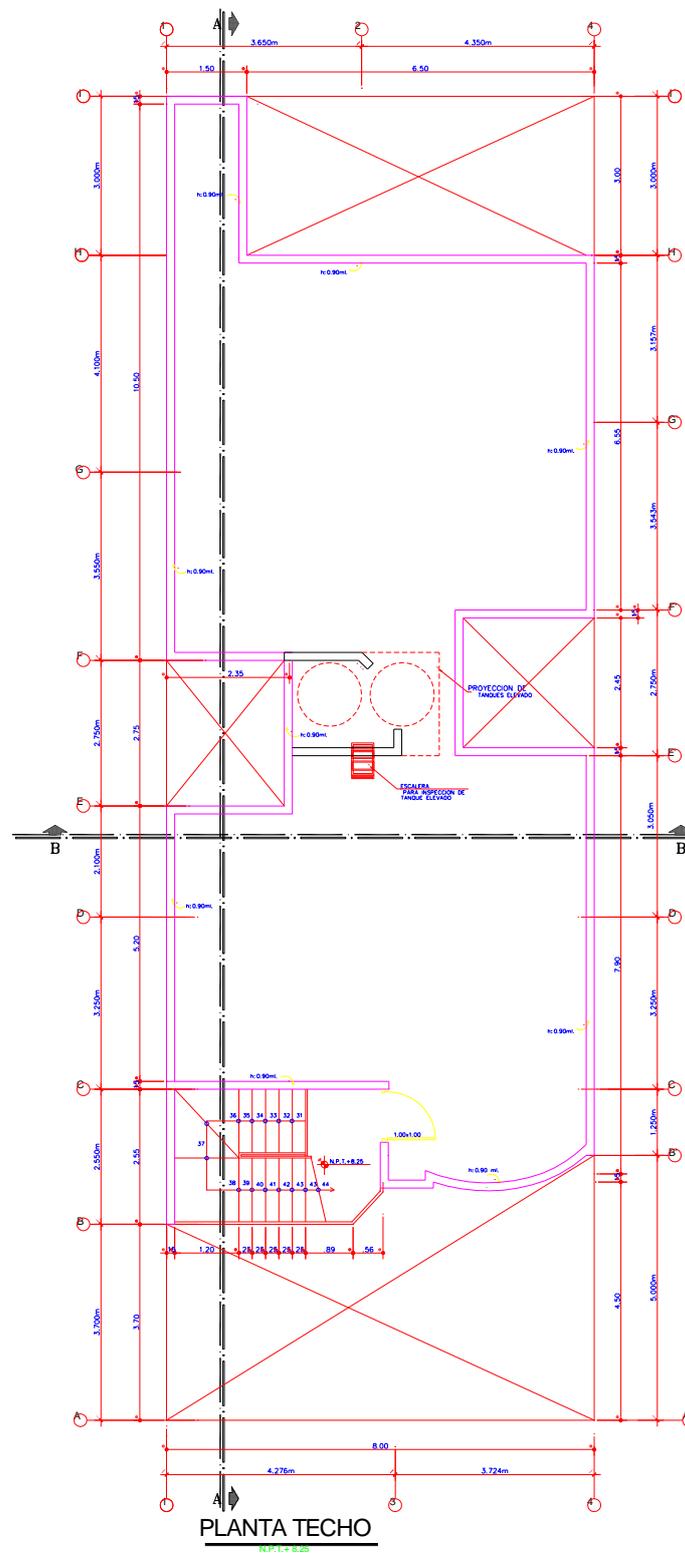


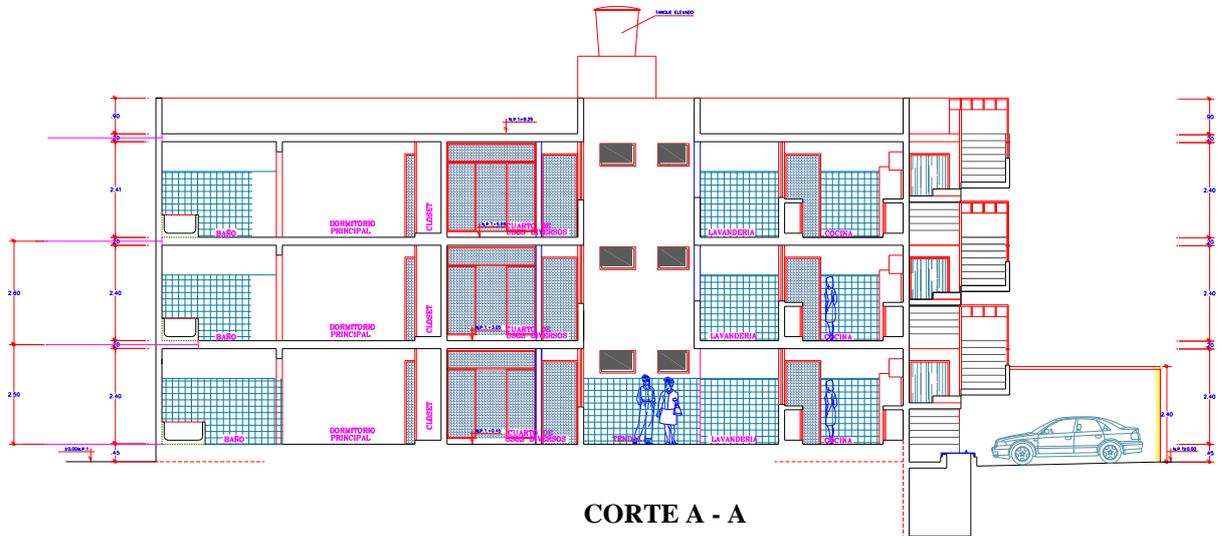
Figura 3.31: Vivienda 2° y 3° Piso (pisos típicos)

Fuente: Elaboración propia



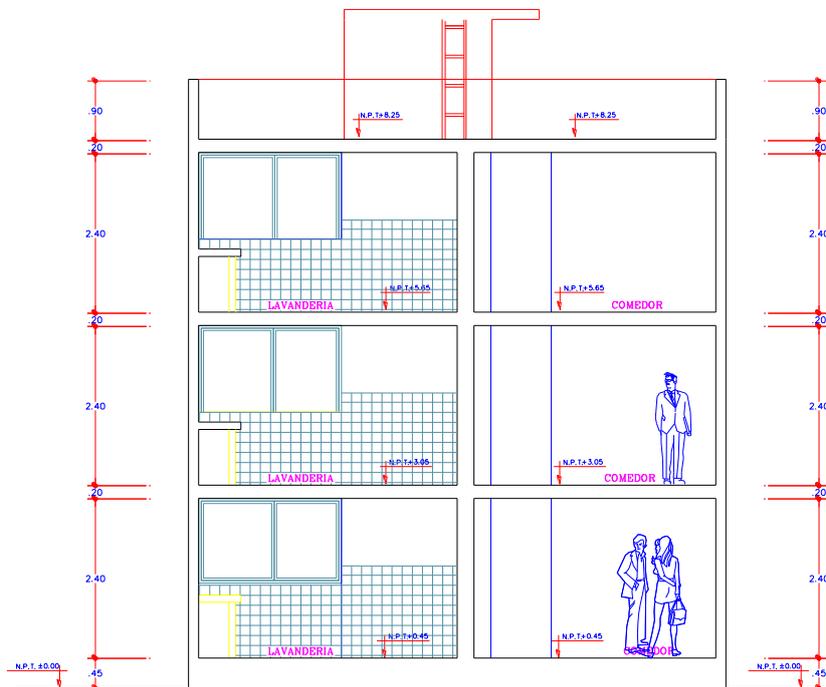
**Figura 3.32: Vivienda planta de techo**

Fuente: Elaboración propia



**Figura 3.33: Corte A-A de Vivienda**

Fuente: Elaboración propia



**CORTE B - B**

**Figura 3.34: Corte B-B de Vivienda**

Fuente: Elaboración propia

## APLICACIÓN 2: Análisis estructural de una vivienda de albañilería mixta con refuerzo de Geomalla Biaxial

### Característica de los materiales con Reforzamiento

#### Albañilería

- Ladrillo King Kong, 24x13x9cm y Ladrillo pandereta, 23x12x10cm
- Mortero: Tipo P2, 1:4 (cemento: arena)
- Geomalla de reforzamiento Biaxial

**Tabla 3.51: Resistencia a compresión axial de albañilería reforzada con Geomalla Biaxial:**

#### Ladrillo King Kong Industrial

Especimen	Dimensiones			Esbeltez (h/t)	P <sub>máx</sub> ton	P <sub>máx</sub> KN	Área m <sup>2</sup>	f <sub>mr</sub> Mpa	Factor de corrección	f <sub>mr</sub> corregido	f <sub>mr</sub> corregido
	L (mm)	t (mm)	H (mm)							Mpa	kg/cm <sup>2</sup>
<b>PKRGB-1</b>	241.4	162.1	615.2	3.80	28.59	280.37	0.0391	7.165	0.942	6.749	68.83
<b>PKRGB-2</b>	240.9	161.5	615.8	3.81	28.77	282.14	0.0389	7.252	0.9424	6.834	69.69
<b>PKRGB-3</b>	241.8	161.8	615.4	3.80	28.24	276.94	0.0391	7.079	0.942	6.668	68.00
									<b>f<sub>mr</sub></b>	6.751	68.837
									<b>s</b>	0.25	2.549
									<b>f'mr</b>	6.501	66.288
									<b>C.V.</b>	3.70	3.70

Fuente: Elaboración Propia

### Ladrillo Pandereta

Especimen	Dimensiones			Esbeltez (h/t)	P <sub>máx</sub> ton	P <sub>máx</sub> KN	Área m <sup>2</sup>	f <sub>mr</sub> Mpa	Factor de corrección	f <sub>mr</sub> corregido	f <sub>mr</sub> corregido
	L (mm)	t (mm)	H (mm)							Mpa	kg/cm <sup>2</sup>
<b>PPRGB-1</b>	228.7	152.1	675.1	4.44	16.1	157.89	0.0348	4.539	0.976	4.430	45.17
<b>PPRGB-2</b>	228.9	153.4	675.6	4.40	15.7	153.97	0.0351	4.385	0.974	4.271	43.55
<b>PPRGB-3</b>	227.7	153.6	674.8	4.39	16.3	159.85	0.0350	4.570	0.973	4.447	45.35
									<b>f<sub>mr</sub></b>	4.383	44.690
									<b>s</b>	0.71	7.240
									<b>f'<sub>mr</sub></b>	3.673	37.450
									<b>C.V.</b>	16.20	16.20

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3.52: Resumen de resultados de módulo de elasticidad y módulo de corte de Edificación con Refuerzo de Geomalla**

**Biaxial:**

### Ladrillo Pandereta

<b>f'<sub>mr</sub></b>	<b>37.45 kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>Em (MPa)</b>	<b>Em</b>
<b>( 500* f'<sub>mr</sub>)</b>	<b>(Kg-f/cm<sup>2</sup>)</b>
1836.29 MPa	18725.00 kgf/cm <sup>2</sup>

<b>Gm (MPa)</b>	<b>Gm</b>
<b>(Em*0.4)</b>	<b>(kg-f/cm2)</b>
734.52 MPa	7490.00 kgf/cm2

*Fuente:* Elaboración Propia

#### Ladrillo King Kong Industrial

<b>f'mr=</b>	<b>66.29 kg/cm2</b>
<b>Em (MPa)</b>	<b>Em</b>
<b>( 500*f'mr)</b>	<b>(Kg-f/cm2)</b>
3250.40 MPa	33145.00 kgf/cm2

<b>Gm (MPa)</b>	<b>Gm</b>
<b>(Em*0.4)</b>	<b>(kg-f/cm2)</b>
1300.16 MPa	13258.00 kgf/cm2

*Fuente:* Elaboración Propia

## IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURAS

### Irregularidad Extrema de Rigidez

**Tabla 3.53: Irregularidad de Rigidez – Piso Blando de Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial (X – X)**

ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN X- X					
PISO	RIGIDEZ (Ton/cm)	Ki/Ki+1>70% Rigidez	Regular / Irregularidad	>80% Rigideces Superiores	Regular / Irregularidad
3	50356.67019				
2	79784.71334	158.4392158	REGULAR	158.4392158	REGULAR
1	128946.4634	61.87429357	REGULAR	61.87429357	REGULAR

Nota: I<sub>ax</sub>= 1

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3.54: Irregularidad de Rigidez – Piso Blando de Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial (Y – Y)**

ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN Y - Y					
PISO	RIGIDEZ (Ton/cm)	Ki/Ki+1>70% Rigidez	Regular / Irregularidad	>80% Rigideces Superiores	Regular / Irregularidad
3	92989.4804				
2	219817.0519	236.3891603	REGULAR	236.3891603	REGULAR
1	363100.0258	60.53897997	REGULAR	60.53897997	REGULAR

Nota:  $I_{ay} = 1$

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3.55: Irregularidad Extrema de Rigidez de Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial (X - X)**

ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN X - X					
PISO	RIGIDEZ (Ton/cm)	$K_i/K_{i+1} > 60\%$ Rigidez	Regular / Irregularidad	$> 70\%$ Rigideces Superiores	Regular / Irregularidad
3	50356.67019				
2	79784.71334	158.4392158	REGULAR	158.4392158	REGULAR
1	128946.4634	61.87429357	REGULAR	61.87429357	REGULAR

Nota:  $I_{ax} = 1$

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.56: Irregularidad Extrema de Rigidez de Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial (Y - Y)**

ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN Y - Y					
PISO	RIGIDEZ (Ton/cm)	$K_i/K_{i+1} > 60\%$ Rigidez	Regular / Irregularidad	$> 70\%$ Rigideces Superiores	Regular / Irregularidad
3	92989.4804				
2	219817.0519	236.3891603	REGULAR	236.3891603	REGULAR
1	363100.0258	60.53897997	REGULAR	60.53897997	REGULAR

Nota:  $I_{ay} = 1$

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.57: Irregularidad de Masa de Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial**

<b>PESO POR PISO TON</b>	<b>PESO TOTAL</b>	<b>IRREGULARIDAD DE MASA</b>	
128.6585		0.986542804	
130.4135		1.0136	no existe
131.1646	390.2366	1.0058	no existe

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 3.58: Irregularidad de Masa o Piso de Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial**

**IRREGULARIDAD DE MASA O PISO**

**ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN X - X ; Y - Y**

<b>PISO</b>	<b>PESO</b>	<b>P<sub>i</sub>/P<sub>i+1</sub> &lt;1.5</b>	<b>REGULAR / IRREGULAR</b>	<b>P<sub>i</sub>/P<sub>i-1</sub> &lt;1.5</b>	<b>REGULAR / IRREGULAR</b>
3	128.6585			0.986542804	REGULAR
2	130.4135	1.013640762	REGULAR	0.994273607	REGULAR
1	131.1646	1.005759373	REGULAR		

*Fuente:* Elaboración propia

**IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA**

**Centro de masa de Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial**

**Tabla 3.59: Centro de Masa de Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial**

Story	XCM (m)	YCM (m)
PISO 1	4.1622	11.3404
PISO 2	4.1574	11.7173
PISO 3	4.0628	11.3414

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 3.60: Centro de Rigidez de Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial**

Story	XCR (m)	YCR (m)
PISO 1	3.2893	9.2255
PISO 2	3.238	10.1158
PISO 3	3.1214	9.6694

*Fuente:* Elaboración propia

**Fuerzas cortantes y momentos en alturas de Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial**

**Tabla 3.61: Momentos y cortantes en cada nivel de Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial**

V=	76.828	(Cortante Basal) $V=(ZUCS*Pg)/R$	<b>Fuerzas cortantes</b>
Tx=	0.155		

Story	ALTURA m	PESO Tn	PI*(hi)^k	a	y momentos en alturas		
					Fi (Ton)	Vi (Ton)	Mi (Ton-m)
PISO 3	7.7	128.6585	990.670	0.499	38.368	38.3684	295.4368
PISO 2	5.1	130.4135	665.109	0.335	25.759	64.1279	327.0523
PISO 1	2.5	131.1646	327.912	0.165	12.700	76.8278	192.0696
			<b>1983.691</b>	1.00	76.828		

Fuente: Elaboración propia

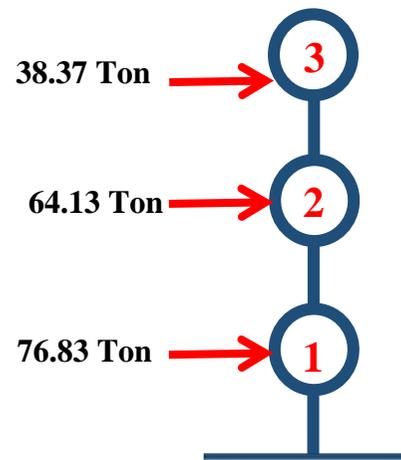


Figura 3.35: Fuerzas cortantes sísmicas en los centros de masa de cada nivel

Fuente: Elaboración Propia

### Irregularidades Torsional

**Tabla 3.62: Irregularidad en planta X – X en Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial**

Irregularidad en Planta X - X							
Nivel	Carga	Dirección	DESP. Centro de masa	DESP. Max en extremo	DESP. MAX/DESP. C	< 1.2	< 1.5
PISO 3	SISMO X - X	X - X	0.001563	0.001007	1.552	Falla	Falla
PISO 2	SISMO X - X	X - X	0.001487	0.0011	1.353	Falla	Ok
PISO 1	SISMO X - X	X - X	0.001298	0.000827	1.57	Falla	Falla

*Nota:*  $I_{px} = 0.6$

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3.63: Irregularidad en planta Y – Y en Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial**

Irregularidad en Planta Y - Y							
Nivel	Carga	Dirección	DESP. Centro de masa	DESP. Max en extremo	DESP. MAX/DESP. C	< 1.2	< 1.5
PISO 3	SISMO Y - Y	Y - Y	0.000386	0.000366	1.056	Ok	Ok
PISO 2	SISMO Y - Y	Y - Y	0.000435	0.000392	1.112	Ok	Ok
PISO 1	SISMO Y - Y	Y - Y	0.000312	0.000289	1.079	Ok	Ok

*Nota:*  $I_{py} = 1$

Fuente: Elaboración Propia

### Cortante Estático y Dinámico

**Tabla 3.64: Cortante Estático de Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial**

<b>CORTANTE ESTÁTICO</b>								
<b>Story</b>	<b>Load Case/Combo</b>	<b>Location</b>	<b>P tonf</b>	<b>VX tonf</b>	<b>VY tonf</b>	<b>T tonf-m</b>	<b>MX tonf-m</b>	<b>MY tonf-m</b>
PISO 3	SEX	Bottom	0	-56.7796	0	703.8598	-12.1127	-120.9926
PISO 3	SEY	Bottom	0	0	-56.7796	-252.9696	128.6899	8.619
PISO 2	SEX	Bottom	0	-91.1192	0	1132.9047	-12.1127	-356.8171
PISO 2	SEY	Bottom	0	0	-91.1192	-406.2313	364.5143	8.619
PISO 1	SEX	Bottom	0	-91.1192	0	1132.9047	-30.3777	-542.8584
PISO 1	SEY	Bottom	0	0	-91.1192	-406.2313	556.0882	21.457

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3.65: Cortante Dinámico de Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial**

<b>CORTANTE DINÁMICA</b>								
<b>Story</b>	<b>Load Case/Combo</b>	<b>Location</b>	<b>P tonf</b>	<b>VX tonf</b>	<b>VY tonf</b>	<b>T tonf-m</b>	<b>MX tonf-m</b>	<b>MY tonf-m</b>

PISO 3	SDX Max	Bottom	0.00E+00	50.702	8.7222	689.7967	25.6035	111.8911
PISO 3	SDY Max	Bottom	0.00E+00	8.8766	50.5397	159.5372	112.8455	9.9072
PISO 2	SDX Max	Bottom	0.00E+00	87.7365	14.0355	1191.9104	59.0341	335.592
PISO 2	SDY Max	Bottom	0.00E+00	14.9115	86.0758	269.3701	332.164	46.0625
PISO 1	SDX Max	Bottom	0.00E+00	106.5964	17.529	1458.4329	105.0436	558.5408
PISO 1	SDY Max	Bottom	0.00E+00	17.529	105.0472	335.8604	552.7333	60.8259

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3.66: Resumen de Cortante en X – X en Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial**

<b>Resumen de cortantes X - X</b>	
V <sub>x</sub> est.	91.1192
V <sub>x</sub> dinam.	106.5964
V <sub>x</sub> dinam / V <sub>x</sub> est.	1.17

Configuración	Irregular
Cociente minimo	0.9
Factor (fx)=	0.77
Si $fx > 1$ es escalar	no Escalar

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3.66: Resumen de Cortante en Y – Y en Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial**

Resumen de cortantes Y - Y	
Vy est.	91.1192
Vy dinam.	105.0472
Vy dinam / Vy est.	1.15
Configuración	Irregular
Cociente minimo	0.9
Factor (fx)=	0.78
Si $fx > 1$ es escalar	no Escalar

Fuente: Elaboración Propia

### Análisis Sísmico Estático vs Análisis Sísmico Dinámico

**Tabla 3.67: Análisis sísmico estático vs dinámico de Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial**

Z=	0.45	ZONA 4-LIMA
----	------	-------------

U=	1	VIVIENDA		
S=	1.05	S2 EMS		
TP=	0.6			
TL=	2			
CX=	2.5	TX=	0.155	
CY=	2.5	TY=	0.09	
Rx=	1.8			
Ry=	3			
R0 =	3			
Iax =	1	Iay =	1	
Ipx =	0.6	Iby =	1	

	COEF. SISMICO	PESO EDIFICA	CORTANTE ESTATICA	CORTANTE DINÁMICA	FACTOR SISMICO	FACTOR USAR
<b>VX=ZUCxS/Rx</b>	0.6563	390.2366	91.119	106.5964	0.7693	1.0000
<b>VY=ZUCyS/Ry</b>	0.39375	390.2366	91.119	105.0472	0.7807	1.0000
<b>Cx/Rx&gt;0.11</b>	1.3889	Cumple				
<b>Cy/Ry&gt;0.11</b>	0.8333	Cumple				

Fuente: Elaboración Propia

### Resumen de modos de vibración en la estructura

**Tabla 3.68: Resumen modos de vibración Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial**

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	RZ
Modal	1	0.155	0.878	0.003	0	0.119
Modal	2	0.116	0.116	0.146	0	0.738
Modal	3	0.09	0.008	0.849	0	0.143
Modal	4	0.056	0.798	0.009	0	0.193
Modal	5	0.041	0.184	0.152	0	0.664
Modal	6	0.033	0.841	0.009	0	0.15
Modal	7	0.032	0.008	0.82	0	0.173
Modal	8	0.027	0.145	0.074	0	0.781
Modal	9	0.02	0.002	0.84	0	0.158
Modal	10	0.014	0.004	0.01	0	0.986
Modal	11	0.01	0	0.017	0	0.983
Modal	12	0.007	0	0	0	0.999

Fuente: Elaboración Propia

### Diseño de Cargas Verticales

**Tabla 3.69: Diseño de cargas verticales del 1° Piso de muros con ladrillos King Kong de Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial**

Muro	L (m)	t (m)	Pm (Kg)	$\sigma_m$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$0.2f'_m \left[ 1 - \left( \frac{h}{35t} \right)^2 \right]$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Observación
<b>1X</b>	1.6000	0.15	3264.3	1.3601	9.93	Muro Correcto
<b>2X</b>	3.4500	0.15	12387.2	2.3937	9.93	Muro Correcto
<b>3X</b>	3.5000	0.15	12566.2	2.3936	9.93	Muro Correcto
<b>4X</b>	1.2500	0.15	5143.7	2.7433	9.93	Muro Correcto
<b>5X</b>	1.3700	0.15	3541.7	1.7235	9.93	Muro Correcto
<b>6X</b>	2.2000	0.15	5462.2	1.6552	9.93	Muro Correcto
<b>7x</b>	2.2000	0.15	8035.9	2.4351	9.93	Muro Correcto
<b>8x</b>	2.4500	0.15	9196.2	2.5024	9.93	Muro Correcto
<b>9x</b>	2.9400	0.15	14859.1	3.3694	9.93	Muro Correcto
<b>1Y</b>	10.6500	0.15	33895.8	2.1218	9.93	Muro Correcto
<b>2Y</b>	3.2000	0.15	13429.8	2.7979	9.93	Muro Correcto
<b>3Y</b>	6.8800	0.15	21677.8	2.1006	9.93	Muro Correcto
<b>4Y</b>	2.6500	0.15	12156.2	3.0582	9.93	Muro Correcto
<b>5Y</b>	2.5000	0.15	9931.9	2.6485	9.93	Muro Correcto
<b>6Y</b>	2.0000	0.15	11820.4	3.9401	9.93	Muro Correcto
<b>7Y</b>	7.7000	0.15	31651.2	2.7404	9.93	Muro Correcto
<b>8Y</b>	2.2000	0.15	15675.5	4.7502	9.93	Muro Correcto
<b>9Y</b>	8.0000	0.15	19727.6	1.6440	9.93	Muro Correcto

<b>10Y</b>	3.1500	0.15	8365.9	1.7706	9.93	Muro Correcto
$f'm =$	<b>66.29 Kg/cm<sup>2</sup></b>					Resistencia al corte en Dirección X del Edificio, $\Sigma V_{mi} =$ 141890.2968 Kg
$0.15f'm =$	9.94 Kg/cm <sup>2</sup>					Resistencia al Corte en Dirección Y del Edificio, $\Sigma V_{mi} =$ 335652.669 Kg
$0.05f'm =$	3.31 Kg/cm <sup>2</sup>					Cortante por Sismo Severo en Dirección X, $VEi =$ 106596.4 Kg
$h =$	2.63 m					Cortante por Sismo Severo en Dirección Y, $VEi =$ 105047.2 Kg
$v'm =$	8.31 Kg/cm <sup>2</sup>					$\sum V_{mi}$ $V_{mi} X \geq VEi X$ CUMPLE
						$V_{mi} Y \geq VEi Y$ CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3.70: Diseño de cargas verticales del 3° Piso de muros con ladrillo pandereta de Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial**

Muro	L (m)	t (m)	Pm (Kg)	$\sigma_m$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$0.2f'_m \left[ 1 - \left( \frac{h}{35t} \right)^2 \right]$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Observación
<b>1X</b>	1.6000	0.15	996.5	0.4152	5.61	Muro Correcto
<b>2X</b>	3.4500	0.15	3497.4	0.6758	5.61	Muro Correcto
<b>3X</b>	3.5000	0.15	3548.8	0.6760	5.61	Muro Correcto
<b>4X</b>	1.2500	0.15	0.0	0.0000	5.61	Muro Correcto
<b>5X</b>	1.3700	0.15	870.5	0.4236	5.61	Muro Correcto
<b>6X</b>	2.2000	0.15	1451.0	0.4397	5.61	Muro Correcto
<b>7x</b>	2.2000	0.15	3040.4	0.9213	5.61	Muro Correcto
<b>8x</b>	2.4500	0.15	3163.4	0.8608	5.61	Muro Correcto
<b>9x</b>	2.9400	0.15	5335.9	1.2100	5.61	Muro Correcto

<b>1Y</b>	10.6500	0.15	10263.4	0.6425	5.61	Muro Correcto
<b>2Y</b>	3.2000	0.15	3359.4	0.6999	5.61	Muro Correcto
<b>3Y</b>	6.8800	0.15	6006.0	0.5820	5.61	Muro Correcto
<b>4Y</b>	2.6500	0.15	4925.8	1.2392	5.61	Muro Correcto
<b>5Y</b>	2.5000	0.15	2516.1	0.6710	5.61	Muro Correcto
<b>6Y</b>	2.0000	0.15	3850.1	1.2834	5.61	Muro Correcto
<b>7Y</b>	7.7000	0.15	8816.6	0.7633	5.61	Muro Correcto
<b>8Y</b>	2.2000	0.15	4240.8	1.2851	5.61	Muro Correcto
<b>9Y</b>	8.0000	0.15	5575.5	0.4646	5.61	Muro Correcto
<b>10Y</b>	3.1500	0.15	2423.6	0.5129	5.61	Muro Correcto
$f'm =$	<b>37.45 Kg/cm<sup>2</sup></b>					<i>Resistencia al corte en Dirección X del Edificio, <math>\Sigma V_{mi} =</math></i> 141745.555 Kg
$0.15f'm =$	5.62 Kg/cm <sup>2</sup>					<i>Resistencia al Corte en Dirección Y del Edificio, <math>\Sigma V_{mi} =</math></i> 351439.173 Kg
$0.05f'm =$	1.87 Kg/cm <sup>2</sup>					<i>Cortante por Sismo Severo en Dirección X, <math>VE_i =</math></i> 50702 Kg
$h =$	2.63 m					<i>Cortante por Sismo Severo en Dirección Y, <math>VE_i =</math></i> 50539.7 Kg
$v'm =$	9.27 Kg/cm <sup>2</sup>					$\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$ $V_{mi} X \geq V_{Ei} X$ CUMPLE
						$V_{mi} Y \geq V_{Ei} Y$ CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

### Control de Fisuración

**Tabla 3.71: Control de fisuración del 1° piso de muros con ladrillos King Kong de Edificación con Refuerzo de Geomalla**

### Biaxial

Muro	Pg (Kg)	Ve-X (Kg)	Me-X (Kg-m)	Ve-Y (Kg)	Me-Y (Kg-m)	Ve (Kg)	Me (Kg-m)	$\frac{V_e L}{M_e}$	$\alpha$	Vm (Kg)	$V_e \leq 0.55V_m$
1X	2639.8	5.3734	7.5778	0.0079	0.0112	5.3734	7.5778	1.13	1.000	10579.154	No Fisurado
2X	9447.5	11.0703	17.4864	0.0166	0.0235	11.0703	17.4864	2.18	1.000	23675.05	No Fisurado
3X	9695.6	11.2288	17.9187	0.0282	0.0386	11.2288	17.9187	2.19	1.000	24043.738	No Fisurado
4X	3794.7	1.9224	2.9316	0.0036	0.0016	1.9224	2.9316	0.82	0.820	7258.66989	No Fisurado
5X	2363.2	1.8143	2.5589	0.0024	0.0017	1.8143	2.5589	0.97	0.971	8837.44389	No Fisurado
6X	3879.5	2.799	4.1023	0.0036	0.0022	2.799	4.1023	1.50	1.000	14603.785	No Fisurado
7x	5735.6	1.763	3.0501	0.0063	0.0044	1.763	3.0501	1.27	1.000	15030.688	No Fisurado
8x	7256.9	4.9912	8.3609	0.0076	0.0051	4.9912	8.3609	1.46	1.000	16938.712	No Fisurado
9x	11302.2	7.9237	8.6369	0.0305	0.0243	7.9237	8.6369	2.70	1.000	20923.056	No Fisurado
1Y	26720.9	0.0929	0.0687	11.8796	37.2633	11.8796	37.2633	3.40	1.000	72521.932	No Fisurado
2Y	9362	0.0289	0.0138	2.7796	4.7341	2.7796	4.7341	1.88	1.000	22097.26	No Fisurado
3Y	16555.4	0.0778	0.0661	5.9625	18.5214	5.9625	18.5214	2.21	1.000	46687.342	No Fisurado
4Y	9016.6	0.0350	0.0199	1.9886	3.5244	1.9886	3.5244	1.50	1.000	18589.943	No Fisurado
5Y	7130.6	0.0356	0.026	2.4081	3.7428	2.4081	3.7428	1.61	1.000	17221.288	No Fisurado
6Y	8092.4	0.0112	0.0126	1.8904	2.7202	1.8904	2.7202	1.39	1.000	14326.252	No Fisurado
7Y	24467.2	0.0285	0.0221	6.9605	20.9562	6.9605	20.9562	2.56	1.000	53617.706	No Fisurado
8Y	10800.1	0.0082	0.0025	1.6002	2.554	1.6002	2.554	1.38	1.000	16195.523	No Fisurado
9Y	14909.8	0.0245	0.0105	8.6468	13.5003	8.6468	13.5003	5.12	1.000	53289.254	No Fisurado
10Y	6407.8	0.0465	0.0458	2.371	4.7871	2.371	4.7871	1.56	1.000	21106.169	No Fisurado

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3.72: Diseño por Resistencia del 1° piso de muros con ladrillos King Kong de Edificación con Refuerzo de Geomalla**

**Biaxial**

<b>Diseño por Resistencia ( sismo raro)</b>				
<b>Muro</b>	<b>VEi - X (Kg)</b>	<b>VEi - Y (Kg)</b>	<b>VEi (Kg)</b>	<b><math>V_m \geq V_{Ei}</math></b>
<b>1X</b>	10.7461	0.0158	10.75	Resistente
<b>2X</b>	22.1392	0.0333	22.14	Resistente
<b>3X</b>	22.4561	0.0564	22.46	Resistente
<b>4X</b>	3.8445	0.0073	3.84	Resistente
<b>5X</b>	5.5976	0.0072	5.60	Resistente
<b>6X</b>	3.5258	0.0127	3.53	Resistente
<b>7x</b>	9.9818	0.0152	9.98	Resistente
<b>8x</b>	15.8463	0.0611	15.85	Resistente
<b>9x</b>	13.7206	0.0247	13.72	Resistente
<b>1Y</b>	0.0578	5.5596	5.56	Resistente
<b>2Y</b>	0.1557	11.9259	11.93	Resistente
<b>3Y</b>	0.0701	3.9774	3.98	Resistente
<b>4Y</b>	0.0713	4.8166	4.82	Resistente
<b>5Y</b>	0.0225	3.7811	3.78	Resistente
<b>6Y</b>	0.0571	13.922	13.92	Resistente
<b>7Y</b>	0.0164	3.2007	3.20	Resistente
<b>8Y</b>	0.0491	17.2948	17.29	Resistente
<b>9Y</b>	0.0929	4.7423	4.74	Resistente

<b>10Y</b>	0.0008	0.2829	0.28	Resistente
------------	--------	--------	------	------------

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3.73: Control de fisuración del 3° piso de muros con ladrillos pandereta de Edificación con Refuerzo de Geomalla**

**Biaxial**

Muro	Pg (Kg)	Ve-X (Kg)	Me-X (Kg-m)	Ve-Y (Kg)	Me-Y (Kg-m)	Ve (Kg)	Me (Kg-m)	$\frac{V_e L}{M_e}$	$\alpha$	Vm (Kg)	$V_e \leq 0.55V_m$
<b>1X</b>	969.5	1.3547	1.807	0.0027	0.0035	1.3547	1.807	1.20	1.000	11346.985	No Fisurado
<b>2X</b>	3266.2	5.7786	7.5272	0.0076	0.0097	5.7786	7.5272	2.65	1.000	24737.351	No Fisurado
<b>3X</b>	3311.5	5.9637	7.7308	0.0138	0.0177	5.9637	7.7308	2.70	1.000	25095.395 <sup>2</sup>	No Fisurado
<b>4X</b>	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.000	0	No Fisurado
<b>5X</b>	815.7	0.3529	0.4519	0.0091	0.0116	0.3529	0.4519	1.07	1.000	9712.536	No Fisurado
<b>6X</b>	1360.2	0.9178	1.171	0.0139	0.0178	0.9178	1.171	1.72	1.000	15608.346	No Fisurado
<b>7x</b>	2820	0.4133	0.4617	0.0101	0.0129	0.4133	0.4617	1.97	1.000	15944.1	No Fisurado
<b>8x</b>	2963.8	2.7003	3.1344	0.0149	0.019	2.7003	3.1344	2.11	1.000	17715.299	No Fisurado
<b>9x</b>	4979.1	4.3772	2.346	0.0259	0.0224	4.3772	2.346	5.49	1.000	21585.543	No Fisurado
<b>1Y</b>	9786.3	0.1194	0.1532	6.3999	10.6518	6.3999	10.6518	6.40	1.000	76294.974	No Fisurado
<b>2Y</b>	3133.8	0.0911	0.1179	1.4136	1.7666	1.4136	1.7666	2.56	1.000	22968.774	No Fisurado
<b>3Y</b>	5687.3	0.0883	0.1131	2.7131	4.4224	2.7131	4.4224	4.22	1.000	49141.279	No Fisurado
<b>4Y</b>	4602.5	0.7726	0.8503	0.9015	1.4061	0.9015	1.4061	1.70	1.000	19482.7	No Fisurado
<b>5Y</b>	2334.9	0.0477	0.0615	1.2665	1.5793	1.2665	1.5793	2.00	1.000	17918.277	No Fisurado
<b>6Y</b>	3527.3	0.0134	0.0163	0.8559	1.089	0.8559	1.089	1.57	1.000	14716.279	No Fisurado

<b>7Y</b>	8311.5	0.0532	0.0621	3.5711	5.8941	3.5711	5.8941	4.67	1.000	55445.895	No Fisurado
<b>8Y</b>	3902.9	0.0229	0.0324	0.863	1.0401	0.863	1.0401	1.83	1.000	16193.167	No Fisurado
<b>9Y</b>	5309.1	0.0548	0.0543	5.2509	5.202	5.2509	5.202	8.08	1.000	56841.093	No Fisurado
<b>10Y</b>	2332	0.0412	0.0539	0.6322	0.8654	0.6322	0.8654	2.30	1.000	22436.735	No Fisurado

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3.74: Resistencia por Resistencia del 3° piso de muros con ladrillos pandereta de Edificación con Refuerzo de Geomalla Biaxial**

<b>Diseño por Resistencia ( sismo raro)</b>				
<b>Muro</b>	<b>VEi - X (Kg)</b>	<b>VEi - Y (Kg)</b>	<b>VEi (Kg)</b>	<b><math>V_m \geq V_{Ei}</math></b>
<b>1X</b>	2.7093	0.0054	2.71	Resistente
<b>2X</b>	11.5564	0.0151	11.56	Resistente
<b>3X</b>	11.9267	0.0277	11.93	Resistente
<b>4X</b>	0	0	0.00	Resistente
<b>5X</b>	1.8354	0.0279	1.84	Resistente
<b>6X</b>	0.8265	0.0202	0.83	Resistente
<b>7x</b>	5.4003	0.0299	5.40	Resistente
<b>8x</b>	8.7539	0.0518	8.75	Resistente
<b>9x</b>	8.8559	0.031	8.86	Resistente
<b>1Y</b>	0.1822	2.8273	2.83	Resistente
<b>2Y</b>	0.1765	5.4266	5.43	Resistente
<b>3Y</b>	1.5451	1.8031	1.80	Resistente

<b>4Y</b>	0.0954	2.5331	2.53	Resistente
<b>5Y</b>	0.0268	1.712	1.71	Resistente
<b>6Y</b>	0.1065	7.1427	7.14	Resistente
<b>7Y</b>	0.0457	1.7261	1.73	Resistente
<b>8Y</b>	0.1095	10.5025	10.50	Resistente
<b>9Y</b>	0.0824	1.2645	1.26	Resistente
<b>10Y</b>	0.0054	0.1303	0.13	Resistente

Fuente: Elaboración Propia

### APLICACIÓN 3: Análisis estructural de una vivienda de albañilería mixta con refuerzo de Geomalla Triaxial

#### Característica de los materiales con Reforzamiento

##### Albañilería

- Ladrillo King Kong, 24x13x9cm y Ladrillo pandereta, 23x12x10cm
- Mortero: Tipo P2, 1:4 (cemento: arena)
- Geomalla de reforzamiento Triaxial

**Tabla 3.75: Resistencia a compresión axial de albañilería reforzada con Geomalla Triaxial:**

#### Ladrillo King Kong Industrial

Especímen	Dimensiones			Esbeltez (h/t)	P <sub>máx</sub> ton	P <sub>máx</sub> KN	Área m <sup>2</sup>	f <sub>mr</sub> Mpa	Factor de corrección	f <sub>mr</sub> corregido Mpa	f <sub>mr</sub> corregido kg/cm <sup>2</sup>
	L (mm)	t (mm)	H (mm)								
<b>PKRGT-1</b>	242.4	161.1	614.8	3.82	29.57	289.98	0.0391	7.426	0.943	7.003	71.41

<b>PKRGT-2</b>	241.9	162.3	615.3	3.79	29.36	287.92	0.0393	7.334	0.941	6.901	70.37
<b>PKRGT-3</b>	241.3	162.8	615.7	3.78	29.11	285.47	0.0393	7.267	0.94	6.831	69.66
									<b>f<sub>mr</sub></b>	6.912	70.478
									<b>s</b>	0.23	2.345
									<b>f'<sub>mr</sub></b>	6.682	68.133
									<b>C.V.</b>	3.33	3.33

Fuente: Elaboración Propia

### Ladrillo Pandereta

Especímen	Dimensiones			Esbeltez (h/t)	P <sub>máx</sub> ton	P <sub>máx</sub> KN	Área m <sup>2</sup>	f <sub>mr</sub> Mpa	Factor de corrección	f <sub>mr</sub> corregido Mpa	f <sub>mr</sub> corregido kg/cm <sup>2</sup>
	L (mm)	t (mm)	H (mm)								
<b>PPRGT-1</b>	227.9	152.3	674	4.43	16.4	160.83	0.0347	4.634	0.975	4.518	46.07
<b>PPRGT-2</b>	228.4	153.1	675.3	4.41	16.5	161.81	0.0350	4.627	0.973	4.502	45.91
<b>PPRGT-3</b>	228.5	153.5	675.1	4.40	16.3	159.85	0.0351	4.557	0.974	4.439	45.26
									<b>f<sub>mr</sub></b>	4.486	45.749
									<b>s</b>	0.71	7.240
									<b>f'<sub>mr</sub></b>	3.776	38.509
									<b>C.V.</b>	15.83	15.83

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3.76: Resumen de resultados de módulo de elasticidad y módulo de corte de Edificación con Refuerzo de Geomalla**

**Biaxial:**

### Ladrillo Pandereta

$f'_{mr} =$	<b>38.51 kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>Em (MPa)</b>	<b>Em</b>
<b>( 500*<math>f'_{mr}</math>)</b>	<b>(Kg-f/cm<sup>2</sup>)</b>
1888.26 MPa	19255.00 kgf/cm <sup>2</sup>
<b>Gm (MPa)</b>	<b>Gm</b>
<b>(Em*0.4)</b>	<b>(kg-f/cm<sup>2</sup>)</b>
755.31 MPa	7702.00 kgf/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia

**Ladrillo King Kong Industrial**

$f'_{mr} =$	<b>68.13 kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>Em (MPa)</b>	<b>Em</b>
<b>( 500*<math>f'_{mr}</math>)</b>	<b>(Kg-f/cm<sup>2</sup>)</b>
3340.62 MPa	34065.00 kgf/cm <sup>2</sup>
<b>Gm (MPa)</b>	<b>Gm</b>
<b>(Em*0.4)</b>	<b>(kg-f/cm<sup>2</sup>)</b>

---

1336.25 MPa      13626.00 kgf/cm<sup>2</sup>

---

Fuente: Elaboración Propia

## IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURAS

### Irregularidad Extrema de Rigidez

**Tabla 3.77: Irregularidad de Rigidez – Piso Blando de Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial (X – X)**

ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN X- X					
PISO	RIGIDEZ (Ton/cm)	K <sub>i</sub> /K <sub>i+1</sub> >70% Rigidez	Regular / Irregularidad	>80% Rigideces Superiores	Regular / Irregularidad
3	51455.03002				
2	81539.89977	158.4682775	REGULAR	158.4682775	REGULAR
1	132097.9552	61.72684476	REGULAR	61.72684476	REGULAR

Nota: I<sub>ax</sub>= 1

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3.78: Irregularidad de Rigidez – Piso Blando de Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial (Y – Y)**

ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN Y - Y					
PISO	RIGIDEZ	K <sub>i</sub> /K <sub>i+1</sub> >70%	Regular /	>80%	Regular /

	(Ton/cm)	Rigidez	Irregularidad	Rigideces Superiores	Irregularidad
3	94875.56197				
2	224395.3419	236.5154285	REGULAR	236.5154285	REGULAR
1	370748.7484	60.52490883	REGULAR	60.52490883	REGULAR

Nota: I<sub>ay</sub>= 1

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3.79: Irregularidad Extrema de Rigidez de Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial (X - X)**

ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN X- X					
PISO	RIGIDEZ (Ton/cm)	K <sub>i</sub> /K <sub>i+1</sub> >60% Rigidez	Regular / Irregularidad	>70% Rigideces Superiores	Regular / Irregularidad
3	51455.03002				
2	81539.89977	158.4682775	REGULAR	158.4682775	REGULAR
1	132097.9552	61.72684476	REGULAR	61.72684476	REGULAR

Nota: I<sub>ax</sub>= 1

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.80: Irregularidad Extrema de Rigidez de Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial (Y - Y)**

ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN Y - Y					
PISO	RIGIDEZ (Ton/cm)	K <sub>i</sub> /K <sub>i+1</sub> >60% Rigidez	Regular / Irregularidad	>70% Rigideces Superiores	Regular / Irregularidad

3	94875.56197				
2	224395.3419	236.5154285	REGULAR	236.5154285	REGULAR
1	370748.7484	60.52490883	REGULAR	60.52490883	REGULAR

Nota: Iay= 1

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.81: Irregularidad de Masa de Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial**

PESO POR PISO TON	PESO TOTAL	IRREGULARIDAD DE MASA	
128.6585		0.986542804	
130.4135		1.0136	no existe
131.1646	390.2366	1.0058	no existe

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.82: Irregularidad de Masa o Piso de Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial**

IRREGULARIDAD DE MASA O PISO					
ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN X - X ; Y - Y					
PISO	PESO	Pi/Pi+1 <1.5	REGULAR / IRREGULAR	Pi/Pi-1 <1.5	REGULAR / IRREGULAR
3	128.6585			0.986542804	REGULAR
2	130.4135	1.013640762	REGULAR	0.994273607	REGULAR
1	131.1646	1.005759373	REGULAR		

*Fuente:* Elaboración propia

## IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA

### Centro de masa de Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial

**Tabla 3.83: Centro de Masa de Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial**

Story	XCM (m)	YCM (m)
PISO 1	4.1622	11.3404
PISO 2	4.1574	11.7173
PISO 3	4.0628	11.3414

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 3.84: Centro de Rigidez de Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial**

Story	XCR (m)	YCR (m)
PISO 1	3.2923	9.24
PISO 2	3.2384	10.1288
PISO 3	3.1191	9.6809

*Fuente:* Elaboración propia

### Fuerzas cortantes y momentos en alturas de Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial

**Tabla 3.85: Momentos y cortantes en cada nivel de Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial**

Story	ALTURA m	PESO Tn	PI*(hi)^k	a	Fi (Ton)	Vi (Ton)	Mi (Ton-m)
PISO 3	7.7	128.6585	990.670	0.499	38.368	38.3684	295.4368
PISO 2	5.1	130.4135	665.109	0.335	25.759	64.1279	327.0523
PISO 1	2.5	131.1646	327.912	0.165	12.700	76.8278	192.0696
			<b>1983.691</b>	1.00	76.828		

Fuente: Elaboración propia

### Irregularidades Torsional

**Tabla 3.86: Irregularidad en planta X – X en Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial**

Irregularidad en Planta X - X							
Nivel	Carga	Dirección	DESP. Centro de masa	DESP. Max en extremo	DESP. MAX/DESP. C	< 1.2	< 1.5
PISO 3	SISMO X - X	X - X	0.00153	0.000987	1.551	Falla	Falla

PISO 2	SISMO X - X	X - X	0.001455	0.001077	1.351	Falla	Ok
PISO 1	SISMO X - X	X - X	0.001267	0.000808	1.568	Falla	Falla

Nota:  $I_{px} = 0.6$

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3.87: Irregularidad en planta Y – Y en Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial**

Irregularidad en Planta Y - Y							
Nivel	Carga	Dirección	DESP. Centro de masa	DESP. Max en extremo	DESP. MAX/DESP. C	< 1.2	< 1.5
PISO 3	SISMO Y - Y	Y - Y	0.000378	0.000358	1.056	Ok	Ok
PISO 2	SISMO Y - Y	Y - Y	0.000426	0.000383	1.111	Ok	Ok
PISO 1	SISMO Y - Y	Y - Y	0.000306	0.000283	1.079	Ok	Ok

Nota:  $I_{py} = 1$

Fuente: Elaboración Propia

### Cortante Estático y Dinámico

**Tabla 3.88: Cortante Estático de Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial**

CORTANTE ESTÁTICO								
Story	Load	Location	P	VX	VY	T	MX	MY

	Case/Combo		tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
PISO 3	SEX	Bottom	0	-56.7796	0	703.8598	-12.0701	-120.901
PISO 3	SEY	Bottom	0	0	-56.7796	-252.9696	127.9787	8.472
PISO 2	SEX	Bottom	0	-91.1192	0	1132.9047	-12.0701	-356.7255
PISO 2	SEY	Bottom	0	0	-91.1192	-406.2313	363.8032	8.472
PISO 1	SEX	Bottom	0	-91.1192	0	1132.9047	-30.2171	-542.7419
PISO 1	SEY	Bottom	0	0	-91.1192	-406.2313	561.7774	20.7129

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3.89: Cortante Dinámico de Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial**

CORTANTE DINÁMICA								
Story	Load Case/Combo	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m
PISO 3	SDX Max	Bottom	0.00E+00	50.7886	8.6746	690.1156	25.4856	111.9544
PISO 3	SDY Max	Bottom	0.00E+00	8.8305	50.5348	159.7413	112.8654	9.7773
PISO 2	SDX Max	Bottom	0.00E+00	87.8571	13.957	1192.0047	58.7135	335.9536

PISO 2	SDY Max	Bottom	0.00E+00	14.828	86.0357	269.5539	332.0628	45.6912
PISO 1	SDX Max	Bottom	0.00E+00	106.7119	17.4307	1458.1314	104.4347	559.007
PISO 1	SDY Max	Bottom	0.00E+00	17.4307	104.9929	335.947	552.8163	60.1916

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3.90: Resumen de Cortante en X – X en Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial**

Resumen de cortantes X - X	
Vx est.	91.1192
Vx dinam.	106.7119
Vx dinam / Vx est.	1.17
Configuración	Irregular
Cociente minimo	0.9
Factor (fx)=	0.77
Si fx > 1 es escalar	no Escalar

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3.91: Resumen de Cortante en Y – Y en Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial**

<b>Resumen de cortantes Y - Y</b>	
Vy est.	91.1192
Vy dinam.	104.9929
Vy dinam / Vy est.	1.15
Configuración	Irregular
Cociente minimo	0.9
Factor (fx)=	0.78
Si $f_x > 1$ es escalar	no Escalar

Fuente: Elaboración Propia

### **Análisis Sísmico Estático vs Análisis Sísmico Dinámico**

**Tabla 3.92: Análisis sísmico estático vs dinámico de Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial**

Z=	0.45	ZONA 4-LIMA	
U=	1	VIVIENDA	
S=	1.05	S2 EMS	
TP=	0.6		
TL=	2		
CX=	2.5	TX=	0.153
CY=	2.5	TY=	0.089
Rx=	1.8		

Ry=	3					
R0 =	3					
Iax =	1	Iay =	1			
Ipx =	0.6	Iby =	1			
	COEF. SISMICO	PESO EDIFICA	CORTANTE ESTATICA	CORTANTE DINÁMICA	FACTOR SISMICO	FACTOR USAR
<b>VX=ZUCxS/Rx</b>	0.6563	390.2366	91.119	106.7119	0.7685	1.0000
<b>VY=ZUCyS/Ry</b>	0.39375	390.2366	91.119	104.9929	0.7811	1.0000
<b>Cx/Rx&gt;0.11</b>	1.3889	Cumple				
<b>Cy/Ry&gt;0.11</b>	0.8333	Cumple				

Fuente: Elaboración Propia

### Resumen de modos de vibración en la estructura

**Tabla 3.93: Resumen modos de vibración Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial**

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	RZ
Modal	1	0.153	0.88	0.003	0	0.118
Modal	2	0.114	0.114	0.146	0	0.739
Modal	3	0.09	0.008	0.849	0	0.143

Modal	4	0.055	0.799	0.009	0	0.192
Modal	5	0.04	0.182	0.151	0	0.666
Modal	6	0.033	0.843	0.01	0	0.148
Modal	7	0.032	0.008	0.82	0	0.172
Modal	8	0.026	0.144	0.073	0	0.783
Modal	9	0.02	0.002	0.839	0	0.159
Modal	10	0.014	0.004	0.011	0	0.985
Modal	11	0.01	0	0.016	0	0.983
Modal	12	0.007	0	0	0	0.999

Fuente: Elaboración Propia

### Diseño de Cargas Verticales

**Tabla 3.94: Diseño de cargas verticales del 1° Piso de muros con ladrillos King Kong de Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial**

Muro	L (m)	t (m)	Pm (Kg)	$\sigma_m$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$0.2f'_m \left[ 1 - \left( \frac{h}{35t} \right)^2 \right]$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Observación
<b>1X</b>	1.6000	0.15	3293.2	1.3722	10.21	Muro Correcto
<b>2X</b>	3.4500	0.15	12488.2	2.4132	10.21	Muro Correcto
<b>3X</b>	3.5000	0.15	12665.6	2.4125	10.21	Muro Correcto

<b>4X</b>	1.2500	0.15	5196.1	2.7713	10.21	Muro Correcto
<b>5X</b>	1.3700	0.15	3603.0	1.7533	10.21	Muro Correcto
<b>6X</b>	2.2000	0.15	5536.2	1.6776	10.21	Muro Correcto
<b>7x</b>	2.2000	0.15	8125.1	2.4622	10.21	Muro Correcto
<b>8x</b>	2.4500	0.15	9268.5	2.5220	10.21	Muro Correcto
<b>9x</b>	2.9400	0.15	14985.5	3.3981	10.21	Muro Correcto
<b>1Y</b>	10.6500	0.15	34166.4	2.1387	10.21	Muro Correcto
<b>2Y</b>	3.2000	0.15	13597.5	2.8328	10.21	Muro Correcto
<b>3Y</b>	6.8800	0.15	21886.4	2.1208	10.21	Muro Correcto
<b>4Y</b>	2.6500	0.15	12259.3	3.0841	10.21	Muro Correcto
<b>5Y</b>	2.5000	0.15	10042.8	2.6781	10.21	Muro Correcto
<b>6Y</b>	2.0000	0.15	11960.7	3.9869	10.21	Muro Correcto
<b>7Y</b>	7.7000	0.15	31925.5	2.7641	10.21	Muro Correcto
<b>8Y</b>	2.2000	0.15	15851.8	4.8036	10.21	Muro Correcto
<b>9Y</b>	8.0000	0.15	19923.8	1.6603	10.21	Muro Correcto
<b>10Y</b>	3.1500	0.15	8449.5	1.7883	10.21	Muro Correcto
$f'm =$	<b>68.13 Kg/cm<sup>2</sup></b>					<i>Resistencia al corte en Dirección X del Edificio, <math>\Sigma V_{mi} =</math></i> 145531.0356 Kg
$0.15f'm =$	10.22 Kg/cm <sup>2</sup>					<i>Resistencia al Corte en Dirección Y del Edificio, <math>\Sigma V_{mi} =</math></i> 344578.211 Kg
$0.05f'm =$	3.41 Kg/cm <sup>2</sup>					<i>Cortante por Sísmo Severo en Dirección X, <math>VEi =</math></i> 106711.9 Kg
$h =$	2.63 m					<i>Cortante por Sísmo Severo en Dirección Y, <math>VEi =</math></i> 104992.9 Kg
$v'm =$	8.38 Kg/cm <sup>2</sup>					$\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$ $V_{mi} X \geq VEi X$ CUMPLE
						$V_{mi} Y \geq VEi Y$ CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3.95: Diseño de cargas verticales del 3° Piso de muros con ladrillo pandereta de Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial**

Muro	L (m)	t (m)	Pm (Kg)	$\sigma_m$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$0.2f'_m \left[ 1 - \left( \frac{h}{35t} \right)^2 \right]$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Observación
<b>1X</b>	1.6000	0.15	1004.8	0.4187	5.77	Muro Correcto
<b>2X</b>	3.4500	0.15	3529.5	0.6820	5.77	Muro Correcto
<b>3X</b>	3.5000	0.15	3580.8	0.6821	5.77	Muro Correcto
<b>4X</b>	1.2500	0.15	0.0	0.0000	5.77	Muro Correcto
<b>5X</b>	1.3700	0.15	883.3	0.4298	5.77	Muro Correcto
<b>6X</b>	2.2000	0.15	1467.1	0.4446	5.77	Muro Correcto
<b>7x</b>	2.2000	0.15	3062.3	0.9280	5.77	Muro Correcto
<b>8x</b>	2.4500	0.15	3189.8	0.8680	5.77	Muro Correcto
<b>9x</b>	2.9400	0.15	5409.0	1.2265	5.77	Muro Correcto
<b>1Y</b>	10.6500	0.15	10339.1	0.6472	5.77	Muro Correcto
<b>2Y</b>	3.2000	0.15	3403.1	0.7090	5.77	Muro Correcto
<b>3Y</b>	6.8800	0.15	6062.2	0.5874	5.77	Muro Correcto
<b>4Y</b>	2.6500	0.15	4976.0	1.2518	5.77	Muro Correcto
<b>5Y</b>	2.5000	0.15	2545.8	0.6789	5.77	Muro Correcto
<b>6Y</b>	2.0000	0.15	3889.8	1.2966	5.77	Muro Correcto
<b>7Y</b>	7.7000	0.15	8887.2	0.7695	5.77	Muro Correcto
<b>8Y</b>	2.2000	0.15	4293.9	1.3012	5.77	Muro Correcto
<b>9Y</b>	8.0000	0.15	5633.4	0.4695	5.77	Muro Correcto

<b>10Y</b>	3.1500	0.15	2447.7	0.5180	5.77	Muro Correcto
$f'm =$	<b>38.51 Kg/cm<sup>2</sup></b>					Resistencia al corte en Dirección X del Edificio, $\Sigma V_{mi} =$ 142484.68 Kg
<b>0.15f'm =</b>	5.78 Kg/cm <sup>2</sup>					Resistencia al Corte en Dirección Y del Edificio, $\Sigma V_{mi} =$ 353274.048 Kg
<b>0.05f'm =</b>	1.93 Kg/cm <sup>2</sup>					Cortante por Sismo Severo en Dirección X, $V_{Ei} =$ 50788.6 Kg
$h =$	2.63 m					Cortante por Sismo Severo en Dirección Y, $V_{Ei} =$ 50534.8 Kg
$v'm =$	9.32 Kg/cm <sup>2</sup>					$\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$ $V_{mi} X \geq V_{Ei} X$ CUMPLE
						$V_{mi} Y \geq V_{Ei} Y$ CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

### Control de Fisuración

**Tabla 3.96: Control de fisuración del 1° piso de muros con ladrillos King Kong de Edificación con Refuerzo de Geomalla**

#### Triaxial

Muro	Pg (Kg)	Ve-X (Kg)	Me-X (Kg-m)	Ve-Y (Kg)	Me-Y (Kg-m)	Ve (Kg)	Me (Kg-m)	$\frac{V_e L}{M_e}$	$\alpha$	Vm (Kg)	$V_e \leq 0.55V_m$
<b>1X</b>	3131.7	5.3713	7.5836	0.008	0.0112	5.3713	7.5836	1.13	1.000	10776.291	No Fisurado
<b>2X</b>	11150	11.0933	17.5717	0.0167	0.0236	11.0933	17.5717	2.18	1.000	24247.75	No Fisurado
<b>3X</b>	11373.9	11.256	18.0157	0.0283	0.0387	11.256	18.0157	2.19	1.000	24613.497	No Fisurado
<b>4X</b>	4643	1.9193	2.9339	0.0037	0.0016	1.9193	2.9339	0.82	0.818	7492.14638	No Fisurado
<b>5X</b>	3218.1	1.8101	2.5578	0.0024	0.0017	1.8101	2.5578	0.97	0.970	9088.16226	No Fisurado
<b>6X</b>	5009.8	2.7999	4.1147	0.0036	0.0022	2.7999	4.1147	1.50	1.000	14979.254	No Fisurado
<b>7x</b>	7083.3	1.7646	3.0624	0.0063	0.0045	1.7646	3.0624	1.27	1.000	15456.159	No Fisurado

<b>8x</b>	8420.7	4.9982	8.4118	0.0076	0.0051	4.9982	8.4118	1.46	1.000	17335.011	No Fisurado
<b>9x</b>	13325.5	7.985	8.7239	0.0307	0.0244	7.985	8.7239	2.69	1.000	21542.765	No Fisurado
<b>1Y</b>	31227.2	0.0926	0.0687	11.9428	37.7264	11.9428	37.7264	3.37	1.000	74117.506	No Fisurado
<b>2Y</b>	11888.3	0.0292	0.0137	2.7834	4.7664	2.7834	4.7664	1.87	1.000	22846.309	No Fisurado
<b>3Y</b>	19874.9	0.0778	0.0662	5.9803	18.739	5.9803	18.739	2.20	1.000	47812.027	No Fisurado
<b>4Y</b>	10754.8	0.0352	0.02	1.9922	3.5434	1.9922	3.5434	1.49	1.000	19128.854	No Fisurado
<b>5Y</b>	8859.6	0.0358	0.026	2.4125	3.7623	2.4125	3.7623	1.60	1.000	17750.208	No Fisurado
<b>6Y</b>	10274.8	0.0113	0.0126	1.8928	2.7311	1.8928	2.7311	1.39	1.000	14933.204	No Fisurado
<b>7Y</b>	28916.9	0.0285	0.0222	6.9858	21.1947	6.9858	21.1947	2.54	1.000	55045.387	No Fisurado
<b>8Y</b>	13438.7	0.0083	0.0026	1.6007	2.564	1.6007	2.564	1.37	1.000	16917.901	No Fisurado
<b>9Y</b>	18039.6	0.0247	0.0106	8.6895	13.6253	8.6895	13.6253	5.10	1.000	54429.108	No Fisurado
<b>10Y</b>	7825.9	0.0464	0.0457	2.3752	4.8194	2.3752	4.8194	1.55	1.000	21597.707	No Fisurado

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3.97: Diseño por Resistencia del 1° piso de muros con ladrillos King Kong de Edificación con Refuerzo de Geomalla**

### Triaxial

Diseño por Resistencia ( sismo raro)				
Muro	$V_{Ei - X}$ (Kg)	$V_{Ei - Y}$ (Kg)	$V_{Ei}$ (Kg)	$V_m \geq V_{Ei}$
<b>1X</b>	10.7419	0.0159	10.74	Resistente
<b>2X</b>	22.1851	0.0333	22.19	Resistente
<b>3X</b>	22.5105	0.0566	22.51	Resistente
<b>4X</b>	3.8383	0.0073	3.84	Resistente

<b>5X</b>	5.5994	0.0073	5.60	Resistente
<b>6X</b>	3.529	0.0127	3.53	Resistente
<b>7x</b>	9.9957	0.0153	10.00	Resistente
<b>8x</b>	15.9689	0.0615	15.97	Resistente
<b>9x</b>	13.7582	0.0248	13.76	Resistente
<b>1Y</b>	0.0584	5.5672	5.57	Resistente
<b>2Y</b>	0.1556	11.9614	11.96	Resistente
<b>3Y</b>	0.0705	3.9846	3.98	Resistente
<b>4Y</b>	0.0716	4.8254	4.83	Resistente
<b>5Y</b>	0.0225	3.7859	3.79	Resistente
<b>6Y</b>	0.0569	13.9725	13.97	Resistente
<b>7Y</b>	0.0167	3.2015	3.20	Resistente
<b>8Y</b>	0.0494	17.3802	17.38	Resistente
<b>9Y</b>	0.0927	4.7507	4.75	Resistente
<b>10Y</b>	0.0008	0.2785	0.28	Resistente

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3.98: Control de fisuración del 3° piso de muros con ladrillos pandereta de Edificación con Refuerzo de Geomalla**

**Triaxial**

Muro	Pg (Kg)	Ve-X (Kg)	Me-X (Kg-m)	Ve-Y (Kg)	Me-Y (Kg-m)	Ve (Kg)	Me (Kg-m)	$\frac{V_e L}{M_e}$	$\alpha$	Vm (Kg)	$V_e \leq 0.55V_m$
<b>1X</b>	977.4	1.3563	1.8097	0.0027	0.0036	1.3563	1.8097	1.20	1.000	11406.985	No Fisurado

<b>2X</b>	3295.3	5.8013	7.5583	0.0076	0.0097	5.8013	7.5583	2.65	1.000	24866.726	No Fisurado
<b>3X</b>	3340.4	5.9911	7.7663	0.0139	0.0177	5.9911	7.7663	2.70	1.000	25226.645	No Fisurado
<b>4X</b>	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.000	0	No Fisurado
<b>5X</b>	827.2	0.35	0.4481	0.0092	0.0117	0.35	0.4481	1.07	1.000	9763.911	No Fisurado
<b>6X</b>	1374.9	0.918	1.1702	0.0141	0.0179	0.918	1.1702	1.73	1.000	15690.846	No Fisurado
<b>7x</b>	2839.4	0.4082	0.4564	0.0102	0.013	0.4082	0.4564	1.97	1.000	16026.6	No Fisurado
<b>8x</b>	2988	2.6982	3.1281	0.015	0.0191	2.6982	3.1281	2.11	1.000	17807.174	No Fisurado
<b>9x</b>	5045.2	4.4107	2.3532	0.026	0.0225	4.4107	2.3532	5.51	1.000	21695.793	No Fisurado
<b>1Y</b>	9856.7	0.1194	0.1531	6.4264	10.7308	6.4264	10.7308	6.38	1.000	76694.349	No Fisurado
<b>2Y</b>	3173.3	0.0921	0.1192	1.4106	1.7615	1.4106	1.7615	2.56	1.000	23088.774	No Fisurado
<b>3Y</b>	5739.1	0.0886	0.1135	2.7177	4.4479	2.7177	4.4479	4.20	1.000	49399.279	No Fisurado
<b>4Y</b>	4647.5	0.7706	0.8484	0.8996	1.4062	0.8996	1.4062	1.70	1.000	19582.075	No Fisurado
<b>5Y</b>	2361.6	0.0483	0.0623	1.2665	1.5783	1.2665	1.5783	2.01	1.000	18012.027	No Fisurado
<b>6Y</b>	3562.5	0.0135	0.0165	0.8553	1.0878	0.8553	1.0878	1.57	1.000	14791.279	No Fisurado
<b>7Y</b>	8376.3	0.0535	0.0623	3.588	5.9396	3.588	5.9396	4.65	1.000	55734.645	No Fisurado
<b>8Y</b>	3950.2	0.0232	0.0329	0.8617	1.0373	0.8617	1.0373	1.83	1.000	16275.667	No Fisurado
<b>9Y</b>	5363.4	0.0553	0.0547	5.2637	5.2198	5.2637	5.2198	8.07	1.000	57141.093	No Fisurado
<b>10Y</b>	2354.8	0.0414	0.0541	0.629	0.8623	0.629	0.8623	2.30	1.000	22554.86	No Fisurado

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3.99: Resistencia por Resistencia del 3° piso de muros con ladrillos pandereta de Edificación con Refuerzo de Geomalla Triaxial**

Diseño por Resistencia ( sismo raro)

Muro	$V_{Ei - X}$ (Kg)	$V_{Ei - Y}$ (Kg)	$V_{Ei}$ (Kg)	$V_m \geq V_{Ei}$
<b>1X</b>	2.7124	0.0055	2.71	Resistente
<b>2X</b>	11.6018	0.0151	11.60	Resistente
<b>3X</b>	11.9813	0.0278	11.98	Resistente
<b>4X</b>	0	0	0.00	Resistente
<b>5X</b>	1.8359	0.0281	1.84	Resistente
<b>6X</b>	0.8164	0.0203	0.82	Resistente
<b>7x</b>	5.396	0.0301	5.40	Resistente
<b>8x</b>	8.8208	0.0521	8.82	Resistente
<b>9x</b>	8.894	0.0312	8.89	Resistente
<b>1Y</b>	0.1843	2.8214	2.82	Resistente
<b>2Y</b>	0.1772	5.4357	5.44	Resistente
<b>3Y</b>	1.5412	1.7993	1.80	Resistente
<b>4Y</b>	0.0966	2.5331	2.53	Resistente
<b>5Y</b>	0.027	1.7107	1.71	Resistente
<b>6Y</b>	0.1071	7.1765	7.18	Resistente
<b>7Y</b>	0.0464	1.7235	1.72	Resistente
<b>8Y</b>	0.1106	10.5281	10.53	Resistente
<b>9Y</b>	0.0828	1.258	1.26	Resistente
<b>10Y</b>	0.0055	0.1304	0.13	Resistente

Fuente: Elaboración Propia

#### **APLICACIÓN 4: Análisis estructural de una vivienda de albañilería mixta con refuerzo de Malla Electrosoldada**

##### **Característica de los materiales con Reforzamiento**

### Albañilería

- Ladrillo King Kong, 24x13x9cm y Ladrillo pandereta, 23x12x10cm
- Mortero: Tipo P2, 1:4 (cemento: arena)
- Geomalla de reforzamiento Electrosoldada

**Tabla 3.100: Resistencia a compresión axial de albañilería reforzada con Malla Electrosoldada:**

#### Ladrillo King Kong Industrial

Espécimen	Dimensiones			Esbeltez (h/t)	P <sub>máx</sub> ton	P <sub>máx</sub> KN	Área m <sup>2</sup>	f <sub>mr</sub> Mpa	Factor de corrección	f <sub>mr</sub> corregido Mpa	f <sub>mr</sub> corregido kg/cm <sup>2</sup>
	L (mm)	t (mm)	H (mm)								
PKRE-1	242.4	170.1	614.8	3.61	32.57	319.40	0.0412	7.746	0.934	7.235	73.78
PKRE-2	241.3	172.3	615.3	3.57	34.15	334.90	0.0416	8.055	0.93	7.491	76.39
PKRE-3	242.3	171.6	615.7	3.59	33.69	330.39	0.0416	7.946	0.932	7.406	75.52
									f <sub>mr</sub> s	7.377 0.21	75.229 2.141
									f' <sub>mr</sub>	7.167	73.087
									C.V.	2.85	2.85

Fuente: Elaboración Propia

#### Ladrillo Pandereta

Espécimen	Dimensiones			Esbeltez (h/t)	P <sub>máx</sub> ton	P <sub>máx</sub> KN	Área m <sup>2</sup>	f <sub>mr</sub> Mpa	Factor de corrección	f <sub>mr</sub> corregido Mpa	f <sub>mr</sub> corregido kg/cm <sup>2</sup>
	L (mm)	t (mm)	H (mm)								

<b>PPRE-1</b>	228.3	164.2	675.3	4.11	20.1	197.11	0.0375	5.258	0.925	4.864	49.60
<b>PPRE-2</b>	230.1	162.7	675.5	4.15	19.7	193.19	0.0374	5.160	0.922	4.758	48.52
<b>PPRE-3</b>	229.7	163.3	674.8	4.13	19.5	191.23	0.0375	5.098	0.919	4.685	47.78
									<b>f<sub>mr</sub></b>	4.769	48.630
									<b>s</b>	0.73	7.444
									<b>f'<sub>mr</sub></b>	4.039	41.186
									<b>C.V.</b>	15.31	15.31

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3.101: Resumen de resultados de módulo de elasticidad y módulo de corte de Edificación con Refuerzo de Malla**

**Electrosoldada:**

**Ladrillo Pandereta**

<b>f'<sub>mr</sub></b> =	<b>41.19 kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>Em (MPa)</b>	<b>Em</b>
<b>( 500*f'<sub>mr</sub>)</b>	<b>(Kg-f/cm<sup>2</sup>)</b>
2019.67 MPa	20595.00 kgf/cm <sup>2</sup>
<b>Gm (MPa)</b>	<b>Gm</b>
<b>(Em*0.4)</b>	<b>(kg-f/cm<sup>2</sup>)</b>

807.87 MPa      8238.00 kgf/cm<sup>2</sup>

---

*Fuente:* Elaboración Propia

**Ladrillo King Kong Industrial**

---

**$f'_{mr} = 73.09 \text{ kg/cm}^2$**

---

**Em (MPa)**

**Em**

**( 500\* $f'_{mr}$ )**

**(Kg-f/cm<sup>2</sup>)**

3583.83 MPa

36545.00 kgf/cm<sup>2</sup>

---

**Gm (MPa)**

**Gm**

**(Em\*0.4)**

**(kg-f/cm<sup>2</sup>)**

1433.53 MPa

14618.00 kgf/cm<sup>2</sup>

---

*Fuente:* Elaboración Propia

**IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURAS**

**Irregularidad Extrema de Rigidez**

**Tabla 3.102: Irregularidad de Rigidez – Piso Blando de Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada (X – X)**

---

**ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN X- X**

---

PISO	RIGIDEZ (Ton/cm)	Ki/Ki+1>70% Rigidez	Regular / Irregularidad	>80% Rigideces Superiores	Regular / Irregularidad
3	52490.47491				
2	85831.62831	163.518483	REGULAR	163.518483	REGULAR
1	140297.6033	61.17825701	REGULAR	61.17825701	REGULAR

Nota: Iax= 1

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3.103: Irregularidad de Rigidez – Piso Blando de Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada (Y – Y)**

ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN Y - Y					
PISO	RIGIDEZ (Ton/cm)	Ki/Ki+1>70% Rigidez	Regular / Irregularidad	>80% Rigideces Superiores	Regular / Irregularidad
3	97520.17318				
2	235913.9267	241.9129489	REGULAR	241.9129489	REGULAR
1	390924.2279	60.34773745	REGULAR	60.34773745	REGULAR

Nota: Iay= 1

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3.104: Irregularidad Extrema de Rigidez de Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada (X - X)**

<b>ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN X- X</b>					
<b>PISO</b>	<b>RIGIDEZ (Ton/cm)</b>	<b>Ki/Ki+1&gt;60% Rigidez</b>	<b>Regular / Irregularidad</b>	<b>&gt;70% Rigideces Superiores</b>	<b>Regular / Irregularidad</b>
3	52490.47491				
2	85831.62831	163.518483	REGULAR	163.518483	REGULAR
1	140297.6033	61.17825701	REGULAR	61.17825701	REGULAR

*Nota:* Iax= 1

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 3.105: Irregularidad Extrema de Rigidez de Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada (Y - Y)**

<b>ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN Y - Y</b>					
<b>PISO</b>	<b>RIGIDEZ (Ton/cm)</b>	<b>Ki/Ki+1&gt;60% Rigidez</b>	<b>Regular / Irregularidad</b>	<b>&gt;70% Rigideces Superiores</b>	<b>Regular / Irregularidad</b>
3	97520.17318				
2	235913.9267	241.9129489	REGULAR	241.9129489	REGULAR
1	390924.2279	60.34773745	REGULAR	60.34773745	REGULAR

*Nota:* Iay= 1

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 3.106: Irregularidad de Masa de Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada**

<b>PESO POR PISO TON</b>	<b>PESO TOTAL</b>	<b>IRREGULARIDAD DE MASA</b>
------------------------------	-------------------	----------------------------------

128.6585		0.986542804	
130.4135		1.0136	no existe
131.1646	390.2366	1.0058	no existe

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.107: Irregularidad de Masa o Piso de Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada**

**IRREGULARIDAD DE MASA O PISO**

**ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN X - X ; Y - Y**

PISO	PESO	Pi/Pi+1 <1.5	REGULAR / IRREGULAR	Pi/Pi-1 <1.5	REGULAR / IRREGULAR
3	128.6585			0.986542804	REGULAR
2	130.4135	1.013640762	REGULAR	0.994273607	REGULAR
1	131.1646	1.005759373	REGULAR		

**IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA**

**Centro de masa de Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada**

**Tabla 3.108: Centro de Masa de Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada**

Story	XCM (m)	YCM (m)
PISO 1	4.1622	11.3404

---

PISO 2 4.1574 11.7173

PISO 3 4.0628 11.3414

---

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 3.109: Centro de Rigidez de Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada**

Story	XCR	YCR
	(m)	(m)
PISO 1	3.2995	9.2764
PISO 2	3.2393	10.1649
PISO 3	3.112	9.6832

*Fuente:* Elaboración propia

**Fuerzas cortantes y momentos en alturas de Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada**

**Tabla 3.110: Momentos y cortantes en cada nivel de Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada**

V=	76.828	(Cortante Basal) $V=(ZUCS*Pg)/R$	<b>Fuerzas cortantes y momentos en alturas</b>
Tx=	0.15		
K=	1		

Story	ALTURA	PESO	$PI^*(h_i)^k$	<b>a</b>	Fi	Vi	Mi
	m	Tn			(Ton)	(Ton)	(Ton-m)
PISO 3	7.7	128.6585	990.670	0.499	38.368	38.3684	295.4368
PISO 2	5.1	130.4135	665.109	0.335	25.759	64.1279	327.0523
PISO 1	2.5	131.1646	327.912	0.165	12.700	76.8278	192.0696
			<b>1983.691</b>	1.00	76.828		

Fuente: Elaboración propia

### Irregularidades Torsional

**Tabla 3.111: Irregularidad en planta X – X en Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada**

Irregularidad en Planta X - X							
Nivel	Carga	Dirección	DESP. Centro de masa	DESP. Max en extremo	DESP. MAX/DESP. C	< 1.2	< 1.5
PISO 3	SISMO X - X	X - X	0.003853	0.002483	1.552	Falla	Falla
PISO 2	SISMO X - X	X - X	0.003509	0.00261	1.344	Falla	Ok
PISO 1	SISMO X - X	X - X	0.003024	0.001936	1.562	Falla	Falla

Nota:  $I_{px} = 0.6$

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3.112: Irregularidad en planta Y – Y en Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada**

Irregularidad en Planta Y - Y							
-------------------------------	--	--	--	--	--	--	--

Nivel	Carga	Dirección	DESP. Centro de masa	DESP. Max en extremo	DESP. MAX/DESP. C	< 1.2	< 1.5
PISO 3	SISMO Y - Y	Y - Y	0.000949	0.0009	1.054	Ok	Ok
PISO 2	SISMO Y - Y	Y - Y	0.001028	0.000926	1.11	Ok	Ok
PISO 1	SISMO Y - Y	Y - Y	0.000736	0.000681	1.081	Ok	Ok

Nota: Ipy= 1

Fuente: Elaboración Propia

### Cortante Estático y Dinámico

**Tabla 3.113: Cortante Estático de Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada**

CORTANTE ESTATICO								
Story	Load Case/Combo	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m
PISO 3	SEX	Bottom	0	-56.7796	0	703.8598	-12.0701	-120.901
PISO 3	SEY	Bottom	0	0	-56.7796	-252.9696	127.9787	8.472
PISO 2	SEX	Bottom	0	-91.1192	0	1132.9047	-12.0701	-356.7255
PISO 2	SEY	Bottom	0	0	-91.1192	-406.2313	363.8032	8.472
PISO 1	SEX	Bottom	0	-91.1192	0	1132.9047	-30.2171	-542.7419
PISO 1	SEY	Bottom	0	0	-91.1192	-406.2313	561.7774	20.7129

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3.114: Cortante Dinámico de Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada**

<b>CORTANTE DINÁMICA</b>								
<b>Story</b>	<b>Load Case/Combo</b>	<b>Location</b>	<b>P tonf</b>	<b>VX tonf</b>	<b>VY tonf</b>	<b>T tonf-m</b>	<b>MX tonf-m</b>	<b>MY tonf-m</b>
PISO 3	SDX Max	Bottom	0.00E+00	51.1052	8.6531	692.9396	25.4249	112.5987
PISO 3	SDY Max	Bottom	0.00E+00	8.7758	50.636	160.7792	112.9543	9.616
PISO 2	SDX Max	Bottom	0.00E+00	87.8564	13.7926	1188.6701	58.1321	336.4503
PISO 2	SDY Max	Bottom	0.00E+00	14.6277	85.6604	268.9837	331.0392	44.8754
PISO 1	SDX Max	Bottom	0.00E+00	106.5046	17.2515	1451.2213	103.1369	558.6443
PISO 1	SDY Max	Bottom	0.00E+00	17.2515	104.3958	334.5052	551.344	58.7865

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3.115: Resumen de Cortante en X – X en Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada**

<b>Resumen de cortantes X - X</b>	
Vx est.	91.1192
Vx dinam.	106.5046
Vx dinam / Vx est.	1.17
Configuración	Irregular
Cociente minimo	0.9
Factor (fx)=	0.77
Si $fx > 1$ es escalar	no Escalar

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3.116: Resumen de Cortante en Y – Y en Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada**

<b>Resumen de cortantes Y - Y</b>	
Vy est.	91.1192
Vy dinam.	104.3958
Vy dinam / Vy est.	1.15
Configuración	Irregular
Cociente minimo	0.9
Factor (fx)=	0.79
Si $fx > 1$ es escalar	no Escalar

Fuente: Elaboración Propia

### Análisis Sísmico Estático vs Análisis Sísmico Dinámico

**Tabla 3.117: Análisis sísmico estático vs dinámico de Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada**

Z=	0.45	ZONA 4-LIMA				
U=	1	VIVIENDA				
S=	1.05	S2 EMS				
TP=	0.6					
TL=	2					
CX=	2.5	TX=	0.15			
CY=	2.5	TY=	0.087			
Rx=	1.8					
Ry=	3					
R0 =	3					
Iax =	1	Iay =	1			
Ipx =	0.6	Iby =	1			
	COEF.	PESO	CORTANTE	CORTANTE	FACTOR	FACTOR
	SISMICO	EDIFICA	ESTATICA	DINÁMICA	SISMICO	USAR
<b>VX=ZUCxS/Rx</b>	0.6563	390.2366	91.119	106.5046	0.7700	1.0000
<b>VY=ZUCyS/Ry</b>	0.39375	390.2366	91.119	104.3958	0.7855	1.0000
<b>Cx/Rx&gt;0.11</b>	1.3889	Cumple				

Cy/Ry>0.11      0.8333      Cumple

Fuente: Elaboración Propia

### Resumen de modos de vibración en la estructura

**Tabla 3.118: Resumen modos de vibración Edificación con Refuerzo de Malla Electrosoldada**

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	RZ
Modal	1	0.15	0.883	0.003	0	0.114
Modal	2	0.112	0.11	0.148	0	0.742
Modal	3	0.09	0.008	0.848	0	0.144
Modal	4	0.054	0.799	0.009	0	0.191
Modal	5	0.04	0.181	0.156	0	0.663
Modal	6	0.032	0.845	0.017	0	0.138
Modal	7	0.032	0.01	0.808	0	0.182
Modal	8	0.026	0.14	0.07	0	0.79
Modal	9	0.02	0.002	0.84	0	0.158
Modal	10	0.014	0.004	0.012	0	0.985
Modal	11	0.01	0	0.016	0	0.984
Modal	12	0.007	0	0	0	0.999

Fuente: Elaboración Propia

### Diseño de Cargas Verticales

**Tabla 3.119: Diseño de cargas verticales del 1° Piso de muros con ladrillos King Kong de Edificación con Refuerzo de**

#### Malla Electrosoldada

Muro	L (m)	t (m)	Pm (Kg)	$\sigma_m$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$0.2f'_m \left[ 1 - \left( \frac{h}{35t} \right)^2 \right]$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Observación
<b>1X</b>	1.6000	0.15	3362.7	1.4011	10.95	Muro Correcto
<b>2X</b>	3.4500	0.15	12745.3	2.4629	10.95	Muro Correcto
<b>3X</b>	3.5000	0.15	12917.2	2.4604	10.95	Muro Correcto
<b>4X</b>	1.2500	0.15	5334.5	2.8451	10.95	Muro Correcto
<b>5X</b>	1.3700	0.15	3762.9	1.8311	10.95	Muro Correcto
<b>6X</b>	2.2000	0.15	5734.0	1.7376	10.95	Muro Correcto
<b>7x</b>	2.2000	0.15	8346.9	2.5294	10.95	Muro Correcto
<b>8x</b>	2.4500	0.15	9431.7	2.5664	10.95	Muro Correcto
<b>9x</b>	2.9400	0.15	15289.5	3.4670	10.95	Muro Correcto
<b>1Y</b>	10.6500	0.15	34838.2	2.1808	10.95	Muro Correcto
<b>2Y</b>	3.2000	0.15	14037.0	2.9244	10.95	Muro Correcto
<b>3Y</b>	6.8800	0.15	22402.5	2.1708	10.95	Muro Correcto
<b>4Y</b>	2.6500	0.15	12530.0	3.1522	10.95	Muro Correcto
<b>5Y</b>	2.5000	0.15	10330.1	2.7547	10.95	Muro Correcto
<b>6Y</b>	2.0000	0.15	12334.4	4.1115	10.95	Muro Correcto
<b>7Y</b>	7.7000	0.15	32606.5	2.8231	10.95	Muro Correcto
<b>8Y</b>	2.2000	0.15	16315.8	4.9442	10.95	Muro Correcto

<b>9Y</b>	8.0000	0.15	20410.7	1.7009	10.95	Muro Correcto
<b>10Y</b>	3.1500	0.15	8668.6	1.8346	10.95	Muro Correcto
$f'm =$	<b>73.09 Kg/cm<sup>2</sup></b>		<i>Resistencia al corte en Dirección X del Edificio, <math>\Sigma V_{mi} =</math></i>			150145.1043 Kg
$0.15f'm =$	10.96 Kg/cm <sup>2</sup>		<i>Resistencia al Corte en Dirección Y del Edificio, <math>\Sigma V_{mi} =</math></i>			355748.832 Kg
$0.05f'm =$	3.65 Kg/cm <sup>2</sup>		<i>Cortante por Sísmo Severo en Dirección X, <math>VE_i =</math></i>			106504.6 Kg
$h =$	2.63 m		<i>Cortante por Sísmo Severo en Dirección Y, <math>VE_i =</math></i>			104395.8 Kg
$v'm =$	8.66 Kg/cm <sup>2</sup>		$\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$	$V_{mi} X \geq V_{Ei} X$		CUMPLE
				$V_{mi} Y \geq V_{Ei} Y$		CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3.120: Diseño de cargas verticales del 3° Piso de muros con ladrillo pandereta de Edificación con Refuerzo de Malla**

### Electrosoldada

Muro	L (m)	t (m)	Pm (Kg)	$\sigma_m$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$0.2f'_m \left[ 1 - \left( \frac{h}{35t} \right)^2 \right]$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Observación
<b>1X</b>	1.6000	0.15	1002.5	0.4177	6.17	Muro Correcto
<b>2X</b>	3.4500	0.15	3538.5	0.6838	6.17	Muro Correcto
<b>3X</b>	3.5000	0.15	3584.7	0.6828	6.17	Muro Correcto
<b>4X</b>	1.2500	0.15	0.0	0.0000	6.17	Muro Correcto
<b>5X</b>	1.3700	0.15	880.0	0.4282	6.17	Muro Correcto
<b>6X</b>	2.2000	0.15	1458.0	0.4418	6.17	Muro Correcto
<b>7x</b>	2.2000	0.15	3089.2	0.9361	6.17	Muro Correcto
<b>8x</b>	2.4500	0.15	3211.5	0.8739	6.17	Muro Correcto

<b>9x</b>	2.9400	0.15	5473.6	1.2412	6.17	Muro Correcto
<b>1Y</b>	10.6500	0.15	10368.9	0.6491	6.17	Muro Correcto
<b>2Y</b>	3.2000	0.15	3409.5	0.7103	6.17	Muro Correcto
<b>3Y</b>	6.8800	0.15	6062.1	0.5874	6.17	Muro Correcto
<b>4Y</b>	2.6500	0.15	5027.6	1.2648	6.17	Muro Correcto
<b>5Y</b>	2.5000	0.15	2546.1	0.6790	6.17	Muro Correcto
<b>6Y</b>	2.0000	0.15	3916.0	1.3053	6.17	Muro Correcto
<b>7Y</b>	7.7000	0.15	8909.7	0.7714	6.17	Muro Correcto
<b>8Y</b>	2.2000	0.15	4336.5	1.3141	6.17	Muro Correcto
<b>9Y</b>	8.0000	0.15	5628.2	0.4690	6.17	Muro Correcto
<b>10Y</b>	3.1500	0.15	2445.7	0.5176	6.17	Muro Correcto
$f'm =$	<b>41.19 Kg/cm<sup>2</sup></b>		<i>Resistencia al corte en Dirección X del Edificio, <math>\Sigma V_{mi} =</math></i>			144771.791 Kg
$0.15f'm =$	6.18 Kg/cm <sup>2</sup>		<i>Resistencia al Corte en Dirección Y del Edificio, <math>\Sigma V_{mi} =</math></i>			358917.616 Kg
$0.05f'm =$	2.06 Kg/cm <sup>2</sup>		<i>Cortante por Sísmo Severo en Dirección X, <math>VEi =</math></i>			51105.2 Kg
$h =$	2.63 m		<i>Cortante por Sísmo Severo en Dirección Y, <math>VEi =</math></i>			50636 Kg
$v'm =$	9.47 Kg/cm <sup>2</sup>		$\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$	$V_{mi} X \geq V_{Ei} X$		CUMPLE
				$V_{mi} Y \geq V_{Ei} Y$		CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

### Control de Fisuración

**Tabla 3.121: Control de fisuración del 1° piso de muros con ladrillos King Kong de Edificación con Refuerzo de Malla**

### Electrosoldada

Muro	Pg (Kg)	Ve-X (Kg)	Me-X (Kg-m)	Ve-Y (Kg)	Me-Y (Kg-m)	Ve (Kg)	Me (Kg-m)	$\frac{V_e L}{M_e}$	$\alpha$	Vm (Kg)	$V_e \leq 0.55V_m$
1X	3198	5.337	7.5631	0.008	0.0114	5.337	7.5631	1.13	1.000	11127.540	No Fisurado
2X	11377.1	11.1071	17.7328	0.0167	0.0237	11.1071	17.7328	2.16	1.000	25024.483	No Fisurado
3X	11597.1	11.2813	18.2048	0.0285	0.0391	11.2813	18.2048	2.17	1.000	25399.833	No Fisurado
4X	4767.1	1.902	2.9267	0.0037	0.0016	1.902	2.9267	0.81	0.812	7691.686	No Fisurado
5X	3358.9	1.7876	2.5403	0.0025	0.0017	1.7876	2.5403	0.96	0.964	9350.934	No Fisurado
6X	5187.7	2.7831	4.1235	0.0037	0.0022	2.7831	4.1235	1.48	1.000	15482.171	No Fisurado
7x	7274.1	1.7595	3.0805	0.0064	0.0045	1.7595	3.0805	1.26	1.000	15962.043	No Fisurado
8x	8569.9	4.9909	8.5101	0.0077	0.0051	4.9909	8.5101	1.44	1.000	17883.827	No Fisurado
9x	13596.9	8.1144	8.9257	0.0313	0.0248	8.1144	8.9257	2.67	1.000	22222.587	No Fisurado
1Y	31835.3	0.0913	0.0685	12.0625	38.769	12.0625	38.769	3.31	1.000	76493.869	No Fisurado
2Y	12266.4	0.0298	0.0134	2.7802	4.8311	2.7802	4.8311	1.84	1.000	23605.272	No Fisurado
3Y	20338.5	0.0774	0.066	5.9969	19.2493	5.9969	19.2493	2.14	1.000	49363.455	No Fisurado
4Y	10989.9	0.0357	0.0201	1.991	3.5776	1.991	3.5776	1.47	1.000	19739.427	No Fisurado
5Y	9109.3	0.0360	0.026	2.4118	3.797	2.4118	3.797	1.59	1.000	18332.639	No Fisurado
6Y	10593.2	0.0113	0.0127	1.8898	2.7474	1.8898	2.7474	1.38	1.000	15426.436	No Fisurado
7Y	29527.6	0.0281	0.0222	7.0191	21.7442	7.0191	21.7442	2.49	1.000	56802.848	No Fisurado
8Y	13828.1	0.0086	0.0027	1.5931	2.5783	1.5931	2.5783	1.36	1.000	17469.463	No Fisurado
9Y	18477.9	0.0249	0.0106	8.7515	13.9008	8.7515	13.9008	5.04	1.000	56209.917	No Fisurado
10Y	8027.2	0.0460	0.0454	2.3707	4.8863	2.3707	4.8863	1.53	1.000	22305.506	No Fisurado

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3.122: Diseño por Resistencia del 1° piso de muros con ladrillos King Kong de Edificación con Refuerzo de Malla**

**Electrosoldada**

Diseño por Resistencia ( sismo raro)			
$V_{Ei} - X$ (Kg)	$V_{Ei} - Y$ (Kg)	$V_{Ei}$ (Kg)	$V_m \geq V_{Ei}$
10.6732	0.016	10.67	Resistente
22.2128	0.0334	22.21	Resistente
22.5612	0.057	22.56	Resistente
3.8037	0.0074	3.80	Resistente
5.5659	0.0074	5.57	Resistente
3.5188	0.0127	3.52	Resistente
9.9811	0.0153	9.98	Resistente
16.2278	0.0627	16.23	Resistente
13.8253	0.025	13.83	Resistente
0.0596	5.5607	5.56	Resistente
0.1547	11.9945	11.99	Resistente
0.0713	3.9823	3.98	Resistente
0.0721	4.8238	4.82	Resistente
0.0225	3.7799	3.78	Resistente
0.0561	14.039	14.04	Resistente
0.0172	3.1865	3.19	Resistente
0.0499	17.5042	17.50	Resistente
0.0919	4.7418	4.74	Resistente

0.0008	0.2715	0.27	Resistente
--------	--------	------	------------

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3.123: Control de fisuración del 3° piso de muros con ladrillos pandereta de Edificación con Refuerzo de Malla**

**Electrosoldada**

Muro	Pg (Kg)	Ve-X (Kg)	Me-X (Kg-m)	Ve-Y (Kg)	Me-Y (Kg-m)	Ve (Kg)	Me (Kg-m)	$\frac{V_e L}{M_e}$	$\alpha$	Vm (Kg)	$V_e \leq 0.55V_m$
<b>1X</b>	975.6	1.41	1.8852	0.0028	0.0036	1.41	1.8852	1.20	1.000	11588.388	No Fisurado
<b>2X</b>	3303.3	5.7861	7.5557	0.0076	0.0098	5.7861	7.5557	2.64	1.000	25263.384	No Fisurado
<b>3X</b>	3344.3	5.9772	7.7637	0.0138	0.0176	5.9772	7.7637	2.69	1.000	25627.939	No Fisurado
<b>4X</b>	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.000	0	No Fisurado
<b>5X</b>	824.4	0.3676	0.4723	0.009	0.0115	0.3676	0.4723	1.07	1.000	9920.037	No Fisurado
<b>6X</b>	1367.2	0.9294	1.1874	0.0138	0.0175	0.9294	1.1874	1.72	1.000	15939.956	No Fisurado
<b>7x</b>	2863.5	0.4243	0.482	0.01	0.0127	0.4243	0.482	1.94	1.000	16284.105	No Fisurado
<b>8x</b>	3007.6	2.6851	3.1183	0.0148	0.0188	2.6851	3.1183	2.11	1.000	18092.873	No Fisurado
<b>9x</b>	5103.3	4.4719	2.425	0.0261	0.0227	4.4719	2.425	5.42	1.000	22055.109	No Fisurado
<b>1Y</b>	9883	0.1200	0.1541	6.3682	10.6226	6.3682	10.6226	6.38	1.000	77914.715	No Fisurado
<b>2Y</b>	3178.3	0.0911	0.1177	1.3971	1.7467	1.3971	1.7467	2.56	1.000	23459.009	No Fisurado
<b>3Y</b>	5739.9	0.0883	0.1133	2.7279	4.4765	2.7279	4.4765	4.19	1.000	50185.377	No Fisurado
<b>4Y</b>	4691.5	0.7872	0.8862	0.9033	1.4131	0.9033	1.4131	1.69	1.000	19900.67	No Fisurado
<b>5Y</b>	2361.7	0.0482	0.0622	1.2549	1.5647	1.2549	1.5647	2.01	1.000	18299.441	No Fisurado
<b>6Y</b>	3584.4	0.0135	0.0166	0.8535	1.0882	0.8535	1.0882	1.57	1.000	15029.412	No Fisurado

<b>7Y</b>	8396.1	0.0532	0.0621	3.5961	5.9539	3.5961	5.9539	4.65	1.000	56620.353	No Fisurado
<b>8Y</b>	3984.8	0.0230	0.0326	0.8606	1.0372	0.8606	1.0372	1.83	1.000	16542.004	No Fisurado
<b>9Y</b>	5359	0.0554	0.0549	5.2662	5.216	5.2662	5.216	8.08	1.000	58052.57	No Fisurado
<b>10Y</b>	2353	0.0417	0.0546	0.6412	0.8814	0.6412	0.8814	2.29	1.000	22914.065	No Fisurado

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3.124: Resistencia por Resistencia del 3° piso de muros con ladrillos pandereta de Edificación con Refuerzo de Malla**

**Electrosoldada**

Diseño por Resistencia ( sismo raro)			
$V_{Ei - X}$ (Kg)	$V_{Ei - Y}$ (Kg)	$V_{Ei}$ (Kg)	$V_m \geq V_{Ei}$
2.8199	0.0056	2.82	Resistente
11.5715	0.0153	11.57	Resistente
11.9537	0.0276	11.95	Resistente
0	0	0.00	Resistente
1.8586	0.0275	1.86	Resistente
0.8485	0.0199	0.85	Resistente
5.3698	0.0295	5.37	Resistente
8.9432	0.0521	8.94	Resistente
8.8093	0.0309	8.81	Resistente
0.1821	2.7944	2.79	Resistente
0.1766	5.4561	5.46	Resistente
1.5744	1.8067	1.81	Resistente

---

0.0964	2.5099	2.51	Resistente
0.027	1.7072	1.71	Resistente
0.1065	7.1927	7.19	Resistente
0.0461	1.7213	1.72	Resistente
0.1108	10.5331	10.53	Resistente
0.0834	1.2825	1.28	Resistente
0.0053	0.1279	0.13	Resistente

---

Fuente: Elaboración Propia

## COMPARACIÓN DE RESULTADOS

### Resumen de Resistencia a Compresión Axial ( $f'_m$ )

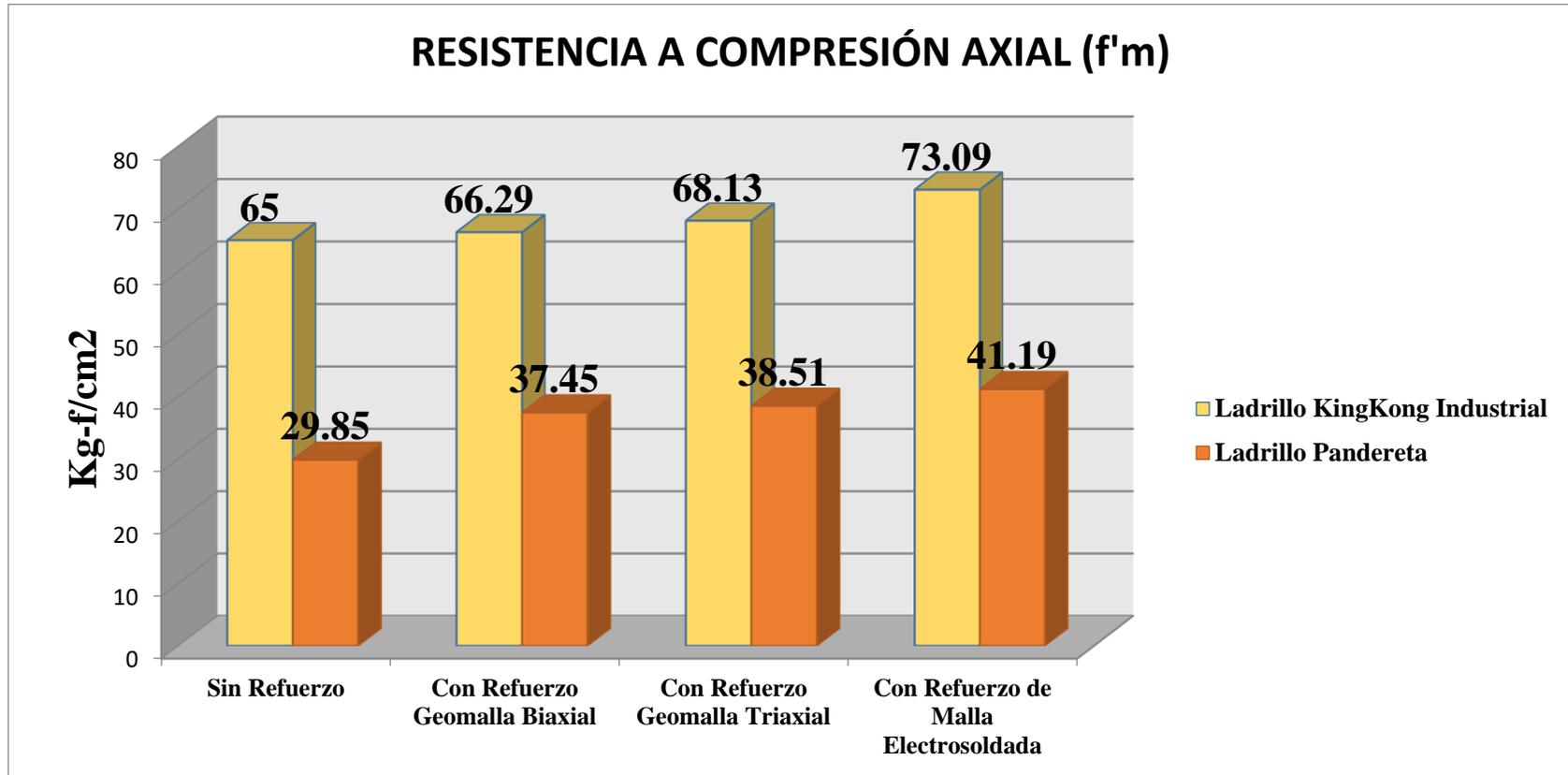
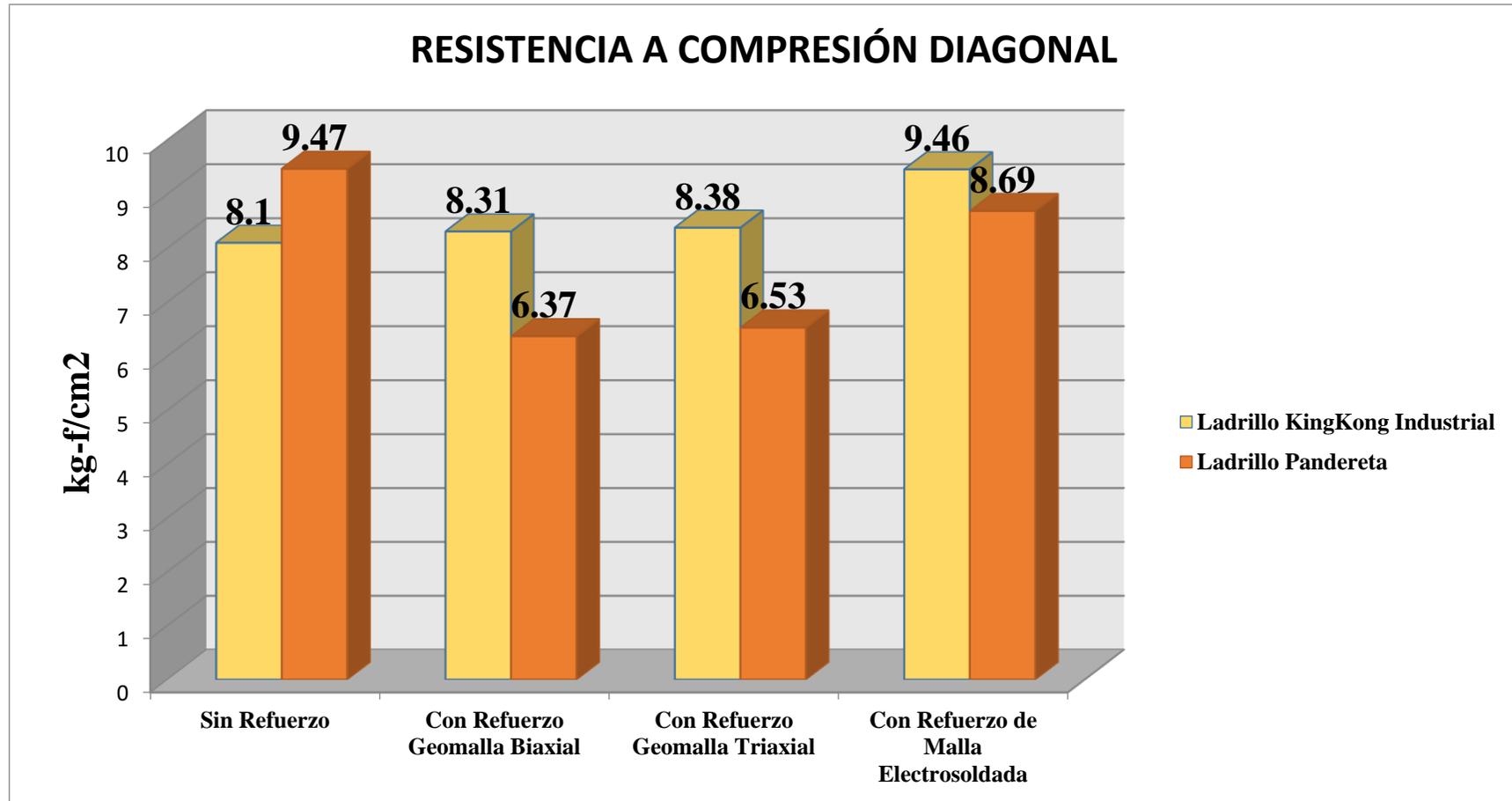


Figura 3.36: Resistencia a Compresión Axial

Fuente: Elaboración propia

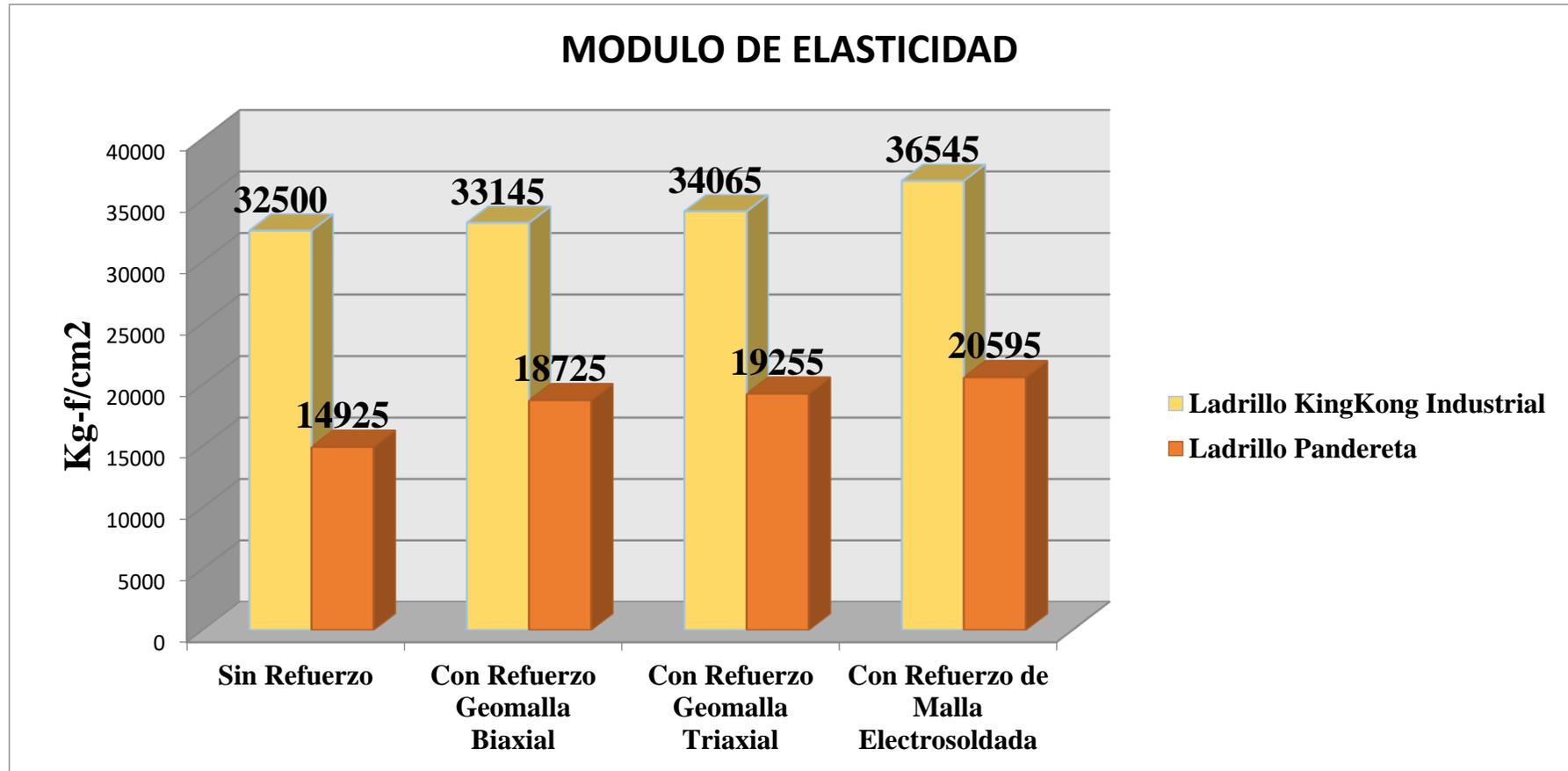
**Resumen de Resistencia a Compresión Diagonal (V'm)**



**Figura 3.37: Resistencia a Compresión Diagonal**

Fuente: Elaboración propia

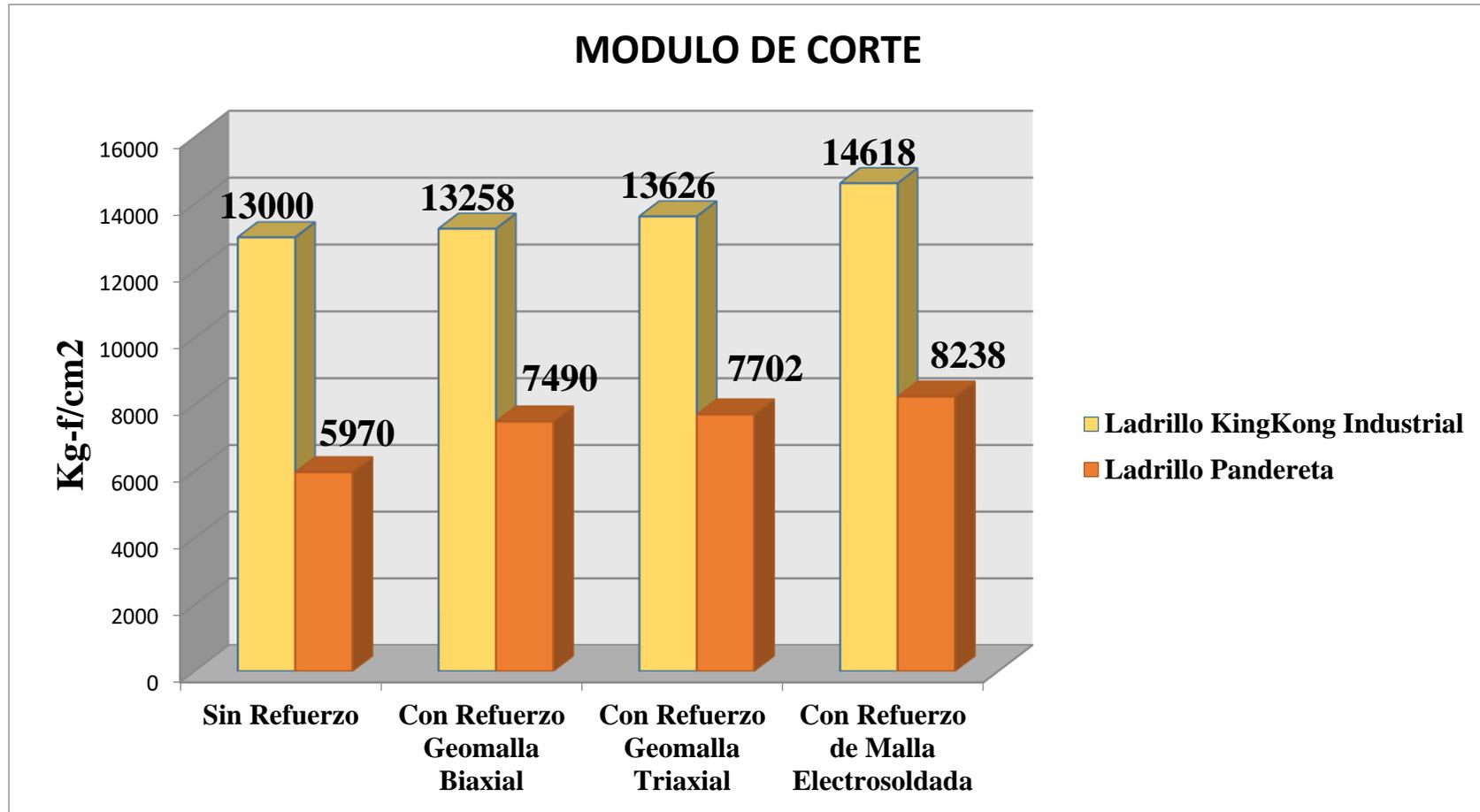
**Resumen de Módulo de Elasticidad (Em)**



**Figura 3.38: Modulo de Elasticidad**

Fuente: Elaboración propia

**Resumen de Módulo de Corte (Gm)**



**Figura 3.39: Modulo de Corte**

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.125: Mejoramiento que se dan en los Ensayos obtenidos con los refuerzos**

		<i>Con Refuerzo de Geomalla Biaxial</i>	<i>Con Refuerzo de Geomalla Triaxial</i>	<i>Con Refuerzo de Malla Electrosoldada</i>
<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL</b>	<i>KK</i>	<b>1.98 %</b>	<b>4.82 %</b>	<b>12.45 %</b>
	<i>PAN</i>	<b>25.46 %</b>	<b>29.01 %</b>	<b>37.99 %</b>
<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL</b>	<i>KK</i>	<b>2.59 %</b>	<b>3.46 %</b>	<b>16.79 %</b>
	<i>PAN</i>	<b>-32.73 %</b>	<b>-31.05 %</b>	<b>-8.24 %</b>
<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>	<i>KK</i>	<b>1.98 %</b>	<b>4.82 %</b>	<b>12.45 %</b>
	<i>PAN</i>	<b>25.46 %</b>	<b>29.01 %</b>	<b>37.99 %</b>
<b>MODULO DE CORTE</b>	<i>KK</i>	<b>1.98 %</b>	<b>4.82 %</b>	<b>12.45 %</b>
	<i>PAN</i>	<b>25.46 %</b>	<b>29.01 %</b>	<b>37.99 %</b>

Fuente: Elaboración propia

**Resumen en Esfuerzo Máximo Axial en muros ( $\sigma_m$ )**

**Tabla 3.126: Resumen de Esfuerzo Máximo Axial en muros del 1° Piso**

**LADRILLO KING KONG INDUSTRIAL**

<i>Sin Reforzamiento</i>	<i>Con Refuerzo de Geomalla Biaxial</i>
--------------------------	---

<i>MURO</i>	$\sigma_m$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$0.2f'_m \left[ 1 - \left( \frac{h}{35t} \right)^2 \right]$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.15f'm (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_m$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$0.2f'_m \left[ 1 - \left( \frac{h}{35t} \right)^2 \right]$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.15f'm (Kg/cm <sup>2</sup> )
<b>1X</b>	1.3469	9.74	9.75	1.3601	9.93	9.94
<b>2X</b>	2.3809	9.74	9.75	2.3937	9.93	9.94
<b>3X</b>	2.3806	9.74	9.75	2.3936	9.93	9.94
<b>4X</b>	2.7292	9.74	9.75	2.7433	9.93	9.94
<b>5X</b>	1.7006	9.74	9.75	1.7235	9.93	9.94
<b>6X</b>	1.6444	9.74	9.75	1.6552	9.93	9.94
<b>7x</b>	2.4103	9.74	9.75	2.4351	9.93	9.94
<b>8x</b>	2.4743	9.74	9.75	2.5024	9.93	9.94
<b>9x</b>	3.3387	9.74	9.75	3.3694	9.93	9.94
<b>1Y</b>	2.1075	9.74	9.75	2.1218	9.93	9.94
<b>2Y</b>	2.777	9.74	9.75	2.7979	9.93	9.94
<b>3Y</b>	2.0825	9.74	9.75	2.1006	9.93	9.94
<b>4Y</b>	3.0462	9.74	9.75	3.0582	9.93	9.94
<b>5Y</b>	2.6301	9.74	9.75	2.6485	9.93	9.94
<b>6Y</b>	3.9195	9.74	9.75	3.9401	9.93	9.94
<b>7Y</b>	2.7197	9.74	9.75	2.7404	9.93	9.94
<b>8Y</b>	4.7203	9.74	9.75	4.7502	9.93	9.94
<b>9Y</b>	1.6296	9.74	9.75	1.644	9.93	9.94
<b>10Y</b>	1.7613	9.74	9.75	1.7706	9.93	9.94
<i>Con Refuerzo de Geomalla Triaxial</i>			<i>Con Refuerzo de Malla Electrosoldada</i>			

<i>MURO</i>	$\sigma_m$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$0.2f'_m \left[ 1 - \left( \frac{h}{35t} \right)^2 \right]$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.15f'm (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_m$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$0.2f'_m \left[ 1 - \left( \frac{h}{35t} \right)^2 \right]$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.15f'm (Kg/cm <sup>2</sup> )
<b>1X</b>	1.3722	10.21	10.22	1.4011	10.95	10.96
<b>2X</b>	2.4132	10.21	10.22	2.4629	10.95	10.96
<b>3X</b>	2.4125	10.21	10.22	2.4604	10.95	10.96
<b>4X</b>	2.7713	10.21	10.22	2.8451	10.95	10.96
<b>5X</b>	1.7533	10.21	10.22	1.8311	10.95	10.96
<b>6X</b>	1.6776	10.21	10.22	1.7376	10.95	10.96
<b>7x</b>	2.4622	10.21	10.22	2.5294	10.95	10.96
<b>8x</b>	2.522	10.21	10.22	2.5664	10.95	10.96
<b>9x</b>	3.3981	10.21	10.22	3.467	10.95	10.96
<b>1Y</b>	2.1387	10.21	10.22	2.1808	10.95	10.96
<b>2Y</b>	2.8328	10.21	10.22	2.9244	10.95	10.96
<b>3Y</b>	2.1208	10.21	10.22	2.1708	10.95	10.96
<b>4Y</b>	3.0841	10.21	10.22	3.1522	10.95	10.96
<b>5Y</b>	2.6781	10.21	10.22	2.7547	10.95	10.96
<b>6Y</b>	3.9869	10.21	10.22	4.1115	10.95	10.96
<b>7Y</b>	2.7641	10.21	10.22	2.8231	10.95	10.96
<b>8Y</b>	4.8036	10.21	10.22	4.9442	10.95	10.96
<b>9Y</b>	1.6603	10.21	10.22	1.7009	10.95	10.96
<b>10Y</b>	1.7883	10.21	10.22	1.8346	10.95	10.96

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.127: Resumen de Esfuerzo Máximo Axial en muros del 3° Piso**

**LADRILLO PANDERETA**

<i>MURO</i>	<i>Sin Reforzamiento</i>			<i>Con Refuerzo de Geomalla Biaxial</i>		
	$\sigma_m$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$0.2f'_m \left[ 1 - \left( \frac{h}{35t} \right)^2 \right]$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.15f'm (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_m$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$0.2f'_m \left[ 1 - \left( \frac{h}{35t} \right)^2 \right]$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.15f'm (Kg/cm <sup>2</sup> )
<b>1X</b>	0.3851	4.47	4.48	0.4152	5.61	5.62
<b>2X</b>	0.6298	4.47	4.48	0.6758	5.61	5.62
<b>3X</b>	0.6284	4.47	4.48	0.676	5.61	5.62
<b>5X</b>	0.3732	4.47	4.48	0.4236	5.61	5.62
<b>6X</b>	0.3952	4.47	4.48	0.4397	5.61	5.62
<b>7x</b>	0.8898	4.47	4.48	0.9213	5.61	5.62
<b>8x</b>	0.8187	4.47	4.48	0.8608	5.61	5.62
<b>9x</b>	1.1178	4.47	4.48	1.21	5.61	5.62
<b>1Y</b>	0.6094	4.47	4.48	0.6425	5.61	5.62
<b>2Y</b>	0.6317	4.47	4.48	0.6999	5.61	5.62
<b>3Y</b>	0.5385	4.47	4.48	0.582	5.61	5.62
<b>4Y</b>	1.1723	4.47	4.48	1.2392	5.61	5.62
<b>5Y</b>	0.6091	4.47	4.48	0.671	5.61	5.62
<b>6Y</b>	1.2015	4.47	4.48	1.2834	5.61	5.62
<b>7Y</b>	0.7201	4.47	4.48	0.7633	5.61	5.62
<b>8Y</b>	1.1911	4.47	4.48	1.2851	5.61	5.62
<b>9Y</b>	0.4251	4.47	4.48	0.4646	5.61	5.62
<b>10Y</b>	0.4712	4.47	4.48	0.5129	5.61	5.62

<i>MURO</i>	<i>Con Refuerzo de Geomalla Triaxial</i>			<i>Con Refuerzo de Malla Electrosoldada</i>		
	$\sigma_m$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$0.2f'_m \left[ 1 - \left( \frac{h}{35t} \right)^2 \right]$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.15f'm (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_m$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$0.2f'_m \left[ 1 - \left( \frac{h}{35t} \right)^2 \right]$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.15f'm (Kg/cm <sup>2</sup> )
<b>1X</b>	0.4187	5.77	5.78	0.4177	6.17	6.18
<b>2X</b>	0.682	5.77	5.78	0.6838	6.17	6.18
<b>3X</b>	0.6821	5.77	5.78	0.6828	6.17	6.18
<b>5X</b>	0.4298	5.77	5.78	0.4282	6.17	6.18
<b>6X</b>	0.4446	5.77	5.78	0.4418	6.17	6.18
<b>7x</b>	0.928	5.77	5.78	0.9361	6.17	6.18
<b>8x</b>	0.868	5.77	5.78	0.8739	6.17	6.18
<b>9x</b>	1.2265	5.77	5.78	1.2412	6.17	6.18
<b>1Y</b>	0.6472	5.77	5.78	0.6491	6.17	6.18
<b>2Y</b>	0.709	5.77	5.78	0.7103	6.17	6.18
<b>3Y</b>	0.5874	5.77	5.78	0.5874	6.17	6.18
<b>4Y</b>	1.2518	5.77	5.78	1.2648	6.17	6.18
<b>5Y</b>	0.6789	5.77	5.78	0.679	6.17	6.18
<b>6Y</b>	1.2966	5.77	5.78	1.3053	6.17	6.18
<b>7Y</b>	0.7695	5.77	5.78	0.7714	6.17	6.18
<b>8Y</b>	1.3012	5.77	5.78	1.3141	6.17	6.18
<b>9Y</b>	0.4695	5.77	5.78	0.469	6.17	6.18
<b>10Y</b>	0.518	5.77	5.78	0.5176	6.17	6.18

Fuente: Elaboración propia

## RESUMEN DE FUERZA CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR EN MUROS

Ve: Fuerza Cortante en un muro, obtenido del análisis elástico ante el sismo moderado.

Me: Momento Flector en un muro, obtenido del análisis elástico ante el sismo moderado.

**Tabla 3.128: Fuerza Cortante y Momento Flector en muros de ladrillo King Kong del 1° Piso**

<i>MURO</i>	<i>Sin Reforzamiento</i>		<i>Con Reforzamiento de Geomalla Biaxial</i>		<i>Con Reforzamiento de Geomalla Triaxial</i>		<i>Con Reforzamiento de Malla Electrosoldada</i>	
	<i>Ve (Kg)</i>	<i>Me (Kg-m)</i>	<i>Ve (Kg)</i>	<i>Me (Kg-m)</i>	<i>Ve (Kg)</i>	<i>Me (Kg-m)</i>	<i>Ve (Kg)</i>	<i>Me (Kg-m)</i>
<b>1X</b>	5.288	7.469	5.373	7.578	5.371	7.584	5.337	7.563
<b>2X</b>	10.920	17.247	11.070	17.486	11.093	17.572	11.107	17.733
<b>3X</b>	11.077	17.663	11.229	17.919	11.256	18.016	11.281	18.205
<b>4X</b>	1.897	2.891	1.922	2.932	1.919	2.934	1.902	2.927
<b>5X</b>	1.784	2.517	1.814	2.559	1.810	2.558	1.788	2.540
<b>6X</b>	2.746	4.029	2.799	4.102	2.800	4.115	2.783	4.124
<b>7x</b>	1.735	2.999	1.763	3.050	1.765	3.062	1.760	3.081
<b>8x</b>	4.914	8.224	4.991	8.361	4.998	8.412	4.991	8.510
<b>9x</b>	7.796	8.502	7.924	8.637	7.985	8.724	8.114	8.926
<b>SUMA (X)</b>	<b>48.16</b>	<b>71.54</b>	<b>48.89</b>	<b>72.62</b>	<b>49.00</b>	<b>72.98</b>	<b>49.06</b>	<b>73.61</b>
<b>1Y</b>	11.718	36.492	11.880	37.263	11.943	37.726	12.063	38.769
<b>2Y</b>	2.742	4.658	2.780	4.734	2.783	4.766	2.780	4.831

<b>3Y</b>	5.865	18.193	5.963	18.521	5.980	18.739	5.997	19.249
<b>4Y</b>	1.956	3.468	1.989	3.524	1.992	3.543	1.991	3.578
<b>5Y</b>	2.372	3.685	2.408	3.743	2.413	3.762	2.412	3.797
<b>6Y</b>	1.864	2.679	1.890	2.720	1.893	2.731	1.890	2.747
<b>7Y</b>	6.847	20.581	6.961	20.956	6.986	21.195	7.019	21.744
<b>8Y</b>	1.576	2.514	1.600	2.554	1.601	2.564	1.593	2.578
<b>9Y</b>	8.481	13.273	8.647	13.500	8.690	13.625	8.752	13.901
<b>10Y</b>	2.327	4.718	2.371	4.787	2.375	4.819	2.371	4.886
<b>SUMA (Y)</b>	<b>45.75</b>	<b>110.26</b>	<b>46.49</b>	<b>112.30</b>	<b>46.66</b>	<b>113.47</b>	<b>46.87</b>	<b>116.08</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.129: Mejoramiento del comportamiento estructural en muros King Kong del 1° Piso**

		<i>Con Reforzamiento de Geomalla Biaxial</i>	<i>Con Reforzamiento de Geomalla Triaxial</i>	<i>Con Reforzamiento de Malla Electrosoldada</i>
<b>X</b>	<b>Ve (Kg)</b>	<b>1.51 %</b>	<b>1.75 %</b>	<b>1.88 %</b>
	<b>Me (Kg-m)</b>	<b>1.51 %</b>	<b>2.01 %</b>	<b>2.89 %</b>
<b>Y</b>	<b>Ve (Kg)</b>	<b>1.61 %</b>	<b>1.98 %</b>	<b>2.44 %</b>
	<b>Me (Kg-m)</b>	<b>1.85 %</b>	<b>2.91 %</b>	<b>5.28 %</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.130: Fuerza Cortante y Momento Flector en muros de ladrillo Pandereta del 3° Piso**

<i>MURO</i>	<i>Sin Reforzamiento</i>		<i>Con Reforzamiento de Geomalla Biaxial</i>		<i>Con Reforzamiento de Geomalla Triaxial</i>		<i>Con Reforzamiento de Malla Electrosoldada</i>	
	<i>Ve (Kg)</i>	<i>Me (Kg-m)</i>	<i>Ve (Kg)</i>	<i>Me (Kg-m)</i>	<i>Ve (Kg)</i>	<i>Me (Kg-m)</i>	<i>Ve (Kg)</i>	<i>Me (Kg-m)</i>
<b>1X</b>	1.4913	1.9927	1.3547	1.807	1.3563	1.8097	1.41	1.8852
<b>2X</b>	5.5511	7.2609	5.7786	7.5272	5.8013	7.5583	5.7861	7.5557
<b>3X</b>	5.7047	7.4313	5.9637	7.7308	5.9911	7.7663	5.9772	7.7637
<b>4X</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>5X</b>	0.4224	0.5463	0.3529	0.4519	0.35	0.4481	0.3676	0.4723
<b>6X</b>	0.9425	1.217	0.9178	1.171	0.918	1.1702	0.9294	1.1874
<b>7x</b>	0.4962	0.5789	0.4133	0.4617	0.4082	0.4564	0.4243	0.482
<b>8x</b>	2.6657	3.1327	2.7003	3.1344	2.6982	3.1281	2.6851	3.1183
<b>9x</b>	4.2864	2.4745	4.3772	2.346	4.4107	2.3532	4.4719	2.425
<b>SUMA (X)</b>	<b>21.56</b>	<b>24.63</b>	<b>21.86</b>	<b>24.63</b>	<b>21.93</b>	<b>24.69</b>	<b>22.05</b>	<b>24.89</b>
<b>1Y</b>	6.0102	9.7108	6.3999	10.6518	6.4264	10.7308	6.3682	10.6226
<b>2Y</b>	1.3886	1.7494	1.4136	1.7666	1.4106	1.7615	1.3971	1.7467
<b>3Y</b>	2.6944	4.2895	2.7131	4.4224	2.7177	4.4479	2.7279	4.4765
<b>4Y</b>	0.9203	1.4138	0.9015	1.4061	0.8996	1.4062	0.9033	1.4131
<b>5Y</b>	1.2279	1.5403	1.2665	1.5793	1.2665	1.5783	1.2549	1.5647
<b>6Y</b>	0.8507	1.0908	0.8559	1.089	0.8553	1.0878	0.8535	1.0882
<b>7Y</b>	3.4569	5.569	3.5711	5.8941	3.588	5.9396	3.5961	5.9539

<b>8Y</b>	0.8653	1.0543	0.863	1.0401	0.8617	1.0373	0.8606	1.0372
<b>9Y</b>	5.1459	5.0305	5.2509	5.202	5.2637	5.2198	5.2662	5.216
<b>10Y</b>	0.6901	0.9408	0.6322	0.8654	0.629	0.8623	0.6412	0.8814
<b>SUMA (Y)</b>	<b>23.25</b>	<b>32.39</b>	<b>23.87</b>	<b>33.92</b>	<b>23.92</b>	<b>34.07</b>	<b>23.87</b>	<b>34.00</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.131: Mejoramiento del comportamiento estructural en muros Pandereta del 3° Piso**

		<i>Con Reforzamiento de Geomalla Biaxial</i>	<i>Con Reforzamiento de Geomalla Triaxial</i>	<i>Con Reforzamiento de Malla Electrosoldada</i>
<b>X</b>	<b>Ve (Kg)</b>	<b>1.38 %</b>	<b>1.73 %</b>	<b>2.28 %</b>
	<b>Me (Kg-m)</b>	<b>-0.02 %</b>	<b>0.23 %</b>	<b>1.04 %</b>
<b>Y</b>	<b>Ve (Kg)</b>	<b>2.66 %</b>	<b>2.87 %</b>	<b>2.66 %</b>
	<b>Me (Kg-m)</b>	<b>4.72 %</b>	<b>5.19 %</b>	<b>4.97 %</b>

Fuente: Elaboración propia

**Resumen de Fuerza Cortante y Momento Flector de muros en X**

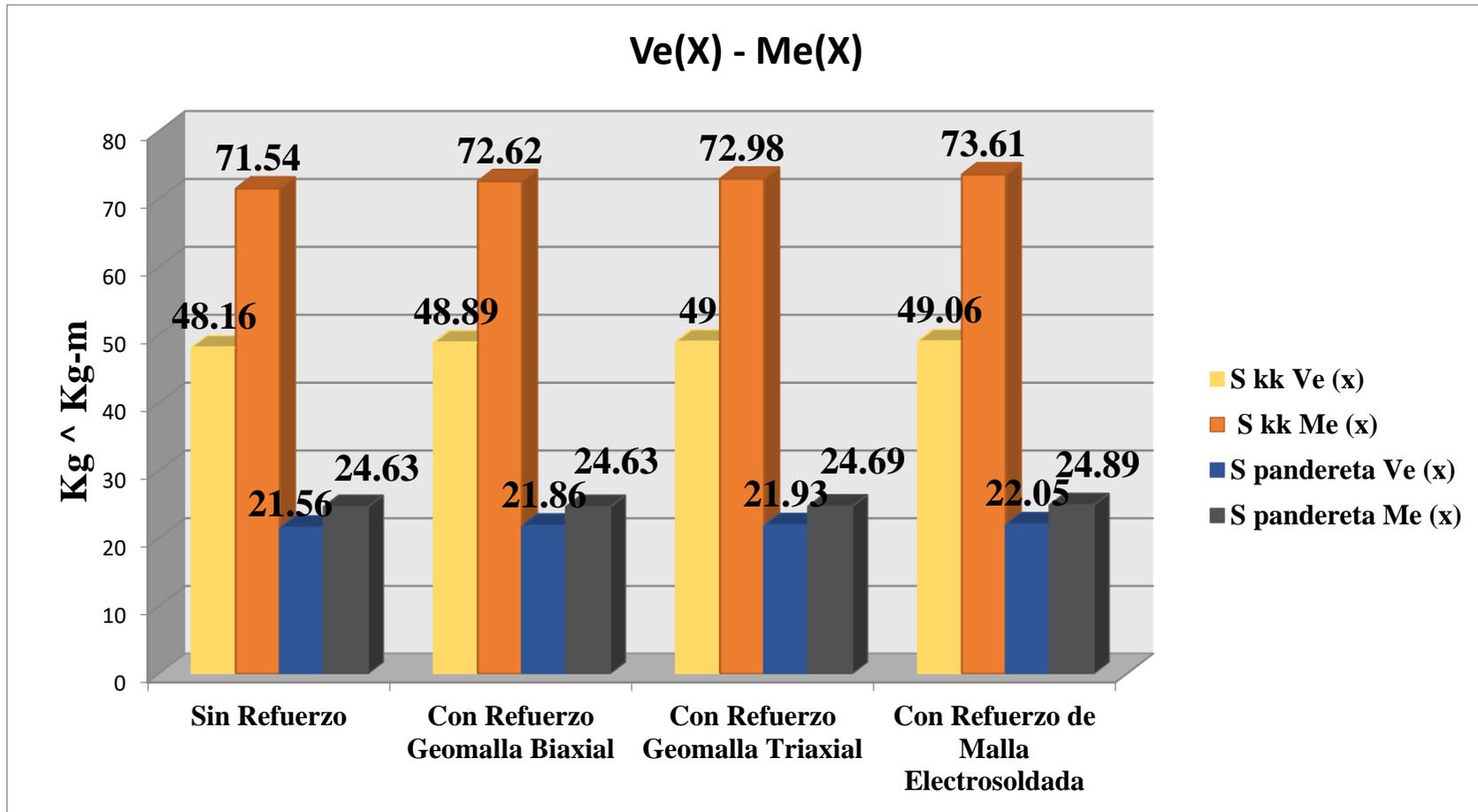
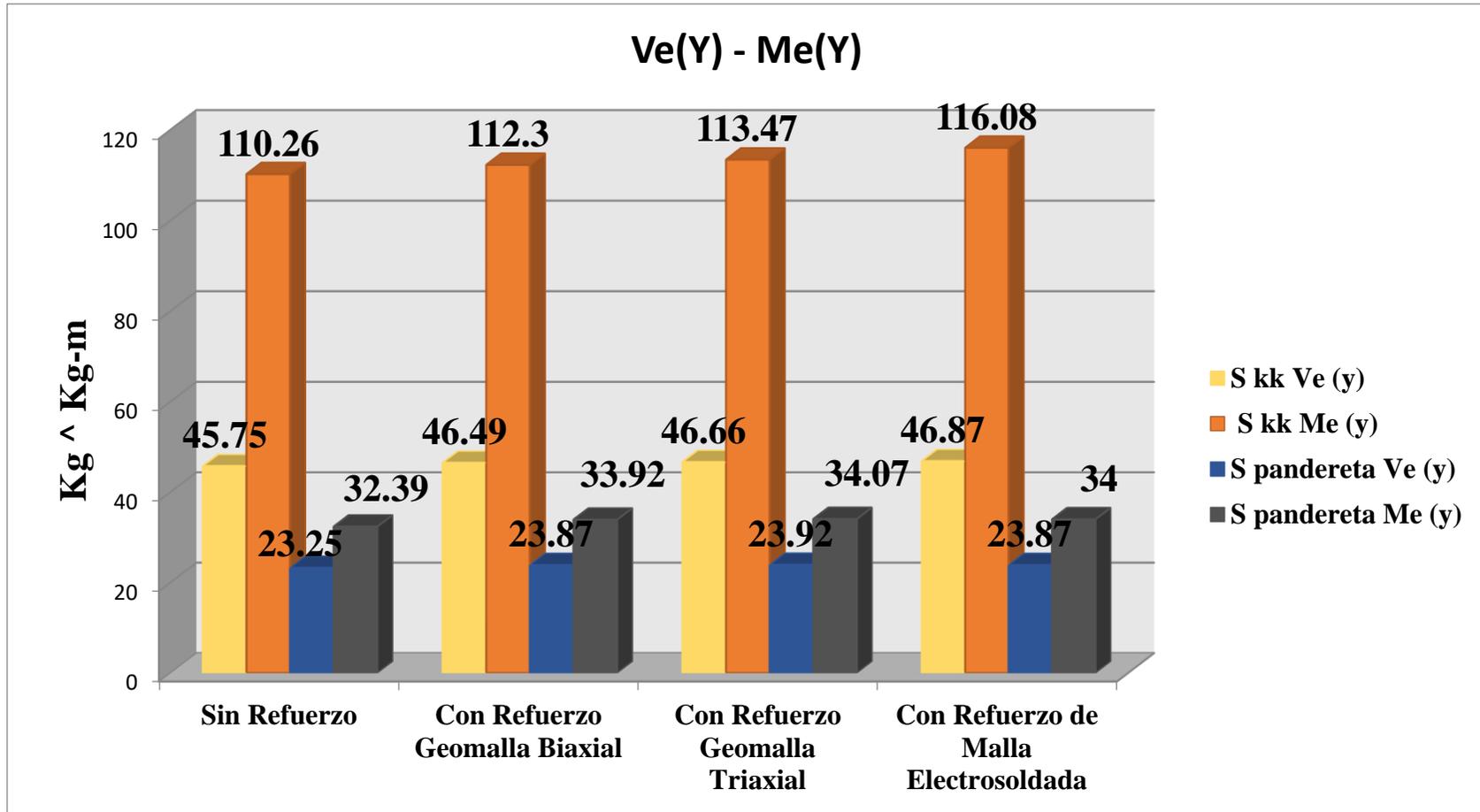


Figura 3.40: Suma de Ve(x) y Me(x)

Fuente: Elaboración propia

**Resumen de Fuerza Cortante y Momento Flector de muros en Y**



**Figura 3.41: Suma de Ve (y) y Me (y)**

Fuente: Elaboración propia

## RESUMEN EN DISEÑO POR FISURACIÓN

Vm: Resistencia al agrietamiento diagonal.

**Tabla 3.132: Resistencia al agrietamiento diagonal en muros de ladrillo King Kong del 1° Piso**

	<i>Sin Reforzamiento</i>	<i>Con Reforzamiento de Geomalla Biaxial</i>	<i>Con Reforzamiento de Geomalla Triaxial</i>	<i>Con Reforzamiento de Malla Electrosoldada</i>
<i>MURO</i>	<b>Vm (Kg)</b>	<b>Vm (Kg)</b>	<b>Vm (Kg)</b>	<b>Vm (Kg)</b>
<b>1X</b>	10427.342	10579.154	10776.291	11127.540
<b>2X</b>	23489.003	23675.050	24247.750	25024.483
<b>3X</b>	23844.112	24043.738	24613.497	25399.833
<b>4X</b>	7280.542	7258.670	7492.146	7691.686
<b>5X</b>	8801.103	8837.444	9088.162	9350.934
<b>6X</b>	14494.921	14603.785	14979.254	15482.171
<b>7x</b>	14960.119	15030.688	15456.159	15962.043
<b>8x</b>	16784.309	16938.712	17335.011	17883.827
<b>9x</b>	20872.074	20923.056	21542.765	22222.587
<b>SUMA (X)</b>	<b>140953.52</b>	<b>141890.30</b>	<b>145531.04</b>	<b>150145.10</b>
<b>1Y</b>	71778.426	72521.932	74117.506	76493.869
<b>2Y</b>	22120.972	22097.260	22846.309	23605.272
<b>3Y</b>	46286.934	46687.342	47812.027	49363.455
<b>4Y</b>	18541.350	18589.943	19128.854	19739.427

<b>5Y</b>	17188.592	17221.288	17750.208	18332.639
<b>6Y</b>	14473.046	14326.252	14933.204	15426.436
<b>7Y</b>	53323.070	53617.706	55045.387	56802.848
<b>8Y</b>	16402.035	16195.523	16917.901	17469.463
<b>9Y</b>	52673.254	53289.254	54429.108	56209.917
<b>10Y</b>	20909.044	21106.169	21597.707	22305.506
<b>SUMA (Y)</b>	<b>333696.72</b>	<b>335652.67</b>	<b>344578.21</b>	<b>355748.83</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.133: Mejoramiento del agrietamiento diagonal en muros King Kong del 1° Piso**

		<i>Con Reforzamiento de Geomalla Biaxial</i>	<i>Con Reforzamiento de Geomalla Triaxial</i>	<i>Con Reforzamiento de Malla Electrosoldada</i>
<b>X</b>	<b>V<sub>m</sub> (Kg)</b>	<b>0.66 %</b>	<b>3.25 %</b>	<b>2.75 %</b>
<b>Y</b>	<b>V<sub>m</sub> (Kg)</b>	<b>0.59 %</b>	<b>3.26 %</b>	<b>6.61 %</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.134: Resistencia al agrietamiento diagonal en muros de ladrillo Pandereta del 3° Piso**

	<i>Sin Reforzamiento</i>	<i>Con Reforzamiento de Geomalla Biaxial</i>	<i>Con Reforzamiento de Geomalla Triaxial</i>	<i>Con Reforzamiento de Malla Electrosoldada</i>
<i>MURO</i>	<b>Vm (Kg)</b>	<b>Vm (Kg)</b>	<b>Vm (Kg)</b>	<b>Vm (Kg)</b>
<b>1X</b>	11259.299	11346.985	11406.985	11588.388
<b>2X</b>	24532.306	24737.351	24866.726	25263.384
<b>3X</b>	24886.283	25095.395	25226.645	25627.939
<b>4X</b>	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>5X</b>	9629.473	9712.536	9763.911	9920.037
<b>6X</b>	15478.779	15608.346	15690.846	15939.956
<b>7x</b>	15823.848	15944.100	16026.600	16284.105
<b>8x</b>	17572.251	17715.299	17807.174	18092.873
<b>9x</b>	21368.327	21585.543	21695.793	22055.109
<b>SUMA (X)</b>	<b>140550.57</b>	<b>141745.56</b>	<b>142484.68</b>	<b>144771.79</b>
<b>1Y</b>	75701.874	76294.974	76694.349	77914.715
<b>2Y</b>	22756.257	22968.774	23088.774	23459.009
<b>3Y</b>	48737.287	49141.279	49399.279	50185.377
<b>4Y</b>	19306.985	19482.700	19582.075	19900.670
<b>5Y</b>	17757.753	17918.277	18012.027	18299.441
<b>6Y</b>	14575.311	14716.279	14791.279	15029.412
<b>7Y</b>	54993.204	55445.895	55734.645	56620.353
<b>8Y</b>	16028.295	16193.167	16275.667	16542.004
<b>9Y</b>	56379.042	56841.093	57141.093	58052.570

<b>10Y</b>	22252.182	22436.735	22554.860	22914.065
<b>SUMA (Y)</b>	<b>348488.19</b>	<b>351439.17</b>	<b>353274.05</b>	<b>358917.62</b>

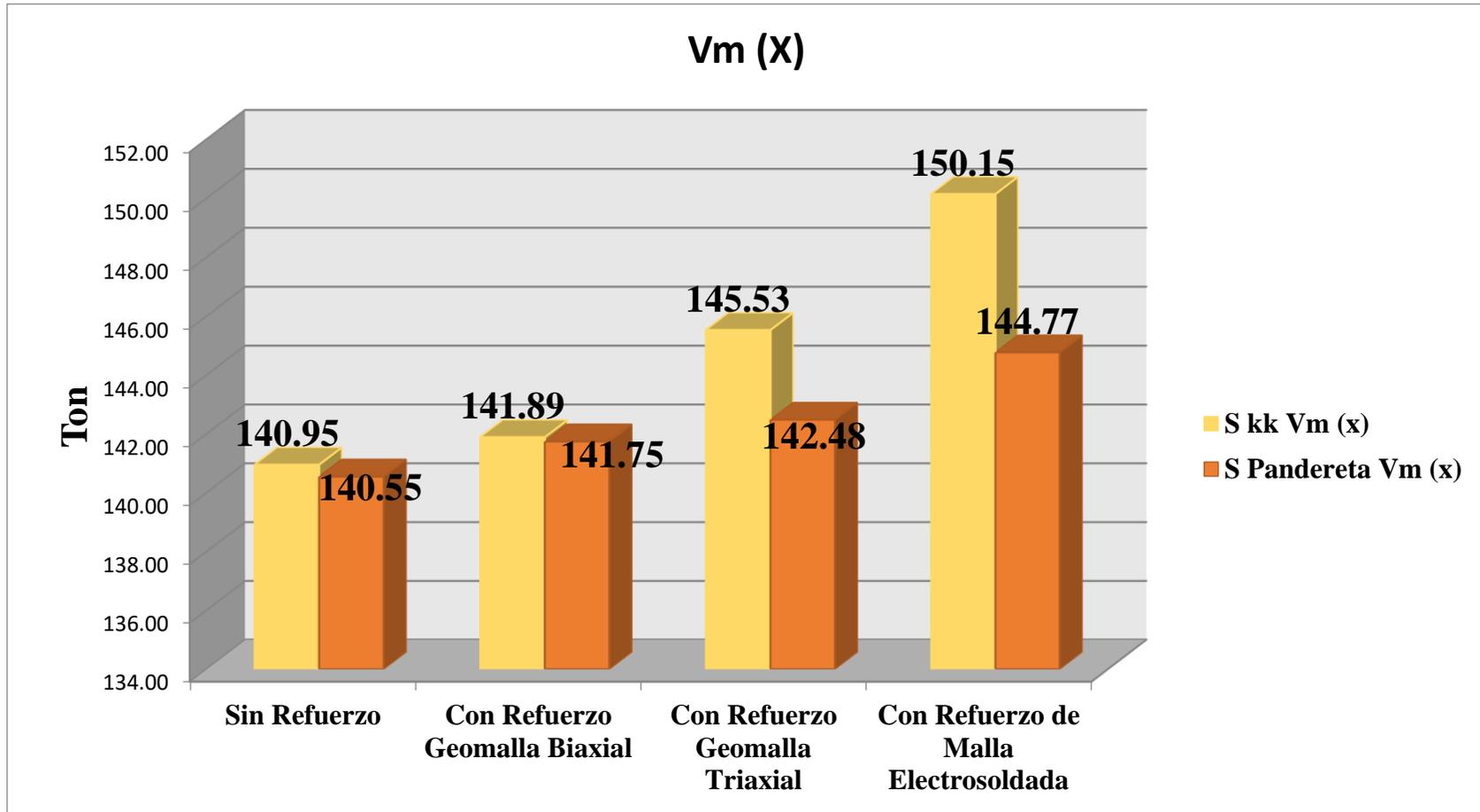
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.135: Mejoramiento del agrietamiento diagonal en muros Pandereta del 3° Piso**

		<i>Con Reforzamiento de Geomalla Biaxial</i>	<i>Con Reforzamiento de Geomalla Triaxial</i>	<i>Con Reforzamiento de Malla Electrosoldada</i>
<b>X</b>	<b>V<sub>m</sub> (Kg)</b>	<b>0.85 %</b>	<b>1.38 %</b>	<b>1.21 %</b>
<b>Y</b>	<b>V<sub>m</sub> (Kg)</b>	<b>0.85 %</b>	<b>1.37 %</b>	<b>2.99 %</b>

Fuente: Elaboración propia

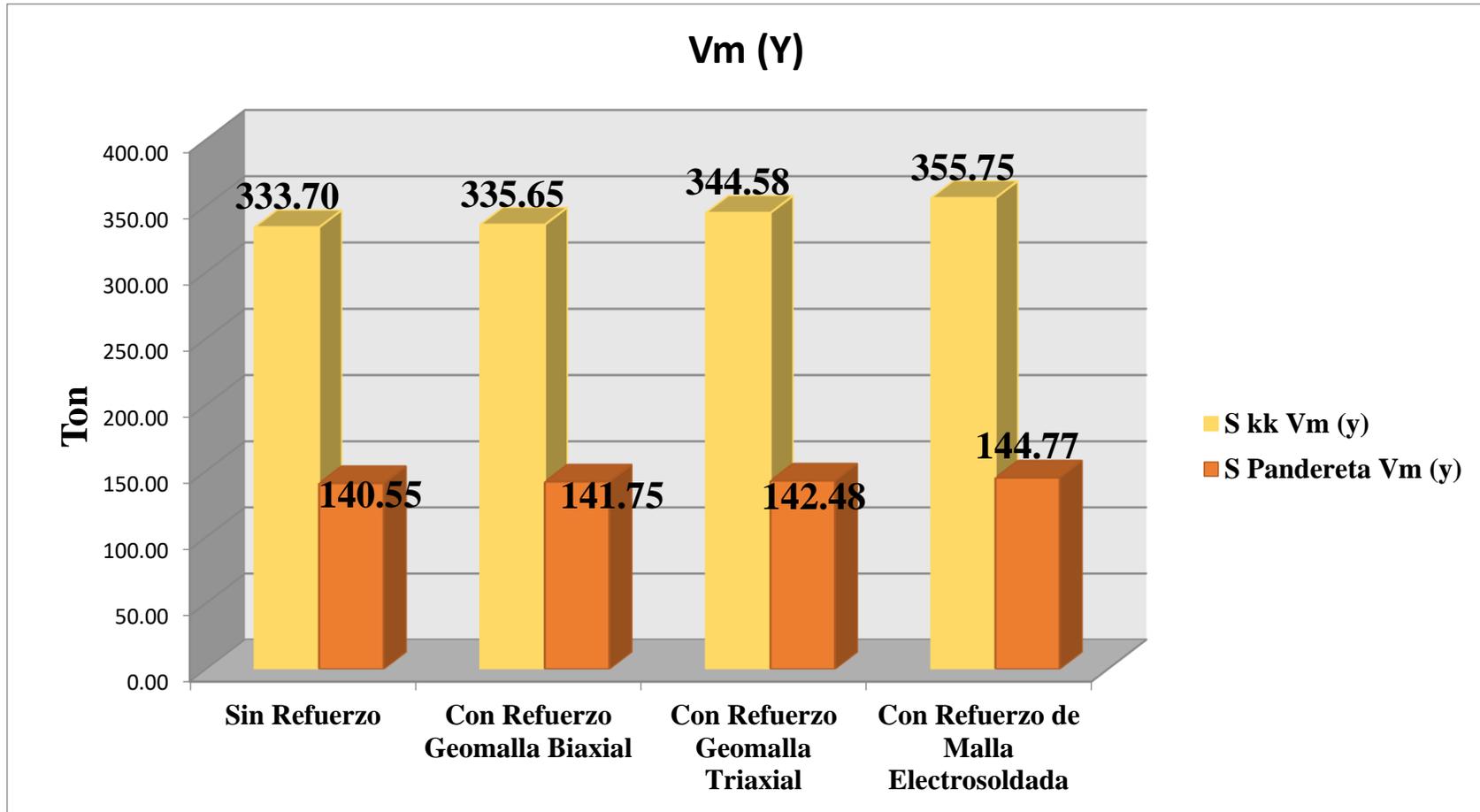
**Resumen de Resistencia al Agrietamiento Diagonal en X**



**Figura 3.42: Suma de Vm(x)**

Fuente: Elaboración propia

**Resumen de Resistencia al Agrietamiento Diagonal en Y**



**Figura 3.43: Suma de Vm(y)**

Fuente: Elaboración propia

## RESUMEN EN DISEÑO POR RESISTENCIA

VEi: Resistencia a fuerza cortante entrepiso del edificio producida por el sismo severo.

**Tabla 3.136: Resistencia a fuerza cortante en muros de ladrillo King Kong del 1° Piso**

<i>MURO</i>	<i>Sin</i>	<i>Con</i>	<i>Con</i>	<i>Con</i>
	<i>Reforzamiento</i>	<i>Reforzamiento de</i> <i>Geomalla Biaxial</i>	<i>Reforzamiento de</i> <i>Geomalla Triaxial</i>	<i>Reforzamiento de</i> <i>Malla</i> <i>Electrosoldada</i>
	<b>VEi</b> <b>(Kg)</b>	<b>VEi</b> <b>(Kg)</b>	<b>VEi</b> <b>(Kg)</b>	<b>VEi</b> <b>(Kg)</b>
<b>1X</b>	10.580	10.750	10.740	10.670
<b>2X</b>	21.840	22.140	22.190	22.210
<b>3X</b>	22.150	22.460	22.510	22.560
<b>4X</b>	3.790	3.840	3.840	3.800
<b>5X</b>	5.490	5.600	5.600	5.570
<b>6X</b>	3.470	3.530	3.530	3.520
<b>7x</b>	9.830	9.980	10.000	9.980
<b>8x</b>	15.590	15.850	15.970	16.230
<b>9x</b>	13.610	13.720	13.760	13.830
<b>SUMA (X)</b>	<b>106.35</b>	<b>107.87</b>	<b>108.14</b>	<b>108.37</b>
<b>1Y</b>	5.480	5.560	5.570	5.560
<b>2Y</b>	11.730	11.930	11.960	11.990
<b>3Y</b>	3.910	3.980	3.980	3.980
<b>4Y</b>	4.740	4.820	4.830	4.820

<b>5Y</b>	3.730	3.780	3.790	3.780
<b>6Y</b>	13.700	13.920	13.970	14.040
<b>7Y</b>	3.150	3.200	3.200	3.190
<b>8Y</b>	16.960	17.290	17.380	17.500
<b>9Y</b>	4.650	4.740	4.750	4.740
<b>10Y</b>	0.300	0.280	0.280	0.270
<b>SUMA (Y)</b>	<b>68.35</b>	<b>69.50</b>	<b>69.71</b>	<b>69.87</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.137: Mejoramiento a fuerza cortante en muros King Kong del 1° Piso ante un sismo severo**

	<i>Con Reforzamiento de Geomalla Biaxial</i>	<i>Con Reforzamiento de Geomalla Triaxial</i>	<i>Con Reforzamiento de Malla Electrosoldada</i>
<b>VEi (Kg)</b>	<b>1.43 %</b>	<b>1.68 %</b>	<b>1.90 %</b>
<b>VEi (Kg)</b>	<b>1.68 %</b>	<b>1.99 %</b>	<b>2.22 %</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.138: Resistencia a fuerza cortante en muros de ladrillo Pandereta del 3° Piso**

	<i>Sin Reforzamiento</i>	<i>Con Reforzamiento de Geomalla Biaxial</i>	<i>Con Reforzamiento de Geomalla Triaxial</i>	<i>Con Reforzamiento de Malla Electrosoldada</i>
<i>MURO</i>	<b>VEi (Kg)</b>	<b>VEi (Kg)</b>	<b>VEi (Kg)</b>	<b>VEi (Kg)</b>
<b>1X</b>	2.982	2.710	2.710	2.820
<b>2X</b>	11.102	11.560	11.600	11.572
<b>3X</b>	11.409	11.930	11.980	11.954
<b>4X</b>	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>5X</b>	1.885	1.840	1.840	1.859
<b>6X</b>	0.992	0.830	0.820	0.849
<b>7x</b>	5.331	5.400	5.400	5.370
<b>8x</b>	8.572	8.750	8.820	8.943
<b>9x</b>	8.292	8.860	8.890	8.809
<b>SUMA (X)</b>	<b>50.56</b>	<b>51.88</b>	<b>52.06</b>	<b>52.17</b>
<b>1Y</b>	2.777	2.830	2.820	2.794
<b>2Y</b>	5.389	5.430	5.440	5.456
<b>3Y</b>	1.841	1.800	1.800	1.807
<b>4Y</b>	2.456	2.530	2.530	2.510
<b>5Y</b>	1.702	1.710	1.710	1.707
<b>6Y</b>	6.914	7.140	7.180	7.193
<b>7Y</b>	1.731	1.730	1.720	1.721

<b>8Y</b>	10.292	10.500	10.530	10.533
<b>9Y</b>	1.380	1.260	1.260	1.283
<b>10Y</b>	0.125	0.130	0.130	0.128
<b>SUMA (Y)</b>	<b>34.61</b>	<b>35.06</b>	<b>35.12</b>	<b>35.13</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.139: Mejoramiento a fuerza cortante en muros Pandereta del 3° Piso ante un sismo severo**

		<i>Con Reforzamiento de Geomalla Biaxial</i>	<i>Con Reforzamiento de Geomalla Triaxial</i>	<i>Con Reforzamiento de Malla Electrosoldada</i>
<b>X</b>	<b>VEi (Kg)</b>	<b>2.60 %</b>	<b>2.96 %</b>	<b>3.18 %</b>
<b>Y</b>	<b>VEi (Kg)</b>	<b>1.31 %</b>	<b>1.48 %</b>	<b>1.51 %</b>

Fuente: Elaboración propia

### Resumen de Resistencia a Fuerza Cortante ante un sismo severo en X

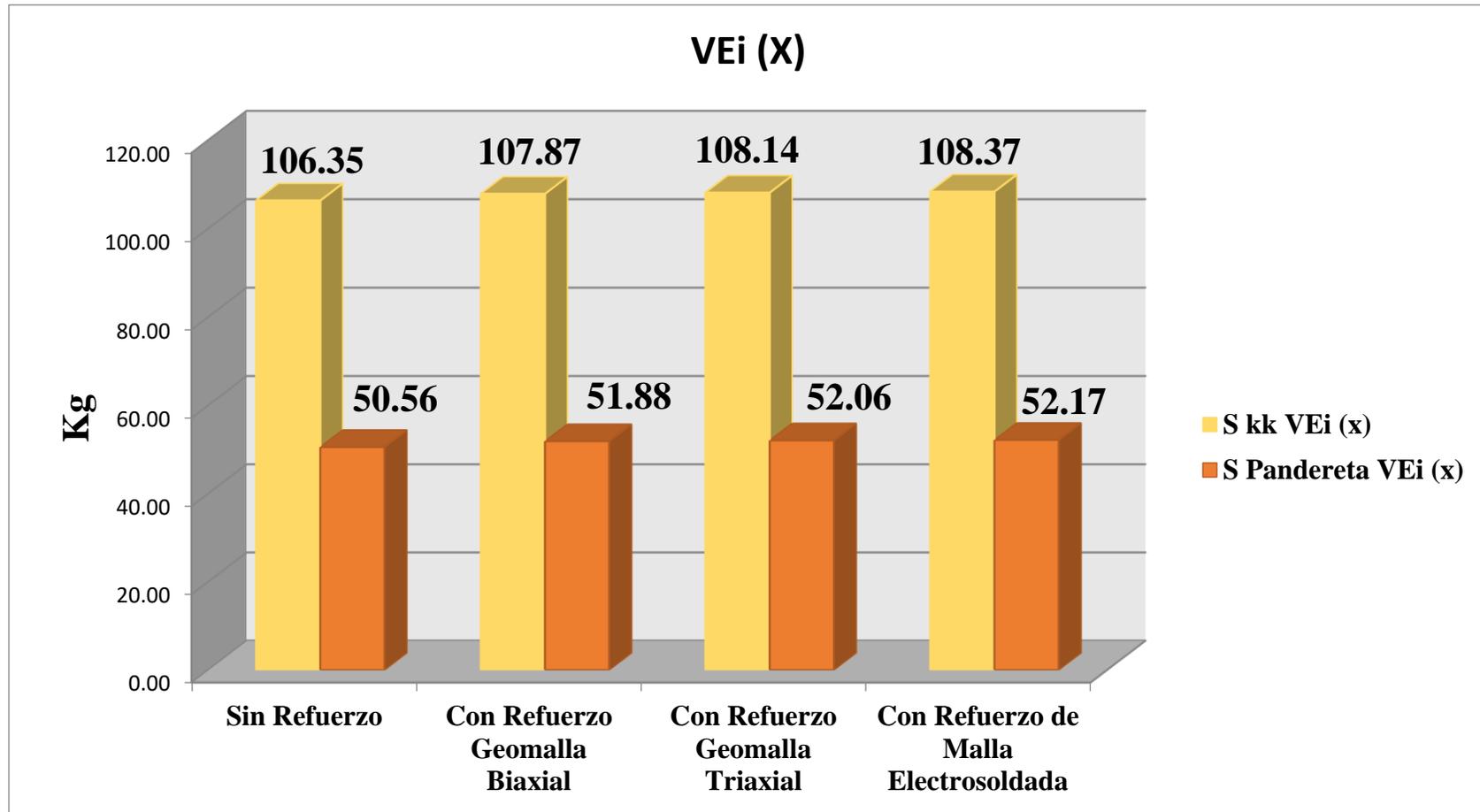


Figura 3.44: Suma de VEi (x)

Fuente: Elaboración propia

**Resumen de Resistencia a Fuerza Cortante ante un sismo severo en Y**

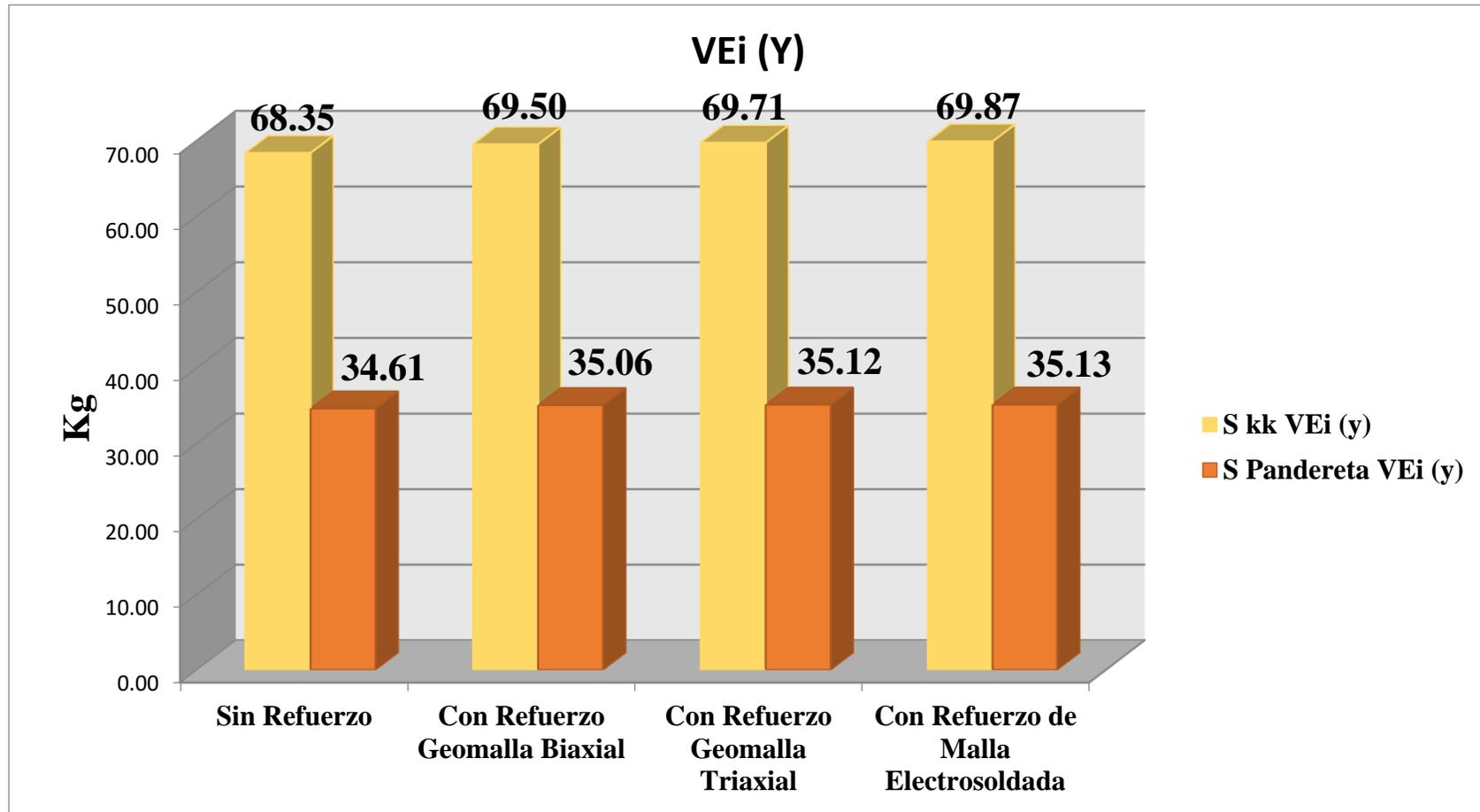


Figura 3.45: Suma de VEi (y)

Fuente: Elaboración propia

## ANÁLISIS DE COSTOS – BENEFICIOS

**Tabla 3.140: Costo en Soles por m<sup>2</sup> de realización de muros con ladrillos King**

### **Kong de sogá sin reforzamiento**

<b>GEOMALLA</b>				
<b>Análisis de costo del muro King Kong.</b>				
<b>TAREA</b>	<b>CUADRILLA</b>		<b>RENDIMIENTO</b>	
	<b>OPERARIO</b>	<b>OFICIAL</b>		
<b>CONSTRUCCIÓN</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>1 MURETE (1M2)</b>	
<b>MATERIALES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PARCIAL</b>
Ladrillo	Pieza	40.00 u.	0.72	28.80
Cemento	m <sup>3</sup>	0.237 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	20.00	4.74
Arena	m <sup>3</sup>	0.024 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	49.90	1.20
Agua	m <sup>3</sup>	0.008	6.00	0.048
				<b>34.79</b>
<b>Análisis de tarrajeo para m<sup>2</sup> de muro</b>				
<b>CONSTRUCCIÓN</b>	<b>TARRAJEO</b>	<b>e=1.5 cm</b>	<b>1 MURETE (1M2)</b>	
<b>MATERIALES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PARCIAL</b>
Cemento	m <sup>3</sup>	0.117	20.00	2.34
Arena Fina	m <sup>3</sup>	0.016	39.90	0.64
Alcayatas	und.	10	0.20	2.00

Agua	m3	0.052	6.00	0.312
<b>TOTAL</b>				<b>5.29</b>
<b>2 lados del MURO</b>				<b>10.58</b>

MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL
Operario	hh	0.83	19.75	16.39
Peón	hh	0.82	11.75	9.64
				<b>26.03</b>

HERRAMIENTAS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL
Andamio metálico	día	0.1778	9	1.60
H. Manuales	-	5%	21.23	1.06
				<b>2.66</b>

**Escarificado de muro : 12.00**

*Costo por m2 de construcción de muro kk sin refuerzo:*

**Total de muro sin Reforzar= 71.74 soles/m2**

Fuente: Elaboración propia

### ELECTROSOLDADA

**Análisis de costo del muro King Kong.**

TAREA	CUADRILLA	RENDIMIENTO
-------	-----------	-------------

	OPERARIO	OFICIAL		
<b>CONSTRUCCIÓN</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>1 MURETE (1M2)</b>	
<b>MATERIALES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>PARCIAL</b>
			<b>UNITARIO</b>	
Ladrillo	Pieza	40.00 u.	0.72	28.80
Cemento	m3	0.237 m3/m2	20.00	4.74
Arena	m3	0.024 m3/m2	49.90	1.20
Agua	m3	0.008	6.00	0.048
				<b>34.79</b>
<b>Análisis de tarrajeo para m2 de muro</b>				
<b>CONSTRUCCIÓN</b>	<b>TARRAJEO</b>	<b>e=2.5 cm</b>	<b>1 MURETE (1M2)</b>	
<b>MATERIALES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>PARCIAL</b>
			<b>UNITARIO</b>	
Cemento	m3	0.195	20.00	3.90
Arena Fina	m3	0.026	39.90	1.04
Alcayatas	und.	10	0.20	2.00
Alambre #8	kg	0.40	2.44	0.98
Agua	m3	0.052	6.00	0.31
			<b>TOTAL</b>	<b>8.23</b>
		<b>2 lados del MURO</b>		<b>16.45</b>
<b>MANO DE OBRA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>PARCIAL</b>
			<b>UNITARIO</b>	

Operario	hh	0.87	19.75	17.18
Peón	hh	0.85	11.75	9.99
				<b>27.17</b>

HERRAMIENTAS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL
Andamio metálico	día	0.1778	9	1.60
H. Manuales	-	5%	32.10	1.61
				<b>3.21</b>

**Coste de mantenimiento cada 10 años**

MANTENIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL
Andamio metálico	día	0.1778	9	1.60
H. Manuales	-	5%	21.23	1.06
				<b>2.66</b>

**Escarificado de muro : 12.00**

*Costo por m2 de construcción de muro kk sin  
refuerzo:*

**Total de muro sin Reforzar= 78.64 soles/m2**

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.141: Costo en Soles por m2 de realización de muros con ladrillos King Kong de sogá con refuerzo en ambas caras**

<b>Muro con reforzamiento</b>						
<b>Análisis de costo del muro macizo King Kong</b>						
<i>Costo por m2 de asentamiento de muro King Kong con su refuerzo respectivo :</i>						
<b>MATERIALES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PARCIAL</b>	<b>Reforzamiento</b>	<b>Total de reforzamiento en ambas caras del muro</b>
Geomalla Biaxial	1 m2	2	7.5	<b>15.00</b>	<b>15.00 Soles/m2</b>	<b>86.74 Soles/m2</b>
Geomalla Triaxial	1 m2	2	8.1	<b>16.20</b>	<b>16.20 Soles/m2</b>	<b>87.94 Soles/m2</b>
R. Electrosoldada	1 m2	2	10	<b>20.00</b>	<b>20.00 Soles/m2</b>	<b>98.64 Soles/m2</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.142: Resumen de Costo en Soles por m2 para muros con ladrillos King Kong de sogá con refuerzo en una cara**

<b>Reforzamiento del muro</b>	
<b>Geomalla Biaxial=</b>	<b>53.48 Soles/m2</b>
<b>Geomalla Triaxial=</b>	<b>54.08 Soles/m2</b>
<b>Electrosoldada=</b>	<b>63.26 Soles/m2</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.143: Costo en Soles por m2 de realización de muros con ladrillos**

**Pandereta de sogá sin reforzamiento**

<b>GEOMALLA</b>				
<b>Análisis de costo del muro pandereta.</b>				
<b>TAREA</b>	<b>CUADRILLA</b>		<b>RENDIMIENTO</b>	
	<b>OPERARIO</b>	<b>OFICIAL</b>		
<b>CONSTRUCCIÓN</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>1 MURETE (1M2)</b>	
<b>MATERIALES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	
			<b>UNITARIO</b>	<b>PARCIAL</b>
Ladrillo	Pieza	40.00 u.	0.52	20.80
Cemento	m3	0.237 m3/m2	20.00	4.74
Arena	m3	0.024 m3/m2	49.90	1.20
Agua	m3	0.008	6.00	0.048
				<b>26.79</b>
<b>Análisis de tarrajeo para m2 de muro</b>				
<b>CONSTRUCCIÓN</b>	<b>TARRAJEO</b>	<b>e=1.5 cm</b>	<b>1 MURETE (1M2)</b>	
<b>MATERIALES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	
			<b>UNITARIO</b>	<b>PARCIAL</b>
Cemento	m3	0.117	20.00	2.34
Arena Fina	m3	0.016	39.90	0.64
Alcayatas	und.	10	0.20	2.00
Agua	m3	0.052	6.00	0.312

---

**TOTAL** **5.29**

**2 lados del MURO** **10.58**

MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL
Operario	hh	0.83	19.75	16.39
Peón	hh	0.82	11.75	9.64
				<b>26.03</b>

HERRAMIENTAS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL
Andamio metálico	día	0.1778	9	1.60
H. Manuales	-	5%	21.23	1.06
				<b>2.66</b>

**Escarificado de muro :** **10.00**

*Costo por m2 de construcción de muro pandereta sin refuerzo:*

**Total de muro sin Reforzar=** **63.74 soles/m2**

---

Fuente: Elaboración propia

---

**ELECTROSOLDADA**

---

**Análisis de costo del muro pandereta.**

TAREA	CUADRILLA		RENDIMIENTO
	OPERARIO	OFICIAL	

---

CONSTRUCCIÓN	1	-	1 MURETE (1M2)	
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
UNITARIO				
Ladrillo	Pieza	40.00 u.	0.52	20.80
Cemento	m3	0.237 m3/m2	20.00	4.74
Arena	m3	0.024 m3/m2	49.90	1.20
Agua	m3	0.008	6.00	0.048
				<b>26.79</b>
<b>Análisis de tarrajeo para m2 de muro</b>				
CONSTRUCCIÓN	TARRAJEO	e=2.5 cm	1 MURETE (1M2)	
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
UNITARIO				
Cemento	m3	0.195	20.00	3.90
Arena Fina	m3	0.026	39.90	1.04
Alcayatas	und.	10	0.20	2.00
Alambre #8	kg	0.40	2.44	0.98
Agua	m3	0.052	6.00	0.31
<b>TOTAL</b>				<b>8.23</b>
<b>2 lados del MURO</b>				<b>16.45</b>
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
UNITARIO				
Operario	hh	0.87	19.75	17.18

Peón	hh	0.85	11.75	9.99
				<b>27.17</b>

HERRAMIENTAS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL
Andamio metálico	día	0.1778	9	1.60
H. Manuales	-	5%	32.10	1.61
				<b>3.21</b>

**Coste de mantenimiento cada 10 años**

MANTENIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL
Andamio metálico	día	0.1778	9	1.60
H. Manuales	-	5%	21.23	1.06
				<b>2.66</b>

**Escarificado de muro : 10.00**

*Costo por m2 de construcción de muro pandereta sin refuerzo:*

**Total de muro sin Reforzar= 70.64 soles/m2**

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.144: Costo en Soles por m2 de realización de muros con ladrillos Pandereta de sogá con refuerzo en ambas caras**

<b>Muro con reforzamiento</b>						
<b>Análisis de costo del muro macizo King Kong</b>						
<i>Costo por m2 de asentamiento de muro pandereta con su refuerzo respectivo :</i>						
<b>MATERIALES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PARCIAL</b>	<b>Reforzamiento</b>	<b>Total de reforzamiento en ambas caras del muro</b>
Geomalla Biaxial	1 m2	2	7.5	<b>15.00</b>	<b>15.00 Soles/m2</b>	<b>78.74 Soles/m2</b>
Geomalla Triaxial	1 m2	2	8.1	<b>16.20</b>	<b>16.20 Soles/m2</b>	<b>79.94 Soles/m2</b>
R. Electrosoldada	1 m2	2	10	<b>20.00</b>	<b>20.00 Soles/m2</b>	<b>90.64 Soles/m2</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.145: Resumen de Costo en Soles por m2 para muros con ladrillos Pandereta de sogá con refuerzo en una cara**

<b>Reforzamiento del muro</b>	
<b>Geomalla Biaxial=</b>	<b>51.48 Soles/m2</b>
<b>Geomalla Triaxial=</b>	<b>52.08 Soles/m2</b>
<b>Electrosoldada=</b>	<b>61.26 Soles/m2</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.146: Metrado y Costos en Soles para la edificación con refuerzo de Geomalla**

		<i>DIRECCIÓN X</i>		
		1° Piso (S/.)	2° Piso (S/.)	3° Piso (S/.)
<i>Geomalla Biaxial (kk)=</i>	<b>53.48</b>	<b>S/. 4,826.00</b>	<b>S/. 4,826.00</b>	-
	<b>Soles/m2</b>			
<i>Geomalla Triaxial (kk)=</i>	<b>54.08</b>	<b>S/. 4,880.14</b>	<b>S/. 4,880.14</b>	-
	<b>Soles/m2</b>			
<i>Geomalla Biaxial (pan)=</i>	<b>51.48</b>	-	-	<b>S/. 4,645.52</b>
	<b>Soles/m2</b>			
<i>Geomalla Triaxial (pan)=</i>	<b>52.08</b>	-	-	<b>S/. 4,699.66</b>
	<b>Soles/m2</b>			
<b>GEOMALLA BIAxIAL (TOTAL) =</b>		<b>S/. 14,297.52</b>		
<b>GEOMALLA TRIAXIAL (TOTAL) =</b>		<b>S/. 14,459.95</b>		
		<i>DIRECCIÓN Y</i>		
		1° Piso (S/.)	2° Piso (S/.)	3° Piso (S/.)
<i>Geomalla Biaxial (kk)=</i>	<b>53.48</b>	<b>S/. 9,097.52</b>	<b>S/. 9,097.52</b>	-
	<b>Soles/m2</b>			

<i>Geomalla Triaxial</i>	<b>54.08</b>	<b>S/. 9,199.59</b>	<b>S/. 9,199.59</b>	<b>-</b>
<i>(kk)=</i>	<b>Soles/m2</b>			
<i>Geomalla Biaxial</i>	<b>51.48</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>S/. 8,757.30</b>
<i>(pan)=</i>	<b>Soles/m2</b>			
<i>Geomalla Triaxial</i>	<b>52.08</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>S/. 8,859.36</b>
<i>(pan)=</i>	<b>Soles/m2</b>			
<b>GEOMALLA BIAxIAL (TOTAL) =</b>			<b>S/. 26,952.34</b>	
<b>GEOMALLA TRIAXIAL (TOTAL) =</b>			<b>S/. 27,258.54</b>	

- *En total por cada tipo de refuerzo en ambas caras del muro en toda la edificación de 3 pisos será :*

**TOTAL para 781.06 m2**

*Geomalla Biaxial=*      **S/. 41,249.86**

*Geomalla Triaxial=*      **S/. 41,718.49**

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.147: Metrado y Costos en Soles para la edificación con refuerzo de Malla Electrosoldada**

		<i>Dirección X</i>		
		<b>1° Piso (S/.)</b>	<b>2° Piso (S/.)</b>	<b>3° Piso (S/.)</b>
<i>Electrosoldada (kk)=</i>	<b>65.26 Soles/m2</b>	<b>S/. 5,889.27</b>	<b>S/. 5,889.27</b>	<b>-</b>

---

*Electrosoldada (pan)= 63.26 Soles/m2 - - S/. 5,708.79*

**MALLA ELECTROSOLDADA (TOTAL) = S/. 17,487.33**

---

*Dirección Y*

---

	<b>1° Piso (S/.)</b>	<b>2° Piso (S/.)</b>	<b>3° Piso (S/.)</b>
<i>Electrosoldada (kk)= 63.26 Soles/m2</i>	<b>S/. 10,761.29</b>	<b>S/. 10,761.29</b>	-
<i>Electrosoldada (pan)= 61.26 Soles/m2</i>	-	-	<b>S/. 10,421.06</b>

**MALLA ELECTROSOLDADA (TOTAL) = S/. 31,943.63**

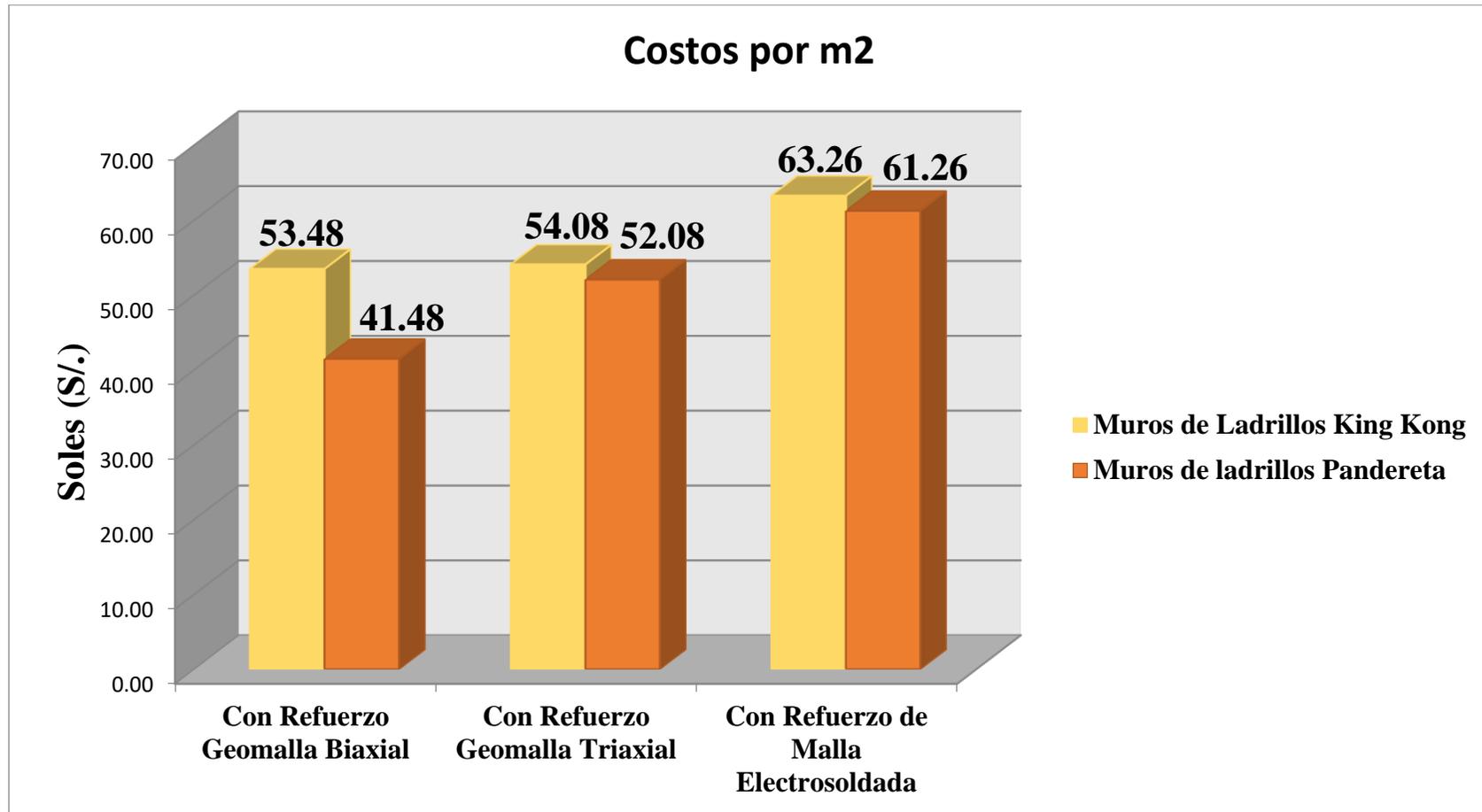
• *En total por cada tipo de refuerzo en ambas caras del muro en toda la edificación de 3 pisos será :*

**TOTAL para 781.06 m2**

**Malla Electrosoldada= S/. 49,430.96**

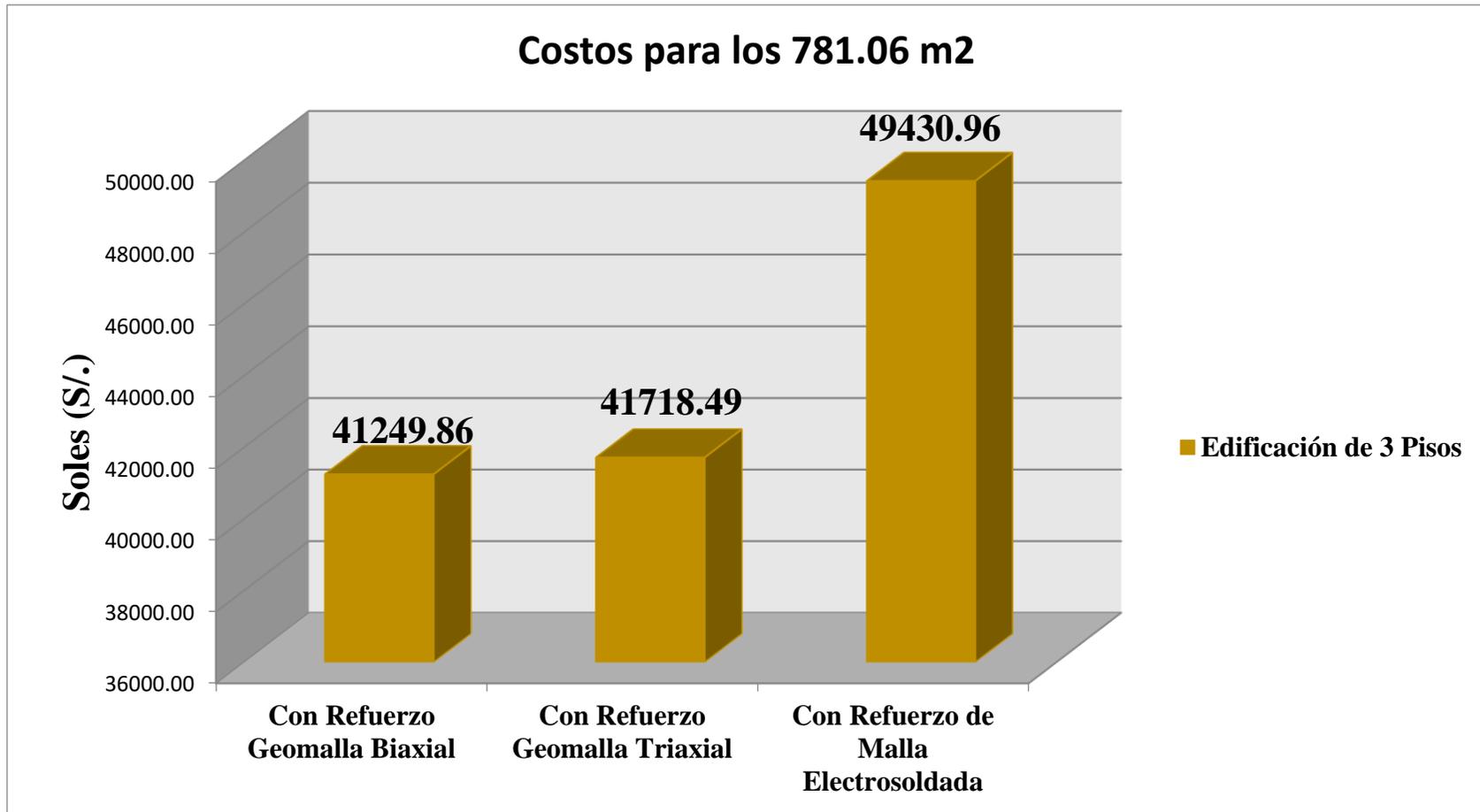
---

Fuente: Elaboración propia



**Figura 3.46: Comparación de Análisis de Precios Unitarios**

Fuente: Elaboración propia



**Figura 3.47: Comparación de Costos Finales del Metrado de la Edificación**

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

En este capítulo se comentara los resultados que se obtuvieron en los ensayos de laboratorios para el análisis de vulnerabilidad sísmica en viviendas informales con poca densidad en sus muros de mampostería. Tendremos comparación de resultados con dichas citaciones.

#### 4.1.1 Limitaciones

- Se tiene como primer límite el porcentaje de viviendas informales en Lima-Perú ya que se confía en la recolección de estos datos a la INEI como fuente de información, ya que de este porcentaje de viviendas que capaz sean afectadas altamente ante un sismo.
- De la toma de todas nuestras muestras de ladrillos que tomaremos para los ensayos de laboratorio no confirmaría que los análisis serán los mismos a las viviendas ya construidas por su tiempo de vida y mano de obra en la construcción.
- Se realizará los ensayos necesarios con la cantidad de materiales que se halla calculado tras las conclusiones que se vierten a continuación se encuentra limitada por la poca cantidad de ensayos en los muros de viviendas informales y a la vez los posibles daños en los elementos estructurales como cangrejeras, que influiría en el comportamiento sísmico de los muros.
- Tras la pandemia el trabajo se limitara a realizarse con el programa de Etabs modelando viviendas informales sin refuerzo y con los refuerzos de geomalla

Biaxial, Triaxial y malla electrosoldada para tener los datos de cómo se reduce la vulnerabilidad sísmica tras su nueva influencia mecánica en los muros.

- Los ensayos para la resistencia a compresión axial en pilas de ladrillos será el sin refuerzo sacado de la norma E070 y los otros ensayados como mínimo 3 de los ladrillos King Kong y pandereta con los refuerzos de geomalla Biaxial, Triaxial y malla electrosoldada.

#### **4.1.2 Interpretación comparativa e implicancias**

- A partir de los ensayos de compresión diagonal en muretes, se calculó el Módulo de Corte de material. Se puede apreciar que los resultados de ensayo han concordado con lo propuesto por la norma para un cálculo estimado del Módulo de Corte. Siendo los resultados de los ensayos de compresión diagonal comparables solo para muros con piezas del mismo tipo, en el desarrollo de este proyecto la implementación de refuerzo horizontal en los muros de mampostería permite que se presente un notable aumento en la resistencia al esfuerzo cortante frente a los muros sin refuerzo según Páez, D.; Parra, S; Montaña, C. (2016). Alternativa estructural de refuerzo horizontal en muros de mampostería, *vol. 15*, (núm. 21), pp. 7-21.

- El aumento en el esfuerzo cortante de los muros reforzados frente a los no reforzados está directamente relacionado con la ubicación de los grafiles en el muro, dado que entre más cercano al centro se localice el refuerzo, mayor es la resistencia ante las fuerzas de corte impuestas. A través de los ensayos de compresión diagonal y en particular de las trayectorias de falla manifestadas con los muros, se confinan las expresiones teóricas que indican que la falla por corte se origina con la sección central y se dirige hacia los extremos de la diagonal cargada del muro, como

respuesta a la concentración de esfuerzos de compresión a lo largo de la diagonal vertical y de tensión en la horizontal, que combinados generan los esfuerzos de corte. La falla de los muros sometidos al efecto de compresión diagonal se originó en la sección media de estos, aunque no exactamente en el punto central, ya que este se ubicaba sobre una pieza; entonces la falla se originaba entre la pieza y una de las juntas contiguas en un punto cercano al central según Páez, D.; Parra, S; Montaña, C. (2016). Alternativa estructural de refuerzo horizontal en muros de mampostería, *vol. 15*, (núm. 21), pp. 7-21.

- Se presentan las envolventes de las curvas carga lateral – distorsión de los especímenes con rigidez relativa muro/marco distinta. Las gráficas muestran que el marco contribuye significativamente a la resistencia lateral del sistema. En promedio, los especímenes con columnas de tamaño mayor tuvieron, una resistencia al agrietamiento 1.48 veces mayor, una resistencia a la fluencia 1.97 veces mayor, y una resistencia máxima 1.79 veces más grande, que la de los especímenes con columnas de tamaño menor. El tamaño de las columnas tuvo un efecto en el agrietamiento del muro. En los especímenes con columnas de tamaño mayor el deslizamiento fue predominante. El deslizamiento reduce la formación de nuevas grietas por tensión diagonal, por lo que el daño se concentra en los planos de deslizamiento. según Leal, J; Pérez, J; Humberto, J; Reyes, A. (2019). Nuevas expresiones de la NTCM (2017) para cálculo de la resistencia de muros diafragma de mampostería, *Revista de Ingeniería Sísmica No. 100*, 1-29 (2019)

- El análisis de los datos permite al autor en confirmar que el material de refuerzo de polipropileno se adecua al muro de mampostería pero a la vez este

material no puede ser utilizado en cimentaciones, el material será usado en viviendas ya sea con elementos estructurales y sin ellos, según afirma el artículo científico.

#### 4.2 Conclusiones

- La vulnerabilidad sísmica encontrada por un análisis en las viviendas informales en Lima (42.6%) y tugurios (8.2%), donde el Distrito de Ate tiene 32.3 % de viviendas informales, siendo los principales factores influyentes es la densidad de los muros, lo cual se aplicara un reforzamiento de estos muros con la malla de polipropileno y malla electrosoldada para así reducir dicha vulnerabilidad y prevenir los peligros y riesgos sísmicos.
- Los resultados obtenidos en esta investigación concluyen, que en la implementación del refuerzo en los muro con Geomalla Biaxial, Triaxial o malla electrosoldada produce un aumento de la resistencia a las cortantes, dando así una solución al problema que plantean los muros de las viviendas informales del distrito de Ate – Lima.
- Se concluye que los modelos únicamente elásticos son de utilidad pues permiten comprender de mejor manera la distribución de esfuerzos que se produce en las estructuras a analizar. Asimismo, un modelo elástico permite familiarizarse con el material y sus propiedades básicas y comprender las características del programa que se emplee para el modelamiento (Etabs).
- Se puede concluir que la esbeltez tiene una influencia directa en la resistencia a compresión axial de pilas de albañilería. Para una esbeltez menor los esfuerzos son menores, tal como se comentó en el capítulo de resultados.

- El modelo de diagonal equivalente establecido en la edición 2017 de las NTCM es adecuado para predecir la rigidez lateral del sistema. Esto significa que la demanda de resistencia de muros diafragma cuando se sujetan a carga lateral se puede predecir aproximadamente.
- De los ensayos de la compresión axial de las pilas de ladrillos, en los ladrillos King Kong industriales sin refuerzo es 65 kgf/cm<sup>2</sup> por la Norma, mientras los ensayados con los ladrillos pandereta sin refuerzo es 29.85 kgf/cm<sup>2</sup> por la autora Ruiz Talledo, Jimena. Pero en los ensayos con los refuerzos de geomalla Biaxial en ladrillos kk aumenta 1.98% y en pandereta 25.46 % con respecto a los ensayos sin refuerzo. Así mismo los ensayos con los refuerzos de geomalla Triaxial en ladrillos kk aumenta 4.82% y en pandereta 29.01 % con respecto a los ensayos sin refuerzo. Por último los ensayos con los refuerzos de malla electrosoldada en ladrillos kk aumenta 12.45% y en pandereta 37.99 % con respecto a los ensayos sin refuerzo. Por ello cabe decir que también los porcentajes son iguales en los módulos de elasticidad y módulos de corte como se ve en la Tabla 3.125.
- Del mejoramiento en fuerzas cortantes con respecto a los muros sin refuerzo se puede obtener que en los muros de ladrillo King Kong del primer nivel con el refuerzo de geomalla Biaxial aumenta 1.56%, mientras que con el refuerzo de geomalla Triaxial aumento 1.87%, así mismo con la malla electrosoldada aumenta un 2.16% (todos en ambos sentidos “X” y “Y”). Y con respecto al momento flector se obtuvo que con el refuerzo de geomalla Biaxial aumenta 1.68% en ambos sentidos, mientras que el refuerzo de geomalla Triaxial aumento 2.46%, así mismo la malla electrosoldada aumenta un 4.10% (todos en ambos sentidos “X” y “Y”). Del

mejoramiento en fuerzas cortantes con respecto a los muros sin refuerzo se puede obtener que en los muros de ladrillo Pandereta en el tercer nivel con el refuerzo de geomalla Biaxial aumenta 2.02%, mientras que con el refuerzo de geomalla Triaxial aumento 2.03%, así mismo con la malla electrosoldada aumenta un 2.47% (todos en ambos sentidos “X” y “Y”). Y con respecto al momento flector se obtuvo que con el refuerzo de geomalla Biaxial aumenta 2.36% en ambos sentidos, mientras que el refuerzo de geomalla Triaxial aumento 2.71%, así mismo la malla electrosoldada aumenta un 3% (todos en ambos sentidos “X” y “Y”). Se puede visualizar más extensamente en la Tabla 3.129 y la Tabla 3.131.

- Del diseño por fisuración ante un sismo moderado se obtiene que el mejoramiento de agrietamiento ( $V_m$ ) con respecto a los muros sin refuerzo se puede obtener que en los muros de ladrillos King Kong del primer nivel con el refuerzo de geomalla Biaxial aumenta 0.63%, mientras que con el refuerzo de geomalla Triaxial aumento 3.26%, así mismo con la malla electrosoldada aumenta un 4.68% (todos en ambos sentidos “X” y “Y”). Mientras que el mejoramiento de agrietamiento con respecto a los muros sin refuerzo se puede obtener que en los muros de ladrillos Pandereta del tercer nivel con el refuerzo de geomalla Biaxial aumenta 0.85%, mientras que con el refuerzo de geomalla Triaxial aumento 1.38%, así mismo con la malla electrosoldada aumenta un 2.10% (todos en ambos sentidos “X” y “Y”). Se puede visualizar más extensamente en la Tabla 3.133 y la Tabla 3.135.

- Del diseño por resistencia ante un sismo severo se obtiene que el mejoramiento de la Fuerza Cortante ( $VE_i$ ) con respecto a los muros sin refuerzo se puede obtener que en los muros de ladrillos King Kong del primer nivel con el

refuerzo de geomalla Biaxial aumenta 1.58%, mientras que con el refuerzo de geomalla Triaxial aumento 1.84%, así mismo con la malla electrosoldada aumenta un 2.06% (todos en ambos sentidos “X” y “Y”). Mientras que el mejoramiento de agrietamiento con respecto a los muros sin refuerzo se puede obtener que en los muros de ladrillos Pandereta del tercer nivel con el refuerzo de geomalla Biaxial aumenta 1.96%, mientras que con el refuerzo de geomalla Triaxial aumento 2.22%, así mismo con la malla electrosoldada aumenta un 2.35% (todos en ambos sentidos “X” y “Y”). Se puede visualizar más extensamente en la Tabla 3.173 y la Tabla 3.139.

- Del análisis de costos podemos obtener obtenemos que el costo por m<sup>2</sup> en muros King Kong con el reforzamiento con geomalla Biaxial es de S/.53.48, mientras tanto con el reforzamiento con geomalla Triaxial es de S/.54.08, así mismo con el reforzamiento de malla electrosoldada es S/.63.26. Mientras que en los muros pandereta con el reforzamiento con geomalla Biaxial es de S/.41.48, mientras tanto con el reforzamiento con geomalla Triaxial es de S/.52.08, así mismo con el reforzamiento de malla electrosoldada es S/.61.26. Se puede visualizar en la Figura 3.46.

- Entonces podemos concluir que de la edificación modelada, en la totalidad de sus metrados de muros es 781.06 m<sup>2</sup>. El costo por usar el mejoramiento con reforzamiento de geomalla Biaxial será S/.41249.86, mientras tanto con reforzamiento de geomalla Triaxial será S/.41718.49, y con la malla electrosoldada sería S/. 49430.96. Donde sería el costo de reforzar ambas caras del muro y los 3 niveles con su respectivo refuerzo. Se puede visualizar en la Figura 3.47. Se puede decir que el más económico sería el refuerzo con Geomalla Biaxial y con respecto a

este, los precios aumentan 1.14% (Refuerzo con Geomalla Triaxial) y 19.83% (refuerzo de Malla Electrosoldada)

- La importancia de este trabajo radica en la recomendación documentada para escoger un refuerzo de geomalla de polipropileno y malla electrosoldada, además de la orientación e impregnación del refuerzo que condicionan altamente las propiedades finales, los cuales se lograron identificar como factores que modifican la respuesta mecánica.

- Concluimos que hoy en día la tecnología en materiales de la construcción están dando pasos agigantados brindándonos mejores materiales a un costo más accesible como es el caso de la geomalla biaxial, geomalla triaxial, en comparación con la malla electro soldada, donde no solo podemos apreciar un costo mayor al momento de escoger un material como es en este caso para reforzar muros de albañilería, sino también que los beneficios al momento de hacer la comparación van más allá del costo, ya que la geomalla de polipropileno brinda una mejor adherencia al mortero de recubrimiento, también se adapta mejor al ladrillo por ser un material flexible permitiendo un comportamiento más dúctil, a su vez la malla electrosoldada brinda mayor resistencia por los resultados obtenidos. Por lo tanto, el costo beneficio entre estos dos materiales son notorios dando mejores resultados al momento de reforzar muros de ladrillo de una vivienda informal para la reducción de vulnerabilidad sísmica.

## REFERENCIAS

- ACI Committee 440. (2010). *ACI 440.7R-10: Guide for Design and Construction of Externally Bonded Fiber-Reinforced Polymer Systems for Strengthening Unreinforced Masonry Structures*. Michigan: American Concrete Institute.
- ACI Committee 549. (2013). *ACI 549.4R-13: Guide to Design and Construction of Externally Bonded Fabric-Reinforced Cementitious Matrix (matriz cementosa reforzada con tela) Systems for Repair and Strengthening Concrete and Masonry Structures*. Michigan: American Concrete Institute.
- Acuña R. (2014). *Características técnicas del ladrillo artesanal del caserío el Frutillo - Bambamarca – Cajamarca*. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Aguirre & Baeza. (2013) *eflorescencia del ladrillo*
- Alejandro Muñoz, Raúl Delgado Ehni y Catalina Peña Rodríguez. (2006) *Desempeño Sísmoresistente De Edificios De Muros De Ductilidad Limitada*.
- Alvarado Artidoro Morante Portocarrero, Tesis para el Título de Ingeniero Civil: "MEJORA DE LA ADHERENCIA MORTERO - LADRILLO DE CONCRETO", Pontificia Universidad Católica del Perú- Lima- Perú.
- Alza Vilela, A. (2013). *Geomallas*. Obtenido de Presentación de diapositivas de clase del profesor Augusto Alza en la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Ángel San Bartolomé y Rafael Ríos. (2013). *Comportamiento a fuerza cortante de muros delgados de concreto reforzados en su zona central con barras de acero, fibra de polipropileno y con fibra de acero*.

- Arce, R., Arodriguez, V. (2014). Propuesta del empleo del adobe reforzado con geomalla en la construcción de viviendas unifamiliares de un piso en el pueblo joven Yanama – Ayacucho. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú.
- ASTM D4439-15a, Standard Terminology for Geosynthetics, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2015, [www.astm.org](http://www.astm.org)
- Bachilleres Enrique Javier Tafur Sarmiento y Víctor Humberto Narro De los Ríos en su tesis titulada "ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD DE VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA", Universidad Nacional de Cajamarca- Perú.
- Barbieri, G., Biolzi, L., Bocciarelli, M., & Cattaneo, S. (2015). Pull out of FRP reinforcement from masonry pillars: Experimental and numerical results. *Composites Part B: Engineering*, 69, 516–525. doi: 10.1016/j.compositesb.2014.10.025.
- Bartolome, A. (2014). Construcción de albañilería: Comportamiento sísmico y diseño estructural. Perú, fondo editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Belizario, C. (2017). Reforzamiento estructural de una edificación de concreto armado de dos pisos con fines de ampliación. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú.
- Bossio, S. (2010). Evaluación del comportamiento sísmico e influencia de la dirección del movimiento en módulos de adobe reforzado con geomalla. (Tesis de pregrado). Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

Cámara Peruana de Construcción (CAPECO), (Septiembre, 2017), CAPECO: el 70% de Viviendas En Lima Son Informales Y Vulnerables A Un Terremoto. & Perú presentó Informe Sobre El Impacto De La Informalidad En Las Construcciones En Perú.

Cárdenas, A. Yupanqui, A. (2014). Propuesta del empleo del adobe reforzado con geomalla en la construcción de viviendas unifamiliares de un piso en el pueblo Yanama-Ayacucho. Universidad Nacional de Huancavelica.

Cardenas, R., Luna, J. (2017). Estudio experimental de la influencia de los diferentes tipos de mortero y substratos de albañilería en la adherencia con geomallas. (Tesis de pregrado). Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

Carozzi, F. G., & Poggi, C. (2015). Mechanical properties and debonding strength of Fabric Reinforced Cementitious Matrix (FRCM) systems for masonry strengthening. Composites Part B, 70, 215-230. doi:10.1016/j.compositesb.2014.10.056

Carozzi, F. G., Colombi, P., & Poggi, C. (2015). Calibration of end-debonding strength model for FRP-reinforced masonry. Composite Structures, 120, 366– 377. doi:10.1016/j.compstruct.2014.09.033.

CASCADE (de la Comisión Europea) del Editor: Ramiro Sofronie. REPORTE N ° 5. Aplicación De Técnicas De Refuerzo Con “Rejillas de polímero para construcciones de mampostería”. Programa Cooperativo Avances en experimentos sísmicos y dinámicos.

Cementos Rumi, Cemento Sin Frontera (Guía de las buenas Prácticas)

Construcción, c (agosto de 2017). canaldeconstrucción.com. Obtenido de canal de construcción: <http://canalconstrucción.com/defectos-y-patología-comun-en-muros-de-ladrillo.html>.

D'Ambrisi, A., Feo, L., & Focacci, F. (2013). Experimental and analytical investigation on bond between Carbon-FRCM materials and masonry. *Composites Part B*, 46, 15-20. doi:10.1016/j.compositesb.2012.10.018.

DANIEL QUIUN WONG. (2005). Corrección Por Esbeltez En Pilas De Albañilería Ensayadas A Compresión Axial. 15.

Dávila, D. E. T. (2015). Guías Para La Evaluación Y Refuerzo De Viviendas Informales De Mampostería De Ladrillo Para Reducir Su Vulnerabilidad Sísmica. 113.

Dávila, D. T. (2015). Refuerzo De Muros Y Tabiques De Albañilería Con Mallas De Polímero. 5.

Dowling D. (2002). "Adobe housing in El Salvador: Earthquake performance and seismic improvement" Vivienda de Adobe en El Salvador: performance sísmica y mejoramiento sísmico. El Salvador

E. Manzoni & A. Dusi & M. Mezzi (2008), Rejilla Polimérica Para Un Mejoramiento Efectivo Sin Costo De El Rendimiento Sísmico De Los Edificios De Masonería.

El peruano. (2006). Norma E-070.

Enrique Rivva López, "Diseño de Mezclas" – 2007

Fernando D. (2007) Alternativa estructural de refuerzo horizontal en muros de mampostería. UNIVERSIDAD DE MEDELLIN.

Flores R. (2002). Diagnostico Preliminar De La Vulnerabilidad Sísmica De Las Autoconstrucciones En Lima. Pontificia universidad católica del Perú

- Gallegos, H., Casabonne, C. (2005) Albañilería estructural. Perú, fondo editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Hurtado de Barrera, J. 2008. Notas del Módulo V: "La Investigación Holística". Diplomado Internacional Proyectos de Investigación Científica y Humanística. Universidad Nacional de Cajamarca.
- IDECAP (2008). ESTRUCTURAS albañilería estructural. Universidad Mayor De San Marcos.
- INEI (2013) Instituto nacional de Estadística e informática, Lima, Perú.
- Koerner, R.M. (2012) Designing with Geosynthetics. 6th Edition, Xlibris Publishing Co., New York.
- Lajo, S -Congreso Nacional e Ingeniería Civil (CONIC, 2007) Comportamiento Sísmico De Muros De Albañilería Simple De Ladrillo Reforzados Con Malla De Polímero.
- Luna, J, Cárdenas. R. (2017). Estudio Experimental De La Influencia De Los Diferentes Tipos De Mortero Y Substratos De Albañilería En La Adherencia Con Geomallas. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU.
- Manzoni, E., Dusi, A., Mezzi, M. (2018). Polymeric grid for a cost effective enhancement of the seismic performance of masonry buildings. Word Conference on Earthquake Engineering, Beijing, China.
- Mendoza Cristian (Septiembre, 2015) Rigidez Lateral en muros de albañilería
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Mayo, 2018), Ministerio De Vivienda Señala Que Viviendas Informales En Perú Bordean El 70%.

- Morante, A. (2008). Mejora de la adherencia Mortero - Ladrillo de concreto. (Tesis de pregrado). Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Muñoz Cebrián, F. (2011). Comportamiento Mecánico Del Hormigón Reforzado Con Fibra De Polipropileno Multifilamento O: Influencia Del Porcentaje De Fibra Adicionada. Universidad Politécnica de Valencia. <http://hdl.handle.net/10251/13552>.
- Norma Técnica E.070 Albañilería. Perú
- Papanicolaou, C. G., Triantafyllou, T. C., Karlos, K., & Papathanasiou, M. (2007). Textile-reinforced mortar (TRM) versus FRP as strengthening material of URM walls: in-plane cyclic loading. *Materials and Structures*, 40(10), 1359- 5997. doi:10.1617/s11527-006-9207-8.
- Plan director de Juliaca 2004-2015. (2004). Municipalidad Provincial de San Román, Puno, Perú.
- Raúl Javier Delgado Ehni Y Catalina Peña Rodríguez Larraín. (2006). Edificios Peruanos Con Muros De Concreto De Ductilidad Limitada.
- Reglamento Nacional de Edificaciones (2017). “Norma Técnica de Edificaciones E.070 Albañilería”. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Lima, Perú.
- Rojas E. (2017). Análisis comparativo de las propiedades del ladrillo artesanal de arcilla y el ladrillo adicionando escoria de horno eléctrico – Distrito de Santa – Ancash – 2017. UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO.
- Salamanca (2001). Ciencia e Ingeniería neogranadina. Universidad de Colombia.

- San Bartolomé, Á. F. (1994). Construcciones de albañilería: comportamiento sísmico y diseño estructural. Lima: Fondo Editorial PUCP.
- San Bartolomé, Á., Quiun, D., & Silva, W. (2011). Diseño y construcción de estructuras sismorresistentes de albañilería. Lima: Fondo Editorial PUCP.
- Sánchez A. (2013). Análisis comparativo de las propiedades del ladrillo artesanal de arcilla y el ladrillo adicionando escoria de horno eléctrico – Distrito de Santa – Ancash – 2017. UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA.
- SENCICO. (2004). NTP-399.621 - [PDF Document]. Recuperado 16 de junio de 2019, de documents-site web-site: <https://vdocuments.site/ntp-399621-1pdf.html>
- SENCICO. (2013). Sencico: Un 60% de viviendas en el Perú es autoconstruida | Tu Dinero | Inmobiliarias | Gestion. Recuperado 26 de junio de 2019, de <https://gestion.pe/tu-dinero/inmobiliarias/sencico-60-viviendas-peru-autoconstruida-45051>
- Servicio Nacional de Capacitación para Industria de la construcción (2010) Guías para la evaluación y refuerzo de viviendas informales de mampostería de ladrillo para reducir su vulnerabilidad sísmica. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Lima, Perú.
- Sofronie R, Editor (Portugal, 2005), Aplicaciones De Técnicas De Refuerzo Con Rejillas De Polímeros Para Edificios De Mampostería, Informe N ° 5 Avance Cooperativo En Experimentos Sísmicos Y Dinámicos, Laboratorio Nacional de Ingeniería Civil Lisboa.
- Sofronie R, Editor (Portugal,2005), Fortalecimiento Sismico De La Masoneria En Edificios Y Patrimonio Cultural

Sofronie, R. (2005). Application of reinforcing techniques with polymer grids for masonry buildings: No. 5. CASCADE Report.

Torrealva, D. (2010) Guías para la evaluación y refuerzo de viviendas informales de mampostería de ladrillo para reducir su vulnerabilidad sísmica. Publicado por la Gerencia de Investigación y Normatividad de SENCICO, Lima, Perú.

Torrealva, D. (2015). Refuerzo superficial para viviendas de albañilería de ladrillo. Obtenido de Presentación de diapositivas de clase del profesor Daniel Torrealva en la Pontificia Universidad Católica del Perú.

•**ARTÍCULOS CIENTÍFICOS UTILIZADOS:**

Carrillo, J; Alcocer, S. (2011), Comportamiento a cortante de muros de concreto para vivienda, Revista de ingeniería sísmica No.85, 103-126

Jaramillo, J. (2012), Mecanismo de transmisión de cargas perpendiculares en plano del muro en muros de mampostería no reforzada. Revista de Ingeniería Sísmica, No67, pp. 63-78.

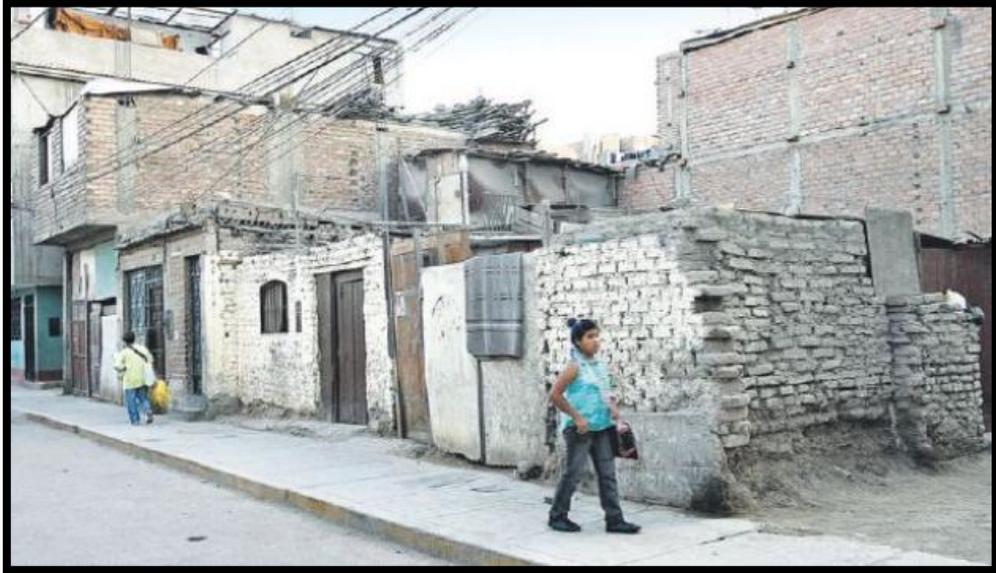
Leal, J; Pérez, J; Humberto, J; Reyes, A. (2019). Nuevas expresiones de la NTCM (2017) para cálculo de la resistencia de muros diafragma de mampostería, Revista de Ingeniería Sísmica No. 100, 1-29 (2019)

Mardonado, G; Castro, N; Buss, D. (2017) Evaluación de un sistema de refuerzo estructural para un edificio: Un caso de estudio. Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y recuperación de la construcción. Vol. 1, No. 1, pp. 1-16

Páez, D.; Parra, S; Montaña, C. (2016). Alternativa estructural de refuerzo horizontal en muros de mampostería, vol. 15, (núm. 21), pp. 7-21.

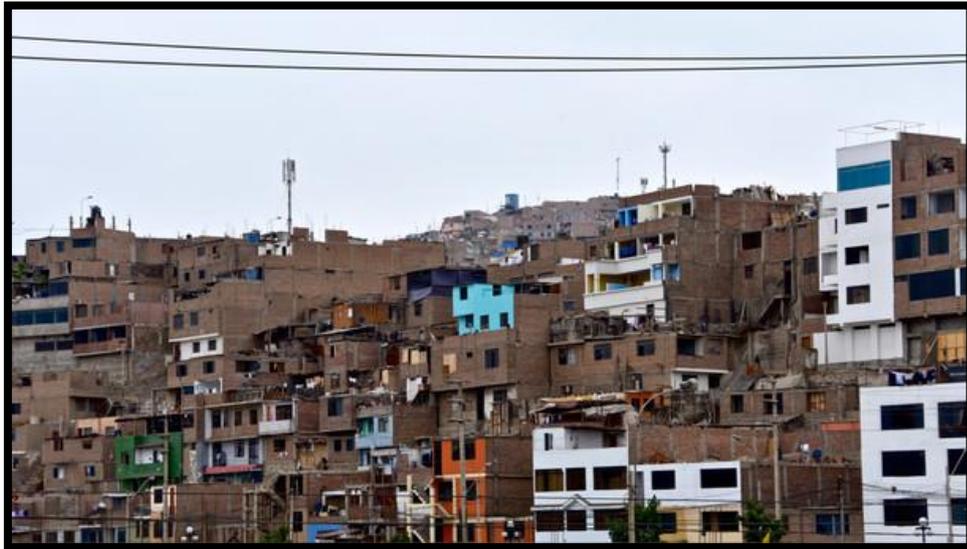
## ANEXOS

De la realidad problemática:



**Figura A.1: Viviendas Informales de Comas.**

Fuente: idencityconsulting.com



**Figura A.14: En Lima: El 70% Viviendas son Informales Según un Estudio de la Cámara Peruana de Construcción (CAPECO).**

Fuente: rpp.pe



**Figura A.3: Vivienda Informal Afectada por un Sismo.**

Fuente: [americatv.com.pe](http://americatv.com.pe)